

Глава 5

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В ОСАДКАХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Характеризуя особенности осадконакопления в Каспийском море, нельзя не отметить, что образование донных отложений происходит в основном за счет привноса осадочного материала из гумидных областей континентального блока. Все это вызывает необходимость тщательного изучения процессов седиментации и в первую очередь выявления закономерностей распределения глинистых минералов. В течение позднего плейстоцена и голоцене физико-географическая обстановка седimentогенеза варьировала вплоть до того, что на территории Северного Каспия существовали континентальные условия и накапливались аллювиальные, золовые и озерные отложения [Хрусталев, Ковалев, 1975]. В связи с этим возникла необходимость проследить изменения минералогического состава тонкопелитовой фракции во времени при разных природных условиях осадкообразования.

Особенности распределения глинистых минералов в современных донных осадках. Донным отложениям Каспийского моря свойственно значительное разнообразие глинистых минералов. Представлены они гидрослюдой, смешанослойными образованиями типа гидрослюды–монтмориллонит, возможно гидрослюды–хлорит, монтмориллонитом, хлоритом, каолинитом, галлуазитом и пальгогорским.

Наиболее распространенным минералом тонкопелитовой фракции является диоктаэдрическая гидрослюдя. Чаще всего встречаются угловато-изометричные частицы размером от 0,1 до 1,1 мм, что указывает на обломочное ее происхождение. Как правило, гидрослюдя характеризуется высокой

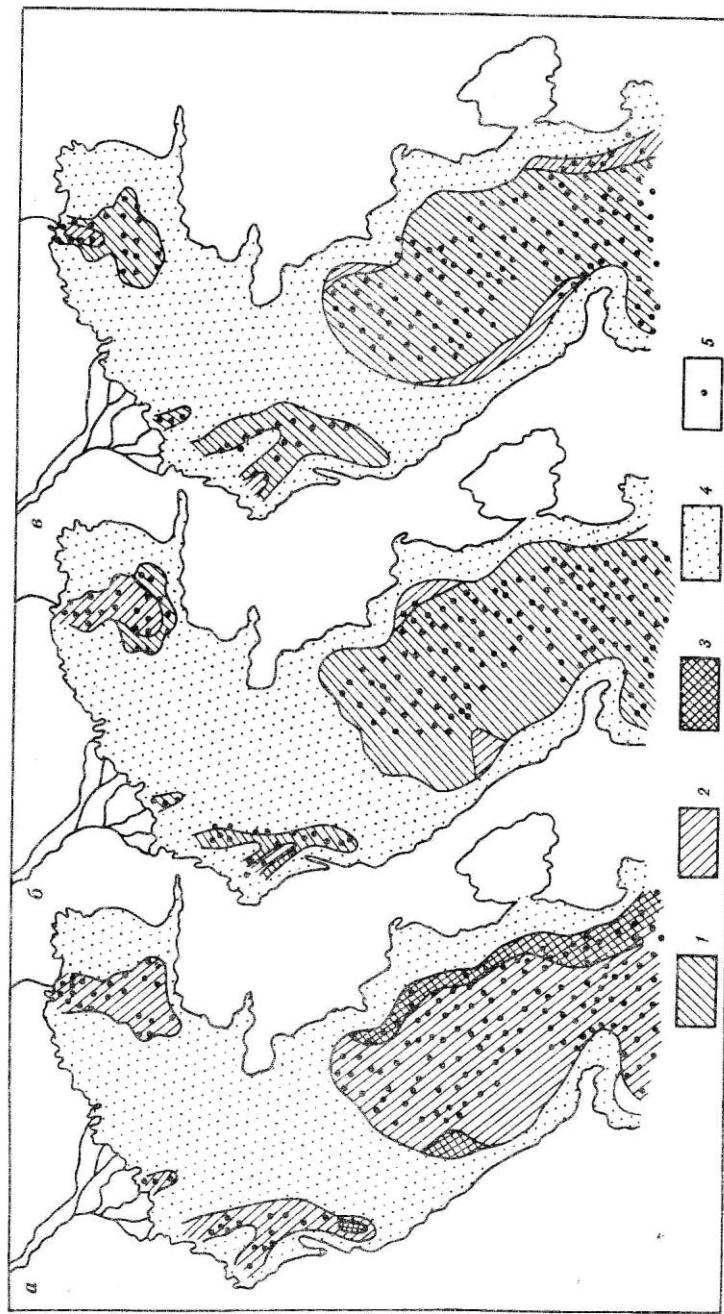


Рис. 19, 20. Распределение глинистых минералов в донных осадках Каспийского моря (по данным Д.С. Туровского и др. [1981]), %
 а — участки, на которых суббентонитная фракция практически отсутствует; 5 — места отбора проб
 Рис. 19, 20: 4 — участки, на которых суббентонитная фракция практически отсутствует; 5 — места отбора проб

степенью гидратации, о чем свидетельствуют незначительные содержания в субколлоидной фракции K_2O , нечеткость и "размазанность" рефлексов. Наибольшая степень деградации присуща гидрослюдам, аккумуляция которых протекает на взморьях крупных рек, таких, как Волга, Терек. По степени заселения катионами октаэдрических позиций гидрослюда представлена диоктаэдрическими разностями $2M$ и $1M$ с преобладанием двухслойной модификации [Шлыков, 1973; Туровский др., 1981]. В осадках глубоководных впадин возрастает концентрация гидрослюды с межсолевыми промежутками, причем, по данным В.Г. Шлыкова [1973], градиент увеличения возрастает в донных отложениях западного материкового склона.

Содержание гидрослюды обычно 55–70%, и только в преддельтовых областях Волги, Урала, Самура оно возрастает до 80% (рис. 19, а). Аналогичное увеличение его зафиксировано практически во всех преддельтовых областях рек, впадающих во внутренконтинентальные моря аридной зоны [Хрусталев, Хрусталева, 1976; Хрусталев и др., 1977; Хрусталев, 1978]. Подобное распределение подтверждает ранее высказанную мысль о том, что осаждение минерала на взморьях рек совместно с терригенным пелитовым материалом определяется процессами коагуляции и образованием карбонатно-глинистых сгустков при смешении речных и морских вод. Повышение концентрации гидрослюды отмечается в осадках восточного шельфа Среднего и Южного Каспия за счет эоловых наносов и продуктов абразии берегов [Кулакова, 1959; Алексина, 1960], минимальные (до 50%) – в преддельтовой области Куры.

В распределении каолинита и хлорита много общего. Каолинит встречается в виде обломков размером от 0,3 до 1,1 мкм, частично или полностью утративших первоначальную форму; реже он представлен правильными или почти правильными псевдогексагональными пластинками. На большей части акватории моря минерал или отсутствует, или находится в количествах, не превышающих 10% (см. рис. 19, б). Наиболее обогащены донные отложения преддельтовых областей Урала, Волги, Терека, Самура, во взвеси которых зафиксированы максимальные его содержания (табл. 10). Тяготение каолинита к источникам поступления обломочного материала обусловлено, во-первых, крупными размерами частиц и, во-вторых, высокой способностью к коагуляции за счет преимущественной адсорбции ионов кальция и электролитического воздействия морской воды. Повышенные содержания минерала в осадках внешней части восточного шельфа объясняются поступлением абразионного материала, обогащенного каолинитом.

Хлорит (преимущественно триоктаэдрический железисто-магнезиальный) представлен непрозрачными частицами изометричного облика с четкими контурами. Минерал также тяготеет к донным отложениям шельфа и преддельтовых областей Урала, Терека, Куры; в глубоководных впадинах концентрация его понижается. Так, на взморье Терека содержание хлорита достигает 30%, а в глинистых илах Дербентской и Южно-Каспийской впадин обычно не превышает 10% (см. рис. 19, в). Минерал обладает высокой способностью образовывать агрегаты и различного рода скопления, что позволяет ему осаждаться в гидродинамически активных зонах.

Иначе распределяются в процессе морского седиментогенеза монтмориллонит и смешанослойные минералы. Монтмориллонит – обычный минерал

Таблица 10
Распределение глинистых минералов во взвеси рек, питающих
Каспийское море, %

Река	Гидрослюда	Монтмориллонит	Каолинит	Хлорит	Смешанослойные
Волга**	55	12		33	+
Урал**	60	8		32	+
Кума**	60	14		26	+
Терец**	68	8		24	+
Терек*	51	25	8	16	-
Сулак***	66	10	8	16	+
Самур***	62	6	14	18	+
Самур*	66	-	11	23	+
Кура	58	25	3	14	-
Кура (аллювий)	61	21	13	5	+
Кура	55	16	9	20	+

* По данным В.В. Гордеева [1983], аналитик З.В. Горбунова.

** По данным Д.С. Туровского и др. [1981].

*** По данным В.Г. Шлыкова [1971].

тонкопелитовой фракции осадков Каспийского моря. На электронно-минералогических снимках он представлен облаковидными комковатыми агрегатами изометричных частиц размером 0,1–0,5 мм с размытыми контурами [Шлыков, 1973].

Максимальные количества монтмориллонита тяготеют к глинистым илам Уральской бороздины, Кизлярского залива, Дербентской и Южно-Каспийской впадин (рис. 20,*a*). В осадках шельфа и северного мелководья его содержание обычно не превышает 5–10%. Исключение составляют донные отложения западного шельфа Южного Каспия, где зафиксированы максимальные для водоема концентрации минерала. Аномальные значения монтмориллонита обусловлены поступлением его со взвешенным материалом Куры, пелитовые фракции которого обогащены этим минералом (см. табл. 10). Общеизвестно, что монтмориллонит характеризуется малыми размерами частиц – от 0,1 до 0,3 мкм. Попадая в морскую среду, частицы адсорбируют катионы Na, K, Mg, что усиливает диспергацию, повышает их плавучесть и предопределяет перенос в глубоководные части водоема [Ратеев, 1964; Хрусталев и др., 1977]. Именно низкой способностью к коагуляции можно объяснить подобное пространственное распределение монтмориллонита в донных осадках Каспийского моря – накопление в глубоководных и ограниченное количество в шельфовых отложениях.

Аналогично распространяются и смешанослойные образования (см. рис. 20,*b*), представленные в основном хлопьевидными частицами с размытыми контурами. Эти морфологические особенности свойственны разновидностям типа монтмориллонит–гидрослюд с тенденцией к упорядочению. Встречаются и смешанослойные минералы хлорит–монтмориллонитового состава с упорядоченным переслаиванием пакетов. Для шельфовых осадков характерно низкое содержание или полное отсутствие их. Концентрируются смешанослойные минералы преимущественно

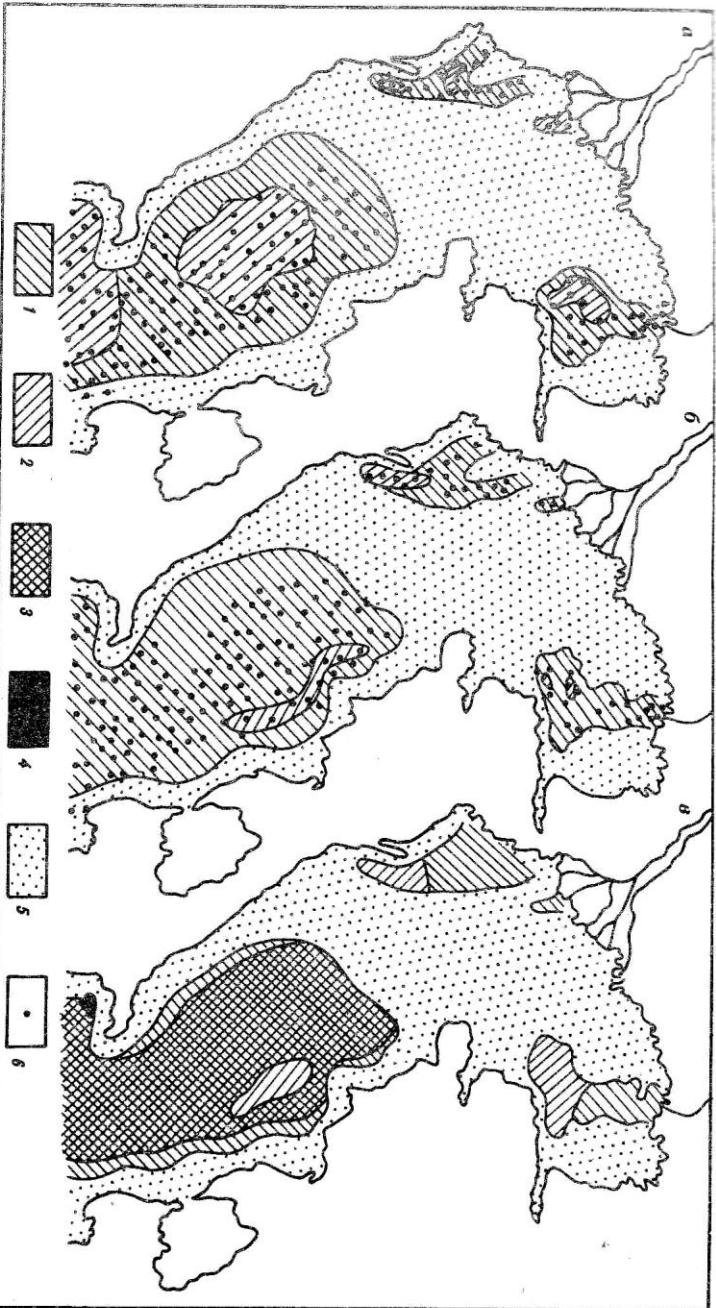


Рис. 20. Распределение глинистых минералов и их ассоциаций в донных осадках Каспийского моря (по данным Д. С. Туровского и пр. [1981]), %

a — монтморилонита: 1 — < 15, 2 — 15–30; *б* — смешано-слойных: 1 — < 5, 2 — > 5; *в* — ассоциаций: 1 — гидрослюд-каолинит-хлоритовой, 2 — гидрослюд-монтморилонит-каолинит-хлорит-смешано-слойной, 3 — гидрослюд-монтморилонит-каолинит-хлоритовой, 4 — гидрослюд-монтморилонит-каолинит-хлоритовой; 5 — участки, на которых субколлоидная фракция практи-чески отсутствует; 6 — места отбора проб

но в отложениях глубоководных впадин. По-видимому, смешанослойные образования подобно монтмориллониту обладают невысокой способностью к коагуляции, в результате чего они длительное время находятся в виде дискретных частиц и по мере образования агрегатов осаждаются вдали от источников поступления терригенного материала.

В единичных пробах зафиксирован палыгорскит — минерал-индикатор аридности климата питающих провинций, представленный удлиненными (до 1,2 мм) волокнистыми агрегатами. Палыгорскит встречается в южной части Уральской бороздины и в глинистых отложениях Среднего и Южного Каспия. Максимальные его значения отмечены на восточном шельфе, особенно на участках, примыкающих с севера и юга к Ашхеронскому порогу [Шлыков, 1973]. По-видимому, поступление основной массы минерала генетически связано с развеиванием осадков высохших заливов, лагун, такыровых озер, где были обнаружены волокна аутигенных магнезиальных силикатов [Ратеев, 1964]. В.Г. Шлыков [1973] считает, что палыгорскит может являться аутигенным минералом донных отложений Каспийского моря.

Очень редко в донных осадках встречается галлуазит в виде удлиненных трубочек различной длины. Как правило, он чаще всего наблюдается в донных отложениях предустьевых областей рек, впадающих в северную часть водоема.

Таким образом, современные осадки Каспийского моря характеризуются полимиктовым составом субколлоидной фракции с набором минералов, свойственным почвам водосборных площадей основных водных артерий, золовой взвеси и породам, слагающим абразионные берега. Последний фактор, как правило, в настоящее время играет второстепенную роль в седиментационном балансе; обычно влияние абразионного материала на минеральный состав тонкопелитовой фракции ощущается на восточном шельфе.

Расположение большей части водосборных площадей в области boreального седиментогенеза предопределило преобладание в субколлоидной фракции гидрослюды при подчиненном значении хлорита, монтмориллонита, смешанослойных образований и каолинита. Как видно из табл. 10, тонкопелитовая фракция взвешенного материала рек, берущих свое начало в горных системах с недоразвитой корой выветривания, отличается повышенной концентрацией хлорита и монтмориллонита. Это свойственно взвеси Самура, Куры и в какой-то мере Терека. По-видимому, хлорит и монтмориллонит, как и некоторые другие терригенные минералы тяжелой фракции, имеют преимущественно кавказское происхождение. Взвесь рек, протекающих по платформам, характеризуется более высокой концентрацией каолинита и наличием галлуазита. Подобное присуще аллювиальному материалу Волги и Урала (см. табл. 10). Расположение Каспийского моря в аридной зоне проявляется в присутствии палыгорскита во всех литологических типах донных отложений. Характерны повышение его количества по мере аридизации климата на прилегающей к водоему суше и увеличение золовой составляющей в седиментационном балансе.

Проведенные исследования позволили выделить на акватории Каспийского моря ряд ассоциаций глинистых минералов, свойственных опреде-

ленным регионам с различным минеральным составом субколлоидной фракции. Первая ассоциация — гидрослюдисто-каолинит-хлоритовая — отмечается в осадках преддельтовых областей Урала, Терека, западного и восточного щельфа. Вторая — гидрослюдисто-монтмориллонит-каолинит-хлорит-смешанослойная — приурочена к донным отложениям глубоководной области Уральской бороздины, Кизлярского залива и отдельных частей глубоководных впадин Среднего и Южного Каспия. Самой распространенной, занимающей значительные площади глубоководных котловин западного материкового склона Среднего и Южного Каспия является гидрослюдисто-монтмориллонит-каолинит-хлоритовая ассоциация. Образование этого комплекса не связано с минеральным составом глинистых фракций питающих провинций. Как было установлено ранее при анализе пространственного распределения терригенных минералов, чем дальше расположены источник поступления обломочного материала, тем значительно отличается минеральный состав донных отложений питающих провинций. По-видимому, эта закономерность свойственна не только терригенным минералам, но и в определенной мере глинистым. Четвертая ассоциация — гидрослюдисто-монтмориллонит-каолинитовая — отмечается в преддельтовой области Куры. Таким образом, можно сделать вывод о том, что первые три ассоциации генетически связаны с продуктами выветривания и вещественным составом пород питающих провинций. Образование четвертой ассоциации обусловлено гидродинамическим режимом и процессами коагуляции, под воздействием которых происходит дифференциация глинистых минералов.

Установлено, что глинистые минералы во взвеси и осадках водоема встречаются в основном в карбонатно- и органоглинистых сгустках. Как известно, механической дифференциации и седиментации дискретных частиц субколлоидных минералов препятствуют малые размеры и преимущественно пластинчатая форма [Зхус, 1966]. Способность к коагуляции, образованию агрегатов таких размеров, которые подвергаются воздействию силы тяжести, а следовательно, и механической дифференциации, у разных минералов субколлоидной фракции различна. По возрастанию этой способности глинистые минералы Каспийского моря выстраиваются в следующем порядке: каолинит, хлорит, гидрослюдя, смешанослойные образования, монтмориллонит [Хрусталев, 1978]. Аналогичный ряд характерен и для глинистых минералов Азовского и Аральского морей [Хрусталев, Хрусталева, 1976; Хрусталев и др., 1977]. Наиболее интенсивно процессы коагуляции и образования агрегатов происходят в зоне смешения речных и морских вод; за пределами устьевых областей большинство глинистых минералов перемещается в агрегатном состоянии [Хрусталев, 1986].

Сделанный вывод подтверждается и экспериментальными исследованиями, проведенными К.Р. Диером [Dyer, 1972]. Им доказано, что уже при солености до 4% каолинит и иллит практически полностью выпадают в осадок, а монтмориллонит коагулирует в более широком диапазоне солености. Различная способность глинистых минералов к коагуляции и образованию сгустков предопределила не только механическую дифференциацию по минерологическому признаку, но и четкую зависимость от фациальной приуроченности. Так, по мере удаления от берега и устьев-

вых областей в осадках увеличивается содержание гидрослюды и монтмориллонита и уменьшается – хлорита и каолинита.

Минералогия тонкопелитовой фракции современных осадков Каспийского моря аналогична составу обломочного материала, поступающего с речными водами и эоловой взвесью, что подтверждает ранее высказанную Н.М. Страховым и др. [1954] мысль о том, что коренной перестройки структурного силикатного каркаса глинистых минералов в водной толще моря практически не происходит. Образование непосредственно в водоеме комплексов, отличающихся в незначительной степени от источников поступления осадочного материала процентным содержанием глинистых минералов, обусловлено преимущественно процессами механической дифференциации. Не оказывая существенного влияния на вещественный состав глинистых минералов, гидрохимический режим предопределяет интенсивность процессов коагуляции и осадконакопления. Не последнюю роль в распределении глинистых минералов играет и биоседimentация [Хрусталев, 1986].

Глинистые минералы в верхнечетвертичных и голоценовых отложениях. Комплексные исследования более 100 скважин и колонок, отобранных на акватории Северного Каспия, позволили выделить хвальинский, манышлакский, новокаспийский и современный горизонты [Хрусталев, Ковалев, 1975]. В основании разреза залегают нижнехвальинские отложения, представленные однообразной толщей глинистых осадков с малошкольными (5–10 см) прослойями песка и алеврита. Верхняя часть верхнехвальинских отложений состоит из мелкозернистых плохо отсортированных песков в прибрежной зоне, темно-серых глин и мелкозернистых алевритов в глубоководных областях. Преобладающим глинистым минералом является гидрослюдя, среднее содержание которой в нижнехвальинских отложениях составляет 49%, в верхнехвальинских – 45%. Колебания концентраций обычно незначительны, поэтому выделить зоны с аномальным содержанием не представлялось возможным. По данным Ю.М. Васильева и Н.В. Рентгартен [1982], гидрослюдя преобладает и в составе "шоколадных" глин Нижней Волги. Обычно она встречается в хвальинских отложениях в виде изометричных и близких к ним по форме частиц обломочного происхождения. И только в "шоколадных" глинах были обнаружены участки, обогащенные аутигенными выделениями гидрослюды, которые образуют оолитоподобные стяжения с радиально-лучистым строением [Васильев, Рентгартен, 1982].

В распределении монтмориллонита отмечается постепенное уменьшение концентраций с востока на запад. Максимальные значения (до 40%) зафиксированы в осадках преддельтовой области палео-Эмбы. Несколько ниже они в отложениях авандельты палео-Урала (до 30%) и минимальны в глинах, сформировавшихся в северо-западной части водоема.

Постоянно в осадках Северного Каспия встречаются хлорит, каолинит и смешанослойные образования. Максимальные концентрации хлорита приурочены к отложениям северо-восточной части, на остальной территории содержание минерала в пределах от 5 до 15%. В хвальинских осадках на большей части территории, как правило, каолинит отсутствует. Обычно он образует скопления до 13% в виде небольших локализованных участков.

Данные электронной микроскопии указывают на постоянное, но не значительное присутствие палочковидных кристаллов галлуазита.

Анализ распределения ведущих глинистых минералов позволяет сделать вывод о том, что на большей площади Северного Каспия в хвальинское время состав их был относительно однообразным. Исключение составляет северо-восточная часть, где широкое развитие наряду с гидрослюдой получили монтморилонит и хлорит. Объяснение можно найти в различии минералогического состава тонкопелитовой фракции Эмбы, Урала и Волги — основных поставщиков терригенного материала. На это указывают повышенные по сравнению с другими районами концентрации каолинита (10–15%) в северо-восточной части Северного Каспия.

Отсутствие палыгорскита и набор глинистых минералов в отложениях свидетельствуют о гумидном климате осадконакопления в Северном Каспии в раннехвальинское время. К аналогичному выводу пришли и большинство исследователей, занимающихся реконструкцией палеогеографической обстановки на акватории Каспийского моря. Так, В.П. Гричук [1953], В.А. Приклонский с соавторами [1956] считают, что "шоколадные" глины образовались в морском водоеме, характеризующемся хорошей насыщенностью вод кислородом, в условиях влажного и холодного климата, а на прилегающей к морю суще преобладала лесная, таежная, растительность. На осноательно более мягкий, прохладный и влажный климат по сравнению с современным в позднехвальинское время указывают Т.А. Абрамова, О.Б. Парунин, А.А. Свиточ [1983]. Подобная климатическая ситуация предопределила образование в условиях хвальинского моря ассоциации глинистых минералов, содержащей в качестве основного компонента гидрослюду со значительной примесью монтморилонита, смешанослойных образований и меньшим количеством каолинита и галлуазита.

Позднехвальинскую трансгрессивную стадию развития сменяет регressive стадия. В это время на территории Северного Каспия происходит накопление аллювиальных, эоловых и озерных отложений. Ассоциация глинистых минералов, выявленных в эоловых осадках мангышлакского слоя, хорошо согласуется с представлениями об их формировании в условиях засушливого климата. Эоловые отложения, как известно, образовались за счет перевеивания верхнехвальинских морских осадков, на что указывает близкий состав терригенных минералов [Хрусталев, Ковалев, 1975]. Обычно содержание гидрослюды в субколлоидной фракции золовых образований колеблется от 30 до 50%. Особенностью ассоциации являются повышенные концентрации хлорита и монтморилонита и практически полное отсутствие каолинита. Максимальные значения хлорита (до 40%) отмечаются в отложениях восточного и северо-западного районов Северного Каспия, а также на участке, прилегающем к зал. Комсомолец.

Совершенно иной набор глинистых минералов свойствен аллювиальным отложениям, где основным компонентом является гидрослюда, содержание которой в тонкопелитовой фракции осадков предделтовой области Эмбы достигает 80–90%. Достаточно велики концентрации минерала также в волжском и уральском аллювии. В этих отложениях наблюдаются повышение количества каолинита и смешанослойных образований, которые занимают второе место по значимости после гидрослюды,

и понижение содержания монтмориллонита и хлорита. Обычен в тонко-пелитовой фракции аллювия и галлуазит.

По-видимому, на территории Северного Каспия в мангышлакское время существовали два типа озер. Одни из них были опреснены благодаря постоянному притоку речных вод, другие характеризовались повышенной минерализацией – их можно отнести к разряду приморских озер. Столь пестрая гамма природных условий предопределила разнообразие комплексов глинистых минералов. В опресненных озерах накапливались глинистые минералы, привнесенные реками или поступившие с эоловыми наносами. Это преимущественно гидрослюды (до 70%) и смешаностойные образования (до 30%). В осолоненных водоемах происходило, по-видимому, образование палыгорсита, а основная роль в формировании минералогического комплекса принадлежала золовому фактору, о чем свидетельствует достаточная близость глинистых минералов к золовым отложениям. На специфичность природных условий в этих озерах указывает широкое развитие в осадках хемогенных минералов, особенно гипса и доломита. Ограниченнное количество палыгорсита даже в осадках осолоненных водоемов, несмотря на аридность климата, можно объяснить двумя причинами. Первая – усиленный вынос минерала ветром за пределы территории Северного Каспия, вторая – незначительное число приморских озер и водоемов типа такыров, благоприятных для образования палыгорсита.

Таким образом, для мангышлакских отложений характерна определенная связь между составом глинистых минералов и фациальными типами осадков, т.е. каждый литогенетический тип имеет специфический комплекс минералов субколлоидной фракции. Набор глинистых минералов аллювия Волги, Урала и Эмбы зависел от состава речных взвесей, поступавших из гумидных областей. Вынос осадочного материала из соседней умерено влажной зоны нашел отражение в преобладании среди глинистых минералов аллювия деградированной гидрослюды с постоянной примесью каолинита, а иногда и галлуазита. Эоловые отложения характеризуются увеличением концентрации монтмориллонита, хлорита, уменьшением содержания гидрослюды и практически полным исчезновением каолинита и галлуазита. Подобный комплекс минералов не является результатом только климатических условий, существовавших в это время на территории Северного Каспия. Состав пелитовых фракций золовых наносов в значительной мере определялся набором глинистых минералов верхнехвалынских морских отложений, за счет перевеивания которых они и образовались. Разница в количественных показателях основных минералов в хвалынских и мангышлакских золовых осадках – результат ветровой механической дифференциации. В донных отложениях озер с высокой минерализацией вод к тем же глинистым минералам обычно прибавляются магнезиальные силикаты типа палыгорсита. Не исключено, что образование части их связано с солончаковым и такыровым почвонакоплением [Ратеев, 1964].

Мангышлакские отложения с размывом перекрываются новокаспийскими морскими осадками, в основании которых на большей территории Северного Каспия залегают мелкозернистые слюдистые пески серого цвета мощностью 0,5–2,0 м. Выше по разрезу они замещаются алеврито-

выми и глинистыми илами с прослойками песка. Глинистый комплекс рассматриваемых отложений представлен в основном гидрослюдой. Кроме того, здесь постоянно обнаруживаются монтмориллонит, смешанослойные образования, хлорит и каолинит.

При анализе распределения гидрослюды по площади Северного Каспия можно выделить две области. Первая из них занимает западную половину акватории и характеризуется низкими содержаниями минерала (от 60% и менее). Это вполне естественно, так как здесь основным источником поступления терригенного материала является твердый сток Волги, а содержание гидрослюды в волжской взвеси обычно не превышает 55% [Туровский и др., 1981]. Вторая область, расположенная в восточной части Северного Каспия, отличается более высокими концентрациями минерала. Очевидно, гидрослюда выносилась сюда со взвесью Уралом и Эмбой. На это указывает и приуроченность максимальных значений минерала (до 80%) к осадкам предустьевой области Эмбы. Следует отметить, что гидрослюда в значительной степени аккумулировалась близ источника поступления терригенного материала и в меньшем количестве транспортировалась в глубоководные области. Распределение ее в толще новокаспийских отложений также неравномерно. Обычно наблюдается уменьшение концентрации минерала снизу вверх. Так, в основании разреза преддeltовой области палео-Эмбы содержание гидрослюды достигает максимальных значений в новокаспийской толще – 90%, а в верхней части составляет всего 60%. Подобное вертикальное распределение минерала отмечается и в других районах Северного Каспия.

По характеру локализации монтмориллонита на акватории Северного Каспия можно выделить три области: восточную, северо-восточную и западную. Для восточной части характерны невысокие концентрации монтмориллонита и увеличение его содержания по мере удаления от береговой зоны. Как правило, в мелководных осадках количество минералов минимально в Северном Каспии, и только в Уральской бороздине возрастает до 20%. Максимальное содержание (40%) монтмориллонита зафиксировано в северо-восточной части. Минерал поступал сюда со стоком Эмбы, а также с золовой взвесью из пустынной засушливой зоны, где в новокаспийское время были развиты солончаки, с которыми обычно ассоциирует монтмориллонит [Ратеев, 1964]. К тому же здесь существовали, по-видимому, благоприятные гидрохимические и гидродинамические условия для его захоронения. Западная часть Северного Каспия характеризуется относительно равномерным распределением и достаточно высокими концентрациями минерала. Не вызывает сомнения, что минералогические ассоциации формировались за счет твердого стока Волги. В новокаспийское время здесь существовали глубоководные условия, о чем свидетельствует широкое развитие глинистых и мелкоалевритовых осадков. В результате выносимая Волгой тонкозернистая взвесь (в том числе и монтмориллонит) осаждалась, по-видимому, в основном в западной части Северного Каспия.

Несмотря на то, что в распределении хлорита и каолинита в новокаспийских осадках много общего, следует остановиться и на некоторых различиях. Хлорит в отложениях новокаспийского слоя – обычный минерал, хотя на большей части Северного Каспия содержание его невелико (5–

10%). Скопления хлорита (до 20%) отмечаются в преддельтовых областях палео-Эмбы и палео-Урала. В то же время на взморье палео-Волги концентрация его невелика. Так как водосборные площади рек находятся в гумидном климате, некоторые различия в минералогическом составе тонкопелитовой фракции аллювия обусловлены, по всей вероятности, развитием в бассейнах Эмбы и Урала вулканических пород, а также характером почвообразования. Не является исключением и картина размещения минерала в новокаспийских осадках. Отложения предуставьесных областей Волги, Урала и Эмбы наиболее обогащены каолинитом, так как основная масса минерала, выносимого с речным стоком из гумидных областей, аккумулировалась близ источников поступления терригенного материала.

В новокаспийских осадках северо-западной части встречаются кристаллы палочковидной формы галлуазита, генетически связанного с аллювием палео-Волги. Палыгорскит практически не был обнаружен в донных отложениях, что может свидетельствовать о незначительном поступлении золотого материала в это время. В качестве примесей в субколлоидной фракции встречаются точечные мелкие полупрозрачные частицы опала и кристобалита.

Некоторые закономерности накопления глинистых минералов. Проведенные исследования позволили установить, что состав глинистых минералов верхнечетвертичных и голоценовых отложений полиминерален, а основным компонентом является гидрослюдя (табл. 11). В меньших количествах, но постоянно в осадках присутствуют монтмориллонит, смешанослойные образования, хлорит и каолинит. Повышенные концентрации гидрослюдь генетически связаны с твердым стоком рек, водосборные площади которых находятся в гумидной климатической зоне. Так как на протяжении позднечетвертичного и голоценового времени климатическая обстановка на водосборных площадях и акватории Северного Каспия не оставалась стабильной, минералогический состав претерпевал определенные изменения. Это нашло отражение в распределении и количественном соотношении основных глинистых минералов в толще осадков. Как правило, от хвалынских отложений к современным отмечается увеличение концентраций гидрослюдь, смешанослойных минералов и уменьшение каолинита, монтмориллонита.

Несмотря на кажущееся однообразие минерального состава субколлоидной фракции осадков, каждый стратиграфический горизонт характеризуется своим соотношением концентраций глинистых минералов, что позволило выделить четыре этапа их образования.

В хвалынское время формирование вещественного состава донных отложений на акватории Северного Каспия происходило в условиях достаточно глубокого моря и относительно прохладного и влажного климата на прилегающей суше. Бессспорно, это не могло не сказаться на характере седиментогенеза. В первую очередь своеобразие природных условий проявилось в широком развитии тонкозернистых осадков и наборе глинистых минералов. Для хвалынских отложений характерны повышенные концентрации монтмориллонита, хлорита и невысокие содержания смешанослойных образований. Высокая концентрация монтмориллонита, равно как и присутствие палыгорскита, указывают на возможное поступ-

Таблица 11
Распределение глинистых минералов в хвалынских, мангышлакских
и новокаспийских отложениях, %

Слой	Гидрослюда	Монтмориллонит	Смешано-слойные	Каолинит	Хлорит
Новокаспийский	57,0	12,0	17,3	4,7	9,0
Мангышлакский	50,6	18,1	13,1	1,0	17,2
	55,7	12,8	9,8	8,2	13,5
Верхнехвалынский	45,0	24,0	13,0	8,0	10,0
Нижнехвалынский	49,0	22,0	8,0	8,0	13,0

Примечание. В числителе – содержание в золовых и озерных, в знаменателе – в аллювиальных отложениях.

ление их с аэрозолью. Не исключено, что часть монтмориллонита образовалась при выветривании пеплового материала, прослои которого достаточно часто встречаются в лёссовых породах ательского возраста Северного Каспия [Васильев, Ренгартен, 1982]. Влияние гумидного климата на водосборных площадях проявилось не только в преобладании среди глинистых минералов хвалынских отложений гидрослюды, но и в присутствии каолинита и галлуазита, которые, как известно, не типичны для аридной зоны и образуются в гумидных условиях.

Развитие мангышлакской регрессии (тогда на акватории Северного Каспия существовали континентальные условия) не могло не отразиться на минералогическом составе образовавшихся отложений, в которых выделяются две ассоциации. Одна из них сформировалась за счет поступления терригенного материала с водосборных площадей, находящихся в гумидной зоне. Этой ассоциации свойственны высокие концентрации гидрослюды и постоянное присутствие каолинита и галлуазита. Континентальные отложения золового и озерного происхождения по комплексам минералов существенно отличаются от аллювиальных. В них увеличивается содержание монтмориллонита, хлорита, пальгорскита, уменьшается – гидрослюды и полностью исчезают каолинит и галлуазит (см. табл. 11). На формирование этой ассоциации существенное влияние оказал жаркий и сухой климат. Так, золовые осадки обогащены монтмориллонитом, который представляет собой продукт выветривания, образующийся в условиях, когда гипергенные процессы замедлены и континентальное выветривание достигает монтмориллонитовой стадии.

Комплексы глинистых минералов и их распределение в новокаспийских и хвалынских морских отложениях, несмотря на значительное сходство, имеют и некоторые особенности, что свидетельствует о различных условиях седиментогенеза. В первую очередь обращает внимание увеличение в новокаспийских осадках концентрации гидрослюды и смешано-слойных минералов и уменьшение содержания монтмориллонита (см. табл. 11). Это указывает на более активное влияние аллювиального материала на формирование комплексов глинистых минералов в новокаспийских отложениях по сравнению с хвалынскими. Правда, аридный климат прилежащей суши также нашел отражение в присутствии хотя бы

ничтожной, но постоянной примеси палыгорскита. Подобный набор глинистых минералов может не только служить критерием, указывающим на изменение климатической обстановки на водосборных площадях, но и рассматриваться в качестве показателя изменения условий осадконакопления, особенно морфометрии. По-видимому, мелководность Северного Каспия в новокаспийское время способствовала более активному выносу монтмориллонита за его пределы по сравнению с гидрослюдой и смешанослойными образованиями, что предопределило повышение их концентраций в пелитовых фракциях.

Особенно рельефно оказывается влияние малых глубин на накопление современного слоя осадков. Интенсивная механическая дифференциация осадочного материала приводит к тому, что глинистые минералы встречаются только в преддельтовых областях Волги, Урала и Терека, в Уральской бороздине и Кизлярском заливе и практически отсутствуют на остальной акватории. И даже в этих условиях среди глинистых минералов можно выделить две ассоциации, в которых доминирующим минералом является гидрослюда. Первая ассоциация характерна для донных отложений преддельтовых областей Волги, Урала и Терека. Здесь постоянно и в повышенных количествах присутствуют каолинит и хлорит [Хрусталев, 1978; Туровский и др., 1981]. В глубоководных отложениях Уральской бороздины, Кизлярского залива содержание последних понижается, но при этом возрастают концентрации монтмориллонита и смешанослойных образований – наиболее гидродинамически активных минералов.

Образование ассоциации и распределение глинистых минералов в верхнечетвертичных и голоценовых морских отложениях Северного Каспия должно рассматриваться как результат одновременного воздействия процессов коагуляции, биофильтрации и механического разноса пелитового материала, поступавшего с водосборных площадей гумидной зоны из окружающих водоем пустынь и полупустынь.