

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ОСАДКИ
КАСПИЙСКОГО
МОРЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Институт геологии и разработки горючих ископаемых

551.3

ОСАДКИ
КАСПИЙСКОГО
МОРЯ

751



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1973



Осадки Каспийского моря
Лебедев Л.И., Маев Е.Г., Бордовский О.К., Кулакова Л.С. М., "Наука",
1973.

В работе на основе стратиграфического расчленения толщи донных отложений, отобранных с помощью грунтовых трубок, рассмотрены особенности вещественного состава и распределения новокаспийских и верхнекхвалинских отложений. Приведены основные типы разрезов этих отложений, охарактеризованы их гранулометрия, минералогия, органическое вещество, химический состав. Анализируется с использованием метода абсолютных масс механизм седиментогенеза на различных этапах голоцен. Разобрано влияние геологической структуры дна на особенности распределения донных отложений.

Табл. 11. Илл. 45. Библ. 95 назв.

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук
профессор [В.Ф.СОЛОВЬЕВ]

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателя монография представляет собой краткую, но весьма содержательную характеристику отложений главным образом срединных частей котловины Среднего и Южного Каспия.

Главным достижением авторов являются стратиграфическое расчленение отложений с выделением новокаспийского, мангышлакского и дагестанского горизонтов, а также характеристика их вещественного состава и общего хода седиментационного процесса с конца плейстоцена доныне.

Особенно интересен факт резкого повышения карбонатности и содержания органического вещества в новокаспийских осадках сравнительно с более древними. Это полностью воспроизводит геохимическую эволюцию Черного моря в голоцене и ставит вопрос о причинах сходства. По отношению к карбонатам в работе излагаются некоторые интересные соображения, но история прогрессирующего обогащения отложений органическим веществом еще не раскрыта и требует дополнительного исследования.

Как известно, осадки Каспия начали изучаться еще в начале 30-х годов. Но прогресс знаний тормозился неправильной методикой гранулометрического анализа в этих ранних работах, из-за чего истинный литологический характер осадков не был вскрыт и, например, для котловины Среднего Каспия считался гораздо более грубозернистым, чем он есть на самом деле. Мешала также неудачная классификация осадков, разработанная еще в конце 20-х годов лабораторией ПЛОВМОРНИН.

В настоящей работе оба эти дефекта устранены. Авторы приняли современные методы гранулометрического анализа, разработанные в Институте океанологии АН СССР, и современную же классификацию осадков. И это сразу представило каспийскую седиментацию в новом и правильном свете.

Очень удачным явилось также применение метода абсолютных масс к новокаспийскому горизонту. Оказалось, что распределения абсолютных масс CaCO_3 , Fe, Mn и обломочного силикатного материала следуют одной и той же схеме: максимум в краевых частях котловины, в зоне круговых течений; минимум — в халистазах. Это полностью отвечает тому, что наблюдается в соседнем Черном море и является прекрасным подтверждением общего принципа, согласно которому разнос в водоеме как внесенного кластического материала, так и хемогенного, образованного в самом бассейне, контролируется гидродинамическим режимом.

Большая и весьма полезная работа выполнена авторами по части изучения терригенных минералов осадка. Она иллюстрируется большой серией карт распределения минералов, которые позволяют считать, что с этой точки зрения Каспийское море может считаться сейчас наряду с Охотским морем одним из наиболее изученных водоемов СССР.

Общие выводы авторов относительно каспийского осадконакопления мне представляются достаточно обоснованными.

В целом монография заполняет существенный пробел в познании внутренних континентальных морских водоемов СССР и с пользой будет изучена литологами, интересующимися современным осадконакоплением как ключом к познанию литогенеза древнего.

Академик Н.М.Страхов

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море благодаря своему географическому положению и в особенности выдающемуся значению для народного хозяйства в течение многих лет является объектом всесторонних исследований и к настоящему времени может рассматриваться как один из самых изученных водоемов нашей страны. Многое сделано, в частности, для познания процессов осадкообразования. Широко известны работы М.В.Кленовой, С.В.Бруевича, А.С.Пахомовой, Н.М.Страхова, Д.М.Сулейманова, В.Ф.Соловьева и многих других исследователей. Эти работы позволили получить представление о составе поверхностных донных отложений и об основных закономерностях современного осадконакопления.

Лабораторией геологических исследований морских нефтегазоносных областей ИГиРГИ за период 1957-1963 гг. было собрано 330 колонок донных отложений в глубоководной части Каспийского моря (рис. 1). Применение больших прямоточных и поршневых грунтовых трубок позволило получить длинные колонки - до 10-12 м длиной, что позволило впервые охарактеризовать разрез отложений на значительную глубину под поверхностью морского дна и стратиграфию этих отложений. В настоящее время мы имеем возможность рассматривать уже не только современный поверхностный слой осадков, но и крупные стратиграфические единицы, как ярус и горизонт. Предлагаемая работа посвящена литологии верхнечетвертичных - новокаспийских и хвалынских осадков в пределах Среднего и Южного Каспия. Их литологическое описание основано на тщательном лабораторном изучении. Помимо полевого описания колонок было выполнено также послойное описание сухих колонок под бинокулярным микроскопом. Произведен большой объем аналитических определений: около 1000 гранулометрических анализов (по методике ИОАН), несколько тысяч определений CaCO_3 , несколько сотен определений валового содержания железа и марганца, ряд сокращенных химических анализов. Исследовалось органическое вещество осадков. В массовом количестве (около 500) выполнены минералогические анализы. Сделаны определения макро- и микрофауны, диатомовых водорослей. Кроме авторов в обработке собранного материала принимали участие К.Р.Аваков, С.И.Богаев, Ю.М.Королев (ИГиРГИ), А.П.Жузе (ИОАН), П.В.Федоров (ГИН), К.А.Ушко, Ю.Г.Чельцов, Г.Ф.Шнейдер (НИЛзарубежгеология). Всем указанным лицам авторы выражают свою глубокую признательность.

Выполненные работы позволили разработать стратиграфию донных отложений Каспийского моря. Получены данные о палеогеографической обстановке отдельных этапов верхнеплейстоценовой истории Каспия. Особое внимание было уделено выяснению характера и степени влияния различных факторов - физико-географических и геологических - на процессы современного и верхнеплейстоценового осадкообразования. Сделанные выводы могут быть использованы при реконструкции условий накопления древних осадочных толщ. Получение материалов для сравнительного литологического и фациального анализа, т.е. для сопоставления современного моря с древними водоемами с целью реконструкции их палеогеографических условий и соответственно для более обоснованного прогноза полезных ископаемых - одна из главных задач изучения каспийских осадков.

Главы I-IV и VII написаны Л.И.Лебедевым и Е.Г.Маевым, V - Л.С.Кулаковой, VI - О.К.Бордовским. Общее руководство работой осуществлялось В.Ф.Соловьевым.

Авторы выражают свою глубокую благодарность академику Н.М.Страхову за просмотр рукописи и ценные замечания.

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море благодаря своему географическому положению и в особенности выдающемуся значению для народного хозяйства в течение многих лет является объектом всесторонних исследований и к настоящему времени может рассматриваться как один из самых изученных водоемов нашей страны. Многое сделано, в частности, для познания процессов осадкообразования. Широко известны работы М.В.Кленовой, С.В.Бруевича, А.С.Пахомовой, Н.М.Страхова, Д.М.Сулейманова, В.Ф.Соловьева и многих других исследователей. Эти работы позволили получить представление о составе поверхностных донных отложений и об основных закономерностях современного осадконакопления.

Лабораторией геологических исследований морских нефтегазоносных областей ИГиРГИ за период 1957-1963 гг. было собрано 330 колонок донных отложений в глубоководной части Каспийского моря (рис. 1). Применение больших прямоточных и поршневых грунтовых трубок позволило получить длинные колонки - до 10-12 м длиной, что позволило впервые охарактеризовать разрез отложений на значительную глубину под поверхностью морского дна и стратиграфию этих отложений. В настоящее время мы имеем возможность рассматривать уже не только современный поверхностный слой осадков, но и крупные стратиграфические единицы, как ярус и горизонт. Предлагаемая работа посвящена литологии верхнечетвертичных - новокаспийских и хвалынских осадков в пределах Среднего и Южного Каспия. Их литологическое описание основано на тщательном лабораторном изучении. Помимо полевого описания колонок было выполнено также послойное описание сухих колонок под бинокулярным микроскопом. Произведен большой объем аналитических определений: около 1000 гранулометрических анализов (по методике ИОАН), несколько тысяч определений CaCO_3 , несколько сотен определений валового содержания железа и марганца, ряд сокращенных химических анализов. Исследовалось органическое вещество осадков. В массовом количестве (около 500) выполнены минералогические анализы. Сделаны определения макро- и микрофауны, диатомовых водорослей. Кроме авторов в обработке собранного материала принимали участие К.Р.Аваков, С.И.Богаев, Ю.М.Королев (ИГиРГИ), А.П.Жузе (ИОАН), П.В.Федоров (ГИН), К.А.Ушко, Ю.Г.Чельцов, Г.Ф.Шнейдер (НИЛзарубежгеология). Всем указанным лицам авторы выражают свою глубокую признательность.

Выполненные работы позволили разработать стратиграфию донных отложений Каспийского моря. Получены данные о палеогеографической обстановке отдельных этапов верхнеплейстоценовой истории Каспия. Особое внимание было уделено выяснению характера и степени влияния различных факторов - физико-географических и геологических - на процессы современного и верхнеплейстоценового осадкообразования. Сделанные выводы могут быть использованы при реконструкции условий накопления древних осадочных толщ. Получение материалов для сравнительного литологического и фациального анализа, т.е. для сопоставления современного моря с древними водоемами с целью реконструкции их палеогеографических условий и соответственно для более обоснованного прогноза полезных ископаемых - одна из главных задач изучения каспийских осадков.

Главы I-IV и VII написаны Л.И.Лебедевым и Е.Г.Маевым, V - Л.С.Кулаковой, VI - О.К.Бордовским. Общее руководство работой осуществлялось В.Ф.Соловьевым.

Авторы выражают свою глубокую благодарность академику Н.М.Страхову за просмотр рукописи и ценные замечания.

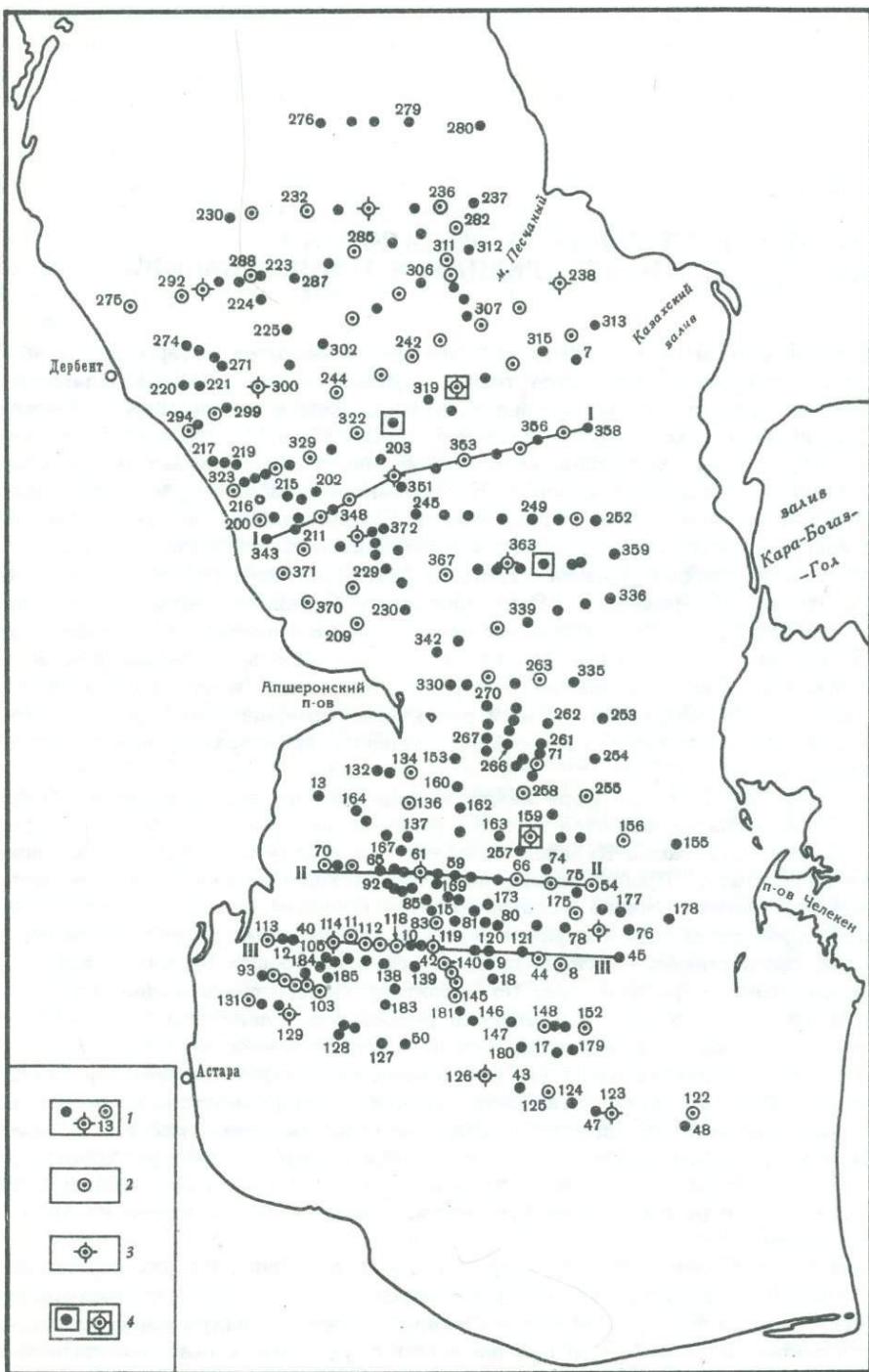


Рис. 1. Карта фактического материала

1 – места взятия и номера колонок; 2,3 – колонки, для которых выполнен минералогический анализ алевритовой (2) и глинистой (3) фракций; 4 – колонки, в которых изучалось органическое вещество

Глава I

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ КАСПИИ

Дно Каспийского моря в структурном отношении является гетерогенным образованием. В его пределах выделяются такие крупные геотектонические элементы, как эпигерцинская платформа с мезо-кайнозойским осадочным чехлом, Терско-Каспийский краевой прогиб, альпийская складчатая область (Соловьев, 1956; Соловьев и др., 1962, и др.). В Среднем Каспии значительную часть дна занимает продолжение Терско-Каспийского краевого прогиба. Его юго-восточная часть, не компенсированная осадкоакоплением, приурочена к современной Дербентской котловине. К северу от Аштеронского полуострова располагается погруженное продолжение Тенгинско-Бешбармакского антиклиниория Большого Кавказа (складки банки Цурюпа, острова Камни Два Брата, банка Аштеронская). Восточная часть Среднего Каспия занята эпигерцинской платформой, наиболее крупными структурными элементами которой являются Карабогазский свод и лежащее к северу от него морское продолжение Южно-Мантышлакского прогиба. Южным обрамлением Средне-Каспийской впадины служат относящиеся к альпийской складчатой области структуры Аштеронского порога, которые образуют две антиклинальные зоны северо-западного простириания, разделенные крупной синклиналью.

Южная часть Каспийского моря лежит в пределах альпийской складчатой области и является центральным наиболее глубоко погруженным участком обширного прогиба, в который входят также Куринская впадина на западе и Западно-Туркменская депрессия на востоке. Прогиб характеризуется региональной нефтегазоносностью.

Характерной чертой Южного Каспия является развитие в верхнем плиоцен-четвертичном структурном этаже крупных антиклинальных складок субмеридионального простириания, продолжающих активно развиваться в настоящее время и потому отчетливо выраженных в рельефе дна. По характеру складчатости выделяются несколько районов. Западный, связанный с Куринской депрессией, Бакинским архипелагом и Аштеронским полуостровом, характеризуется наиболее интенсивной складчатостью с преобладающим меридиональным или северо-западным простирианием структур. В центральном районе — менее густая сеть складок с северо-восточным простирианием, среди которых выделяется поднятие Абиха. Наконец, восточный район — Туркменская структурная терраса, специфической чертой которой является наличие крупных, очень пологих малоамплитудных складок неопределенных очертаний. Повсеместно в Южном Каспии развит подводный грязевой вулканизм, оказывающий заметное влияние на осадкообразование.

Различия в тектонической структуре Среднего и Южного Каспия обусловливают разный характер рельефа их дна, что отражается и на особенностях осадкоакопления.

Средний Каспий представляет собой обширную асимметричную ванну северо-западного простириания. В рельефе его дна достаточно отчетливо можно выделить шельф с очень слабым уклоном дна (3° - 7°), значительно более крутой материковый склон и затем дно глубоководной котловины. Западная часть Среднего Каспия отличается более узким шельфом и более крутым материковым склоном, чем восточная. Центральную, наиболее глубоководную часть (до 800 м глубины) занимает Дербентская котловина, с крутым западным бортом (2° - $2^{\circ}30'$) и пологим восточным (20 - $30'$). На севере Дербентская котловина переходит в крупную субмеридиональную Северную впадину Среднего Каспия с глубинами до 400 м. В юго-восточный угол Дербентской котловины открывается еще одна крупная впадина также субмеридионального простириания — Южная впадина Среднего Каспия с глубинами до 400 м.

На востоке Среднего Каспия материковый склон осложнен выступом субширотного простирания, связанным с поднятием мыса Песчаного. В наиболее приподнятой части высота выступа составляет 250 м. Этот выступ с крутым южным и пологим северным склоном отделяет восточный борт Северной впадины от восточного борта Дербентской котловины, оказывая большое влияние на динамику водных масс Каспийского моря и, следовательно, на особенности транспортировки осадочного материала.

В пределах Южного Каспия складкообразование обусловило сложный рельеф его дна. В более глубоководной части развита серия крупных подводных хребтов, ориентированных в направлении, близком к меридиональному, высотой до 300–500 м. Складчатостью и грязевым вулканизмом объясняется также сложность рельефа шельфа на западе Южного Каспия. Восточный шельф в силу особенности тектоники и благодаря абразионно-аккумулятивной деятельности в четвертичное время имеет выровненный рельеф.

Главной составной частью каспийских осадков является обломочный материал (Маев, Лебедев, 1970). Принос терригенной взвеси в Каспийское море осуществляется с северного, западного и южного побережий (рис. 2,2а). Восточное побережье, граничащее с пустынными областями Средней Азии, совершенно лишено речного стока. Общая масса взвешенных наносов, приносимых ежегодно в Каспий основными реками, составляет около 120 млн. т (Лопатин, 1952), причем на долю Северного и Среднего Каспия приходится более 90% всего жидкого речного стока и свыше 75% твердого стока. По механическому составу взвесь, поступающая в Каспий, соответствует мелкоалевритовым и алевритово-глинистым илам (Кленова, Николаева, 1961). В Средний Каспий помимо взвесей рек западного побережья поступает также часть северо-каспийского материала (из Волги и Урала), выносимая течениями. По-видимому, в Южный Каспий значительные массы осадков поступают из Среднего Каспия и из областей размыва на Ашшеронском пороге в соответствии с описанной ниже системой течений. Об этом свидетельствуют, как будет показано далее, особенности распределения осадков. В Южном Каспии, кроме того, значительное количество материала выбрасывается грязевыми вулканами, масштабы влияния которых на осадкообразование были проиллюстрированы В.А.Гориным (1950). Количество обломков, доставляемых за счет абразии берегов и эолового приноса, оценить трудно.

Для осадконакопления существенное значение имеет своеобразный гидрохимический режим Каспия, заключающийся в уменьшенном по сравнению с океаном содержании хлоридов и повышенном количестве сульфатов и карбонатов. Карбонаты переносышают каспийскую воду, что создает условия для химического осаждения этих соединений (Бруевич, 1937). Карбонат кальция выпадает в осадок наиболее интенсивно в мелководных, хорошо прогреваемых областях. Однако данные по распределению щелочности (Рубинчик, 1959) говорят о том, что эти же процессы имеют место также в придонных слоях воды на больших глубинах.

Некоторое количество карбонатного материала имеет биогенное происхождение. В пределах шельфа, особенно на востоке, развиты ракушечники, сложенные раковинами главным образом дидаками и дрейссенами. Эти скопления ракуши могут являться источником пелитоморфного кальцита, участвующего в создании глубоководных осадков.

Поступающий в море осадочный материал разносится течениями, которые в целом для Каспийского моря составляют циклонический круговорот (Леднев, 1943). В Среднем Каспии водные массы перемещаются вдоль западного берега с севера, где они принимают поток северокаспийских вод, связанный со стоком Волги и Урала, на юг. Вблизи Ашшеронского полуострова основная ветвь течений раздваивается. Одна часть огибает Ашшеронский полуостров и направляется в Южный Каспий, другая идет на восток, где сливается с течением,двигающимся из Южного Каспия вдоль восточного побережья на север.

В Южном Каспии водные массы, поступившие с севера через западную часть Ашшеронского порога, движутся сперва на юг, затем у иранских берегов поворачивают на восток и возвращаются в Средний Каспий вдоль восточных берегов. Кроме того, небольшой круговорот течений уже антициклонического характера наблюдается между Ашшеронским полуостровом и устьем р. Куры. Здесь вдоль западного берега результирующее перемещение масс воды происходит в северном направлении, что имеет существенное значение для распределения куринских выносов.

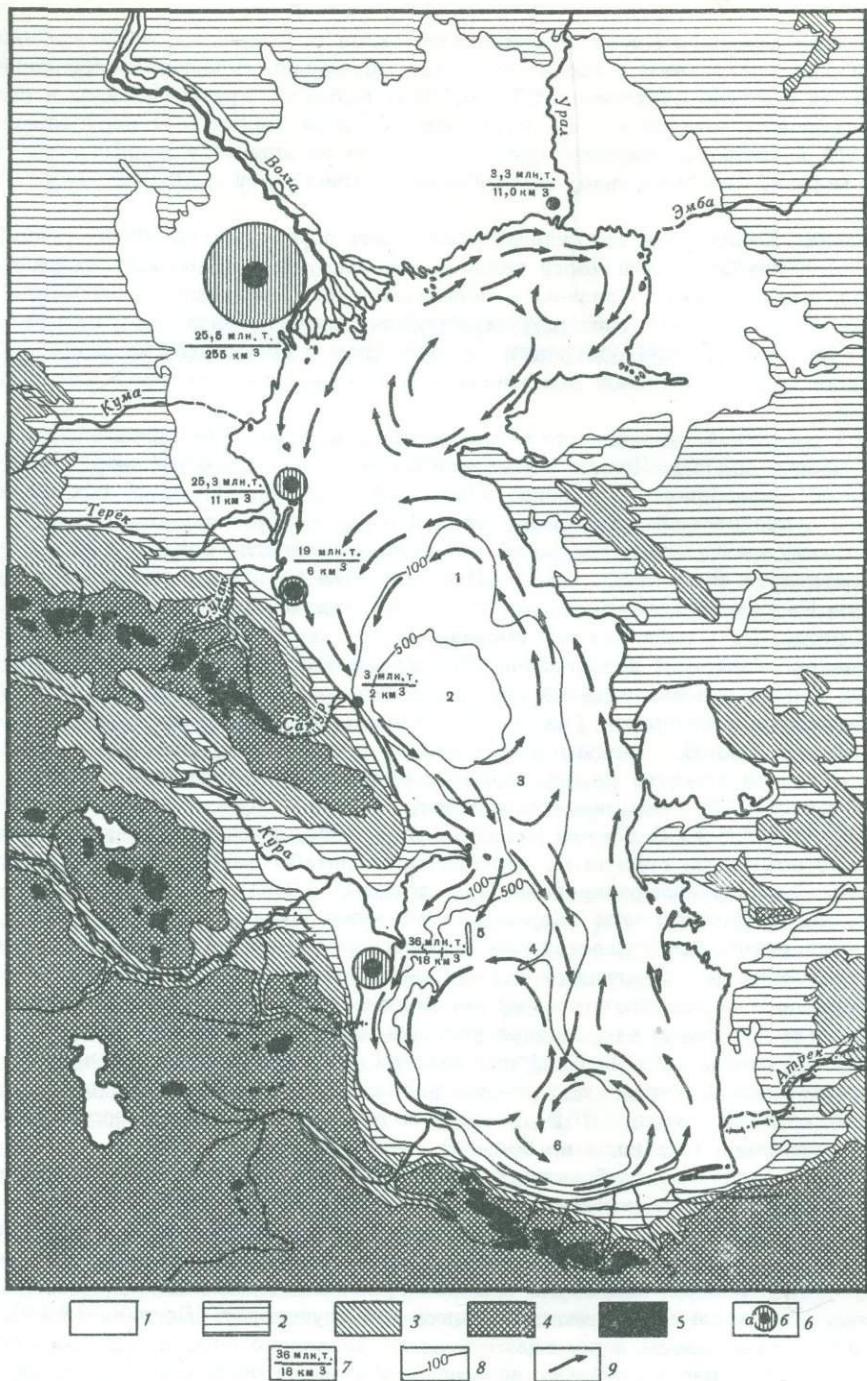


Рис. 2. Современная обстановка осадконакопления на Каспийском море

Высоты суши относительно уровня моря (в м): 1 - ниже 0; 2 - 0-200; 3 - 200-1000; 4 - 1000-3000; 5 - больше 3000; 6 - речной сток; а - твердый, б - жидккий (диаметры окружностей пропорциональны величине стока); 7 - соотношение стоков: в числителе - твердый сток (млн.т), в знаменателе - жидкий сток (км³); 8 - изобаты; 9 - направление основных поверхностных течений

Цифры на карте: 1 - Северная впадина Среднего Каспия; 2 - Дербентская впадина; 3 - Южная впадина Среднего Каспия; 4 - вал Абиха; 5 - поднятие Шатского; 6 - Иранская котловина

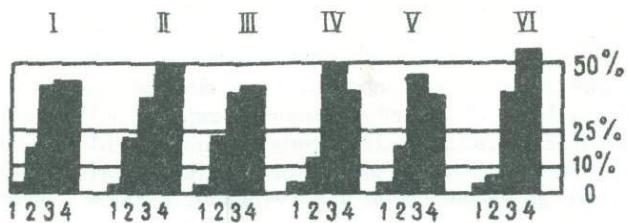


Рис. 2а. Гистограммы механического состава твердого стока рек Каспийского моря

Реки: I - Волга, II - Урал, III - Терек, IV - Сулак, V - Самур, VI - Кура.
Фракции: 1 - более 0,1 мм, 2 - 0,1-0,05 мм; 3 - 0,05-0,01 мм; 4 - меньше 0,01 мм

Необходимо иметь в виду, что описанная система течений представляет собой лишь обобщенную модель. В каждом конкретном случае, в зависимости главным образом от ветрового режима, эта модель может быть значительно изменена и усложнена.

Скорость течений, как и их направление, также весьма изменчива, достигая на поверхности 50-100 см/сек. Наибольшие глубины, на которых в Каспии производились инструментальные замеры придонных течений, не превышают 200 м. Здесь их скорости составляют от нескольких до 20-30 см/сек. Весьма значительные скорости придонных течений, вызывающие смыт современных осадков, обнаружены на Апшеронском пороге - до 50 см/сек. Направлено течение здесь с севера на юг (Батуриин, Копылова, 1956). Количество данных о придонных течениях в более глубоких частях моря пока нет. Но ряд косвенных сведений говорит о том, что перемещения воды здесь существуют; в частности, только с наличием таких течений можно связывать сортировку осадка по составу и крупности зерен в зависимости от особенностей донного рельефа (Маев, 1961в). На наличие придонных течений указывал В.Б.Штокман (1940), основывавшийся на анализе распределения придонных температур.

Г л а в а II

СТРАТИГРАФИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В Каспийской области четвертичный период делится на четыре основных этапа — бакинский, хазарский, хвальинский и новокаспийский (Федоров, 1957). Отложения этих четырех ярусов широко развиты в пределах прилегающей к Каспию суши. На дне моря с помощью грунтовых трубок пока удалось вскрыть только два яруса — новокаспийский и верхнюю часть хвальинского. При разработке стратиграфии донных отложений использовались как литологические, так и фаунистические признаки (Маев, 1961а, 1962). В разрезе каспийских осадков выделены четыре толщи, обособляющиеся друг от друга по многим (главным образом литологическим) показателям. Верхняя толща имеет новокаспийский возраст. Новокаспийский ярус в пределах дна Среднего и Южного Каспия сложен, как правило, слабоизвестковыми или известковыми глинистыми и алевритово-глинистыми илами серого цвета. Характерно постепенное повышение карбонатности и посветление осадков сверху вниз.

В колонках, взятых на шельфе в этом интервале разреза, обнаружена фауна моллюсков, характерная для новокаспийского яруса (определения П.В.Федорова и Ю.Г.Чельцова): *Didacna trigonoides* Pall., *D.protracta* Eichw., *D. barbot de-marmyi* Grim., *D.pyramidalis* Grim., *D. aff. crassa* Eichw., *Dreissena rostriformis distincta* Andr., *Dr. cf. rostriformis pontocaspica* Andr., *Dr. polymorpha* Pall., *Cardium edule* Lim., *Adacna aff. vitrea* Eichw., *Caspia baeri* W.Dyb., *Micromelania dimidiata* Eichw., *M.caspia* Eichw., *Glessiniola aff. marentsii* W. Dyb., *Monodacna caspia* Eichw.

В глубоководных областях вся фауна представлена в основном остракодами. Среди них Г.Ф.Шнейдер определила: *Leptocythere stellata* Schneider in litt., *L.praerostrata* Schneider in litt., *L.transiformis* Mandelst., *L.portrecta* Schneider in litt., *L.multituberculata* Liv., *L.quinquetuberculata* Schw., *L.librica* Schneider in litt., *L.generalis* Schneider in litt., *L.plicatotuberculata* Schneider in litt., *L.shagdagica* Asl., *L.virgata* Schneid., *L.palmaris* Schneider in litt., *L.memorabilis* Schneider in litt., *L.disparis* Schneider in litt., *L.deflexa* Schneider in litt., *Paracyprideis naphtatcholana* Liv., *Loxoconcha endocarpa* Scharap., *Casiopella gracilis* (Liv.), *C.acuta* Schneid., *Trachyleberis pseudoconvexa* (Liv.), *Bacunella dorsoarcuata* Zal., *Advenocypris* sp., *Graviocypris elongata* Schw., *Cytherissa cascusa* Mandelst., *Candoniella novocaspensis* Schneid., *C.selecta* Schneider in litt., *Darvinula stevensoni* (Br. et Rob.), *Loxoconcha gibboida* Liv. Этот комплекс, по мнению Г.Ф.Шнейдер, также характерен для новокаспийского яруса.

О правильности отнесения этих отложений к новокаспийскому ярусу говорит и абсолютный возраст толщи, определенный по сезонной слоистости. Он оказался равным 6–7 тыс. лет, что хорошо согласуется с данными других авторов об абсолютном возрасте новокаспийской трансгрессии (Леонтьев, Федоров, 1953; Леонтьев, 1959).

Нижележащая толща верхнехвальинских отложений делится на три горизонта. Непосредственно под новокаспийским ярусом, отделяясь от него в большинстве случаев резкой границей, лежит вторая толща осадков, сложенная буровато-серыми осадками, более крупнозернистыми, чем новокаспийские, и со значительно меньшей карбонатностью (преимущественно алевритово-глинистые илы). На мелководье они становятся еще более грубозернистыми — песчанистыми или ракушечными. В этой толще П.В.Федоровым и Ю.Г.Чельзовым были определены: *Didacna parallela* Bog., *D.aff. praerigoides* Nal., *D.subcatillus* Andr., *D.protracta* Eichw., свидетельствующие о хвальинском возрасте горизонта. Микрофауна представлена остракодами: *Loxoconcha edita* Schneid., *L.endocarpa* Sharap., *Leptocythere stellata* Schneider in litt., *L.praerostrata* Schneider in

litt., *L. transiformis* Mandelst., *L.orrecta* Schneider in litt., *L.multituberculata* (Liv.), *L.quinquetuberculata* Schw., *L.librica* Schneider in litt., *L.plicatotuberculata* Schneider in litt., *L.probabilis* Schneid., *L.striatocostata* Schw., *L.virgata* Schneid., *L.bacuana* (Liv.), *L.caspia* (Liv.), *L.praevertucosa* Schneid., *Bacunella grabra* Schneid., *Paracyprideis naphtasholana* Liv., *Caspiolla gracilis* (Liv.), *C.acuta* Schneid., *Trachyleberis pseudoconvexa* (Liv.), *Advenocypris incaua* Schneid. Этот комплекс микрофауны, по мнению Г.Ф.Шнейдер, хорошо согласуется с приведенным возрастным расчленением осадков.

Из некоторых особенностей осадков этого горизонта видно, что он формировался в условиях регрессии. Сравнительно мелководные крупнообломочные осадки и некоторые мелководные формы дидаки, находимые теперь на значительных глубинах, свидетельствуют о том, что при формировании горизонта глубины моря были намного меньше современных (Маев, Лебедев, 1963). Очевидно, этот горизонт был отложен во время регрессии, непосредственно предшествовавшей новокаспийской трансгрессии. Он соответствует мангышлакской регressiveйной стадии (по М.М.Жукову) и является, как уже указывалось (Маев, 1962), аналогом выделяемой на суше континентальной "мангышлакской" свиты (Федоров, 1960). В связи с этим название "мангышлакский горизонт" кажется нам более приемлемым, чем использовавшееся ранее ("горизонт послехвальянской регрессии").

Под мангышлакским горизонтом залегают очень тонкозернистые слабокарбонатные осадки (глинистые илы) серовато-коричневого и коричневого цвета (третья толща осадков). Необычайно тонкозернистый состав заставляет предполагать, что они отложились в период тренсгрессии. Этот горизонт, видимо, должен быть сопоставлен с последней трансгрессивной стадией верхнехвальянского бассейна. Исследованиями на каспийских побережьях установлено, что самой молодой трансгрессивной террасой верхнехвальянского возраста, располагающейся выше современного уровня Каспия (на абс. высоте 16 м), является "дагестанская" терраса (Леонтьев, Федоров, 1953; Леонтьев, 1961). Очевидно, наиболее верным будет сопоставление трансгрессивных верхнехвальянских осадков (третья толща донных отложений) именно с дагестанской стадией трансгрессии, в связи с чем отложения, подстилающие мангышлакский горизонт, мы будем именовать дагестанским горизонтом.

Под горизонтом верхнехвальянской трансгрессии в Среднем Каспии на краю шельфа, на дне Дербентской котловины и в пределах Альшеронского порога вскрыта четвертая, наиболее древняя толща. Она представлена в верхней части тонкозернистыми глинистыми илами, которые вниз по разрезу сменяются алевритово-глинистыми илами, практически мало отличающимися от осадков мангышлакского горизонта. Эта толща также, по-видимому, имеет хвальянский возраст.

Глава III

ЛИТОЛОГИЯ НОВОКАСПИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РАЗРЕЗОВ НОВОКАСПИЙСКОГО ЯРУСА

Новокаспийские осадки покрывают почти всю площадь дна Среднего и Южного Каспия. Они развиты повсеместно, за исключением некоторых небольших участков, где происходит современный размыв. Состав новокаспийских осадков разнообразен. В глубоководной области, охваченной нашими исследованиями, среди них встречаются главным образом различные илы. Более крупнозернистый материал распространен преимущественно в шельфовой зоне, в частности восточная часть Среднего Каспия занята обширным полем ракушечных танатоценозов.

При описании каспийских осадков мы основывались на классификации донных отложений, разработанной в Институте океанологии АН СССР (Безруков, Лисицын, 1960). В соответствии с этой классификацией выделяются литологические типы осадков, сведения о которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные типы глубоководных отложений Каспийского моря

Содержание CaCO_3 , %	Содержание пелитовой фракции, %			
	более 70	70-50	50-30	менее 30
Менее 10	Глинистые илы	Алевритово-глинистые илы	Мелкоалевритовые илы	Крупные алевриты
10-30	Слабоизвестковые глинистые илы	Слабоизвестковые алевритово-глинистые илы	Слабоизвестковые мелкоалевритовые илы	-
30-50	Известковые глинистые илы	Известковые алевритово-глинистые илы	Известковые мелкоалевритовые илы	-
Более 50	Известковые илы	Алевритистые известковые илы	-	-

Новокаспийские отложения в разных частях Среднего и Южного Каспия имеют различную литологическую характеристику, хотя и сохраняют ряд общих черт, отличающих их от подстилающих осадков.

По особенностям литологии и характеру вертикальной изменчивости новокаспийских осадков выделяется ряд районов, приуроченных к определенным геоморфологическим элементам. В Южном Каспии: 1) западный, охватывающий западный шельф и материковый склон с прилегающей частью ложа глубоководной котловины; 2) центральный,

занимающий ложе глубоководной котловины и нижнюю часть восточного и северного (апшеронского) материкового склона; 3) восточный, охватывающий восточный шельф и прилегающую часть материкового склона. В Среднем Каспии: 1) западный шельф; 2) верхняя часть западного материкового склона; 3) подиожие западного материкового склона и восточный материковый склон; 4) дно глубоководной котловины. В качестве самостоятельного района выделяется Апшеронский порог.

Центральный район Южного Каспия. Описание осадков удобнее начать с этой зоны, так как здесь из-за сравнительно небольших скоростей седиментации мощности новокаспийских отложений невелики и почти в каждой точке грунтовая трубка проходила полный разрез новокаспийского яруса, углубляясь в подстилающие отложения. В качестве примера можно использовать типичный для глубоководной части Южного Каспия разрез кол. 83. Она взята на глубине 860 м на склоне небольшой возвышенности в районе центральной глубоководной котловины. Новокаспийский ярус представлен в этом месте следующими отложениями:

0-53 см. Слабоизвестковые глинистые илы серого цвета. В нижней части слоя осадки постепенно светлеют, переходя в светло-серые известковистые глинистые илы.

Интервалы 16,5-19,5 и 21-22 см характеризуются нечеткой тонкой слоистостью, в которой прослойки серых слабоизвестковых глинистых илов мощностью немногим более 0,1 мм чередуются с тонкими светло-серыми (почти белыми) прослойками, а чаще с линзами или даже просто комочками известковых илов. Мощности светлых прослоек 0,05-0,1 мм. Характерно большое количество точечных включений пирита.

Ниже участка с микрослоистостью осадок обладает ритмичной полосчатостью. Чередуются, постепенно сменяя друг друга с очень плавным переходом, прослои серого и светло-серого цвета. Толщина тех и других порядка 1-3 см. Светлые отличаются от темных (при одинаковой гранулометрии) чуть большей общей карбонатностью осадка и несколько более обильными микроскопическими (доли мм) окружными включениями пелитоморфного кальцита белого цвета (дрюита). Изредка встречаются тонкие (около 0,5 мм) с нечеткими границами линзообразные прослои лимонитизированного осадка (во влажном состоянии это были прослои гидротроилита черного цвета). Вблизи основания слоя ощущается небольшая примесь несколько более крупнозернистого терригенного материала (около 0,01 мм).

54-71 см. Этот слой отделяется от вышележащего очень четкой резкой границей. Представлен он в верхней части слабоизвестковистыми глинистыми илами, а ниже - алевритово-глинистыми илами темно-серого цвета с легким кремовым оттенком. Очень характерна весьма однородная, массивная текстура слоя (у сухого осадка "фарфоровидный" излом). В основании слой содержит несколько тонких прослоек (присыпки на плоскостях наслаждения) мелкоалевритового материала с размерами зерен около 0,01-0,02 мм. В алевритово-глинистой массе этого слоя встречаются немногочисленные скорупки диатомовых *Actinocyclus* sp. С нижележащим слоем граница также проходит по очень четкому, резкому контакту.

72-119 см. Слой образован тонкозернистыми осадками - известковыми глинистыми илами, аналогичными тем, которые лежали над слоем темно-серых илов (54-71 см), отличаясь от них более светлым серым (почти белым) цветом из-за более высокого содержания CaCO_3 в осадке. В нижних 25 сантиметрах слоя много тонких (0,5-1,5 мм), иногда сплошных, а иногда линзообразных прослоев черного цвета, осадки которых обладают ярко выраженным магнитными свойствами. Эти прослои сложены минералом мельникитом в смеси с илистым материалом. Расстояния между прослойями от 0,5 до 3 см. В некоторых прослоях есть участки ржаво-желтого цвета (лимонитизация вследствие окисления гидротроилита при высушивании колонки).

В основании новокаспийской толщи лежит 1,5-сантиметровый прослой с очень тонкой четкой микрослоистостью, в которой перемежаются светлые, почти белые слойки известкового глинистого ила и значительно более темные серые слойки слабоизвестковистого глинистого ила. Мощность белых слойков около 0,05–0,07 мм, серых – заметно больше (0,1 мм и более). Эта слоистость очень напоминает тонкослоистые участки в верхней части новокаспийского яруса, но если там белый карбонатный материал образовывал только линзы или комочки, ориентированные по слоистости, то здесь слоистость выражена прекрасно.

* * *

По всей толще новокаспийских отложений – от 0 до 119 см (кроме темно-серого прослоя в интервале 54–71 см) – встречаются мелкие единичные створки остракод. Часто их внутренняя полость выполнена пиритом. Пирит встречается не только в раковинках остракод, но и в осадках в виде точечных включений, тонких прожилок, желвачков, мелких гнезд с микроскопическими пиритовыми шариками.

Ниже 119 см идут слабокарбонатные алевритово-глинистые илы мангышлакского горизонта и более древние отложения.

В описанной 83-й колонке нашли отражение почти все особенности новокаспийских осадков центральной глубоководной зоны. Общий характер разреза везде примерно тот же. Везде наблюдается общее повышение карбонатности осадков и посветление его сверху вниз, хотя абсолютные значения содержания CaCO_3 от места к месту несколько меняются. Почти везде развиты описанные выше прослои – нечеткая микрослоистость в верхней части толщи и весьма четкая в ее основании; расплывчатая полосчатость в средней части новокаспийского яруса и многочисленные прослойки магнитного мельниковаита в низах его.

В целом новокаспийские осадки центральной зоны являются в значительной степени глинистыми. Содержание пелитовой фракции меняется от 82 до 96%. Карбонатность осадков колеблется от 17 до 49% (в среднем для зоны 30,4%). Таким образом, в пределах центральной области Южного Каспия распространены в основном два типа осадков – слабоизвестковистые глинистые илы и известковые глинистые илы. Мощность новокаспийского яруса 1–4 м, с некоторым увеличением вблизи западной области.

Западный район Южного Каспия. Как уже говорилось, основная масса обломочного материала, поступающего в Южный Каспий, осаждается именно здесь.

В мелководной полосе, мало затронутой нашими работами, в области развития грязевулканических островов и банок, из-за неустойчивого режима осадконакопления характер разреза осадков весьма сложен: илистые, песчанистые, ракушечные слои часто сменяют друг друга. Подробное описание колонок из этого района сделано П.Г.Поповым (1956). Судя по нашим данным, здесь в толще серых слабоизвестковых алевритово-глинистых илов выделяются две части. Верхняя (около 1,5 м), с осадками более темного цвета, содержит многочисленные прослои и линзы небольшой мощности (2–5 мм), сложенные алевритовым или песчаным материалом, а иногда и битой ракушей, а также прослои слабоизвестковых алевритово-глинистых илов серого цвета с синеватым оттенком. Нижняя половина разреза образована более светлыми серыми слабоизвестковыми алевритово-глинистыми илами и отличается значительно большей однородностью; перечислявшиеся выше прослойки встречаются редко. На больших глубинах в пределах внешней части шельфа (исключая, по-видимому, некоторые участки края шельфа) установка осадконакопления более устойчива и разрез осадков не столь сложен, как на мелководье. Колонки, взятые здесь, по всей своей длине сложены довольно однородными по вертикали слабоизвестковыми глинистыми илами. Некоторые изменения цвета и состава связаны главным образом с изменениями в содержании диатомовых и с появлением или исчезновением гидротроилитовых прослоек. От осадков центральных частей моря отложения этой зоны отличаются несколько более грубым гранулометрическим составом – содержание пелитовой фракции меняется здесь от 68 до 92%. Значительно ниже и карбонатность

осадков – в среднем для зоны 21,3%. С этим связана значительно более темная серая окраска отложений.

Таким образом, западная зона представляет собой область развития преимущественно слабоизвестковых глинистых илов, реже слабоизвестковых алевритово-глинистых илов с заметным содержанием остатков диатомовых водорослей. Мощности максимальные в Южном Каспии: от 4–10 м в пределах материкового склона до нескольких десятков метров на шельфе (особенно в районе устья Куры).

Восточный район Южного Каспия, удаленный от всех основных источников терригенного материала, характеризуется развитием преимущественно карбонатных осадков. Это очень светлые, почти белые, мелоподобные тонкозернистые известковые илы, в которых карбонатная часть составляет более половины осадков – до 80–90%. В течение новокаспийского времени обстановка осадконакопления в этом районе менялась, по-видимому, крайне незначительно, и поэтому разрез по вертикали весьма однороден. Обычно встречаются отдельные раковинки дрейссен, гастропод или *Gardium edule* L. (в мелководной части шельфа). Характерно, что ракуша здесь, как правило, очень мелкая и тонкостенная. Изредка раковины концентрируются в небольшие прослой. Местами ощущается небольшая примесь диатомовых. Незначительны также изменения характера осадков и по площади.

Мощности новокаспийских осадков в восточной зоне значительно меньше, чем на западном шельфе, и поэтому здесь удалось во многих точках получить колонки с полным разрезом новокаспийского яруса и с подстилающими осадками. Это позволило установить характерную особенность шельфовых отложений, состоящую в том, что в основании новокаспийской толщи здесь лежат крупнозернистые осадки, с резким контактом налегающие на еще более грубые гравийно-галечные отложения, относящиеся, видимо, уже к мангышлакскому горизонту.

В целом восточная зона характеризуется заметно более крупнозернистыми отложениями по сравнению с центральной глубоководной областью и менее грубозернистыми по сравнению с западной областью. Содержание пелитовой фракции составляет здесь, как правило, более 80% и только вблизи края шельфа 50–60%. Значительная часть восточной зоны занята известковыми илами (южная половина), меньшая площадь на севере покрыта известковыми глинистыми илами. Локальным распространением пользуются алевритистые осадки – известковые алевритово-глинистые илы и алевритистые известковые илы. Более грубые отложения – ракушечники, пески, алевриты – развиты на мелководье за пределами района наших работ.

Зона Ашеронского порога. На большей ее части из-за сильных придонных течений новокаспийские осадки размыты и сохранились лишь на склонах порога и в некоторых понижениях рельефа (Лебедев, Маев, 1963). Подошва новокаспийского яруса осталась невскрытой лишь в кол. 263 и 270 (при длине колонок 2,86 и 4,32 м соответственно). В остальных точках мощность его сокращена до 10–60 см, и только в кол. 264, также тяготеющей к северному склону, она возрастает до 3,8 м (по влажной колонке).

В целом новокаспийские осадки Ашеронского порога представляют собой главным образом слабоизвестковые алевритово-глинистые илы серого цвета, часто с зеленоватым и буровато-зеленоватым оттенком. Обычно в осадках содержится заметное количество панцирей диатомовых. Алевритовый материал может образовывать небольшие прослойки. В западной части северного склона порога на поверхности осадка обнаруживается небольшой прослой ракушки (современные формы дрейссен и дидакн).

От осадков других областей Южного Каспия отложения Ашеронского порога отличаются самой низкой карбонатностью (в среднем 19,9%) и наибольшей грубозернистостью (содержание пелитовой фракции 47–86%).

Западный шельф Среднего Каспия. Новокаспийские отложения представлены здесь частым чередованием прослоев крупного алеврита, слабоизвесткового мелкоалевритового ила, алевритово-глинистого ила, глинистого ила и ракушки. Мощность прослоев колеблется от 2 до 15 см. Такое чередование характерно для верхней части новокаспийских отложений. Ниже залегают однообразные слабоизвестковые алевритово-глинистые илы с небольшими по мощности (1–2 см) прослойками алеврита. Общая мощность новокаспийских отложений превышает в этом районе 6 м. Некоторое исключение представляет собой участок к востоку от Ашеронского полуострова, где

преобладает ракуша с небольшой примесью илистого материала мощностью 10–15 см.

Обращает на себя внимание сходство разрезов шельфовых отложений на западе Среднего и Южного Каспия. В обоих случаях мы видим сравнительно однородную толщу в нижней части яруса и переслаивание различных типов осадков в его верхней половине. Сходство определяется почти одинаковыми условиями снабжения осадочным материалом. И тот и другой районы в отличие от всех прочих лежат в зоне непосредственного воздействия речного стока. Возможно, с нестабильностью речного стока связано сложное строение верхней половины разреза. Однородность нижней части толщи говорит о более устойчивом режиме осадконакопления, что, вероятно, связано с особенностями климатической, а может быть, и тектонической обстановки в начале новокаспийского времени.

Верхняя часть западного материкового склона. Новокаспийские отложения на севере и юге несколько отличаются друг от друга. Северный участок охватывает верхнюю часть склона Северной впадины Среднего Каспия. Разрез новокаспийского яруса здесь довольно однородный; это в основном серый известковый и слабоизвестковый алевритово-глинистый ил, который содержит 50–60% пелитовых частиц. Имеются прослой крупного алеврита. В незначительном количестве отмечаются панцири диатомовых. Иногда верхняя часть разреза имеет более грубый состав, чем нижняя, и представлена крупным алевритом. Для всего слоя характерны включения пирита.

Южный участок занимает большую площадь по сравнению с северным, он окаймляется с запада и юга Дербентскую впадину и с востока Южную впадину Среднего Каспия. В его пределах разрез новокаспийского яруса нигде полностью не вскрыт. Описываемый горизонт слагается здесь серыми и зеленовато-серыми слабоизвестковыми (9–20% CaCO_3) алевритово-глинистыми и глинистыми илами со значительной примесью алевритового материала. Наблюдается обогащение осадков верхней части слоя панцирями диатомовых. Здесь же отмечается сезонная микрослоистость.

Характерной чертой описываемого типа разреза является наличие частых, через 2–4 см, присыпок алеврита на плоскостях напластования (рис. 3). Обычно это хорошо отсортированный мелкий алеврит (0,03–0,05 мм) полимиктового состава. В самой верхней части материкового склона в районе бровки шельфа эти прослои заменяются более мощными пропластками крупного алеврита. В нижних частях разреза осадки обогащены гидротроилитом и имеют черный цвет. Характерно также насыщение газом со значительным содержанием метана. Вскрытая мощность новокаспийских отложений составляет в этой районе около 10 м.

Таким образом, этот район по характеру осадконакопления напоминает западный шельф и является его продолжением. Однако в связи с удалением от зоны поступления обломочного материала осадки здесь более тонкозернисты, а режим осадконакопления более стабилен.

Нижняя часть западного материкового склона и восточный материковый склон. Здесь самая верхняя часть разреза (мощностью 1 см) во влажном состоянии слагается полужидким илом буровато-желтого цвета. Ниже располагаются зеленовато-серые слабоизвестковые глинистые илы, обогащенные диатомовыми водорослями. В этих осадках часто отмечается сезонная микрослоистость, выраженная тонким чередованием прослоев серого ила без диатомовых прослоев, обогащенных диатомовыми. В некоторых случаях серый ил переслаивается с порошкообразным карбонатом кальция. Эти прослои с микрослоистостью обычно имеют мощность 1–6 см, причем количество прослоев достигает 4–5, а число пар слойков в отдельных прослоях доходит до 40.

Под зеленовато-серым илом залегает более карбонатный светло-серый слабоизвестковый глинистый ил. Граница между этими двумя типами илов нечеткая. Мощности их приблизительно равны.

Светло-серый ил подстилается известковым глинистым илом, светло-серым с легким буроватым оттенком, с частыми полосами ожелезнения. Эти прослои ожелезнения в большинстве случаев тесно связаны с прослоями сульфидов (пирита и мельниковаита). Нижняя часть новокаспийских отложений характеризуется более высокой карбонатностью по сравнению с вышележащими осадками (до 40%), а также некоторым погружением обломочного материала. Так, в кол. 234 содержание фракции

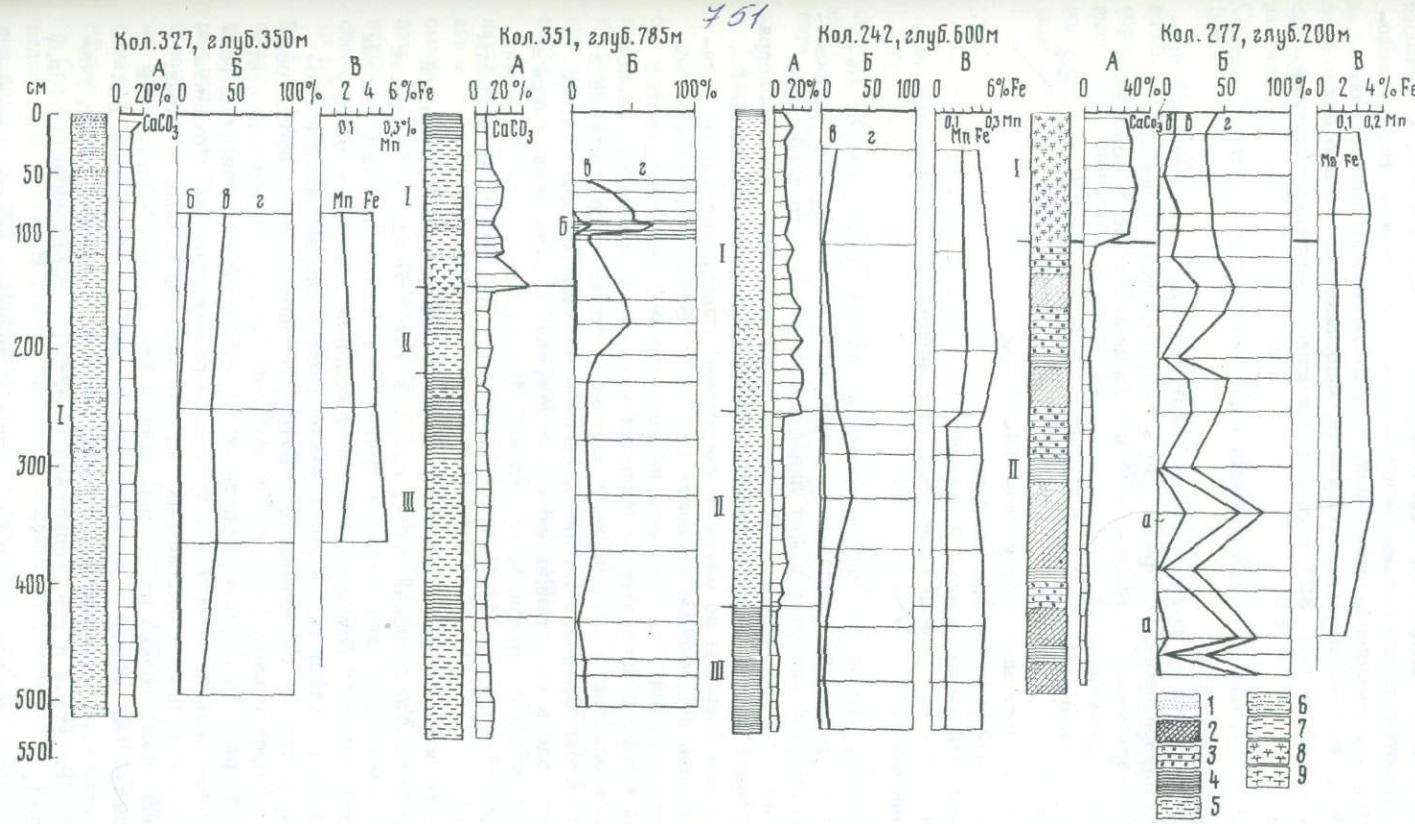


Рис. 3. Характерные типы разрезов новокаспийских отложений Среднего Каспия

Литология: 1 - прослой алеврита и песка; 2 - мелкоалевритовый ил; 3 - алевритово-глинистый ил; 4 - глинистый ил; 5 - слабоизвестковый мелкоалевритовый ил; 6 - слабоизвестковый алевритово-глинистый ил; 7 - слабоизвестковый глинистый ил; 8 - известковый алевритово-глинистый ил; 9 - известковый ил

А - карбонатность осадков (CaCO_3 в %); Б - механический состав, фракции: а - больше 0,1 мм; б - 0,1-0,05 мм; в - 0,05-0,01 мм; г - меньше 0,01 мм; В - содержание Mn и Fe (в %)

Возраст отложений (цифры в колонках): I - новокаспийский ярус; II - мангышлакский горизонт; III - дагестанский горизонт

мельче 0,01 мм в верхних двух толщах составляет 86–94%, а в нижней пачке оно равно 79,2%. Общая мощность новокаспийских осадков указанного района составляет 2–6 м.

Дно глубоководной котловины Среднего Каспия. В новокаспийских осадках этого района обращают на себя внимание прежде всего довольно частые алевритовые прослои неправильной формы, типа линз, а также прослои ила, которые по своему облику отличаются от нормальных илов центральной впадины. В ряде колонок отмечается некоторая ритмичность отложений, т.е. 2–3-кратное повторение однотипных осадков в одинаковой последовательности. Особенно хорошо это видно в кол. 200, 321, 351 и 244. В кол. 321 разрез новокаспия следующий (сверху вниз):

<u>0–43 см.</u>	Серый глинистый слабоизвестковый ил, обогащенный остатками диатомовых водорослей.
<u>44–58 см.</u>	Буровато-серый слабоизвестковый глинистый ил со значительной примесью алевритового материала, во влажном состоянии черный.
<u>69–72 см.</u>	Мелкоалевритовый ил темно-серый и тонкополосчатый; в основании залегает линзообразный прослой алеврита.
<u>73–86 см.</u>	Серый слабоизвестковый глинистый ил с резкой и неровной верхней границей.
<u>87–105 см.</u>	Осадок, аналогичный осадку слоя 44–58 см.
<u>106 см.</u>	Темно-серый мелкоалевритовый ил.
<u>107 см.</u>	Темно-серый мелкозернистый алеврит.
<u>108–150 см.</u>	Серый слабоизвестковый глинистый ил с небольшим количеством мелкого алеврита.

Из этого описания видно, что на дне глубоководной котловины происходит ритмичное осадконакопление и образование градационной слоистости. Каждый ритм начинается с алеврита, иногда прослой алеврита имеет линзовидную форму, что характерно для многих колонок глубоководной впадины. В ряде случаев встречаются илисто-алевритовые катуны неправильной формы. Выше залегает мелкоалевритовый ил, который сменяется буровато-серым (черным во влажном состоянии) слабоизвестковым глинистым илом со значительной примесью алеврита (до 25%). Этот ил по своему облику схож с илом новокаспийских осадков материкового склона. Наличие прослоев алеврита неправильной формы и алевритово-глинистых катунов, градационная слоистость, сходство осадков впадины и материкового склона, а также существование в рельфе материкового склона Среднего Каспия подводно-оползневых форм рельефа заставляют считать, что здесь мы сталкиваемся с отложениями, образовавшимися в результате оползания осадков с материкового склона. По-видимому, эти отложения занимают значительные площади дна Дербентской котловины, поскольку они вскрыты в различных ее частях.

Области размыва или ограниченного осадконакопления. Крупной областью размыва является Апшеронский порог, где, как уже отмечалось, скорости течений достигают 50 см/сек. Наличие таких течений здесь вполне понятно, так как именно через это "узкое место" осуществляется интенсивный водообмен между Средним и Южным Каспием. Апшеронский порог имеет очень пологий склон в сторону Среднего Каспия, к югу же он обрывается крутым уступом, причем вдоль кромки этого уступа обычно протягивается невысокий краевой вал. С поверхности центральной части порога и краевого поднятия современные осадки смыты. Местами размывом захвачены и более древние осадки – вплоть до верхнехвалынских. Сохранились современные отложения лишь в понижениях рельефа дна отдельными пятнами; сплошным покровом они лежат только на склонах порога (северном и южном) и в периферических его частях (на западе и на востоке). Впервые на отсутствие современных осадков в пределах Апшеронского порога, как уже говорилось выше, указывалось в работах В.П.Батурина и Е.К.Копыловой (1956), С.В.Бруевича (1946а, б) и М.В.Кленовой (1954).

Второй областью, где современные осадки отсутствуют, является полоса, приуроченная к внешней кромке восточного шельфа, сравнительно узкая в Южном Каспии и более широкая в Среднем Каспии. Новокаспийские осадки здесь либо отсутствуют совсем, либо имеют очень малую мощность (5–10 см) и представлены ракушей,

сцепментированной илом. Размыты новокаспийские осадки также на крутом южном борту поднятия мыса Песчаного, причем область размыва захватывает не только склон поднятия, но и прилегающую к нему с юга впадину.

Аналогичная картина обнаружена и на западе Южного Каспия, правда, не на бровке шельфа, которая характеризуется довольно плавным перегибом, а на краю расположенной ниже террасовидной площадки (кол. 68, см. рис. 38).

Достаточно широко распространена зона нулевой седиментации и на северо-западе Среднего Каспия. Она вытянута параллельно Северной впадине вдоль края шельфа. У северного обрамления Дербентской котловины эта зона протягивается вниз по склону до глубин почти 600 м. Здесь в некоторых колонках обнаружена только нижняя часть новокаспийских отложений, что свидетельствует о развитии оползней. Сползшие отсюда массы осадков были встречены нами в центральных частях дна Дербентской котловины.

Таким образом, зоны ограниченного и нулевого осадконакопления распространены вдоль бровки шельфа и на некоторых участках материкового склона. Видимо, причины образования этих зон различны. На краю шельфа осадки отсутствуют в связи с повышенной подвижностью придонных вод в зоне перегиба. На материковом склоне основную роль играет оползание осадков. В осевой зоне Альшеронского порога размыты, видимо, обусловлен интенсивно действующими придонными течениями.

2. ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОКАСПИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Текстуры каспийских осадков до сих пор почти совершенно не исследованы, несмотря на то что именно текстуры лучше других характеристик помогают разобраться в условиях формирования донных отложений. Здесь мы кратко остановимся на двух основных типах текстур — горизонтально-слоистых и нарушенных.

Горизонтально-слоистые текстуры

Горизонтальная слоистость — одна из характерных черт каспийских глубоководных отложений. Наличие такой слоистости обусловлено изменениями по разрезу вещественного и механического состава осадков. Такие изменения могут быть вызваны по крайней мере тремя причинами: 1) изменениями условий осадкообразования в Каспийском море в целом; 2) процессами, локально нарушающими нормальный ход осадконакопления; 3) диагенетическими процессами.

1. Поскольку в течение новокаспийского времени тектонический режим в пределах Каспийской области существенно не менялся, то все изменения в условиях осадконакопления приходится относить в основном за счет климатических причин. Именно смена климатической обстановки привела к обособлению новокаспийского яруса в целом, литологически резко отличного от подстилающих хвалынских отложений. Изменения состава осадков внутри новокаспийской толщи, вызвавшие образование макро-слоистости, также, по-видимому, связаны с климатическими колебаниями.

Наиболее заметно меняющимся литологическим признаком является карбонатность осадков. Еще С.В.Бруевич выделял по этому признаку несколько слоев, связывая их с отдельными климатическими эпохами (Бруевич, 1948). Эти слои не разделяются резкими литологическими границами, а связаны плавными переходами, отражающими, по-видимому, постепенность смены обстановок осадконакопления и, следовательно, климатических условий. Внутри этих крупных слоев наблюдается такая же неясная слоистость более низкого порядка, также связанная с колебаниями карбонатности осадков. Примером этой слоистости может служить полосчатость, описанная выше в кол. 83 (интервал 22–53 см).

Сезонная микрослоистость представляет собой один из наиболее четких видов слоистости. В новокаспийских осадках глубоководной части Каспия встречено два вида сезонной микрослоистости — карбонатная и диатомовая. Первая из них встречена в центральной части Южного Каспия, в частности в описанной выше кол. 83, где наблюдаются весьма тонкослоистые участки разреза, в которых светлые почти чисто карбонатные слойки чередуются со слойками более темными, сложенными преимущественно терригенным материалом. Подобная слоистость была об-

наружена А.Д.Архангельским и Н.М.Страховым (1938) в колонках донных осадков Черного моря. Согласно их данным, эта микрослоистость образована белым пелитоморфным кальцитом (дрюитом), глинистым и сапропелевым материалом. Исследования, выполненные в последнее время экспедицией "Атлантис II", показали, что карбонатные прослои состоят из скелетов кокколитофорида. Причину формирования микрослоистости А.Д.Архангельский и Н.М.Страхов усматривали в сезонных изменениях количества поступающего в море взвешенного осадочного материала (максимум весной) и в периодичности развития планктона. Отмечалось; что эти сезонные изменения становятся ощутимыми только вдали от берегов в центральных районах моря, а в прибрежных участках терригенная взвесь приносится более равномерно в течение года.

В Каспийском море микрослоистость также представляет собой, очевидно, сезонную слоистость. Она отмечена во многих колонках, особенно отчетливой она является в Южном Каспии. Как в 83-й колонке, так и в других, микрослоистость, как правило, встречается в основании новокаспийской толщи и в верхней части разреза (в 10–30 см от верха колонки). Степень выраженности, четкости этой слоистости оказывается тесно связанной с общей величиной карбонатности осадков, т.е. с соотношением терригенной (глинистой) и хемогенной (карбонатной) частей осадка. Обычно в низах новокаспия, где карбонатность довольно значительна, микрослоистость выражена достаточно отчетливо. Как глинистый, так и карбонатный материал образует четкие выдержаные слойки, мощность карбонатных слойков ненамного меньше или даже чуть больше мощности глинистых прослоев. В верхней части разреза, где роль карбонатной составляющей осадка значительно уменьшается, глинистые прослои получают большее развитие, карбонатный материал уже не образует четких прослоев, а распределается в виде линзочек и комочек, ориентированных по слоистости. Слоистость выглядит весьма расплывчатой и нечеткой. Таким образом, хорошо выраженная микрослоистость имеет место там, где наблюдается какое-то вполне определенное оптимальное соотношение между хемогенной карбонатной и терригенной частями осадка.

Этими же условиями контролируется и пространственное распределение микрослоистости. Колонки, в которых встречена микрослоистость, тяготеют лишь к центральной области Южного Каспия, где величина карбонатности осадков меняется в пределах 20–45%. К востоку, куда глинистый материал поступает все в меньшем количестве и где постепенно с продвижением в этом направлении растет карбонатность осадков, микрослоистость становится все более и более расплывчатой, нечеткой и наконец совсем исчезает. Поскольку низы новокаспия богаче карбонатом кальция, чем его верхняя половина, то и микрослоистость здесь исчезает несколько раньше. Для микрослоистости в верхней части разреза величина карбонатности достигает критических значений в несколько более восточных районах. В пределах восточной зоны, как уже отмечалось, разрез новокаспийских отложений весьма однороден по вертикали, никаких сезонных изменений здесь в осадках не зафиксировано. Аналогичная картина наблюдается и при движении от центра на запад, но здесь микрослоистость постепенно "растворяется" не в карбонатном, а во все более обильном глинистом материале.

Одной из особенностей, которая отличает каспийскую карбонатную микрослоистость от черноморской, является отсутствие линз и прослоек сапропелевого материала. Это и понятно, так как в Каспийском море донные отложения раза в 3–4 беднее органическим веществом, чем осадки черноморские.

Рассматривая описанную микрослоистость как сезонную, можно по мощности годичной пары слоев ориентировочно подсчитать скорости седиментации. Для различных участков центральной области Южного Каспия были получены различные цифры, меняющиеся в пределах 0,1–0,5 мм/год (10–50 см за 1000 лет). Эти данные были использованы для подсчета длительности накопления новокаспийских осадков, которая оказалась равной по разным колонкам от 4 до 10 тыс. лет, а в среднем (по 24 определениям) – 6,3 тыс. лет. Как уже отмечалось, длительность новокаспия, по данным других исследователей, примерно совпадает с результатами подсчетов по микрослоистости, что является лишним доказательством правильности приводимых в наших работах возрастных определений.

Обращает на себя внимание некоторая разница в темпах седиментации в начале новокаспийского времени и в более поздний период. Высококарбонатные осадки в ни-

зах новокаспийской толщи накапливались с несколько меньшей скоростью, чем более глинистые отложения из верхней части разреза. Подсчеты, например, по кол. 257 показали среднюю мощность пары слоев в нижней части новокаспия 0,33 мм, а в верхней 0,49 мм.

В западной зоне Южного Каспия, где карбонатная микрослоистость отсутствует, в некоторых колонках обнаруживается очень похожая слоистость, в которой глинистые относительно темные прослойки чередуются со светлыми, почти белыми слойками, почти целиком сложенными панцирями диатомовых. Слойки ограничены друг от друга очень четкими контактами; при высыхании колонка распадается на тонкие диски, эта слоистость также имеет, несомненно, сезонный характер. Мощность пары слоев здесь значительно больше, чем для карбонатной слоистости в центре моря, — до 2–3 мм. Такая же микрослоистость развита и в осадках Среднего Каспия в районе нижней части западного материкового склона и на восточном материковом склоне. Сезонный характер этой микрослоистости доказывается тем, что ее прослои сложены остатками организмов, имеющих продолжительность жизни всего один сезон. Цветение диатомовых происходит весной, после чего они гибнут. В период цветения наибольшее количество этих планктонных водорослей обычно находится над материковым склоном в зоне подъема к поверхности глубинных вод, обогащенных биогенными элементами. После отмирания диатомовые быстро попадают в осадок, свидетельством чему является прекрасная сохранность их кремневых скелетов. Периоды массовой гибели диатомей фиксируются на дне в виде тонкого слоя их панцирей, в остальное время происходит накопление терригенного глинистого ила. Таким образом, глинистый ил с диатомовыми образуют вместе годичный слой.

Все изложенное выше касается глубоководных областей за пределами шельфа. В зоне шельфа, особенно в его прибрежной части, картина значительно сложнее. На формирование слоистости здесь влияют дополнительные факторы, в том числе колебания уровня моря, вызывающие изменения крупности зерен осадка, неравномерное распределение бентических организмов, дающих скопления ракушечного материала. Здесь заметнее, чем в глубоководных областях, влияние неравномерности речного стока. Все это приводит к формированию сложной горизонтальной, а иногда и косой слоистости.

2. Из локальных процессов, которые приводят к местному нарушению нормального хода седиментации, образуя тем самым литологически обособленные слои осадков, можно указать на подводное оползание, суспензионные потоки и грязевой вулканализм. Подводные оползни и суспензионные потоки могут формировать ритмичную или градационную слоистость, подобную той, которая была обнаружена на дне глубоководной котловины Среднего Каспия (см. описание кол. 321). Специфические прослои, образованные отложениями суспензионных потоков, широко развиты в центральных частях Южного Каспия, их подробное описание уже приводилось ранее (Маев, 1964). В районах, где развит подводный грязевой вулканализм (Южный Каспий), слоистая текстура может быть обусловлена присутствием в осадках иностранных прослоев, сложенных грязевулканической брекчий. Материал этих прослоев отличается неотсортированностью, содержит наряду с мономинеральными частицами и обломки пород. Особенно много грязевых вулканов в Южном Каспии на западном шельфе, есть они и на восточном шельфе. Широким распространением они пользуются также в глубоководной области, где они приурочены к сводам и крыльям многочисленных подводных поднятий (Соловьев и др., 1961).

3. Горизонтально-слоистая текстура, связанная с диагенетическими процессами перераспределения некоторых сульфидных соединений, характерна для нижней части новокаспийского яруса. Здесь развиты небольшие, мощностью 1–5 см, темно-серые или черные прослой, обогащенные коллоидным минералом гидротроилитом. В сухом осадке они сохраняются в виде полос ожелезнения. В самом основании новокаспийской толщи присутствуют еще более тонкие (1–3 мм) черные прослой кристаллического мельниковита. Образование сульфидных минералов, их миграция и накопление в определенных частях разреза контролируются распределением органического вещества в осадках. Подробная характеристика прослоев гидротроилита и мельниковита в каспийских отложениях и их фотографии содержатся в статье Е.Г.Маева и В.И.Багирова (1970).

Нарушенные текстуры

Уже говорилось о широком развитии оползней в Среднем и Южном Каспии. Этому способствуют значительные углы наклона дна в пределах материкового склона и на подводных возвышенностях ($1-5^{\circ}$, в отдельных местах более 10°), наличие пластичных глинистых осадков и частые сейсмические толчки. В разрезе донных отложений подводные оползни могут фиксироваться, во-первых, стратиграфическим несогласием, т.е. выпадением из разреза отдельных горизонтов (как, например, на западном материковом склоне Среднего Каспия), и, во-вторых, появлением прослоев с нарушенной слоистостью. Подводно-оползневые текстуры могут быть самыми различными – от едва заметных наклонов плоскостей наслойения до сильной перемягости осадка, вплоть до образования подводно-оползневой брекции, когда в сложнодисперсированной массе оползшего осадка содержатся разнообразной формы включения (линзы, катуны и др.) осадков другого слоя, возможно подстилавшего оползший слой. При оползании часть осадков взмучивается, последующее осаждение взвеси приводит к дифференциации материала по крупности, вызывая появление в оползших массах включений песка и алеврита. Наблюдавшиеся в Южном Каспии подводно-оползневые текстуры подробно описаны и иллюстрированы фотографиями в работе Е.Г.Маева (1964).

Еще одной своеобразной текстурой, встреченной нами в каспийских осадках, является так называемая "пузырчатая" текстура, связанная с воздействием на осадок газов различного происхождения. Газы в осадках Каспийского моря обнаруживаются довольно часто (Соловьев и др., 1961). Они могут быть связаны с грязевым вулканизмом, с выходами по разломам глубинных нефтяных газов и в меньшей степени с разложением органики в осадках мелководья. Присутствие газов приводит к тому, что весь осадок оказывается пронизанным густой сетью пустот, трещин, ходов размерами 1-5 мм, что и создает характерную пузырчатость осадка.

3. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ НОВОКАСПИЙСКИХ ОСАДКОВ

К одной из основных характеристик донных отложений следует отнести их гранулометрический состав. Каспийские осадки – преимущественно глинистые. На большей площади дна они почти целиком сложены частицами пелитовых размерностей (меньше 0,01 мм). Значительно меньшую роль играет материал алевритовый. Песчаную фракцию можно совсем не принимать во внимание, поскольку она или полностью отсутствует в глубоководных отложениях, или её содержание исчисляется десятыми долями процента, редко – единицами процентов (см. рис. 3). Поэтому для характеристики гранулометрического состава достаточно рассмотреть распределение пелитовой части осадка, а содержание второй по значению алевритовой фракции легко оценить, поскольку она является практически дополняющей до 100%.

Изменения механического состава новокаспийских отложений сверху вниз по разрезу неодинаковы в различных частях Каспия. Наиболее заметны они на западе Южного и особенно Среднего Каспия и очень невелики в глубоководных впадинах и на востоке.

На западе, особенно в пределах шельфа, новокаспийский ярус, как было показано, слагается осадками, которые по своему механическому составу относятся к глинистым, алевритово-глинистым и мелкоалевритовым илам и крупным алевритам. Все эти гранулометрические типы переслаиваются между собой, причем наиболее часто в чередовании участвуют алевритово-глинистые и мелкоалевритовые илы, остальные типы осадков имеют подчиненное значение.

На дне глубоководной котловины Среднего Каспия среди глинистых илов имеются только отдельные прослои мелкоалевритовых илов и крупных алевритов, присутствие которых, как уже говорилось, связано с подводно-оползневыми процессами. В глубоководной части Южного Каспия примесь алевритового материала в некоторых про слоях также связана с нарушением нормального хода седиментации оползанием осадков и деятельностью супензионных потоков.

Изменения механического состава по площади более сложны (рис. 4). В пределах Среднего Каспия заметно различаются западная и восточная части. На западе содер-

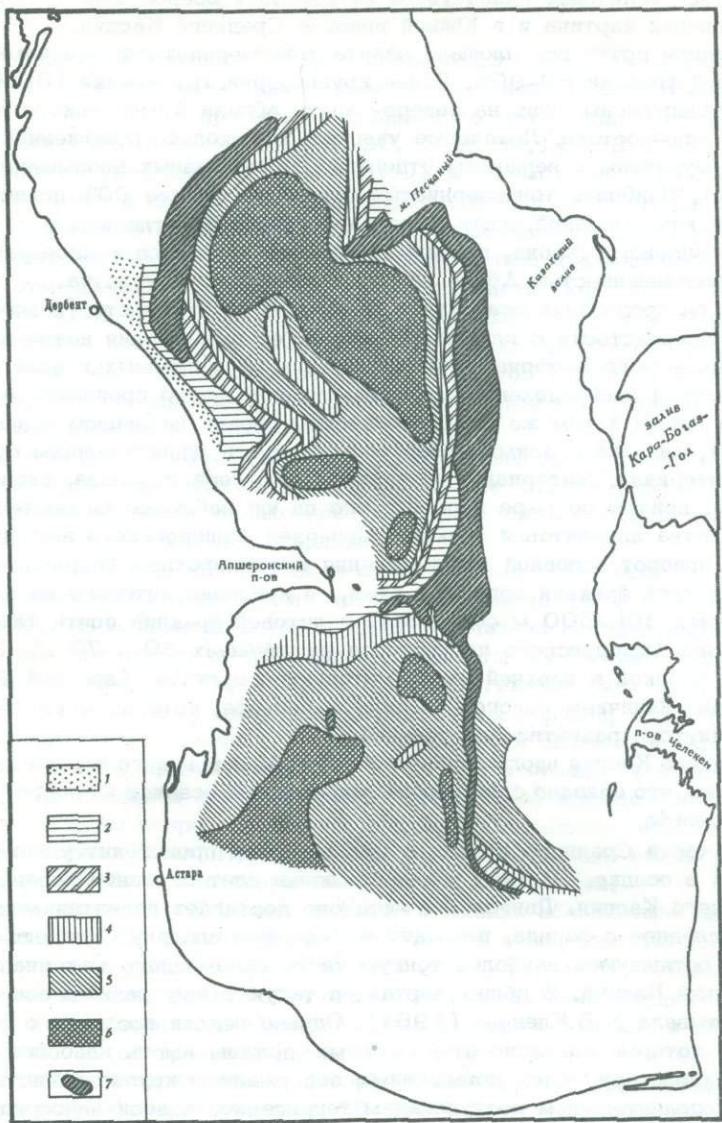


Рис. 4. Распределение пелитовой фракции в новокаспийских отложениях (в %)

1 - менее 50; 2 - 50-60; 3 - 60-70; 4 - 70-80; 5 - 80-90; 6 - больше 90; 7 - зоны ограниченного и нулевого осадконакопления

жение пелитовой фракции составляет 40-50%, к юго-востоку оно постепенно возрастает. Севернее Апшеронского полуострова на поверхности древнего шельфа, который в меридиональном сечении представляет собой пологую впадину, содержание пелитовой фракции в осадках превышает 90%. Несколько севернее этого участка осадки с низким содержанием пелитовых частиц (67-73%) спускаются до глубин 300-500 м, образуя язык субширотного простириания. У подножия материкового склона частицы мельче 0,01 мм составляют 85% осадка. Дно глубоководной котловины характеризуется сокращением количества пелитовой фракции в новокаспийских отложениях (менее 80%) за счет упомянутых прослоев и линз алеврита. На восточном борту Дербентской котловины преобладают очень тонкозернистые осадки с содержанием пелита выше 90%, но к бровке шельфа количество глинистых частиц снова уменьшается до 70%. Для новокаспийских отложений Северной впадины харак-

терно постепенное увеличение глинистости от бортов к осевой зоне от 50 до 90% и более. Аналогичная картина и в Южной впадине Среднего Каспия.

В Южном Каспии почти вся площадь занята тонкозернистыми осадками с содержанием пелитовой фракции 80–96%. Более крупнозернистые осадки (65–80% глинистых частиц) обнаружены лишь на северо-западе вблизи Апшеронского порога и у края шельфа на юго-востоке. Локальные участки с несколько повышенной крупностью осадков приурочены к вершинам отдельных валообразных возвышенностей (хребет Абиха и др.). Наиболее тонкозернистые отложения (более 90% пелитовой фракции) тяготеют к юго-западной части ложа глубоководной котловины и к подножию восточного материкового склона, причем эта восточная полоса тонкозернистых осадков разорвана возвышенностью Абиха на два изолированных участка.

Особенности распределения осадочного материала по крупности (помимо общего увеличения тонкозернистости с глубиной) зависят от размещения источников сноса, характера поставляемого материала, рельефа дна и от придонных и поверхностных течений. Асимметрия распределения осадков, особенно четко проявляющаяся в Среднем Каспии (на одном и том же батиметрическом уровне на западе осадки крупнее, чем на востоке), связана с асимметрией рельефа дна и односторонним поступлением терригенного материала. Материал, поступающий с севера и запада, разносится круговым течением, причем по мере переноса его на юг наблюдается постепенное сокращение количества алевритовой фракции. Севернее Апшеронского полуострова, там, где происходит поворот основной струи течения в субширотном направлении, изолинии содержания пелитовой фракции образуют язык, в пределах которого на материковом склоне на глубинах 300–500 м содержание пелитовой фракции почти такое же, как и на шельфе около Апшеронского полуострова на глубинах 50–70 м. Зона особо тонкозернистых осадков в верхней части материкового склона (древний шельф), видимо, обусловлена наличием пологой впадины в рельефе, которая находится на участке вышеупомянутого разветвления течений.

На юге Среднего Каспия вдоль северного борта Апшеронского порога отмечается погребение осадка, что связано с размытом современных осадков на пороге и вдоль бровки восточного шельфа.

В восточной части Среднего Каспия с юга на север происходит увеличение содержания пелита в осадке. В этом же направлении идет основное течение восточной части Среднего Каспия. Двигаясь с юга, оно достигает поднятия мыса Песчаного и, огибая последнее с запада, попадает в Северную впадину Среднего Каспия, где и осаждает оставшуюся наиболее тонкую часть обломочного материала, поступающего в Средний Каспий. В общих чертах на такую схему разноса осадков в Среднем Каспии указывала М.В.Кленова (1961). Однако осадки восточного борта Северной впадины, которые согласно этой схеме должны иметь наиболее тонкозернистый состав, характеризуются повышенным содержанием крупнозернистых частиц, что связано с дополнительным поступлением терригенной взвеси непосредственно из Северного Каспия¹. Это подтверждается распределением абсолютных масс обломочного материала, которые сокращаются с юга на север по мере приближения к южному борту поднятия мыса Песчаного. Далее к северу за этим поднятием наряду с погребением осадков происходит новое увеличение абсолютных масс.

В Южном Каспии, отличающемся большей однородностью осадков и большей их тонкозернистостью, участки повышенной крупности отложений связаны с областями размыва (край шельфа, вершины хребтов, Апшеронский порог). Куриные выносы, представленные глинистыми взвесями и переносимые главным образом на север, не вызывают погребения осадков на западе. Течение, проникающее из Среднего Каспия, фиксируется участком сравнительно крупнозернистых осадков вблизи западной части Апшеронского порога и к югу от нее. Наиболее тонкозернистые осадки тяготеют к халистатическим зонам.

¹ Вывод о поступлении водных масс в Северную впадину Среднего Каспия непосредственно из Северного Каспия подтвержден недавним исследованием С.А.Горбаченко (1972).

4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НОВОКАСПИЙСКИХ ОСАДКОВ

Для отложений новокаспийского яруса сделано 23 сокращенных силикатных анализа (табл. 2). Новокаспийские осадки сложены в основном кластофильными компонентами ($\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$) с примесью карбонатного материала. Содержание силикатной части осадка (SiO_2) колеблется от 38,85 до 58,11%. Для многих колонок сверху вниз отмечается уменьшение SiO_2 и Al_2O_3 и возрастание CaO . Все это свидетельствует о том, что в начале новокаспийского времени карбонатный материал играл несколько большую роль в осадконакоплении, чем сейчас. С запада на восток происходит сокращение количества SiO_2 . В Среднем Каспии минимальное содержание SiO_2 (38 - 42%) отмечается в осадках глубоководной части (кол. 320, гл. 750 м), а далее на восток (кол. 316, гл. 300 м) вновь наблюдается возрастание. В Южном Каспии минимальное количество SiO_2 отмечено в восточной части центрального района - 31,6% (кол. 43). Для более восточных участков Южного Каспия данных нет. Таким образом, новокаспийский ярус сложен в основном кластофильными компонентами с примесью карбонатного материала.

Распределение CaCO_3 . Одним из существенных компонентов осадков Каспийского моря является карбонат кальция. Карбонатные осадки занимают значительную часть дна Каспийского моря, однако преобладающая часть площади дна моря занята терригенными слабоизвестковыми осадками.

Определение CaCO_3 производилось в сухих осадках объемным методом по количеству выделенного CO_2 . Всего было произведено около 10 тыс. определений содержания CaCO_3 , на основании которых была подсчитана средняя карбонатность каждого слоя во всех точках и произведены подсчеты абсолютных масс. Как известно, в каспийских осадках смешаны два основных генетических типа пелитоморфного CaCO_3 - обломочный (речные выносы, продукты абразии, в какой-то степени эоловый материал) и хемогенный. К ним добавляется биогенный карбонатный материал (результат перетирания ракушки). Различить в осадке эти типы карбонатов трудно, хотя И.А.Алексиной было выполнено специальное исследование (1962). Чтобы разобраться в этом вопросе, сравним распределение абсолютных масс силикатной и карбонатной частей осадка. Первая из них имеет безусловно обломочное происхождение, вторая может быть как терригенной, так и хемогенной.

В глубоководных частях Среднего и Южного Каспия абсолютные массы силикатного материала (рис. 5) размещены в соответствии с мощностями новокаспийских отложений, подчиняясь распределению речного стока, характеру течений, рельефу дна. Максимальное количество (до 1000 г/см²) найдено на юго-западном и южном склонах Дербентской котловины и в Южной впадине Среднего Каспия (к северу от Апшеронского порога). К центральной (халистатической) области и особенно с приближением к зонам размыва на востоке и северо-западе (вблизи края шельфа) массы силикатной части осадка сокращаются до 50-100 г/см², т.е. примерно в 10 раз. Повышенные количества обломочного материала обнаружены также к северу от мыса Песчаного (до 500 г/см²), но здесь они связаны уже с поступлением наносов непосредственно из Северного Каспия.

Абсолютные массы карбонатного материала в Среднем Каспии размещены точно так же (рис. 6). Они меняются от 10-20 г/см² вблизи северо-западного окончания Дербентской котловины до 200 г/см² и более в зоне больших мощностей новокаспийских осадков на юге Среднего Каспия. Повышенные значения отмечены к северу от мыса Песчаного (до 150 г/см²). Таким образом, области максимумов и минимумов как для силикатного (т.е. заведомо терригенного), так и для карбонатного материала совпадают; практически одинаковой для обоих компонентов оказывается и степень изменения от максимума к минимуму - примерно в 10 раз. Такое совпадение в характере размещения двух разных компонентов может свидетельствовать, как было показано Н.М.Страховым, об одинаковом их происхождении и распределении по дну моря. Следовательно, в глубоководной части и на западном шельфе Среднего Каспия среди карбонатов в донных осадках подавляющую роль играют карбонаты обломочного происхождения. На востоке Среднего Каспия значительна роль хемогенного и биогенного CaCO_3 . Это доказывается тем, что здесь уменьшение абсолютных масс силикатного материала сопровождается увеличением процентного содержания CaCO_3 и наоборот (см. рис. 5, 7).

Таблица 2

Химический состав новокаспийских осадков Южного Каспия (в % к весу сухого осадка)

Район	Западный								Центральный				
	№ колонки	Кол. 118, гл. 70 м				Кол. 114, гл. 750 м			Сред- нее	Кол. 116, гл. 855 м			Сред- нее
Горизонт в см от вер- ха колонки		7	101	198	279	17	113	187		20	80	136	
CO ₂		5,9	13,1	11,7	12,1	5,9	6,3	11,5	10,0	7,3	8,0	10,5	8,6
C _{org}		1,8	1,2	1,6	1,0	2,6	2,0	1,3	1,7	1,9	1,4	1,5	1,6
SiO ₂	А	2,9	2,3	2,3	2,6	2,0	2,5	2,5	2,4	1,6	1,9	1,6	1,7
	Б	46,5	42,5	41,7	45,7	44,4	45,0	40,3	43,6	41,7	43,3	39,8	41,6
Al ₂ O ₃	А	4,0	2,7	2,8	3,2	3,8	3,6	2,7	3,3	3,3	3,7	3,1	3,4
	Б	16,4	12,7	13,9	14,5	16,0	17,7	15,2	15,4	16,1	16,0	15,1	15,7
Fe ₂ O ₃	А	4,2	3,7	3,7	4,1	4,5	4,1	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Б	5,8	5,2	5,3	5,4	6,3	6,2	5,6	5,7	6,2	5,6	5,4	5,7
CaO	А	8,5	15,2	15,4	13,8	7,9	8,6	13,7	11,6	9,1	10,7	15,1	11,6
	Б	9,5	17,4	17,1	15,4	3,3	10,7	16,1	13,2	10,4	10,9	15,1	13,1
MgO	А	2,1	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	2,0	1,9	2,7	2,8	3,0	2,8
	Б	2,8	3,4	2,6	3,3	1,8	2,8	2,4	2,7	3,6	3,3	3,0	3,3

А - анализ 5-процентной солянокислой вытяжки; Б - валовой анализ.

Незначительные отклонения от описанной картины связаны с некоторым влиянием хемогенного и биогенного карбонатонакопления и подводных оползней.

Иное соотношение силикатной (терригенной) и карбонатной составляющих наблюдается в Южном Каспии. В связи с рядом факторов (рельеф, подводные течения, оползни и др.) абсолютные массы силикатного материала распределены очень неравномерно. Однако отчетливо видно уменьшение их почти в 10 раз с запада и северо-запада к востоку (от 500-1000 г/см² до 100 г/см² и менее).

Карбонатный материал распределен равномернее, чем обломочный, хотя наблюдаются аномальные участки, связанные как с зонами ограниченного осадконакопления (подводные поднятия и др.), так и с зонами повышенной седиментации (впадины). На большей части Южного Каспия абсолютные массы карбонатов изменяются в небольшом интервале - от 50 до 100 г на 1 см² дна (см. рис. 6). Только в северо-западном углу, как и для силикатной составляющей, количество карбонатов увеличивается (100-150 г/см²). Но если для терригенных наблюдалось увеличение в 10 раз, то для карбонатов - не более чем в 3. Таким образом, в Южном Каспии карбонатная часть осадков распределена совершенно иначе, чем силикатная, что безусловно говорит о различном их происхождении.

Равномерное распределение CaCO₃ на площади дна, по-видимому, свидетельствует о том, что подавляющая часть карбонатов в осадках Южного Каспия связана с процессами химического осаждения, идущими примерно с одинаковой интенсивностью в пределах всей глубоководной области этой части Каспия. С переходом в мелководные зоны картина нарушается. На шельфах абсолютные массы CaCO₃ резко возрастают (до 1000 г/см² и более). На западе, где новокаспийские осадки имеют очень большую мощность, это, по-видимому, связано с повышенным количеством обломочных карбонатов; на восточном мелководье, обширном и хорошо прогреваемом, во много раз интенсивнее происходит осаждение хемогенного CaCO₃.

Сочетание двух основных частей осадка - силикатной и карбонатной - определяет процентное содержание карбоната кальция в новокаспийских отложениях. В Среднем Каспии, где количество карбонатного и силикатного материала изменяется почти одинаково, карбонатность осадков не должна существенно меняться. И действительно, почти вся глубоководная область Среднего Каспия характеризуется содержанием CaCO₃ от 15 до 25%, причем на значительной площади колебания карбонатности совсем

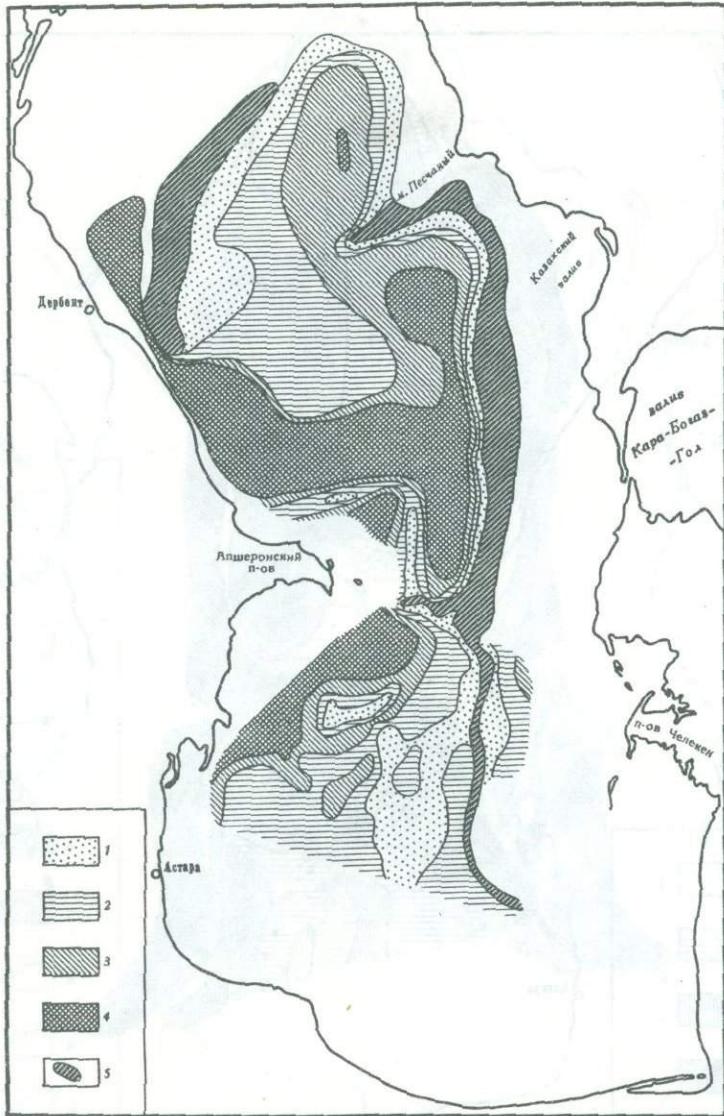


Рис. 5. Распределение абсолютных масс обломочного (силикатного) материала в новокаспийских осадках (в г/см^2)

1 - меньше 100; 2 - 100-300; 3 - 300-500; 4 - больше 500; 5 - зоны ограниченного и нулевого осадконакопления

малы - в пределах 15-20% (рис. 7). Только с приближением к мелководным областям, о которых говорилось выше, карбонатность увеличивается до 35-40% за счет продуктов перетирания ракуши и, вероятно, химического осаждения CaCO_3 . На дне Дербентской котловины некоторая неравномерность в распределении CaCO_3 связана с оползневыми явлениями.

В Южном Каспии при относительно равномерном накоплении карбонатов по всей площади глубоководной котловины изменения процентного содержания CaCO_3 определяются неравномерным распределением силикатной, терригенной части осадка (Страхов и др., 1954). С удалением от основных источников обломочного материала и с уменьшением относительной роли терригенной составляющей карбонатность осадков постепенно растет, увеличиваясь от 15-20% на северо-западе и западе до 60-70% на восточном материковом склоне. Еще более высокая карбонатность (более 80%) характеризует осадки восточного шельфа.

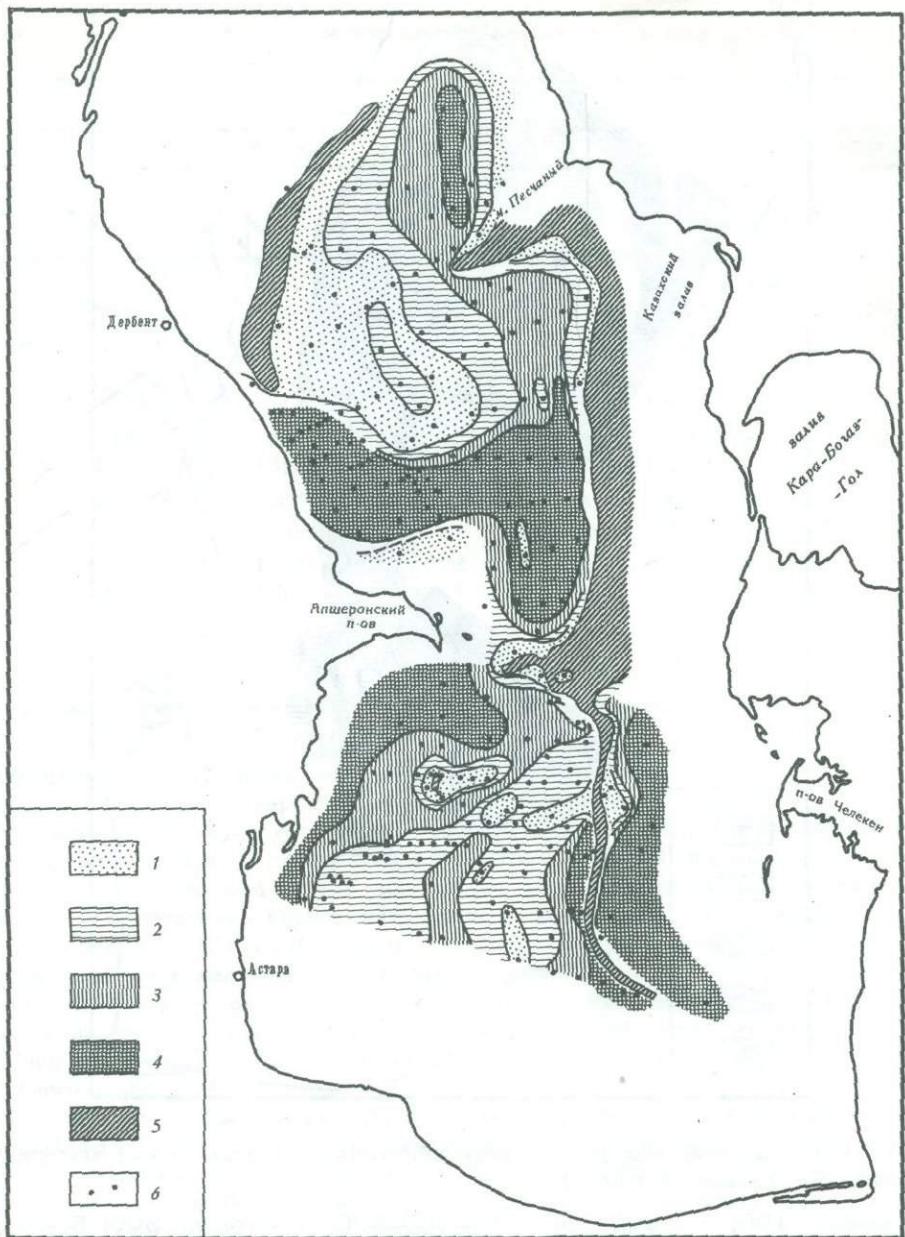


Рис. 6. Абсолютные массы CaCO_3 в новокаспийских отложениях (в $\text{г}/\text{см}^2$)

1 - меньше 50; 2 - 50-100; 3 - 100-150; 4 - больше 150; 5 - новокаспийские осадки отсутствуют; 6 - места отбора колонок

Распределение железа и марганца. Содержание железа и марганца в донных отложениях Среднего и Южного Каспия находится в пределах кларковых величин. Установлено, что в волжских выносах взвешенное железо значительно преобладает над растворенным (соотношение от 1:4 до 1:6) (Бруевич, Аничкова, 1941). По-видимому, для рек кавказского побережья, характеризующихся большей мутностью, эти соотношения будут еще более контрастными (Страхов и др., 1954). Близкие соотношения должны быть и для марганца. Следовательно, основная масса железа и марганца поступает в Каспийское море в виде взвеси.

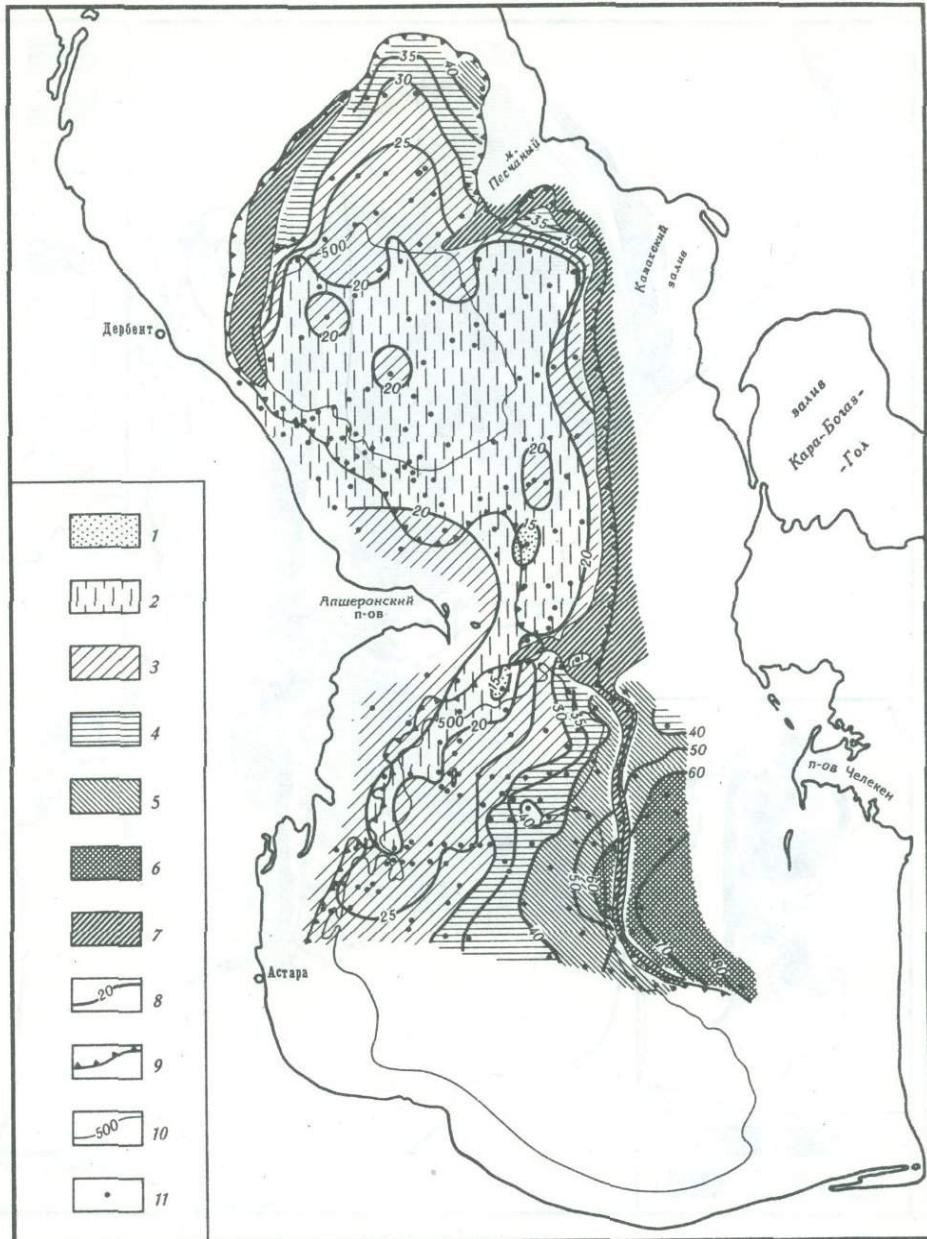


Рис. 7. Распределение CaCO_3 в новокаспийских отложениях (в %)

1 - меньше 15; 2 - 15-20; 3 - 20-30; 4 - 30-40; 5 - 40-60; 6 - больше 60; 7 - новокаспийские осадки отсутствуют; 8 - линии ровной карбонатности (в %); 9 - край шельфа; 10 - изобата 500 м; 11 - места отбора колонок

Для выяснения содержания железа и марганца в каспийских осадках для каждой колонки выполнялась серия определений (от 1 до 8 анализов на каждый стратиграфический горизонт), по которым затем были подсчитаны средние для горизонта значения. По полученным данным валовое содержание железа в новокаспийских отложениях колеблется от 1,34 до 5,59%, а по средним значениям — от 1,62% в юго-восточной части Южного Каспия до 4,53% в Среднем Каспии (рис. 8). Так же как и в других водоемах, в распределении средних значений содержания железа отмечается тесная связь с механическим составом: максимальное содержание — в наиболее тонкозернистых осадках.

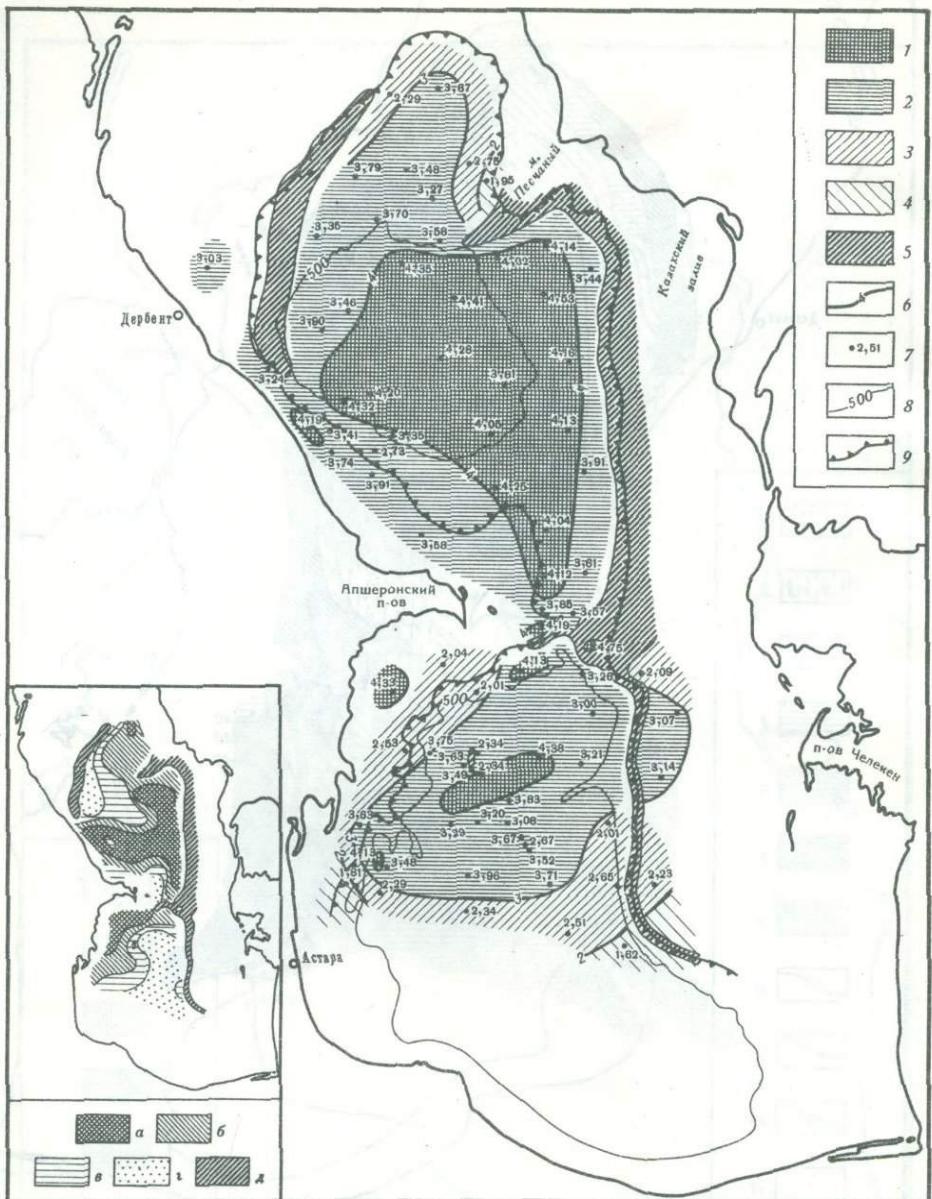


Рис. 8. Распределение валового железа в новокаспийских осадках Среднего и Южного Каспия (в % к весу сухого осадка)

1 - более 4; 2 - 3-4; 3 - 2-3; 4 - меньше 2; 5 - области отсутствия новокаспийских осадков; 6 - линии равного содержания железа; 7 - места отбора колонок и содержание железа; 8 - изобата 500 м; 9 - край шельфа.

Абсолютные массы валового железа в новокаспийских осадках (в г/см²): а - более 20; б - 10-20; в - 6-10; г - меньше 6; д - область отсутствия новокаспийских осадков

На шельфе и верхней половине материкового склона развиты осадки, содержащие 3-4% железа (местами 2-3%). Новокаспийские отложения западного шельфа Среднего Каспия характеризуются несколько большими концентрациями железа, чем в западной части Южного Каспия. Это обусловлено, с одной стороны, более высокой карбонатностью отложений Южного Каспия, с другой - поступлением железа в Средний Каспий с выносами кавказских рек.

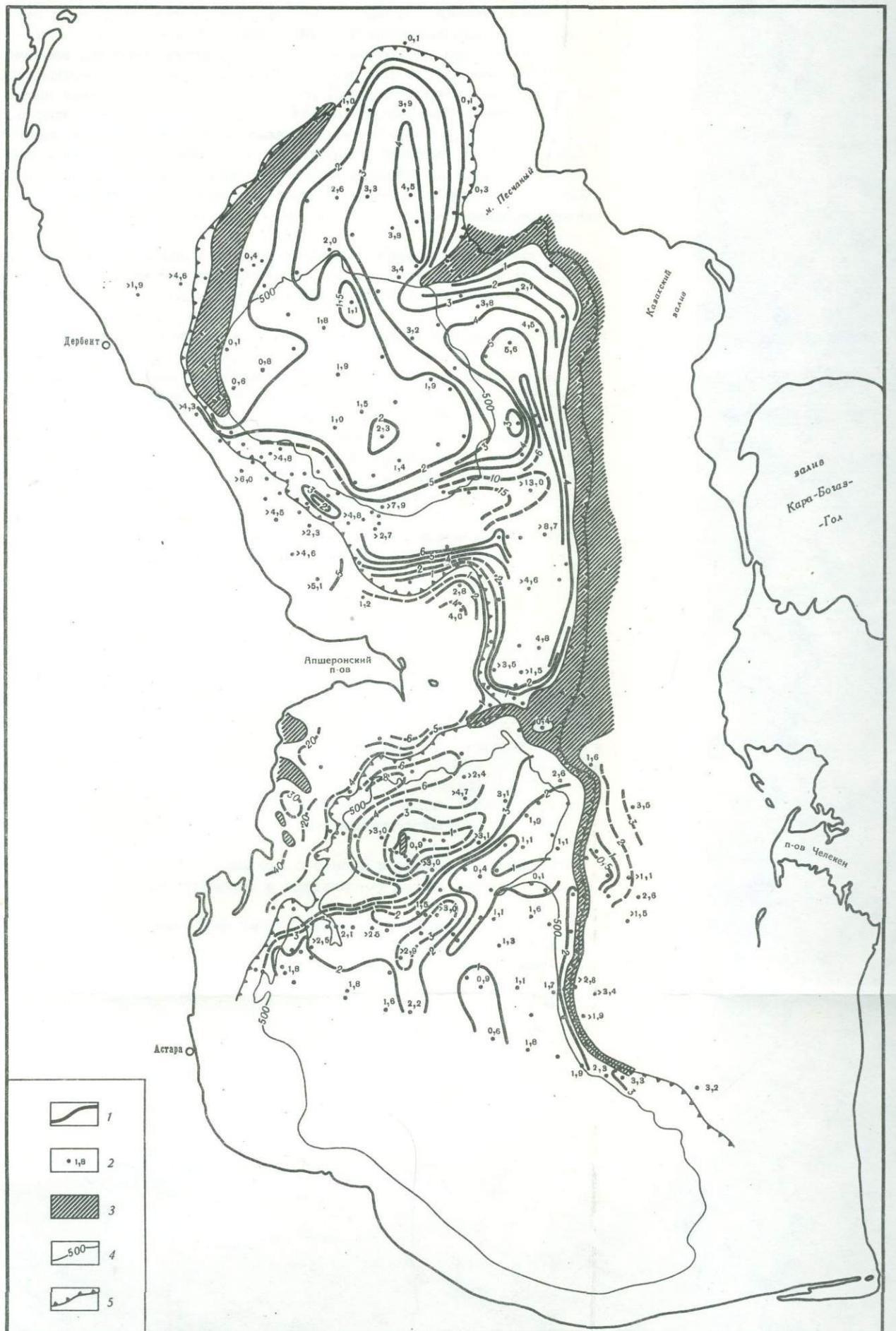


Рис. 9. Мощности новокаспийских отложений

1 – изолинии мощностей (м); 2 – места отбора колонок и мощность яруса (м);
3 – область отсутствия новокаспийских отложений; 4 – изобаты 500 м; 5 – край шельфа

Наиболее обогащенные железом осадки (более 4%) развиты в глубоководной части Среднего Каспия на глубине 500–800 м. Значительно меньше площадь распространения таких осадков в Южном Каспии на глубинах около 900 м. Повышенное содержание железа отмечается также близ области размыва на Апшеронском пороге. Таким образом, среднее содержание железа в новокаспийских отложениях Среднего и Южного Каспия растет от периферии впадин к центру, т.е. к области накопления наиболее тонкозернистых осадков.

В результате подсчета абсолютных масс железа, отложившихся за новокаспийское время, оказалось, что за этот период на площади дна Среднего и Южного Каспия накопилось от 2 до 50 г/см² железа. В Среднем Каспии максимальные количества железа отложились на западном шельфе, на южном и восточном материковом склоне, т.е. они накапливаются так же, как и абсолютные массы бескарбонатного материала, вдоль ветви основного кругового течения. Для халистатических областей характерны малые абсолютные массы железа. В Южном Каспии наблюдается общее уменьшение абсолютных масс железа с северо-запада на юго-восток, т.е. в полном соответствии с размещением абсолютных масс обломочного (силикатного) материала. Следовательно, железо в новокаспийских отложениях Среднего и Южного Каспия разносится вместе с обломочным материалом и тесно связано с пелитовой фракцией. Наиболее интенсивное накопление железа происходит в местах наибольшего осаждения обломочного материала.

Марганец в новокаспийских осадках Среднего и Южного Каспия распределается аналогичным образом. Содержание его колеблется от следов в кол. 152 до 0,25% в кол. 87. В целом отмечается некоторое обогащение марганцем тонкозернистых осадков глубоководных частей впадин.

Абсолютные массы марганца, накопившиеся за новокаспийское время, незначительны и колеблются от нескольких сотых до 1,3 г/см². Распределены они точно так же, как и абсолютные массы железа, обнаруживая тесную связь с механическим составом и с распределением обломочного материала. Зная абсолютные массы отдельных компонентов, накопившихся за новокаспийское время, мы можем подсчитать средние скорости накопления этих компонентов. Продолжительность новокаспийского времени составляет около 6,5 тысяч лет, согласно нашим подсчетам по сезонной микрослоистости и по данным О.К.Леонтьева (1959). Исходя из этих цифр, получаем, что на 1 см² дна Каспийского моря в течение года накапливается от 8 до 150 мг силикатного материала и от 1,5 до 31 мг карбоната кальция, от 0,3 до 8 мг железа и от "следов" до 0,2 мг марганца. Эти цифры очень хорошо иллюстрируют ведущую роль процессов обломочного осадконакопления. С обломочным материалом связана основная масса CaCO₃, железа и марганца.

5. МОЩНОСТИ НОВОКАСПИЙСКОГО ЯРУСА

Мощности новокаспийского яруса меняются в широких пределах – от нуля до нескольких десятков метров (рис.9). Области нулевых мощностей (зоны отсутствия новокаспийских осадков) уже были охарактеризованы выше. За пределами этих зон мощности яруса в том или ином участке дна определяются количеством поступающих на данный участок осадков. Интенсивность поступления осадков зависит от размещения основных источников питания (крупные реки) и находится в тесной связи с механизмом разноса осадочного материала, на который в свою очередь помимо других факторов (круговое течение) влияет и тектоника (не непосредственно, но через рельеф дна).

Поступление осадочного материала в основном с севера и запада и разнос его циклоническим круговоротом течений приводят к следующему распределению мощностей новокаспийских осадков.

На западном шельфе, в центральных его частях, подошва новокаспия нигде не была вскрыта (при длине колонок от 2 до 6 м), но с приближением к краю шельфа мощность новокаспийских осадков заметно уменьшается – до 1 м к северо-востоку от Апшеронского полуострова и до нескольких сантиметров на севере, вблизи упомянутойся области размыва. Область материкового склона характеризуется увеличением мощностей от бровки вниз по склону, и в колонках, длина которых в отдельных

случаях превышает 8 м, подошва яруса осталась невскрытой. Однако по косвенным признакам (подсчеты по сезонной микрослоистости) намечается тенденция к последовательному возрастанию мощностей с северо-запада (от области отсутствия новокаспийских осадков) на юго-восток, и на участке, примыкающем к южному окончанию Дербентской котловины, мощность яруса, по-видимому, может составлять 18 м (расчетные данные). Так же велики мощности (до 10–13 м) в Южной впадине Среднего Каспия. Эта зона повышенных мощностей совпадает с южным субширотным участком среднекаспийского круговорота течений. Далее течение поворачивает к северу и идет вдоль восточного материкового склона, в пределах которого происходит постепенное уменьшение мощностей новокаспийских отложений от максимума в Южной впадине до минимума на южном склоне Песчаномысского поднятия. В поперечном разрезе средняя часть материкового склона характеризуется наибольшей мощностью осадков; уменьшение происходит как в сторону бровки шельфа, так и вниз по склону к центральной котловине.

К северу от поднятия мыса Песчаного в пределах Северной впадины мощности составляют 2–4 м, с зоной максимума (до 4,5 м), вытянутой вдоль нижней части восточного склона впадины. Очевидно, осадочный материал, влекомый круговоротом течений из северо-западных и западных районов моря, вряд ли достигает этой впадины, осаждаясь главным образом в южных частях Среднего Каспия и (уже в значительно меньшей степени) вдоль восточного материкового склона. По-видимому, осадки Северной впадины формируются за счет местного потока осадочного материала, поступающего сюда непосредственно из Среднего Каспия.

В пределах дна Дербентской котловины мощности новокаспийского яруса меняются от 0,7 до 2,3 м, с общей тенденцией к возрастанию в южном направлении.

В Южном Каспии, к сожалению, отсутствуют данные по самой южной его части; поэтому нет возможности проследить изменение мощностей по ходу кругового течения, как это сделано для Среднего Каспия. Однако, по-видимому, общая тенденция здесь та же. Максимальные мощности – на западе и северо-западе, куда попадают как куринские выносы, так и поток из Среднего Каспия через западную часть Ашеронского порога. На западном шельфе мощность новокаспия измеряется десятками метров (данные бурения), с заметным сокращением к краю шельфа, хотя и здесь наши колонки не вскрыли подошву яруса.

За пределами шельфа наибольшей толщиной новокаспийских осадков (до 15 м по ориентировочным подсчетам, поскольку подошва яруса не вскрыта) характеризуется материковый склон, в частности в своей западной и особенно северо-западной части. Южнее, в районе Ленкорани, мощность новокаспия значительно меньше (3–4 м), еще меньше она в южной части восточного материкового склона (2–3 м), с дальнейшим уменьшением к северу. Таким образом, здесь наблюдается та же картина, что и в Среднем Каспии, которая хорошо согласуется с представлением об определяющей транспортирующей роли кругового течения, которое получает взвешенный материал в северо-западных районах и постепенно разгружает его по мере приближения к восточным и северо-восточным районам.

Пониженное содержание терригенной взвеси в восточной ветви течения и отсутствие речного стока на востоке определяют сравнительно небольшие мощности новокаспийских отложений в пределах восточного шельфа. От края шельфа к его центральной полосе мощности последовательно возрастают, достигая, по-видимому, 4–5 м.

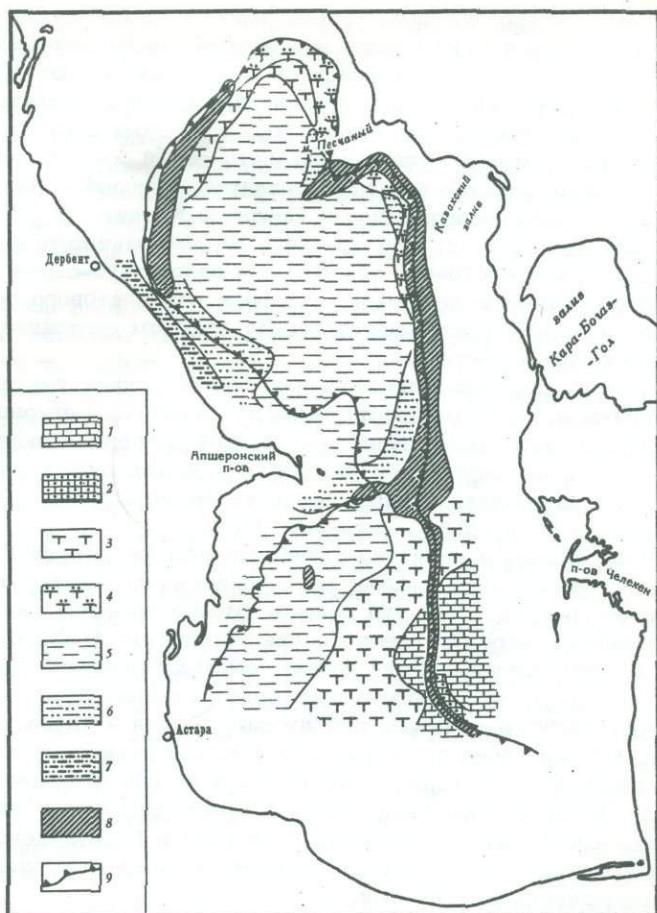
Центральная глубоководная котловина, примерно соответствующая халистатической области, имеет небольшие (1–2 м) мощности новокаспийских осадков. Локальные максимумы (до 3–4 м) связаны с отдельными впадинами и обусловлены деятельностью супензионных течений.

6. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ФАЦИИ НОВОКАСПИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Основными компонентами, формирующими осадки Каспийского моря, как это видно из рассмотренных данных, являются терригенный материал и карбонат кальция, который может быть как хемогенным, так и биогенным. Исходя из анализа распределения абсолютных масс обломочного и карбонатного материала, установлено пре-

Рис. 10. Литологические типы новокаспийских осадков

1 - известковые илы;
 2 - алевритистые известковые илы; 3 - известковые глинистые илы;
 4 - известковые алевритово-глинистые илы;
 5 - слабоизвестковые глинистые илы; 6 - слабоизвестковые алевритово-глинистые илы; 7 - слабоизвестковые мелкоалевритовые илы; 8 - область отсутствия новокаспийских осадков; 9 - край шельфа



имущественно обломочное происхождение основной части карбоната кальция. Только в восточной половине Южного Каспия и в отдельных местах на востоке и севере Среднего Каспия преобладающее значение переходит к хемогенному кальциту. Пели-томорфный биогенный карбонатный материал в осадках, относительную роль которого определить трудно, по-видимому, встречается вблизи ракушечных скоплений (главным образом вблизи восточного шельфа и на севере Среднего Каспия). По содержанию карбоната кальция новокаспийские отложения разделяются на известковые и слабоизвестковые. В зависимости от гранулометрического состава могут быть выделены крупные алевриты, мелкоалевритовые илы, алевритово-глинистые илы и глинистые илы.

Следует оговориться, что при составлении карт литологических типов осадков, выделяя те или иные типы отложений для яруса в целом, мы производим осреднение литологического состава яруса в каждой конкретной точке. Поскольку в действительности в каждой точке может быть не один, а несколько литологически отличающихся слоев, расположенных друг над другом, то выделенные типы являются до некоторой степени искусственными. Но тем не менее в пределах выделенных ареалов преобладает тип отложений, показанный на карте, и именно эти ареалы отражают основные закономерности распределения осадков по площади водоема (рис. 10).

На западном шельфе Среднего Каспия в интервале глубин 25–60 м за новокаспийское время отложились слабоизвестковые мелкоалевритовые илы с содержанием CaCO_3 9–13%. Во влажном состоянии это черные пластиичные осадки средней плотности, обогащенные раковинным материалом. В сухом виде они имеют серый и темно-серый цвет и легко рассыпаются.

Слабоизвестковые алевритово-глинистые илы пользуются значительно большим распространением по площади Среднего Каспия. На западе ими охвачены нижняя часть шельфа и значительный участок материкового склона до глубин 500 м. На

востоке они протягиваются узкой полосой от Апшеронского порога на юге до широты мыса Адамташ на севере – в верхней части материкового склона в интервале глубин 150–250 м. Эти осадки в сухом виде имеют серый и зеленовато-серый цвет. Кластический материал в них представлен мелким алевритом полимиктового состава, отмечается обогащенность сульфидами железа. Во влажном состоянии илы пластичны и мягки, имеют зеленовато-серый, серый, темно-серый и черный цвет. Черный цвет обусловлен гидротроилитом, который обильно насыщает алевритово-глинистые илы западной части Среднего Каспия.

Основную площадь дна Среднего Каспия занимают слабоизвестковые глинистые илы. В сухом состоянии это серые и зеленовато-серые пылеватые осадки с очень небольшой примесью мелкого алеврита полимиктового состава и с включениями сульфидов железа (pirит, марказит). Во влажном состоянии цвет их зеленовато-серый, они мягкие и пластичные.

Более карбонатные осадки – известковые глинистые илы и известковые алевритово-глинистые илы распространены по периферии Северной впадины Среднего Каспия. Первые из них представляют собой светло-серые тонкозернистые осадки, во влажном состоянии пластичные и мягкие, с прослойками гидротроилита. Примесь кластического материала, который представлен мелким алевритом полимиктового состава, весьма незначительна – не более 10%.

Известковые алевритово-глинистые илы имеют светло-серый и серый цвет, содержат свыше 30% CaCO_3 ; среди обломочного материала отмечаются окатанные обломки ракушки. Этот тип осадков распространен в верхней части материкового склона на севере Среднего Каспия на глубине 100–200 м.

Таковы основные типы новокаспийских отложений Среднего Каспия. Из изложенного следует, что главную роль среди новокаспийских отложений Среднего Каспия играют слабоизвестковые терригенные осадки – глинистые и алевритово-глинистые илы. Относительно грубые осадки (мелкоалевритовые илы) располагаются на западе Среднего Каспия, куда поставляется основной обломочный материал из рек, впадающих в Каспий. Погружение осадков происходит около зон ограниченного и нулевого осадконакопления – Апшеронского порога и бровки шельфа на востоке. Восточный материковый склон и центральные части впадин Среднего Каспия заняты наиболее тонкозернистыми осадками.

В Южном Каспии вещественный состав осадков также определяется соотношением лишь двух главных составляющих – обломочной и карбонатной (хемогенной). С точки зрения крупности основная роль принадлежит пелитовому и в меньшей степени алевритовому материалу. Таким образом, в той части Южного Каспия, которая охвачена нашими работами (т.е. исключая мелководные участки), наиболее распространенными являются глинистые, алевритово-глинистые и известковые илы. Более крупнозернистые осадки, в которых основную часть составляют алевритовая или песчаная фракция, существенного значения не имеют. Они встречаются на очень ограниченных участках, не давая мощных скоплений, а образуя лишь небольшие прослои или линзы.

Относительно крупнозернистые алевритово-глинистые осадки развиты локально. Язык слабоизвестковых алевритово-глинистых илов протягивается от западной части Апшеронского порога на юго-запад. По-видимому, этот язык сформирован тем потоком осадочного материала, который вливается в Южный Каспий из области Апшеронского порога и Среднего Каспия. Увеличение крупнозернистости осадков наблюдается также на ограниченных участках вблизи зоны размыва вдоль кромки восточного шельфа. Здесь встречаются известковые алевритово-глинистые илы и алевритистые известковые илы.

Остальную часть глубоководной области Южного Каспия занимают преимущественно глинистые отложения¹. Западная часть покрыта слабоизвестковыми глинистыми

¹ В работе П.Н.Куприна и В.И.Багирова (1971) в центральной части Южного Каспия изображен вытянутый ареал известковых алевритово-глинистых илов, приуроченных к вершинной части вала Абиха. По нашим данным, здесь действительно наблюдается некоторое увеличение количества алевритовой фракции, но не настолько, чтобы относить эти осадки к алевритово-глинистым илам (содержание пелитовой фракции в них больше 70%). Вся эта область занята известковыми глинистыми илами.

илами, которые с продвижением на юго-восток и восток по мере увеличения карбонатности сменяются последовательно известковыми глинистыми илами и наконец известковыми илами.

Фации глубоководных каспийских осадков могут быть сведены к четырем типам: на западе и в центральных частях впадин преимущественно обломочные, далее к востоку смешанные, наконец на востоке хемогенно-карбонатные в Южном Каспии и биогенно-карбонатные в Среднем. Некоторым распространением биогенно-карбонатные фации пользуются и на западе Среднего Каспия, а также вблизи Апшеронского порога. На границе с Северным Каспием преобладают смешанные обломочно-биогенные фации.

Аналогичные типы фаций были выделены и М.В.Кленовой (1961). Кроме перечисленных фаций М.В.Кленова выделяет также карбонатно-диатомовую фацию, в частности в северо-западной части Южного Каспия. По мнению М.В.Кленовой, материал, выносимый р.Курой и образующийся при размытии грязевулканических островов и банок на западном шельфе (другие источники сноса якобы не имеют существенного значения), разносится антициклоническим круговоротом течений и постепенно оседает на дно. К Апшеронскому порогу течение приходит уже практически разгруженным. Остаток обломочного материала уже не может иметь такого маскирующего и разбавляющего значения, как в других районах; поэтому в северо-западной части Южного Каспия увеличивается относительное содержание в осадках панцирей диатомовых и формируется карбонатно-диатомовая фация. Район развития этой фации охватывает, судя по рисункам, приведенным в работе М.В.Кленовой, краевую часть шельфа и материковый склон к юго-западу от Апшеронского порога. Однако, по полученным нами данным, этот район не может рассматриваться как зона ослабленного осадконакопления. Ни одна из взятых здесь колонок не дошла до подошвы новокаспийского яруса, а вскрытая его часть имеет мощность от 3,6 до 7,8 м. Это очень большие мощности для южной части Каспийского моря. Значительную роль в их формировании, как уже говорилось, играет поток осадочного материала из Среднего Каспия и Апшеронского порога, не учитываемый М.В.Кленовой. Нет оснований считать, что осадки здесь обогащены диатомовыми в большей степени, чем в других частях Южного Каспия. По всему морю наибольшее количество панцирей диатомовых наблюдается в осадках материкового склона и краевых частей шельфа, и в пределах этой кольцеобразной зоны сколько-нибудь заметных локальных концентраций не отмечено. Таким образом, выделение в пределах Южного Каспия карбонатно-диатомовых фаций не обосновано.

Глава IV

ЛИТОЛОГИЯ ВЕРХНЕХВАЛЫНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Как указывалось выше, под новокаспийскими отложениями залегают верхнехвалынские, которые состоят из двух горизонтов — мангышлакского и дагестанского.

1. МАНГЫШЛАКСКИЙ ГОРИЗОНТ

Основные типы разрезов

В пределах всей площади дна Среднего и Южного Каспия отложения мангышлакского горизонта характеризуются рядом общих признаков, отличающихся от вышележащих и подстилающих осадков. Они значительно более крупнозернисты. Их карбонатность в 2–3 раза ниже, чем новокаспийских осадков, но выше, чем карбонатность более древних горизонтов хвалынского яруса. По сравнению с новокаспийскими в них резко понижено содержание органического вещества. Специфическими также являются буровато-коричневая окраска и своеобразные текстуры мангышлакских осадков.

Наряду с общими чертами есть и некоторые особенности, позволяющие выделить районы с несколько различными типами разреза.

Западный (дагестано-апшеронский) район охватывает западный шельф и материковый склон Среднего Каспия и область Апшеронского порога. На шельфе отложения мангышлакского горизонта представлены переслаивающимися слабоизвестковыми алевритово-глинистыми и глинистыми илами серовато-бурого цвета с содержанием пелитовой фракции 48–79% и карбонатностью (CaCO_3) 9–15%. Мощности прослоев в среднем 1–2 см. На плоскостях наслойения наблюдаются присыпки мелкоалевритового ила или крупного алеврита. Характерны частые черные прослои гидротроилита, переходящего при высушивании колонки в лимонит ржаво-желтого цвета. Часто поверхности наслойения имеют нарушенный характер, материал вышележащего слоя заполняет карманы и вытянутые трубкообразные углубления в кровле подстилающего слоя, что связано, по-видимому, с деятельностью зарывающихся и иллюдных организмов.

Осадки верхней части материкового склона имеют примерно те же особенности, но более тонкозернисты. Крупные алевриты отсутствуют, а мощности прослоев глинистых и алевритово-глинистых илов возрастают. У подножия материкового склона весь горизонт сложен глинистыми илами с присыпками алевритового материала на плоскостях наслойения. Исключение составляет средняя часть склона вблизи границы между Дагестаном и Азербайджаном, где преобладают алевритово-глинистые, мелкоалевритовые илы и крупные алевриты и общая мощность горизонта невелика (0,2–1,0 м). Возможно, во время накопления мангышлакских осадков этот участок подвергался действию интенсивных придонных течений.

Некоторым своеобразием отличается разрез осадков на материковом склоне Дагестана. По сравнению с другими участками здесь наиболее отчетливой является ритмичная градационная слоистость. В большинстве случаев мощность ритма составляет 8–15 см (иногда до 0,5 м), в пределах каждого ритма наблюдается постепенный переход от крупного алеврита или мелкоалевритового ила в основании к более тонкозернистым алевритово-глинистым и глинистым илам в верхней части ритма. Иногда нормальная слоистость оказывается нарушенной, когда включения мел-

коалевритового или крупноалевритового материала секут слоистость. Местами встречается инверсионная градационная слоистость: в пределах одного ритма наблюдается постепенный переход снизу вверх от тонкозернистых отложений к грубозернистым. Этот тип разреза с отчетливой градационной слоистостью сочетается с развитыми на этом участке материального склона многочисленными долинообразными углублениями. Указанные формы имеют глубину вреза 30–50 м, ширину 1–2 км и длину 40–70 км (Соловьев и др., 1962; Лебедев, 1962). Видимо, они имеют эрозионное происхождение, что позволяет говорить о значительной роли супензионных течений в эпоху накопления осадков мангышлакского горизонта.

Центральный район Среднего Каспия охватывает глубоководную котловину и прилегающую часть восточного материального склона. Верхняя часть горизонта (10–80 см) сложена темными буровато-серыми слабоизвестковыми алевритово-глинистыми (в котловине) или глинистыми (на материальном склоне) илами. Ниже лежат несколько более крупнозернистые осадки, преимущественно алевритово-глинистые илы бурого цвета, мощностью в 2–3 раза большей, чем мощность верхнего слоя. Под ними залегают тонкозернистые глинистые илы (более 90% пелитовой фракции) светло-коричневого цвета, иногда с несколько повышенной карбонатностью по сравнению с вмещающими осадками (на 5–10%). Свообразна микротекстура этих глинистых илов, напоминающая косую слоистость. Прослой состоит из мелких линзочек размером около 4–5 см. Возможно, формирование такой микроструктуры связано либо с диагенетическими процессами, либо с действием придонных движений воды.

Характерным для этого района является присутствие в массе сравнительно тонкозернистого терригенного материала отдельных хорошо окатанных крупных частиц пород. Среди глинистых осадков центральной котловины размер этих частиц 0,3–0,5 мм, а на материальном склоне – до 1 мм и более, т.е. это уже гравийный материал. Такие же включения есть и в осадках Ашшеронского порога.

В отдельных случаях в осадках глубоководной котловины встречаются прослои хорошо отсортированных алевритов (80–90% фракции 0,05–0,1 мм). Вероятно, появление таких прослоев можно связывать с подводным оползанием осадков или действием супензионных течений.

В восточном районе Среднего Каспия к северу от поднятия мыса Песчаного вблизи края шельфа мангышлакский горизонт сложен чередующимися прослойми серовато-бурых алевритово-глинистых и мелкоалевритовых илов, а иногда и крупных алевритов. Встречаются хорошо окатанные крупные гальки и гравий оолитовых и ракушечных известняков, напоминающих породы береговых обрывов восточно-го побережья. Ниже по склону алевритовые осадки сменяются глинистыми илами с присыпками мелкого алеврита на плоскостях наслоения.

Южнее мыса Песчаного разрез мангышлакского горизонта более однороден и напоминает разрез дна глубоководной котловины. Вблизи края шельфа он сложен алевритово-глинистыми и мелкоалевритовыми илами серовато-бурового цвета, с несколько более высокой крупнозернистостью в средней части горизонта. Встречаются окатанные обломки пород размером 1–17 мм. В отдельных колонках обнаружены включения вулканического пепла (по механическому составу – песок). Появление линз пеплового материала связано, возможно, с размывом на шельфе древних пород (акчагыл – ашшерон?).

Центральная часть Южного Каспия по особенностям мангышлакских осадков во многом напоминает глубоководную котловину Среднего Каспия. Близкими свойствами характеризуется разрез осадков краевой зоны северной половины восточного шельфа Южного Каспия. Горизонт здесь сложен довольно однородной толщей осадков, как правило, слабоизвестковых алевритово-глинистых илов серовато-коричневого цвета. На шельфе контакт между новокаспийскими и мангышлакскими осадками резкий, неровный, с карманами размыва, заполненными песком и угловатыми обломками тонкостенной ракушки. В глубоководной части этот переход постепенный, прослой с постепенно меняющимися промежуточными свойствами имеют мощность 4–5 см. Несмотря на значительные глубины, встречаются окатанные обломки раковин размером 2–5 мм. Распространены прослои гидротроилита. Местами могут быть встречены тонкие прослои мелкоалевритового материала и (на шельфе) ракушечного детрита. В единичных случаях роль алевритового материала несколько больше, в

таких колонках наблюдается градационная слоистость (в целом для района не характерная). Как и в Среднем Каспии, есть прослои с микротекстурой косой слоистости.

Юго-восточный район Южного Каспия по особенностям осадков близок к Апшеронскому порогу и западной части Среднего Каспия. Мангышлакский горизонт здесь представлен тонкослоистой пачкой, в которой в толще алевритово-глинистых илов равномерно (через 0,5-2 см) распределены тонкие (1-3 мм) прослой мелкого серого алеврита. Столы же часто повторяются прослой гидротроилита. Слоистость носит все черты градационной слоистости, так что и в этом районе супензионные течения как фактор осадкообразования играли заметную роль. От аналогичных отложений Среднего Каспия эти осадки отличаются большей карбонатностью и более светлой окраской.

Шельфовые районы Среднего и Южного Каспия характеризуются присутствием в осадках мангышлакского горизонта весьма крупнозернистого материала, несущего все признаки мелководного генезиса. Так, к востоку от Апшеронского полуострова на глубине 40 и 50 м взяты две колонки, в которых регressiveный горизонт слагается ракушечно-oolитовым песком и гравием и отдельными известняковыми гальками размером до 5-6 см, с переотложенной окатанной хазарской фауной и верхнехвалынской фауной хорошей сохранности. Облик осадков свидетельствует о том, что они отлагались в прибрежных условиях на глубинах не более 10 м. На восточном шельфе также получены колонки с гравийно-галечными осадками и окатанным ракушечным дретитом (кол. 76, гл. моря 80 м; кол. 156, гл. моря 75 м, и др.). Анализ литологических особенностей и фауны моллюсков этих отложений, о чем уже сообщалось ранее (Маев, 1962; Маев, Лебедев, 1963), позволяет говорить о снижении уровня моря в эпоху накопления осадков мангышлакского горизонта на 30-40 м ниже современного.

Выходы горизонта на поверхность дна

При описании новокаспийских осадков мы уже говорили о том, что на некоторых участках дна Каспийского моря господствуют условия, препятствующие современному осадконакоплению. В этих местах новокаспийские осадки отсутствуют и на поверхность дна выведены более древние образования, в большинстве случаев мангышлакский горизонт.

Одним из таких участков является край шельфа, в пределах которого специфические гидродинамические условия (Маев, Поротов, 1972) способствуют выносу тонкозернистого осадочного материала, тем самым препятствуя погребению сравнительно крупнозернистых мангышлакских отложений под более молодыми осадками. Наиболее отчетливо этот процесс проявляется в краевой зоне восточного шельфа, как в пределах южной части моря, так и в Среднем Каспии (Маев, 1961а, б; Лебедев, 1963). Установлена зона обнажения мангышлакских слоев и в северо-западном углу Среднего Каспия.

Значительную площадь занимают выходы горизонта на Апшеронском пороге, подвергающемся действию сильных придонных течений. О процессах размыва дна в этом районе писали многие исследователи (Бруевич, 1945; Кленова, 1954). Наши работы подтвердили эти данные и позволили уточнить возраст обнажающихся пород, ранее ошибочно относившихся к бакинскому ярусу (Кленова, 1954). Нами получены данные, свидетельствующие о верхнехвалынском, а именно мангышлакском их возрасте. Этими же работами было показано, что в отдельных местах процессами размыва затронут и мангышлакский горизонт и в местах размыва обнажены подстилающие верхнехвалынские слои (Лебедев, Маев, 1964).

Гранулометрический состав осадков горизонта

Для характеристики гранулометрического состава мангышлакских осадков был выполнен водный механический анализ (около 350 определений). На большей площади дна (за исключением мелководных участков) осадки сложены преимущественно пелитовым и алевритовым материалом. Изменчивость крупности осадков по площади дна

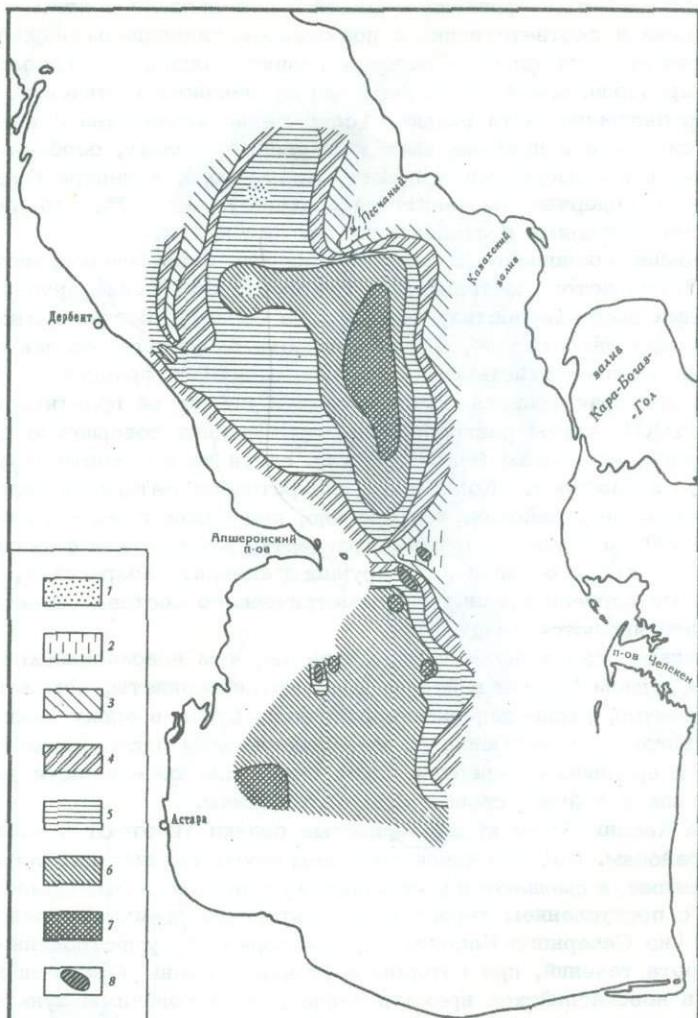


Рис. 11. Распределение пелитовой фракции в отложениях мангышлакского горизонта (в %)

1 - меньше 10; 2 - 30-40; 3 - 40-50; 4 - 50-60; 5 - 60-70; 6 - 70-80;
7 - больше 80; 8 - области отсутствия мангышлакских осадков

достаточно хорошо иллюстрируется картой распределения пелитовой фракции (рис. 11). Среднее содержание глинистых частиц в осадках меняется в довольно широких пределах — от 5 до 85%. Наибольшим распространением пользуются осадки, в которых содержится 60–80% пелита.

В Среднем Каспии наиболее глинистые осадки тяготеют к восточной части котловины, и только в верхней полосе материкового склона у бровки шельфа происходит сокращение количества глинистого материала до 40% и ниже, с минимальными значениями в верхней части крутого южного борта поднятия мыса Песчаного (39%) и на востоке Аштеронского порога. Зоны равных содержаний пелитовой фракции линейно вытянуты вдоль материкового склона, обнаруживая таким образом тесную зависимость от рельефа.

Довольно своеобразная картина наблюдается на северо-западном борту Северной впадины Среднего Каспия. При движении от бровки шельфа вниз по склону содержание глинистых частиц сначала уменьшается от 61% на краю шельфа до 41–43% в центральной части склона, а затем их количество вновь растет. Зона по-

ниженных значений пелитовой фракции в южной части связана с крутыми уклонами материкового склона и соответственно с повышением гидродинамической активности, а в других местах совпадает с районом развития осадков с градационной слоистостью, т.е. с предполагаемой зоной действия супензационных течений.

Повышение крупнозернистости осадков (сокращение количества глинистой фракции) наблюдается также с приближением к западному шельфу, особенно на северо-западном участке, и к Апшеронскому порогу. Кроме того, в центре впадины обнаружены два участка с содержанием пелитовой фракции менее 10%, что, видимо, связано с подводными оползнями и супензационными течениями.

Вся глубоководная котловина Южного Каспия выстлана тонкозернистыми осадками (более 70% глинистого материала). Некоторое повышение крупности происходит на отдельных возвышенностях, например на возвышенностях Шатского и Абиха. На восточном материковом склоне, и в особенности на шельфе, осадки становятся значительно более крупнозернистыми - до 40% пелитовой фракции.

Поскольку алевритовая фракция по отношению к глинистой практически является дополняющей до 100%, карты распределения этих фракций совершенно идентичны, с той только разницей, что зонам максимумов на одной из них соответствуют минимумы на другой, и наоборот. Количество алевритового материала меняется от 15 до 70%. В глубоководных районах, как правило, преобладает мелкий алеврит (0,01-0,05 мм) - до 90% и более от общего количества алевритовой фракции. С повышением крупнозернистости осадков доля крупного алеврита возрастает.

Итак, основными особенностями гранулометрического состава осадков мангышлакского горизонта являются следующие:

1. Мангышлакские осадки более крупнозернисты, чем новокаспийские.

2. Осадки в Среднем Каспии в целом более крупнозернисты, чем в пределах Южного Каспия. Вероятно, распределение терригенного стока в эпоху мангышлакской регрессии было близко к современному, т.е. подавляющая часть жидкого и твердого стока поступала в среднюю и северную части моря. Для южной части моря Средний Каспий являлся, как и сейчас, своего рода отстойником.

3. В Среднем Каспии более крупнозернистые осадки тяготеют к западным и северо-западным районам. Как и в новокаспийском ярусе, глинистые осадки размещены не в центре котловины, а смещаются к юго-востоку и востоку. Это может быть связано, во-первых, с поступлением терригенного материала преимущественно с запада и северо-запада (из Северного Каспия) и, во-вторых, с существованием циклонического круговорота течений, при котором восточные районы в мангышлакское время, так же как в новокаспийское время и сейчас, были конечным пунктом разноса терригенной взвеси, куда попадали лишь самые мелкие частицы, дольше других сохранявшиеся во взвешенном состоянии.

4. В Южном Каспии, наоборот, всякая аналогия с новокаспийским ярусом отсутствует. Восточная часть впадины характеризуется повышением крупности осадков, что наводит на мысль о существовании в эпоху мангышлакской регрессии на востоке Южного Каспия местного источника терригенного материала. Таким источником мог быть Узбой, периодически функционировавший в предновокаспийское время.

Абсолютные массы терригенного (бескарбонатного) материала в осадках

Для мангышлакских осадков подсчитаны абсолютные массы силикатной (нерасторимой в HCl) части осадка, имеющей заведомо терригенное происхождение, и карбонатной (расторимой в HCl) части, в состав которой может входить не только терригенный, но также хемогенный и биогенный материал¹. Картина распределения терригенной части отражает размещение основных источников континентального питания и характер разноса осадков внутри водоема.

Количество обломочного бескарбонатного материала, накопившегося за время мангышлакской регрессии (рис. 12), меняется в довольно широких пределах - от 30 до 790 г/см², а возможно, и больше, поскольку в некоторых колонках полная мощ-

¹ При подсчете абсолютных масс плотность мангышлакских осадков принята равной 1,8 г/см³ (среднее из 30 определений).

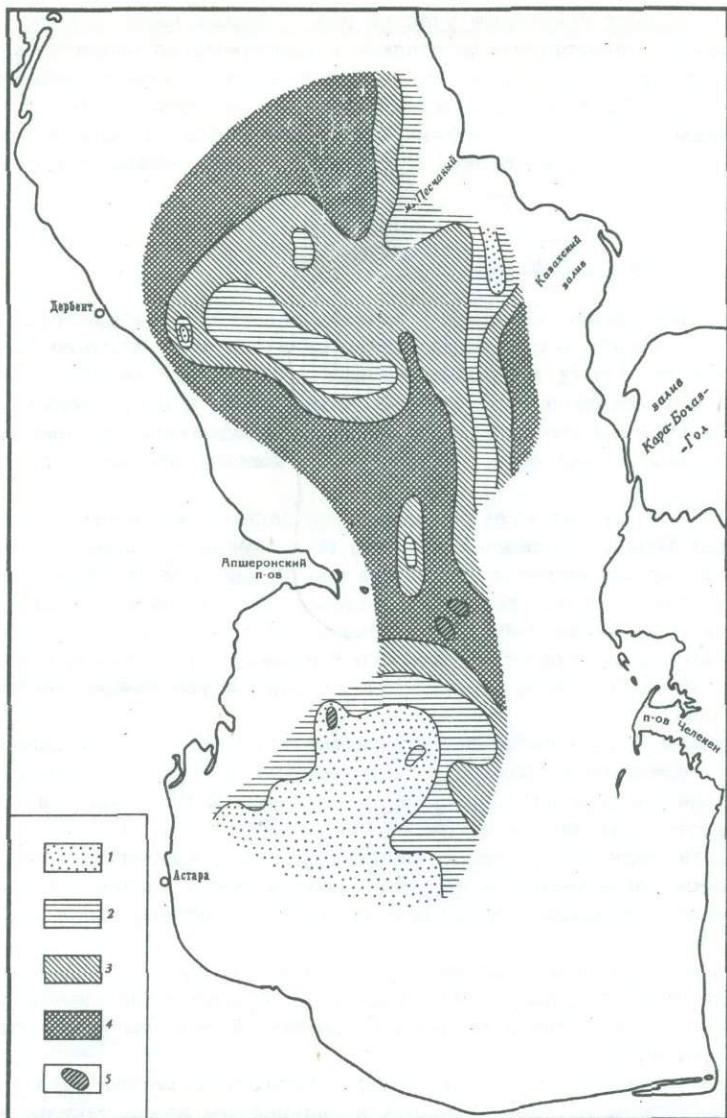


Рис. 12. Распределение абсолютных масс обломочного материала в отложениях мангышлакского горизонта (в $\text{г}/\text{см}^2$)

1 - меньше 100; 2 - 100-200; 3 - 200-400; 4 - более 400; 5 - области отсутствия мангышлакских осадков

ность горизонта не вскрыта. Подавляющая часть материала сосредоточена в Среднем Каспии, где около половины площади занято концентрациями выше $400 \text{ г}/\text{см}^2$, в то время как в Южном Каспии преобладают концентрации менее $100 \text{ г}/\text{см}^2$. Это является подтверждением сделанного в предыдущем разделе вывода о значительно более интенсивном осаждении терригенного материала в Среднем и Северном Каспии по сравнению с Южным Каспием. Картина распределения абсолютных масс осадков в пределах среднекаспийской и южнокаспийской впадины согласуется с представлением о разносе материала циклоническим круговым течением и о существовании дополнительного источника питания на востоке Южного Каспия. Таким образом, выводы, сделанные при анализе распределения гранулометрических фракций, подтверждаются данными по распределению абсолютных масс терригенного материала.

Интерес представляют некоторые участки дна, которые характеризуются заметным повышением крупнозернистости осадков и одновременно низкими значениями абсолютных масс. Такое сочетание особенностей осадков может свидетельствовать о гидродинамической обстановке, способствующей ограниченному осадконакоплению. К таким участкам могут быть отнесены отдельные места на западном материковом склоне Среднего Каспия, зона бровки восточного шельфа, осевая часть поднятия мыса Песчаного.

Химический состав осадков

Валовой химический анализ осадков мангышлакского горизонта (12 определений) позволяет говорить о преимущественно силикатном их составе (35 - 57% SiO_2). Количество Al_2O_3 несколько меньше - 10-20%. На долю CaO приходится менее 10%, с тенденцией к некоторому возрастанию в направлении с запада на восток (до 17-20% на востоке Южного Каспия). Содержание органического вещества очень невелико, в 2-3 раза меньше, чем в новокаспийских осадках (значитель но меньше 1% C_{org}).

Содержание карбоната кальция (по данным нескольких сотен определений) в осадках мангышлакского горизонта по сравнению с новокаспийскими осадками невелико и характеризуется несколько иными закономерностями распределения как по площади, так и по вертикальному разрезу. От кровли к подошве мангышлакского горизонта содержание CaCO_3 практически не меняется, и только в пределах глубоководных котловин Среднего и Южного Каспия и в прилегающих частях среднекаспийского восточного склона наблюдается небольшое увеличение карбонатности осадков - на 5-10%.

В средней части моря колебания карбонатности (CaCO_3) по площади также не значительны с некоторым возрастанием с запада на восток от величин менее 10% в северо-западной части и на Апшеронском пороге до 20% и более на востоке. Значительная часть дна занята осадками с карбонатностью 10-13% (рис.13).

В южной части моря более распространены осадки с карбонатностью 15-30%. Особенность здесь заключается в том, что максимальные значения (32-35% CaCO_3) приурочены к центру впадины с уменьшением как в западном, так и в восточном направлениях.

Несколько иначе выглядит картина распределения карбонатности, если рассматривать абсолютные количества CaCO_3 (рис.14). Минимальные значения (10-40 г/см²) как в Южном, так и в Среднем Каспии характерны для глубоководных котловин (халистатических зон).

В пределах материкового склона и шельфа абсолютные массы CaCO_3 растут с некоторым сокращением на бровке шельфа и дальнейшим возрастанием на шельфе (до 100-190 г/см² на востоке Среднего Каспия и 60-100 г/см² на востоке Южного Каспия). Как уже было показано, аналогичное распределение имеют и абсолютные массы бескарбонатного (т.е. заведомо терригенного) материала, что позволяет говорить о преимущественно одинаковом, а именно терригенном происхождении как силикатного, так и основной массы карбонатного материала. Однако есть и некоторые отличия в размещении этих двух основных компонентов осадков, которые позволяют предполагать наличие в некоторых районах дополнительного источника биогенного и хемогенного карбонатного материала. К таким районам относятся верхняя часть восточного материкового склона Среднего Каспия и восточная половина котловины Южного Каспия.

В отличие от новокаспийского яруса анализ абсолютных масс для мангышлакского горизонта выявляет значительное увеличение количества как карбонатной, так и (особенно) силикатной части осадка на восточном шельфе Южного Каспия. Это свидетельствует, по-видимому, о преимущественно одинаковом происхождении этих двух компонентов и о наличии самостоятельного источника терригенного материала на востоке, который позднее (в новокаспийское время) уже не играл такой роли.

Помимо карбоната кальция терригенного происхождения на восточном шельфе значительна роль биогенного (раковинного) CaCO_3 . Скопления раковинного материала в некоторых колонках составляют 70-80% мощности горизонта. Распростра-

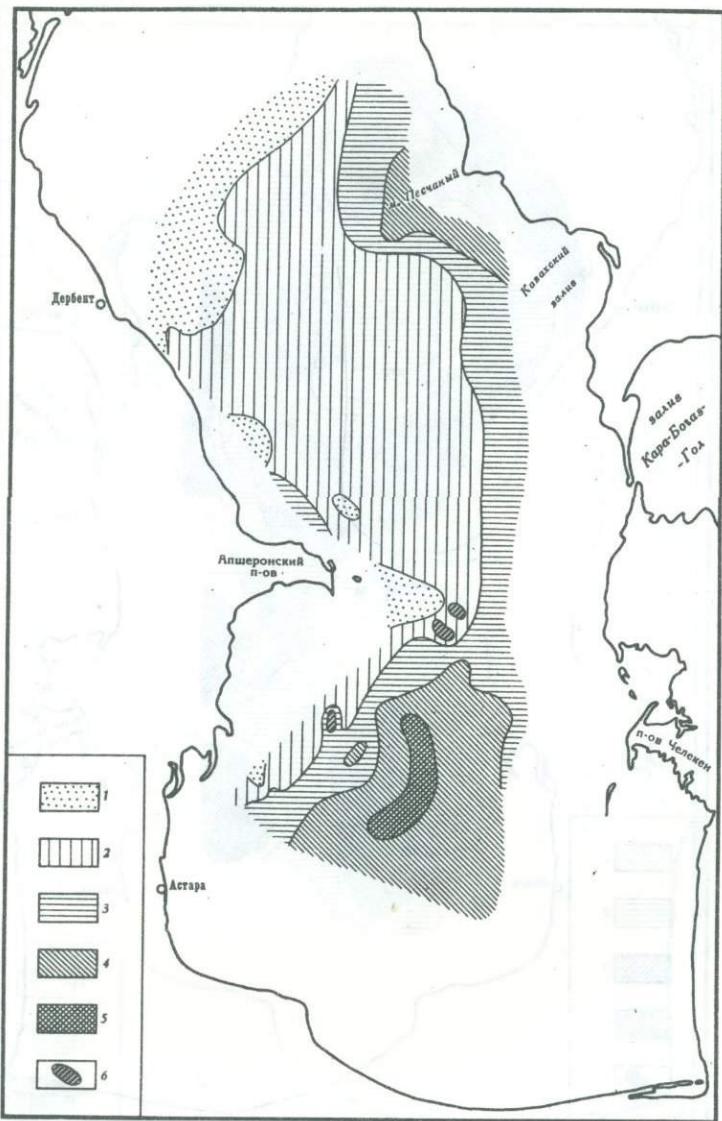


Рис. 13. Распределение CaCO_3 в отложениях мангышлакского горизонта (в %)

1 - менее 10; 2 - 10-15; 3 - 15-20; 4 - 20-30; 5 - более 30; 6 - зона отсутствия мангышлакских осадков

чен и хемогенный оолитовый материал, но поскольку вместе с ним встречена окатанная верхнеказарская и нижневалынская фауна, то, видимо, часть этих оолитов была переотложена из более древних пород.

Содержание железа и марганца в мангышлакских осадках подчинено тем же закономерностям, которые установлены для распределения этих элементов в современных осадках как Каспийского моря, так и других водоемов (Пахомова, 1948; Страхов и др., 1954, и др.).

Количество железа меняется от 2,01 до 5,58% (в пересчете на бескарбонатную часть осадка от 2,11 до 6,30%), марганца значительно меньше - 0,04-0,15% (0,04-0,18% для бескарбонатного осадка). Максимальные концентрации приурочены к подножию восточного материкового склона в Среднем Каспии и к центральной области Южного Каспия, т.е. к районам, где накапливались наиболее тонкозернистые

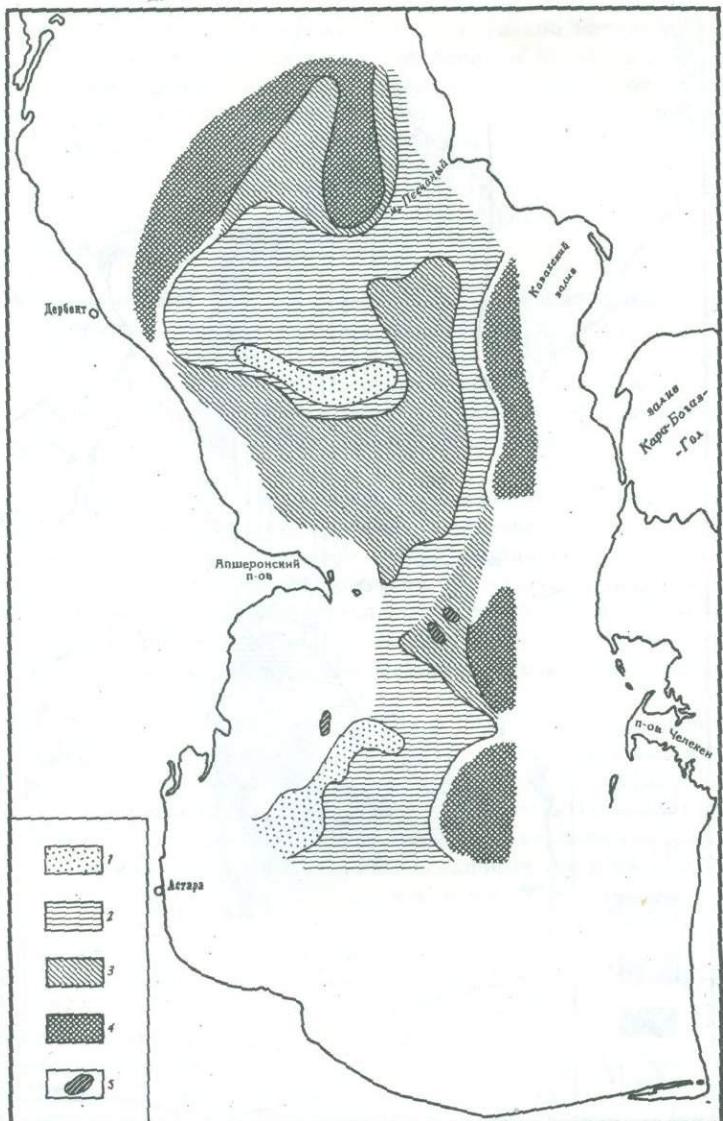


Рис. 14. Распределение абсолютных масс CaCO_3 в отложениях мангышлакского горизонта (в $\text{г}/\text{см}^2$)

1 - меньше 20; 2 - 20-50; 3 - 50-100; 4 - больше 100; 5 - область отсутствия мангышлакских осадков

пелитовые осадки (рис. 15 и 16). В периферических районах более крупнозернистые осадки содержат меньше Fe и Mn. Локальные участки с повышенной крупностью осадков (такие, как краевая зона шельфа на востоке Среднего Каспия) характеризуются также локальными минимумами Fe и Mn.

Абсолютные массы железа в мангышлакских осадках составляют от 2 до 30 $\text{г}/\text{см}^2$ (и, вероятно, больше в тех районах, где полная мощность горизонта не вскрыта), марганца - от 0,05 до 0,44 $\text{г}/\text{см}^2$. Пониженные значения абсолютных масс Fe и Mn характерны для халистатических областей, т.е тех областей, где также невелики абсолютные массы терригенного материала. В краевых частях Среднего и Южного Каспия вместе с ростом количества терригенного материала увеличиваются и абсолютные массы Fe и Mn. Такое совпадение подтверждает обломочное, терригенное происхождение подавляющей массы Fe и Mn в осадках мангышлакского горизонта.

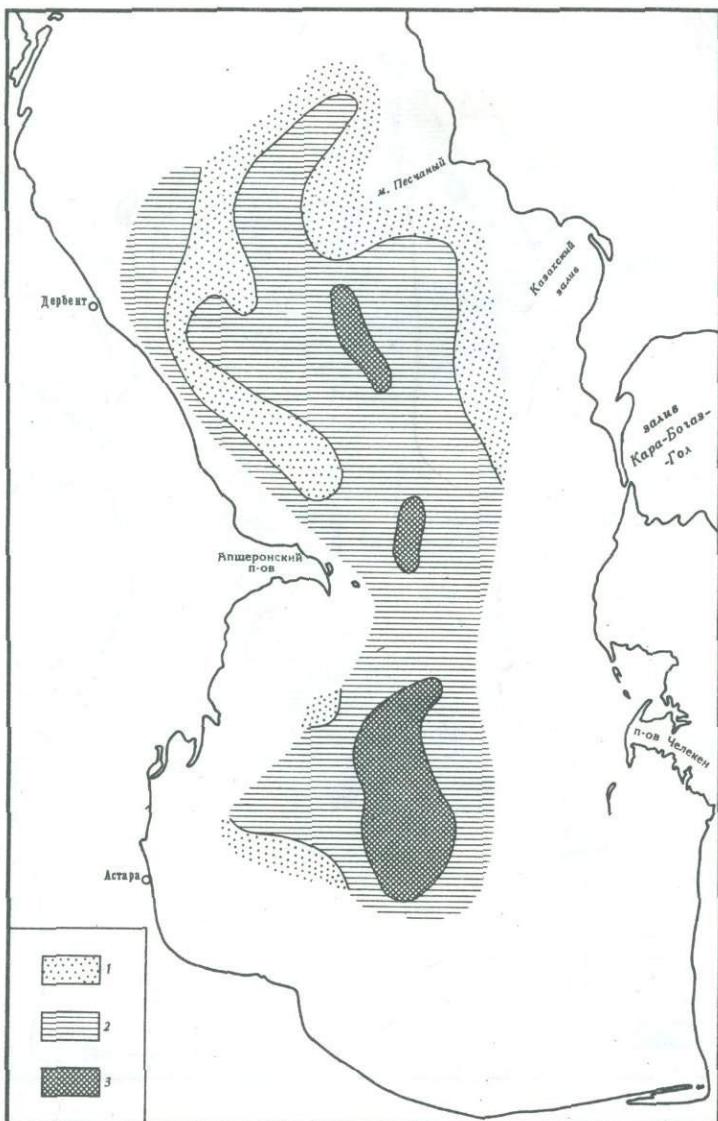


Рис. 15. Распределение железа в отложениях мангышлакского горизонта (в % к бескарбонатной части осадка)

1 - меньше 4; 2 - 4-5; 3 - больше 5

Мощность горизонта

Мощность мангышлакского горизонта меняется в довольно широких пределах: от 18-20 см в центральных частях глубоководных котловин до 4-5 см на шельфе и материиковом склоне. Основными факторами, влияющими на мощность, являются размещение терригенного стока и циркуляция вод, осуществляющая разнос осадочного материала. Действие этих факторов уже рассматривалось в связи с закономерностями распределения абсолютных масс терригенного материала. По сути дела, если осадок целиком терригенный, то и абсолютные массы и мощность представляют собой одну и ту же величину (количество осадков), выраженную в разных единицах измерения. Поскольку мангышлакские осадки почти целиком сложены именно тер-

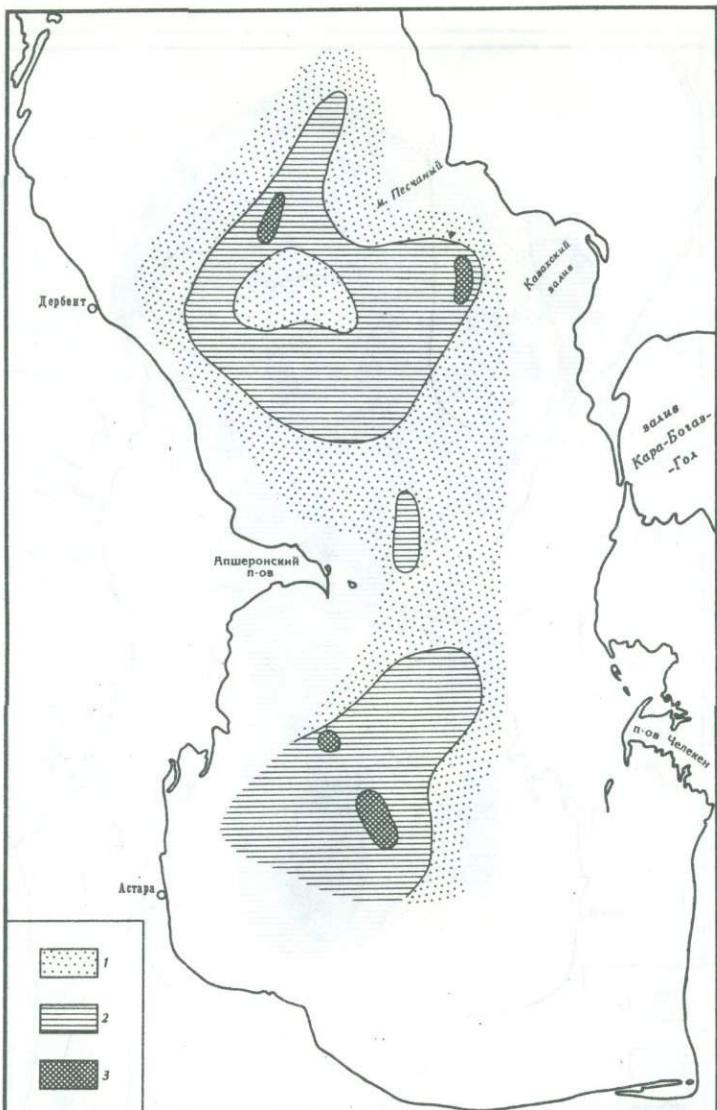


Рис. 16. Распределение марганца в отложениях мангышлакского горизонта (в % к бескарбонатной части осадка)

1 - меньше 0,08; 2 - 0,08-0,1 ; 3- больше 0,1

ригенным материалом, то естественно, что карта мощностей (рис. 17) по рисунку изолиний и размещению зон максимумов и минимумов во многом совпадает с картой абсолютных масс терригенного материала. Минимальной является мощность в халистических зонах Среднего и Южного Каспия (глубоководные котловины) – местами менее 20 см. У подножия материкового склона мощность больше (75–100 см). Максимальных величин она достигает в средней полосе материкового склона и на шельфе. На отдельных участках дна, где подошва горизонта осталась невскрытой, видимая мощность достигает почти 5 м. Некоторое уменьшение мощности происходит вблизи края шельфа.

Таким образом, мощности мангышлакского горизонта в целом меньше новокаспийских, но характер размещения их по площади дна Среднего и Южного Каспия практически одинаков. Это подтверждает уже высказывавшееся представление о близких условиях питания бассейна осадочным материалом и сходстве гидрологической об-

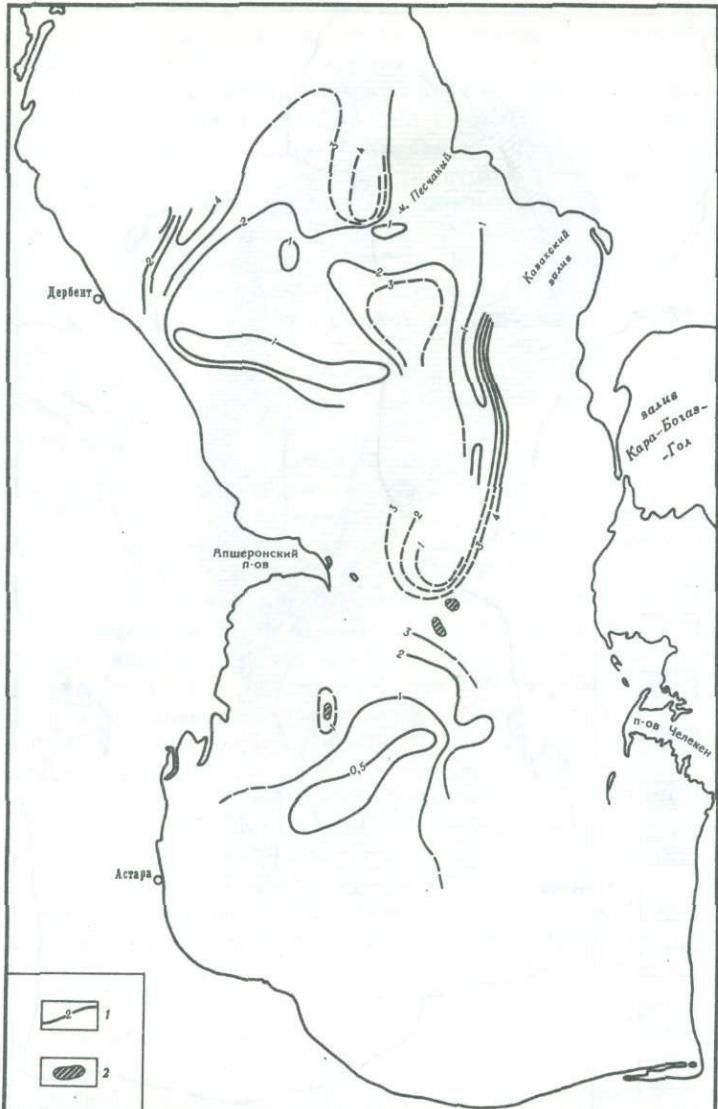


Рис. 17. Распределение мощностей мангышлакского горизонта

1 — изолинии мощностей (м); 2 — области отсутствия мангышлакских осадков

становки в мангышлакское и новокаспийское время. Распределение мощностей на востоке Южного Каспия не противоречит также мнению о поступлении дополнительного (по сравнению с новокаспийским ярусом) осадочного материала с восточного побережья (Узбай). В отличие от новокаспийского яруса полоса сокращенной мощности (область ограниченного осадконакопления), связанная с краевой зоной шельфа, для мангышлакского горизонта несколько уже и немного смещена в сторону материкового склона, что, очевидно, объясняется существенно иным, чем в новокаспийское время, положением уровня моря.

Литологические типы осадков

Уже было показано, что основным осадкообразующим компонентом в мангышлакских осадках является терригенный материал, преимущественно силикатного состава. На отдельных участках дна важное место (до 30%) занимает карбонатная со-

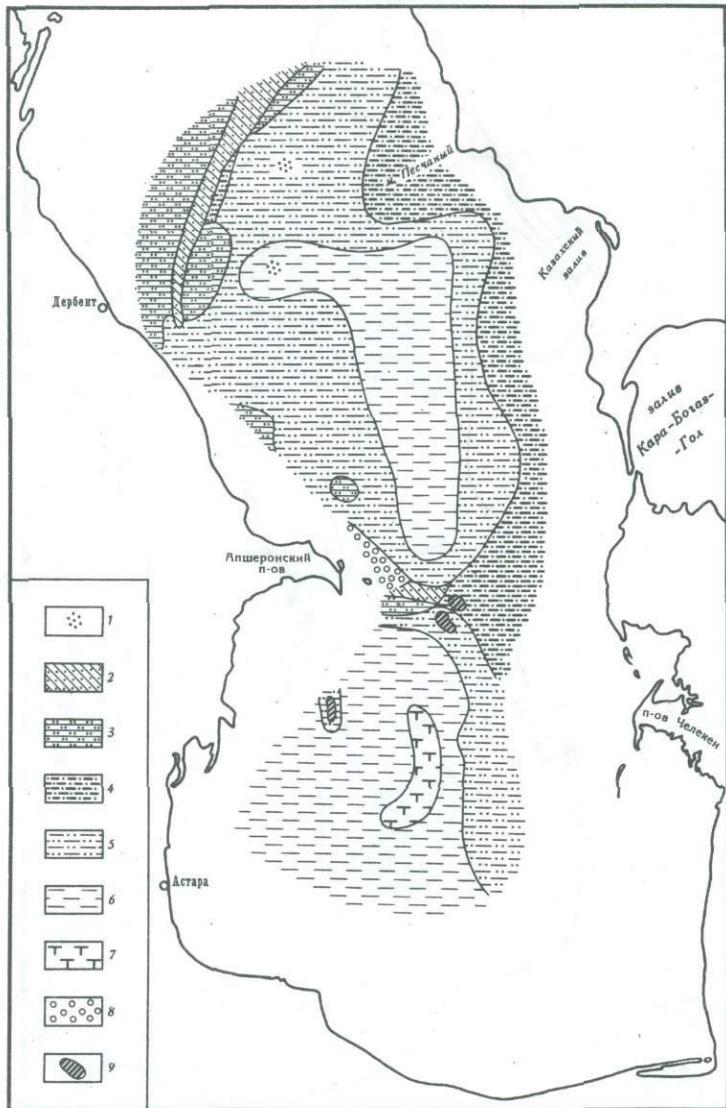


Рис. 18. Литологические типы осадков мангышлакского горизонта

1 - крупный алеврит; 2 - мелкоалевритовые илы; 3 - алевритово-глинистые илы; 4 - слабоизвестковые мелкоалевритовые илы; 5 - слабоизвестковые алевритово-глинистые илы; 6 - слабоизвестковые глинистые илы; 7 - известковые глинистые илы; 8 - известковые ракушечно-оолитовые пески с гравием и галькой; 9 - области отсутствия мангышлакских осадков

ставляющая, которая может иметь как терригенное, так и иное (химическое, биологическое) происхождение.

Преобладают осадки мелкозернистые, сложенные главным образом пелитовым (до 80% и более) и в меньшей степени алевритовым материалом. Осадки песчаные и гравийно-галечные не имеют широкого распространения, занимая мелководную полосу, приближенную к береговой линии мангышлакской стадии.

Такой характер слагающего осадки материала обуславливает ряд литологических типов осадков (рис. 18), размещенных в пределах дна Среднего и Южного Каспия в соответствии с закономерностями проявления основных осадкообразующих факторов, - речного стока, рельефа дна, поверхностных течений и придонных движений воды, процессов биогенного и хемогенного осадконакопления. Малокарбонатные терригенные

осадки (менее 10% CaCO_3), представленные алевритово-глинистыми и мелкоалевритовыми илами, тяготеют к областям наиболее интенсивного поступления терригенно-го материала. Они концентрируются в основном на северо-западе на границе с Северным Каспием, отдельными пятнами встречаются на западе Среднего Каспия и на Апшеронском пороге. Слабокарбонатные осадки (10–30% CaCO_3) развиты значительно шире. На большей части дна Среднего Каспия это слабоизвестковые алевритово-глинистые илы, и лишь в восточной части Дербентской котловины и прилегающей полосе восточного материкового склона они сменяются более тонкозернистыми осадками – слабоизвестковыми глинистыми илами. Вблизи шельфа на востоке появляются слабоизвестковые мелкоалевритовые илы. В Южном Каспии преобладают сравнительно тонкозернистые осадки – слабоизвестковые глинистые илы, которые в пределах восточного материкового склона сменяются слабоизвестковыми алевритово-глинистыми илами.

Относительно высококарбонатные осадки (более 30% CaCO_3) – известковые глинистые илы пользуются локальным распространением и встречены у восточной окраины глубоководной котловины Южного Каспия.

Сравнение карты литологических типов мангышлакских осадков (см. рис. 18) с аналогичной картой для новокаспийского яруса (см. рис. 10) обнаруживает как черты сходства, так и некоторые отличия между ними. На месте новокаспийских известковых и слабоизвестковых глинистых илов в мангышлакское время накапливались слабоизвестковые глинистые и алевритово-глинистые илы. В мангышлакских осадках больше роль бескарбонатных алевритово-глинистых и мелкоалевритовых илов. Особенно резкие различия видны в осадках восточной половины Южного Каспия, где на месте высококарбонатных (более 50% CaCO_3) тонкозернистых известковых илов и известковых глинистых илов, характерных для новокаспийского времени и современного этапа, в мангышлакское время накапливались слабоизвестковые алевритово-глинистые и даже мелкоалевритовые илы. Таким образом, очевидна значительно меньшая карбонатность и большая крупнозернистость мангышлакских осадков. Эти различия связаны со своеобразием палеогеографической обстановки мангышлакского времени (о чем пойдет речь ниже). Вместе с тем общая картина распределения осадков по площади дна в обоих случаях довольно сходна. Например, области накопления наиболее тонкозернистых осадков в новокаспийском ярусе и в мангышлакском горизонте практически совпадают. Это может рассматриваться как свидетельство одинакового механизма распределения осадков по дну моря в эти периоды.

2. ДАГЕСТАНСКИЙ ГОРИЗОНТ

Отложения третьей толши каспийских осадков – дагестанского горизонта, имеющего также верхнехвалынский возраст, – вскрыты в значительно меньшем количестве мест (106 колонок). Как уже отмечалось, литологические особенности и стратиграфическое положение позволяют увязывать этот горизонт с одной из последних трансгрессивных стадий верхнехвалынского бассейна (предположительно дагестанской).

Отличительными чертами дагестанских осадков, общими для всего моря, являются их тонкозернистость, низкая карбонатность, коричневая окраска и значительно большая, чем для мангышлакского горизонта, однородность по площади. Однако в некоторых районах осадки имеют свои особенности.

На западном материковом склоне Среднего Каспия дагестанская толща имеет небольшую мощность (0,3–1 м) и сложена относительно крупнозернистыми осадками с содержанием пелитовой фракции 50–58% (рис. 19) и карбонатностью 8–23% (рис. 20). В осадках присутствуют хорошо окатанные гравий и галька (1–10 мм) карбонатных пород. Несмотря на небольшую мощность, выделяется две части: верхняя – сравнительно крупнозернистая и нижняя – более тонкозернистая.

В центральной части Среднего Каспия на обширном пространстве развиты однообразные коричневые глинистые илы с карбонатностью 8–11%. К основанию горизонта несколько возрастает алевритистость осадка и появляется коричневато-серая окраска. Среди тонкозернистых осадков встречаются включения окатанных обломков ракуши размером до 5 мм. Мощность горизонта 0,25–2,5 м.

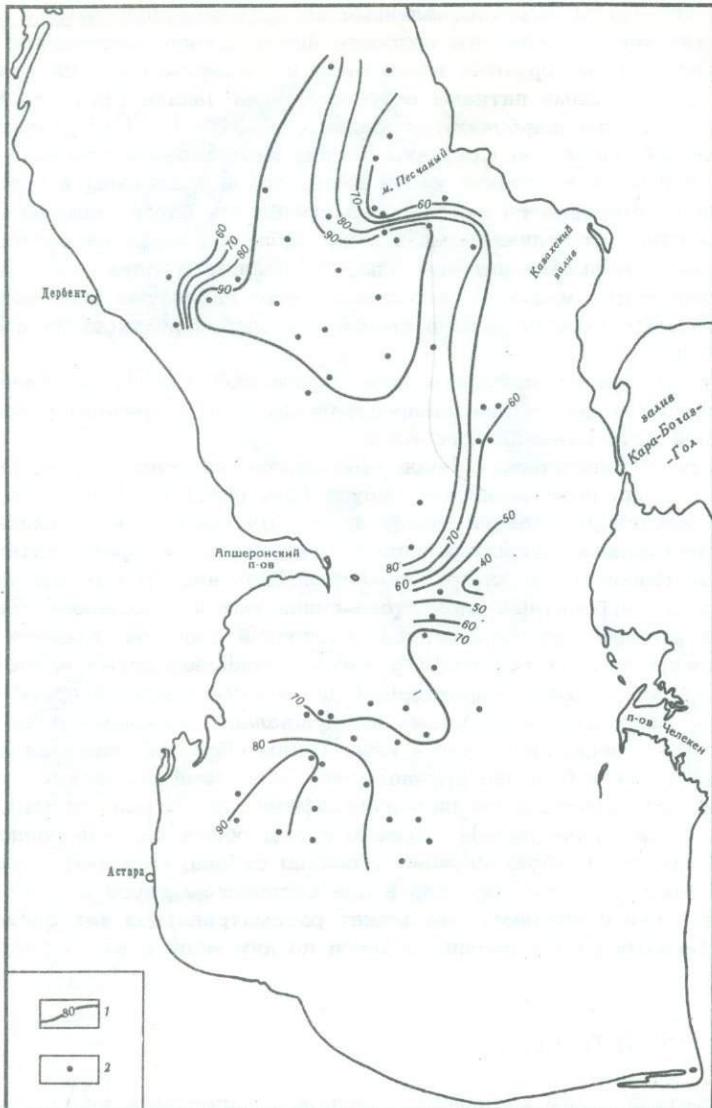


Рис. 19. Распределение пелитовой фракции в осадках дагестанского горизонта.

1 – изолинии содержания (%); 2 – места отбора колонок, в которых вскрыт дагестанский горизонт

Вблизи края восточного шельфа Среднего Каспия осадки более крупнозернистые (56–83% пелитовой фракции) и содержат несколько больше CaCO_3 – до 20–26%. Это алевритово-глинистые и глинистые слабоизвестковые илы. В осадках много окатанных обломков карбонатных пород (мергеля и оолитового известняка) размером от 0,3 до 15 мм. Много также раковинного материала, местами образующего прослои 5–10 см мощности. Примерно такой же характер имеют дагестанские осадки на Апшеронском пороге, но там несколько меньше обломков ракушек, а размеры галек доходят до 2,5 см. По-видимому, отмечавшиеся на Апшеронском пороге глубоководные галечники, содержащие обломки известняков и хлоритовых песчаников (Батурина, Копылова, 1956), связаны с выходами на поверхность дна в центральной части порога именно дагестанского горизонта.

В глубоководной части Южного Каспия дагестанский горизонт имеет тот же характер, что и в центральной части Среднего Каспия. Он образован малокарбонатными (8–12% CaCO_3) глинистыми илами. В верхней части разреза это обычно корич-

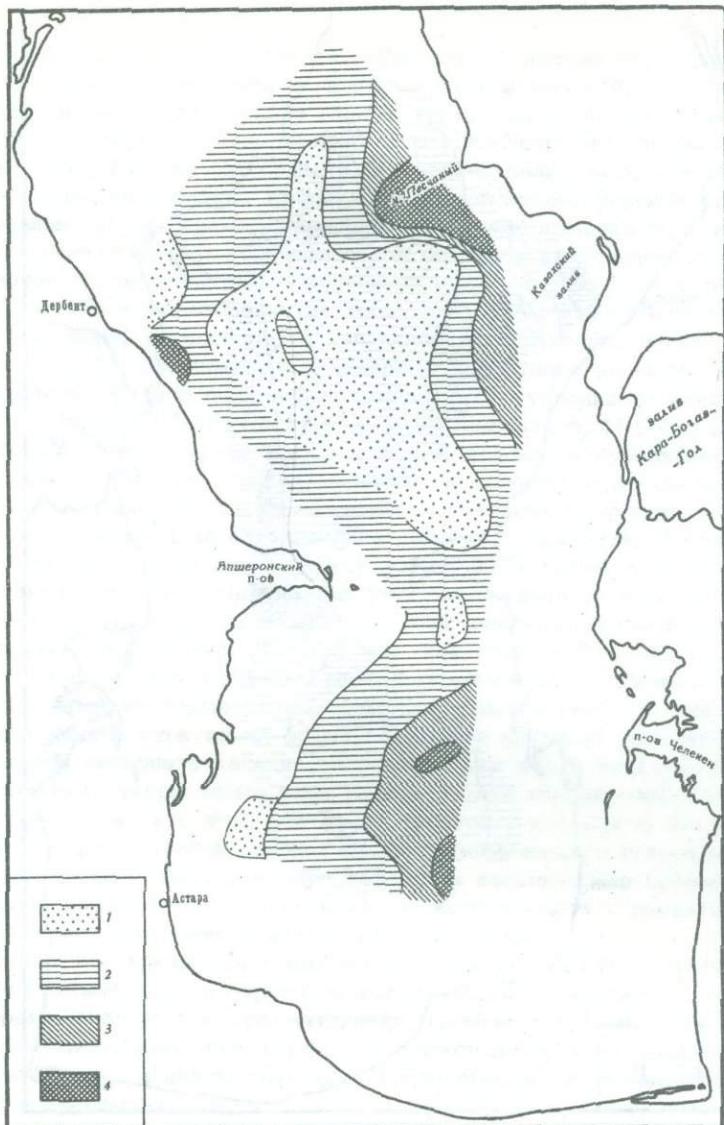


Рис. 20. Распределение CaCO_3 в осадках дагестанского горизонта (в %)

1 - менее 10; 2 - 10-15; 3 - 15-20; 4 - более 20

невые слабоизвестковые глинистые илы, к основанию толщи несколько повышается примесь мелкоалевритового материала и осадок приобретает серовато-коричневую окраску. Вблизи края восточного шельфа это повышение крупнозернистости более резко. Изредка в осадках встречаются хорошо окатанные обломки раковин диаметром до 5 мм. Видимая мощность дагестанского горизонта в Южном Каспии достигает 2-3 м, подошва нигде не вскрыта. На контакте с мангышлакским горизонтом лежит очень выдержаненный по площади всей южнокаспийской котловины (так же как и Дербентской котловины Среднего Каспия) небольшой прослой темно-серого глинистого ила мощностью в несколько сантиметров. Ил тонкослоистый, с включениями сульфидов, которые отсутствуют как в вышележащих мангышлакских, так и в подстилающих дагестанских осадках.

Закономерности распределения литологических типов дагестанских осадков (рис. 21) и отдельных их компонентов (гранулометрических фракций, обломочной части, карбонатной составляющей) показывают, что эти осадки формировались преимущественно за счет терригенного материала, поставлявшегося реками главным образом север-

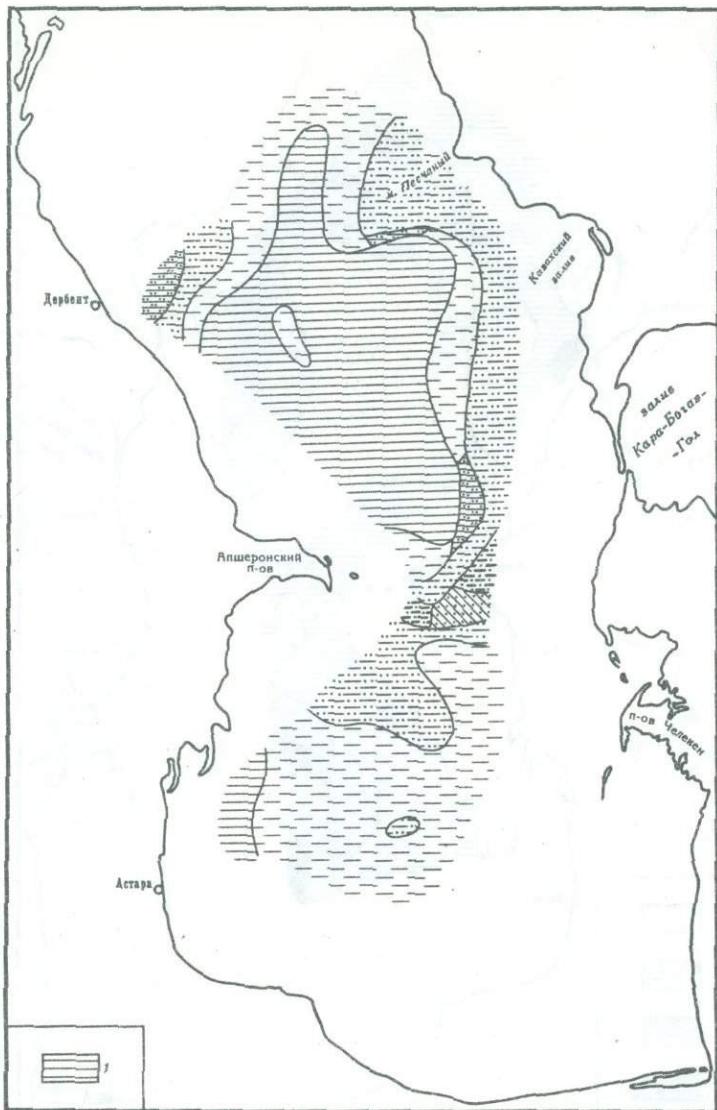


Рис. 21. Литологические типы осадков дагестанского горизонта
1 — глинистые илы. Остальные условные знаки см. на рис. 18

ного и западного побережий. Разнос материала в море осуществлялся круговым течением, в результате чего в халистатических областях формировались наиболее тонкозернистые осадки. Участки значительного погружения осадков в отдельных местах западного материкового склона Среднего Каспия и в особенности на Ашхеронском прогее свидетельствуют, по-видимому, об интенсивных придонных течениях, действовавших в дагестанское время.

3. НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ВРЕМЕНИ НАКОПЛЕНИЯ МАНГЫШЛАКСКОГО И ДАГЕСТАНСКОГО ГОРИЗОНТОВ

Приведенная в предыдущих разделах характеристика осадков свидетельствует о большой изменчивости их литологии по разрезу. Периоды накопления тонкозернистого глинистого материала сменялись периодами преобладания более крупнозернистых осадков; после отложения терригенных малокарбонатных илов начинали накапливаться известковые илы и т.д. Все это говорит о том, что обстановка осадконакопле-

ния испытывала значительные изменения. Имеющиеся данные позволяют сделать некоторые предположения о характере и причинах этих изменений.

Основываясь на результатах работ многих исследователей, в данном случае хорошо согласующихся между собой, можно достаточно уверенно говорить о том, что тектонический режим Каспийской области в течение хвалынского и новокаспийского времени существенно не менялся. Следовательно, изменения условий осадконакопления, происходившие за это время, обусловлены не тектоническими, а иными причинами, а именно сменой физико-географической обстановки. Определяющими, по-видимому, являются крупномасштабные колебания климата, с которыми были связаны такие важные для осадкообразования факторы, как объем и состав речного стока, положение уровня моря, интенсивность вертикальной циркуляции водных масс и т.д.

По имеющимся представлениям, верхнехвалынская стадия развития Каспийского бассейна синхронизируется с последними стадиями отступления валдайского оледенения (Леонтьев и Федоров, 1953; Леонтьев, 1959; Шитников, 1956). Видимо, верхнехвалынское время совпадает с арктическим и первой половиной субарктического периода голоцен (10–12 тысяч лет назад) – наиболее холодными и влажными периодами за все голоценовое время. Рассмотрим, в каких условиях протекало осадкообразование в этот период – период накопления дагестанского горизонта. Уровень моря занимал довольно высокое (-16 м абсолютной выс.) положение – выше современного. Состав и особенности распределения осадков, как уже подчеркивалось в соответствующих разделах, свидетельствуют о том, что размещение основных речных артерий было близким к современному; примерно такой же, как сейчас, была и схема основных поверхностных течений, производивших разнос терригенного материала (циклонический круговорот). Низкие температуры воды (холодный климат) и пониженная соленость (обильный речной сток из-за общей влажности климата) препятствовали химическому выпадению карбоната кальция, в связи с чем почти повсеместно накапливались малокарбонатные терригенные илы. Низкие температуры карбонатонакопления были, вероятно, связаны также и с тем, что из-за суровости климата в бассейне стока еще не были развиты в достаточной степени процессы химического выветривания, которые могли бы способствовать выносу в море карбоната кальция. Эти процессы стали более интенсивными позднее, с установлением мягкого климата и развитием черноземного типа почвообразования уже в новокаспийское время.

В верхнехвалынское время море замерзло в значительно более южных районах, чем сейчас, по крайней мере в береговой полосе. Льды, разносимые течением, участвовали в перемещении осадочного материала. Именно с транспортирующей деятельностью льдов мы связываем присутствие в глубоководных осадках окатанных крупных обломков явно мелководного генезиса. Такие обломки встречены не только в Среднем, но и в Южном Каспии.

В пользу того, что в верхнехвалынское время существовал разнос обломочного материала льдами, свидетельствуют следующие факты:

1. Наличие среди относительно тонкозернистых осадков – глинистых и алевритово-глинистых илов – обломков от 0,5 до 2,5 см, т.е. по размерности отвечающих интервалу от среднезернистого песка до мелкой гальки.

2. Явно мелководный характер этих обломков: хорошая окатанность, очень часто встречаются оолиты и окатанные обломки толстостенной ракушки.

3. В ряде случаев состав указанного материала соответствует составу древних пород береговых обрывов суши (ракушечный известняк, оолитовый известняк, плитчатый мергель).

4. Спорадическое распределение относительно грубозернистого материала, наличие его почти во всех колонках и увеличение концентраций в тех местах, где сокращается мощность верхнехвалынского горизонта в связи с интенсивными придонными течениями.

5. Отсутствие каких-либо намеков на возможность приноса этого материала с мелководья за счет оползней и супензионных потоков, что выражается в следующем: а) в местах вкраплений гальки, гравия, частиц песчаных размерностей нет никаких структурных изменений, которые указывали бы на наличие подводных оползней или супензионных потоков, так называемой градационной слоистости, брекчирования и перемягкости осадков, срезания плоскостей напластования и пр.; б) геоморфология многих участков, где вскрыты верхнехвалынские отложения с рассеян-

ным грубообломочным материалом, исключает возможность образования супензионных потоков (осевая зона Апшеронского порога, восточный материковый склон, бровка восточного шельфа).

Существенные изменения палеогеографической обстановки, отразившиеся на литологии осадков, произошли в следующую — мангышлакскую стадию развития Каспийского бассейна. Началась регрессия, во время которой уровень моря снизился на несколько десятков метров по сравнению с предыдущей стадией. По нашим данным, уже опубликованным ранее (Маев, Лебедев, 1963), снижение уровня моря во время мангышлакской регрессии было намного значительнее (не менее 30 м ниже современного уровня), чем это признавалось до сих пор большинством исследователей (10–12 м). Сейчас не только наши данные, но и ряд новых фактов заставляют прежних сторонников малых масштабов регрессии если и не признавать полностью, то допускать возможность более глубокой регрессии (Леонтьев и др., 1972).

Наиболее благоприятные условия для крупной регрессии были во вторую половину субарктического периода и в boreальный период, характеризовавшийся наибольшей сухостью за голоценовое время. В абсолютном летоисчислении этот этап соответствует интервалу времени 7–10 тыс. лет назад.

Значительное снижение базиса эрозии (уровня моря) вызвало усиление эрозионной деятельности рек. В море стал поступать более крупнозернистый материал, сменивший преимущественно глинистые осадки предыдущего этапа. Наиболее крупнозернистые осадки относятся примерно к середине boreального периода (максимум регрессии). Довольно высокими были и скорости накопления осадков, по-видимому, в 1,5–2 раза выше, чем в среднем за период новокаспийской трансгрессии.

Как и в предыдущую стадию, в мангышлакское время реки, поставлявшие осадочный материал в море, размещались примерно так же, как и сейчас, с тем только отличием, что имелся дополнительный источник терригенного материала (вероятно, Узбай) на востоке Южного Каспия. Об этом отчетливо свидетельствуют литологические особенности и мощности осадков этого района¹. Характер течений, судя по размещению осадков, оставался в основных чертах неизменным (циклонический круговорот). Можно заметить участки, где действовали интенсивные придонные течения, вызвавшие уменьшение мощности с одновременным увеличением крупности осадков. Такими районами, вероятно, были участки западного материкового склона Дагестана, зона бровки восточного шельфа, осевая часть возвышенности мыса Песчаного. Можно с достаточной уверенностью говорить о развитии супензионных течений в пределах средней части западного материкового склона Среднего Каспия и юго-восточного участка в Южном Каспии. Следами деятельности этих течений являются градационная слоистость осадков и своеобразные черты рельефа в указанных районах. Вероятно, благоприятными условиями для развития супензионных потоков в эпоху мангышлакской регрессии явились высокие темпы осадконакопления и приближенность устьев рек к внешней кромке шельфа. Край шельфа в это время располагался там же, где и сейчас, и имел примерно те же морфологические черты, но из-за снижения уровня моря ширина шельфа была примерно на 1/3–1/2 меньше современной.

Как и во время дагестанской стадии, в эпоху регрессии происходил широкий разнос крупнообломочного прибрежного материала плавучими льдами. Видимо, это может служить свидетельством несколько более холодного климата, чем в последующее (новокаспийское) время. С такими климатическими условиями связано также незначительное (хотя и немного большее, чем в дагестанское время) накопление карбоната кальция.

Одним из существенных литологических признаков, отличающих хвалынские осадки от новокаспийских, является разная окраска осадков, связанная с неодинаковыми геохимическими условиями их формирования. Серая окраска новокаспийских отложений обусловлена накоплением их в восстановительной обстановке, что подтверждается обилием пирита в этой толще. Преобладающий коричневый цвет осадков нижележащих горизонтов, несомненно, связан с окислительной обстановкой их образования.

¹ Наши выводы о речном стоке в Южный Каспий с востока в предновокаспийское время (Маев, 1962) подтверждены недавними исследованиями С.А.Горбаренко (1972).

Бедность этих осадков органикой (см. гл. VI, а также работы: Маев, Багиров, 1970; Юркевич и др., 1962) способствовала тому, что, будучи погребенными под мощной толщей молодых отложений, они все же сохранили свое окисленное состояние. Это не единственный пример нахождения погребенных окисленных илов. Погребенные окисленные осадки известны в Тихом океане (Фомина, 1962, и др.), в Норвежском море (Литвин, 1959) и т.д. Какие же особенности моря в верхнехвалынское время обусловили господство окислительной обстановки в придонных слоях воды и в осадках? Насыщенность придонного слоя воды кислородом зависит от интенсивности вертикальной циркуляции в бассейне. Общая характеристика такой циркуляции на Каспии дана в работах С.В.Бруевича (1937), Б.Н.Абрамова (1959) и др. Показано, что более холодные воды в силу своей большей плотности (так же как и воды с повышенной соленостью) в процессе вертикальной циркуляции могут достигать больших глубин; и поэтому, чем сильнее охлаждение, тем интенсивнее будет происходить аэрация придонных слоев воды. Естественно, что в эпоху верхнехвалынской трангрессии климатическая обстановка была такова (валдайское оледенение), что обеспечила достаточную интенсивность вертикальной циркуляции вод, обусловила насыщенность придонного слоя воды кислородом и способствовала накоплению окисленных осадков, которые в силу ничтожного содержания в них органики сохранили свое окисленное состояние (и коричневый цвет) до настоящего времени. Отметим, кстати, что на накопление преимущественно окисленных осадков в течение хвалынского века указывали многие авторы по данным сухогутных исследований.

Далее, гидрологические работы тридцатых годов неоднократно обнаруживали в глубоких частях Южного Каспия сероводородное заражение — вертикальная циркуляция не захватывала придонные слои воды. Но уже с 1934 г. началось резкое падение уровня моря, и вскоре сероводородное заражение исчезло. Появился кислород, содержание его у дна все возрастало. Затем уже и литологи обратили внимание на то, что на поверхности осадка появилась окисленная коричневая пленка. Связь двух явлений — падения уровня и усиления аэрации придонных вод — была установлена с несомненностью (Бруевич, 1939; Абрамов, 1959, и др.). По этому вопросу имеется обширный материал. Снижение уровня Каспия наблюдается тогда, когда испарение превышает приток вод и сопровождается, как правило, увеличением солености воды. Более соленая вода, имея большую плотность, способна в процессе вертикальной циркуляции опускаться на большие глубины. Именно эти процессы, несомненно, привели к тому, что в эпоху мангышлакской регрессии (когда и уровень моря и соленость воды изменились в неизмеримо большей степени, чем в период 1934—1950 гг.) наблюдалась весьма интенсивная аэрация придонных вод, которая способствовала накоплению в это время, как и в период предшествующей верхнехвалынской трангрессии, окисленных осадков с коричневой окраской. Таким образом, цвет осадка — важный литологический показатель, связанный с вполне определенными изменениями обстановки осадконакопления, в данном случае с изменениями гидрологического и гидрохимического режима (уровень моря, температура, соленость вод и содержание в них кислорода).

Как известно, бореальный период с его сухим, но прохладным климатом сменился примерно 7 тыс. лет назад периодом атлантическим, в течение которого господствовал мягкий (теплый и влажный) климат. Судя по разрезу каспийских осадков, смена климатической обстановки была очень резкой, быстрой. Начала развиваться новокаспийская трангрессия. Высокие температуры уменьшили количество CO_2 в воде, создав условия для химического осаждения извести из морской воды. В водо-сборном бассейне в то же время стали формироваться черноземные почвы, в связи с чем растворенный CaCO_3 стал интенсивно сноситься в море. Это привело к тому, что на протяжении всего новокаспийского времени каспийские воды были пересыпаны карбонатом кальция. Наиболее благоприятные условия для его осаждения были, естественно, в самый теплый период — атлантический ("климатический оптимум голоцен"). Этим объясняется наибольшая карбонатность именно нижней части новокаспийского яруса.

Как уже указывалось, подсчеты по сезонной микрослоистости в каспийских осадках позволили нам определить длительность новокаспийского этапа, которая оказалась равной примерно 6,5 тыс. лет. Эта датировка хорошо согласуется с приводи-

мой здесь параллелизацией основных событий поздне- и послехвальинской истории Каспия с известными климатическими периодами голоцене.

Таким образом, рассмотренный в этой главе материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Вскрытый с помощью поршневых грунтовых трубок разрез глубоководных каспийских осадков помимо новокаспийского яруса включает также мангышлакский и дагестанский горизонты, относящиеся к верхнехвальинскому времени.

2. Литологические особенности, химический состав, мощности и закономерности распределения осадков каждого из горизонтов отражают физико-географическую обстановку, в которой они формировались.

3. Дагестанский горизонт представляет собой отложения верхнехвальинской трангрессии, совпадавшей по времени с арктическим периодом и частью субарктического периода голоцене и закончившейся примерно 10 тыс. лет назад. Мангышлакский горизонт формировался в условиях глубокой регрессии, имевшей место в конце субарктического и на протяжении всего бореального периода (7-10 тыс. лет назад). Начиная с атлантического периода (7 тыс. лет назад) развивается новокаспийская трангрессия.

4. Осадки мангышлакского и дагестанского горизонтов сложены преимущественно терригенным материалом, приносившимся реками. Размещение речных систем было близким к современному. Отличие заключалось в речном стоке с восточного берега Южного Каспия в период мангышлакской регрессии.

5. Разнос осадочного материала в пределах моря осуществлялся течениями, характер которых был также близок к современному (циклонический круговорот). Получены данные о существовании придонных течений и супензионных потоков и об интенсивности вертикальной циркуляции в верхнехвальинское время. По-видимому, более существенную роль, чем сейчас, играл разнос материала льдами.

6. Шельф уже был сформирован к верхнехвальинскому времени, и край шельфа, располагавшийся примерно там же, где и сейчас, оказывал воздействие на распределение осадков.

7. Размещение в пределах дна Каспия литологических типов дагестанских и мангышлакских осадков, их мощности свидетельствуют об определяющем влиянии на процессы осадконакопления физико-географической обстановки (речной сток, система течений). Существенные изменения литологических особенностей осадков от дагестанского к мангышлакскому горизонту и от мангышлакского горизонта к новокаспийскому ярусу связаны с резкой сменой климатической обстановки.

Г л а в а V

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ НОВОКАСПИЙСКИХ И ВЕРКРХНЕХВАЛЫНСКИХ ОСАДКОВ

До настоящего времени минеральный состав осадков Каспийского моря был изучен лишь для поверхностных отложений (Саркисян, 1938; Сулейманов, 1947; Кленова и др., 1962; Арутюнова, 1956, 1957; Скорнякова, 1955; Алексина, 1958, 1962; Попов, 1956). Лишь для осадков Апшеронского порога были данные по более глубоко залегающим отложениям (Кленова и др., 1962). Все эти работы касались минерального состава алевритовой фракции. Глинистые минералы современных осадков Южного Каспия исследовались Э.А. Даидбековой и М.Б. Хеировым.

Минеральный состав всей толщи верхнечетвертичных отложений столь обширных участков Среднего и Южного Каспия был изучен нами практически впервые. В связи с особенностями гранулометрического состава минералогическому анализу подвергались алевритовая и глинистая фракции осадков. Разделение алевритовой фракции производилось в жидкости Туле с удельным весом 2,7. Минеральный состав этой фракции изучался иммерсионным методом под поляризационным микроскопом. Для изучения глинистой фракции были выполнены дифрактометрические анализы и сделаны электронно-микроскопические снимки в лаборатории физических методов исследований ИГиРГИ. Все образцы были исследованы дифрактометрическим методом ($\text{CuK}\alpha$ -излучение). Для лучшего выявления состава глинистых минералов образцы исследовались в виде ориентированных агрегатов как в естественном состоянии, так и насыщенные глицерином.

Минералогический анализ алевритовой фракции выполнен для 445 образцов из 96 колонок. Кроме того, были просмотрены под микроскопом и описаны шлифы коренных пород из выбросов грязевых вулканов и сопочной брекчии. Глинистая фракция анализировалась для 51 образца из 20 колонок. Минеральный состав поступающего в Каспийское море обломочного материала зависит от состава пород питающих провинций. Волгой с Русской платформы сюда выносятся кварц, ильменит, роговая обманка, дистен и ставролит (Батурина, 1947). Был исследован также минеральный состав взвесей, собранных в устье Волги и прилежащих к ней районах – из рукавов Бахтемир, Верхний Лебяжий, Дамчик и о. Искусственный. Глинистая фракция этих взвесей состоит в основном из монтмориллонита и гидрослюды. Кроме этих компонентов присутствует каолинит, а в районе Верхний Лебяжий отмечен еще и хлорит. Кроме этих основных компонентов во взвеси встречены кварц (о. Искусственный), кальцит и полевые шпаты (р. Бахтемир).

Горными реками западного побережья с северного склона Главного Кавказского хребта и Предкавказья поставляются амфиболы, пироксены, эпидот, мусковит, минералы устойчивой группы. Исследование взвеси р. Сулака показало, что основным компонентом глинистой фракции в ней является гидрослюда. Кроме того, она содержит каолинит и хлорит, а также кварц и полевые шпаты. В южной части моря основными питающими артериями являются реки Кура и Аракс, дренирующие разнообразный комплекс пород. В верхнем течении – это вулканогенные формации, а в нижнем верхнетретичные и четвертичные отложения песчаного и глинистого состава. Кура и Аракс выносят пироксены, роговые обманки, кварц, полевые шпаты, вулканическое стекло. Выносимый этой речной системой кластический материал отличается различной окраской: красновато-коричневый оттенок связан с выносами р. Аракса, а серые и буровато-черные осадки доставлялись р. Курай. Это создает полиминеральность глинистой фракции выносимого р. Курай материала. Преобладающим глинистым минералом является гидрослюда, есть также монтмориллонит, каолинит, хлорит и вермикулит.

Последний отмечен в аллювиально-пролювиальной фации осевой части Куринской депрессии и южных предгорий Большого Кавказа (Пашалы, 1964). Выносы рек Талыша имеют преимущественно авгито-магнетитовый состав (Батурина, 1947). Терригенный материал, поступающий в восточную часть моря за счет абразии побережий, состоит преимущественно из рудных минералов, слюд, кварца, эпидота, ширкона, граната, дистена, обломочного кальцита и значительного количества биогенных компонентов (Алексина, 1958).

В Южном Каспии на осадконакопление существенное влияние оказывают грязевые вулканы, которые не только поставляют обломочный материал, но и влияют на геохимическую обстановку, способствуя образованию аутигенных минералов. Минеральный состав алевритовой фракции сопочного ила различных вулканов отличается друг от друга. Это вызывается тем, что эруптивные аппараты вулканов пронизывают разные по возрасту и составу породы, что обуславливает принос аллотигенного материала, характерного для этих пород. Так, исследование алевритовой фракции сопочного ила из выбросов грязевых вулканов на хребте Абиха показало, что по минеральному составу присутствуют осадки трех типов. В тяжелой фракции осадков первого типа преобладает пирит (75–85%) и отмечено незначительное количество лимонита, магнетита, граната, ширкона, слюд и роговой обманки. В легкой фракции отмечены кварц, полевые шпаты и обломки пород. Во втором типе количество пирита сокращается (до 35%), но увеличивается содержание лимонита, мусковита, эпидота и цоизита. Состав минералов легкой фракции остается тем же. Третий тип отличается большим содержанием слюд (30%), измененных минералов и лимонита. Легкая фракция состоит главным образом из обломков пород (54%), вулканического стекла (17%), слюд и незначительного количества кварца и полевых шпатов. Песчаная фракция сопочного ила хотя и обеднена минеральными компонентами, но также подтверждает наличие трех типов осадков. Иной минеральный состав имеет сопочный ил с хребта Шатского. В нем отмечено значительное количество пирита (30%), магнетита, мусковита, присутствуют устойчивые минералы, а также сфен, роговые обманки, пироксены, эпидот, цоизит, доломит и глауконит. В легкой фракции много полевых шпатов (40%), кварца, мусковита, кальцита, обломков пород и измененных минералов. Судя по более разнообразному комплексу минеральных компонентов этого грязевого вулкана, можно предположить, что корни его расположены значительно глубже. Кроме сопочного ила в сопочную брекчию часто включены твердые продукты выбросов – гравий, галька песчаников, глин, известняков и т.д.

Извержения грязевых вулканов влияют и на состав и распределение глинистых минералов, так как среди выбросов грязевых вулканов есть глины различного минерального состава. Так, в пределах Бакинского архипелага отмечен разнообразный состав глинистых минералов, доминирующей является гидрослюдя, но присутствуют также бейделлит, а изредка каолинит и монтмориллонит. Содержание этих минералов в осадках западного шельфа увеличивается в южном направлении, что может быть связано с увеличением количества амфиболов и пироксенов в осадках, за счет разложения которых образуется монтмориллонит. Этот минерал мог образоваться и при разложении вулканических пеплов, содержащихся в некоторых отложениях антропогена (Сулейманов, Пашалы, 1963). Таким образом, грязевые вулканы являются поставщиками дополнительного кластического материала и обогащают осадки целым рядом минеральных компонентов.

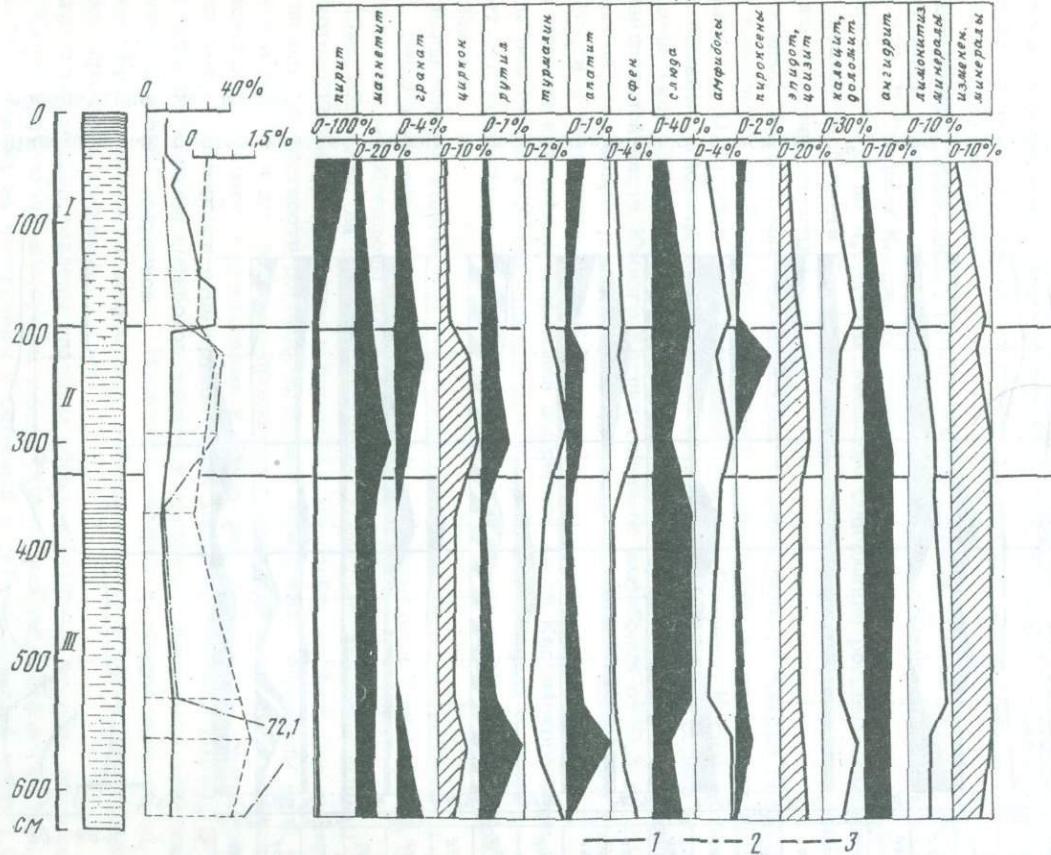
1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ АЛЕВРИТОВОЙ ФРАКЦИИ

Распределения основных минеральных компонентов по вертикальному разрезу новокаспийских и верхнехвальянских отложений представлены для Среднего Каспия по кол. 243 (рис. 22а), для Южного Каспия – по кол. 83 (рис. 22б), а средний минеральный состав приведен в табл. 3.

Для выяснения закономерностей пространственного распределения минеральных компонентов алевритовой фракции верхнечетвертичных отложений и их связи с питающими провинциями были построены схемы распределения отдельных минералов тяжелой и легкой фракций. Для каждой проанализированной колонки были подсчитаны средние значения для отдельных горизонтов, которые и легли в основу схем.

Колонка 243

Тяжелая фракция



Легкая фракция

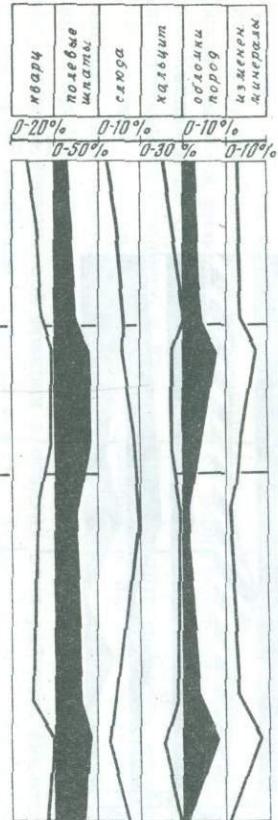


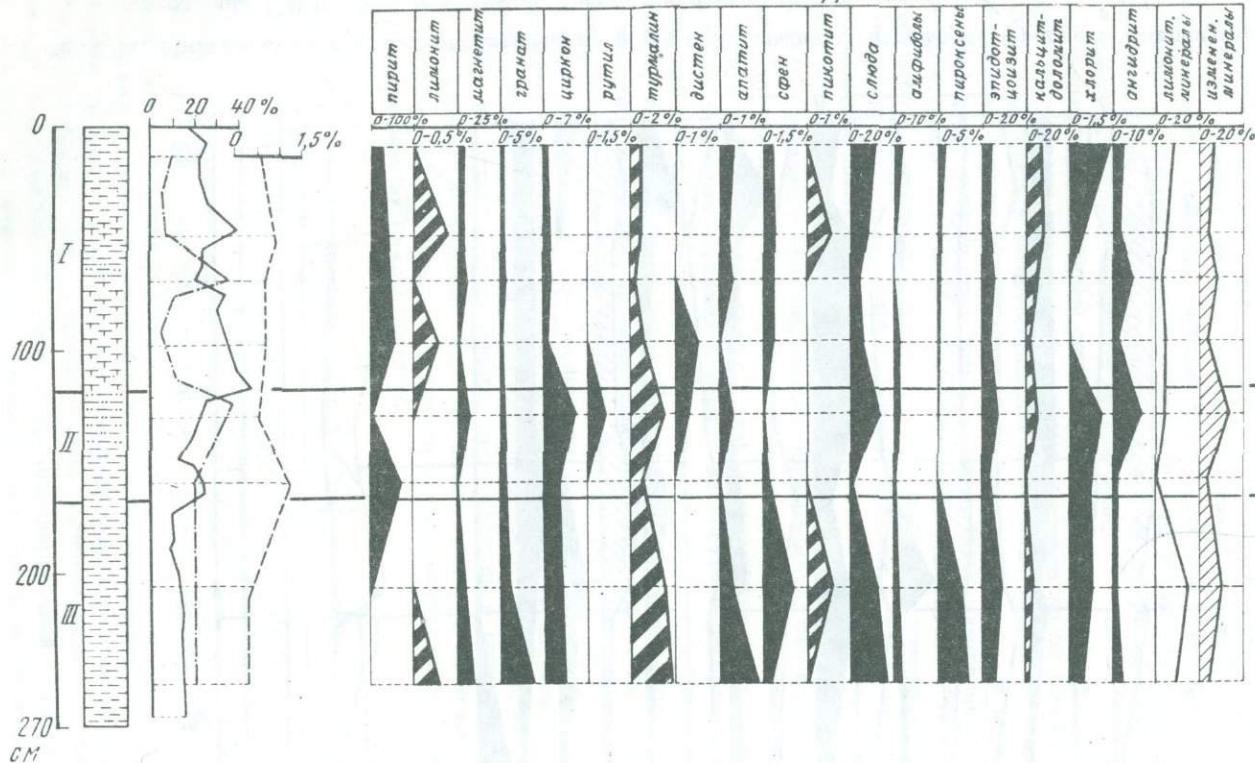
Рис. 22а. Минеральный состав новокаспийских и верхнекхвалынских отложений Среднего Каспия (кол. 243)

1 - содержание CaCO_3 ; 2 - содержание алевритовой фракции; 3 - содержание тяжелой фракции. Возраст отложений (цифры в колонках): I - новокаспийский ярус; II - мангышлакский горизонт; III - дагестанский горизонт

Условные знаки литологии см. на рис. 3

Колонка 83

Тяжелая фракция



Легкая фракция

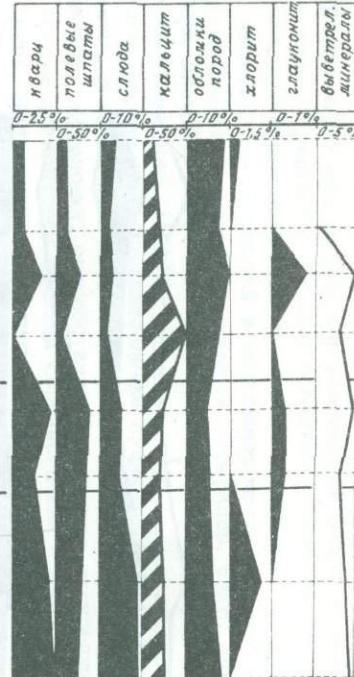


Рис. 226. Минеральный состав новокаспийских и верхнекхвалынских отложений Южного Каспия (кол. 83)

Условные обозначения см. на рис. 22а

Тяжелая фракция

Наиболее характерными минералами тяжелой фракции (в порядке их процентного значения) являются пирит, слюда, эпидот и цоизит, магнетит, лимонит, роговые обманки, гранат, ширкон, сфен, пироксены, турмалин, рутил, дистен, апатит, пикотит, кальцит, глауконит, лимонитизированные и измененные минералы (табл. 3). Среднее содержание тяжелой фракции изменяется от незначительного количества до 2,17% в Среднем Каспии и до 0,76% в Южном. Распределение тяжелой фракции в новокаспийских отложениях Среднего и Южного Каспия контролируется несколькими факторами. Во-первых, очень значительно проявляется влияние гидродинамики бассейна и связанной с ней гранулометрии отложений. Так, повышенное содержание тяжелой фракции на хребте Абиха и в прилежащих к нему районах согласуется с более высоким количеством алевритовой фракции в осадках этих районов. Во-вторых, существенным фактором являются гидрохимические условия. Так, восстановительная среда способствует образованию пирита, и тем самым повышает содержание тяжелой фракции. Третьей причиной, контролирующей распределение тяжелой фракции, являются локальные особенности: выносы небольших рек, грязевые вулканы, выходы отложений более древних горизонтов, способствующие обогащению близлежащих районов рядом тяжелых минералов.

Аллотигенные минералы. Группа амфиболов и пироксенов. Амфиболы представлены главным образом роговой обманкой обыкновенной и базальтической (рис. 23). В Среднем Каспии их среднее содержание изменяется от 0,6 до 11,4%, в Южном – от 0,3 до 4,6%. Максимальное содержание роговых обманок приурочено к северо-западной части Среднего Каспия и к участку восточного склона, расположенного севернее широты мыса Суэ.

В осадках центральных глубоководных впадин Среднего Каспия содержание амфиболов колеблется от 2 до 5%, а на восточном склоне и прилежащих участках ложа впадины – от 0 до 2%. В юго-западном секторе Среднего Каспия содержание роговых обманок в новокаспийских отложениях уменьшается от берега в море от 4,3 на шельфе (кол. 371) до 1,85% в южной части глубоководной котловины. Отложения центральной части Южного Каспия содержат амфиболов от 0,3 до 2%. В сторону берегов содержание роговых обманок увеличивается: у западного побережья – до 2,8%, а у восточного – до 5,5%.

Основным источником амфиболов в Средней части Каспийского моря являются выносы рек Волги и Урала, причем выносы р.Урала, который в своем течении размывает зеленокаменные породы, отличаются от волжских большим содержанием роговых обманок.

Дополнительное количество этих минералов поставляют реки Терек, Уллучай и Ахчай. Береговые породы и осадки шельфа от полуострова Тюб-Караган до мыса Песчаного также обогащены роговой обманкой (Алексина, 1962).

В Южном Каспии, на западе, источником амфиболов являются выносы р.Куры, притоки которой дренируют сланцы и песчаники мезозойского флиша, а также магматические породы, в частности роговообманковые порфириты. Минералы этой группы поступают в осадок и при размытии продуктов грязевулканических извержений вулканов Бакинского архипелага и прилежащих к этому району осадков, содержащих значительное количество минералов этой группы – до 15% (Арутюнова, 1956). В восточной части моря источником амфиболов являются продукты разрушения кристаллических сланцев и основных эффузивов Иранского нагорья и изверженных пород, выходящих в районе Красноводска на полуострове Шах-Адам и на Уфра, а также размываемые выбросы грязевых вулканов.

Пироксены представлены главным образом авгитом, но есть диопсид и гиперстен. Карта составлена для суммы всех встреченных пироксенов (см.рис.23). Повышенные содержания их приурочены к северной и северо-западной частям Среднего Каспия (до 1,9%). На востоке, на северном склоне подводного продолжения мыса Песчаного, их 1,45%, а к югу от него содержание их колеблется от 1,1 до 4,0%.

Таблица 3

Средний минеральный состав алевритовой фракции верхнечетвертичных отложений Каспийского моря (содержание в %)

Район	Средний Каспий								Южный Каспий									
	запад- ный	центр- альный	восто- чный	запад- ный	центр- альный	восто- чный	запад- ный	центр- альный	восто- чный	запад- ный	центр- альный	восто- чный	запад- ный	центр- альный	восто- чный			
Возраст	новокаспийские отложения			мангышлакский горизонт			дагестанский горизонт		новокаспийские отложения			мангышлакский горизонт			дагестанский горизонт			
Тяжелая фракция, %	0,75	0,60	0,63	0,72	0,51	0,43	0,06	0,32	0,23	0,30	0,42	0,22	0,12	0,72	0,73	0,03	0,23	0,30
Пирит	32,5	31,8	42,2	4,2	3,3	5,9	4,6	6,8	3,9	60,3	54,3	31,2	26,0	21,4	11,5	9,8	2,0	3,7
Лимонит	1,6	-	-	0,7	-	0,1	0,8	-	Ед.з.	-	1,7	3,6	-	0,6	2,5	12,1	0,1	-
Магнетит, ильменит	9,2	3,3	4,4	7,9	8,7	10,9	4,6	8,4	10,9	0,7	1,6	6,8	3,7	7,5	8,3	12,6	6,5	2,4
Устойчивые минералы	7,4	4,3	4,6	9,2	9,9	9,1	3,0	6,7	7,4	3,0	1,8	3,6	2,2	6,9	4,4	6,3	7,3	11,2
Ставролит	0,1	-	-	-	Ед.з.	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	Ед.з.	-	-	-
Дистен	0,4	-	-	0,4	-	0,1	-	-	Ед.з.	0,1	0,2	0,9	0,4	0,1	0,5	0,5	-	-
Слюдя	11,1	24,0	17,0	17,0	24,9	19,2	10,0	29,3	24,9	9,8	12,4	18,8	12,6	20,3	22,1	5,6	30,4	37,8
Амфиболы	3,5	2,1	1,6	6,1	2,9	2,5	1,6	2,7	2,8	0,8	1,2	4,5	0,4	2,1	2,8	3,0	4,1	3,3
Пироксены	0,9	0,1	0,2	0,8	0,2	0,4	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	0,7	0,2	0,4	0,3	3,8	3,0	2,7
Эпидот и цоизит	11,3	6,2	8,8	13,6	12,1	14,9	2,9	9,9	14,7	5,2	6,4	9,5	5,4	10,5	9,9	19,2	16,4	14,7
Карбонаты	5,5	16,2	7,3	16,5	16,2	15,3	12,4	12,4	11,4	11,6	9,6	12,6	23,6	9,8	23,7	6,9	8,6	8,1
Ангидрит	0,5	2,1	1,7	0,4	4,5	3,4	-	4,3	2,7	1,0	0,9	0,1	1,5	3,5	2,4	-	-	0,9
Глауконит	0,1	0,3	2,7	0,8	0,1	0,1	0,6	0,1	Ед.з.	0,1	0,5	0,1	-	0,1	0,3	-	-	-
Лимонитизированные минералы	4,0	1,4	2,7	5,6	4,7	5,4	50,0	6,5	8,0	1,4	5,0	3,2	16,5	6,0	4,0	9,8	11,8	5,0
Другие измененные минералы	9,0	6,7	5,6	13,3	10,5	10,9	7,9	11,1	10,8	4,4	3,4	3,0	6,8	9,2	5,5	8,3	7,5	8,2
Остальные минералы	2,9	1,5	1,2	3,5	2,0	1,8	1,2	1,6	2,0	1,1	0,8	1,3	0,7	1,6	1,8	2,1	2,3	2,0
Легкая фракция, %	99,25	99,40	99,37	99,28	99,49	99,57	99,94	99,68	99,77	99,70	99,58	99,78	99,88	99,28	99,27	99,97	99,77	99,70
Кварц	18,0	17,2	22,8	16,5	15,5	16,9	9,5	10,2	15,6	8,7	6,5	4,4	8,3	18,0	6,2	0,6	18,6	8,2
Полевые шпаты	27,2	28,4	19,7	40,7	40,2	26,6	51,0	37,1	25,0	31,5	21,7	28,4	29,0	36,8	42,8	15,9	31,9	33,0
Мусковит	5,2	6,8	6,2	5,9	6,4	7,1	5,5	6,1	6,7	4,7	3,7	6,4	1,3	4,8	6,2	2,7	9,7	13,4
Кальцит	33,3	31,3	30,2	25,3	22,2	28,7	12,2	29,4	34,1	35,0	38,7	45,5	42,6	26,4	30,5	16,2	27,2	29,0
Глауконит	0,3	0,1	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	-	0,3	0,1	-	Ед.з	0,2
Вулканическое стекло	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Органогенные включения	9,4	2,7	12,9	0,4	0,2	1,9	-	0,2	1,1	5,4	6,3	6,7	5,2	0,8	0,6	0,6	-	1,4
Обломки пород	2,6	8,9	6,4	5,5	11,3	15,3	0,6	14,8	14,5	8,4	21,0	2,8	11,0	10,5	9,3	61,3	7,9	5,5
Выветрельные минералы	4,0	4,6	1,4	5,0	3,8	3,0	20,9	2,0	2,8	6,0	1,7	5,3	2,6	2,4	4,3	2,7	4,7	4,3

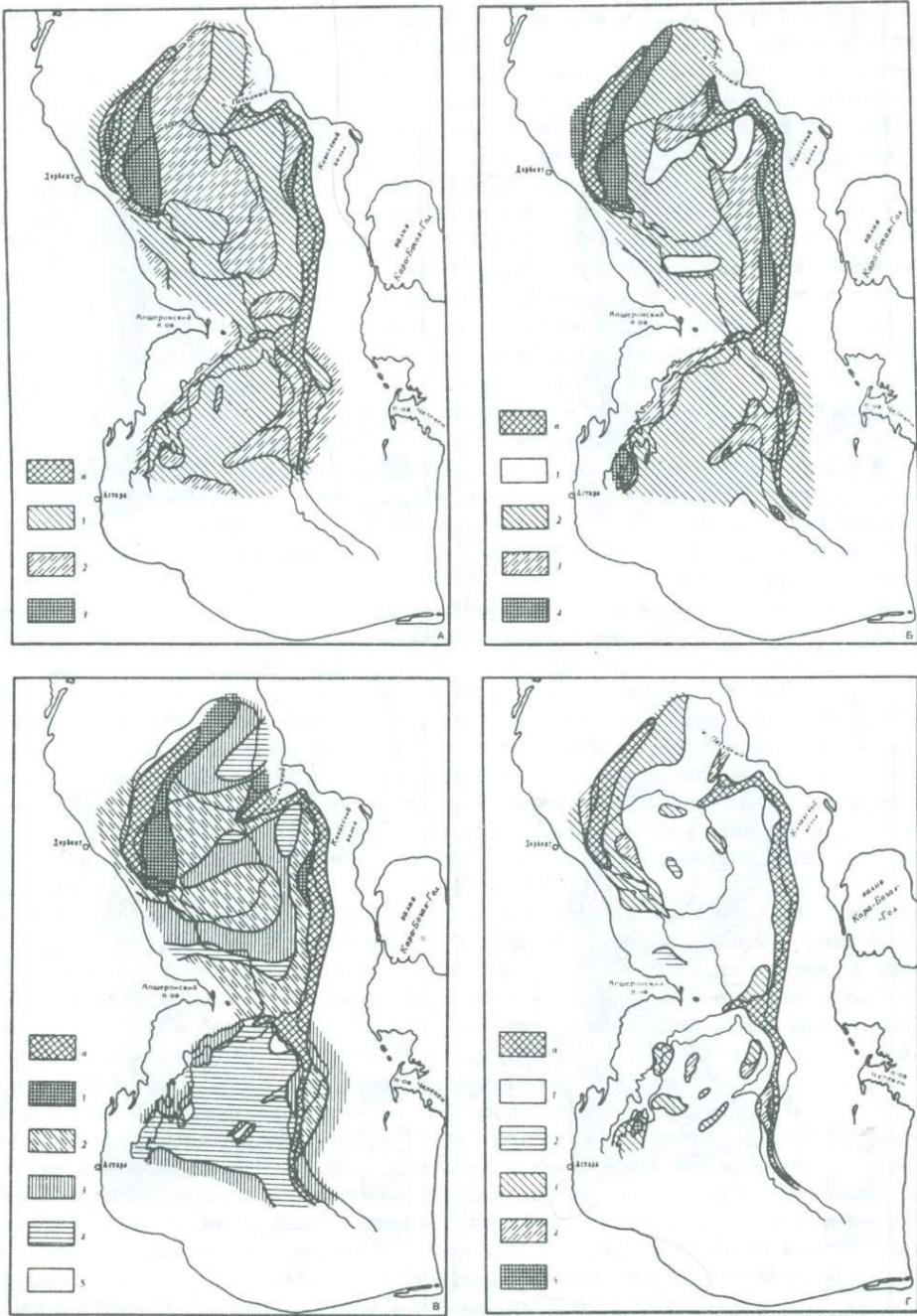


Рис. 23. Распределение амфиболов (А), пироксенов (Б), сфена (В) и дистена (Г) в тяжелой фракции осадков новокаспийского яруса (в %)

а - область отсутствия новокаспийских отложений.

Б - амфиболы: 1 - меньше 2; 2 - 2-5; 3 - больше 5.

В - пироксины: 1 - 0; 2 - 0-0,5; 3 - 0,5-1,0; 4 - больше 1.

Г - сфен: 1 - больше 2; 2 - 2-1; 3 - 1-0,5; 4 - 0,5-0; 5 - 0.

Г - дистен: 1 - 0; 2 - 0-0,1; 3 - 0,1-0,5; 4 - 0,5-1,0; 5 - больше 1

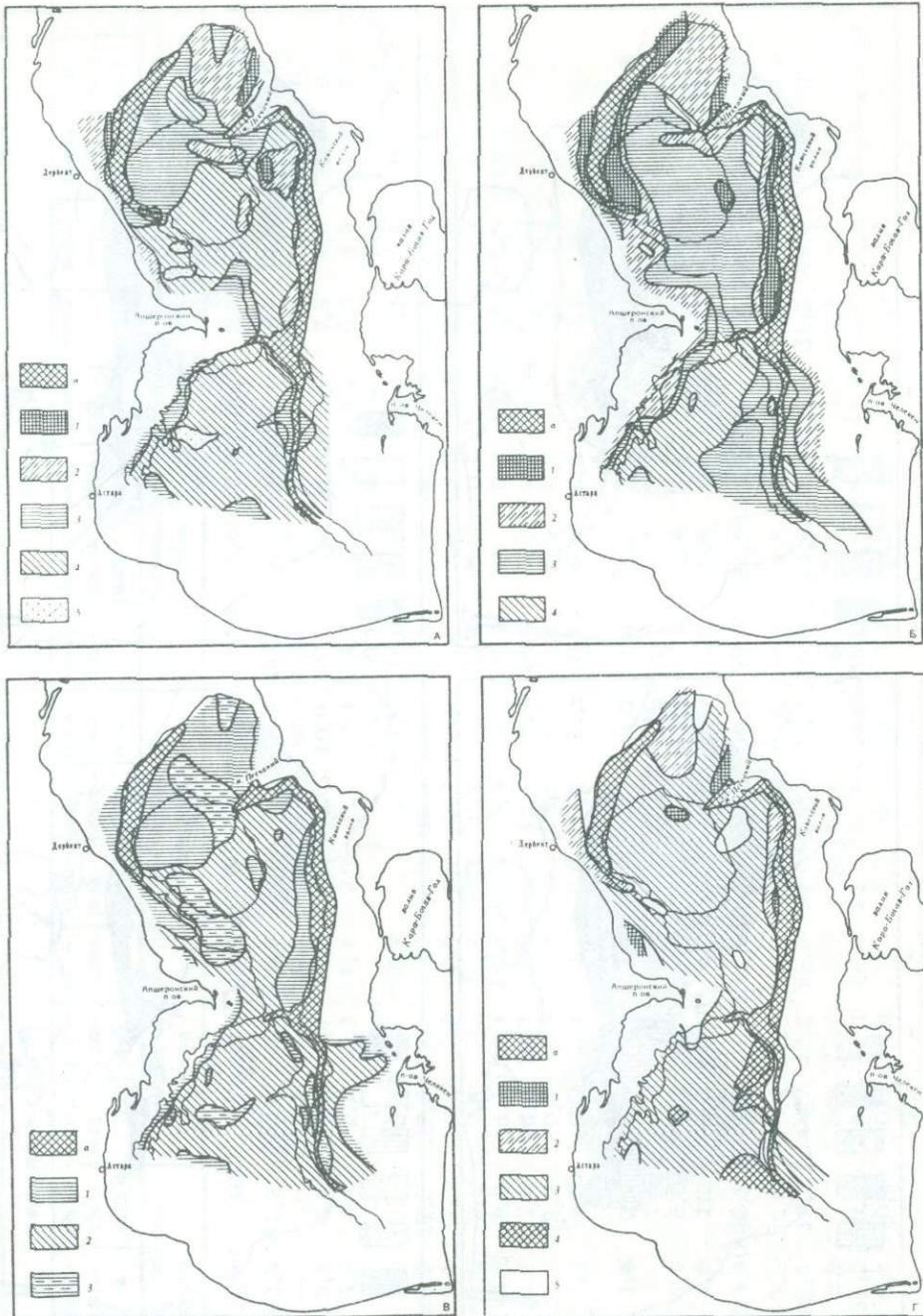


Рис. 24. Распределение устойчивых минералов – циркона (А), граната (Б), турмалина (В) и рутила (Г) в осадках новокаспийского яруса (в %)

а – область отсутствия новокаспийских отложений.

А – циркон: 1 – 10-5; 2 – 5-3; 3 – 3-2; 4 – 2-1; 5 – меньше 1.

Б – гранат: 1 – больше 2; 2 – 2-1; 3 – 1-0,5; 4 – меньше 0,5

В – турмалин: 1 – 2-1; 2 – 1-0,5; 3 – меньше 0,5.

Г – рутил: 1 – больше 1; 2 – 1-0,5; 3 – 0,5-0,1; 4 – меньше 0,1; 5 – 0

Осадки участков восточного склона и ложа впадины содержат пироксенов от 0,47 до 1%. Центральные части глубоководных впадин - Северной и Дербентской - и участки юго-западного района Среднего Каспия отличаются наименьшим содержанием пироксенов - от 0 до 0,5%. В центральных частях Южного Каспия содержание пироксенов изменяется от 0 до 0,5%. Оно увеличивается в осадках северо-западного шельфа до 0,8%, а в районе устья р.Ленкоранки - до 3,8%. В восточной части Южного Каспия присутствие повышенного количества пироксенов отмечено в осадках хребта Абиха и прилежащего к нему участка подводного склона.

Источниками пироксенов в новокаспийских отложениях являются выносы рек Терека, Самура и Ахчая. Так, в выносах р.Терека отмечено значительное количество ромбических пироксенов, а р.Самура - авгита и диопсида. В южной части моря источником этого материала являются магматические породы, выходящие на поверхность в районе г.Красноводска, и обогащенные ими шельфовые осадки этого района, где отмечается более высокое содержание пироксенов (от 1 до 7%). Отсюда минералы этой группы переносятся течением в среднюю часть моря.

В аллювии р.Куры и ее притоков также отмечается обогащение тяжелой фракции ромбическими пироксенами. Высокое содержание пироксенов в осадках склона на участке Куринская коса - Астара обусловлено тем, что реки этого побережья Вильяжчай, Ленкорань и Астара размывают эфузивы и поэтому значительную роль в их аллювии играют обогащенные авгитом осадки. В пределах центральных районов Южного Каспия оказывается влияние выбросов грязевых вулканов (хребет Абиха и др.).

Группа устойчивых минералов. Минералы этой группы - циркон, гранат, рутил и турмалин - составляют от 0,5 до 17,5% тяжелой фракции в средней части и от 1,0 до 10,3% в южной (рис.24). Горные реки западного побережья средней части Каспийского моря размывают мезозойские и третичные породы восточной части Главного Кавказского хребта, для которых характерен комплекс минералов устойчивой группы. Повышенные содержания циркона отмечены в выносах рек Сулака, Ултучая, Ахчая. В продуктивной толще Приапшеронского района тяжелая фракция характеризуется значительным количеством устойчивых минералов. Они имеются и в осадках Северного Каспия, где содержание граната растет в целом с запада на восток от 4 до 6%, что обусловлено влиянием выносов р.Урала. Количество циркона в тяжелой фракции Северного Каспия изменяется от 1 до 9%, турмалина - до 6% (Арутюнова, 1957).

В новокаспийских отложениях Среднего Каспия повышенные содержания устойчивых минералов (11,3-18,5%) отмечаются в осадках северо-западных участков моря, захватывающих подводный склон до глубины 500 м. Вниз по склону, в сторону Дербентской котловины, содержание этих минералов в осадке снижается до 6-10%. В осадках восточного склона Среднего Каспия содержание устойчивых минералов в тяжелой фракции колеблется от 7 до 10%. На остальной площади этой части моря оно изменяется от 2 до 5%. Минимальное количество устойчивых минералов (0,5-3%) отмечено в осадках шельфа к северу от Апшеронского полуострова.

В южной части моря поступление этих минералов осуществляется за счет размыва продуктивной толщи Апшеронского полуострова, осадочных пород Челекена и магматических Красноводского полуострова, а также выбросов грязевых вулканов и рек Иранского побережья. Здесь более высокое содержание устойчивых минералов отмечается в осадках западного и восточного шельфов (3-5%), а также в южной прииранской части моря (3,3-4,8%), откуда полоса повышенных значений прослеживается по восточному склону впадины к юго-востоку от хребта Абиха и по направлению кругового течения. Некоторое увеличение содержания устойчивых минералов отмечено в осадках южной части центральной впадины. Локальная концентрация их связана с размывом выбросов грязевых вулканов на хребте Абиха.

Группа минералов метаморфических пород. Из этой группы в новокаспийских отложениях встречены дистен, ставролит и силлиманит.

Дистен в новокаспийских отложениях встречен эпизодически, и его содержание изменяется от единичных зерен до 1% (см. рис. 23). Содержащие дистен осадки в Среднем Каспии залегают полосой, протягивающейся с северо-востока на юго-запад, до широты Кизыл-Буруна. На остальной площади Среднего Каспия дистен встречен в осадках единичных колонок (209, 282, 303 и др.) в количестве от 0,06 до 0,6%. В южной части Каспийского моря дистен также встречен не повсе-

местно. Он отмечен в осадках северных и самых южных участков западного склона, в осадках поднятий, расположенных к югу от банки Борисова, где среднее его содержание 0,76%, при колебаниях от 0,13 до 1,5%. Присутствует дистен в осадках поднятий Шаумяна, Джапаридзе, Андрусова и Шатского, а также в осадках хребта Абиха и прилежащих к нему участков восточного склона и впадины.

Ставролит в средней части Каспийского моря встречен в осадках северных участков западного и восточного склонов, причем содержание его здесь изменяется от 0,1 до 1%. В Южном Каспии количество ставролита в осадках изменяется от единичных зерен до 0,3%. Отмечен он в осадках, покрывающих дно на глубинах больше 500 м и лишь в одной, прибрежной колонке (113), взятой на глубине 70 м, на широте Куринской косы, где его содержание составляет 0,1%.

Силлиманит встречен в незначительных количествах и в единичных случаях. Основным источником группы минералов метаморфических пород является р.Волга. Значительное их количество содержится в осадках Северного Каспия, а также в предустьевом пространстве р.Волги (Арутюнова, 1957).

Поступая в среднюю часть моря, эти минералы отлагаются на западном склоне по направлению существующего здесь течения. Повышенные его значения у восточных берегов Среднего Каспия, по-видимому, связаны с приносом его из Северного Каспия вместе с остальным обломочным материалом (см. главу III) течением, возбуждаемым северо-западным ветром (Алексина, 1962).

Ранее вся область Среднего Каспия была выделена С.Г.Саркисяном (1949) как дистеново-ставролито-силлиманитовая провинция. Наши исследования показали, что эти минералы пользуются сравнительно ограниченным распространением и не являются характерными для всей новокаспийской толщи. В южной части моря присутствие минералов рассматриваемой группы связано главным образом с размывом выбросов грязевых вулканов и коренных пород.

Группа эпидота и цоизита. Количество эпидота и цоизита в новокаспийских отложениях высокое, оно колеблется от 0,75 до 26,4%. Отмечается повсеместное уменьшение количества этих минералов в осадке при движении от берега в море и с севера на юг (рис. 25). В Среднюю часть моря они приносятся вместе с основным потоком обломочного материала из Северного Каспия. В крупноалевритовой фракции осадков дельты р.Волги содержание эпидота достигает 34% (Батурина, 1947). В осадках Северного Каспия его содержание варьирует от 3 до 55%, уменьшаясь с запада на восток (Арутюнова, 1957). Значительное количество эпидота содержится в осадках восточного шельфа, куда он поступает при размыве известняков и мергелей береговых обрывов восточного побережья, где содержание его в тяжелой фракции этих пород достигает 40% (Алексина, 1962). Отмечается повышение содержания этих минералов вблизи грязевых вулканов.

Группа слюд. В этой группе отмечены две разновидности – калиево-натриевые слюды (группа мусковита) и магнезиально-железистые слюды (группа биотита). Распространена слюда почти повсеместно, причем количественно мусковит преобладает над биотитом. С удалением от берега в море, с увеличением глубины бассейна повышается количество слюды в осадке (см. рис. 25). Максимальное содержание слюды в Среднем Каспии отмечено на восточном склоне (20,5–28,4%), локальными участками – у западных берегов и на северо-восточном шельфе Апшеронского полуострова. В Южном Каспии высокое содержание слюды (21%) отмечено в осадках глубоководной впадины.

Слюда отличается большой транспортабельностью, поэтому ее максимальное содержание приурочено к центральным районам бассейна. Она является составной частью выносов рек Тerek, Сулака, Ахчая, а также известняков, мергелей и песчаников восточного побережья, где в отдельных случаях она составляет до 34% тяжелой фракции. В южной части моря она отмечена во взвеси р.Куры, выбросах грязевых вулканов и осадках восточного шельфа.

Группа рудных минералов. Магнетит и ильменит в новокаспийских отложениях встречены повсюду. Их содержание в осадках Среднего Каспия изменяется от 0,5 до 20,3%, а Южного – от единичных зерен до 13% (см. рис. 25). Ильменит является основной составной частью тяжелой фракции выносов р.Волги, поэтому в Среднем Каспии он концентрируется в северо-западной его части. В глубоководных районах южной части моря значительное содержание магнетита и ильменита отме-

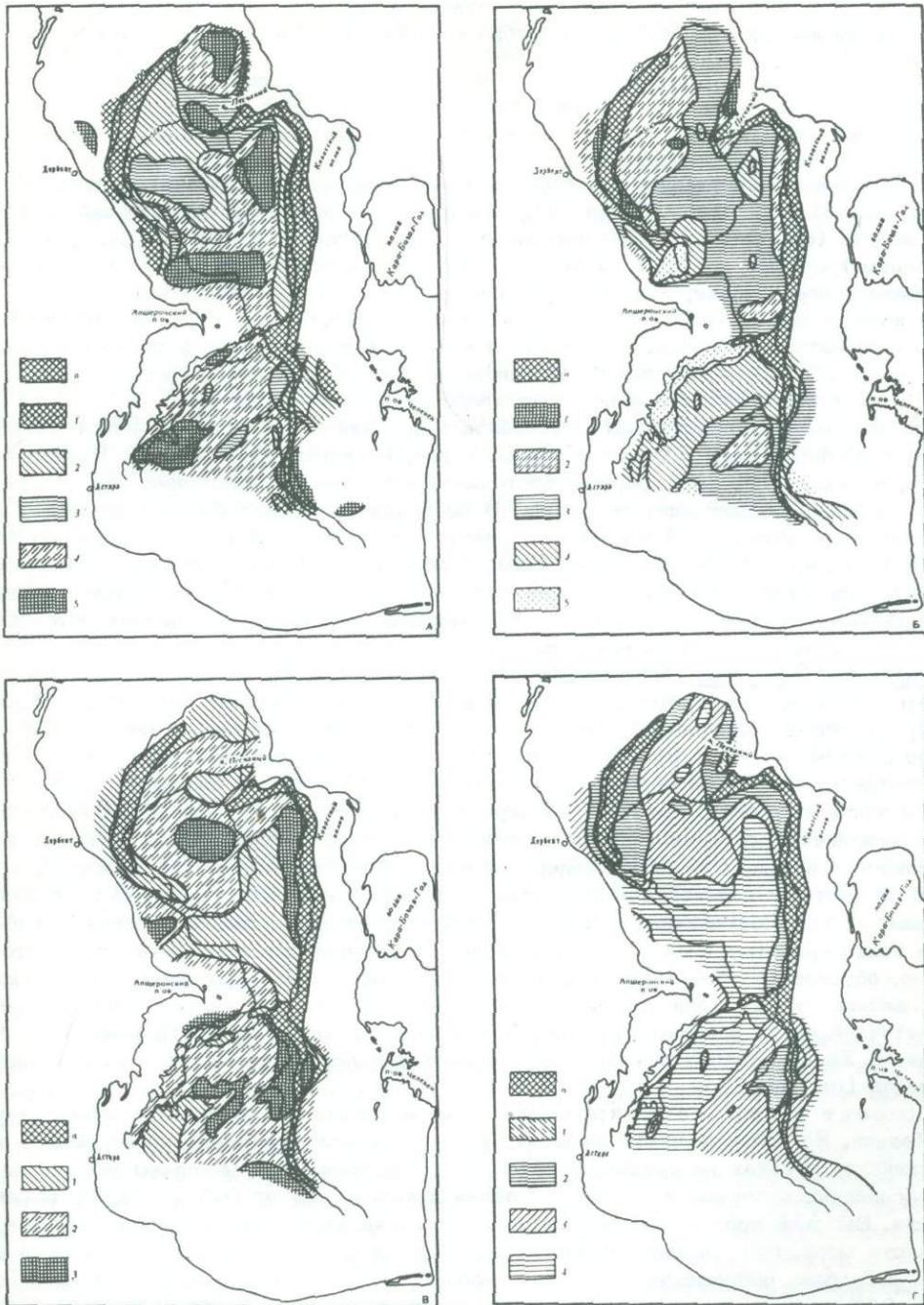


Рис. 25. Распределение пирита (А), магнетита (Б), слюд (В), эпидота и цоизита (Г) в осадках новокаспийского яруса (в %)

а - область отсутствия новокаспийских отложений.

А - пирит: 1 - меньше 10; 2 - 10-20; 3 - 20-30; 4 - 30-50; 5 - больше 50.

Б - магнетит: 1 - больше 10; 2 - 10-5; 3 - 5-2; 4 - 2-1; 5 - меньше 1.

В - слюды: 1 - меньше 10; 2 - 10; 3 - больше 10.

Г - эпидот и цоизит: 1 - 20-30; 2 - 10-20; 3 - 10-5; 4 - меньше 5

чено в осадках восточных районов. Источником минералов этой группы здесь являются выносы южных иранских рек и выбросы грязевых вулканов (Сулейманов, 1947).

* * *

Из остальных аллотигенных минералов тяжелой фракции следует упомянуть сфен, апатит, хлорит и пикотит. Сфен встречается в отложениях новокаспийского яруса повсеместно (см. рис. 23). Содержание его изменяется от единичных зерен до 4% в Среднем Каспии и до 1,8% в Южном. Апатит в осадках Среднего Каспия распространен спорадически, а на юге он присутствует почти везде. Его содержание здесь изменяется от 0,08 до 1%, однако закономерностей в его распределении в осадках уловить не удалось. Хлорит отмечен главным образом в тяжелой фракции. Содержание его в ней небольшое: от единичных зерен до 1,8%. Количество пикотита в илах новокаспийского возраста колеблется от 0,07 до 0,3%.

Источником этих акцессорных минералов в средней части моря являются выносы рек Русской платформы - Волги и Урала, и рек, стекающих с Главного Кавказского хребта, а также береговые обрывы восточного побережья и отложения мангышлакского горизонта, обнажающиеся на дне. В последних отмечается более высокое содержание этих минералов. В южной части моря оказывается влияние рек Малого Кавказа и Талыша, которые размывают изверженные и туфогенные породы, а также выносы рек Иранского побережья. Кроме того, обогащение этими минералами западной части моря и локальных участков в центральной и восточной его частях обусловлено размывом выбросов грязевых вулканов.

Аутигенные минералы. Пирит. Из аутигенных минералов наибольшим распространением пользуется пирит. Встречается он в виде микростяжений, агрегатных скоплений, округлых рассеянных зерен, часто выполняет диатомеи, а иногда образует псевдоморфозы по растительным остаткам. Большое содержание пирита почти по всей толще отличает новокаспийские отложения от залегающих под ними осадков мангышлакского горизонта. Присутствие пирита связано с несколькими причинами: с существованием восстановительных условий на большей части площади бассейна в новокаспийское время, с большим содержанием органического вещества в осадке, а также с частыми газовыми эманациями и размывом выбросов грязевых вулканов и коренных пород. Повышенное количество пирита приурочено также к районам наиболее тонкозернистых осадков с содержанием пелитовой фракции больше 80%, что, видимо, обусловлено повышенным содержанием в них железа (см. главу III). Осадки с наибольшим его количеством (более 50%) залегают в Среднем Каспии в северо-восточной части впадины, в районе поднятия мыса Песчаного в Приапшеронском районе. В Южном Каспии максимальное содержание пирита отмечено в юго-западной его части (см. рис. 25).

Лимонит и лимонитизированные минералы обнаружены во многих местах Каспия. На большей части площади Среднего Каспия содержание лимонита в новокаспийских осадках не превышает 5%. Лимонитизированные минералы встречаются в новокаспийских отложениях Среднего Каспия в количестве от 0,5 до 24,4% тяжелой фракции. Высокий процент лимонитизированных минералов отмечен в осадках западной части моря, где лимонит приносится с выносами кавказских рек, главным образом р. Самура, обогащенных окислами железа. Высокое содержание лимонита (от 40 до 85%) отмечено в прибрежных поверхностных осадках шельфа (Леонтьев, 1961; Скорнякова, 1955; Кленова, Соловьев, Алексина и др., 1962). На шельфе и склоне западной части Среднего Каспия лимонит адсорбируется зернами кальцита. Это создает повышенные содержания лимонитизированных минералов в осадках данной части моря.

В осадках большей части Южного Каспия содержание лимонита от 0,7 до 10%. Изолированными пятнами дно покрывают отложения, в которых содержание лимонитизированных минералов от 5,3 до 12,6%. Максимальное содержание лимонитизированных минералов отмечено в поверхностном слое кол. 114, к востоку от банки Борисова, где среднее содержание лимонитизированных минералов 43,2%. Вероятно, кроме аутигенного лимонита встречается и обломочный, приносимый в среднюю части Южного Каспия реками, а в южную - грязевыми вулканами.

Глауконит встречен как в тяжелой фракции, так и в легкой. Наибольшее содержание его 1,4–1,5% отмечено в крайних северных и южных участках Дербентской котловины. В осадках Южного Каспия глауконита содержится от 0,5 до 1%. Его содержание повышается до 0,71% в осадках восточного шельфа, на юго-восточном склоне хребта Абиха и на отдельных участках западного шельфа и склона.

Кроме рассмотренных аутигенных минералов необходимо отметить кальцит, который имеет широкое распространение, причем биогенный кальцит пользуется наибольшим развитием в средней части моря, а хемогенный – в южной. Роль обломочного кальцита сравнительно невелика. Аутигенный барит, ангидрит и сидерит встречаются лишь в единичных зернах.

Легкая фракция

В составе легкой фракции основными минералами являются кварц и полевые шпаты. Кроме того, отмечается большое количество обломков различных пород, главным образом глинистых, реже эфузивных и кремневых. Они характерны для отложений районов, близких к грязевым вулканам, размыты сопочной брекчии которых и поставляет этот материал. В легкой фракции присутствуют также мусковит, кальцит, хлорит, глауконит, вулканическое стекло, диатомеи и их обломки, обломки ракушки, спикулы губок, фораминиферы и растительный детрит.

Кварц в отложениях глубоководных впадин Среднего Каспия содержится в количестве 10–15%. Наибольшее его количество отмечено в осадках восточного склона северной глубоководной впадины (рис. 26). В южной части Каспийского моря содержание кварца изменяется от 5 до 10%.

Полевые шпаты являются основным компонентом легкой фракции новокаспийских отложений. Особенно большое количество их в отложениях западного шельфа и склона, а также на севере Дербентской впадины (см. рис. 26). В Южном Каспии высокое содержание полевых шпатов (более 40%) отмечено в осадках северо-западной части шельфа, восточнее островов Бакинского архипелага, на южном склоне Апшеронского порога, по периферии зоны ограниченного осадконакопления, а также у юго-восточного подножия хребта Абиха. Как известно, кварц и полевые шпаты являются основными пордообразующими минералами и входят в состав большинства эродируемых пород. Они являются также обязательными компонентами выносов рек и размывающихся коренных пород берега, дна и выбросов грязевых вулканов.

Минералогические зоны

На основании рассмотрения особенностей распределения основных минеральных компонентов тяжелой и легкой фракций алеврита новокаспийских отложений на площа-ди Среднего и Южного Каспия нами выделены 10 минералогических зон (табл. 4а и 4б; рис. 27).

В Среднем Каспии выделены следующие минералогические зоны (см. рис. 27):

1. Северная зона Среднего Каспия характеризуется большими содержаниями ряда присутствующих в осадке минералов: магнетита, граната, циркона, рутила, турмалина, сфена, роговых обманок, пироксенов, эпидота, цоизита. Основным источником терригенных компонентов в этом районе являются выносы р. Волги, которые и создают повышенные содержания минералов в отложениях этих участков и обуславливают присутствие ставролита и дистена (см. табл. 4а).

2. Юго-западная минералогическая зона Среднего Каспия располагается на шельфе вдоль западного побережья и лишь в южных районах (севернее Апшеронского полуострова и Апшеронского порога) захватывает выровненный верхний участок склона. Минеральный состав алевритовой фракции этой зоны отличается меньшим количеством терригенных минералов и повышением роли аутигенного пирита. Также увеличивается количество присутствующих в осадке мусковита, кальцита и доломита; в отложениях этой зоны отмечен барит. В легкой фракции здесь отмечаются наибольшие средние содержания полевых шпатов и выветрелых минералов.

3. Южная зона западного склона Среднего Каспия отличается от соседних присутствием большого количества лимонита и лимонитизированных минералов.

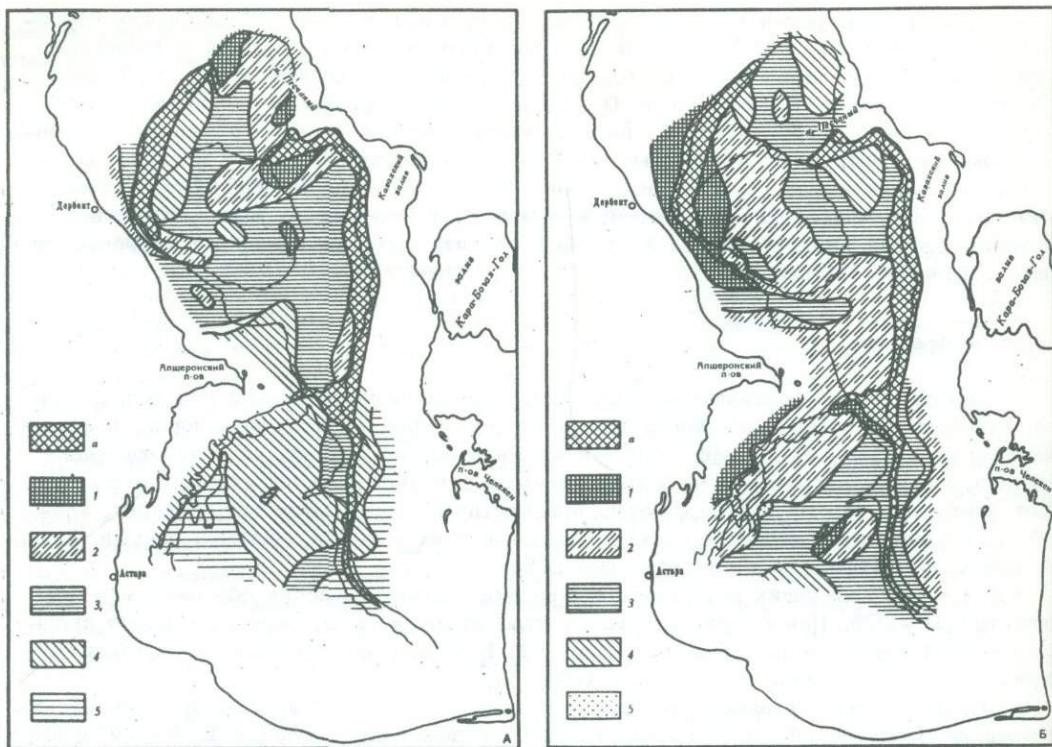


Рис. 26. Распределение кварца (А) и полевых шпатов (Б) в осадках новокаспийского яруса (в %)

а - область отсутствия новокаспийских отложений.

А - кварц: 1 - больше 20; 2 - 15-20; 3 - 15-10; 4 - 10-5; 5 - меньше 5.
Б - полевые шпаты: 1 - больше 40; 2 - 30-40; 3 - 20-30; 4 - 10-20; 5 - меньше 10

4. Центральная глубоководная зона занимает почти всю Дербентскую котловину и подножие прилежащего к ней восточного склона. Минеральный состав новокаспийских отложений этой зоны характеризуется большим содержанием биотита, мусковита, кальцита, доломита и ангидрита, а также выветрелых и измененных минералов. Обусловлен он положением этой зоны в центральных, наиболее глубоководных районах моря, где отлагаются легкие и транспортабельные минералы.

5. Северо-восточная зона располагается на Восточном склоне Среднего Каспия. Для минерального комплекса алеврита новокаспийских отложений этой зоны характерно, что при повышенных значениях присутствующего в осадке аутигенного пирита отмечается также большое содержание почти всех терригенных компонентов; при наибольших значениях граната, циркона, рутила, сфена и цоизита сохраняются высокие содержания магнетита, турмалина, пикотита, эпидота. Присутствуют в осадке также ставролит и дистен. Среди минералов легкой фракции в отложениях этой зоны отмечаются наибольшие содержания кварца, кальцита, а также обломков диатомей, ракуш и спикул губок. Своеобразие этой зоны заключается в том, что наряду с высокими скоростями осадконакопления, создающими здесь восстановительные условия и образование пирита, сюда поступают малоизмененные минералы за счет выноса р. Волги и размыва коренных пород на берегу.

6. Юго-восточная минералогическая зона Среднего Каспия (см. рис. 27) характеризуется преобладанием пирита и высоким содержанием амфиболов и пироксенов, кварца и кальцита. Здесь увеличивается количество обломков пород и измененных минералов. Источником терригенных компонентов этой зоны являются продукты разрушения берегов, принос материала из Южного Каспия и из западной части Среднего Каспия, а также, возможно, размыв отложений бровки шельфа, где обнажаются отложения мангышлакского горизонта.

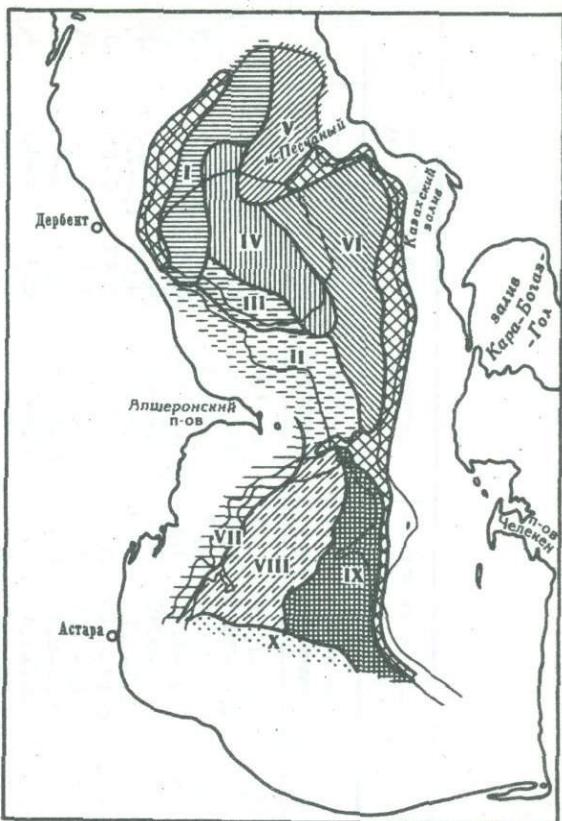


Рис. 27. Минералогические зоны новокаспийских отложений

Зоны Среднего Каспия: I - северная; II - юго-западная; III - южная часть западного склона; IV - центральная глубоководная; V - северо-восточная; VI - юго-восточная. Зоны Южного Каспия: VII - западная; VIII - центральная глубоководная; IX - восточная; X - иранская

В Южном Каспии выделяются 4 минералогические зоны:

7. Западная зона охватывает шельф и склон, прилежащий к западному побережью Южного Каспия. Для нее характерно повышенное содержание пироксенов, турмалина, граната, циркона и рутила, а также наибольшее (для Южного Каспия) содержание кварца и полевых шпатов. Источниками терригенных компонентов этой зоны являются выносы рек Куры и Ленкоранки. Большое влияние оказывает размытые выбросы грязевых вулканов Бакинского архипелага (см. табл. 46).

8. Центральная глубоководная зона Южного Каспия отличается высоким содержанием пирита и лимонита, причем роль устойчивых минералов несколько снижается. Значительно уменьшается содержание кварца и полевых шпатов, но много кальцита и обломков пород. Источниками материала в этой зоне являются выбросы грязевых вулканов и выходы коренных пород на хребте Шатского и в южной части моря. Ряд минеральных компонентов приносится сюда круговым течением.

9. Восточная зона занимает весь восточный склон и прилежащие к нему участки ложа впадины, включая хребет Абиха. Минеральный состав тяжелой фракции этой зоны отличается повышенным содержанием магнетита, роговой обманки, сфена, биотита и мусковита, при значительном содержании полевых шпатов и кварца. Минеральное питание этой зоны осуществляется за счет отложений продуктов разрушения берегов, переноса материала из южной части моря, а также размыва сопочной брекчии, выбрасываемой грязевыми вулканами хребта Абиха.

10. Иранская зона располагается в южной части исследованного района Южного Каспия, она занимает центральную часть впадины и участки склонов, прилежащих к нему с востока и запада.

По сравнению с минеральным составом алевритовой фракции центральных глубоководных районов в этой зоне, где оказывается влияние выносов с Иранского побережья, происходит некоторое повышение содержания циркона, турмалина, пикотита; здесь также много биотита и мусковита, эпидота и цоизита, лимонитизированных и измененных минералов.

Таблица 4а

Характеристика минералогических зон (I-VI) новокаспийских отложений
Среднего Каспия (содержание в %)

Компоненты	Северо-Западная (I)		Юго-западный шельф (II)		Юго-западный склон (III)		Центральная глубоководная (IV)		Северо-восточная (V)		Юго-восточная (VI)	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Тяжелая фракция	0,017-1,31	0,46	0,16-1,13	0,71	0,15-0,59	0,34	0,19-1,13	0,57	0,012-1,02	0,37	0,04-2,17	0,51
Пирит	14,6-40,2	25,7	1,6-80,5	37,6	27,1-41,9	36,9	2,23-38,4	21,95	5,0-80,2	40,3	2,3-70,5	37,34
Лимонит	0-4,9	2,2	0-2,15	1,16	0-31,6	10,8	0-0,6	0,27	0-6,1	1,44	0-10,5	2,0
Магнетит	5,2-11,1	7,4	0,15-5,6	3,36	1,6-3,2	2,6	1,9-4,3	3,31	1,3-18,25	7,04	0,5-9,4	4,56
Гранат	0,9-3,8	2,1	0,1-1,4	0,73	0,9-1,4	1,2	0,6-0,95	0,83	0,5-6,9	2,43	0-4,3	1,47
Циркон	1,9-6,3	3,9	0,2-3,9	1,74	1,2-2,0	1,6	1,5-2,7	2,11	2,3-7,5	4,05	1,2-7,7	3,28
Рутил	0,3-0,95	0,6	0-1,2	0,37	0,0-0,1	0,03	0,13-0,43	0,21	0,15-1,4	0,87	0-1,15	0,33
Турмалин	0,3-1,6	1,1	0-1,2	0,68	0,1-0,3	0,2	0,7-1,8	1,2	0,1-1,9	1,1	0-1,75	0,91
Апатит	0-0,6	0,3	0-0,8	0,38	-	-	0,07-0,3	0,17	0,1-0,8	0,35	0-0,6	0,17
Сфен	0,5-3,9	1,9	0-1,47	0,76	0,8-1,4	1,2	0,7-1,47	1,05	0,6-5,0	2,03	0-4,0	1,16
Пикотит	0-0,7	0,3	0-0,37	0,09	0-0,1	0,06	0-0,37	0,12	0-0,3	0,16	0-0,25	0,05
Ставролит	0-1,0	0,2	-	-	-	-	-	-	0-0,3	0,1	0-0,15	0,01
Дистен	0-0,6	0,2	0-0,2	0,03	0,1	0,1	0,06-0,1	0,04	0-0,6	0,15	0-0,27	0,02
Биотит	0,2-1,6	0,8	0,37-1,7	0,62	0,2-0,5	0,4	0,37-1,9	1,12	0-2,3	0,9	0-4,8	1,56
Мусковит	0,15-13,3	8,0	2,5-27,4	14,1	0,7-16,8	9,4	13,5-20,2	17,3	0,37-16,6	8,17	0-25,2	13,6
Роговая обманка об.	2,2-5,3	3,5	0,6-3,9	1,64	0,8-1,9	1,4	0,9-2,9	2,06	0,57-4,3	2,70	0-11,1	3,27
Роговая обманка баз.	0,1-0,45	0,3	0-0,4	0,13	0-0,1	0,06	0,06-0,3	0,16	0-0,3	0,07	0-0,3	0,10
Пироксены	0,2-1,9	1,2	0-0,5	0,26	0-0,4	0,2	0-0,3	0,19	0,3-1,45	0,7	0-4,0	0,8
Эпидот	2,5-10,3	5,8	0,5-3,5	1,12	2,3-2,9	2,5	0,5-1,5	1,09	1,5-12,75	3,72	0,5-4,6	2,28
Цоизит	3,4-10,5	6,8	0,37-6,8	1,89	0,9-2,1	1,4	1,33-5,9	4,27	1,2-13,65	8,31	0,25-10,7	5,23
Хлорит	0,3-1,6	0,9	0-0,5	0,1	0,1-0,3	0,18	0-0,75	0,38	0,2-1,45	0,5	0-1,8	0,35
Кальцит	3,5-16,3	7,7	3,3-25,05	11,38	0,9-19,1	10,9	10,7-18,4	16,0	0,8-4,5	3,8	0,25-15,7	6,50
Доломит	0-5,6	1,5	0,2-4,7	2,07	0-3,6	1,7	2,7-3,2	2,8	0-3,3	0,95	0-3,07	1,14
Сидерит	-	-	0-0,1	0,01	-	-	0-0,1	0,02	0-0,15	0,02	0-0,3	0,03

Таблица 4а (продолжение)

Андигрид	0-1,0	0,4	0-1,5	0,5	0,2-0,8	0,5	0,2-2,05	1,61	0,2-2,0	0,92	0-3,4	0,70
Барит	-	-	0-0,1	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
Глауконит	0-0,8	0,3	0-0,8	0,29	0-0,5	0,26	0-0,45	0,28	0-0,3	0,05	0-0,47	0,10
Лимонитизированные минералы	1,35-7,1	5,7	2,9-24,4	9,57	3,8-9,6	6,74	0,9-24,4	9,	0,5-4,8	2,7	1,1-15,2	4,45
Другие измененные минералы	5,6-16,5	10,5	1,6-20,7	9,62	4,4-14,7	9,37	4,5-20,7	11,86	0,57-9,6	6,07	2,1-12,2	7,2
Легкая фракция	99,43-99,98	99,63	98,60-99,84	99,29	99,41-99,85	99,66	98,87-99,81	99,43	98,97-99,99	99,69	97,83-99,96	99,49
Кварц	5,3-21,60	13,03	9,25-19,3	13,32	11,7-19,2	14,7	5,7-16,6	12,71	13,0-26,5	17,43	10,5-26,3	16,5
Полевые шпаты	16,9-46,6	31,83	25,0-51,3	36,50	27,1-43,7	33,1	27,3-51,3	35,4	6,9-35,4	20,5	12,5-35,5	25,7
Мусковит	2,7-6,2	4,25	2,55-12,6	7,85	3,8-4,9	4,5	4,3-9,2	6,0	2,0-8,3	4,9	4,8-10,4	7,2
Кальцит	16,1-64,2	34,2	5,8-34,4	17,94	14,2-32,6	22,1	10,0-40,6	28,1	23,1-47,0	37,2	22,3-43,3	31,1
Глауконит	0-0,95	0,61	0-0,4	0,18	0,1-0,55	0,33	0-0,75	0,30	0,15-1,1	0,46	0-0,9	0,26
Хлорит	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-0,14	0,02
Вулканическое стекло	0-0,8	0,2	-	-	0-0,1	0,03	-	-	-	-	-	-
Обломки дигитомей	0-7,2	2,9	0-43,3	10,65	2,4-23,4	10,41	0-5,3	1,85	0,15-30,0	14,0	0-42,6	9,6
Обломки ракушки	0-0,9	0,41	0-0,15	0,1	0-1,2	0,4	0-1,9	0,68	0,15-2,7	1,04	0-1,9	0,57
Спирулы губок	0,1,8	1,2	0,27-1,05	0,52	0,1-1,5	0,9	0,27-1,1	0,57	0,6-3,4	1,9	0-0,97	0,41
Фораминиферы	0-0,2	0,04	0-0,05	0,01	-	-	-	-	0,15-0,6	0,17	0-0,4	0,15
Растительный детрит	-	-	0-0,1	0,01	0-0,4	0,1	-	-	-	-	0-1,27	0,1
Обломки пород	0,45-14,7	5,55	0-0,3	0,05	0,9-1,9	1,5	0,1-10,0	4,11	0,5-4,1	0,9	0-14,75	4,09
Измененные минералы	1,6-13,1	5,46	0-20,9	12,4	7,03-16,5	11,41	4,6-20,9	10,00	0-5,5	1,1	0,4-14,6	4,04

Таблица 4б

Характеристика минералогических зон (VII–X) новокаспийских отложений Южного Каспия (содержание в %)

Компоненты	Западная (VII)		Центральная глубоководная (VIII)		Восточная (IX)		Южная – Иранская (X)	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Тяжелая фракция	0,05–0,35	0,26	0,05–0,76	0,24	0,05–1,81	0,32	0,10–0,56	0,29
Пирит	33,4–61,0	45,5	25,1–85,1 0–6,75	57,0 1,11	6,2–70,7 0–1,1	34,17 0,58	32,3–45,2 0–0,4	40,8 0,2
Лимонит	–	–	0,2–7,2	1,68	0,6–5,05	2,9	0,2–5,8	2,6
Магнетит	0,2–1,6	0,6	0,3–1,1	0,4	0,2–1,5	0,69	0,4–0,7	0,6
Гранат	0,2–1,3	0,8	0,45–2,35	1,2	0,5–2,5	1,63	1,7–3,1	2,5
Циркон	1,1–3,2	2,4	0–0,23	0,09	0–0,28	0,08	0–0,3	0,1
Рутил	0–0,3	0,1	0,1–0,93	0,42	0,26–1,3	0,71	0,8–1,1	0,9
Турмалин	0,6–1,9	1,1	0–0,8	0,26	0,1–0,6	0,21	0,3–0,4	0,3
Апатит	0,1–1,0	0,4	0–0,32	0,14	0,3–1,8	0,68	0,5–0,6	0,6
Сфен	0–0,8	0,4	0–0,2	0,06	0–0,16	0,06	0,1–0,5	0,2
Пикотит	0–0,2	0,05	0–0,15	0,05	0–0,16	0,01	0–0,1	0,1
Ставролит	0–0,1	0,06	0,07–0,76	0,36	0–0,24	0,19	0–0,1	0,1
Дистен	0–0,2	0,07	0,35–2,1	1,10	0–3,9	2,76	1,0–3,8	2,4
Биотит	0–4,4	1,4	3,2–19,6	9,77	3,1–29,4	14,5	7,4–19,2	13,0
Мусковит	8,3–17,9	11,4	0–1–2,35	1,36	0,65–5,5	2,23	1,5–2,1	1,7
Роговая обманка об.	0,1–2,7	1,9	0–0,4	0,11	0,06–0,2	0,1	0,2–0,3	0,2
Роговая обманка баз.	0,2–1,1	0,37	0–0,95	0,35	ед.эн. –1,9	0,58	0,2–0,6	0,4
Пироксены	0,2–3,8	1,4	0–2,2	1,03	0,6–3,13	1,7	1,5–2,2	1,7
Эпидот	0,8–2,2	1,7	0,5–2,25	6,02	1,9–11,3	6,4	6,8–8,6	7,6
Цоизит	0,5–7,8	3,9	2,5–6,0	0–1,3	0–0,85	0,29	0–0,6	0,2
Хлорит	0–9,2	1,5	4,9–11,6	7,7	5,0–22,4	10,5	3,4–9,7	6,7
Кальцит	1,0–14,1	8,6	0–0,2	0–0,7	0,17	0,05–0,15	0,1	

Таблица 4б (продолжение)

Доломит	0,2–4,8	2,1	0,45–5,47	1,76	0,6–3,06	1,76	0,2–2,7	1,7
Сидерит	0–0,1	0,01	0–0,1	0,03	0–0,3	0,02	0–0,1	0,03
Ангидрит	0–1,4	0,55	0,5–2,25	1,22	0,2–2,48	1,13	0,2–1,1	0,8
Брукит	–	–	–	–	0–0,1	0,01	–	–
Глауконит	0–0,8	0,02	0–0,2	0,06	0–0,7	0,17	0,05–0,15	0,1
Лимонитизированные минералы	0,8–12,6	4,10	0,35–6,8	3,7	1,1–46,3	8,2	3,8–10,1	6,4
Другие измененные минералы	5,1–14,8	8,62	0–9,0	4,27	1,4–12,8	7,8	6,3–8,5	7,58
Легкая фракция	99,95–99,65	99,74	99,95–99,24	99,76	99,95–98,29	99,68	99,90–99,44	99,71
Кварц	3,3–12,5	7,8	0,93–12,09	5,1	0,55–17,70	7,6	2,26–14,2	7,0
Полевые шпаты	30,0–45,0	35,2	4,62–37,21	24,1	21,00–40,0	28,8	12,3–27,1	19,5
Мусковит	1,8–6,3	4,6	0,69–5,8	3,7	0,8–24,4	6,4	3,5–5,5	4,5
Кальцит	18,0–40,0	28,4	22,4–45,3	37,0	4,4–58,0	30,8	21,5–48,1	35,5
Хлорит	–	–	0–0,3	0,2	0–1,1	0,06	0–0,2	0,04
Глауконит	0–1,4	0,4	0–0,34	0,1	0–0,71	0,17	0,30–0,37	0,35
Вулканическое стекло	0–0,5	0,1	0–0,15	0,03	0–1,8	0,13	–	–
Обломки диатомей	0,19–19,5	4,7	0–16,5	4,4	0–23,8	5,3	0–0,3	0,2
Обломки ракушки	0,3–8,0	2,0	0,08–1,65	0,68	0–8,8	1,7	0,2–0,25	0,2
Спирулы губок	0,5–2,2	1,3	0,15–3,5	0,89	0–3,7	0,72	0–0,25	0,2
Фораминиферы	0,19–0,3	0,09	0–0,34	0,05	0–1,0	0,09	0–0,25	0,1
Растительный детрит	0–0,7	0,1	0–1,0	0,13	0–1,7	0,31	–	–
Обломки пород	5,8–29,5	9,9	9,5–44,3	20,1	1,0–40,7	13,62	5,9–53,8	28,00
Измененные минералы	1,7–7,0	4,30	0,18–5,7	2,75	0–5,9	3,8	2,5–4,6	3,7

Тяжелая фракция

Как уже отмечалось (глава IV), отложения мангышлакского горизонта являются более грубозернистыми по сравнению с новокаспийскими. Это отразилось и на их минеральном составе, хотя комплекс минералов тяжелой фракции рассматриваемого горизонта тот же самый, что был описан и для новокаспийских осадков, но количество многих терригенных компонентов увеличивается. Здесь ведущее значение приобретают аллотигенные минералы: роговые обманки, пироксены, циркон, рутил, гранат, сфен, турмалин, дистен и магнетит.

Содержание тяжелой фракции в отложениях описываемого горизонта в Среднем Каспии изменяется от 0,53 до 1,38%, лишь южная часть Дербентской котловины и прилежащие к ней с юга и юго-востока участки склонов характеризуются меньшим содержанием тяжелой фракции (0,02–0,38%). В Южном Каспии повышенное содержание тяжелой фракции отмечается в отложениях восточного склона, а также на подножиях Шатского, Андрусова и более мелких, расположенных к западу от центральной глубоководной котловины.

Группа амфиболов и пироксенов. В осадках Среднего Каспия содержание роговых обманок составляет от 2 до 5%, а Южного – от 3 до 4,5% (рис. 28). Роговые обманки приносятся в Средний Каспий р. Волгой и распределяются круговым течением. В южной части Южного Каспия на востоке их максимумы обусловлены разрушением метаморфических пород поблизости от г. Красноводска, на западе – выносами рек Куры и Ленкоранки, а в центральной глубоководной зоне – размывом выбросов грязевых вулканов.

Пироксены в Среднем Каспии концентрируются в осадках западного побережья (более 1%), в отложениях отдельных участков восточного склона и на юге в дельте р. Куры (см. рис. 28). Много их также в отложениях подводного склона на широте Красноводского полуострова и Челекена (1,2–2,0%). Пироксены выносятся реками западного побережья Среднего Каспия и круговым течением распределяются по всему морю. В Южном Каспии их повышенные содержания, так же как и роговых обманок, связаны с выносами р. Ленкоранки и разрушением метаморфических пород в районе г. Красноводска.

Группа устойчивых минералов. Содержание этих минералов составляет до 9,9% тяжелой фракции в Среднем Каспии и до 3,6% в Южном, причем наибольшие их количества отмечены в мангышлакских отложениях в их центральных частях, в то время как в новокаспийских они концентрируются на склонах (см. табл. 3). Среди минералов этой группы на первом месте по содержанию стоит циркон (5–10%), затем идет гранат (среднее содержание 2,0% при максимальных в Среднем Каспии – 4,3%, в Южном – 5,1%). Содержание турмалина 1,3 – 1,6% при максимальных значениях 3,0% в Среднем Каспии и 4,8% в Южном. Рутил присутствует в незначительных количествах, среднее его содержание всего 0,2–0,6% при максимальных значениях 1,4% (рис. 29).

Принос устойчивых минералов в регressiveную стадию верхнехвальинского моря осуществлялся главным образом Волгой, но чувствуется влияние материала, поставляемого размывом берегов Мангышлака и прилежащих к нему районов. Системой течений устойчивые минералы разносятся по всему морю, ареалы их повышенных значений пересекают Дербентскую котловину и переходят на восточный склон Среднего Каспия. В Южный Каспий устойчивые минералы поступают из Среднего Каспия, поставляются грязевыми вулканами, реками и абразией берегов.

Группа минералов метаморфических пород. Если в новокаспийских отложениях дистен отмечен лишь в осадках западного побережья Среднего Каспия, а на остальной площади от встречен эпизодически, то в отложениях мангышлакского горизонта он встречен почти повсеместно. Исключение составляют Дербентская котловина, южная котловина Среднего Каспия и небольшой участок восточного склона. Содержание его изменяется от 0,1 до 0,9% в Среднем Каспии и до 2,7% в Южном (см. рис. 28).

Ставролит встречен в Среднем Каспии на западном склоне северной впадины, в осадках центральной части Дербентской котловины и на восточном склоне южной

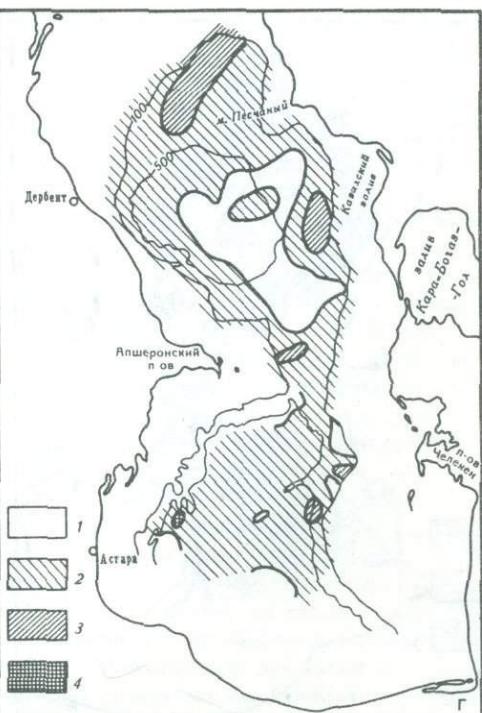
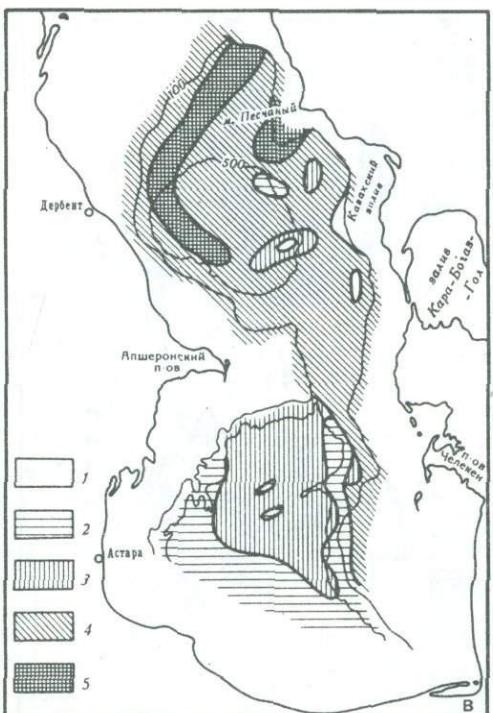
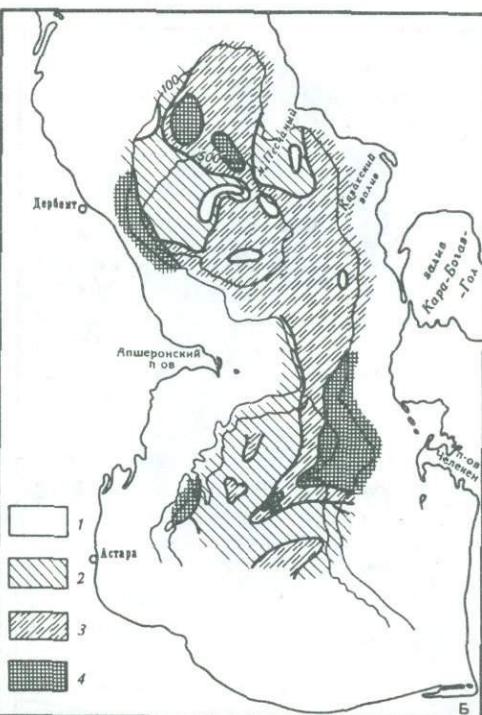
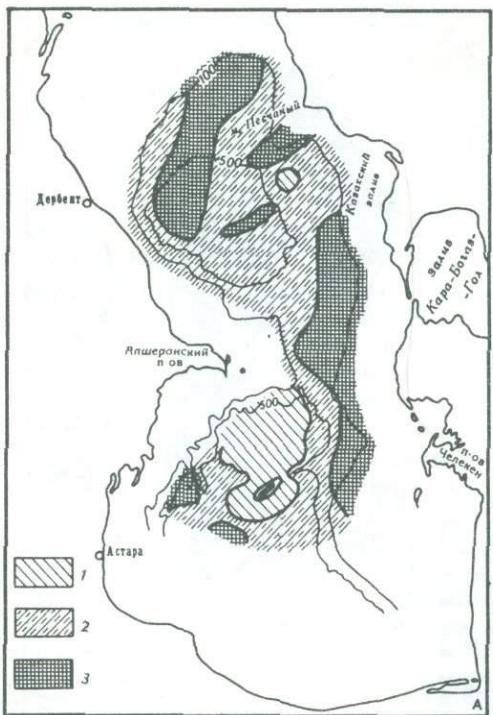


Рис. 28. Распределение амфиболов (А), пироксенов (Б), сфена (В) и дистенита (Г) в тяжелой фракции отложений мангышлакского горизонта (в %)

А - амфиболовы: 1 - меньше 2; 2 - 2-5; 3 - больше 5.

Б - пироксены: 1 - 0; 2 - 0-0,5; 3 - 0,5-1; 4 - больше 1.

В - сфен: 1 - 0; 2 - 0-0,5; 3 - 0,5-1; 4 - 1-2; 5 - больше 2.

Г - дистен: 1 - 0; 2 - 0,1-0,5; 3 - 0,5-1; 4 - больше 1

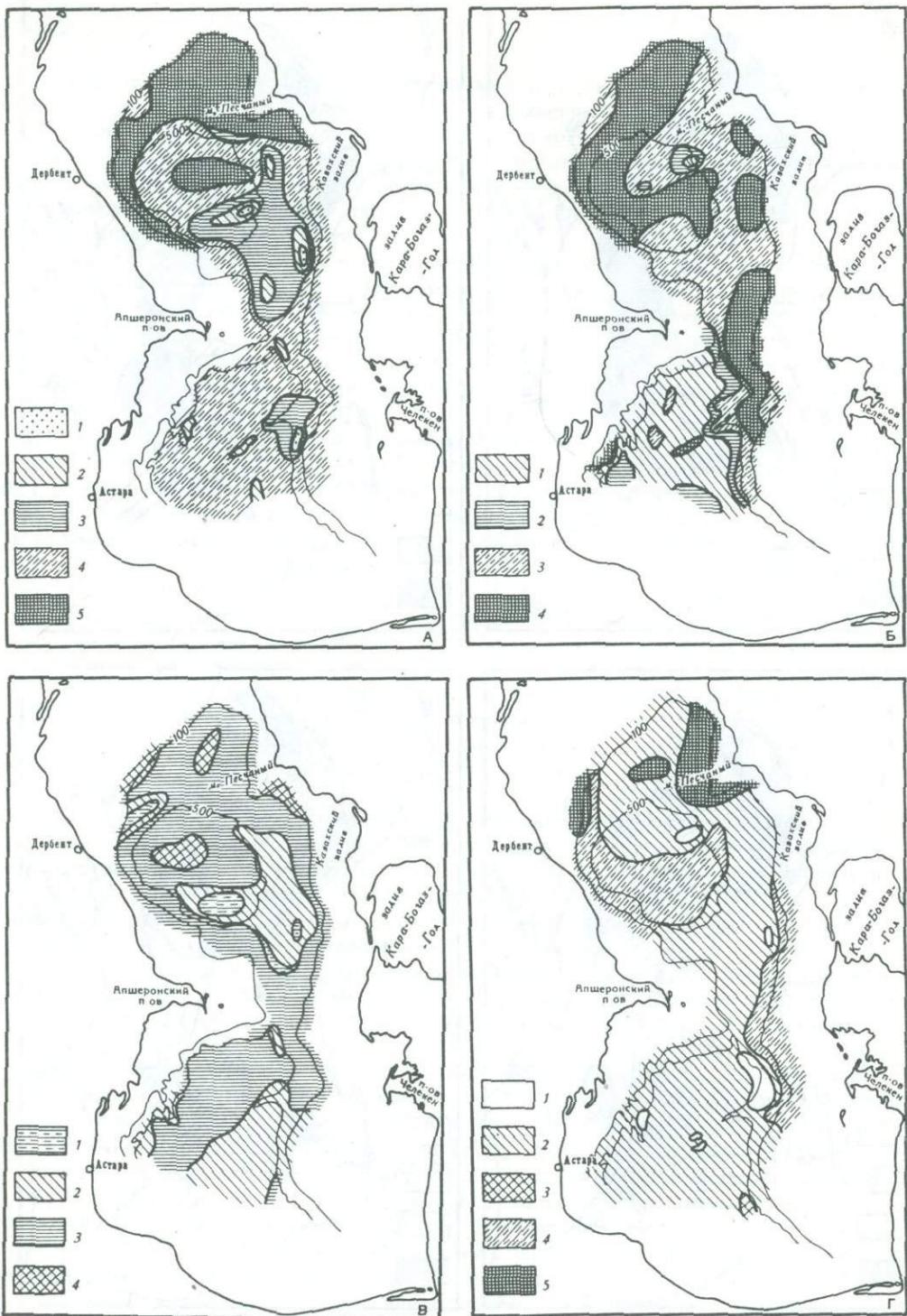


Рис. 29. Распределение устойчивых минералов: циркона (А), граната (Б), турмалина (В) и рутила (Г) в отложениях мангышлакского горизонта (в %)

А - циркон: 1 - меньше 1; 2 - 1-2; 3 - 2-3; 4 - 3-5; 5 - 5-10.

Б - гранат: 1 - меньше 0,5; 2 - 0,5-1; 3 - 1-2; 4 - больше 2.

В - турмалин: 1 - меньше 0,5; 2 - 0,5-1; 3 - 1-2; 4 - больше 2.

Г - рутил: 1 - 0; 2 - меньше 0,1; 3 - 0,1-0,5; 4 - 0,5-1; 5 - больше 1

владины. В Южном Каспии он обнаружен в отложениях склонов некоторых поднятий на западе, а также в отложениях склона на широте Красноводского залива и Чикишляра. Содержание его изменяется от 0,1 до 0,7%. В Среднем Каспии основным источником ставролита является р. Волга, а на юге - выбросы грязевых вулканов.

* * *

Сфена в отложениях Среднего Каспия содержится от 0 до 3% (см. рис. 28). Повышенные содержания сфена отмечены в осадках поднятия мыса Песчаного; это показывает, что источником сфена в отложениях мангышлакского горизонта являются береговые породы полуострова Мангышлак. В южной части моря содержание сфе-на значительно меньше. Наибольшие его значения отмечены в осадках восточного склона на широте полуострова Челекена и на склонах хребта Абиха, что, видимо, обусловлено грязевым вулканизмом.

Среднее содержание эпидота и цоизита изменяется от 4,9 до 20,3% в Среднем Каспии и от 5,4 до 24,2% в Южном (рис. 30). В южной части Каспийского моря наибольшие содержания эпидота и цоизита в юго-западной части моря до глубины 500 м. Распределение этих минералов показывает, что в основном они поставляются реками и абразией берегов: на севере с полуострова Мангышлак, а на юге выносами рек Куры и Ленкоранки и из грязевых вулканов.

Слюд содержится в отложениях мангышлакского горизонта больше, чем в новокаспийских осадках. Являясь легко переносимым минеральным компонентом, слюды концентрируются в наиболее глубоководных участках морского дна.

Хлорит составляет от 0,1 до 1,5% тяжелой фракции в Среднем Каспии и до 2,4% в Южном. В Среднем Каспии наблюдаются два ареала с содержанием хлорита 0,5-0,8%, один из них связан с Северной впадиной, а второй - с Дербентской котловиной; в остальных районах содержание хлорита значительно меньше, а иногда он отсутствует совсем. В южной части моря содержание хлорита выше. Наибольшее его значение (1,5-2,5%) отмечено в осадках подводных возвышенностей хребта Шатского, поднятия банки Борисова, Шаумяна, у подножия хребта Абиха, на Аштеронском пороге. В глубоководных районах Южного Каспия хлорит составляет 0,5-0,9% тяжелой фракции осадка, а в верхней части восточного склона всего 0,2-0,5%.

Магнетита в описываемых отложениях значительно больше, чем в новокаспийских осадках. Его максимум отмечен в Северной впадине Среднего Каспия (см. рис. 30). Сюда он приносится течением из восточной части Северного Каспия. Высокое содержание магнетита (14,9%) отмечено в отложениях мангышлакского горизонта в отдельных местах восточного материкового склона и на западном шельфе напротив устья р. Самура (14,8%). В Южном Каспии много магнетита (10-14%) в осадках восточного шельфа и склона и к югу от дельты р. Куры. Таким образом, максимальные концентрации магнетита отмечены на шельфе и прилежащих к нему участках склона, что объясняется его большим удельным весом и, следовательно, слабой транспортабельностью.

Лимонит в осадках мангышлакского горизонта встречен не повсеместно. Максимальные его содержания (8,3-16,2%) наблюдаются в южной части Дербентской котловины и прилежащего к ней восточного участка склона. По периферии этих районов содержание его постепенно уменьшается. В небольших количествах (до 3%) он отмечен в осадках Северной впадины Среднего Каспия, на южном склоне поднятия мыса Песчаного, в Южном Каспии отдельными изолированными пятнами на восточном склоне, на широте острова Огурчинского и локальными ареалами в западной части моря. Незначительные количества (до 1%) отмечены на Аштеронском пороге и на хребте Шатского. В осадках мангышлакского горизонта остальной части моря лимонит не встречен.

Пирита в отложениях мангышлакского горизонта содержится меньше, чем в вышележащих. На большей части моря он составляет 5-10% тяжелой фракции. Наибольшие его количества отмечены в Южном Каспии на склонах хребта Абиха и некоторых других поднятий, связанных с грязевыми вулканами. В Среднем Каспии повышенные количества пирита (16-25%) встречены в осадках верхней части западного

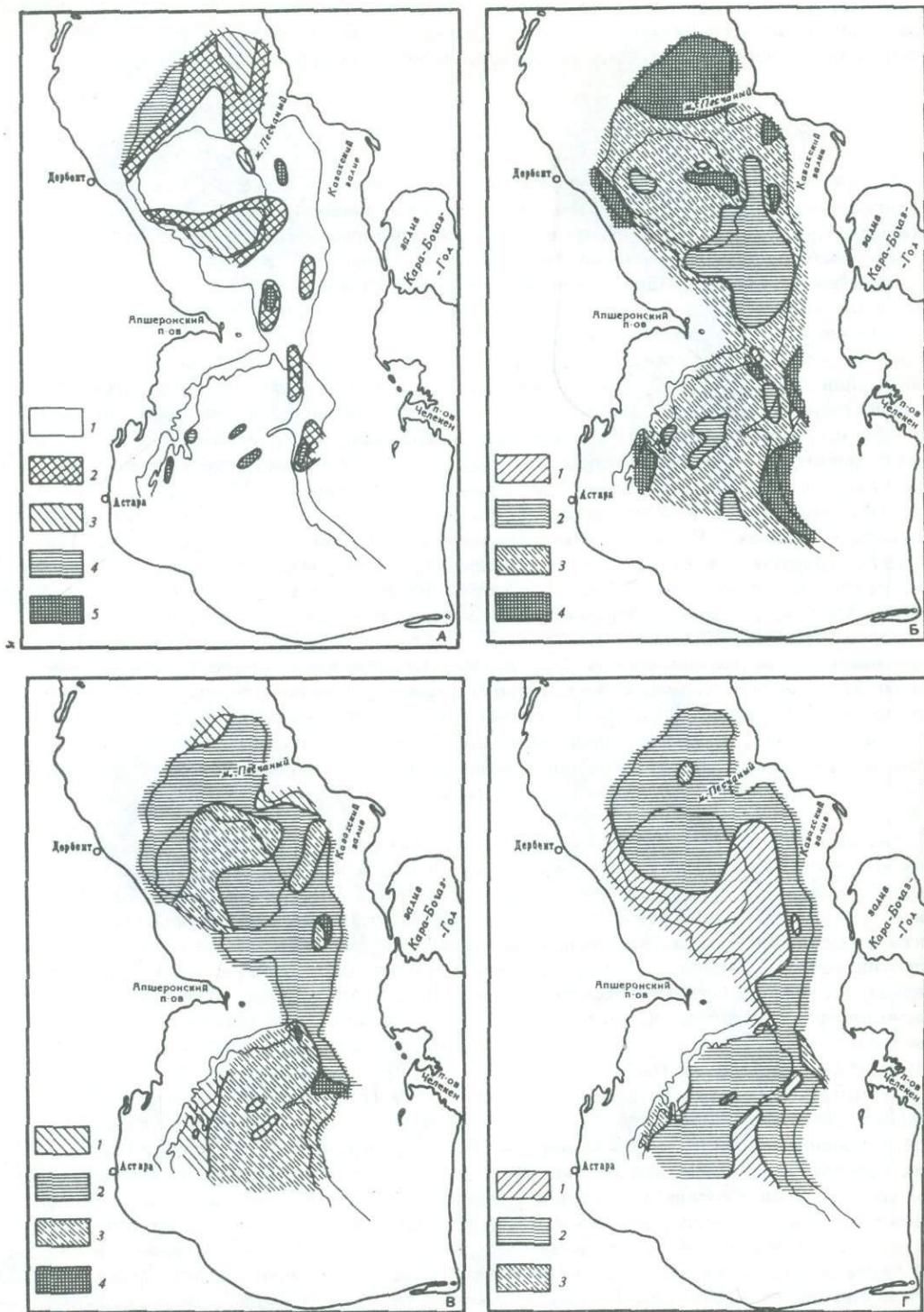


Рис. 30. Распределение пирита (А), магнетита и ильменита (Б), слюда (В), эпидота и цоизита (Г) в отложениях мангышлакского горизонта (в %)

А - пирит: 1 - 0-5; 2 - 5-10; 3 - 10-20; 4 - 20-30; 5 - 30-50;
 Б - магнетит и ильменит: 1 - 0-2; 2 - 2-5; 3 - 5-10; 4 - больше 10.
 В - слюды: 1 - меньше 10; 2 - 10-20; 3 - 20-50; 4 - больше 50.
 Г - эпидот и цоизит: 1 - 5-10; 2 - 10-20; 3 - 20-30

склона Северной впадины и в южной части Дербентской котловины. Пирит в отложениях мангышлакского горизонта северной части Среднего Каспия терригенного происхождения.

Легкая фракция

Кварц. Полоса осадков с содержанием кварца 20–26% в легкой фракции расположена на шельфе и склоне, окаймляющих с юга и востока Дербентскую котловину, и протягивается до широты мыса Песчаного. На востоке эта полоса расположена на глубинах около 200 м (рис. 31). Такая конфигурация ареалов распределения кварца хорошо увязывается со схемой течений, что свидетельствует о влиянии последних на разнос этого минерала. Поставщиками кварца в Средний Каспий являются реки, коренные породы береговой полосы, многочисленных островов и банок. В южной части моря содержание кварца в отложениях мангышлакского горизонта изменяется от 2,3 до 32,1%, а в среднем от 4,8 до 10,9%. Наибольшие количества кварца отмечены в юго-восточной части моря. Отсюда содержание его уменьшается во всех направлениях, но остается наибольшим в северо-восточном районе. Отдельные изолированные ареалы повышенного содержания кварца отмечены на поднятии Андрусова, в понижениях дна юго-восточнее хребта Абиха и на шельфовых участках на широте Челекена. В юго-западном секторе Южного Каспия до глубины 500 м количество кварца в отложениях мангышлакского горизонта очень незначительно.

Полевые шпаты являются основным компонентом, составляющим легкую фракцию. Их среднее содержание в отложениях мангышлакского горизонта изменяется от 17,8 до 51,3% в средней части Каспийского моря и от 5,8 до 54,4% в южной (см. рис. 31). В общем количество полевых шпатов уменьшается от берега в море. В

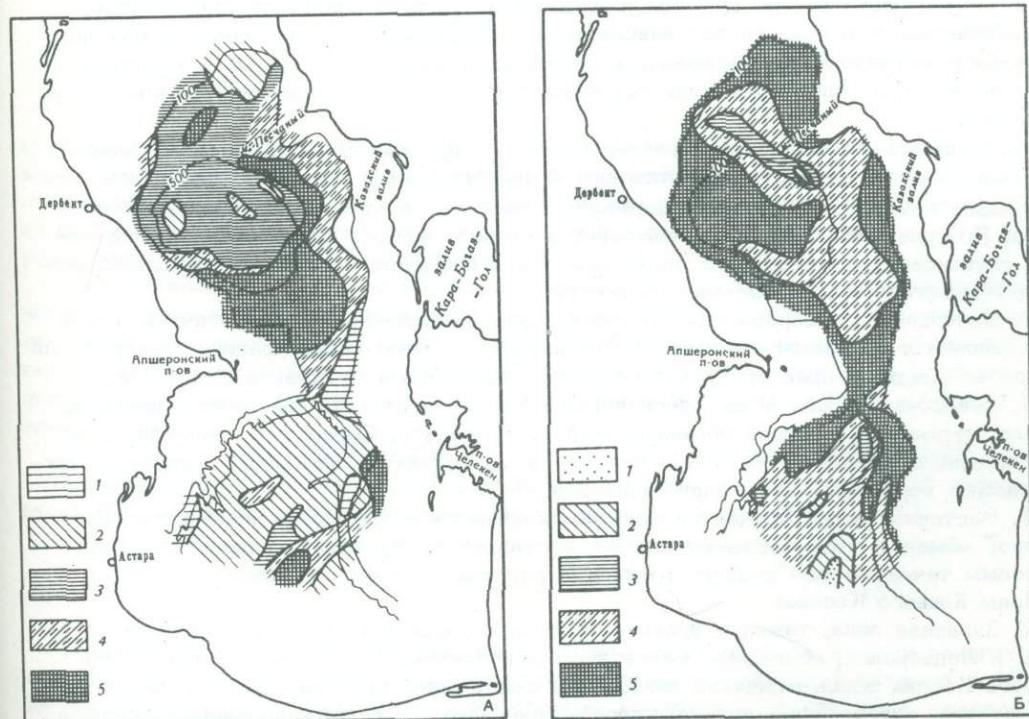


Рис. 31. Распределение кварца (А), полевых шпатов (Б) в отложениях мангышлакского горизонта (в %)

А – кварц: 1 – меньше 5; 2 – 5-10; 3 – 10-15; 4 – 15-20; 5 – больше 20.
 Б – полевые шпаты: 1 – меньше 10; 2 – 10-20; 3 – 20-30; 4 – 30-40; 5 – больше 40

южной части моря полевых шпатов больше всего на щельфе и склоне. В сторону глубоководной впадины их содержание значительно уменьшается и является минимальным на юго-востоке, где основную роль в легкой фракции играет кварц.

Глауконит в наибольшем количестве присутствует в осадках северо-восточной части Среднего Каспия (2,2–2,5%), в северном углу Дербентской котловины и на южных участках западного склона. Его минимальные количества отмечаются на северо-западном и западном щельфах, а также в восточной половине Дербентской впадины и на прилежащих к ней участках восточного склона и щельфа. В осадках Южного Каспия содержание глауконита в восточной половине больше, чем в западной. Исключение составляют отдельные изолированные поднятия западной части Южного Каспия, где содержание глауконита возрастает.

Минералогические зоны

По особенностям распределения отдельных минералов и минеральных комплексов в отложениях мангышлакского горизонта выделяются также 10 минералогических зон.

Зоны Среднего Каспия (рис. 32):

1. Северная зона (I) характеризуется относительно высоким содержанием магнетита, устойчивых минералов – граната, рутила, циркона и турмалина, а также сфена, роговых обманок, цоизита и эпидота. В отложениях этой зоны отмечается наибольшее содержание дистена и присутствует ставролит (табл. 5). В легкой фракции здесь установлено максимальное содержание полевых шпатов, много обломков пород и измененных минералов. Основным источником терригенных компонентов северной зоны являются выносы р. Волги. Конфигурация этой зоны определяется распределением выносимого р. Волгой кластического материала. Эта зона характеризуется тем же комплексом минералов, что и аналогичная зона по новокаспийским отложениям, но имеет несколько другие границы и меньшее в среднем количество пироксенов.

2. Западная зона выделяется наибольшими концентрациями пироксенов и кварца. Здесь встречен пирит. По сравнению с новокаспийскими отложениями в мангышлакских значительно снижается роль устойчивых минералов и увеличивается количество слюды.

3. Центральная южная зона располагается в глубоководной части моря, занимая южную часть Дербентской котловины и прилегающий к ней с востока склон. Эта зона характеризуется большим содержанием лимонита и лимонитизированных минералов. По сравнению с аналогичной зоной в новокаспийских отложениях она смешена в глубоководную область за счет сокращения размеров бассейна и несколько иного гранулометрического состава отложений.

4. Центральная северная глубоководная зона по сравнению с аналогичной зоной новокаспийского времени имеет меньшую площадь и иную конфигурацию. Минеральный состав ее осадков характеризуется большим содержанием мусковита и цоизита.

5. Северо-восточная зона. Здесь повышенные концентрации магнетита, циркона, рутила, турмалина, роговой обманки, эпидота и цоизита. Совершенно очевидно, что в этой зоне оказывается принос обломочного материала из Северного Каспия, а также размыв коренных пород, слагающих берег.

6. Восточная зона отличается большим количеством мусковита и обыкновенной роговой обманки; присутствуют дистен и ставролит. Мусковит приносится сюда круговым течением из Среднего Каспия, а роговая обманка из Южного.

Зоны Южного Каспия:

7. Западная зона, тяжелая фракция осадков которой формируется выносами рек Куры и Ленкоранки, обогащена магнетитом и цоизитом. В отличие от других зон Южного Каспия здесь отмечено наибольшее содержание циркона, дистена, пироксенов, рутила, ставролита, эпидота, хлорита, ангидрита, лимонитизированных и измененных минералов, а в единичных случаях присутствует барит. Основным компонентом легкой фракции являются полевые шпаты и кальцит.

8. Центральная зона Южного Каспия приурочена к области максимальных глубин Каспийского моря и находится под влиянием грязевых вулканов. Сочетание этих факторов определяет преобладание в этой зоне мусковита и пирита. Кроме того, здесь присутствуют магнетит, гранат, циркон, турмалин, биотит, роговые обманки, пироксины, эпидот, цоизит, ангидрит; отмечены незначительные количества лимонита,

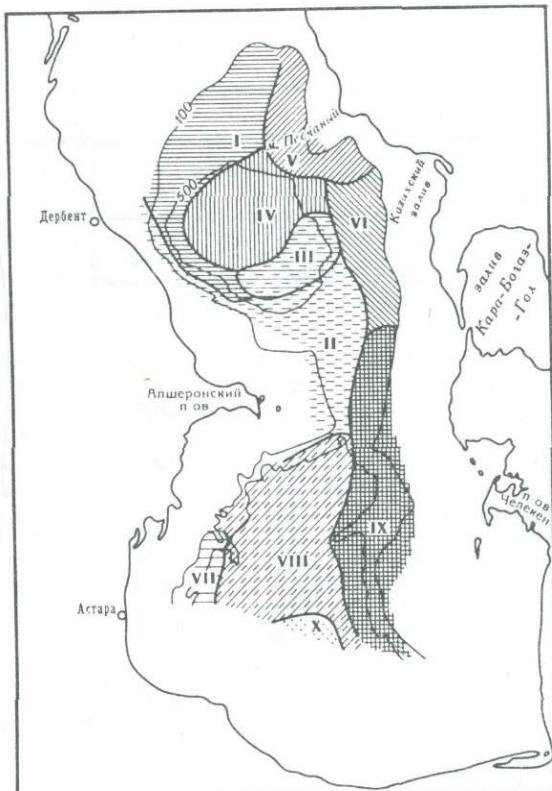


Рис.32. Минералогические зоны отложений мангышлакского горизонта

Зоны Среднего Каспия: I - северная; II - западная; III - центральная южная; IV - центральная северная глубоководная; V - северо-восточная; VI - восточная. Зоны Южного Каспия: VII - западная; VIII - центральная глубоководная; IX - восточная; X - Иранская

рутilla, апатита, сфена, пикотита, ставролита и дистена, а в легкой фракции - вулканического стекла. На склонах поднятий, увенчанных грязевыми вулканами, выделяются аномальные участки, в которых резко повышается роль пирита и соответственно снижается роль остальных минералов, а такие минералы, как апатит, сфен, ставролит, дистен и пироксены, не встречаются совсем.

9. Восточная зона Южного Каспия характеризуется относительно большим количеством роговых обманок, пироксенов, мусковита, граната, сфена. Минеральный комплекс этой зоны формируется главным образом из продуктов разрушения берегов и выбросов грязевых вулканов, расположенных на шельфе. Незначительное влияние оказывает принос терригенного материала круговым течением из Предэльбурской впадины Южного Каспия.

10. Иранская зона располагается в самой южной части вдоль пограничной линии Астара-Гасан-Кули. Отличительной чертой минерального состава этой зоны является очень большое содержание слюды (биотита и мусковита) и кварца.

* * *

Таким образом, для мангышлакского горизонта характерны те же минералогические зоны, которые были выделены для новокаспийских отложений. Благодаря особенностям палеогеографии мангышлакского времени (положение уровня моря, гидрологическая и гидрохимическая обстановка) границы некоторых зон и их площадь отличаются от таковых для новокаспия.

Как было указано выше, во время регressiveного стояния уровня Каспийского моря выносился более грубозернистый материал, но комплекс минералов оставался прежним, так как источники питания кластическим материалом не изменились. Изменились количественные соотношения отдельных минеральных компонентов в осадке, отмечается ряд типоморфных особенностей минералов мангышлакского регressiveного горизонта, что позволяет использовать их в качестве дополнительного признака при

Таблица 5

Характеристика минералогических зон (I-X) отложений мангышлакского горизонта (содержание в

Компоненты	Средний Каспий						Средний Каспий						Южный Каспий	
	Северо-западная (I)		Юго-западная - шельф (II)		Юго-западная - склон (III)		Центральная глубоководная (IV)		Северо-восточная (V)		Юго-восточная (VI)		Западная (VII)	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Тяжелая фракция	0,23-1,38	0,72	0,27-0,71	0,47	0,06-0,65	0,41	0,025-0,78	0,47	0,45-0,8	0,67	0,25-1,09	0,7	0,02-0,42	0,17
Пирит	2,2-21,9	9,3	11,9-34,3	21,2	3,1-29,0	16,2	1,95-13,4	4,7	3,7-10,2	6,3	1,2-32,7	8,2	0,8-14,2	4,4
Лимонит	0-2,7	0,9	0,3-2,9	1,2	0,4-16,7	11,1	0-1,4	0,4	0-0,9	0,3	0-1,8	0,5	0-4,3	0,8
Магнетит	7,8-15,5	11,5	2,4-5,4	3,7	1,1-12,3	6,0	4,2-10,8	7,1	7,2-21,1	14,0	2,2-12,4	5,9	5,8-22,9	15,5
Гранат	1,7-4,3	2,7	1,3-1,53	1,4	1,1-3,25	2,3	0,4-2,8	1,5	1,6-2,3	1,8	1,0-3,2	1,6	Ед.з.-2,8	0,9
Циркон	5,1-7,6	5,8	1,3-2,2	1,9	0-6,15	3,0	2,8-7,45	4,8	6,4-9,7	7,9	0,9-3,8	2,3	1,9-6,3	4,1
Рутил	0,4-1,2	0,7	0,2-0,6	0,4	0-0,75	0,4	0-1,0	0,4	0,4-0,9	0,7	0-0,5	0,3	0-1,4	0,5
Турмалин	0,4-3,0	1,7	0,2-1,8	0,8	0-1,4	0,8	0,9-3,0	1,6	1,4-3,1	2,1	0-1,8	0,9	0,4-2,1	1,3
Апатит	0,1-0,8	0,40	0,1-0,3	0,2	0-0,5	0,3	0-0,4	0,3	0,3-0,4	0,4	0-0,6	0,2	0-0,7	0,1
Сфен	1,2-3,5	2,3	1,1-1,7	1,4	0-1,7	0,9	0,1-2,5	1,5	1,4-3,1	2,0	0,5-2,8	1,1	0-0,5	0,3
Пикотит	0-0,6	0,2	0-0,1	0,1	-	-	0-0,2	0,06	0-0,5	0,3	0-0,3	0,1	0-0,9	0,1
Ставролит	0-0,17	Ед.з.	-	-	-	-	0-0,2	0,03	-	-	0-0,3	0,04	0-0,7	0,2
Дистен	0,2-0,9	0,40	0-0,6	0,2	0-0,2	0,1	0-0,4	0,1	0,2-0,5	0,3	0-0,3	0,1	0,2-2,7	1,1
Биотит	0,4-1,3	1,1	1,1-3,0	1,9	0-2,1	1,3	1,03-4,1	2,1	0,6-1,5	1,1	0,8-9,2	4,2	1,5-3,1	2,3
Мусковит	7,0-18,3	12,8	14,1-19,9	16,8	1,1-18,4	10,8	15,2-26,8	21,1	8,1-12,4	9,8	16,4-42,1	25,4	4,0-13,3	7,8
Роговая обманка об.	2,4-6,3	4,2	2,9-6,4	4,5	0-5,35	3,2	0,65-8,6	3,7	3,3-7,8	5,3	2,2-13,0	5,2	0,9-5,1	3,6
Роговая обманка баз.	0-0,5	0,2	0,3-0,4	0,3	0-0,15	0,05	0-0,8	0,2	0-0,2	0,1	0-0,15	0,06	0-0,4	0,1
Пироксены	0-1,5	0,7	0,6-1,1	0,8	0-1,4	0,6	0-1,3	0,5	0,3-0,9	0,7	0-1,0	0,5	0-6,2	1,9
Эпидот	2,7-7,2	4,9	2,7-5,7	4,0	0,6-4,2	2,6	1,35-7,2	2,8	5,9-6,7	6,3	2,1-6,2	3,8	2,6-10,9	5,5
Цоизит	5,0-15,4	8,6	2,7-7,4	4,3	2,9-6,4	4,9	4,7-15,8	10,2	8,9-13,6	11,9	1,8-11,5	5,8	9,8-18,5	14,3
Хлорит	0,1-1,47	0,5	0,1-0,8	0,5	0-0,8	0,4	0,15-0,9	0,4	0,4-1,07	0,7	0-0,5	0,2	0,4-3,1	1,5
Кальцит	2,3-12,7	8,1	3,1-9,9	7,3	2,9-13,2	6,9	4,9-17,7	13,4	6,0-13,1	8,4	9,3-20,0	14,2	1,2-18,6	6,8
Доломит	0,2-2,3	1,7	0,3-1,8	1,0	0-1,8	0,8	1,45-5,9	2,9	0,5-1,9	1,3	0-5,0	1,7	0-2,2	0,7
Сидерит	0-0,1	Ед.з.	-	-	0-0,1	0,03	0-0,3	0,03	0-0,1	0,03	-	-	-	-
Ангидрит	0,1-2,9	1,1	0,2-0,6	0,3	0-0,8	0,3	0,1-4,8	2,4	0,7-2,9	1,5	0-4,3	0,9	1,2-6,2	3,5
Глауконит	0,1-1,2	0,4	0,2-2,0	1,0	0,2-0,6	0,4	0-1,7	0,7	0,4-0,7	0,5	0,3-1,6	0,8	0-1,2	0,2
Лимонитизир. минералы	3,0-13,0	8,2	12,4-13,7	13,3	4,8-40,0	18,1	4,0-9,3	5,9	2,5-6,1	3,9	4,6-10,5	6,9	3,9-11,5	8,3
Измененные минералы	7,1-14,9	10,5	9,9-12,3	11,0	2,9-13,2	9,4	8,8-14,1	10,7	9,4-15,6	11,7	5,9-12,3	8,4	0-24,6	14,1
Легкая фракция	98,62-99,77	99,28	99,57-99,73	99,52	99,35-99,90	99,59	99,22-99,7	99,53	99,18-99,55	99,33	98,96-99,75	99,30	99,58-99,98	99,83
Кварц	6,2-25,3	13,4	14,6-25,4	20,2	11,1-23,1	16,4	7,2-21,0	15,1	16,6-19,2	17,9	11,6-26,4	18,6	0,6-10,3	5,2
Полевые шпаты	33,7-49,0	43,2	33,9-43,0	37,1	22,8-43,5	33,3	16,9-51,3	36,9	29,7-46,0	38,7	28,8-49,0	35,2	21,8-52,5	37,9
Мусковит	1,3-7,7	4,8	5,4-10,4	8,3	6,3-9,5	7,4	4,1-9,6	6,7	3,0-5,3	4,2	5,1-10,5	6,5	2,3-7,0	4,4
Кальцит	12,4-22,7	18,0	20,6-25,0	23,0	25,5-33,6	29,2	15,6-39,8	22,7	25,2-34,2	28,8	23,8-37,6	31,7	26,3-55,0	37,4
Хлорит	0-0,2	Ед.з.	-	-	-	-	0-0,2	0,02	0-0,1	0,03	-	-	0-1,4	0,5
Глауконит	0,3-1,3	0,8	0-0,5	0,3	0,15-0,5	0,4	0-1,0	0,4	0,4-0,9	0,7	0-0,9	0,3	0-0,7	0,4
Вулканическое стекло	-	-	-	-	-	-	0-0,8	0,1	-	-	-	-	-	-
Обломки диатомей	0-4,7	0,6	-	-	0-1,45	0,8	0-0,2	0,03	-	-	0-0,3	0,1	0-0,2	0,1
Обломки ракушей	0-2,6	0,4	0-0,2	0,1	0-0,5	0,2	0-0,5	0,1	0,3-4,0	1,6	0-1,0	0,2	0-0,9	0,3
Спирулы губок	0-1,5	0,2	0-0,2	0,1	0,25-5,2	2,3	0-0,2	0,1	0,4-0,9	0,6	0-0,3	0,1	0-2,5	0,3
Фораминиферы	0-0,5	0,2	0-0,1	0,1	-	-	0-0,3	0,1	0,2-0,5	0,3	0-1,0	0,3	0-0,5	0,2
Растительный детрит	0-0,1	Ед.з.	-	-	0-0,35	0,2	0-0,1	0,01	-	-	-	-	0-6,0	1,1
Обломки пород	0,7-20,7	8,9	1,5-3,4	2,1	0-1,27	0,5	0,6-47,7	12,3	3,2-4,5	3,7	0-7,0	2,1	0,3-15,2	8,6
Измененные минералы	2,0-21,3	9,5	5,4-12,7	8,2	6,5-12,5	9,3	2,5-9,3	5,5	2,8-4,3	3,5	0,7-8,1	4,7	0,5-6,0	3,5

Табл. 5 (окончание)

Компоненты	Южный Каспий				
	Центральная (VIII)		Восточная (IX)		Южная - Иранская (X)
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний (один обр.)
Тяжелая фракция	0,08-0,68	0,42	0,16-1,31	0,56	0,18
Пирит	1,4-49,0	11,0	0-22,3	5,1	1,8
Лимонит	0-1,3	0,3	0-8,9	1,3	-
Магнетит	1,8-10,6	7,2	0-21,5	8,1	4,1
Гранат	0-2,8	1,1	0,7-5,1	2,1	0,7
Циркон	1,0-5,5	3,1	0,7-4,9	3,1	1,8
Рутил	0-0,6	0,3	0-0,7	0,2	0,3
Турмалин	0,7-2,0	1,5	0,2-4,8	1,4	0,7
Апатит	0-2,8	0,5	0-1,5	0,4	-
Сфен	0-1,1	0,5	0,2-3,2	1,2	-
Никотит	0-0,3	0,1	0-0,2	0,06	-
Ставролит	0-0,5	0,1	0-0,2	0,02	-
Дистен	0-0,5	0,2	0-0,6	0,2	Ед.з.
Биотит	1,8-3,5	2,8	0,6-16,5	5,3	10,1
Мусковит	13,8-27,0	18,6	11,3-46,4	22,8	36,0
Роговая обманка об.	0,4-6,0	2,8	1,9-9,1	4,6	2,9
Роговая обманка баз.	0-0,4	0,1	0-0,3	0,1	-
Пироксены	0-3,0	0,7	Ед.з.-2,1	1,1	0,7
Эпидот	0,3-3,4	1,7	1,7-8,4	4,4	1,3
Цоизит	2,7-12,8	8,7	3,6-18,2	9,4	6,1
Хлорит	0,7-2,4	1,3	0,2-1,5	0,7	0,5
Кальцит	7,1-22,9	13,1	8,4-23,5	12,6	15,2
Доломит	0,7-2,7	1,5	0,6-7,6	1,7	0,7
Сидерит	0-0,2	0,05	0-0,1	0,01	-
Ангидрит	0-6,1	2,5	0-3,6	1,6	1,3
Глауконит	0-0,9	0,2	0-0,3	0,2	-
Лимонитизир. минералы	0-16,3	7,6	0-8,4	4,9	5,6
Измененные ми-нералы	4,8-17,7	11,3	0-12,4	7,9	9,9
Легкая фракция	99,32-99,95	99,64	98,69-99,84	99,40	99,82
Кварц	0,4-19,0	9,5	2,3-20,8	9,5	32,2
Полевые шпаты	16,2-51,6	36,0	25,0-45,8	38,3	5,8
Мусковит	1,3-7,7	5,1	2,2-8,7	5,4	11,2
Кальцит	25,3-63,0	35,0	25,2-51,3	31,3	40,0
Хлорит	0-1,3	0,4	0-0,4	0,1	0,6
Глауконит	0-0,4	0,2	0-0,8	0,3	0,2
Вулканическое стекло	0-0,2	0,02	-	-	-
Обломки диатомей	0-2,6	0,3	0-0,2	0,05	-
Обломки ракушки	0-0,3	0,1	0-6,6	0,8	-
Спирулы губок	0-1,3	0,3	0-0,5	0,1	-
Фораминиферы	0-1,3	0,4	0-0,7	0,1	-
Растительный детрит	0-1,3	0,2	0-0,3	0,04	-
Обломки пород	3,7-15,5	8,7	0,7-18,4	9,8	1,3
Измененные ми-нералы	0-9,3	3,0	0,9-8,5	4,2	8,7

стратиграфическом расчленении верхнечетвертичных отложений. Кроме того, интенсивность течений, видимо, была значительна, материал разносился на большие площади моря, чем в новокаспийское время.

Северная зона Среднего Каспия, занимая весь северный подводный склон, продолжается вдоль западного склона значительно южнее, чем в новокаспийское время. Количественные содержания основных терригенных компонентов увеличились. Границы западной зоны Среднего Каспия также переместились к юго-востоку, в нее вошла и Южная впадина Среднего Каспия. К востоку, в центральную часть Среднего Каспия, сместилась зона, занимавшая южную глубоководную часть западного склона и характеризующаяся присутствием лимонита и лимонитизированных минералов. Центральная зона Среднего Каспия оставалась лишь в северной половине Дербентской котловины и прилежащих к ней восточных участках склона. Сильно сократила свои размеры юго-восточная зона Среднего Каспия, ее границы сдвинулись на восток.

В западной части Южного Каспия отложения мангышлакского горизонта вскрыты только на юге. Граница этой зоны проведена условно. Восточная зона Южного Каспия также сократила свои размеры и продвинулась восточнее, меньше стала и южная иранская зона. Увеличила свои размеры центральная глубоководная зона. Так, понижение уровня моря и интенсивности эрозионных процессов отразилось на распределении основных минеральных компонентов.

Дагестанский горизонт верхнехвальинских отложений

Осадки дагестанского горизонта вскрыты ограниченным числом колонок. Построить карты распределения основных минеральных компонентов и выделить минералогические провинции по таким ограниченным данным не представляется возможным. Рассмотрим поэтому лишь поведение отдельных компонентов.

Содержание тяжелой фракции в Среднем Каспии изменяется от 0,03 до 0,75%, увеличиваясь на восток. В юном Каспии количество гяжелой фракции колеблется от 0,03 до 2,62%. В составе тяжелой фракции встречены те же минералы, которые были отмечены и в вышележащих отложениях: пирит, магнетит, лимонит, гранат, циркон, рутил, турмалин, апатит, сфен, пикотит, ставролит, дистен, биотит, мусковит, роговая обманка обыкновенная и базальтическая, пироксены, эпидот, цоизит, хлорит, кальцит, доломит, сидерит, ангидрит, глауконит, лимонитизированные, лиритизированные и измененные минералы.

В легкой фракции отмечены кварц, полевые шпаты, мусковит, кальцит, хлорит, глауконит, вулканическое стекло, обломки пород, выветрелые минералы, а также обломки диатомей, ракуши, фораминиферы, спикулы губок и растительный детрит.

Роговая обманка обыкновенная составляет от 1,6 до 5,1% тяжелой фракции в Среднем Каспии и от 0,5 до 6% в Южном. Наибольшие ее количества отмечены к югу от мыса Песчаного, у восточных берегов Южного Каспия, на хребте Андрусова и в осадках этого возраста, слагающих отдельные поднятия западной части моря. Базальтическая роговая обманка отмечена единичными зернами в редких случаях.

Содержание пироксенов изменяется от 0,2 до 1,3% в Среднем Каспии и от 0,2 до 4,5% в Южном. Максимальные их количества встречены вблизи бровки восточного шельфа, к югу от мыса Песчаного и на широте полуострова Челекен, а также в самых южных районах.

В отложениях дагестанского горизонта, как и в вышележащих, отмечается значительное содержание устойчивых минералов. Количество циркона в Среднем Каспии изменяется от 0,5 до 8,1%, граната - от 0,6 до 3,4%, рутила - от 0,3 до 1,25%, турмалина - от 0,3 до 1,8%. В Южном Каспии содержание этих минералов: циркона от 0,6 до 6,3%, граната от 0,15 до 2,4%, рутила от единичных зерен до 1,8%, турмалина от единичных зерен до 2,8%. Хотя нельзя проследить изменение содержания этих минералов в отложениях дагестанского горизонта по всей площади моря, но необходимо отметить общую тенденцию - повышение их количества на восточном склоне и у края восточного шельфа. Так, у края восточного шельфа содержание циркона 6,1% (кол. 238), в то время как на западном склоне оно всего 1,4% (кол. 297). В центральной части Среднего Каспия и на восточном склоне оно изменяется от 3,5 до 5,4%; такая же тенденция наблюдается и для других устойчивых минералов. В Южном Каспии максимум циркона смещен к востоку (кол. 54 и 55).

Дистен и ставролит отмечен в единичных случаях в очень ограниченном количестве. Содержание сфена изменяется от единичных зерен до 2,6%, причем его количество больше в отложениях средней части Каспийского моря. Эпидот и цоизит также присутствуют во всех исследованных колонках, но цоизит преобладает. Количество эпидота в отложениях дагестанского горизонта изменяется в Среднем Каспии от 0,9 до 4,3%, а в Южном от 0,3 до 6,0%, цоизита - от 1,7 до 14,1% в Среднем Каспии и от 2,7 до 19,0% в Южном. Максимальные его количества отмечены в осадках верхней части восточного шельфа Среднего Каспия и в осадках отдельных поднятий в западной части Южного Каспия, на северо-востоке и юге.

Отличительной чертой минерального состава алевритовой фракции отложений дагестанского горизонта является большое содержание в нем слюды, особенно мусковита. Так, в осадках Среднего Каспия мусковит составляет от 9,8 до 33,8% тяжелой фракции, биотит - от 0,8 до 2,8%, а в Южном Каспии их содержание соответственно 40,8 и 3,2.

Магнетит встречен повсеместно. Он составляет от 1,3 до 15,6% тяжелой фракции. Высокие его значения зафиксированы для осадков восточного шельфа Среднего Каспия, Аштеронского порога и хребта Абиха. Лимонит содержится в незначительных количествах. Большие его количества отмечены в юго-западной части Южного Каспия (12%). Наблюдается также значительное количество лимонитизированных минералов. Это главным образом кальцит, адсорбирующий лимонит. Иногда лимонитизированные минералы составляют 50-60% тяжелой фракции (отдельные участки на западе Среднего и Южного Каспия). В остальных районах содержание лимонитизированных минералов изменяется от 2,0 до 17,0%.

Пирит в отложениях дагестанского горизонта в средней части Каспийского моря составляет от 2,1 до 14,8%, а на юге от единичных зерен до 86,6%, причем эти высокие его значения отмечены не по всей толще, а в отдельных прослойках. Например, в кол. 62 обогащены пиритом осадки на горизонтах 157-159 и 274-276 см, а на 220 см пирит совершенно отсутствует; в кол. 102 пиритом обогащена только верхняя толща верхнехвальских отложений (185-195 см), а ниже он исчезает. Таким образом, пирит, как индикатор геохимической обстановки, указывает на неповсеместное распространение восстановительных условий.

Рассмотрим распределение минералов легкой фракции. Содержание кварца в отложениях дагестанского горизонта в Среднем Каспии изменяется от 4,2 до 24,5%. Количество его уменьшается от западного и восточного берега в сторону больших глубин. В Южном Каспии намечаются три района с относительно высоким содержанием кварца: в северо-восточном секторе, на широте Челекена (11,0-15,6%), в центральной части и к западу от глубоководной впадины, на хребте Андрусова (17-18,6%) и в пределах глубин 800 м в самых южных участках моря (12-17,4%). На остальной площади Южного Каспия кварц составляет от 0,7 до 11% легкой фракции. Полевые шпаты в отложениях этого горизонта также играют большую роль. Их количество варьирует от 19,7 до 51,0%. В Среднем Каспии наибольшие значения отмечены в осадках западного склона и нижней части восточного склона, на Аштеронском пороге; в Южном Каспии - в северо-восточном районе, на отдельных поднятиях западной части моря, а также в самых южных пограничных районах. Кроме кварца и полевых шпатов в легкой фракции встречены слюда (2,6-14,8%), кальцит (от 12,2 до 40,2% в Среднем Каспии и от 2,7 до 56% в Южном), большое количество обломков пород (23% легкой фракции в Среднем Каспии и до 33,4% в Южном); значительно меньше, чем в вышележащих отложениях, растительных остатков, диатомей, обломков фораминифер, ракуш и спикул губок.

Таким образом, из довольно ограниченного материала по отложениям дагестанского горизонта, которым мы располагаем, видно общее преобладание слюдистых минералов, амфиболов и минералов группы эпидота и цоизита. В пределах западного склона Среднего Каспия отложения дагестанского горизонта отличаются тем, что они на 50% сложены лимонитизированными минералами. По-видимому, здесь существовали слабоокислительные условия. В центральной части Среднего Каспия в минеральном составе алевритовой фракции преобладают терригенные компоненты: магнетит, гранат, циркон, рутил, апатит, сфен, слюды, присутствуют дистен и отмечены максимальные содержания пироксенов. На восточном склоне Среднего Каспия также развит комплекс терригенных компонентов, причем преобладают мусковит и

роговые обманки, приносимые из Северного Каспия, из западной части Среднего Каспия и из Южного.

В Южном Каспии геохимическая обстановка не везде была одинаковой. Грязевые вулканы и газовые эманации в ряде случаев способствовали существованию восстановительных условий; поэтому алевритовая фракция некоторых горизонтов отложений дагестанского возраста западной части Южного Каспия на 80% состоит из пирита. Но пирит не является составляющим компонентом осадков всей толщи этих отложений, а отмечен в отдельных горизонтах. Возможно, это свидетельствует об изменении геохимической обстановки, связанной с эпизодическими извержениями грязевых вулканов.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГЛИНИСТОЙ ФРАКЦИИ

Как было указано в предыдущих главах, новокаспийские и верхнеквальянские отложения на большей части дна Каспийского моря представлены главным образом тонкозернистыми осадками, пелитовая фракция которых составляет от 70 до 90%. Поэтому изучение глинистых минералов чрезвычайно важно для познания состава этих отложений и механизма осадкообразования в Каспийском море.

В составе глинистых минералов встречены гидрослюды, каолинит, хлорит, монтмориллонит, вермикулит и смешанослойные образования. Основным компонентом всех осадков является гидрослюды. Для нее характерна серия базальных рефлексов, кратных 10 \AA , не меняющих своих значений после насыщения глицерином. Слабая интенсивность второго порядка ($5,00 \text{ \AA}$) говорит о деградированном ее состоянии. Вторым компонентом после гидрослюды является каолинит, а третьим хлорит. Судя по характеру базальных рефлексов, хлоритовый компонент относится к железистым разностям.

Во многих образцах в незначительных количествах отмечено присутствие монтмориллонита и смешанослойного компонента типа гидрослюды — монтмориллонит и гидрослюды — хлорит.

В северной части Среднего Каспия глинистая фракция новокаспийских отложений состоит из гидрослюды, но с примесью хлорита, каолинита и смешанослойных образований типа гидрослюды — монтмориллонит. Базальный рефлекс смешанослойного компонента в исходных образцах $11,7 \text{ \AA}$. В Дербентской котловине (кол. 300 и 351) основным компонентом среди глинистых минералов также является гидрослюды. Следующим в количественном отношении компонентом отмечен каолинит, а в осадках северной части впадины включена примесь монтмориллонита (рис. 33). Исследования глинистых минералов осадков, залегающих на восточном склоне Дербентской котловины (кол. 318), показали, что в верхней части толши (32 и 150 см) они представлены гидрослюдой, но наиболее существенной примесью здесь является хлорит. В незначительных количествах отмечено присутствие монтмориллонита. В нижних слоях новокаспийских отложений вторым компонентом после гидрослюды по количественному содержанию становится каолинит, для которого характерно наличие рефлексов $7,15$ и $3,57 \text{ \AA}$. Кроме того, в них присутствует также монтмориллонит, хлорит, а в незначительных количествах — смешанослойные компоненты типа монтмориллонит — гидрослюды и гидрослюды — вермикулит.

Глинистый материал новокаспийских отложений юго-западного склона Среднего Каспия по всей толще (кол. 374, от 0 до 435 см) представлен главным образом гидрослюдой; вторым по содержанию компонентом является каолинит, третьим — хлорит. В осадках этого склона отмечено также присутствие смешанослойных компонентов типа гидрослюды — монтмориллонит. В отложениях южной впадины Среднего Каспия (кол. 364), как и везде, основным глинистым минералом является гидрослюды, вторым по количественному составу в верхней части толши является хлорит, а в нижних горизонтах (660 см) каолинит (Кулакова, 1970).

Таким образом, в верхней части новокаспийских отложений кроме гидрослюды и хлорита встречены незначительные количества каолинита и монтмориллонита. В нижних слоях этих отложений, кроме гидрослюды и каолинита, присутствуют также хлорит и смешанослойные образования типа гидрослюды — хлорит. Глинистые минералы

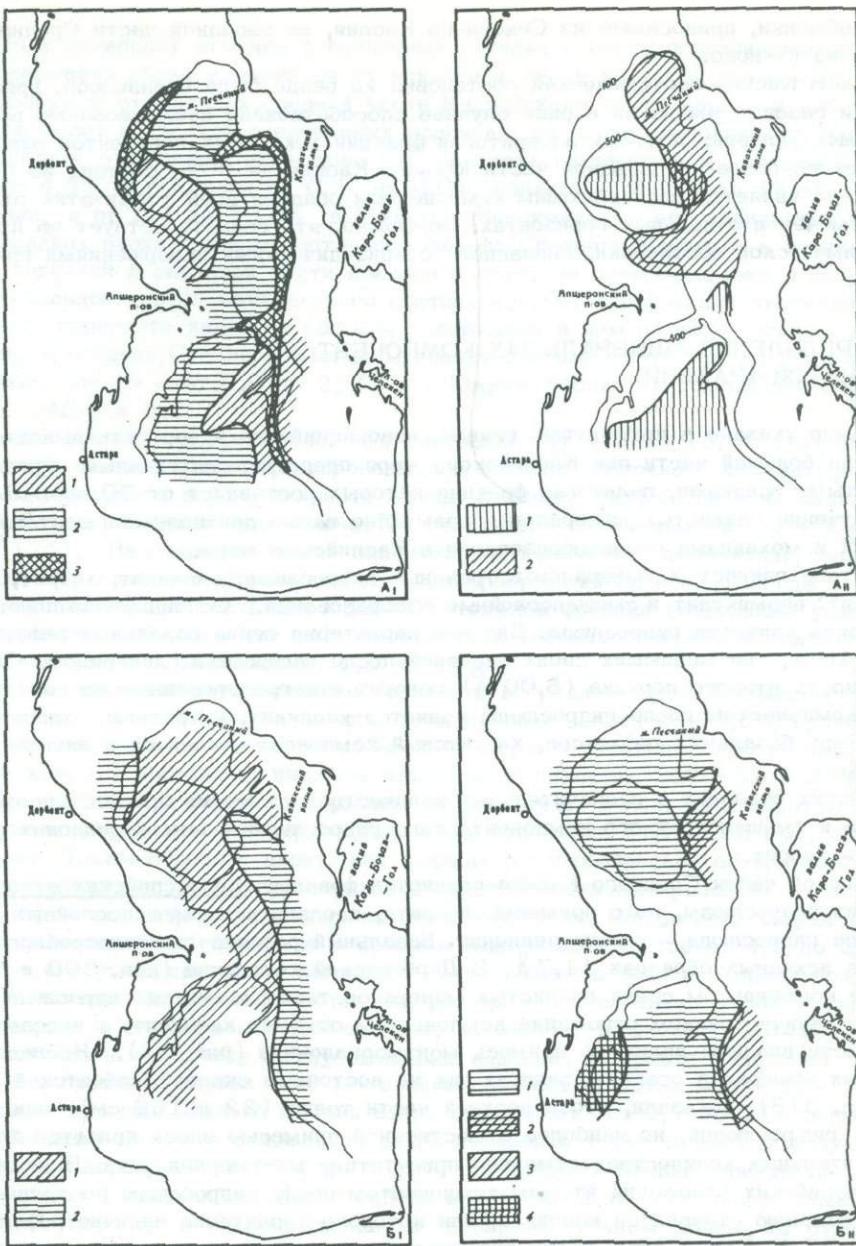


Рис. 33. Распределение глинистых минералов в новокаспийских (А) и мангышлакских (Б) отложениях Среднего и Южного Каспия

Новокаспийские отложения, А_I: 1 - гидрослюдя с каолинитом; 2 - гидрослюдя с хлоритом; 3 - зона отсутствия новокаспийских отложений; А_{II}: 1 - монтмориллонит; 2 - смешанно-слойные компоненты.

Мангышлакский горизонт, Б_I: 1 - гидрослюдя и каолинит; 2 - гидрослюдя и хлорит; Б_{II}: 1 - монтмориллонит; 2 - монтмориллонит и смешанослойные компоненты; 3 - смешанослойные компоненты; 4 - монтмориллонит и вермикулит

новокаспийских отложений северного склона Апшеронского порога (кол. 334) тоже в основном состоят из гидрослюды. Присутствует также существенное количество хлорита и в меньшей мере каолинита и монтмориллонита.

В глинистой фракции южной части западного склона и всего восточного склона Среднего Каспия отмечено присутствие смешанослойных компонентов. В осадках Юж-

ного Каспия также основную роль играет гидрослюдя. В северо-восточной части Южного Каспия на втором месте стоит каолинит или монтмориллонит, а в западной и центральной - хлорит. Последний связан с областями распространения неустойчивых минералов (роговые обманки, пироксены, цоизит и др.). Повышенные содержания каолинита обнаруживают связь с комплексом устойчивых минералов (циркон, гранат, ставролит и сфен).

В нижних горизонтах новокаспийских отложений центральной впадины Южного Каспия, так же как и в Среднем Каспии, вторым по содержанию компонентом является каолинит. Кроме того, как примесь отмечены также хлорит и монтмориллонит. В составе глинистых минералов новокаспийских отложений самых южных районов этой части моря (кол. 126 и 129) встречены гидрослюдя, хлорит, каолинит и монтмориллонит.

Осадки мангышлакского горизонта Дербентской котловины сложены в основном гидрослюдой, вторым компонентом является каолинит (кол. 300 и 351), имеется примесь хлорита и монтмориллонита. На восточном склоне Дербентской котловины вторым составляющим становится хлорит, а не каолинит, как в новокаспийских отложениях этой части моря.

В нижних горизонтах осадков мангышлакской толщи отмечено присутствие монтмориллонита и смешанослойных компонентов типа гидрослюды - монтмориллонит.

Отложения мангышлакского горизонта Южного Каспия отличаются тем, что в их составе кроме гидрослюды, каолинита и хлорита в западной части моря появляется вермикулит, а в восточной части характерны смешанослойные образования (см. рис. 33).

В отложениях мангышлакского горизонта, вскрытого на хребте Шатского (кол. 2), глинистая фракция содержит гидрослюду, каолинит и хлорит. К юго-западу от него, в отложениях западного склона (кол. 114 и 129), основным компонентом является гидрослюдя, следующим по количественному содержанию в осадке идут каолинит, затем вермикулит и монтмориллонит. На северо-восточном склоне Южного Каспия в отложениях верхних горизонтов мангышлакской толщи из глинистых минералов присутствуют гидрослюдя, каолинит и монтмориллонит. В нижних горизонтах вторым компонентом становится хлорит, третьим - монтмориллонит, а каолинит отсутствует совсем.

На восточном склоне южной части моря (кол. 77) в отложениях этого горизонта встречены гидрослюдя, хлорит, каолинит и смешанослойные образования.

Итак, для отложений мангышлакского горизонта характерно иное распределение минералов, чем в новокаспийских отложениях. Вторым компонентом после гидрослюды становится каолинит, что связано, по-видимому, с более интенсивным приносом терригенного материала с суши и повышенной ролью в них комплекса устойчивых минералов.

Отложения дагестанского горизонта в Среднем Каспии вскрыты лишь по восточному склону и исследовались всего по двум колонкам (238 и 318). Здесь глинистые минералы верхней части горизонта представлены гидрослюдой, каолинитом и монтмориллонитом; нижняя часть горизонта сложена гидрослюдой, каолинитом, вермикулитом и смешанослойными компонентами. В осадках нижних участков склона (кол. 318) среди глинистых минералов отмечены лишь гидрослюдя, каолинит, хлорит и монтмориллонит.

В Южном Каспии отложения дагестанского горизонта вскрыты на хребте Шатском. Глинистые минералы здесь представлены гидрослюдой, хлоритом, каолинитом и монтмориллонитом. В этих отложениях северо-восточной части склона глинистая фракция осадка верхней половины горизонта сложена гидрослюдой, каолинитом и монтмориллонитом, в нижней каолинит замещается хлоритом.

Как видно, ассоциация глинистых минералов верхнечетвертичных отложений Каспийского моря аналогична комплексу глинистых минералов, взвесей впадающих в Каспийское море рек, и всего разреза четвертичных и плиоценовых отложений окружающей суши.

Как во взвеси, так и в четвертичных отложениях, по данным М.А. Ратеева (1964), основным компонентом является деградированная гидрослюдя диоктаэдрического типа (с различной степенью выщелоченности калия) и почвенный монтмориллонит (образованный по гидрослюдам) с небольшой примесью хлорита и каолинита.

Изменение уровня Каспийского моря во время верхнехвальинской регрессии вызвало изменение базиса эрозии и усиленный принос терригенного материала. В комплексе глинистых минералов за это время усиливается роль каолинита — минерала типично континентального происхождения.

Попадая в бассейн седиментации, глинистые минералы частично коагулируют и подвергаются механической дифференциации. Так, в новокаспийских отложениях каолинит характеризуется более крупными пластинками и отлагается в осадках шельфа и склонов, а монтмориллонит — в осадках центральных глубоководных частей, в халистатических зонах.

В южной части Каспийского моря на состав и распределение глинистых минералов оказывает влияние размывы разновозрастных и разнообразных по составу выбросов грязевых вулканов, обогащая осадки прилежащих районов различными минеральными компонентами.

Таким образом, анализ ассоциации глинистых минералов по различным стратиграфическим горизонтам и их пространственного размещения по площади бассейна указывает на связь этих ассоциаций с характером глинистой части взвеси, вносимой в море основными питающими водными артериями (рр. Волга, Кура и др.). При доминирующем значении приноса кластического материала с суши второстепенная роль в образовании глинистых минералов принадлежит грязевым вулканам, абразии берегов и дна и аутогеному минералообразованию.

* * *

Основными факторами, влияющими на закономерности формирования вещественно-го состава новокаспийских и верхнехвальинских отложений Среднего и Южного Каспия в процессе их седиментации, являются структура бассейна, выраженная в рельфе дна, особенности циркуляции водных масс и геохимические условия бассейна. В силу особенностей физико-географической обстановки окружающей суши подавляющая часть обломочного материала поступает с запада и севера и круговым течением распределяется по всей Каспийской котловине. Главным источником являются выносы рек, содержащие терригенные компоненты. Так, выносы р. Волги, разносимые течением, служили основным материалом, формирующим осадки Среднего Каспия, а р. Кура оказывала существенное влияние на особенности осадконакопления в Южном Каспии. Дополнительными источниками осадочного материала являются грязевые вулканы, размывы более древних пород и берегов.

Изменение палеогеографической обстановки за это время отразилось и на особенностях минерального состава отложений. Так, осадки новокаспийского возраста отличаются большим содержанием сульфидов, в том числе пирита, свидетельствующих о восстановительной обстановке бассейна седиментации. Осадки мангышлакского горизонта отличаются уменьшением в них роли пирита и повышением содержания многих терригенных компонентов, а также типоморфными особенностями многих минералов. Наиболее тонкозернистые дагестанские отложения характеризуются преобладанием в них слюды. Все это определяет особенности минерального состава этих отложений и формирование различных минералогических зон.

Глава VI

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ОСАДКОВ

Органическое вещество осадков Каспийского моря начало привлекать внимание уже при первых систематических исследованиях. Распределение органического углерода в осадках Северного Каспия изучалось М.В.Кленовой (1956 а, б), в отложениях Среднего и Южного Каспия — Т.И.Горшковой (1959). Более полная картина распределения C_{org} в осадках Каспийского моря была дана А.С.Пахомовой (1961). Процессы накопления органического вещества в мелководных отложениях Каспия обстоятельно исследовались В.В.Вебером (1960). В то же время происхождение и состав органического вещества были исследованы мало. Групповой состав органического вещества мелководных осадков изучался А.И.Горской (1950). Состав органического вещества осадков Южного Каспия был исследован А.А.Али-Заде и др. (1967).

Нами было исследовано более 100 образцов разнообразных типов новокаспийских осадков в диапазоне глубин от 1 м до максимальных. Кроме того, были изучены колонки осадков. Массовые определения C_{org} , битуминозности, гуминовых и фульвовых кислот проводились по всем образцам. Определения легкогидролизуемых веществ и исследование их состава, группового углеводородного состава маслянной фракции были выполнены по отдельным представительным образцам. Для исследований органического вещества применялась методика, описанная ранее.

1. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКОВ

Современные донные осадки Каспийского моря относительно богаты органическим веществом, и средняя концентрация C_{org} достигает 1,5%. Несмотря на значительные колебания, в распределении органического вещества по типам осадков отчетливо проявляется тенденция к увеличению концентрации от менее дисперсных к более дисперсным (табл. 6).

В группе бескарбонатных и слабокарбонатных осадков минимальной концентрацией органического углерода характеризуются пески (в среднем 0,47%); в алевритах количество его возрастает до 0,86%, в алевритово-глинистых илах поднимается до 2,03% и достигает максимума в глинистых илах (3,14%). В группе карбонатных осадков количество органического вещества возрастает от песков (0,21%) к алевритам (0,82%) и достигает максимальных концентраций в алевритово-глинистых (1,74%) и глинистых (1,73%) илах. При сопоставлении средних концентраций однотипных осадков различных районов Каспийского моря, как правило, обнаруживается, что осадки Среднего Каспия наиболее обогащены органическим веществом. Связь между количеством органического вещества и типами донных отложений проявляется и в распределении его по площади дна Каспийского моря (рис. 34).

Как и на схемах Т.И.Горшковой (1959) и А.С.Пахомовой (1961), максимальные концентрации органического вещества приурочены к глинистым илам Среднего и Южного Каспия. Важно отметить, что в Среднем Каспии зона высоких концентраций по площади гораздо больше и захватывает не только всю глубоководную область, но местами и нижнюю часть материкового склона. В Южном Каспии зона высоких концентраций занимает меньшую площадь и развита только в западной части глубоководной впадины и прилегающей части материкового склона. Обогащенность осадков западной части Южного Каспия органическим веществом вызвана, по-видимому, асимметрией материкового стока. Грубоэзернистые осадки области шельфа и верхней части материкового склона в Среднем и Южном Каспии обычно бедны органическим

Таблица 6

Состав органического вещества современных осадков
Каспийского моря

Тип осадка	С орг., % на сухой осадок	Битуминозность, % на сухой осадок	Степень битуминизации орг. вещества, %	Гуминовые кислоты, % на сухой осадок	Степень гумификации орг. вещества, %	Фульвовыекислоты, % от гуминовой кислоты	Количество образцов
Бескарбонатные и слабокарбонатные осадки							
Пески	0,47	0,043	7,49	0,047	7,02	60,4	9
Алевриты	0,86	0,104	7,46	0,288	14,50	43,0	7
Алевритово-глинистые илы	2,03	0,182	4,79	0,390	9,75	25,5	4
Глинистые илы	3,14	0,281	6,11	0,517	10,10	49,5	10
Карбонатные осадки							
Ракушечники	0,79	0,051	5,98	0,047	4,82	38,6	15
Пески	0,21	0,042	9,75	0,079	21,20	48,2	29
Алевриты	0,82	0,098	10,10	0,189	13,50	22,4	6
Алевритово-глинистые илы	1,74	0,140	5,66	0,380	10,80	27,5	19
Глинистые илы	1,73	0,121	4,68	0,270	7,89	21,6	9

веществом. Это положение в полной мере относится и к мелководному Северному Каспию, где преимущественным развитием пользуются грубоэзернистые осадки. Расчеты абсолютных масс органического вещества показывают, что в пределах Среднего и Южного Каспия подвергается осаждению от сотых долей грамма до $3-6 \text{ г}/\text{см}^2$ органического углерода за 1000 лет (рис. 34а). Для сравнения напомним, что величины того же порядка ($0,2-1,6 \text{ г}/\text{см}^2$ за 1000 лет) характеризуют седimentацию органического вещества в Черном море. В отличие от распределения процентных концентраций органического вещества, увеличивающихся от прибрежных участков к центральной – глубоководной части моря, максимальные абсолютные массы в Среднем Каспии приурочены к нижней части материкового склона и местами к прилежащей периферической части котловины.

Максимальные абсолютные массы в Южном Каспии по сравнению со Средним Каспием смешены на большие глубины и приурочены главным образом к периферическим частям глубоководной котловины. Некоторое увеличение абсолютных масс в средней части северного материкового склона, возможно, связано с поступлением материала из Среднего Каспия и Апшеронского порога. Обращает на себя внимание явное тяготение повышенных значений абсолютных масс к западной части Южного Каспия. В целом в распределении абсолютных масс органического вещества в пределах Среднего и Южного Каспия отчетливо выступает прямая связь с общим характером распределения обломочного материала, и наибольшие количества органического вещества осаждаются в тех же районах, где отлагается подавляющая часть взвешенного осадочного материала. Как уже говорилось, донные отложения Среднего Каспия отличаются повышенным содержанием органического вещества. Это различие проявляется и при сопоставлении абсолютных масс. Для донных осадков Южного Каспия масса органического углерода составляет в среднем $0,9 \text{ г}/\text{см}^2$, для Среднего Каспия – $1,3 \text{ г}/\text{см}^2$, т.е. почти в 1,5 раза выше. Большее количество подвергающегося седиментации органического вещества в Среднем Каспии, по-видимому, следует связывать прежде всего с высокой продуктивностью данного района моря. Кроме того, в Средний Каспий поступает значительная масса органического

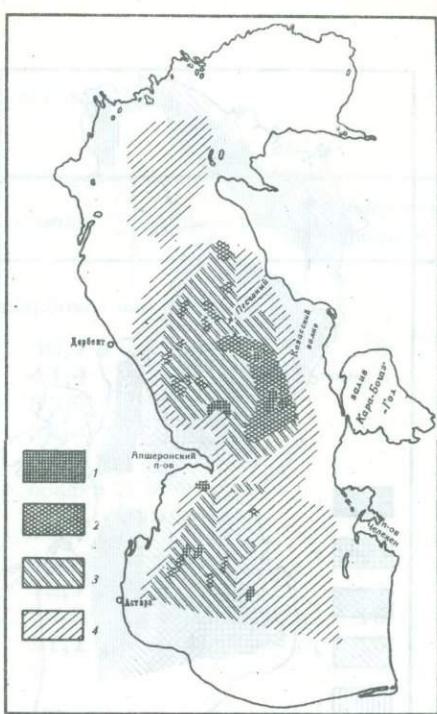
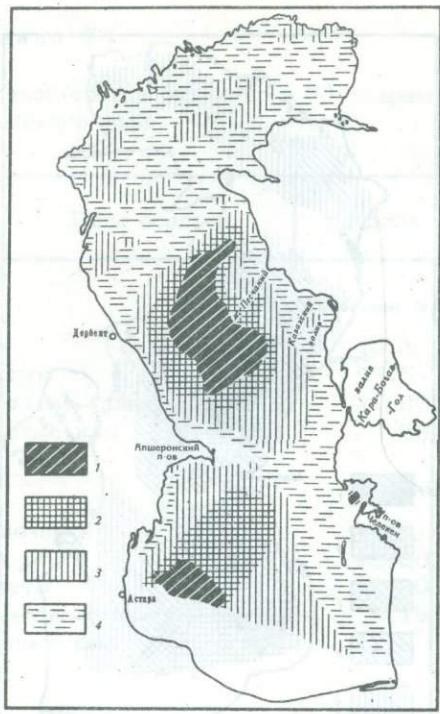


Рис. 34. Распределение органического углерода в современных осадках Каспийского моря (в % на сухой осадок)

1 - больше 3; 2 - 2-3; 3 - 2-1; 4 - меньше 1

Рис. 34а. Абсолютные массы органического углерода в современных осадках Каспийского моря ($C_{\text{орг}}$ в $\text{г}/\text{см}^2$ за 1000 лет)

1 - меньше 1; 2 - 1-2; 3 - 2-3; 4 - больше 3

вещества из Северного Каспия, где гидродинамическая обстановка не позволяет аккумулироваться в осадках всему образующемуся здесь и поступающему с речным стоком органическому материалу.

Представляло интерес оценить, какая часть продуцируемого вещества аккумулируется в осадках Каспийского моря. По данным В.Г.Дашко, годовая продукция органического вещества в этом бассейне достигает 207 375 тыс. т сухого веса, или около $0,03 \text{ г}/\text{см}^2 C_{\text{орг}}$ в год. Средняя величина аккумуляции органического угля в осадках Среднего и Южного Каспия, по нашим расчетам, составляет $0,011 \text{ г}/\text{см}^2$ в год. Таким образом, выпадает в осадок лишь около 4% продуцируемого органического вещества¹. Подавляющая часть продукции подвергается минерализации и вновь вовлекается в циклы превращений в пределах гидросферы.

Битумы. Основным фактором, влияющим на степень обогащенности осадков битумом, является прежде всего общее содержание органического вещества. В соответствии с этим по типам осадков битуминозность изменяется аналогично изменению концентрации органического вещества (табл. 6). Зависимость от концентрации органического вещества проявляется при сопоставлении битуминозности однотипных осадков различных районов моря. Обычно более высокой битуминозностью, как и более высоким содержанием органического вещества, отличаются осадки Среднего Каспия. Прямая связь между битуминозностью осадков и количеством органичес-

¹ Сходные цифры, но другим путем были получены Н.М. Страховым,

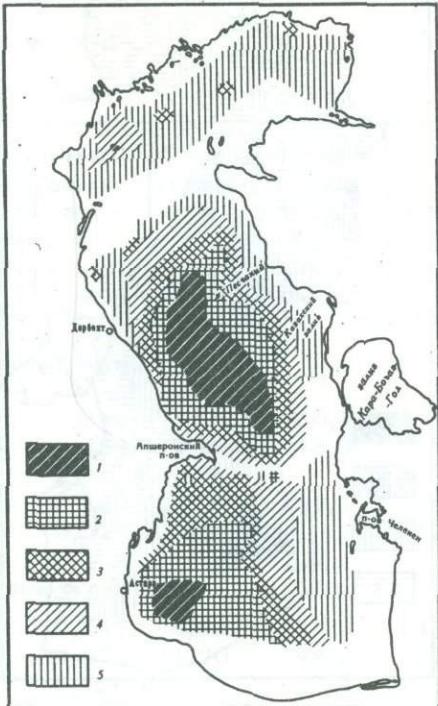
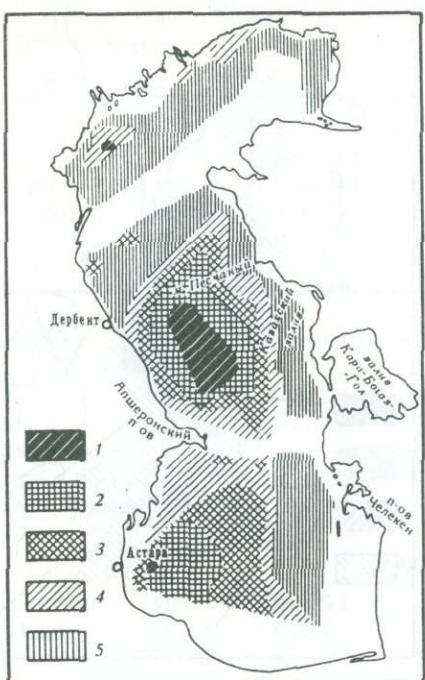


Рис. 35. Битуминозность современных осадков Каспийского моря (в % на сухой осадок)

1 - больше 0,4; 2 - 0,4-0,2; 3 - 0,2-0,1; 4 - 0,1-0,05; 5 - меньше 0,05

Рис. 35а. Распределение гуминовых кислот в современных осадках Каспийского моря (в % на сухой осадок)

1 - больше 0,5; 2 - 0,5-0,2; 3 - 0,2-0,1; 4 - 0,1-0,05; 5 - меньше 0,05

кого вещества отражается и в характере распределения битуминозности по площади дна Каспийского моря (рис. 35). В обобщенном виде карта битуминозности повторяет план распределения органического вещества. В целом осадки Каспийского моря отличаются сравнительно высоким содержанием битума, и средняя битуминозность превышает 0,10%. Однако обогащенность битумом в данном случае не обусловлена какими-либо особо благоприятными условиями для накопления или генерации, а является прежде всего следствием повышенной концентрации органического вещества в осадках.

Если обратиться к относительному содержанию битума в составе органического вещества, то оказывается, что степень битуминизации последнего, несмотря на некоторую пестроту данных, в средних величинах изменяется в сравнительно узких пределах (см. табл. 6). Преобладает относительное содержание битума 4-6%. Это положение свидетельствует прежде всего о сингенетичной природе битумов. Более высокой битуминизацией отличаются менее дисперсные осадки, содержащие меньшие количества органического вещества, а более дисперсные - обогащенные органическим веществом, характеризуются пониженной битуминизацией. Иными словами, между относительным содержанием битумов в составе органического вещества и концентрацией последнего в осадках, как и в отложениях других бассейнов, намечается обратная зависимость. В соответствии с этим более богатые органическим веществом бескарбонатные осадки характеризуются в среднем меньшей битуминизацией (6,5%) по сравнению с карбонатными (7,2%). Обратная зависимость между битуминизацией органического вещества и концентрацией последнего в осадках про-

Таблица 7

Групповой состав битумов (в %) современных осадков
Каспийского моря

Типы осадков	Масла	Смолы	Асфальтены	Количество образцов
Бескарбонатные и слабокарбонатные осадки				
Пески	13,3	46,1	38,6	5
Алевриты	18,5	44,4	37,1	5
Алевритово-глинистые илы	10,99	33,7	37,0	2
Глинистые илы	7,86	38,4	53,4	3
Карбонатные осадки				
Ракушечники	18,8	36,1	40,8	10
Пески	18,06	41,4	36,6	16
Алевриты	10,60	32,0	49,4	1
Алевритово-глинистые илы	9,19	34,9	55,0	16
Глинистые илы	12,2	37,1	48,7	10

является и в изменении этого показателя по площади дна бассейна. Средняя степень битуминизации органического вещества осадков Северного Каспия превышает 9% против 5,8% в Среднем Каспии и 5,7% в Южном. В групповом составе битумов современных осадков Каспия, так же как и в битумах других исследованных нами бассейнов, преобладают асфальтены (среднее 47,2%) и смолы (37,4%). Содержание масляной фракции составляет в среднем 14%.

В изменении группового состава наблюдается определенная тенденция: с увеличением степени дисперсности осадков – от песков к глинистым илам – в групповом составе битумов несколько снижается относительная роль масел и смол и возрастает количество асфальтенов. Выше уже говорилось, что в этом же направлении – по мере увеличения концентрации органического вещества – степень битуминизации последнего уменьшается. Следовательно, сокращение относительной роли битумов в составе органического вещества сопровождается изменением состава битума, а именно возрастанием в нем роли более преобразованных компонентов – асфальтенов, при соответствующем уменьшении относительного содержания прежде всего масел и в меньшей степени смол. Указанная связь состава битумов со степенью битуминизации органического вещества проявляется и в изменении группового состава битумов по площади дна бассейна. Преобладающим компонентом битумов осадков Северного Каспия являются смолы (более 40%), асфальтены стоят на втором месте (обычно менее 40%), а относительное содержание масел составляет 15–20%. В битумах донных отложений Среднего и Южного Каспия чаще преобладают асфальтены, относительное содержание смол несколько сокращается, а роль масляной фракции не превышает 10%. По своему групповому составу битумы осадков Среднего и Южного Каспия гораздо ближе стоят к битумам глубоководных осадков других морских бассейнов, тогда как битумы осадков Северного Каспия, по-видимому, в значительной мере еще сохраняют в своем составе черты липидной фракции исходного живого вещества.

Масла и углеводороды. Различная преобразованность битумов определенным образом выражена и в групповом составе масляной фракции. Преобладающим компонентом масляной фракции битумов осадков Северного Каспия являются метаново-нафтеновые углеводороды (62,7–72,0%). Количество ароматических углеводородов не превышает 3–4%. Обращает на себя внимание большое количество гетеро-соединений (26,7–32,0%). В маслах битумов глубоководных осадков Среднего и Южного Каспия количество метаново-нафтеновых углеводородов еще более воз-

растает, увеличивается количество ароматических углеводородов, а роль гетеросоединений сокращается.

Помимо углеводородов масляной фракции в современных осадках Каспийского моря нами были обнаружены более легкие углеводороды (Гербер, Бордовский, 1969). Методом газожидкостной хроматографии в хлороформенном экстракте глинистого ила из глубоководной зоны Среднего Каспия была определена широкая гамма метановых углеводородов от C_{11} до C_{30} . Однако в отличие от битумов ископаемых пород среди углеводородов в заметном количестве содержались тяжелые разности. Эти тяжелые углеводороды, возможно, являются чертой, унаследованной от липидов исходного живого вещества.

Гуминовые кислоты. Количество гуминовых кислот в новокаспийских осадках изменяется от 0,01 до 0,7% при средней концентрации около 0,25%. Основным фактором, определяющим содержание кислот в осадках, как и битумов, является прежде всего общая концентрация органического вещества. В соответствии с этим план распределения гуминовых кислот по типам осадков полностью повторяет характер распределения органического углерода (табл. 8). Благодаря несколько меньшей концентрации органического вещества в целом карбонатные осадки отличаются меньшим содержанием гуминовых кислот (0,18%) по сравнению с бескарбонатными (0,31%). Тесная связь гуминовых кислот с концентрацией органического вещества проявляется и в их распределении по площади дна бассейна, схематично повторяющем характер распределения органического углерода в осадках (рис. 35а).

Относительное содержание гуминовых кислот, или степень гумификации органического вещества новокаспийских осадков, составляет в среднем 11%. Среди бескарбонатных осадков степень гумификации возрастает от песков (7,0%) к алевритово-глинистым (9,7%) и глинистым (10,1%) илам. Однако максимальной гумификацией отличаются алевриты (14,5%). С этим типом осадка в значительной мере связаны высокие абсолютные массы органического вещества. Возможно, что благоприятные условия седиментации способствуют накоплению в этих осадках всего того глубоко-преобразованного органического материала, который не смог осесть ранее.

В группе карбонатных осадков минимальной гумификацией характеризуются ракушечники (4,8%), максимальной — пески (21,2%). От песков к глинистым илам гумификация уменьшается. В то же время органическое вещество как карбонатных, так и бескарбонатных осадков Каспийского моря отличается в среднем примерно одинаковой степенью гумификации (10–12%), причем в осадках Северного Каспия оно обычно более гумифицировано (среднее для Северного Каспия — 15%), чем в отложениях Среднего и Южного (9,1 и 8,6% соответственно). Многие исследователи считают, что процесс гумификации органического вещества является противоположным процессу битуминизации. Сопоставление содержания битумов и гуминовых кислот в исследованных осадках обнаруживает между ними прямую связь. Этот факт позволяет считать, что гумификация органического вещества не оказывает непосредственного влияния на количество битуминозной фракции.

Таблица 8

Элементарный химический состав (в %) гуминовых кислот современных осадков (средние величины)

Бассейн	C	H	N	C/H
Каспийское море	55,10	6,18	5,95	7,94
Берингово море	54,11	6,48	3,00	8,3
Восточная Антарктика	53,03	6,56	4,84	7,87
Индийский океан	51,45	6,68	3,90	7,75

По элементарному химическому составу гуминовые кислоты современных осадков Каспийского моря не имеют принципиальных отличий от аналогичной фракции органического вещества субаквальных осадков других бассейнов (см. табл. 8). Гуминовые

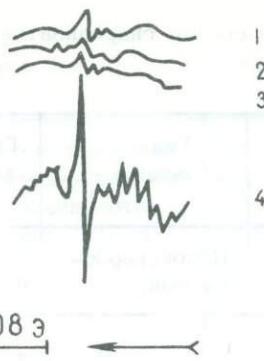


Рис. 36. Спектры ЭПР фульвовых и гуминовых кислот современных осадков Каспийского моря

1–3 – фульвовые кислоты; 4 – гуминовые кислоты

кислоты новокаспийских осадков в большинстве случаев удается разделить на группу собственно гуминовых и на группу фульвовых кислот. В процентах от общего содержания гуминовых фульвовые кислоты составляют в новокаспийских осадках около 40%, причем намечается тенденция к уменьшению относительного содержания фульвовых кислот по мере общего увеличения количества гуминовых кислот в осадках. В соответствии с этим осадки Северного Каспия отличаются, как правило, преобладанием фульвовых кислот над собственно гуминовыми.

Исследование гуминовых кислот методом ЭПР показало, что они дают сложный спектр (рис. 36). Судя по спектру, гуминовые кислоты осадков содержат в своем составе парамагнитные ионы тяжелых металлов, что существенно их отличает от гуминовых кислот терригенного происхождения¹.

Интересно отметить, что фульвовые кислоты обладают только следами парамагнитного поглощения, тогда как фракция собственно гуминовых тех же осадков – отчетливо выраженным спектром поглощения (см. рис. 36). Это наблюдение хорошо согласуется с мнением, что концентрация парамагнитных центров в гуминовых кислотах возрастает со степенью обуглероживания.

Легкогидролизуемые вещества. Наиболее лабильной частью органического вещества являются так называемые легкогидролизуемые вещества. Количество последних колеблется в исследованных осадках от 10 до 45%. Систематической связи с типами осадков установить не удается, что, возможно, обусловлено сравнительно небольшим объемом определений. Методом бумажной хроматографии в гидролизатах были определены почти все основные аминокислоты, типичные для живых организмов (табл. 9). Помимо аминокислот в гидролизатах были найдены углеводы в количествах, составляющих тысячные проценты на сухой осадок.

2. РАННEDIАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Выше было рассмотрено органическое вещество поверхностных осадков Каспийского моря – отложений, еще мало затронутых процессами диагенеза. Исследование органического вещества колонок осадков (кол. 159, 318, 320, 368), вскрывающих отложения новокаспийского яруса, мангышлакский горизонт и дагестанский горизонт, позволило проследить его преобразование на более поздних стадиях диагенеза. Характерной чертой в распределении органического вещества в колонках глубоководных осадков Каспийского моря является заметное снижение его концентрации от верхних горизонтов к нижним (табл. 10). В колонках из Среднего Каспия (кол. 318 и 320) количество C_{org} снижается от 2% в поверхностных осадках новокаспия до 0,3–0,5% в нижележащих послехвальинских и верхнехвальинских осадках (рис. 37). Такая же тенденция наблюдается в кол. 159 (рис. 37а) из глубоководной области Южного Каспия, в которой количество C_{org} снижается от 1,8–1,3

¹ Изучение гуминовых кислот методом ЭПР проводилось ст. научным сотрудником ИГИ канд. хим. наук Ю.Н. Недошивиным.

Таблица 9

Аминокислотный состав гидролизатов современных осадков Каспийского моря

Район моря	Тип осадка	Глубина, м	Аминокислоты	Относительное содержание (по визуальной оценке)
Северный Каспий	Песок карбонатный	3,6	Лизин Цистин Гистидин Аргинин Пролин Аспарагиновая Серин Глиокол Метионин Изолейцин (?) Лейцин	Много " " " " " Среднее " " Много — Много
Тот же	Алеврит карбонатный	2,6	Цистин Лизин Гистидин Аргинин Пролин Аспарагиновая Метионин Фенил-аланин Лейцин	Среднее " Много " " Среднее " " Много
Средний Каспий	Глинистый ил	550	Аргинин Пролин Аспарагиновая Метионин Лейцин	Среднее Мало Много " "
Тот же	Алевритово-глинистый ил	370	Лизин Гистидин Аргинин Аспарагиновая Глиокол Метионин Лейцин	Мало " Среднее " " Много "

в верхнем горизонте новокаспия до 0,3% и ниже в мангышлакских и дагестанских осадках.

Таким образом, наиболее обогащены органическим веществом осадки новокаспийского яруса, а нижележащие осадки сравнительно бедны им. Снижение концентрации органического вещества вниз по разрезу в изученных отложениях, по-видимому, связано в основном с менее благоприятными условиями аккумуляции органического вещества в мангышлакское и дагестанское время, нежели в новокаспийское.

Для определения количества органического вещества, распавшегося в процессе раннего диагенеза осадков, были оценены его затраты на редукцию соединений железа¹. Подавляющая часть аутогенно-минералогических форм железа в исследован-

¹ О методе расчета см. Н.М. Страхов (Страхова и Залмензон, 1955).

Таблица 10

Состав органического вещества в колонках осадков

№ ко- лонки (в чис- лителе) и глуби- на, м	Воз- раст	Гори- зонт от верхня колон- ки, см	C орг	Битум	Степень битуми- низации, % на C орг	Гумино- вые кис- лоты, % на сухой осадок	Фульво- вые кис- лоты, % от гуми- новых	Степень гумифи- кации, % на C орг
			% на сухой осадок					
<u>159</u> <u>663</u>	I	25-30	1,77	0,118	4,3	0,30	26,6	10,1
		78-90	1,29	0,061	3,1	0,15	-	6,5
		165-175	0,73	0,015	1,3	0,066	-	4,8
	II	194-200	0,41	0,035	5,5	0,076	-	10,2
		240-250	0,35	0,074	13,7	0,060	-	8,2
		280-288	0,37	0,048	8,4	0,060	-	8,3
	III	300-310	0,31	0,065	13,5	0,070	-	12,6
		380-390	0,33	0,026	5,1	0,036	-	6,0
		450-460	0,29	0,04	8,9	0,029	-	5,5
		520-530	0,27	0,024	5,8	0,071	-	15,4
<u>368</u> <u>170</u>	I	0-3	1,70	0,12	4,6	0,32	0	10,3
		10-20	1,70	0,14	5,5	0,63	12,4	20,3
		150-160	1,76	0,20	7,3	0,49	15,3	15,3
		300-310	1,83	0,23	8,2	0,53	15,5	15,8
		440-450	1,63	0,23	9,3	0,39	16,9	13,6
		580-590	1,51	0,25	10,7	0,39	25,4	14,2
		670-680	1,65	0,31	12,1	0,45	21,8	15,0
	II	0-20	2,05	0,10	3,3	0,06	21,3	1,2
		43-64	1,13	0,05	2,8	0,02	43,7	1,1
		86-112	1,23	0,02	0,9	0,02	-	0,8
<u>320</u> <u>750</u>	I	112-148	0,60	0,01	1,2	0,02	-	1,7
		148-169	0,36	0,009	1,4	0,06	-	9,4
		195-213	0,31	0,05	9,7	0,07	-	12,9
		230-257	0,41	0,009	1,5	0,04	40,0	5,5
		278-300	0,90	0,013	0,9	0,09	45,1	5,7
		324-343	0,33	0,013	2,6	0,06	35,0	11,0
	II	402-429	0,34	0,007	1,4	0,09	24,2	14,1
		430-452	0,39	0,009	1,6	0,06	39,3	7,9
		473-490	0,44	0,004	0,6	0,06	29,7	7,9
		531-552	0,38	0,005	0,8	0,06	33,4	8,7
		553-573	0,34	0,007	1,26	0,06	32,5	10,3
		370-380	0,93	0,116	8,3	-	-	-
<u>318</u> <u>550</u>	I	410-420	0,43	0,044	6,7	0,08	-	10,2
		500-510	0,32	0,057	11,5	0,08	-	13,8
		610-620	0,59	0,064	7,6	0,099	-	9,2
	II	640-650	0,44	0,060	8,8	0,08	-	10,4

Примечания. I - новокаспийский ярус, II - мангышлакский горизонт, III - дагестанский горизонт.

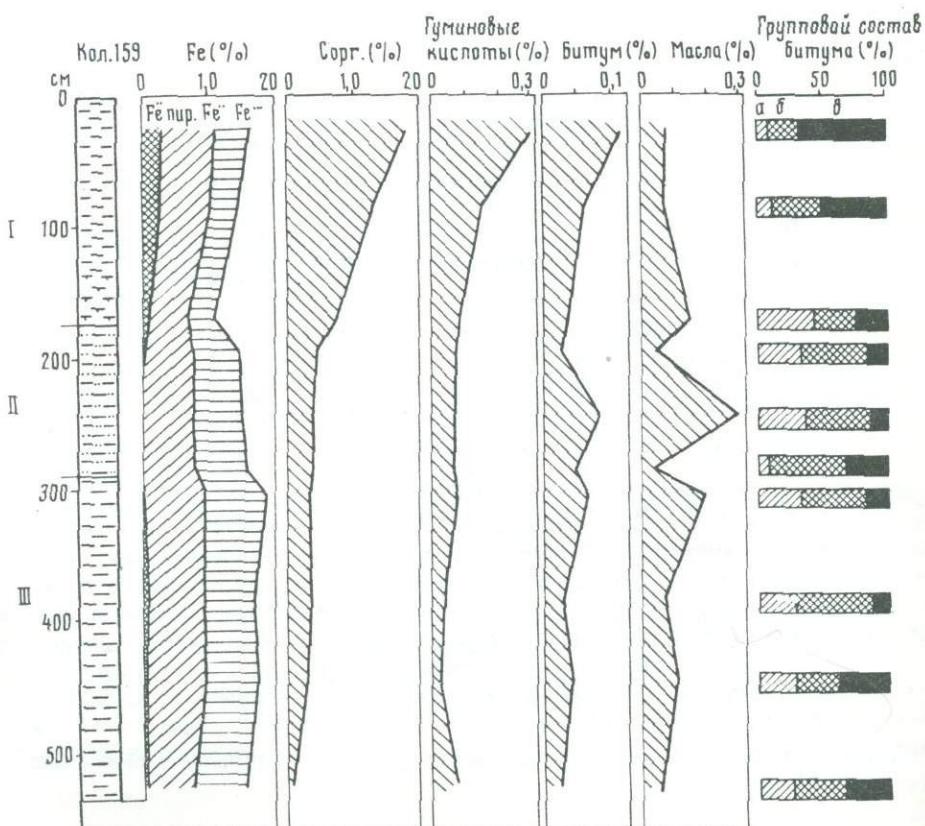
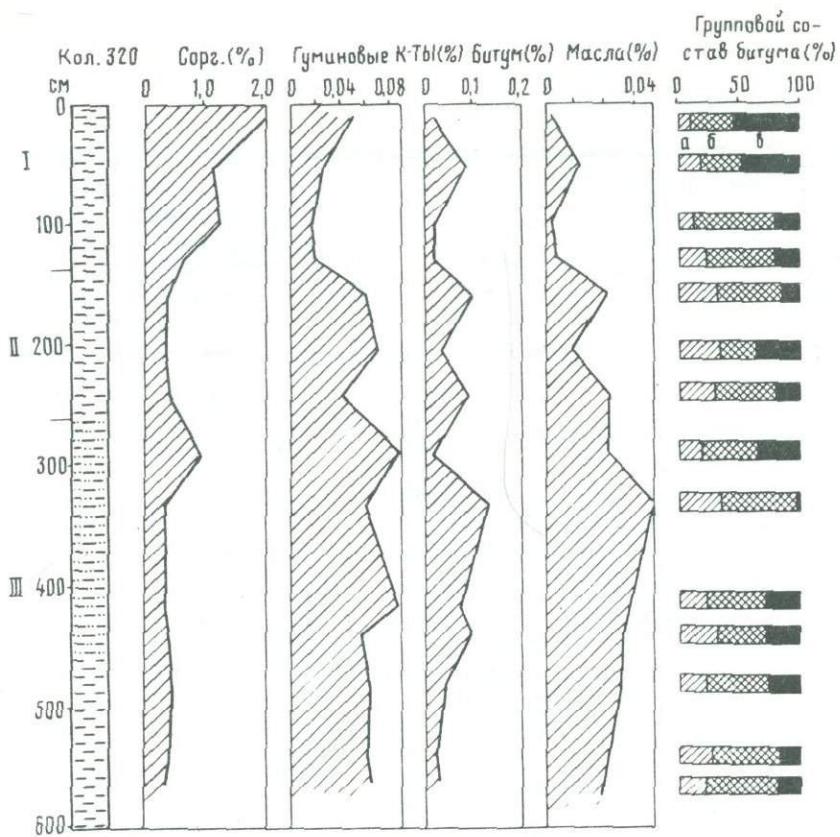


Рис. 37. Геохимические характеристики осадков Среднего Каспия (кол. 320, гл. 750 м)

Возраст отложений: I - новокаспийский ярус; II - мангышлакский горизонт; III - дагестанский горизонт.

Состав битумов: а - масла, б - смолы, в - асфальтены.

Условия обозначения литологии см. на рис. 38

Рис. 37а. Геохимическая характеристика осадков Южного Каспия (кол. 159, гл. 663).

Условные обозначения см. на рис. 37 и 38

ных колонках связана с закисной формой, что свидетельствует о восстановительных условиях. Наибольшее количество пиритного железа приурочено к верхам новокаспийских осадков; в нижележащих отложениях эта форма в большинстве случаев отсутствует, что говорит об их меньшей восстановленности. Затраты органического углерода на редукцию соединений железа в данных колонках колеблются от 11 до 42%. Характерно, что значительная часть органического вещества (до 30%) подверглась распаду уже в пределах верхних 1-1,5 м осадка.

Обращает на себя внимание и другое. В кол. 159 и 318 на границе новокаспийских осадков с мангышлакским горизонтом затраты C_{org} на редукцию заметно ниже (15-18%), чем в выше- и нижележащих горизонтах. Поскольку эти колонки взяты из глубоководных областей Среднего и Южного Каспия, причина этого изменения была едина для всего бассейна и ее следует связывать с изменениями условий осадконакопления. По-видимому, в стадию перехода к новокаспийским условиям осадконакопления в осадках захоранивалось более стойкое органическое вещество, последующий распад которого осуществлялся не столь энергично.

Аналогичная черта - уменьшение затрат C_{org} на редукцию соединений железа сверху вниз наблюдается в новокаспийских отложениях в кол. 368.

Затраты на редукцию в отложениях верхнеквальянского горизонта, судя по кол. 159 и 318, были весьма ощутимы и достигают максимальных величин (31-42%) для исследованных нами осадков Каспийского моря.

Как видно из приведенных данных, в Каспийском море изменение условий осадконакопления в прошлом, по-видимому, существенно влияло на последующий распад органического вещества в процессе раннего диагенеза.

Битумы. Основным фактором, контролирующим битуминозность в колонках, как и в поверхностных осадках, является общее содержание органического вещества. В соответствии с уменьшением концентрации C_{org} вниз по разрезу, в кол. 159, 320 и 318, битуминозность также сокращается от верхних горизонтов к нижним. Повышенной битуминозностью, так же как и более высоким содержанием органического вещества, отличаются отложения новокаспия. Особенно высокой битуминозностью характеризуются отложения этого горизонта в кол. 368, взятой в пределах шельфа. В этой колонке битуминозность вниз по разрезу заметно возрастает - от 0,12% в верхнем горизонте до 0,25-0,31% в нижнем, хотя концентрация C_{org} по разрезу даже немного сокращается (от 1,70% в верхнем горизонте до 1,51-1,65% в нижних).

Характерной чертой изменения группового состава битумов в колонках осадков по сравнению с современными осадками Каспийского моря является обеднение битума асфальтенами при соответствующем увеличении относительной роли смол и масел. В колонках вниз по разрезу это изменение группового состава выражено достаточно отчетливо, и количество асфальтенов, как правило, заметно сокращается к нижним горизонтам при одновременном увеличении роли смол и масел (см. рис. 37). В целом, по-видимому, благодаря полимеризации асфальтенов и переходу их в нерастворимое состояние битумы полуископаемых осадков приобретают более восстановительный характер. Увеличение содержания масел при снижении концентрации смолисто-асфальтеновых компонентов по мере перехода к более древним горизонтам осадков было также отмечено в колонках ряда других бассейнов (Смит, 1956; Вебер и др.,

1960; Бордовский, 1964). Таким образом, описанное изменение состава битумов, по-видимому, представляет собой достаточно широко распространенный процесс.

Гуминовые кислоты. В толще исследованных осадков Каспийского моря содержание гуминовых кислот уменьшалось от 0,6 до 0,02%, причем общий план их распределения по разрезу контролируется прежде всего распределением С^{орг.}. Наиболее обогащены гуминовыми кислотами осадки кол. 368, взятые из области шельфа. В глубоководных колонках количество гуминовых меньше. В изменении гумификации органического вещества вниз по разрезу в большинстве колонок наблюдается в целом некоторое увеличение степени этого показателя (кол. 159, 368, 320). В кол. 318 в нижних горизонтах этот показатель, напротив, несколько снижен. Средняя величина степени гумификации полископаемых осадков Каспийского моря около 11%, т.е. почти не отличается от аналогичного коэффициента для современных поверхностных осадков этого же бассейна. В составе гуминовых кислот колонок были обнаружены фульвовые, на долю которых в кол. 368 в среднем приходится 18%, а в колонке 320 ~ 34%. Закономерности изменений в распределении фульвовых по разрезам заметить не удается.

Сопоставление группового состава органического вещества современных и полископаемых осадков Каспийского моря в целом обнаруживает черты большого сходства. Таким образом, специфика седиментации в большей мере влияет на формирование группового состава, чем последующие изменения в процессе раннего диагенеза.

Глава VII

СВЯЗЬ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ С ГЕОЛОГИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ ДНА

Площадь дна Каспия, для которой получены сведения об осадках, весьма обширна и охватывает разнородные по геологическому строению элементы. Это позволяет судить о связи процессов осадкообразования с геологической структурой дна. Эта связь оказывается довольно многообразной. В особенностях донных отложений находят свое отражение структуры разных порядков — от мелких локальных складок до крупных геоструктурных элементов впадин.

1. ВЛИЯНИЕ КРУПНЫХ ГЕОСТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Наиболее отчетливо влияние крупных геоструктурных элементов на осадконакопление видно на примере Среднего Каспия.

Впадина Среднего Каспия в геологическом отношении является гетерогенным образованием (Соловьев, Скорнякова, 1955), но основную роль в ее структуре играет Терско-Каспийский прогиб, являющийся продолжением Предкавказского краевого прогиба.

Н.М.Страхов (1960) выделяет в развитии краевых прогибов три этапа: морской, лагунный и континентальный. Каждый этап характеризуется определенными морфологическими чертами и своеобразным набором формаций. В первую стадию развития морской бассейн краевого прогиба вместе с морским бассейном платформы образует единый широкий водоем, в котором морская формация прогиба непосредственно переходит в морскую формуацию платформы. Характерна значительная глубина — до 1000 м в Предуральском передовом прогибе сакмаро-артинской эпохи (Хворова, 1947, 1961; Руженцев, 1948) и некомпенсированность осадками, которая доказывается глубоководным обликом отложений и незначительной их мощностью по сравнению с разрезом этих же отложений в соседних областях. Формации первого этапа (терригенно-карбонатные по Н.М.Страхову) характеризуются четко выраженной зональностью. Обычно на внутреннем борту прогиба, примыкающем к молодым орогенным сооружениям, в связи с асимметрией в поступлении обломочного материала откладываются относительно грубозернистые осадки. Здесь благодаря контрастным тектоническим движениям возникают частые землетрясения, которые служат причиной оползней, обвалов, супензионных потоков и создают предпосылки для формирования ритмически построенных флишеподобных толщ, иногда довольно значительной мощности. В связи с интенсивным разрушением растущих молодых горных сооружений на внутренний борт прогиба поступает большое количество обломочного материала, поэтому здесь наблюдаются высокие темпы седиментации.

В центральной (в морфологическом отношении) депрессионной зоне краевого прогиба отлагаются в этот период маломощные тонкозернистые осадки. Здесь идет процесс некомпенсированного прогибания. И наконец, на платформенном борту прогиба образуются отложения, содержащие лишь незначительную примесь терригенного материала. "Обычно это известняки органогенного типа, нередко коралловые рифы. Цепи рифовых банок в ряде случаев тянутся по этому краю прогиба, сопровождая его на больших расстояниях (рифовые массивы в Приуралье, рифы в миоцене Предгималайского прогиба) и представляя довольно типичные для него образования" (Стра-

хов, 1960, т. I, стр. 129). В процессе развития, в связи с орогенезом складчатой области, поднятие и складчатость захватывают внутренний край передового прогиба. Это вызывает отступление моря и миграцию основных фациальных зон и оси максимального прогибания на платформу. Происходит образование так называемых смешанных комплексов, т.е. несовпадение в пространстве в синхронных отложениях зоны максимального прогибания и соответственно зоны максимальных мощностей с батиметрической осью бассейна. Кроме того, поскольку в области развития контрастных тектонических движений находится только один внутренний борт прогиба, то это обуславливает обычно морфологическую асимметрию бассейна осадконакопления, и поэтому в большинстве случаев углы наклона склонов бассейна на геосинклинальном борту круче, чем на платформенном.

Таким образом, для первого морского этапа развития краевого прогиба, или этапа прогибания, некомпенсированного осадконакоплением, характерны следующие черты: 1) асимметрия в структурном и геоморфологическом отношениях, 2) некомпенсированный характер прогибания, 3) асимметрия распределения мощностей, 4) наличие смешанных комплексов, 5) асимметрия в распределении осадков, 6) неустойчивость режима осадконакопления, т.е. резкое изменение по площади и в разрезе состава осадков и их мощностей.

Второй, лагунный или переходный этап развития передового прогиба характеризуется галогенной или паралической (угленосной) формацией. К этому времени бассейн обычно мелеет и целиком перемещается на платформу. Частая смена трансгрессий и регрессий способствует образованию паралических угленосных толщ. В других случаях в лагунных условиях при ничтожном поступлении обломочного материала возникают солеродные бассейны и формируется галогенная формация (кунгур Предуральского прогиба).

И наконец, в третий, завершающий этап развития, передовой прогиб целиком находится в континентальных условиях и характеризуется развитием континентальных отложений. В этот период формируется столь характерная для передовых прогибов молассовая формация. Эта формация обычно бывает смешена в сторону платформы.

В настоящее время морская часть Терско-Каспийского прогиба находится на первом, или морском, этапе развития передового прогиба. В то же время соседний Предкавказский участок краевого прогиба характеризуется континентальными условиями и образованием континентальной молассы. Таким образом, здесь налицо разновременность формирования различных частей краевого прогиба, на что было обращено внимание В.Ф.Соловьевым и Н.С.Скорняковой (1955). Названные исследователи связывали это явление с миграцией этапа завершения складчатости в осевой зоне Большого Кавказа с запада на восток. Вероятно, другой не менее важной причиной является, на наш взгляд, существование меридиональной Каспийской впадины, длительные нисходящие движения в которой задерживают развитие юго-восточной части Терско-Каспийского прогиба на первом, морском, этапе его развития.

В структурном отношении Средний Каспий характеризуется четко выраженной асимметрией. Тектонические элементы его западного геосинклинального борта значительно более дислоцированы и значительно резче выражены по сравнению со структурами восточного платформенного борта прогиба и прилегающих участков эпигерцинской платформы (Соловьев, Скорнякова, 1955; Лебедев, 1961; Соловьев и др., 1962). Помимо структурной асимметрии в Среднем Каспии отмечается четкая асимметрия морфологии впадины, выражаясь в различной крутизне западного и восточного бортов. К западному крутыму склону приурочены подводно-оползневые формы рельефа и подводные долины, которые отсутствуют на востоке (Соловьев и др., 1962). В связи с различной структурой западной и восточной частей Среднего Каспия находится и разная их сейсмичность. Преобладающее число землетрясений, зарегистрированных за последнее время в Среднем Каспии, приходится на западный материковый склон. В несоответствии углов наклона западного материкового склона и залегающих на глубине плиоценовых отложений можно видеть черты так называемых смешанных комплексов, происхождение которых связано с миграцией оси передового прогиба на платформу (Лебедев, 1962). Характерной чертой Среднего Каспия является наличие зоны прогибания, некомпенсированной осадконакоплением и приуроченной к Дербентской котловине. Эта некомпенсированность, по крайней мере в постплиоценовое время, доказывается сопоставлением сейсмических профилей с

с профилями рельефа дна, из которого следует, что мощность постплиоценовых отложений на дне Дербентской котловины значительно меньше их мощности на западном материковом склоне (Лебедев, 1962). Голоценовые осадки подчеркивают некомпенсированность прогибания Среднего Каспия в недалеком геологическом прошлом.

В силу различного геологического строения побережий Средний Каспий характеризуется асимметрией питания обломочным материалом. Основное количество поступающего поступает в Средний Каспий с запада, с горных сооружений Большого Кавказа, и с севера за счет волжских выносов с Русской платформы. Обломочный материал с эпигерцинской платформы поступает только эоловым путем и в результате абразии берегов, причем объем этого материала ничтожен по сравнению с тем, что вносят реки. Эта асимметрия в питании терригенным материалом обуславливает асимметричное распределение голоценовых отложений. Мощности изученных горизонтов, и особенно новокаспийского, на западе значительно больше, чем на востоке. По составу осадки западной части Среднего Каспия более крупнозернисты, чем на востоке (на том же батиметрическом уровне). Это прослеживается по всем трем горизонтам. Наиболее тонкозернистые осадки наблюдаются на восточном борту владины. Малое поступление обломочного материала и подток глубинных вод, обогащенных биогенными компонентами, обусловили широкое развитие в пределах восточного шельфа биогенного карбонатонакопления, которое еще в большей степени, чем гранулометрия, подчеркивает асимметрию в составе осадков восточной и западной частей Среднего Каспия.

Наблюдаются также различия в режиме осадконакопления на западе и востоке Среднего Каспия (рис. 38). На востоке осадки откладываются в спокойных условиях, переход отложений одних литологических типов в другие постепенный, изменения состава осадков по вертикали плавные, без резких скачков. Для западной части Среднего Каспия характерен неустойчивый режим осадконакопления, выражющийся: 1) в частой смене по вертикали различных гранулометрических типов осадков на шельфе, связанных с перемещением в пространстве основных поверхностных течений; 2) в наличии градационной слоистости на материковом склоне, обусловленной супензионными потоками времени послехвальской регрессии; 3) в следах подводно-оползневых явлений на дне глубоководной котловины. Еще одной характерной чертой Среднего Каспия является преимущественно обломочный характер осадконакопления в нем. За весь изученный период в Среднем Каспии откладывались в основном терригенные осадки.

Итак, геология дна Среднего Каспия характеризуется: а) асимметрией рельефа и тектонической структуры; б) некомпенсированностью прогибания осадконакоплением, по крайней мере с плиоценового времени; в) асимметрией в поступлении обломочного материала; г) асимметрией в распределении обломочного материала как по составу, так и по мощности; д) асимметрией в характере осадконакопления (неустойчивость режима на западе, более стабильные условия на востоке); е) преимущественно обломочным характером осадконакопления.

Все изложенное показывает, что по ряду черт тектоники, рельефа дна и особенностям распределения голоценовых осадков Средний Каспий имеет некоторое сходство с древними морскими бассейнами передовых прогибов эпохи формирования терригенно-карбонатной формации, т.е. первой стадии развития или стадии некомпенсированного прогибания. Поэтому основные выводы, полученные при изучении осадков Среднего Каспия, применимы в ряде случаев при анализе аналогичных древних бассейнов.

2. ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР НА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Наиболее отчетливо это влияние видно при изучении распределения и состава осадков Южного Каспия. Локальные тектонические структуры в пределах Южного Каспия отчетливо выражены в рельефе дна, образуя крупные валообразные возвышенности. Собрав колонки донных отложений у подножия, на склонах и на вершинах трех таких возвышенностей, мы получили возможность судить о степени изменчивости мощностей и состава осадков от подножия к вершинам и, следовательно, о степени воздействия выраженных в рельефе тектонических структур на характер осадков. Степень влияния тектоники на характер отлагающихся в данном месте осад-

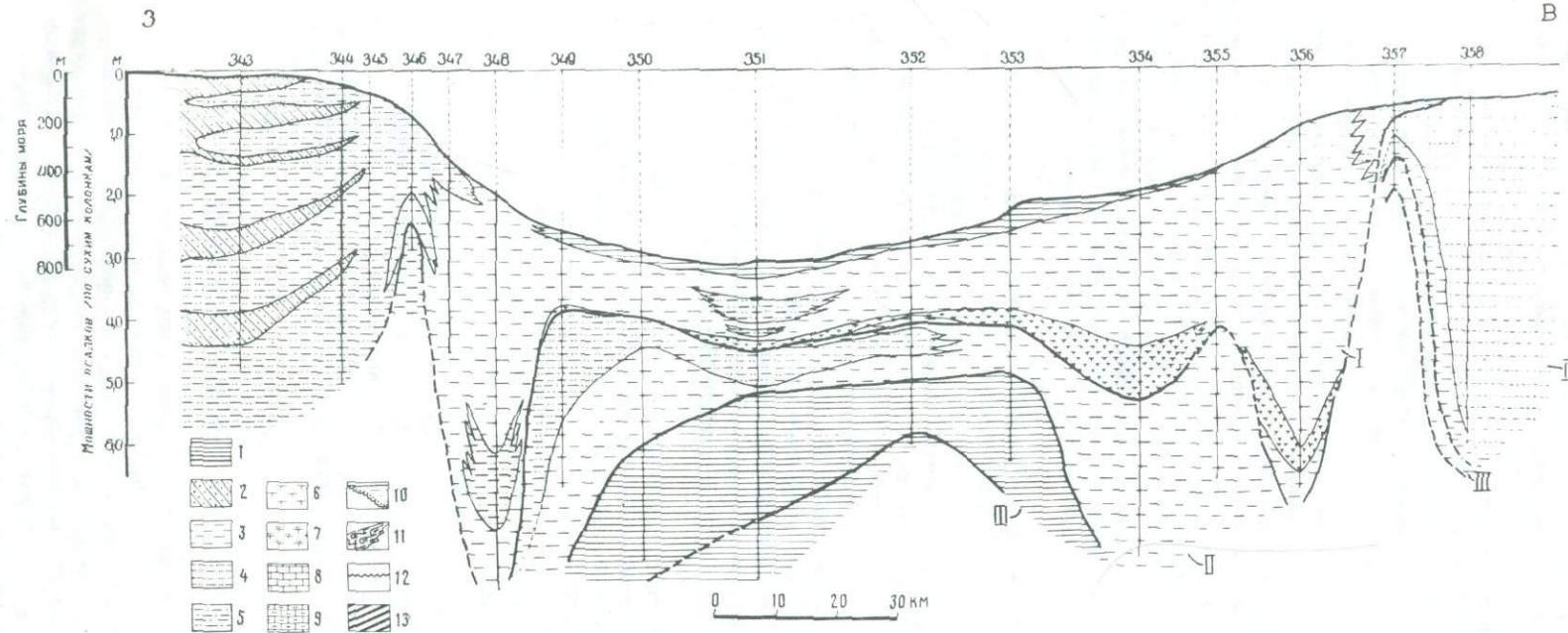


Рис. 38. Литологическая изменчивость донных отложений Среднего Каспия. Профиль I (положение профиля см. на рис.1)

1 - глинистые илы; 2 - мелкоалевритовые илы; 3 - слабоизвестковые глинистые илы; 4 - слабоизвестковые алевритово-глинистые илы; 5 - слабоизвестковые мелкоалевритовые илы; 6 - известковые глинистые илы; 7 - известковые алевритово-глинистые илы; 8 - известковые илы; 9 - алевритистые известковые илы; 10 - отложения суспензионных потоков; 11 - оползни; 12 - поверхности несогласного налегания осадков; 13 - коренные породы.

Возраст отложений: I - новокаспийский ярус; II - мангышлакский горизонт; III - дагестанский горизонт

ков определяется выраженностю тектонических структур в рельефе дна моря, которую можно охарактеризовать отношением высоты подводного поднятия к ширине его основания (h/l). Имеет значение также интенсивность осадконакопления, которое при значительных темпах способно снижать влияние неровностей рельефа, созданных тектоническими движениями. Судить об относительной интенсивности накопления осадков можно, сравнивая средние для рассматриваемых участков дна мощности (H) определенного горизонта отложений.

Изменение мощностей. Наиболее резкие изменения были обнаружены в пределах хребта Шатского, одного из самых крупных подводных поднятий, расположенного в западной части Южного Каспия (кол. 62–65). Вершина его возвышается более чем на 500 м над окружающими впадинами (h/l составляет 0,030). Углы наклона бортов этого хребта составляют 3–8° и более, местами (западный склон) отмечены углы до 16°. Здесь было обнаружено практически полное выклинивание новокаспийских осадков от подножия, где в кол. 65 они имеют мощность более 4 м, к вершине, где под небольшим слоем песков залегают глинистые породы, об относительной древности которых свидетельствуют их значительная литификация, сланцеватость и сильная дислоцированность их слоев (кол. 63; рис. 39 и 39а).

Иная картина обнаружена на двух других поднятиях. Одно из них (кол. 96–103), расположенное в юго-западной части моря, возвышается более чем на 400 м над впадинами с глубинами выше 850 м. Отношение h/l составляет 0,023; средняя мощность новокаспийских отложений (H) — 2,3 м. Углы наклона склонов колеблются в пределах 3–7°, достигая на небольших участках 11–12°. Другое поднятие — хребет Абиха (кол. 140–145), лежащее в центральной части Южного Каспия, несколько слабее выражено в рельефе дна (h/l составляет 0,016) и характеризуется более низкими темпами осадконакопления (H — 1,3 м). Углы на склонах достигают 1–3°, максимально 5°.

На обоих поднятиях обращает на себя внимание сокращение мощностей новокаспийских отложений от подножия к вершинам. Отношение мощности на своде к мощности во впадине для первого из них составляет 0,52 (изменение от 1,72 в кол. 101 до 3,30 м в кол. 96), для второго (хребта Абиха) — 0,56 (от 0,85 в кол. 142 до 1,53 м в кол. 140), т.е. наблюдается сокращение почти вдвое.

Изменения состава осадков. Резкой смены фациального облика осадков в пределах возвышеностей нет, но некоторые их параметры испытывают закономерные изменения. В связи с различной степенью подвижности вод (гидродинамической активности) в глубоких впадинах и на приподнятых участках дна происходит смыв мелких глинистых частиц во впадины и относительное обогащение осадков на поднятиях более крупнозернистым материалом (Кленова, 1945, и др.). На рассматриваемых хребтах содержание в осадке фракции 0,1–0,01 мм (более крупных частиц здесь почти нет) возрастает от подножия к своду примерно в 1,6 раза. Так, на первом из них в кол. 96 алевритовая фракция составляет 9,8% осадка, а на вершине в кол. 100 — 15,4%; на втором поднятии при общей несколько более высокой крупнозернистости осадков изменения аналогичны — от 16,6 у подножия в кол. 140 до 26,7% в кол. 143.

Весьма любопытно поведение двух составных частей осадка — карбонатной (в основном хемогенной) и нерастворимой, силикатной. Абсолютные массы как карбонатного, так и силикатного материала закономерно уменьшаются в соответствии с сокращением мощностей новокаспийского яруса от впадин к вершинам. В первом случае количество карбонатов от 98 г/см² у основания складки в кол. 96 снижается к своду до 55 г/см² в кол. 101, составляя здесь всего 0,56 своей первоначальной величины. Масса силикатной части более резко сокращается к вершине поднятия — до 0,47 от своего количества у подножия складки, меняясь от 267 до 126 г/см². На втором поднятии степень изменения этих параметров осадка характеризуется цифрами 0,64 для карбонатов (от 55 в кол. 140 до 35 г/см² в кол. 142) и 0,51 для силикатной части (от 127 до 65 г/см² в тех же колонках). Таким образом, от подножий поднятий к вершинам количество силикатного материала сокращается более быстрыми темпами, чем количество карбонатов. Силикатные компоненты осадка, представленные главным образом глинистыми частицами, оказываются более чувствительными к неровностям рельефа дна, чем карбонаты. Вероятно, это связано с несколько более высоким удельным весом карбонатов. Указан-

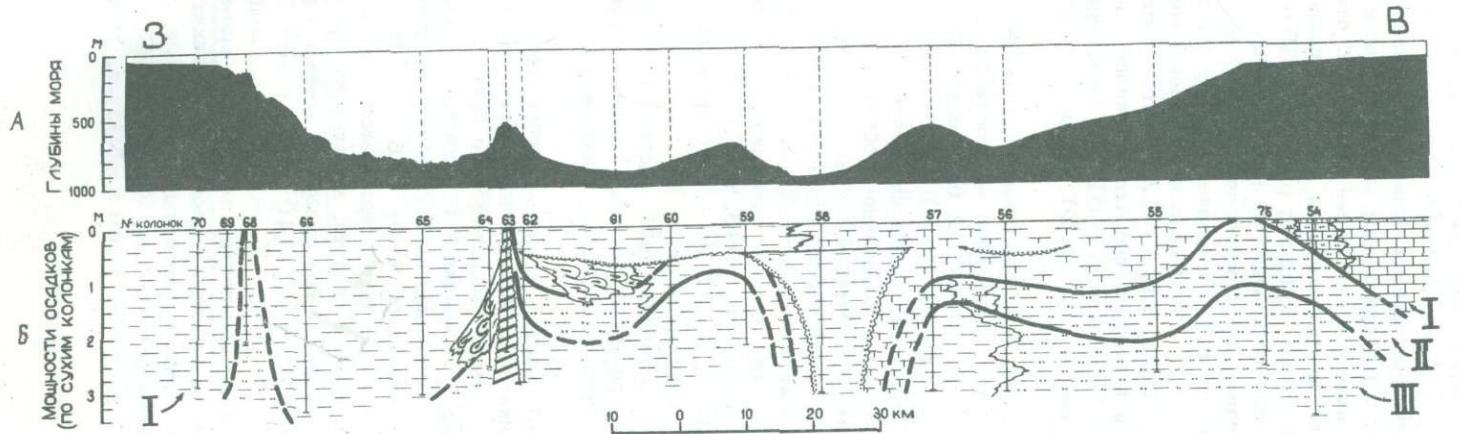


Рис. 39. Литологическая изменчивость донных отложений Южного Каспия. Профиль II (положение профилей см. на рис. 1)

А – рельеф дна
(глубина моря в м);
Б – разрез осадков
(мощности в м)

Условные обозначения см. на рис. 38

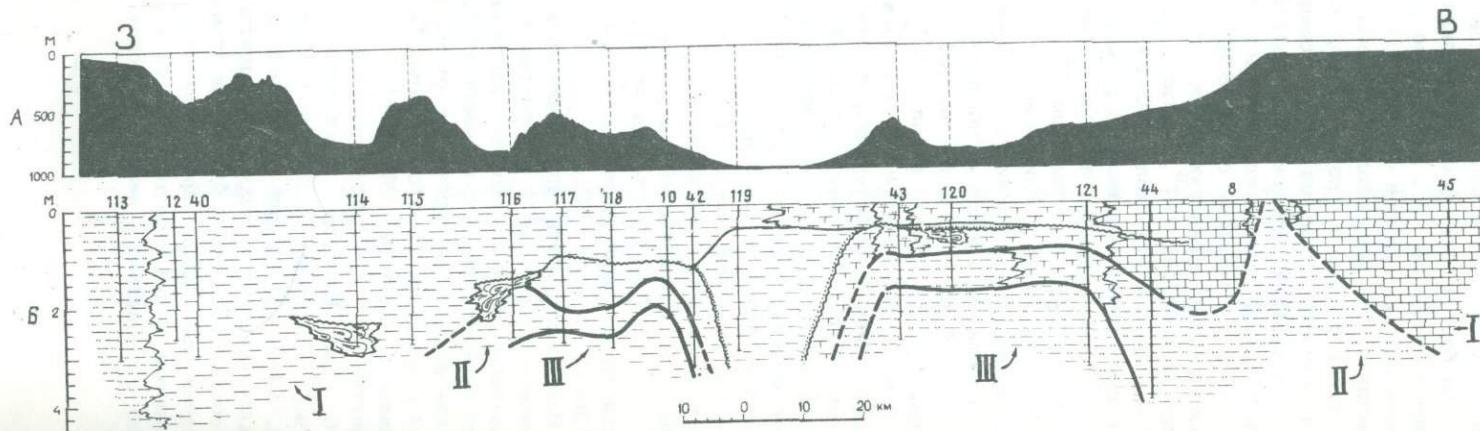


Рис. 39а. Литологическая изменчивость донных отложений Южного Каспия. Профиль III

Условные обозначения см. на рис. 38 и 39

ные различия в поведении этих компонентов приводят к повышению карбонатности осадков на вершинах подводных поднятий. В данных случаях она возрастает в 1,1 – 1,2 раза, меняясь от 26,7 до 30,2% в кол. 96 и 101; от 30,2 до 36,2% в кол. 140 и 143.

3. ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОВ, СВЯЗАННЫЕ С ДИЗЬЮНКТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Одной из характерных особенностей локальных структур и их систем в пределах суши, обрамляющей Южный Каспий, является широкое развитие разрывных дислокаций. Продольные, поперечные, радиальные сбросы расчленяют складки на многочисленные блоки. Масштабы их различны – от мелких поверхностных нарушений до глубинных разломов. Очевидно, аналогичное строение имеют и структуры в пределах дна Южного Каспия, хотя бы уже потому, что многие из них представляют собой единые системы складок с наземными. Наличие дизьюнктивных нарушений на подводных структурах в Южном Каспии приводит к формированию специфических особенностей донных отложений.

Включения грязевулканического материала. Проявления грязевого вулканализма в прибрежных районах Южного Каспия очень интенсивны. Наши работы показали, что грязевой вулканизм развит не только на мелководье, но и в центральной глубоководной части Южного Каспия. Один из таких глубоководных грязевых вулканов был обнаружен по выбросам на поверхность моря газов и нефти и по особенностям рельефа дна (Юнов, 1960; Соловьев и др., 1961), все остальные – по наличию в осадках прослоев грязевулканической брекции, представляющей собой глинистую сильно газированную массу с включениями обломков пород, кристаллов гипса, с примазками нефти.

Интересно размещение обнаруженных подводных грязевых вулканов. На суше и в пределах мелководья все известные грязевые вулканы закономерно размещены на сводах антиклинальных структур или на их крыльях. Такая же картина наблюдается и в глубоких частях моря. Из очень большого количества колонок (173 кол.), отобранных в Южном Каспии, примерно равномерно распределенных между впадинами и поднятиями, только 8 содержат продукты выбросов грязевых вулканов, причем все они были взяты на вершинах или на склонах подводных антиклинальных поднятий. Замещение обычных глубоководных отложений выбросами грязевых вулканов, которые или образуют прослои различной мощности в осадках или целиком вытесняют их, создавая на поднятии мощную шапку грязевулканической брекции, – это тектонически обусловленная особенность осадков, характерная только для антиклинальных структур и не свойственная синклинальным понижениям и тем участкам дна, где складчатость не развивалась.

Нефте- и газопроявления. Вторая особенность, связанная с развитием дизьюнктивных нарушений и свойственная также только тем осадкам, которые накапливаются в пределах антиклинальных тектонических структур, заключается в наличии примазок жидкой нефти и насыщенности осадков углеводородными газами. Нефть была найдена в кол. 108, взятой на глубине около 400 м вблизи вершины крупного подводного поднятия к юго-востоку от устья Куры. Нефтью были заполнены трещины в новокаспийских отложениях, секущие под косым углом колонку осадков.

Значительно шире, чем нефтепроявления, на дне Южного Каспия распространены выходы газов. Насыщенность осадков газами создает характерную "пузырчатую" текстуру осадка. Такая структура обнаружена во многих колонках, и все они оказались приуроченными, как и выбросы грязевых вулканов, к антиклинальным складкам. Эти газы не содержат сероводорода, судя по отсутствию характерного запаха, а относятся главным образом к углеводородам. Исследован один образец газа. По данным этого анализа, выполненного в Лаборатории геохимии газов ИГЕМ, образец содержит (в %): CO_2 и другие кислые газы – 3,5, O_2 – нет, H_2 – нет, CO – нет, CH_4 и тяжелые углеводороды – 56,0, He+Ne – 0,0021, Ar+Kr+Xe – 0,4809, N_2 – 40,0170. Этот анализ не дает оснований с уверенностью говорить о нефтяной природе газов, но совершенно отчетливая связь с тектоническим планом дна моря, проявляющаяся в приуроченности их выходов к антиклинальным структурам, позволяет

рассматривать их как газы глубинного происхождения, выходящие на поверхность дна моря по дизъюнктивным нарушениям.

Повышенная минерализация поровых вод. Третья особенность заключается в увеличении солености поровых вод в осадках в тех местах, где развиты разломные дислокации. Это явление обнаружено при определениях содержания ионов Cl^- в водных вытяжках из сухого осадка. Установлено, что могут иметь место три типа кривых распределения ионов Cl^- по вертикали вдоль колонки (Маев, 1962). Кривыми первого типа характеризуются колонки, в которых представлен нормальный разрез донных отложений. В этом случае верхние горизонты колонок, благодаря их высокой естественной влажности, содержат значительные количества ионов Cl^- - до 1% от веса сухого осадка. Вниз по колонке вместе с уменьшением влажности осадка падает и содержание Cl^- - до десятых долей процента (кол. 44, 120, 140 и др.). В случае если наблюдается размыт дна, современное осадконакопление отсутствует и на поверхности дна обнаруживаются более древние осадки, колонки характеризуются другим типом кривых хлорности. Максимума в верхней части кривой (как для первого типа) здесь нет, по всей длине колонки наблюдаются примерно одинаковые низкие величины (кол. 75), соответствующие содержанию Cl^- в нижних частях колонок с нормальным разрезом осадков. И, наконец, совершенно особо стоит третий случай, когда по всей длине колонки, и особенно в нижней ее части, наблюдаются очень высокие концентрации Cl^- - до 2% и более. Две колонки, в которых подобное явление было отмечено (кол. 43 и 80), взяты в разных местах на вершине одного из крупнейших в Южном Каспии подводных поднятий - хребта Абиха. Эта антиклинальная структура разбита, по-видимому, системой дизъюнктивных нарушений, судя по наличию прослоев грязевулканической брекции и насыщенности осадков газами глубинного происхождения. Очевидно, разрывные нарушения служат путями для выхода на поверхность дна моря не только газов и грязевулканической брекции, но и глубинных высокоминерализованных вод, которые и создают аномально высокие концентрации солей в осадках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изученной части разреза выделены новокаспийский ярус, мангышлакский и дагестанский горизонты хвальинского яруса. Комплексное исследование осадков, включавшее изучение их литологии, текстурных особенностей, минералогии алевритовой и глинистой фракций, органического вещества, с учетом геологических и физико-географических условий их накопления, позволило развить и дополнить имеющиеся представления об основных закономерностях процесса осадкообразования в Каспийском море.

Несмотря на изменения физико-географической обстановки за верхнечетвертичное время (колебания уровня, климатические изменения и т.д.), принципиальные черты осадкообразования (питание осадочным материалом, распределение его по площади водоема) оставались неизменными. Имели место лишь небольшие колебания количества и крупности сносимого с суши обломочного материала, интенсивности поступления CaCO_3 , что нашло отражение в некоторых литологических различиях выделенных горизонтов.

Каспийское море является бассейном преобладающего обломочного осадконакопления. Подавляющая часть обломочного материала поставляется реками.

На западе Каспийского моря и в его глубоководной части карбонатный материал имеет в основном обломочное происхождение. Процессы химической садки CaCO_3 , проходящие практически по всему морю, наиболее развиты на востоке Каспия, где для этого имеются самые благоприятные условия. Видимо, здесь и садится основная масса растворенного CaCO_3 , вносимого реками.

Обращает на себя внимание исключительная тонкозернистость каспийских осадков, среди которых преобладают глинистые илы. Это обусловлено не высокой степенью переработки обломочного материала в конечном водоеме стока, а преимущественно тонкозернистым характером речных выносов.

По особенностям распределения гранулометрических типов осадков Каспийское море напоминает Черное, т.е. здесь в грубой схеме от берега к центру водоема происходит уменьшение содержания алевритовой фракции с параллельным возрастанием в осадке количества пелитовых частиц, достигающих максимума до 90% в глубоководной части.

Таким образом, по особенностям разноса кластических частиц Каспийское море может быть отнесено к первому из выделенных Н.М.Страховым (Страхов и др., 1954) типов внутриконтинентальных водоемов.

На большей площади Каспия осадкообразование происходит в основном по гумидному типу, за исключением восточного шельфа, где аридный климат прилегающих бессточных областей суши оказывает существенное влияние на осадконакопление.

В распределении осадков по дну Каспийского моря наблюдается асимметричная зональность как в поперечном (запад - восток), так и в продольном (север - юг) направлениях, что связано в первую очередь с неравномерным поступлением обломочного материала. Круговорот течений, связанный с морфологией бассейна (а следовательно, и с геологией дна), в какой-то мере снижает эффект асимметричности стока, но не нивелирует его полностью. Течения, способствующие разносу осадков, должны учитываться в палеогеографических построениях при выяснении источников питания древних водоемов.

Геологическая структура и определяемый ею рельеф дна оказывают определенное влияние на осадконакопление. Западная часть Среднего Каспия, соответствующая

Предкавказскому передовому прогибу, занята осадками, отличными от осадков восточной (платформенной) части Среднего Каспия. Антиклиниорий Ашхеронского подножия характеризуется обстановкой осадконакопления, совершенно непохожей на условия в прилегающих областях прогибания. Некоторые изменения в характере осадков наблюдаются и в пределах отдельных мелких антиклинальных складок, особенно в Южном Каспии, в частности, увеличение крупности осадков и повышение их карбонатности от подножия подводного поднятия к его своду.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что решающим фактором, определяющим тип осадочного процесса в Каспийском море и основные закономерности расположения осадков по составу и темпам накопления, являются физико-географические условия водосборного бассейна. Геологическая структура дна, действующая главным образом посредством рельефа дна, не является определяющим фактором, но все же вносит в процессы осадконакопления свои существенные коррективы.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамов Б.Н. Многолетние колебания содержания кислорода в воде Среднего и Южного Каспия. — Труды ВНИРО, 1959, т. 38.
- Алексина И.А. О взвешенных веществах в водах восточной части Среднего Каспия. — Докл. АН СССР, 1958, т. 121, № 2.
- Алексина И.А. К характеристике эолового материала восточного побережья Среднего Каспия. — Докл. АН СССР, 1959, т. 127, № 2.
- Алексина И.А. Осадки и рельеф подводного склона восточного побережья средней части Каспийского моря. — В кн. "Геологическое строение подводного склона Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Арутюнова Н.М. Минеральный состав донных отложений Бакинского архипелага. — В сб. "Современные осадки Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Арутюнова Н.М. Вещественный состав донных отложений северной части Каспийского моря. — Труды ГОИН, 1957, вып. 34.
- Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. М., Изд-во АН СССР, 1938.
- Батурина В.П. К петрографии аллювия рек Союза. Река Куря. — Бюлл. МОИП, отд. геол., 1934, т. 12, № 3.
- Батурина В.П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1947.
- Батурина В.П., Копылова Е.К. Геологический очерк южной и средней частей Каспийского моря. — В сб. "Современные осадки Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Безруков П.Л., Лисицын А.П. Классификация осадков современных морских водоемов. — Труды ИОАН, 1960, т.32.
- Бордовский О.К. Накопление и преобразование органического вещества в морских осадках. М., изд-во "Недра", 1964.
- Бруевич С.В. Гидрохимия Среднего и Южного Каспия. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1937.
- Бруевич С.В. Динамика химического состава Каспийского моря в период падения его уровня (1933–1937 гг.). — Изв. Геогр. об-ва, 1939, № 6.
- Бруевич С.В. Влажность грунтов Каспийского моря. — Докл. АН СССР, 1945, т. 47, № 4.
- Бруевич С.В. Карбонаты в осадках Каспийского моря. — Докл. АН СССР, 1946а, т. 54, № 2.
- Бруевич С.В. Соленость грунтовых растворов Каспийского моря. — Докл. АН СССР, 1946б, т. 54, № 3.
- Бруевич С.В. Изменение климата и уровня Каспийского моря за последнее тысячелетие по химическим данным. — Труды ГОИН, 1948, вып. 4 (16).
- Бруевич С.В., Аничкова Н.И. Химия речного стока в Каспийское море. — В сб. "Элементы химического баланса Каспийского моря". Труды по комплексному изучению Каспийского моря, в. XIV. М.-Л., 1941.
- Бруевич С.В., Виноградова Е.Г. Осадкообразование в Каспийском море. — Труды ИОАН, 1949, т. 3.
- Вебер В.В., Горская А.И., Глебовская Е.А. Битумообразование в четвертичных осадках и генезис нефти. М., Гостоптехиздат, 1960.
- Гербер М.И., Бордовский О.К. Хроматографические исследования углеводородной фракции морских и океанских осадков. — В сб. "Миграция нефти и газа и фазовые равновесия в углеводородных системах при высоких давлениях". М., ВНИТИ, 1969.
- Горбаченко С.А. Применение изотопного кислородного метода для целей палеогеографического анализа. Автореф. канд.дисс., М., 1972.
- Горин В.А. Грязевой вулканализм и осадконакопление. — Докл. АН АзССР, 1950, т. 6, № 4.
- Горская А.И. Исследование органического вещества современных осадков. — В сб. "К понятию современных аналогов нефтеносных фаций". Гостоптехиздат, 1950.
- Горшкова Т.И. Карбонаты и органическое вещество в осадках Среднего и Южного Каспия. — Труды ВНИРО, 1959, т. 38.

- Жуков М.М. О дифференцированных вертикальных движениях берегов Каспия за четвертичное время. - Уч. зап. МГУ, серия географ., 1941, вып. 48, № 3.
- Жуков М.М. Плиоценовая и четвертичная история севера Прикаспийской впадины. - В кн. "Проблемы западного Казахстана", т. 2, М., Изд-во АН СССР, 1945.
- Кленова М.В. Процессы осадкообразования в полярных морях. М.-Л., Изд-во Главсевморпути, 1945.
- Кленова М.В. Геологическое строение Ашеронского порога Каспийского моря. - Докл. АН СССР, 1954, т. 94, № 2.
- Кленова М.В. Процессы осадкообразования на подводном склоне Каспия в пределах Азербайджана. - В сб. "Современные осадки Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1956а.
- Кленова М.В. Взвешенные вещества р. Куры. - В сб. "Современные осадки Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1956б.
- Кленова М.В. Современное осадкообразование в Каспийском море как результат геологического развития Каспийской впадины. - В кн. "Материалы совещания по изучению четвертичного периода". т. II. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Кленова М.В., Николаева В.К. Взвешенные вещества некоторых рек СССР. - В сб. "Современные осадки морей и океанов". М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Кленова М.В., Соловьев В.Ф., Алексина И.А., Вихренко Н.М., Кулакова Л.С., Маев Е.Г., Рихтер В.Г., Скорнякова Н.С. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Кленова М.В., Ястребова Л.А. Осадки северной части Каспийского моря. - В сб. "Современные осадки Каспийского моря". М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Кулакова Л.С. О минеральном составе современных осадков восточного побережья Южного Каспия. - Докл. АН СССР, 1959, т. 124, № 9.
- Кулакова Л.С. Минеральный состав верхнечетвертичных отложений Южного Каспия. - Изв. АН АзССР, серия геол.-географ., 1966, № 2.
- Кулакова Л.С. Глинистые минералы в верхнечетвертичных осадках Среднего и Южного Каспия. - Океанология, 1970, т. 10, вып. 6.
- Куприн П.Н., Багиров В.И. К познанию условий формирования донных отложений Среднего и Южного Каспия. - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 2. М., Изд-во МГУ, 1971.
- Лебедев Л.И. К тектоническому строению Среднего Каспия. - Докл. АН СССР, 1961, т. 137, № 3.
- Лебедев Л.И. Происхождение рельефа материкового склона Среднего Каспия. - Океанология, 1962, т. 2, № 5.
- Лебедев Л.И. Фациальные зоны и мощности новокаспийских отложений Среднего Каспия. - Океанология, 1963, т. 3, вып. 6.
- Лебедев Л.И., Маев Е.Г. Четвертичные отложения Ашеронского порога Каспийского моря. - Докл. АН СССР, 1963, т. 151, № 5.
- Лебедев Л.И., Маев Е.Г. Верхнечетвертичные осадки и геологическое строение Ашеронского порога Каспийского моря. - Международ. геол. конгр., XXII сессия. Докл. сов. геол. М., изд-во "Наука", 1964.
- Лебедев Л.И., Маев Е.Г. Новокаспийские отложения глубоководной части Каспийского моря. - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 3. М., Изд-во МГУ, 1972.
- Лебедев Л.И., Маев Е.Г. Верхнеквальянские осадки (Мангышлакский и Дагестанский горизонты) в глубоководной части Каспийского моря. - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 4. М., Изд-во МГУ, 1973.
- Леднев В.А. Течения Северного и Среднего Каспия. М., изд-во "Морской транспорт", 1943.
- Леонтьев О.К. К вопросу о масштабах и возрасте новокаспийской трансгрессии. - Труды Океанограф. комиссии АН СССР, 1959, т. 4.
- Леонтьев О.К. Древние береговые линии четвертичных трансгрессий Каспийского моря. - Труды Ин-та геологии АН ЭстССР, 1961, т. VIII.
- Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Поротов А.В. О генезисе и возрасте Дербентской банки. - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 4. М., Изд-во МГУ, 1973.
- Леонтьев О.К., Федоров П.В. К истории Каспийского моря в поздне- и послеквальянское время. - Изв. АН СССР, серия географ., 1953, № 4.
- Литвин В.М. Геологические работы ПИНРО в Международном Геофизическом году. - Научно-техн. бюлл. ПИНРО, 1959, № 1 (9).
- Лопатин Г.В. Наносы рек СССР, образование и переносы. М., Географиздат, 1952.
- Маев Е.Г. К стратиграфии глубоководных отложений Южного Каспия. - Докл. АН СССР, 1961а, т. 136, № 6.
- Маев Е.Г. Мощности современных отложений и скорости осадкообразования в Южном Каспии. - Океанология, 1961б, т. 1, вып. 4.
- Маев Е.Г. О проявлении конседиментационной складчатости на дне Южного Каспия. - Докл. АН СССР, 1961б, т. 137, № 1.

- Маев Е.Г. Новокаспийские и верхнекхвалынские осадки в южной части Каспийского моря. - Изв. АН СССР, серия геол., 1962, № 8.
- Маев Е.Г. Подводные оползни и отложения суспензионных потоков на дне Каспия. - Океанология, 1964, т. 2.
- Маев Е.Г., Багиров В.И. Сульфиды железа в донных отложениях Каспийского моря. - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 1. М., Изд-во МГУ, 1970.
- Маев Е.Г., Лебедев Л.И. Новые данные о послехвалынской регрессии Каспийского моря. - Океанология, 1963, т. 1.
- Маев Е.Г., Лебедев Л.И. Особенности накопления карбоната кальция, железа и марганца в новокаспийских отложениях Каспийского моря (за пределами шельфа): - В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 1. М., Изд-во МГУ, 1970.
- Маев Е.Г., Поротов А.В. Некоторые особенности осадконакопления на внешнем крае шельфа. - В сб. "Комплексные исследования природы океана", вып. 3. М., Изд-во МГУ, 1972.
- Пахомова А.С. Марганец в морских осадках. - Труды ГОИН, 1948, вып. 5.
- Пахомова А.С. Органическое вещество в донных отложениях Каспийского моря. - Труды ГОИН, 1961, вып. 59.
- Пашалы Н.В. Литология четвертичных отложений восточного Азербайджана. Баку, 1964.
- Попов П.Г. Стратиграфия осадков Каспийского моря. - В сб. "Современные осадки Каспийского моря", М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Ратеев М.А. Закономерности размещения и генезис глинистых минералов в современных и древних морских бассейнах. М., изд-во "Наука", 1964.
- Рубинчик Е.Е. Данные по гидрохимии Южного Каспия. - Труды ВНИРО, 1959, т. 38.
- Руженцев В.Е. Основные фашиальные зоны сакмарско-артинского комплекса на Южном Урале. - Изв. АН СССР, серия геол., 1948, № 1.
- Саркисян С.Г. Петрография донных отложений центральной части Каспийского моря. - Труды Комиссии по комплексному изучению Каспийского моря, 1938, вып. 5.
- Саркисян С.Г. Минералогические исследования донных отложений Каспийского моря. - Труды Ин-та нефти АН СССР, 1949, т. I, вып. 1.
- Скорнякова Н.С. Минералогический состав осадков подводного склона западного побережья Среднего Каспия. - Докл. АН СССР, 1955, т. 101, № 3.
- Смит П.В. Углеводороды в современных морских осадках. М., Гостоптехиздат, 1956.
- Соловьев В.Ф. Грязевой вулкан "банка Ливанова" в Каспийском море. - Докл. АН СССР, 1952, т. 86, № 2.
- Соловьев В.Ф. Некоторые вопросы тектоники Каспийского моря. - Труды Совещания по тектонике Альпийской геосинклинальной области юга СССР. Баку, Изд-во АН АзССР, 1956.
- Соловьев В.Ф., Кулакова Л.С. Подводный грязевой вулкан "банка Грязный вулкан" в Каспийском море. - Докл. АН СССР, 1954, т. 95, № 6.
- Соловьев В.Ф., Кулакова Л.С., Лебедев Л.И., Маев Е.Г. Основные черты рельефа и геологической структуры дна Среднего и Южного Каспия. - Труды Комплексной южной геологической экспедиции, вып. VII. М., Гостоптехиздат, 1962.
- Соловьев В.Ф., Маев Е.Г., Юнов А.Ю. Проявления грязевого вулканизма в глубоководной части Южного Каспия. - Докл. АН СССР, 1961, т. 140, № 5.
- Соловьев В.Ф., Скорнякова Н.С. Тектоническая схема подводного склона западного побережья Среднего Каспия. - Докл. АН СССР, 1955, т. 102, № 5.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза, т. I и II. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Страхов Н.М., Бродская Н.Г., Князева Л.М., и др. Образование осадков в современных водоемах. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Страхов Н.М., Залманзон Э.С. Распределение аутогенно-минералогических форм железа в осадочных породах и его значение для литологии. - Изв. АН СССР, серия геол., 1955, № 1.
- Сулейманов Д.М. Об источниках питания минеральными компонентами донных осадков Южно-каспийской впадины. - Изв. АН АзССР, 1947, № 2.
- Сулейманов Д.М., Пашалы Н.В. Роль грязевых вулканов в формировании четвертичных отложений восточного Азербайджана. - В сб. "Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований". М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. - Труды ГИН АН СССР, 1957, вып. 10.
- Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Понто-Каспия. - В сб. "Хронология и климаты четвертичного периода". М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Фомина Л.С. Окислительно-восстановительные процессы в донных отложениях юго-западной части Тихого океана. - Труды ИОАН, 1962, т. 54.
- Хайн В.Е. К проблеме строения Каспийской впадины и структурных связей между Кавказом и Закаспием. - Геология нефти, 1958, № 9.
- Хворьова И.В. Батиальные осадки сакмарских и артинских отложений в Башкирском Приуралье. - Докл. АН СССР, новая серия, 1947, т. 57, № 2.
- Хворьова И.В. Флишевая и нижнemолассовая формация Южного Урала. - Труды ГИН АН СССР, 1961, вып. 37.

- Шнитников А.В. Ритм Каспия в послевалдайское время (эпоха поствюрма). - В сб. "Чтения памяти Л.С.Берга. I-III." М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Штокман В.Б. О турбулентном обмене в средней и южной частях Каспийского моря. - Изв. АН СССР, серия географ. и геол., 1940, № 4.
- Юнов А.Ю. Тектоническое строение северной части Южно-Каспийской впадины и перспективы ее нефтегазоносности. - Труды МИНХ и ГП им. И.М.Губкина, 1960, вып. 27.
- Юркевич И.А., Иванова Г.Б., Козырева Н.А., Маев Е.Г. О характеристиках химического состава осадков южной части Каспия. - В сб. "Геохимия каустобиолитов и их месторождений". М., Изд-во АН СССР, 1962.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Глава I. Краткая характеристика обстановки осадконакопления в Среднем и Южном Каспии	6
Глава II. Стратиграфия донных отложений	10
Глава III. Литология новокаспийских отложений	12
Глава IV. Литология верхнеквальинских отложений	36
Глава V. Минеральный состав новокаспийских и верхнеквальинских осадков	57
Глава VI. Органическое вещество осадков	93
Глава VII. Связь осадконакопления с геологическим строением дна. .	105
Заключение	113
Литература	115

ОСАДКИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Утверждено к печати
Институтом геологии и разработки
горючих ископаемых АН СССР

Редактор Л.А.Рабинович
Художник Н.А.Сидельников
Технический редактор Г.П.Каренина

Подписано к печати 21/Ш-73 г.
Формат 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 10,85.
Уч.изд. л. 11,86 (11,69 + 0,17 вкл.).
Бумага офсетная № 1. Тираж 750 экз.
Т-04809. Тип. зак.195 Цена 1 р. 19 к.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 103717 ГСП,
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
1-я типография издательства "Наука"
Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

1 p. 19 K.

751

