

пород, что позволит не только дать их полную характеристику по разрезу, но и проследить изменение их типов, свойств и мощностей по площади.

Summary

Basic lithological types of carbonate and mixed clay-carbonate rocks of the Late Cretaceous age stripped by drilling on the north-western shelf of the Black Sea are distinguished. Their substance composition, structural and texture peculiarities are described with analysis of the physical properties of the rocks.

1. *Атлас* текстур и структур осадочных горных пород.— М.: Госгеолтехиздат, 1969.— Ч. 2: Карбонатные породы.— 707 с.
2. *Бондаренко В. Г., Коваленко Р. А.* Нефтегазоносность верхнемеловых трещинных отложений на северо-западе Крыма // *Геология нефти и газа*.— 1977.— № 6.— С. 48—53.
3. *Бондаренко В. Г.* Мезо-кайнозойские отложения северо-западного шельфа Черного и Азовского морей по данным поисково-разведочного бурения // *Газовая пром-сть. Сер. Геология и разведка мор. нефт. и газ. м-ний*.— 1980.— Вып. 4.— С. 17—27.
4. *Бондаренко В. Г., Плотникова Л. Ф.* К истории геологического развития северо-западного шельфа Черного моря в меловой период // *Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей*.— Киев: Наук. думка, 1984.— Ч. 2.— С. 44—48.
5. *Бондаренко В. Г., Мельник В. И., Фролова Л. М.* Нижний мел. Верхний мел // *Геология шельфа УССР. Литология*.— Киев: Наук. думка, 1985.— С. 34—43.
6. *Бушинский Г. И.* Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины.— М.: Изд-во АН СССР, 1954.— 306 с.— (Тр. Ин-та геол. наук; Вып. 156).
7. *Марченко Ю. И.* Нефтегазоносность карбонатных пород.— М.: Недра, 1978.— 238 с.
8. *Теодорович Г. И.* Учение об осадочных породах.— Л.: Госгеолтехиздат, 1958.— 572 с.
9. *Фролова Л. М.* Биогенное осадконакопление в поздне меловую эпоху на северо-западном шельфе Черного моря // *Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей*.— Киев: Наук. думка, 1984.— Ч. 1.— С. 48—51.

Ин-т геол. наук АН УССР,
Киев

Статья поступила
24.09.86

УДК 551.35:352(262.5)

Геолого-литологические исследования в восточной глубоководной части Черного моря

В. И. Огородников, А. В. Скаржинский, В. В. Канивец, Е. Н. Рыбак, С. Ю. Лебедев

В работе приводятся результаты морских геологических и литолого-геохимических исследований, материалом для которых послужили пробы донных отложений, собранные авторами в 44-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов» в восточной глубоководной части Черного моря*. Всего было выполнено 16 геологических станций (рис. 1). Общий выход керна составил 39,5 м. Как показали проведенные исследования, трубка-ми был вскрыт слой черноморских отложений, которые сформировались за последние 10—12 тыс. лет.

Дно глубоководной части Черного моря в геоморфологическом отношении представляет собой абиссальную аккумулятивную равнину. Амплитуды глубин этой части бассейна составляют не более 100—110 м.

Начало формирования глубоководной впадины Черного моря относится к среднемиоценовому времени. В результате последующих тек-

* Кроме авторов в сборе и обработке материалов принимали участие сотрудники Института геологических наук и Института геофизики АН УССР А. К. Гранова, Е. В. Мельник, Ю. Н. Смирнов и др.

тонических движений, сопровождавшихся трансгрессивно-регрессивными циклами, к началу киммерийского времени происходит отделение Черного и Каспийского морей, и в конце плейстоцена Черное море приобретает почти современные очертания [3]. В четвертичное время вследствие колебаний уровня Мирового океана, вызванного эпохами похолодания и потепления климата на Земле (рост и таяние ледникового щита северного полушария), размеры его изменялись незначительно [1].

Наиболее важными событиями, происшедшими в последующей истории Черного моря, являлись прорывы в этот бассейн средиземномор-

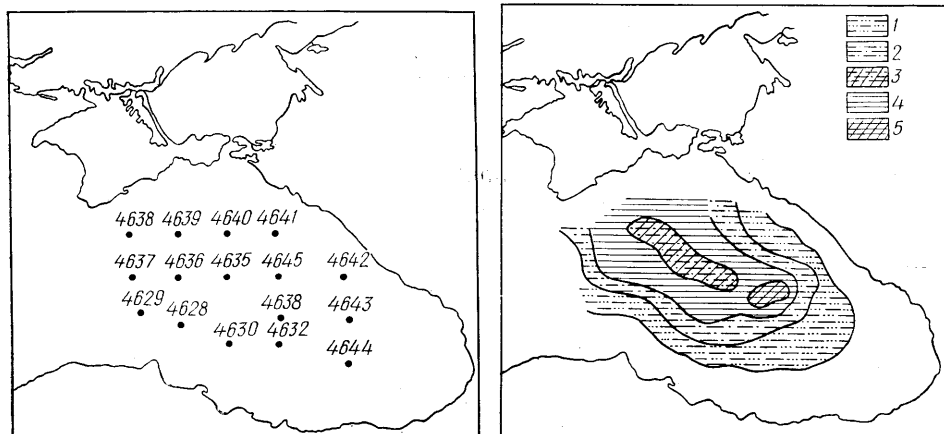


Рис. 1. Схема расположения геологических станций 44-го рейса НИС «Михаил Ломоносов»

Рис. 2. Схема распределения новоэвксинских отложений (верхний слой)

1 — мелкоалевритовые или терригенные; 2 — алеврито-пелитовые или терригенные; 3 — то же слабокарбонатные (10—30 % CaCO_3); 4 — пелитовые или терригенные; 5 — то же слабокарбонатные (10—30 % CaCO_3)

ских вод (примерно 7 раз, наиболее мощные в карангатское и древнечерноморское время), образование сероводородного заражения бассейна (древнечерноморское время) и приобретение бассейном современных очертаний с установившимся гидрогеологическим и гидрохимическим режимом.

Проведенными исследованиями установлено, что глубоководные позднечетвертичные осадки восточной части Черного моря состоят из трех литологически различных стратиграфических горизонтов. Наиболее древними отложениями являются новоэвксинские, не полностью пройденные трубками. Полученные нами верхи этого горизонта сложены темно-зеленовато-серыми мелкоалевритовыми, алеврито-пелитовыми и пелитовыми илами (рис. 2). Основную часть осадка составляют глинистые минералы преимущественно монтмориллонитового ряда. Монтмориллонит фиксируется на дифрактограммах присутствием отражения 1,4 нм, которое при насыщении образца глицерином смещается до 1,79—1,8 нм. На полученных термограммах наблюдается значительный эндозэффект с максимумом на 150 °С, характерным для монтмориллонитов. Обломочные минералы представлены в основном кварцем, менее — полевыми шпатами. Карбонатные минералы рентгенометрически фиксируются в виде кальцита (0,3018 нм), иногда арагонита (0,335 нм) и представлены микросферулами в осадках. Среднее содержание карбонатов составляет 10—15 %.

В новоэвксинских отложениях хорошо прослеживается чередование прослоев серых алеврито-пелитовых и зеленовато-темно-серых пелитовых илов. Выявленные алевритовые и песчано-алевритовые прослои и даже пески, как правило, являются турбидитовыми [5, 7]. Осадки содержат также переотложенные кокколиты третичного и мелового возраста.

Вверх по колонкам залегают древнечерноморские отложения, образовавшиеся 8—9 тыс. лет назад. В основании древнечерноморских отложений в большинстве колонок хорошо прослеживается черный прослой гидротроиллитового ила. Мощность слоя различна и колеблется от 2 до 14 см. Здесь наблюдаются повышенные содержания Fe и $S_{орг}$ — соответственно 13,8—15,6 и 3,7—4,9 %. По данным Е. Дегенса и Р. Хеки, образованию гидротроиллитового ила способствовал приток средиземноморских вод около 9,3 тыс. лет назад. С этим потоком связаны образование галоклина и кратковременное заражение придонных вод H_2S .

Существование слабого сероводородного заражения придонных вод с естественным дефицитом O_2 , высокие темпы поступления Fe, S и $S_{орг}$ создали, вероятно, те благоприятные условия в период около 9 тыс. лет назад, которые способствовали образованию слоя гидротроиллитового ила [4].

Еще одной характерной чертой древнечерноморских отложений является наличие сапропелевого горизонта, который представлен либо мощными (до нескольких десятков сантиметров) слоями сапропелей, либо переслаивающимися тонкими прослоями глинистого, диатомового и сапропелевого ила [11].

Сапропелевые отложения содержат до 25 % органического вещества (ОВ). Концентрация Fe составляет 3,78—4,05, Mn — 0,22—0,33, P — 0,10—0,15 %. Древнечерноморские илы бедны карбонатами, что связано, очевидно, со слабым развитием кокколитофорид в составе фитопланктона в восточной глубоководной части Черного моря. По данным ранее проведенных исследований [1, 6, 9], древнечерноморское осадконакопление протекало в условиях теплого гумидного климата, когда с водозабора поступали огромные массы питательных солей. В этот период уровень моря был выше новозвксинского, более интенсивно осуществлялся водообмен со Средиземным морем.

В течение этого времени неоднократно происходили климатические колебания, которые влияли на изменения температуры и влажности атмосферы и гидросферы. Это проявлялось в значительных изменениях содержания ОВ как в разрезе, так и по площади бассейна. Биогенные осадки накапливались, очевидно, в условиях теплого влажного климата, а терригенные — более прохладного и гумидного [6]. В теплом гумидном климате при указанных выше условиях произошел бурный расцвет динофлягеллят и интенсивная поставка планктоногенного органического материала на дно [6].

Продукты жизнедеятельности мелких ракообразных транспортировались на дно в виде фекальных остатков. Благодаря этому ОВ предохранялось от интенсивного растворения при прохождении водной толщи. Сероводородное заражение глубинных вод предотвращало переработку фекалий ракообразных другими донными и планктонными организмами. Размеры и местоположения областей, где формировались рассматриваемые илы, изменялись с изменением гидрохимического режима бассейна [6].

Современные отложения представлены в основном кокколитовыми илами, возраст которых около 3 тыс. лет. Современные кокколитовые илы сложены также микропрослойками карбонатного, глинистого материала и ОВ. Основную часть осадка составляет карбонатный материал, почти полностью представленный микроскопическими раковинками кокколитофорид. В некоторых колонках мощности этого слоя незначительны или его совсем нет. В целом мощность современного слоя варьирует от 10 до 96 см.

На основании полученных радиоуглеродных датировок осадков, выполненных в ИГФМ АН УССР Н. Н. Ковалюхом и В. В. Скрипкиным, были подсчитаны скорости осадконакопления в различных точках и составлена схема их распределения на исследуемой площади для новочерноморских осадков (рис. 3).

Современные осадки восточной глубоководной части Черного моря, по классификации [2], представлены слабокарбонатными (10—30 % CaCO_3) и карбонатными (30—50 % CaCO_3) алеврито-пелитовыми и пелитовыми илами. На рис. 4 показана схема их площадного распространения.

Содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в пересчете на бескарбонатное вещество осадка колеблется от 3,5 до 5,6, SiO_2 ам — от 0,5 до 0,8 %. Эти показатели воз-

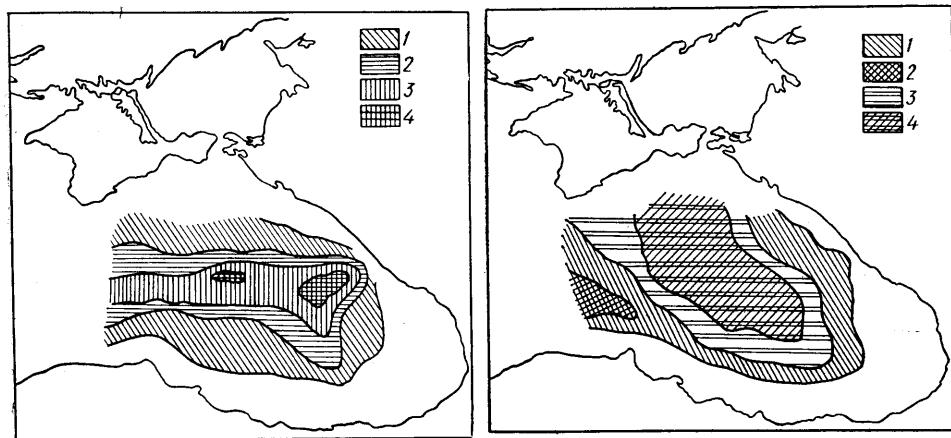


Рис. 3. Схема распределения скоростей современного осадконакопления для интервала 0—3 тыс. лет (см/1000 лет)

1 — менее 10; 2 — 10—20; 3 — 20—30; 4 — более 30

Рис. 4. Схема распределения современных осадков

1 — алеврито-пелитовые или слабокарбонатные (10—30 % CaCO_3); 2 — то же карбонатные (30—50 % CaCO_3); 3 — пелитовые или слабокарбонатные (10—30 % CaCO_3); 4 — то же карбонатные (30—50 % CaCO_3)

растают с увеличением дисперсности осадка. Концентрация Fe составляет 5,2—8,7, Mn — 0,08—0,1 %, P — 0,07—0,1, Ti — 0,7—0,9 % (в пересчете на бескарбонатное вещество осадка).

В минералогическом плане были исследованы крупноалевритовая (0,1—0,05 %) и субколлоидная (менее 0,001 мм) фракции как наиболее показательные по набору минералов, слагающих осадок.

В легких подфракциях присутствуют кварц, полевые шпаты, иногда встречаются зеленоватые зерна глауконита. Карбонатные минералы представлены главным образом кальцитом (0,3013 нм). Кальцит образует рубашки на раковинках кокколитофорид. Возникновение аутигенного кальцита обязано H_2S . Воздействуя на захороненные раковины и частично растворяя их (о чем свидетельствуют деградированные хрупкие тонкостенные створки в осадке), H_2S переводит карбонат кальция в легкоподвижную форму. Мигрируя в растворах, насыщенных H_2S , при взаимодействии с гидроксидами Fe и Mn возникает дефицит H_2S , и на раковинках отлагается, вероятно, аутигенный кальцит. То же, очевидно, наблюдается и при образовании микросферул кальцита, зафиксированных в осадках некоторых станций.

Тяжелые подфракции до 80 % представлены пиритом, из других минералов встречены коллофан, хлорит, гранаты, хромит. Основную массу фракции менее 0,001 мм составляют глинистые минералы, сложенные в различных количественных соотношениях гидрослюдами, хлоритом, каолинитом и монтмориллонитом. В большинстве проб преобладает монтмориллонит (до 60 %). В пробах с низким содержанием монтмориллонита превалируют поочередно либо хлорит (до 33 %), либо гидрослюды (до 31 %). Фиксируются также смешанно-слоистые образования типа хлорит—монтмориллонит—гидрослюда.

Таким образом, полученные материалы охватывают последние 10—12 тыс. лет (поздний плейстоцен—голоцен). Во время последнего верх-

неплейстоценового оледенения, когда уровень Черного моря понижался, терригенное осадконакопление характеризовалось широким развитием турбидитов. В глубоководную котловину поступали огромные массы грубозернистого материала. Скорости осадконакопления во многом зависели от поставки осадочного материала с континента. Дальнейшая палеогеографическая обстановка Черноморского бассейна определялась как климатическими условиями, так и тектоническими. В начале голоцена водоем уже был близок к современному. После вюрмской регрессии уровень моря постепенно повышался, и в древнечерноморское время трансгрессия достигла максимума, а уровень превышал современный на несколько метров (9 тыс. лет назад). В новочерноморское время (около 3,5 тыс. лет назад), судя по составу осадков, уровень моря был сходен с современным и седиментационные процессы на морском дне мало отличались от происходящих ныне.

На основании полученных данных различия в литологии трех основных горизонтов голоцена — гидротроиллитового (9—7 тыс. лет назад), сапропелевого (3,5—8 тыс. лет назад) и кокколитового (0—3,5 тыс. лет назад) — обусловлены прежде всего климатическими изменениями и колебаниями уровня Мирового океана и Черного моря. Эти факторы определяли темпы терригенного осадконакопления и характер водообмена со Средиземным морем. Водообмен контролировал структуру вод Черного моря и возможность биогенного осадконакопления, темпы которого начали возрастать с позднечетвертичного времени, изменяя соотношения терригенного и биогенного материала осадков и обуславливая литолого-фациальные особенности их образования.

Summary

The composition of deep-water deposits in the eastern part of the Black Sea has been studied. Conditions necessary for the formation of the bottomset beds at the basic stages of the Late Quaternary history of the basin are revealed.

1. Андреева Н. М., Котенев Б. Н., Розов Л. Н. Об изменении биопродуктивности вод Черного моря в голоцене // Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей.— М.: Наука, 1979.— С. 64—72.
2. Безруков П. Л., Лисицын А. П. Классификация осадков современных водоемов // Тр. Ин-та океанологии АН СССР.— 1960.— Т. 32.— С. 3—12.
3. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения / Под ред. Непрочнова Ю. П.— М.: Наука, 1980.— 201 с.
4. Дегенс Э. Т., Хант Д. М. История Черноморского бассейна за последние 25 000 лет // Междунар. геохим. конгр.: Тез. докл.— М.: Наука, 1971.— С. 813—814.
5. Емельянов Е. М., Шимкус К. М. Новые данные о глубоководных новоэвксинских отложениях Черного моря // Океанология.— 1963.— Т. 3, вып. 3.— С. 489—501.
6. Емельянов Е. М., Лисицын А. П., Тримонис Э. С. и др. Геохимия позднекайнозойских осадков Черного моря.— М.: Наука, 1982.— 241 с.
7. Крылов А. Я., Емельянов Е. М., Силин Ю. И. и др. Некоторые вопросы формирования терригенного материала глубоководных древнечерноморских и новоэвксинских осадков Черного моря // Геолого-радиологическая интерпретация несходящихся значений возраста.— М.: Наука, 1973.— С. 330—342.
8. Шимкус К. М., Емельянов Е. М. Некоторые черты палеогеографии и глубоководного осадкообразования в Черном море в позднечетвертичное время // Балтика.— 1974.— № 5.— С. 251—263.
9. Шимкус К. М., Емельянов Е. М., Тримонис Э. С. Донные отложения и черты позднечетвертичной истории Черного моря // Земная кора и история развития Черноморской впадины.— М.: Наука, 1975.— С. 138—163.
10. Ross D. A., Degens E. T. Recent sediments of the Black Sea // The Black Sea: Geology, Chemistry and Biology.— 1974.— Vol. 20.— P. 25—45.

Ин-т геол. наук АН УССР, Киев

Статья поступила
29.04.87