

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОСАДКИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДЕРБЕНТСКОЙ КОТЛОВИНЫ (СРЕДНИЙ КАСПИЙ)

Изучены осадки, поднятые ударными трубками на западном (полигон I) и северо-западном (полигон II) склонах Дербентской котловины. Вскрытый на полигоне I разрез представлен сероцветными мягкими и уплотненными глинами с многочисленными линзочками и слоями терригенного алеврита. Обнаружены хемогенно-диагенетические карбонаты двух морфологических типов. На полигоне II вскрыты и впервые описаны авторами пестроцветные диатомовые илы творожистой консистенции и мягкие сероцветные глины с пятнами, линзами и слоями, обогащенными гидротроилитом, количество которых нарастает к основанию колонок. Комплексы диатомей свидетельствуют о существовании во время накопления осадков сильно опресненного бассейна, который сменился в голоцене солоноватоводным, а затем и современным морским.

Внутриконтинентальное Каспийское море привлекает внимание исследователей разного профиля в связи с нефтегазоносностью региона и существенными запасами уникальных морепродуктов. Отличительными чертами Северного Каспия, сближающими его с пресноводными бассейнами озерного типа, являются мелководность и распреснение вод за счет интенсивного речного стока. Средний и Южный Каспий — более глубоководные, влияние рек здесь менее заметно, минерализация вод выше, т.е. условия седиментации сходны с морскими.

Современные технологии добычи и транспортировки углеводородов нередко приводят к нефтяному загрязнению акватории, что пагубно влияет на продуктивность планктонных организмов и нарушает пищевые цепи всех обитателей моря. Взаимоисключающие цели обеспечения экологической безопасности и выполнения поисково-эксплуатационных работ требуют проведения детальных исследований комплексом методов.

В данной статье обсуждаются результаты изучения четвертичных осадков в западной и северо-западной частях Дербентской котловины с учетом современных условий седиментации. При этом авторы придерживались используемой в России стратиграфической шкалы МСК, по которой граница плиоцена и плейстоцена отвечает подошве апшеронских отложений (1,8 млн. лет назад).

Материал и методы

В 19-м рейсе НИС “Рифт” (2005 г.) в Дербентской котловине проводились инженерно-геологические работы, включающие непрерывное сейсмоакустическое профилирование с высоким разрешением. Отбор проб дон-

ных отложений производился на глубинах 375–510 м ударной трубкой большого диаметра на 19-ти станциях в пределах двух полигонов размером 5х5 км каждый (рис. 1). Длина полученного керна колебалась от 0,5 до 5,7 м. На борту судна выполнено макроскопическое описание осадков, изучение их состава и физико-механических свойств, фотографирование всех отрезков колонок, парафинирование осадков во вкладыше для последующих лабораторных исследований в ПНИИИСе. Набортные измерения физико-механических характеристик осадков проводились сразу после извлечения керна из грунтовой трубки и включали определение прочности двумя разновидностями ручных крыльчаток и карманным пенетрометром, объемного веса и влажности методом режущего кольца, прочности на сдвиг крыльчатым зондированием и консистенции по методу Аттерберга. Граница текучести фиксировалась конусом Васильева, предел пластичности — раскатыванием грунта в шнур до начала его растрескивания.

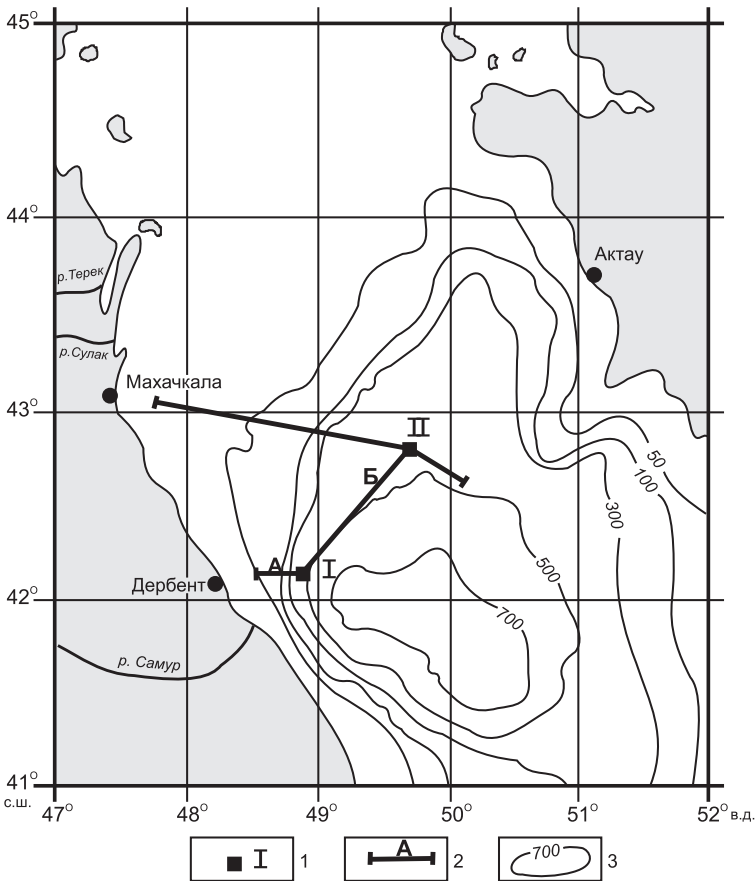


Рис. 1. Местоположение геологических полигонов и сейсмоакустических профилей
 1 — геологический полигон; 2 — сейсмоакустический профиль; 3 — изобата, м

Лабораторные исследования включали определение физических свойств осадков, при изучении наиболее представительных образцов были использованы рентгеновская дифрактометрия, электронная микроскопия и микропалеонтологический (диатомовый) анализ.

Результаты сейсмических исследований

Западный склон Дербентской котловины. Интерпретация сейсмических данных (рис. 2) [8], а также материалы бурения на прилегающей суше показывают, что в строении западного склона котловины принимают участие два осадочных комплекса: верхний — верхнеплейстоцен-голоценовый и нижний, представленный отложениями апшеронского и, возможно, более древнего возраста. Границей между комплексами служит субгоризонтальная выровненная поверхность несогласия, отвечающая предбакинской (тюркянской) регрессии.

Нижний комплекс представляет собой мощное (более 400 м) клиноморфное аккумулятивное тело, сформированное в результате латерального наращивания осадков в сторону впадины, существовавшей в позднем плиocene на месте Дербентской котловины. Не исключается дельтовая природа этого проградационного образования.

Верхний комплекс имеет максимальную мощность в районе бровки шельфа (около 250 м) и выклинивается на глубине моря 400 м, где обнажается предбакинская поверхность несогласия. От бровки шельфа и вплоть до зоны выклинивания комплекс почти целиком представлен особым рисунком сейсмической записи, напоминающим “бегущую волну” или последовательность асимметричных холмов с более крутыми склонами, обращенными к берегу (см. рис. 2). По ряду признаков наблюдаемая сейсмическая запись соответствует специфическим аккумулятивным образованиям — так называемым осадочным, или седиментационным волнам, которые формируются при некоторых условиях из материала, переносимого многократно повторяющимися высокоплотностными потоками [11]. Детальное обсуждение проблемы генезиса осадочных волн выходит за рамки настоящей статьи.

В области шельфа волнообразные отражающие горизонты быстро переходят в практически ровные, субгоризонтальные оси синфазности. Похожее, но более плавное уменьшение амплитуд “волн” наблюдается и вблизи зоны выклинивания комплекса на глубинах 350–400 м.

Полигон I расположен на глубинах от 375 до 510 м (см. рис. 2а), при этом его западная половина находится на относительно пологом участке склона (до глубины 400 м), в области выклинивания верхнеплейстоцен-голоценовых осадков, а восточная — расположена на крутой нижней части склона, где на дне обнажаются более древние отложения нижнего комплекса. По данным, полученным с помощью высокоразрешающего профилографа, на пологом участке склона непосредственно ниже раздела водонепроницаемого тонкого (2–3 м) осадочного слоя, подошва которого с явным угловым несогласием срезает нижележащие границы. Вблизи перегиба склона мощность этого слоя сокращается до почти нулевых значений.

Рельеф нижней части склона носит явные признаки оползания и подводной эрозии, однако важно отметить, что соответствующие морфологические элементы скорее всего реликтовые.

Северо-западный склон Дербентской котловины. Этот склон в несколько раз более протяженный и пологий, чем западный, и отличается гораздо

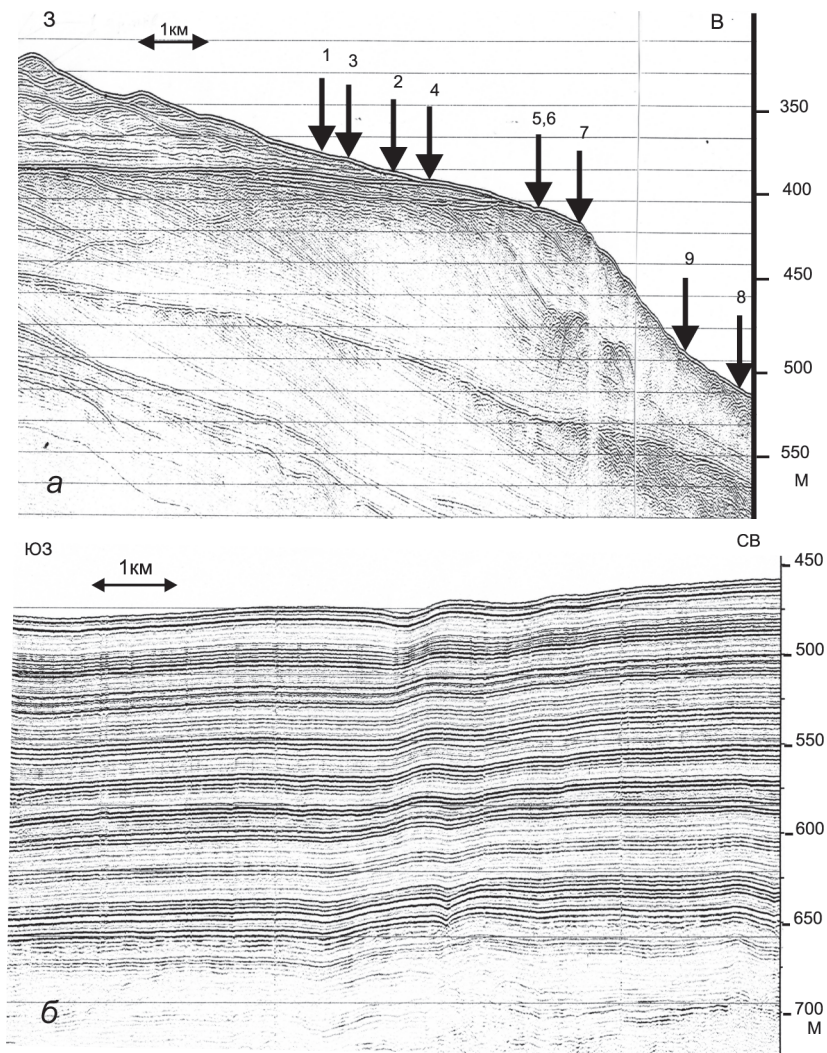


Рис. 2. Фрагменты сейсмоакустических профилей.

a — фрагмент профиля А. Стрелками показаны проекции станций пробоотбора на линию профиля (полигон I); *б* — фрагмент профиля Б (полигон II)

меньшей расчлененностью рельефа. Осложнения морфологии дна здесь связаны с врезами ряда крупных подводных долин, а также с крупными конусами выноса в нижней части склона и у его основания.

Полигон II находится в 10-ти км к востоку от центральной долины одного из таких конусов выноса, на далекой периферии намывного вала. Глубина моря в пределах полигона составляет 450–469 м. На сейсмических профилях вся верхняя часть разреза мощностью до 200 м представлена очень протяженными и почти горизонтальными отражающими горизонтами (см. рис. 2б). При этом отчетливо проявляется вертикальное чередование высокоамплитудных и низкоамплитудных (вплоть до акустически прозрачных) пачек. Верхняя из низкоамплитудных пачек мощностью около 20 м залегает непосредственно ниже раздела вода-дно; в ней фиксирует-

ся лишь одна четкая граница на глубине 7–8 м. Приблизительно в 200-х м ниже дна появляется поверхность несогласия, возможно предбакинская.

Результаты изучения осадков

Ниже приведены литологическое описание вскрытых ударными трубками осадков на полигонах I (станции 1–9) и II (станции 10–19), а также результаты исследования их минерального состава, гранулометрических характеристик и некоторых физико-механических свойств; обсуждаются возраст, генезис и условия формирования.

На полигоне I (см. рис. 1) было отобрано 7 колонок в фациальной зоне горизонтальнослоистых отложений (ст.1–7) и 2 колонки — на крутом участке континентального склона (ст. 8, 9 — см. рис. 2).

Сбор осадков проводился на глубинах 375–510 м, т.е. максимальный перепад глубин составил 135 м, что предопределило существенную неоднородность разрезов (рис. 3). Длина керна колебалась от 0,55 до 3,16 м. Колонка наибольшей длины получена на ст. 1 (глубина 375 м). В качестве опорного выбран разрез именно этой колонки, в которой макроскопически выделено 8 литологических слоев (сверху вниз, см.)

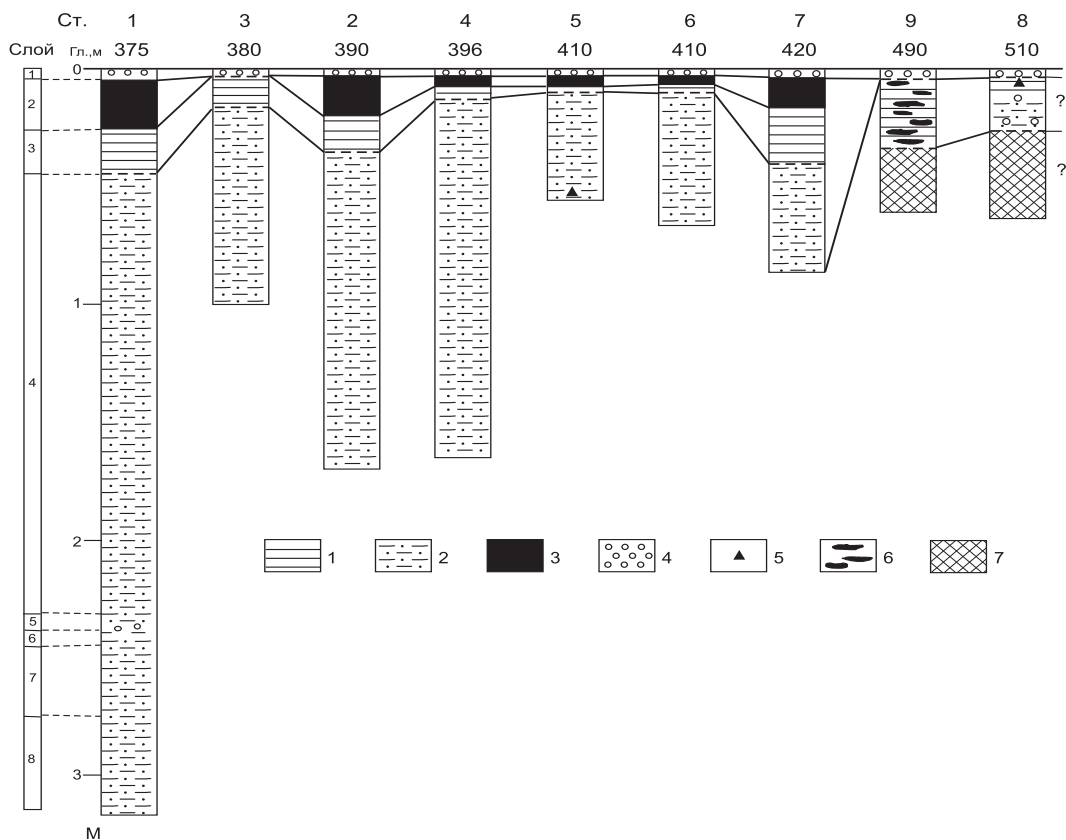


Рис. 3. Литология осадков полигона I

1 — глина мягкая, обогащенная терригенным алевритом; 2 — глина мягкая с линзами и слоями терригенного алеврита; 3 — глина уплотненная диагенетически-слоистая, обогащенная оксигидроксидами железа (корка цементации); 4 — раковинный детрит; 5 — обломки пород; 6 — карбонатные корки; 7 — плиоценовая уплотненная глина

1. (0–5) — битая ракуша с мягким серым глинистым заполнителем; нижняя граница резкая.

2. (5–25) — глина буровато-коричневая уплотненная, обогащенная оксигидроксидами железа (корка цементации), диагенетически-слоистая; нижняя граница резкая.

3. (25–45) — глина мягкая серая, в редких прослоях темно-серая с примесью терригенного алевритового материала; переход постепенный.

4. (45–225) — глина зеленовато-серая мягкая тонкослоистая за счет темно-серых слоек и линзочек, обогащенных гидротроилитом или терригенным алевритом; переход постепенный.

5. (225–230) — глина зеленовато-серая мягкая, обогащенная крупными фрагментами двустворок; переход постепенный.

6. (230–235) — глина буровато-серая мягкая, обогащенная дресвой ракушечного материала; переход постепенный.

7. (235–270) — глина буровато-серая мягкая, включающая тонкие слои, линзочки и присыпку терригенного мелкого алеврита; переход постепенный.

8. (270–316) — тонкослоистая пачка серых и зеленовато-серых мягких глин, содержащих тонкие слои, линзочки и присыпку мелкоалевритового терригенного материала.

На глубинах 380–420 м (ст. 2–7) вскрыты только слои 1–4, однако на ст. 3 корка цементации отсутствует. Мощность слоя 1 на станциях 2–7 колеблется от первых миллиметров до 1 см, а слоя 2 — в пределах 5–18 см. Мощность слоя 3 составляет 3–25 см, при этом минимальные величины (подобно слоям 1 и 2) характерны для станций 4–6. Вскрытая мощность слоя 4 не превышает 153 см.

В основании разреза на ст. 5 обнаружен фрагмент (3,0 x 1,5 x 1,2 см) зеленовато-бурого органогенно-обломочного известняка песчанистого, с единичными гравийными зернами хорошо окатанных кремней. Можно предположить, что этот обломок принадлежит литифицированным отложениям предбакинской береговой линии (вернее, предбакинской поверхности несогласия).

Ниже перегиба склона (глубины 490–510 м) наблюдаются существенные отклонения от закономерной последовательности литологических слоев в разрезах, отмеченной выше. Так, на ст. 8 верхний горизонт осадков представлен буровато-серой глиной мягкой, содержащей в кровле слоя примесь раковинного детрита. Здесь же обнаружена буровато-зеленая карбонатная корка сложной натечной формы размером 2,0 x 1,3 x 1,0 см. Ниже по разрезу с постепенным переходом залегает глина зеленовато-серая мягкая, включающая линзочки раковинного детрита и терригенного мелкого алеврита, которая подстилается по резкой границе плотной серой глиной. В основании вскрытого разреза прослеживаются плотные глины (с элементами плитчатой отдельности) зеленовато-серые, бурые, темно-зеленовато-серые, местами обогащенные терригенным мелким алевритом. Если условно отнести плотные глины (гор. 26–62 см) к нижнеплейстоценовым (апшеронским) образованиям, то необходимо допустить переотложение мягких глин верхней части разреза на ст. 8.

Признаки переотложения осадочного материала обнаружены и на ст. 9. Здесь под тонким (2 см) слоем ракуши (многие створки покрыты марганцевой пленкой) залегает мягкая серая (до буровато-серой) глина, включающая многочисленные уплощенные карбонатные корки размером до 7,5 x 6,0 x 0,7 см. Часть корок покрыта сплошной пленкой оксидов марганца, на остальных же наблюдаются только небольшие омарганцованные участки и прерывистые бурые пленки оксигидроксидов железа. В основании разреза (гор. 33–60 см) по резкой границе прослеживаются плотные серые и коричневато-бурые глины диагенетически-слоистые. Этот слой плотных глин достаточно уверенно сопоставляется с гор. 26–62 см на ст.8, что свидетельствует о вторичном залегании мягких глин и карбонатных корок (гор. 2–33 см).

Другими признаками переотложения осадочного материала на полигоне I являются находка фрагмента органогенно-обломочного известняка на ст. 5, отсутствие корки цементации в колонке 3, многочисленные слойки, линзочки, присыпка терригенного мелкого алеврита в глинах, повсеместное обогащение верхнего слоя осадков ракушей. Основными факторами переотложения послужили, вероятно, контурные течения, суспензионные потоки и оползни. Область распространения последних четко прослеживается в западной части Дербентской котловины [6].

Для гранулометрического анализа были отобраны интервалы мощностью 10–20 см (редко 30 и 40 см). Всего на двух полигонах изучено 102 образца.

На полигоне I распространены глины, включающие многочисленные слойки, линзочки и присыпку алевритового материала, поэтому здесь преобладают терригенные отложения пелитово-алевритовой и алевритово-пелитовой структур. Повсеместное обогащение осадков верхнего горизонта колонок псаммитовой составляющей обусловлено примесью раковинного детрита. Кроме того, на ст. 9 обнаружены псаммитово-псефитовые фрагменты карбонатных корок.

Содержание песчаных фракций в исследованных образцах колеблется в пределах 0,3–47,0 % (среднее 6,1%), алевритовых — 27,5–83,4% (среднее 54,1%), пелитовых — 15,4–71,6 % (среднее 42,4%). На рисунке 4 показаны гранулометрические типы осадков на полигоне I в порядке увеличения глубины отбора с 375 м (ст. 1) до 510 м (ст. 8). Наиболее крупнозернистые отложения приурочены к самой крутой части склона (ст. 8 и 9), что, по-видимому, связано с процессами переотложения осадочного материала придонными течениями, суспензионными потоками и оползнями.

Близкий состав осадков на станциях 1–7 полигона I определяет приблизительно равные значения показателей их физико-механических свойств. Плотность изменяется в пределах 1,7–1,9 г/см³, влажность — от 32 до 52%. Прочность, измеренная крыльчаткой, в среднем равна 0,06 кг/см² и редко достигает 0,12 кг/см². Высокая плотность, низкие значения влажности и прочности связаны, по-видимому, с повышенным содержанием в осадках терригенного алевритового материала.

Изучение физико-механических свойств отложений на крутом континентальном склоне свидетельствует, что более высокими прочностными

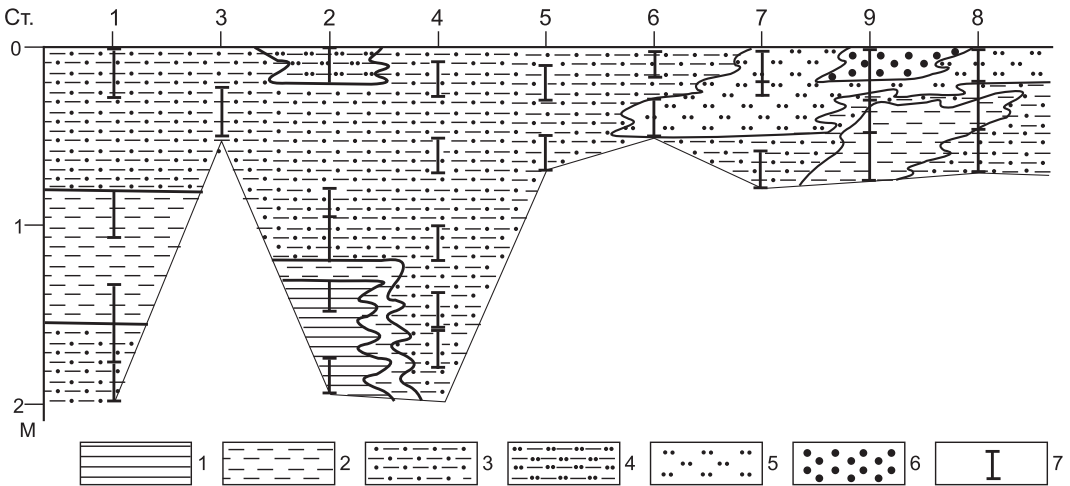


Рис. 4. Гранулометрические типы осадков полигона I

1 — пелит алевроитистый; 2 — алевроито-пелит; 3 — пелито-алевроит; 4 — пелито-алевроит псаммитистый; 5 — алевроит пелитистый; 6 — пелитово-алевроитово-псаммитовый осадок; 7 — интервал опробования

показателями характеризуются глины, вскрытые на ст. 8 (глубина моря 510 м). Плотность этих глин составляет $1,86-1,90 \text{ г/см}^3$, а влажность колеблется в пределах 32-40 %. Прочность глин в интервале 0–0,55 м не превышает $0,1 \text{ кг/см}^2$, тогда как прочность аргилитоподобной глины, залегающей в основании разреза, достигает $0,71 \text{ кг/см}^2$. Полученные результаты указывают на то, что на ст. 8 вскрыты относительно древние отложения нижнего комплекса (см. рис. 2) вследствие эрозии более молодых осадков. Сходная ситуация наблюдается на ст. 9 (гор. 33–60 см). Плотность глин здесь составляет $1,61 \text{ г/см}^3$, влажность 35%. Прочность глины, измеренная крыльчаткой, достигает $0,39 \text{ кг/см}^2$.

Минеральный состав осадков на полигоне I (по данным рентгеновской дифрактометрии трех образцов) довольно однообразный (табл. 1): преобладают кварц (33,5–37,9%), глинистые минералы (22,8–27,4%) и рентгеноаморфные вещества (РАВ — 19,2–24,6%). Далее следуют в порядке убывания полевые шпаты (7,4–9,0%), кальцит (5,1–8,6%), доломит (0,9–2,4%), пирит (0,2%).

Особый научный интерес представляют карбонатные образования, выявленные в колонках на полигоне I. Следует отметить, что карбонатнакопление в Каспийском море изучено довольно обстоятельно [10]. По генезису различаются карбонаты терригенные, хемогенные (сингенетические и диагенетические), биогенные, биогенно-диагенетические и фитогенные. Минеральный состав карбонатов представлен кальцитом, арагонитом, доломитом, магнезиальным кальцитом. Морфологически выделяются игольчатые кристаллы, ромбоэдры, пелитоморфные и мелкокристаллические разновидности, лепешковидные образования, карбонатно-глинистые агрегаты, копролиты, раковины моллюсков и их детрит, гидрогониты харацей (водорослей), оолиты, корки цементации, состоящие из оолитов и раковин, сцементированных карбонатным материалом [5, 10]).

Таблица 1

Содержание минеральных фаз (%) в осадках полигонов I и II

Минерал	Номер образца			
	4-90	8-30	8-60	17-155
Альбит	5,0	6,8	7,7	2,1
Кальцит	8,6	5,1	6,3	11,0
Хлорит	4,3	5,8	6,8	5,6
Доломит	0,9	0,9	2,4	-
Гидрослюда	5,3	5,3	5,3	3,1
Иллит	6,1	7,9	7,3	6
Каолинит	2,9	5,7	3,1	2
Микроклин	2,4	1,7	1,3	2,4
Смешанослойные	2,4	1,8	1,7	0,9
Пирит	0,2	-	-	0,6
Кварц	36,7	33,5	37,9	0,4
Смектит	1,8	0,9	1,0	17,3
Рентгеноаморфные	23,4	24,6	19,2	49,3

На полигоне I в Дербентской котловине карбонаты представлены раковинами двустворок и их детритом, органогенно-обломочными известняками, а также аутигенными (хемогенно-диагенетическими) образованиями двух морфологических типов, не описанных предшественниками. По данным рентгеновской дифрактометрии [9], фрагмент зеленовато-бурого органогенно-обломочного известняка с примесью терригенного песчано-гравийного материала, поднятый на ст. 5 (см. рис. 3), в основном состоит из биогенного кальцита (52,6%) и рентгеноаморфного вещества (РАВ) — 23,7%. На долю биогенного арагонита приходится 6,5% (табл. 2, обр. 5–55).

На крутой части склона Дербентской котловины (глубины 490–510 м) встречены аутигенные карбонаты. На ст. 8 они представлены буровато-зеленой коркой сложной натечной формы (обр. 8-0). В ее составе преобладают РАВ (65,5%) и арагонит (18,9%) при низких содержаниях кальцита (2%) и магнезиального кальцита (1,5%). На ст. 9 обнаружены многочисленные уплощенные карбонатные корки, избирательно покрытые пленками оксигидроксидов марганца и железа (обр. 9-2, 9-10). В них преобладает кальцит (42,4–56,1%), содержание арагонита составляет 2,7–3,0%, а РАВ — 12,0–15,1% (табл. 2).

Во всех исследованных образцах весьма заметна примесь кварца (7,2–23,5%), обычно присутствуют полевые шпаты и глинистые минералы. Количество $MgCO_3$ не превышает 4% от содержания кальцита. Субстратом для хемогенной садки карбонатов (кальцита, арагонита, магнезиального кальцита) послужили алевритово-глинистые илы. Пока трудно судить о масштабах формирования аутигенных карбонатов в Дербентской котловине. Не исключено, что они в виде небольших линзочек находятся внутри нелитифицированного осадка подобно арагонитовым коркам в Красном море [1], обычно залегающим под сапропелем.

В существующих в Среднем Каспии условиях восстановительного диагенеза на твердых карбонатных корках верхней части разреза (условия

Таблица 2

Содержание минеральных фаз (%) в карбонатах Среднего Каспия

Минерал	Номер образца			
	5-55	8-0	9-2	9-10
Арагонит	6,5	18,9	2,7	3,0
Кальцит	52,6 (2)	2,0 (2)	56,1 (4)	42,4 (3)
Мг-кальцит	-	1,5	-	-
Доломит	-	-	0,5	0,4
Сидерит	-	-	0,2	1,0
Альбит	0,4	0,6	-	3,8
Микроклин	-	-	0,5	2,0
Олигоклаз	-	-	1,7	-
Кварц	11,3	7,2	12,7	23,5
Хлорит	-	1,4	1,6	4,0
Иллит	1,0	1,7	3,1	3,0
Гидрослюда	-	-	2,4	2,8
Смектит	1,4	-	-	1,6
Смешанослойные	1,2	-	1,7	0,6
Пирролюзит	1,9	-	1,8	-
Рентгеноаморфные	23,7	65,5	15,1	12,0

Примечание. В скобках - доля $MgCO_3$ (%) от содержания $CaCO_3$

субоокислительные) могут накапливаться оксигидроксиды железа и марганца, которые по мере увеличения мощности вышележащих осадков вновь восстанавливаются и переходят в поровые и наддонные воды. Вероятно, именно окислительно-восстановительные процессы ответственны за совместное нахождение в разрезе на ст. 9 карбонатных корок, полностью или только частично покрытых пленками оксидов железа и марганца.

Биостратиграфические исследования на полигоне I не проводились. Судя по данным сейсмопрофилирования (см. рис. 2а), на станциях 1–7 вскрыты верхнеплейстоцен-голоценовые осадки. Более древние (нижнеплейстоценовые) отложения распространены на крутом участке склона (ст. 8 и 9). Формирование хемогенно-диагенетических карбонатов происходило, вероятно, в предбакинское время.

На полигоне II (см. рис. 1) сбор осадков выполнен на глубинах 450–469 м. Незначительный перепад глубин во многом обусловил большое сходство вскрытых разрезов (рис. 5). Длина керн изменялась от 2,97 до 5,71 м. Колонка максимальной длины получена на ст.16. В разрезе этой опорной колонки выделено 5 литологических слоев (сверху вниз, см).

1. (0–92) — диатомовый ил зеленовато-серый желеобразной и творожистой консистенции (рис. 6), в интервале 0–5 см серовато-коричневый, на глубинах 39–43 и 50–56 см зеленовато-бурый, а в интервалах 24–28, 37–39 и 43–50 см буровато-зеленый. Количество диатомей постепенно уменьшается вниз по разрезу.

2. (92–170) — глина зеленовато-серая мягкая, вязкая с единичными примазками гидротроилита и редкими буровато-зелеными слоями; переход постепенный.

3. (170–313) — глина зеленовато-серая мягкая, вязкая, включающая слабо выраженные слойки, обогащенные гидротроилитом; переход постепенный.

4. (313–372) — глина светло-серая мягкая с многочисленными четко выраженными слойками, обогащенными гидротроилитом; переход постепенный.

5. (372–57) — глина зеленовато-серая мягкая с многочисленными расплывчатыми пятнами, линзами и слойками, обогащенными гидротроилитом.

Пятнистость наиболее характерна для интервала 497–540 см. На глубинах 432, 434, 449–452, 500 и 502 см глина имеет буроватый оттенок. К забою она постепенно уплотняется.

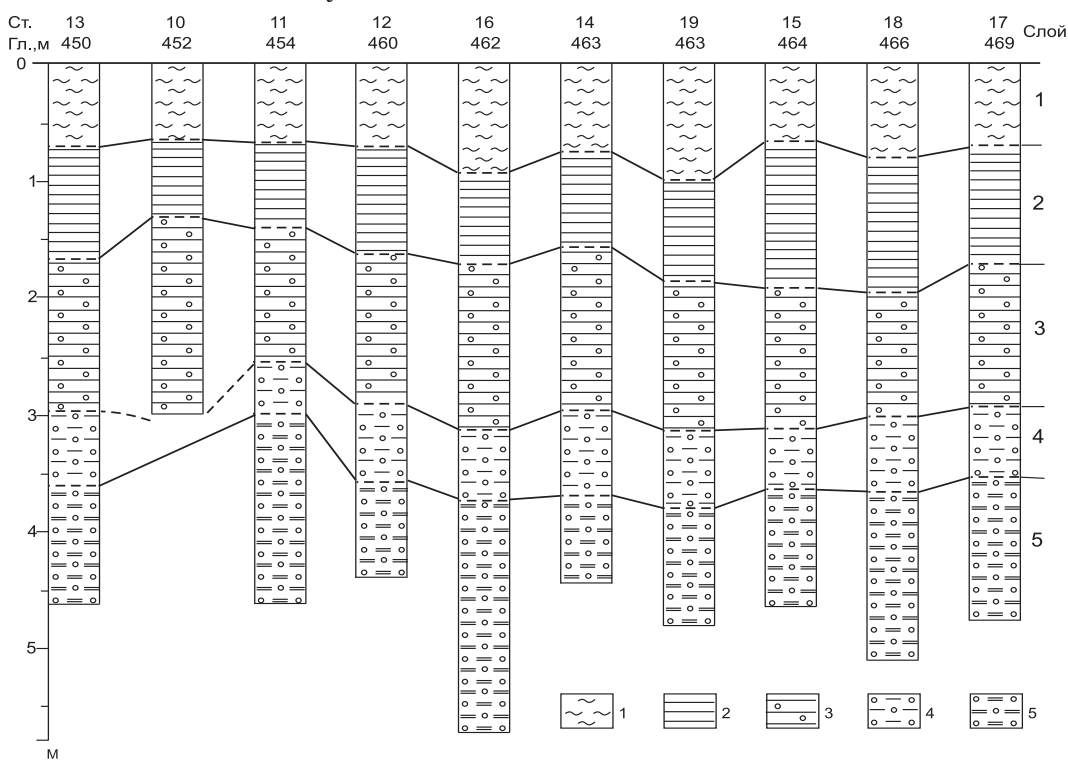


Рис. 5. Литология осадков полигона II

1 — диатомовый ил; 2 — 5 — глина: 2 — с единичными примазками гидротроилита; 3 — со слабо выраженными слойками, обогащенными гидротроилитом; 4 — с многочисленными четкими слойками, обогащенными гидротроилитом; 5 — с многочисленными расплывчатыми линзами, пятнами и слойками, обогащенными гидротроилитом

На всех станциях полигона II (кроме ст. 10) вскрыты слои 1–5. Мощность слоя 1 колеблется от 64 до 98 см, слоя 2 — в пределах 66–125 см. Мощность слоя 3 составляет 115–167 см, слоя 4 — 59–73 см. Вскрытая мощность слоя 5 не превышает 199 см. Таким образом, на полигоне распространены восстановленные осадки, представленные глинами с гидротроилитом и диатомовыми илами (выделены впервые). Состав диатомей рассматривается в разрезе опорной колонки 16 (см. рис. 5).

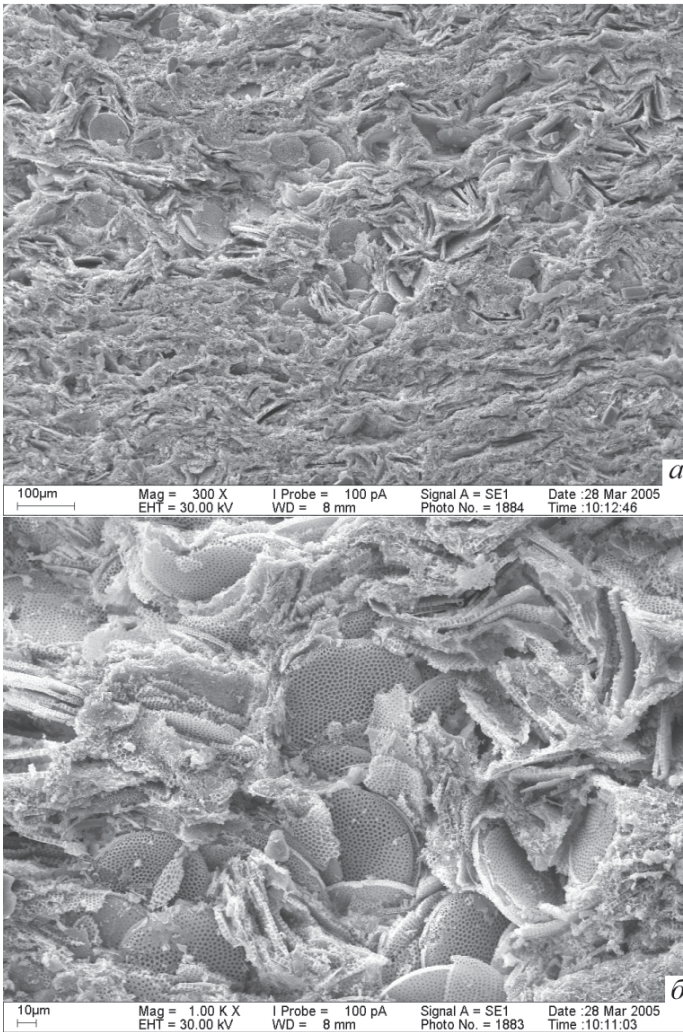


Рис. 6. Диатомовый ил
 а — общий вид; б — продольный срез;

Ископаемые диатомеи были изучены в 27-ми образцах. Обилие диатомей в осадках определялось полуколичественно с оценками: 5 — “в массе”, 4 — “часто”, 3 — “нередко”, 2 — “редко” и 1 — “единично”. На основании изменения количественного, таксономического и экологического состава диатомей в толще отложений, вскрытых на ст.16, выделены следующие горизонты (рис. 7).

Горизонт А (0–70 см) содержит большое количество диатомей (“в массе”, “часто”). В составе флоры абсолютно преобладают представители рода *Coscinodiscus* — морские эвригаллинные, преимущественно океаническо-неритические

виды: *Coscinodiscus radiatus* Ehr., *Coscinodiscus perforatus* Ehr., *C. perforatus var. cellulosus* Ehr. Эти виды выдерживают большой диапазон солености: в Каспийском море они живут при солености 12–13 ‰, но обитают также в морях и океанах с нормальной морской соленостью 35 ‰ [7].

Горизонт В (70–250 см) отличается заметным сокращением общей численности диатомей (до оценок “редко”). Доминируют планктонные неритические виды, обитатели прибрежных опресненных участков морей: *Actionocyclus ehrenbergii* Ralfs и *A. ehrenbergii var. crassus* (W.Sm.) Hust. Изредка встречаются солоноватоводные представители рода *Thalassiosira* — *Th. incerta* Makar., *Th. variabilis* Makar. и др. Единичными створками представлена пресноводная флора. Океаническая флора практически полностью вытеснена.

Горизонт С (250–571 см) выделен условно, так как отбор проб в этом интервале разреза слишком редок. В данном горизонте диатомеи отсутствуют. Интересен факт обнаружения в единственном образце (540 см) обиль-

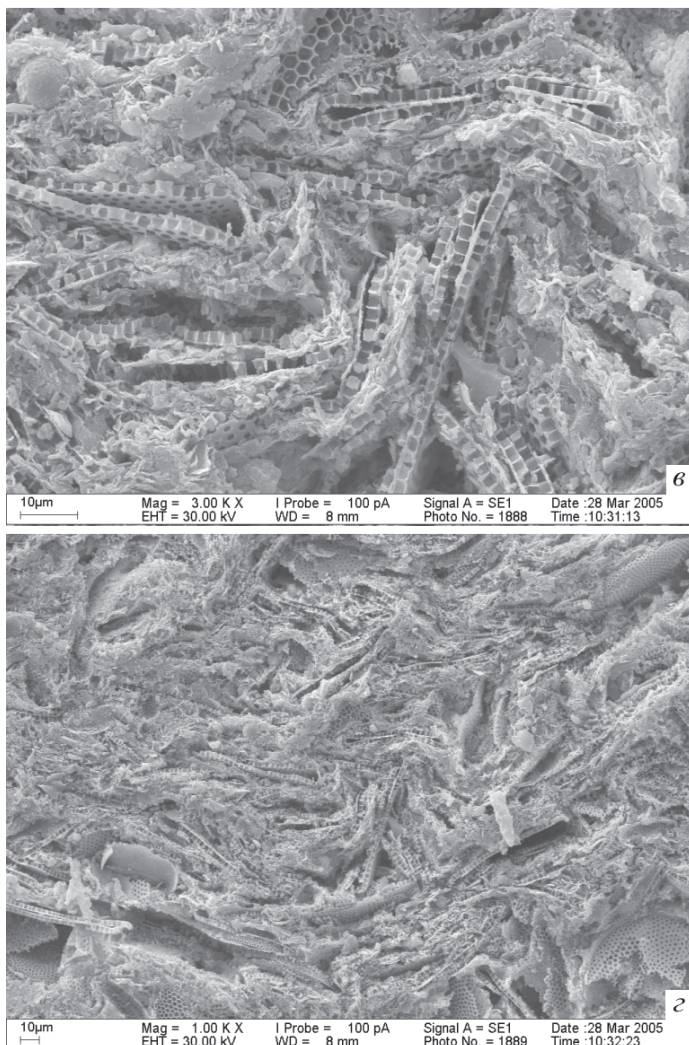
Рис. 6. Диатомовый ил
в, з — поперечные срезы

ной флоры диатомей (оценка “часто”) с абсолютным доминированием в ней пресноводного галофильного вида *Stephanodiscus astrea* Ehr.

Полученные результаты диатомового анализа свидетельствуют о существовании во время накопления осадков водоемов различного типа. Сильно опресненный бассейн идентифицирован только одним образцом (гор. 540 см). Изменения состава диатомей в вышележащей толще осадков (гор. 250-0 см) свидетельствуют о достаточно резком замещении во времени солоноватоводного бассейна (гор. 250-70 см) морским (гор. 70-0 см).

Результаты настоящего исследования сопоставлены с известными в литературе и, с нашей точки зрения, наиболее убедительными данными по стратиграфии донных отложений Среднего Каспия, опубликованными Т.К. Жаковщиковой [2-4]. В соответствии с этим можно предположить, что горизонты А и В отвечают новокаспийскому времени и отражают различные фазы развития трансгрессивного бассейна: вначале (гор. В) относительно солоноватоводного, затем (гор. А) более глубоководного и более соленого. Возраст горизонта С из-за редкого отбора проб четко определить не представляется возможным. Не исключено, что этот интервал разреза соответствует заключительной фазе существования позднехвалынского бассейна. Стратиграфическое положение и происхождение образца, содержащего “сильно опресненную” флору неопределенно, однако сам факт его обнаружения заслуживает пристального внимания.

Разрезы на полигоне II характеризуются однообразным строением осадков, что свидетельствует об условиях устойчивой седиментации. В колонках преобладают терригенные пелитовые отложения, заметно меньшая



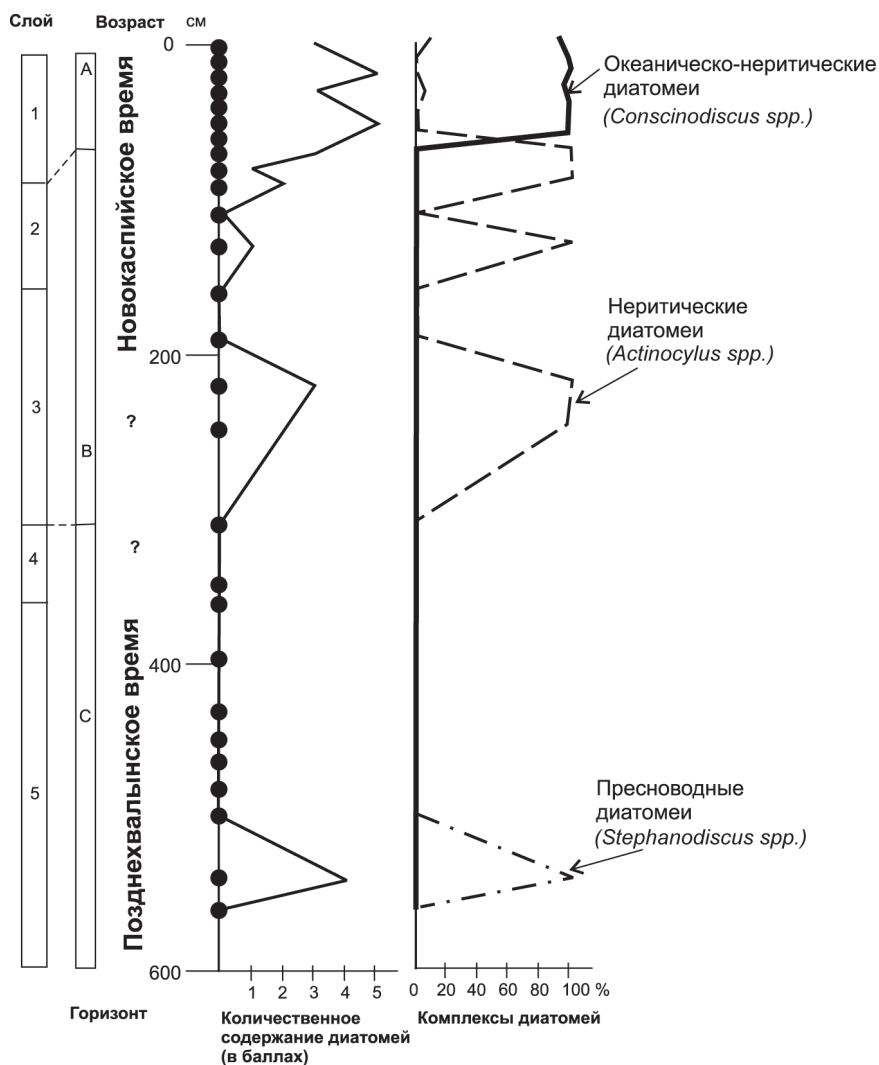


Рис. 7. Распределение диатомей в осадках колонки 16

доля приходится на осадки алевритово-пелитовой структуры. В изученных образцах содержание псаммита составляет 0,0–5,3 % (среднее 0,6%), алеврита — 6,4–49,6% (среднее 26,6%), пелита — 49,7–93,6 % (среднее 73,8 %). Гранулометрические типы осадков показаны на рис. 8. Станции расположены в порядке увеличения глубины с 450 м до 469 м. Верхняя часть всех колонок преимущественно сложена терригенными и биогенными (диатомовыми) пелитовыми илами, которые в основании вскрытого разреза четко сменяются алевритово-пелитовыми терригенными осадками с многочисленными расплывчатыми пятнами, линзами и слойками, обогащенными гидротроилитом. Вероятно, главной причиной относительного погребения осадков нижнего горизонта разрезов послужило усиление поставки терригенного обломочного материала.

Исследование физико-механических свойств осадков на полигоне II показало, что плотность верхних 50-60 см отложений колеблется в преде-

лах $1,11-1,25 \text{ г/см}^3$, а естественная влажность превышает 100% и достигает почти 300% . Низкая плотность и высокая влажность илов обусловлены присутствием в них большого количества биогенного и глинистого материала. В то же время необходимо отметить довольно резкое дегидратирование и уплотнение осадков к основанию колонок, где плотность отложений достигает $1,78 \text{ г/см}^3$, а влажность снижается до 43% . Довольно быстрое уплотнение может быть связано не только с увеличением поставки алеврита, но и с особенностями консолидации диатомей. Прочность грунтов, измеренная крыльчаткой, постепенно увеличивается с глубиной от $0,01$ до $0,09 \text{ кг/см}^2$.

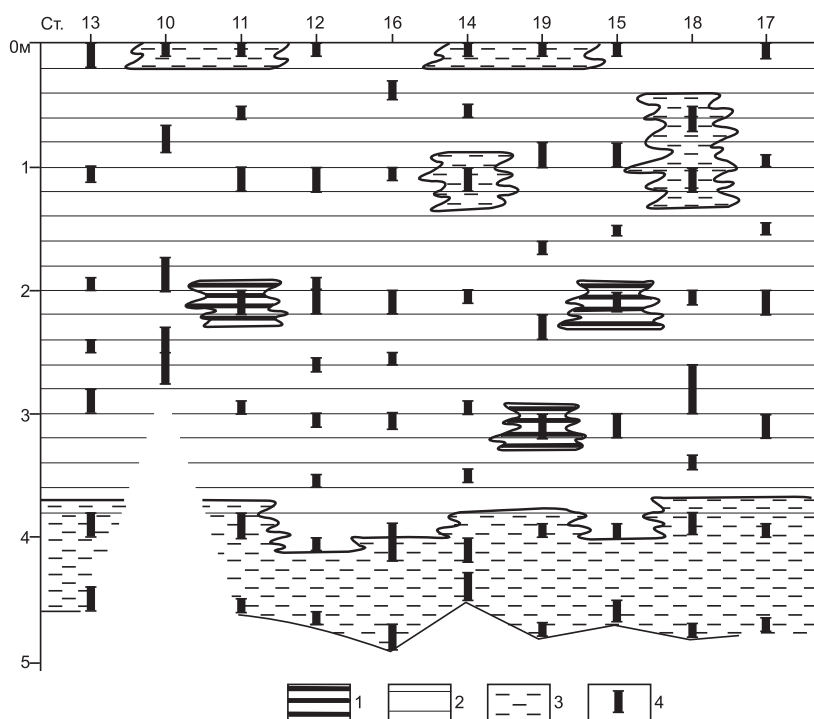


Рис. 8. Гранулометрические типы осадков полигона II

1 — пелит; 2 — пелит алевритистый; 3 — алеврито-пелит. 4 — интервал опробования

Исследование одного образца методом рентгеновской дифрактометрии показало, что в минеральном составе осадков полигона II преобладают рентгеноаморфные вещества ($49,3\%$), глинистые минералы ($18,9\%$) и кварц ($17,3\%$). Наблюдается значительная примесь кальцита (11%), обнаружены также полевые шпаты, доломит и пирит (см. табл. 1, обр. 17–155).

Заключение

Западная часть Дербентской котловины (полигон I) характеризуется наиболее крутыми углами склона, сильной расчлененностью рельефа дна и близостью к источникам терригенного материала, поставляемого, в частности, р. Самур. В этих условиях сформировались терригенные пелитово-алевроитовые четвертичные осадки. Развитие оползневых и эрозионных

процессов на крутых участках континентального склона привело местами к обнажению плиоценовых глин и хемогенно-диагенетических карбонатов.

Северо-западная часть Дербентской котловины отличается протяженным пологим склоном и удаленностью от источников осадочного материала. Полигон II расположен практически в осевой зоне котловины, где обезличивается флювиогенная и эоловая взвесь из разных источников. По системе подводных долин исходное вещество разносится по всей котловине, образуя иногда конусы выноса. В результате накапливаются преимущественно пелитовые терригенные осадки и биогенные (диатомовые) илы.

Формирование гранулометрических типов осадков на обследованных полигонах происходило под воздействием ряда факторов. На фоне общего механизма осаждения “частица за частицей” на полигоне I исходный материал подвергался перераспределению на дне оползнями, турбидными потоками, глубинными течениями. В результате образовались толщи относительно крупнозернистых, плохо отсортированных осадков. Некоторое погружение материала в нижней части разрезов на полигоне II тоже связано, вероятно, с усилением поставки терригенного обломочного вещества. Не исключена также положительная роль придонных течений в накоплении диатомовых илов на этом полигоне.

1. Богданов Ю.А., Гурвич Е.Г., Бутузова Г.Ю. и др. Металлоносные осадки Красного моря. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
2. Жаковщикова Т.К. Диатомовые водоросли в колонках донных отложений Каспийского моря // Докл. АН СССР, 1970. — 190. — №4. — С. 915-918.
3. Жаковщикова Т.К. Диатомовые водоросли донных отложений Среднего Каспия // Вестн. ЛГУ. Сер. биол. — 1971. — 21. — №4. — С. 57-63.
4. Жаковщикова Т.К. Диатомеи из четвертичных отложений Среднего и Южного Каспия // Микропалеонтология океанов и морей. — М.: Наука, 1974. — С. 179-186.
5. Куприн П.Н., Поповчак В.П., Шлыков В.Г. Карбонаты в отложениях глубоких впадин Южного и Среднего Каспия // Океанология, — 2003. — 43. — №1. — С. 134-145.
6. Лебедев Л.И., Алексина И.А., Кулакова Л.С. и др. Каспийское море: Геология и нефтегазоносность. — М.: Наука, — 1987. 296 с.
7. Макарова И.В., Стрельникова Н.И., Казарина Г.Х. Род *Coscinodiscus* // Диатомовые водоросли России и сопредельных стран. — 2002. — 2. — Вып. 3. — С. 33—57.
8. Поляков А.С., Гайнанов В.Г., Росляков А.Г. и др. Предварительная генетическая интерпретация осадочных волн на западном склоне Дербентской впадины // Осадочные процессы: седиментогенез, литогенез, рудогенез (эволюция, типизация, диагностика, моделирование). — М.: ГЕОС, 2006. — 1. — С.155-157.
9. Свальнов В.Н., Шлыков В.Г., Поляков А.С. Аутигенные карбонаты в осадках Среднего Каспия // Геология морей и океанов. — М.: ГЕОС, 2005. — 1. — С. 323-324.
10. Холодов В.Н., Хрусталева Ю.П., Лубченко И.Ю. и др. Каспийское море: проблемы седиментогенеза. — М.: Наука, 1989. — 184 с.
11. Lee H.J., Syvitski J.P.M., Parker G. et al. Distinguishing sediment waves from slope failure deposits: field examples, including the “Humboldt slide”, and modeling results // Marine Geology, 2002. — 192. — P. 79-104.

Вивчено осади, підняті ударними трубками на західному (полігон I) і північно-західному (полігон II) схилах Дербентської улоговини. Розкритий на полігоні I розріз представлений сіркольорними м'якими й ущільненими глинами з численними лінзочками й шарами терригенного алевриту. Виявлені хемогенно-діагенетичні карбонати

двох морфологічних типів. На полігоні II розкриті та вперше описані авторами строкатокольорні діатомові мули звурдженої консистенції та м'які сірокольорові глини з плямами, лінзами й шарками, збагаченими гідротроїлітом, кількість яких наростає до основи колонки. Комплекси діатомей свідчать про існування під час нагромадження осадів сильно опрісненого басейну, що змінився за голоцену солоноватоводним, а потім і сучасним морським.

The sediments from gravity probes of western (polygon 1) and northwestern (polygon II) Derbent basin slopes are investigated. The first polygon geological section is represented by grey soft and condensed clays with numerous terrigenous alevrite lens and straticules. It has been found chemo-dyagenetical carbonates of two morphological types. The multicolored diatomic silts of curdled consistence and the grey soft clay with spots, lenses and straticules with hydrothroilytes are opened and described on the second polygon first. Their manifestations are increased to the gravity probe bottom. Diatomic complexes are testified to existence the freshened basin during sediments accumulation. It was replaced to saltwater basin and then goes to the recent sea.