

УДК 552.52

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕНОМАН/ТУРОН КРЫМА И МААСТРИХТ/ДАНИЙ МАНГЫШЛАКА

© 1999 г. Д. Д. Котельников, Д. П. Найдин*

Центральный научно-исследовательский и проектный институт Теплопроект
143360 Апрелевка Московской области

*Кафедра исторической и региональной геологии Московского государственного университета
119899 Москва, Воробьевы горы

Поступила в редакцию 15.05.97 г.

Методом рентгеновской дифрактометрии были изучены глинистые минералы “черных прослоев” терминального сеномана разреза Аксудере (юго-запад Горного Крыма) и “пограничных глин” рубежа маастрихт/даний разрезов Кошак и Кызылсай (п-ов Мангышлак). Их нерастворимые остатки из терригенных минералов содержат кварц, микроклин и альбит, т.е. минералы, характерные для кислых пород. Соответственно, глинистые минералы в “черных прослоях” представлены исключительно диоктаэдрическими разновидностями и включают гидрослюду, монтмориллонит, монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования, а также каолинит. Это свидетельствует о накоплении осадков в рассматриваемое время, преимущественно, в окислительных условиях. В “пограничных глинах” Мангышлака аналогичная ассоциация содержит также триоктаэдрический хлорит. Кроме того, в отложениях Кызылсай монтмориллонит отсутствует, однако появляется слабая примесь хлорит-сапонита. Наличие в “пограничных глинах” триоктаэдрических минералов свидетельствует о стабильной восстановительной обстановке осадконакопления, причем в Кызылсае с элементами тенденции развития бассейна эвапоритового типа.

Рубежи сеноман/турон и маастрихт/даний в последние годы являются объектами пристального внимания исследователей самых различных направлений. Это связано с тем, что каждый из указанных рубежей характеризуется исключительным своеобразием происходивших в то время геологических и биологических событий.

К настоящему времени опубликованы стратиграфические, палеонтологические, литологические и геохимические данные, характеризующие переходные отложения сеноман/турон Горного Крыма [Найдин, 1993; Найдин, Кияшко, 1994_{1,2}; Naidin, 1996] и маастрихт/даний Мангышлака [Найдин, Кияшко, 1989; Найдин и др., 1990; Alekseev et al., 1992; Nazarov et al., 1993; Найдин, 1993, 1997]. Эти регионы в позднем мелу и в начале палеогена входили в пределы Европейской палеобиогеографической области.

Пачка пород мощностью 0.6–0.8 м на границе сеноман/турон в разрезе Аксудере представлена темно-серыми (во влажном состоянии почти черными) твердыми известковистыми мергелями, содержащими до 6.5% $C_{орг}$ и существенно обогащенными, по сравнению с ниже- и вышележащими известняками и мергелями, Ni, Cu, V и рядом других элементов. Для этой пачки характерен сдвиг значений $\delta^{13}C$ в положительную сторону [Найдин, 1993; Найдин, Кияшко, 1994₁].

На рубеже маастрихт-даний Мангышлака породы представлены прослоем мощностью 1–1.5 см

светло-зеленовато-серых известковых мергелей и глинистых известняков, содержащих до 70–75% $CaCO_3$. В этих породах установлена повышенная концентрация Iг (до 6.5 нг/г) и некоторых других элементов, а также обнаружен ударно-метаморфизованный кварц [Найдин, 1993, 1997; Naidin, 1996]. Кроме того, в указанных породах было проведено определение изотопного состава углерода и кислорода [Найдин, Кияшко, 1989; Найдин, 1993; Naidin, 1996], которое показало общий негативный сдвиг $\delta^{13}C$ от средних маастрихтских значений 2.3–2.4‰ к 1.4‰ для дания. Изотопный состав кислорода ($\delta^{18}O$) датских известняков также сдвинут в сторону отрицательных значений, по сравнению с маастрихтскими: от –2 к –2.7...–2.8‰. При этом сдвиг значений $\delta^{18}O$, как и для $\delta^{13}C$, происходит по разрезу несколько выше “пограничных глин”.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выяснения характера событий, происшедших на рубежах сеноман/турон и маастрихт/даний, в разрезах Аксудере и Кызылсай было проведено определение содержания $C_{орг}$, а также ряда химических элементов, в том числе формазы Fe. Кроме того, методом рентгеновской дифрактометрии были изучены пробы глинисто-карбонатных и карбонатных пород из “черных прослоев”

ев” ра
гышла
целом
деленн
разло
лодно
Рен
дифра
тером
“X-ray
чевым
копле
аллот
ных о
проце
минер
как во
необх
обладе
ким го
чител
ти их с
ное
результ
массив
спектр
рядок
криста
нерало
от гео
ситель
глинист
тью м
конкр
тиграф
В м
данны
держи
слудь
и <1 ал
ориент
раств
ется с
10 Å
как пр
при пр
ствует

ев" разреза Аксудере и "пограничных глин" мангышлакских разрезов. Изучались образцы как в целом пород, так и фракции мельче 0.001 мм, выделенной из нерастворимого остатка пород после разложения их в 2% растворе (без избытка) холодной HCl.

Рентгеновские исследования проводились на дифрактометре ДРОН-3, сопряженном с компьютером ВМ РС/XT и использованием программы "X-ray", разработанной А.Ю. Сасовым, В.А. Булычевым и В.Д. Харитоновым [Шлыков, 1991]. Накопление терригенного (песчано-алевритового) и аллотигенного (глинистого) материала в конечных областях сноса представляет нестабильный процесс. В связи с этим, содержание отдельных минералов в формирующихся осадках изменчиво как во времени, так и в пространстве. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что глинистые минералы обладают весьма мелким размером частиц, широким гомо- и гетеровалентным изоморфизмом и значительным разнообразием степени упорядоченности их структуры. Отсюда следует, что количественное соотношение минералов, полученное в результате сравнения экспериментальных данных с массивом заложенных в компьютер рентгеновских спектров эталонных минералов, отражает лишь порядок содержания их в породах. Указанные выше кристаллохимические особенности глинистых минералов осадочных пород непосредственно зависят от геологической истории региона. Поэтому относительная оценка количественного соотношения глинистых минералов с наибольшей корректностью может проводиться только в пределах данного конкретного региона и сравнительно узкого стратиграфического интервала.

ПАЧКА "ЧЕРНЫХ ПРОСЛОЕВ" РАЗРЕЗА АКСУДЕРЕ

В мергелях из пачки "черных прослоев", по данным дифрактометрических исследований, содержится (в %) ~70 кальцита, ~20 кварца, ~8 гидрослюд, ~2 микроклина, ~1 разбухающего минерала и <1 альбита. На дифрактограмме воздушно-сухого ориентированного образца фракции < 0.001 мм нерастворимого остатка мергеля четко фиксируется серия целочисленных рефлексов, кратных 10 Å (10,1; 5.02; 3.35 Å), которые не изменяются как при насыщении образца глицерином, так и при прокаливании его при 580°C. Это свидетельствует о присутствии в рассматриваемой фракции в основном гидрослюды. Небольшая величина отношения интенсивности отражений со значениями 10 и 5 Å и, самое главное, наличие на дифрактометрической кривой неориентированного образца рефлекса 060, равного 1.503 Å ($b = 9.02$ Å), указывает на преимущественно диоктаэдрический (Al, Fe³⁺) мотив заполнения октаэдрических позиций в ее структуре. Асимметрия отражения

10.1 Å в сторону малых углов θ и некоторое повышение уровня фона в этом направлении свидетельствует об ассоциации с гидрослюдой монтмориллонит-гидрослюдистого смешанослойного образования. Последнее содержит менее 40% разбухающих слоев, с которыми с тенденцией к упорядоченности чередуются преобладающие – неразбухающие. Одновременно с этими фазами на дифрактограмме воздушно-сухого образца отмечается рефлекс со значением межплоскостного расстояния, равного 15.5 Å, увеличивающегося при насыщении образца глицерином до 17.7 Å и уменьшающегося после прокаливании образца до 9.96 Å. Это сопровождается в последнем случае также повышением интенсивности указанного отражения. Возможность внедрения в межслоевые промежутки структуры минерала, характеризующегося приведенной выше дифракционной картиной, крупных молекул органического наполнителя при сольватации им образца и, наоборот, дегидратация первичной структуры с переходом ее в слюдоподобную при термической обработке образца позволяет отнести рассматриваемый минерал к разбухающей разновидности, типа Са-монтмориллонита. С учетом общепринятых коэффициентов (1 – для гидрослюды и 0.25 – для комплекса монтмориллонит + глицерин) [Biscaye, 1965], разбухающий минерал по соотношению интенсивностей отражений и во фракции мельче 0.001 мм нерастворимого остатка мергеля содержится в существенно подчиненном количестве. Присутствие на дифрактометрической кривой воздушно-сухого образца слабого рефлекса со значением 7.06 Å, который не изменяется при насыщении образца глицерином, но исчезает после прокаливании образца, свидетельствует о наличии в мергеле следов каолинита.

"ПОГРАНИЧНЫЕ ГЛИНЫ" МАНГЫШЛАКА

На границе маастрихт/даний изучены прослой известняка и мергеля из разреза Кошак и глинистого известняка из разреза Кызылсай. Первый разрез расположен на побережье Каспийского моря, а второй – в 60 км к востоку

Известняк, подстилающий мергель в разрезе Кошак, по рентгеновским данным, состоит (в %) ~ на 94 из кальцита с редкими зернами кварца (~4), а также включениями галита (~1), микроклина (<1), альбита (<0.5) и хлорита (<0.5). В мергеле содержание кальцита снижается до 73%. Кроме того, в нем присутствует (в %) ~7 кварца, ~7 – гидрослюды, ~4 – галита, ~4 – микроклина, ~2 – альбита, ~1 – хлорита, <1 – монтмориллонита и ~0.5 – каолинита. В отличие от рассмотренного выше разреза Аксудере, во фракции <0.001 мм нерастворимого остатка мергеля из разреза Кошак, судя по соотношению на дифрактограмме интен-

сивностей основных рефлексов гидрослюды и разбухающего минерала, содержание последнего относительно гидрослюды является существенно более низким. При этом, по сравнению с гидрослюдой из мергеля разреза Аксудере, аналогичный минерал из мергеля разреза Кошак характеризуется более значительным совершенством структуры. На дифрактометрической кривой воздушно-сухого образца из этого разреза появляется также серия отражений, кратных 14.2 \AA ($14.4; 7.15; 4.71; 3.53 \text{ \AA}$), которые не изменяются при насыщении образца глицерином, но исчезают, кроме первого, с некоторым увеличением его интенсивности и уменьшением значения межплоскостного расстояния после прокаливания образца. Это показывает, что в ассоциации с каолинитом присутствует триоктаэдрический хлорит, что подчеркивается, кроме того, наличием на дифрактограмме неориентированного образца рефлекса 060 , равного 1.539 \AA ($b = 9.23 \text{ \AA}$).

На аналогичной границе разреза Кызылсай глинистый известняк содержит (в %) ~ 80 – кальцита, ~ 7 – кварца, ~ 6 – гидрослюды, ~ 3 – галита, ~ 2 – микроклина, ~ 2 – альбита и ~ 1 – хлорита. По сравнению с мергелем разреза Кошак, во фракции < 0.001 мм нерастворимого остатка, выделенного из глинистого известняка, разбухающий минерал практически отсутствует, тогда как в остальном минеральный состав в обоих разрезах сходен. Лишь, как и в целом, в породе, в указанной выше фракции глинистого известняка относительно снижается, по сравнению с мергелем из разреза Кошак, содержание гидрослюды. Последняя также ассоциирует с монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазой, характеризующейся тенденцией к упорядоченному чередованию неразбухающих слоев с подчиненными – разбухающими. На дифрактометрической кривой фракции мельче 0.001 мм нерастворимого остатка в области рефлекса 14.2 \AA в направлении уменьшения значений углов θ наблюдается существенное повышение уровня фона. Это связано с присутствием в глинистом известняке небольшого количества хлорит-сапонитового смешанослойного образования с резким преобладанием хлоритовых слоев. О наличии в глинистом известняке этой фазы свидетельствует, кроме того, некоторое изменение профиля отражений со значениями 14.2 \AA и 7.16 \AA , как и других рефлексов указанной серии, со стороны меньших углов θ на кривой насыщенного глицерином образца, а также появление отражения со значением 13.7 \AA на кривой прокаленного образца.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Приведенные данные показывают, что глинистые минералы не только на границах сеноман/турон и маастрихт/даней, но и на одной и той же границе в различных районах, как, например,

на Мангышлаке, характеризуются специфическими особенностями. Это связано с тем, что в каждом случае формирование состава глинистых минералов в осадочных породах определяется следующими тремя факторами [Коссовская, 1962; Котельников, 1962; Саркисян, Котельников, 1971, 1980; Котельников, Конюхов, 1986; Котельников, Солодкова, 1995].

Первый – это природа аллотигенного глинистого материала источников сноса с учетом степени его гипергенного изменения на континенте и в процессе переноса в конечные области осадконакопления, что определяется климатическими условиями в регионе. Преобладающая часть глинистых минералов образуется в корах выветривания различных пород (изверженных – кислого среднего, основного и ультраосновного типов, а также осадочных и метаморфических пород) в условиях тропического и умеренного гумидного климата. К поступающим с суши глинистым минералам относятся преимущественно диоктаэдрические разновидности, среди которых главнейшее значение имеют каолинит, галлуазит, монтмориллонит, гидрослюды и ассоциирующие с ними неупорядоченные монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования. Частично, при размыве промежуточных (между верхними и нижними) горизонтов элювиальных толщ с континента могут сноситься ди-триоктаэдрические разновидности, в частности неупорядоченные вермикулит-монтмориллонитовые смешанослойные образования и некоторые другие минералы этого типа. В случае весьма слабого гипергенного изменения исходных пород в конечные области осадконакопления могут поступать собственно триоктаэдрические минералы, включая серпентин, бертьерин, сапонит, вермикулит и хлорит. Сносятся с суши также смешанослойные образования с различной степенью упорядоченности на основе сапонитовых и вермикулитовых или хлоритовых слоев. Глинистые минералы, переотлагающиеся за счет размыва элювиальных продуктов, за исключением галлуазита и хризотиловой разновидности серпентина, характеризуются, как правило, псевдоизометричной формой частиц [Зинчук и др., 1983; Котельников и др., 1995]. Кроме того, в зависимости от типа исходных пород, с суши в различном объеме поступают реликты наиболее устойчивых гипогенных минералов, а также оксиды и гидроксиды Al и Fe. Большое значение в процессе накопления осадочных толщ имеет вулканогенный материал, поступающий непосредственно из эруптивных аппаратов или связанный с переотложением ранее накопившихся вулканогенно-осадочных толщ различного петрохимического типа.

Вторым важным фактором является гидрохимический характер среды осадконакопления, который, в зависимости от типа бассейна седиментации (пресноводный, морской, лагунный и т.д.), опреде-

ляет направленность деградационно-аградационных процессов преобразования аллотигенного глинистого материала. Он включает деструкцию в процессе мотогенеза и седиментогенеза наименее устойчивых гипергенных минералов, особенно галлуазита, серпентина, бартьерина, вермикулита, сапонита, хлорита и других, а также обуславливает природу аутигенных минералов наиболее ранней генерации. К последним относятся слоисто-цепочечные минералы (сепиолит и палыгорскит), которые формируются в основном в аридных условиях. Начиная со стадии седиментогенеза, в случае поступления в бассейн осадконакопления вулканогенного материала, происходит раскристаллизация витрокластики с образованием монтмориллонита. Наиболее интенсивно этот процесс протекает при относительно медленном осаждении вулканогенных частиц, тогда как быстрое их захоронение приводит к накоплению пепловых прослоев.

И, наконец, третий фактор связан с влиянием на преобразование аллотигенных и синтез аутигенных глинистых минералов повышенных значений геостатического давления и, особенно, температуры. Это происходит в результате погружения отложений на большие глубины в платформенных регионах или воздействия на них также стрессовых нагрузок в дислоцированных областях залегания осадочных толщ. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что преобразование аллотигенных глинистых минералов протекает во всех литологических типах отложений. В отличие от этого, аутигенное образование глинистых минералов происходит только в порах песчано-алевритовых или трещинах как карбонатных пород, так и литифицированных разностей глинистых и глинисто-карбонатных отложений [Котельников, 1962; Котельников, Конюхов, 1986; Котельников, Солодкова, 1995].

Исходя из рассмотренных выше трех факторов, обуславливающих закономерности распределения глинистых минералов в осадочном чехле земной коры, можно следующим образом реконструировать условия накопления терригенного и аллотигенного материала в изученных "черных прослоях" и "пограничных глинах". В целом к рубежам сеноман/турон и маастрихт/даний приурочены резко выраженные изменения палеогеографических условий на земной поверхности. При этом общей особенностью процесса осадконакопления в соответствующих указанным рубежам морских бассейнах были эвстатические колебания их уровня. Однако, источники сноса, гидрохимический характер седиментационных бассейнов, а также степень постседиментационного преобразования отложений в пределах рассматриваемых регионов существенно различались между собой.

"Черные прослои" разреза Аксудере. Эта пачка формировалась во время ОАЕ2¹ на рубеже се-

номан/турон, когда в Мировом океане, в результате глобальной эвстатической трансгрессии, сложились условия мало активной циркуляции водных масс. Замедление или ослабление их вертикального перемешивания приводило к возникновению дефицита кислорода на дне морских бассейнов и массовой гибели морской биоты. В Крыму такие условия проявлялись локально в отдельных западинах рельефа [Найдин, 1993], которые являются ловушками для накопления органического вещества [Бушинский, 1954].

Пачка "черных прослоев" аксудеринского разреза, как и вмещающие их карбонатные породы, в своей основе являются планктогенными образованиями. Кроме этого, в образовании "черных прослоев" участвовал также материал, поступавший из областей размыва. Отдельные прослои рассматриваемой пачки в различной степени обогащены $C_{орг}$ [Найдин, 1993; Найдин, Кияшко, 1994₁; Naidin, 1996]. Это объясняется меняющимся количеством поступающей на дно отмершей биомассы, связанной с колебаниями биопродуктивности в пелагиали, что в свою очередь определялось климатическими флуктуациями. Частично $C_{орг}$ связано в рассматриваемых отложениях с микрофитным материалом суши.

В поздне меловую эпоху на юго-западе Крыма было расположено неглубокое эпиконтинентальное море. В начале сеномана в море существовали острова [Алексеев, Найдин, 1970], которые были сложены мощной толщей терригенных пород триаса и юры, а также терригенно-карбонатными отложениями нижнего мела [Котельников и др., 1959; Геологическое строение ..., 1989₁]. Подчиненное развитие имели эффузивные образования. Весь комплекс указанных пород был прорван небольшими телами интрузивов различного петрохимического типа [Геологическое строение..., 1989₂]. К рубежу сеноман/турон острова исчезли, но подводный размыв сохранившихся на их месте поднятий продолжался.

В "черных прослоях" Аксудере из пороодообразующих минералов, как показано выше, присутствуют, главным образом, кварц, К-полевые шпаты и кислый плагиоклаз, а также монтмориллонит-гидрослюдистая ассоциация глинистых минералов со следами каолинита. Это свидетельствует о том, что источником сноса при накоплении первичного материала являлись слабо измененные гипергенными процессами различные, главным образом, осадочные породы кислого состава, включая прослои содержащегося в них вулканогенного материала. На это, прежде всего, указывают весьма низкие содержания в породах общего Fe и, особенно Fe²⁺, а также Mg (табл. 1 и 2). Гидрохимическая среда как в бассейне осадконакопления, так и в осадке, включая последующие стадии его преобразования, характеризовалась, как показывает (см. табл. 1; рисунок, кривая а)

¹ОАЕ2 – Ocean Anoxic Event 2.

Таблица 1. Содержание различных форм Fe, органического углерода ($C_{орг}$), нерастворимого остатка (н. р. о.) в % и отношение Fe_2O_3 к FeO^* в карбонатных и глинисто-карбонатных породах на рубеже сеноман/турон по разрезу Аксудере Горного Крыма

№ проб (см. рис. 1)	Fe	Fe_2O_3	FeO	$\frac{Fe_2O_3(III)}{Fe_2O_3(II)}$	$C_{орг}$	н. р. о.
72	1.19	0.45	0.21	1.9	—	—
71	0.98	0.14	0.15	0.8	0.06	—
70	1.05	0.26	0.12	2.0	0.07	—
69	1.05	0.35	0.09	3.5	0.03	—
68	1.05	0.21	0.15	1.2	0.09	—
67	1.19	0.35	0.15	2.1	0.07	—
65	1.26	1.03	0.14	6.9	0.07	21.96
64	1.40	0.98	0.27	3.3	0.19	24.16
63	1.47	0.82	0.27	2.6	1.91	18.00
62	2.31	1.72	0.21	7.5	0.47	44.86
61	1.89	0.48	0.45	0.9	6.48	35.79
60	1.82	1.68	0.24	6.7	0.81	28.56
59	1.68	0.64	0.45	1.3	6.12	35.22
58	1.96	1.92	0.15	11.3	0.11	—
57	1.05	0.29	0.06	4.4	—	—

* FeO пересчитано на содержание $Fe_2O_3(II)$ по формуле:

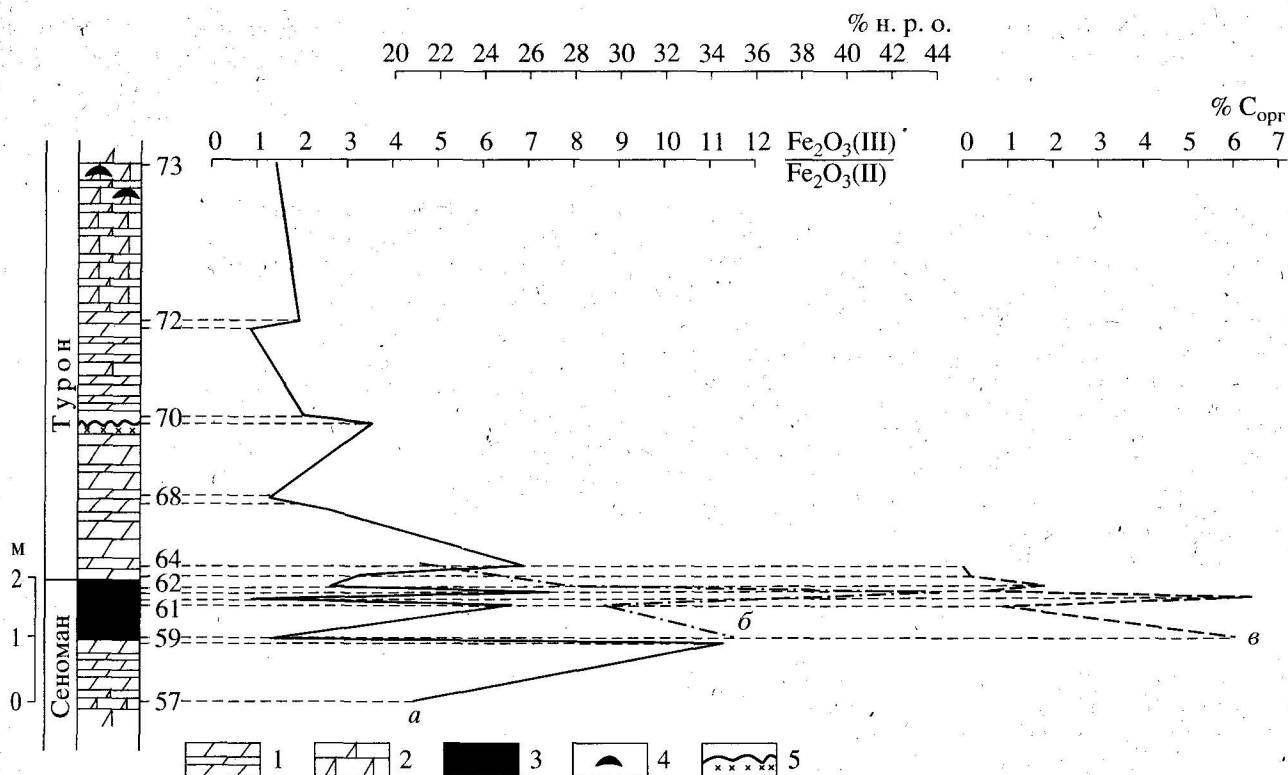
$$Fe_2O_3(II) = \frac{FeO}{0.8998}$$

отношение Fe_2O_3 к FeO (в пересчете последнего также на Fe_2O_3), т.е. Fe_2O_3 (III-валентного) к Fe_2O_3 (II-валентному), весьма значительной изменчивостью – от восстановительной до преобладающей окислительной [Найдин, 1993]. В восстановительных условиях формировались прослои, резко обогащенные $C_{орг}$, в окислительных – отложения с низким содержанием $C_{орг}$ (см. рисунок, кривая в). Содержание $C_{орг}$ четко коррелируется с количеством в отдельных прослоях терригенного и аллотигенного материала, т.е. с содержанием в породе нерастворимого остатка (см. рисунок, кривая б). При этом с увеличением доли последнего возрастает количество адсорбированных им различных химических элементов [Страхов, 1960; Найдин, Кияшко, 1994,]. Общая тенденция резкого повышения величины отношения $Fe_2O_3(III)$ к $Fe_2O_3(II)$ в той части изученного разреза, которая вмещает “черные прослои”, подчеркивается также присутствием в ассоциации глинистых минералов только диоктаэдрических разновидностей, т.е. минералов на основе Si, Al и, самое главное, с преобладанием из форм железа Fe^{3+} [Котельников, Солодкова,

Таблица 2. Содержание некоторых химических элементов на рубеже сеноман/турон по разрезу Аксудере Горного Крыма и маастрихт/даний по разрезу Кызылсай Мангышлака

№ проб (см. рис. 1)	Элементы, %						
	Si	Ti	Al	Fe	Na	Mn	Mg
Разрез Аксудере							
73	6.07	0.06	0.16	0.91	0.22	0.04	0.18
72	8.40	0.06	1.38	1.19	0.23	0.05	0.30
71	7.93	0.02	0.58	0.98	0.22	0.06	0.50
70	5.60	0.09	0.42	1.05	0.23	0.07	0.30
69	5.37	0.06	0.26	1.05	0.22	0.09	0.18
68	7.93	0.04	0.90	1.05	0.22	0.09	0.30
67	7.93	0.08	0.90	1.19	0.22	0.06	0.18
65	7.93	0.11	1.01	1.26	0.21	0.07	0.24
64	9.33	0.11	1.11	1.40	0.24	0.07	0.24
63	9.80	0.11	1.75	1.47	0.24	0.01	0.24
62	17.26	0.18	3.97	2.31	0.26	0.03	0.60
61	8.87	0.01	2.22	1.89	0.23	0.01	0.34
60	9.33	0.01	2.28	1.82	0.25	0.01	0.30
59	9.70	0.14	2.28	1.68	0.26	0.08	0.30
58	11.67	0.14	2.95	1.96	0.27	0.03	0.42
57	3.73	0.03	0.37	1.05	0.22	0.07	0.18
Разрез Кызылсай							
“Пограничные глины”							
	25.0	0.25	5.20	1.30	2.50	0.08	3.40
Мел маастрихта							
	4.40	0.10	1.00	0.58	2.00	0.03	1.30

1993]. Триоктаэдрические минералы не только не накапливались в рассматриваемых отложениях в виде реликтовой аллотигенной примеси, но и не возникали на последующих стадиях их изменения. На наличие в указанной выше части разреза резких колебаний окислительно-восстановительного потенциала указывает также присутствие в “черных прослоях” глауконита [Геологическое строение..., 1989,], возникающего [Дриц, Косовская, 1991; Дриц и др., 1993] на границе окислительно-восстановительной среды. Кроме того, об этом обстоятельстве свидетельствуют ржаво-бурые выделения, развивающиеся по конкрециям пирита, а также замещение их по простиранию красноцветными разностями мергелей. В свою очередь, сохранность в изученном мергеле разбухающих минералов связана с отсутствием значительного постседиментационного преобразования вмещающих мергель отложений, соответствующих подстадии не выше протокатагенеза – ПК [Котельников, Конюхов, 1986]. Это, в сочетании со слабой проницаемостью мергеля, определило отсутствие в нем аутигенных глинистых минералов. В частно-



Отношение оксидов железа, содержание нерастворимого остатка и органического углерода в сеноман-туронских отложениях разреза Аксудере.

a – отношение $\frac{Fe_2O_3(III)}{Fe_2O_3(II)}$; b – нерастворимый остаток (н.р.о.); v – органический углерод ($C_{орг}$).

1 – различные мергели, 2 – известняки и мелподобные мергели, 3 – пачка “черных прослоев” с высоким содержанием $C_{орг}$, 4 – кремни, 5 – поверхность “твёрдого дна” (хардграунда). 57–73 – №№ проб.

Разрез по Д.П. Найдину и С.И. Кияшко [1994₁, рис. 5].

сти, эти минералы в существенном количестве присутствуют в карбонатных породах верхнего мела Октябрьской площади Крыма, содержащих значительную примесь токодисперсного кварца и интенсивно измененных, благодаря залеганию на более значительных глубинах [Скибицкая, Котельников, 1966].

“Пограничные глины” Мангышлака. На границе маастрихт/даний в мергеле и глинистом известняке разрезов Кошак и Кызылсай, в отличие от мергеля рубежа сеноман/турон в Аксудере, типоморфным минералом является хлорит. Указанный минерал свидетельствует о четко выраженной восстановительной обстановке как в придонном слое в процессе накопления осадка, так и на более поздних стадиях его изменения в процессе литогенеза [Nasarov et al., 1993]. Необходимым условием образования хлорита в осадках являются повышенные содержания Fe^{2+} и Mg. Это свойственно, как правило, закрытой системе, характеризующейся лишь перераспределением (без выноса из нее) химических элементов между первичными и вновь образующимися минеральными

фазами. В этом случае в нейтральной или щелочной среде и, самое главное, в восстановительной обстановке во всех литологических типах отложений происходит адсорбция разбухающими минералами Mg с образованием вначале в их межслоях бруситовых прослоек, что соответствует структуре дитриоктаэдрического хлорита. В дальнейшем, вследствие триоктаэдризации октаэдрических секторов структуры первичного минерала, это приводит к возникновению аградационно-трансформационным путем собственно триоктаэдрического хлорита Fe- и Mg-Fe(Fe-Mg)-типа.

Источник накопления “пограничных глин” Мангышлака связан с размывом слабо выветрелых и первично более катагенетически измененных, чем в рассмотренном выше районе Горного Крыма, древних осадочных пород. Ими могли быть хлорит-гидрослюдистые аргиллиты с переменной примесью алевритового материала, а также вулканогенно-осадочные отложения юры и триаса. Эти отложения содержат прослойки хлорит-монтмориллонитов [Флоренский, Котельников, 1984], т.е. глинистых минералов, повышающих ос-

новность как исходных пород, так и продуктов их переотложения в виде "пограничных глин". Система минералообразования в соответствующий их накоплению этап на рубеже маастрихт/даний Мангышлака характеризовалась, по сравнению с этапом накопления "черных прослоев" на рубеже сеноман/турон Горного Крыма (см. табл. 1, 2), более высоким содержанием Mg при том же порядке количества Fe [Найдин, 1993]. Это обусловило возможность образования, по указанной выше схеме, триоктаэдрического хлорита, Fe-Mg-типа. Соответственно, сохранность в рассматриваемых породах аллотигенного каолинита свидетельствует об изменении первично осадочных пород до стадии не выше поздних этапов мезокатагенеза – МК₃₋₅ [Котельников, Конюхов, 1986]. В свою очередь, наличие в мергеле из разреза Кошак разбухающего минерала и практически полное исчезновение его в глинистом известняке разреза Кызылсай свидетельствует, что мергель в приподнятой части структуры изменен до стадии не выше раннего мезокатагенеза – МК_{1,2}. В то же время, глинистый известняк, залегающий на более значительной глубине, преобразован в большей степени, вплоть до указанной выше степени, т.е. позднего мезокатагенеза – МК₃₋₅, включительно. Присутствие в породах разреза Кызылсай примеси хлорит-сапонита является, по аналогии с верхневендскими-нижнекембрийскими отложениями юга Сибирской платформы [Котельников, Конюхов, 1986], признаком накопления осадков в водоеме, находящемся на ранней стадии осолонения. Это подчеркивается повышенным содержанием Na (см. табл. 1, 2) и, соответственно присутствием галита в "пограничных глинах" Мангышлака. Однако, следует отметить, что образцы "пограничных глин" были отобраны с поверхностных стенок обнажений и, следовательно, не исключен, учитывая современный аридный климат рассматриваемой территории, воздушно-капельный перенос соли из расположенного вблизи Каспия. В свою очередь, замедленное осадконакопление в период образования "пограничных глин" способствовало обогащению их микрометеоритным Ir [Найдин, 1993].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, несмотря на существенно различный генезис "черных прослоев" терминального сеномана Крыма и "пограничных глин" маастрихт/даний Мангышлака, общим для них является эпизодический привнос в бассейн карбонатакопления терригенно-аллотигенного материала. Особенности этого материала определяются природой источников сноса, включая климатическую историю региона как в период, предшествующий денудации развитых на континенте пород, так и в процессе дальнейшего накопления сносимых с суши продуктов в бассейнах различного типа. Изу-

ченные нами глинисто-карбонатные и карбонатные отложения обладают слабой проницаемостью. Поэтому, в зависимости от гидрохимического характера и термобарических параметров среды они могут происходить лишь унаследованные с седиментационного бассейна аградационно-трансформационные изменения первичного терригенно-аллотигенного материала. На границе сеноман/турон разреза Аксудере, благодаря существенно меньшей глубине осадконакопления и относительно небольшому палеоглубинам погружения отложений в стратисферу, изменение первично накопленного глинистого материала было минимальным. В отличие от этого, в пределах Мангышлака среда седиментационного бассейна характеризовалась повышенным содержанием Mg, а накапливавшиеся отложения испытали более высокую степень катагенетического преобразования, особенно в разрезе Кызылсай.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.С., Найдин Д.П. Упорядоченное залегание ростров белемнитов в сеноманских отложениях юго-западной части Горного Крыма // Изв. вузов. Геология и разведка. 1970. № 9. С. 47–51.
- Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1954. Вып. 156. Геол. серия (№ 67). 307 с.
- Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / Под ред. Мазаровича О.А., Милеева В.С. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.
- Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма (стратиграфия кайнозоя, магматические метаморфические и метасоматические образования). Под ред. Мазаровича О.А., Милеева В.С. М.: Изд-во МГУ, 1989. 160 с.
- Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. М.: Наука, 1991. 176 с.
- Дриц В.А., Каменева М.Ю., Сахаров Б.А. и др. Проблемы определения реальной структуры глауконитов и родственных тонкодисперсных филлосиликатов. Новосибирск: Наука, 1993. 200 с.
- Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Борис Е.И. Коры выветривания и поиски алмазных месторождений. М.: Недра, 1983. 196 с.
- Коссовская А.Г. Минералогия терригенного мезозойского комплекса Вилюйской впадины и Западного Верхоянья (о формировании минерального состава терригенных пород). М.: Изд-во АН СССР, 1962. 204 с.
- Котельников Д.Д. О связи морфологических особенностей глинистых минералов с условиями их образования в осадочных породах // Докл. АН СССР. 1962. Т. 146. № 4. С. 905–908.
- Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. М.: Недра, 1986. 247 с.
- Котельников Д.Д., Солодкова Н.А. Роль ди- и триоктаэдрических глинистых минералов в осадочных образованиях // Изв. вузов. Геология и разведка. 1993. № 2. С. 54–63.

- Котельников Д.Д., Солодкова Н.А. Структурные преобразования и морфологические особенности глинистых минералов в седименто- и литогенезе // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70. Вып. 3. С. 72–85.
- Котельников Д.Д., Домбровская Ж.В., Зинчук Н.Н. Основные закономерности выветривания силикатных пород различного химического и минералогического типа // Литология и полез. ископаемые. 1995. № 6. С. 594–601.
- Котельников Д.Д., Кошелева Л.А., Снегирева О.В. Состав и генезис глинистых минералов в отложениях средней и верхней юры Судакско-Коктебельской складчатой зоны Восточного Крыма // Тр. ВНИИГАЗа. Материалы по геологии газоносных районов СССР. М.: Гостоптехиздат, 1959. Вып. 7/15. С. 48–58.
- Найдин Д.П. Позднемеловые события на востоке Европейской палеобиогеографической области. Ст. 2. События рубежей сеноман/турон и маастрихт/даний // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1993. Т. 68. Вып. 3. С. 33–53.
- Найдин Д.П. О двух типах границы мел/палеоген // ДАН. 1997. Т. 352. № 3. С. 369–373.
- Найдин Д.П., Кияшко С.И. Изотопный состав кислорода и углерода карбонатных осадков пограничного интервала маастрихт/даний на Мангышлаке // Вестник МГУ. 1989. № 6. С. 55–66.
- Найдин Д.П., Кияшко С.И. Геохимическая характеристика пограничных отложений сеноман/турон Горного Крыма. Ст. 1. Литологический состав, содержание органического углерода и некоторых элементов // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69. Вып. 1. С. 28–42.
- Найдин Д.П., Кияшко С.И. Ст. 2. Изотопный состав углерода и кислорода; условия накопления органического углерода // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69. Вып. 2. С. 59–74.
- Найдин Д.П., Копяевич Л.Ф., Москвин М.М. и др. Макропалеонтологическая характеристика маастрихта и даний в непрерывных разрезах Мангышлака // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1990. № 11. С. 17–25.
- Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. Л.: Недра, 1971. 183 с.
- Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии (Второе переработанное издание). М.: Недра, 1980. 232 с.
- Скибицкая Н.А., Котельников Д.Д. Электронномикроскопическое исследование нерастворимых остатков карбонатных пород верхнего мела Октябрьской площади Крыма // Тр. МИНХ и ГП. Геофизические методы исследования скважин. М.: Гостоптехиздат, 1966. Вып. 56. С. 12–22.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 212 с.
- Флоренский П.В., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и нефтегазонасность триасовых отложений Южного Мангышлака // Литология и полез. ископаемые. 1984. № 3. С. 88–98.
- Шлыков В.Г. Рентгеновские исследования грунтов. М.: Изд-во МГУ, 1991. 184 с.
- Alekseev A.S., Nazarov M.A., Naidin D.P. Maastrichtian/Danian "boundary clays" in Mangyshlak and Kopet-Dag. 5th Intern. Conference on Global Bioevents (Göttingen, 1992) // Abstract-volume. 1992. P. 6–7.
- Biscaye P.E. Mineralogy and sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans // Geol. Soc. Am. Bull. 1965. V. 71. P. 803–831.
- Naidin D.P. Cenomanian/Turonian and Maastrichtian/Danian events in the eastern European Palaeobiogeographical Region // Mitt. Geol. Paläontol. Inst. Univ. Hamburg. 1996. Hf. 77. P. 369–378.
- Nazarov M.A., Badjukov D.D., Barsukova L.D. et al. The Koshak section: evidence for element fractionation and an oxidation event at the K/T boundary // Lunar and Planet. Sci. 1993. V. 24. P. 1051–1052.