

УДК 551.35:551.463:551.464 (262.5)

Экспедиционные исследования в Черном море (51-й рейс НИС «Михаил Ломоносов», 11.11—14.12 1989 г.)

В ноябре — декабре 1989 г. экспедиция Института геологических наук АН УССР и Морского гидрофизического института АН УССР проводила геолого-геохимические и гидрофизические исследования в Черном море на НИС «Михаил Ломоносов».

Основными целями 51-й экспедиции НИС «Михаил Ломоносов» являлись: геолого-геохимические исследования районов предполагаемого вулканизма, его роли в осадко- и рудообразовании, изучение субмаринной разгрузки, а также процессов поступления вещества в морскую воду; исследование физико-химических процессов в зоне взаимодействия аэробных и анаэробных вод, продолжение систематических наблюдений за топографией границы сероводорода.

Перед экспедицией ставились задачи исследования геоморфологии материкового склона, петрографического и петрохимического изучения кристаллических пород, стратиграфического и минералого-геохимического картирования каньонов и изучение химического состава придонных иловых вод в них, определение гидролого-гидрохимических и оптических характеристик вод Черного моря, изучение тонкой структуры распределения гидрохимических и гидробиологических характеристик, их связей с гидрологическими и оптическими показателями в зоне взаимодействия аэробных и анаэробных вод.

Работы выполнялись на полигонах и гидрологических разрезах в экономических зонах СССР, Турции, районах морского пространства НРБ, при участии турецких и болгарских специалистов.

Основные виды работ — гидрологическая, гидрохимическая и оптическая съемки, суточные океанографические станции, драгирование и отбор проб отложений трубкой в каньонах и районах предполагаемого вулканизма. При проведении работ были использованы зондирующий геологический комплекс МГИ 4102 с кассетой батометров, зондирующие оптические приборы, биологическая сеть, дночерпатели, драги и геологическая трубка.

Всего за период рейса выполнено 76 гидрологических станций, 24 серии драгирования, 36 серий отбора проб трубкой, 84 определения гидрооптических характеристик, 1500 гидрохимических анализов, сотни

рентгенофлуоресцентных и рентгеновских анализов, описаны сотни шлифов и аншлифов горных пород.

В соответствии с планом-программой экспедиции 51-го рейса НИС «Михаил Ломоносов» работы проводились в два этапа. На I этапе (11.11—29.11.89) — в районе континентального склона Турции (в экономической зоне Турции), на переходе от турецкого побережья к Крыму, на Крымском полигоне (за пределами территориальных вод СССР). Районы работ II этапа (1.12—14.12.89) — материковый склон НРБ, северо-западная часть Черного моря, материковый склон Горного Крыма.

Исследования геологического строения материковой окраины Турции по найденным верхнемеловым, палеогеновым, верхнеэоценовым отложениям позволили уточнить особенности геологического строения и геологической истории формирования глубоководной впадины Черного моря. Анализ материалов на ряде станций показал наличие на материковом склоне Западного Понта, между р. Сакарна на западе и р. Кызыл-Ирмак на востоке, меловых и палеогеновых отложений, сопоставимых с породами Турции.

Важное палеогеографическое значение имеет обнаружение постчаудинского вала, являющегося продолжением аналогичной морфоструктуры на шельфе Болгарии.

Найденные на ряде станций на Турецком материковом склоне онколиты позволяют восстановить детали истории Черного моря начала четвертичного периода, а более молодые четвертичные отложения дали ценную информацию для уточнения стратиграфической схемы верхнечетвертичного разреза.

Большое внимание было уделено изучению рельефа глубоководной впадины — выполнено шесть полигонов по промеру морского дна. На картах был обнаружен целый ряд неточностей. Результаты промера показали, что глубоководная впадина Черного моря имеет сложный рельеф дна, который фактически совершенно не представлен на современных морских картах. Таким образом, выявлена необходимость проведения работ по созданию детальных карт рельефа дна исследуемого региона для геологических целей.

Анализ поднятых обломков неогеновых известняков на станциях в Прибосфорском районе турецкого материкового склона показал наличие точечных вкраплений загус-

© Е. Ф. ШНЮКОВ, А. В. ГРИГОРЬЕВ,
А. А. БЕЗБОРОДОВ, Н. И. МАВРЕНКО, 1990

тевшей окисленной нефти кирового типа. Эта находка ставит задачу оценки потенциальной нефтегазоносности района.

Интересным представляется обнаружение единичных железомарганцевых конкреций на шельфе Турции (на глубинах около 100 м), сходных по составу с железомарганцевыми образованиями Каламитского залива и других районов Черного моря. Установлен факт принадлежности найденных железомарганцевых конкреций не к черноморским, а к новоэвксинским отложениям.

В процессе работ II этапа экспедиции, проводимых на болгарском шельфе, детально изучено Резовское поле конкреций. Оно локализовано в виде довольно узкой вдольбереговой полосы на глубинах 90—120 м и характеризуется подавленным, по сравнению с Каламитским заливом, развитием рудного процесса. Этот процесс развит преимущественно не в толще осадка, а только на границе вода—осадок. Единичные конкреции были подняты в районе Каламитского поля конкреций.

Наиболее интересной за последние годы геологической находкой в Черном море можно считать обнаружение вулканического очага в 28 милях западнее Севастополя, приуроченного к крутому многомильному обрыву широтного направления.

В этом районе при проведении промерных работ установлено сложное геологогеоморфологическое строение континентального склона и его подножья. На батиметрических картах до глубин порядка 500—1000 м четко фиксируется верхняя, относительно пологая часть склона и нижняя — крутая в интервале глубин 1000—1500 м, местами переходящая в крутой (до 70°) уступ и далее — в обрывы. На глубинах порядка 1500—1600 м склон постепенно выполняется и на глубине 1700 м переходит в пологую равнину, слабо наклоненную в сторону центральной части впадины Черного моря. В основании склона, на протяжении около 15 км, четко прослеживается тектоническое нарушение в виде узкого ущелья клиновидной формы, имеющее северо-западное простирание. Ширина ущелья в верхней части в отдельных местах достигает 0,5—0,6 м. мили, глубина обычно не превышает 100 м.

Крутизна склонов ущелья (в некоторых местах — обрывы до 70 м с отрицательными углами падения), линейное протяжение, четко выдержанное по направлению, наличие в этом районе вулканогенных комплексов пород — все это свидетельствует о крупном тектоническом ровообразном нарушении, возможно, контролирующем нижнюю часть континентального склона Черноморской впадины на этом участке. В северо-западном направлении зона нарушения несколько отклоняется к северу, где в эту зону впадает Днепровский каньон.

Геоморфология склона отражает геологическое строение слагающих его комплексов осадочных и кристаллических пород. Сравнительно пологое строение верхних участков склона объясняется широким развитием мергелисто-известковистой толщи мезокайнозойского возраста. При ее размыве образуются серые слюдистые илы терригенно-пелитового состава с включениями редкого гравийно-галечникового материала,

сложного кварцем, темно-серыми кавернозными алевролитами, черными аргиллитами и обломками зеленовато-серого слюдистого песчаника. На размыв мезокайнозойской толщи указывают и остатки микрофауны, поднятой на станции 6163 (глубина 1050 м). Крутые, обрывистые части склона соотносятся с терригенной толще мезозоя и вулканогенным комплексам кристаллических пород (станции 6164—6166, глубины, соответственно, 1200, 1420 и 1600 м).

Судя по составу поднятых тремя драгами отложений (станции 6164—6166), они представлены андезитами, базальтами, фельзитами, липаритами, дацитами вместе с флишоидными — аргиллитами. В целом, комплекс поднятых пород, по первым полевым наблюдениям, близок к вулканическому комплексу мыса Фиолент. Возраст вулканического очага, скорее всего, среднеюрский; возможна и его меловая активизация.

Тектонически вулкан приурочен к продолжению в море Предгорного Крымско-Кавказского глубинного разлома, в зоне пересечения его с южнобережной сейсмогенной зоной. При промерах этого участка, в 4—5 м. милях южнее зоны тектонического нарушения, выявлено геологическое тело размером 4×5 м. мили с относительным превышением 300 м над поверхностью дна. На эхограммах тело имеет вид полусферы, опирающейся на кругую северо-восточную часть континентального склона. При спуске зондирующего комплекса «Исток-5» с грузом-разведчиком весом 10 кг была зафиксирована жесткая блокировка комплекса при касании с внешне описанным геологическим телом. С целью уточнения строения этого участка дна была использована геологическая трубка массой до 500 кг на станции 6187 (глубина 1630 м). Жесткий удар (согнут башмак ударной трубки) указывает на наличие здесь геологической структуры, сложенной крепкими (возможно, кристаллическими) породами, образующими подобие грибообразного лакколита.

Особый интерес представляет необычное явление, отмеченное на станции 6154. Здесь на глубине 900 м тяжелой грунтовой трубкой пройдены голоценовые отложения:

0—22 см — ил глинистый, серо-зеленый, жидкий;

22—44 см — ил глинистый, зеленовато-серый, пластичный;

44—55 см — ил гелеобразной консистенции, светло-серый, напоминающий размокшую бумагу;

55—82 см — ил глинистый, зеленовато-серый, полужидкий, студнеобразный, с редкими светлыми примазками;

82—290 см — ил глинистый, зеленовато-серый, вязкий, комковатый, с включениями гидротроилита;

290—307 см — ил глинистый, темно-серый, слудистый.

В интервалах 82—307 см зафиксировано активное газопроявление. Колонка осадков буквально «кипела» от пузырьков выделявшихся газов. Все обрабатывающие колонку сотрудники чувствовали легкое отравление, скорее всего метаном, и сильный запах сероводорода. В данном случае имело место

выделение, очевидно, метана с большой примесью сероводорода.

Уже давно высказывается предположение о возможности существования газогидратов углеводородных газов в придонной части осадочного чехла Черного моря. Представляется в виде первого предположения, что описанное явление — не что иное, как одна из первых находок насыщенных газогидратами донных осадков. Разумеется, это всего лишь предположение, которое нуждается в скорейшей проверке, в частности, в отборе выделяющихся газов, оконтуривании площади развития газонасыщенных осадков, изучении их состава и т. п.

Проводившаяся одновременно и по единой программе экспедиция НИС «Дивный» с подводным аппаратом «Бентос» на борту под научным руководством В. Х. Геворкьяна позволила обнаружить обширное поле газующих источников в пределах южной части этого же Днепровского (Евпаторийского) каньона. Каждый из многочисленных источников давал выброс черных дымов и фиксировался напоминающими термитники постройками, т. е. внешне походил на описанных в литературе «черных курлышков». Природа их представляется нам, однако, иной: это, скорее всего, грязевулканические сооружения.

Все полученные данные по газоотдаче материкового склона северо-запада Черного моря позволяют объяснить известный факт (описанный еще в 1928 г. после Крымского землетрясения), когда в Черном море с трех маяков — от Херсона до мыса Лукулл — была замечена «громкая огненная волна в 30 м. милья от берега». Гидрофизическая экспедиция под руководством Я. Ф. Скворцова обнаружила в этом районе смещения илов, «обрушения твердого дна». Были подняты юрские и триасовые глинистые сланцы и песчаники*. Надо полагать, объяснение С. П. Попова относительно углеродной природы взорвавшихся газов было справедливым и подтверждается новыми фактами.

Таким образом, на северо-западе Черного моря, на его внешнем шельфе и материковом склоне в Днепровском каньоне, найдена зона активного выделения сероводорода и углеводородных газов, насыщающих илы. Эти данные, наряду с полученными ранее ИнБЮМ АН УССР материалами по выделению сероводорода в более западных каньонах северо-запада Черного моря, позволяют предположить существование здесь обширной зоны разгрузки сероводорода и углеводородных газов и приближают нас к пониманию природы сероводородного заражения Черного моря.

Все геологические станции сопровождалась работой зондирующего комплекса «Исток» (МГИ 4102). По данным этих исследований и с помощью разработанной в ИГН АН УССР методики поиска субмаринных пресных вод обнаружено высачивание их в каньонах близ Судака, Ялты, Севастополя, а также существование субмаринной разгрузки в каньонах к северу от о-ва Кефкен и на крайнем северо-западе турецкого шельфа.

* Попов С. П. Грязевые вулканы // Природа. — 1928. — № 6. — С. 541—554.

Гидрологическая структура вод в период проведения экспедиционных работ определялась условиями переходного осенне-зимнего периода. На исследуемой акватории квазиоднородный слой по толщине составлял 20—60 м, температура изменялась в пределах 9,2—13,6 °С, поверхностная соленость составляла 17,2—18,3 ‰. Максимальная соленость наблюдалась в центральной части моря, однако имел место вынос линз распресненной воды от западной части Анатолийского побережья к центру западной халистазы.

Наблюдалось интенсивное разрушение термоклина: он был хорошо выражен в конце ноября и размыт в начале декабря. Максимальный градиент температуры менялся от 0,8 до 0,5 °С/м, что свидетельствует о переходном периоде в начале декабря с интенсивным выхолаживанием вод. Основной галоклин располагался на 50—200 м и имел максимальные градиенты солёности 0,03—0,05 ‰.

Отсутствие станций в восточной части моря не позволяет достоверно судить о циркуляции вод. Однако распределение физико-химических параметров в районах проводимых исследований свидетельствует об едином циклоническом характере циркуляции. В пределах западного основного круговорота наблюдались два локальных квазициклонических вихря. Данные гидролого-гидрохимической съемки, на основании которых были установлены линзы распресненной воды в Прибуфюрском районе, но так и не было обнаружено единой струи распресненных вод в потоке, что позволяет предположить возможность существования здесь локальных источников распреснения.

В целом, исследованная гидрологическая структура по своим характеристикам оказалась близкой к среднепогодной норме для Черного моря.

Особое место в изучении гидрохимической структуры занимали исследования зоны взаимодействия аэробных и анаэробных вод. Получены новые данные о концентрациях кислорода в зоне сосуществования сероводорода — кислорода, а также о толщине этой зоны. Применение новой методики отбора и фиксации проб кислорода под аргоном позволило установить, что ранее полученные данные по кислороду в зоне взаимодействия аэробных и анаэробных вод существенно завышены. Сероводород обнаруживается при концентрации кислорода 0,05—0,10 мл/м, и толщина слоя сосуществования составляет всего 10—15 м. Определяемая в период работ глубина границы сероводорода (95—160 м) оказалась характерной для западной части Черного моря в осенний период за последние 7—8 лет, что не позволяет подтвердить существующее представление о постоянном подъеме сероводородной зоны в Черном море. Данные проведенных исследований подтвердили также соответствие положения границы сероводородной зоны определенному градиенту плотности — 0,013 усл. ед./м.

Большой объем работ выполнен по исследованию распределения биогенных элементов (фосфатов, нитратов); впервые была комплексно изучена тонкая структура зоны взаимодействия аэробных и анаэробных вод; проведена серия экспериментов

по окислению растворенного вещества сероводородной зоны кислородом и по бактериальной сульфатредукции, а также гидробиологические исследования.

Данные гидрооптических наблюдений, связанные с изучением слоя мутности на границе сероводородной зоны, объясняют причины оптических аномалий в приобфорском районе.

В целом следует отметить, что комплексный характер экспедиционных исследований, проведенных в 51-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов», позволил получить новые интересные результаты и сделать выводы о природе и механизмах сложных геолого-

физико-химических процессов Черноморского бассейна.

Особо хочется отметить необычные и чрезвычайно интересные геологические открытия экспедиции, в частности, обнаружение нового обширного палеовулкана, предположительную находку газогидратов, выявленное «Бентосом» поле газовых источников, новые высачивания субмаринных пресных вод. Дальнейшее их изучение дает возможность поднять результативность морских геологических исследований, открыть путь к новым геологическим открытиям на дне Черного моря.

*Е. Ф. Шнюков, А. В. Григорьев,
А. А. Безбородов, Н. И. Мавренко*

НОВАЯ КНИГА ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКОВА ДУМКА»

Лазько Е. А., Сиворонов А. А., Ярошук М. А. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР: Зеленокаменные пояса и роль вулканизма в формировании месторождений.— 20 л.— 4 р. 30 к. План 1990 г. № 300 (IV кв.)

Рассмотрены теоретические и методические аспекты выделения и типизации формаций зеленокаменных поясов. Путем анализа оригинального и литературного материала проведено формационное расчленение зеленокаменных комплексов европейской части СССР. Сопоставлены формационные ряды отдельных зеленокаменных структур, разработана схема их корреляции. Установлены особенности положения рудоносных структур в общей системе преобразований земной коры Украинского щита. Изучен состав рудоносных вулканитов в связи с характером железнакопления, определены существенные признаки вулканогенно-осадочного и хемогенно-осадочного рудообразующих процессов. Выявлены критерии связи оруденения железа с вулканическими процессами и даны перспективы поисков.