
И.Э. Ломакин

Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ИСТОЧНИКОВ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ ДНА ЧЕРНОГО МОРЯ

Подводные наблюдения с борта обитаемых подводных аппаратов указывают на различную природу газовыделений шельфа, континентального склона и котловины Черного моря. Газовые сочения и факелы как эндогенного, так и биогенного происхождения концентрируются вдоль разломных зон закономерно ориентированной тектонолинеаментной сети региона.

Ключевые слова: газовые сочения и факелы, тектонолинеаменты.

Введение

Поиск и разведка месторождений углеводородного сырья дна морей и океанов — одна из наиболее актуальных проблем современной морской геологии. Для Украины в создавшейся политико-экономической ситуации задача научно аргументированного прогнозирования запасов и определения перспектив добычи природного газа стоит очень остро.

Накопленный к настоящему времени достаточно обильный материал о естественных газовыделениях шельфа, континентального склона и отдельных участков котловины северной и северо-западной части Черного моря может служить надежной основой перспективного освоения ресурсной базы региона. Однако при этом ключевой вопрос о происхождении газовых сочений и факелов морского дна остается дискуссионным и до сих пор не выясненным. Это может повлечь за собой серьезные ошибки как в оценке перспектив промышленной газоносности территории в целом, так и в выборе тактики и стратегии организации поисково-разведочных работ.

В данных обстоятельствах любая достоверная информация о распространении и возможном происхождении газовых выделений морского дна становится чрезвычайно важной и значимой, особенно если она получена прямым наблюдением, а не анализом косвенных данных, полученных дистанционными методами или путем интерпретации сложных умозрительных моделей.

© И.Э. ЛОМАКИН, 2015

К сожалению, результаты непосредственных наблюдений поступления газа в водную толщу и образования естественных газогенерирующих систем, равно как и реальные сведения о геоэкологических условиях накопления современных осадков, остаются малоизвестными и часто не востребованными.

Справедливости ради следует отметить, что такая информация уникальна и может быть получена только с помощью подводной техники, в первую очередь подводных обитаемых аппаратов (ПА) и фотоавтоматов, которые сегодня фактически отсутствуют в арсенале средств морских геологов Украины. Тем более актуальными становятся никогда ранее не публиковавшиеся материалы, полученные в прошедшие годы.

Материалы и методика

В экспедиции ОМГОР НАН Украины под руководством академика НАНУ Шнюкова Е.Ф. с применением ПА в комплексе с традиционными методами морской геологии был изучен участок дна в районе Ломоносовского массива (30—35 миль к западу от г. Севастополь). В серии погружений ПА в интервале глубин 100—1750 м был исследован внешний край шельфа, континентальный склон и примыкающие участки котловины Черного моря.

Составленная автором данной публикации оригинальная батиметрическая схема [1] подтвердила наследование овражно-балочной сетью района закономерной ориентировки тектонолинеаментных систем.

Системные наблюдения с борта обитаемого подводного аппарата с параллельным опробованием грунтов выявили важные особенности формирования геоэкоосистем, связанных с формированием осадка и ландшафтов района [1, 2] и, возможно, определяющих генезис и интенсивность газовых выделений. Погружения ПА выполнялись линейными субмеридиональными галсами практически вкост генеральному простиранию склона (310°—330°).

Континентальный склон в районе работ имеет сложный хорошо расчлененный рельеф. Долины заложены по разломам субмеридионального и северо-восточного простирания.

Кромка шельфа выражена неясно и лежит на глубинах 100—120 м. Генеральный угол наклона склона не превышает 50°. Субвертикальные уступы редки. На глубинах 340—350, 750—760, 1620, 1650—1670 м обнаружены террасовидные поверхности, на которых накапливаются большие массы средне-мелкозернистого терригенного материала, находящегося в крайне нестабильном состоянии. Поверхность осадка разбита в основном параллельными склону зияющими асимметричными трещинами — линиями отрыва, по которым постоянно происходит отделение больших массивов осадка. Края оторванных оползней, трещины отрыва и большие объемы буквально висящего на склоне осадочного материала отмечены в трех погружениях ПА на всем продолжении склона — от его подножия до бровки шельфа. Следы гравитационного оползания материала встречаются повсеместно в виде как плоскостного сноса, так и квазистационарных потоков по тальвегам долин разного масштаба — от мелких распадков до хорошо выраженных в рельефе каньонов.

В нижней своей части континентальный склон плавно переходит в субгоризонтальную поверхность впадины моря, лежащую в районе исследований на глубине 1725—1750 м.

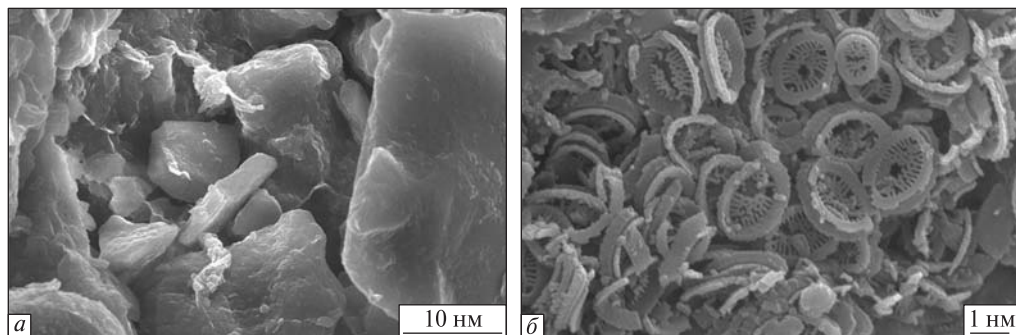


Рис. 1. Терригенный (а) и биогенный-планктонный (б) материал современных осадков основания континентального склона. Ломоносовский массив, глубина 1730 м

Вдоль основания склона протягивается широкая (часто более 500 м) плоскодонная практически прямолинейная долина простираением в среднем 310° . Ее дно и южный склон по данным наблюдений и опробования большей овальной драгой сложены плотными часто хорошо сортированными и иногда слоистыми песками. Отдельные песчинки хорошо окатаны. Некоторые прослои сложены в основном планктонным материалом (рис. 1). Пески обнажаются только в южном склоне долины, а на дне ее обычно перекрыты часто более чем метровым слоем полужидкого осадка, поверх которого лежит мощный слой органогенной взвеси. На наличие плотного песчаного дна под взвесью иногда указывает лишь достаточно жесткий контакт с ним корпуса ПА при попытке лечь на грунт.

По составу осадка (прослои хорошо промытого и часто окатанного материала), морфологии и значительной протяженности описанная долина может интерпретироваться как русло постоянного или квазистационарного потока, как продолжение долин Палеокаланчака и Палеоднепра (Палеоборисфен) [1, 2]. Возможно также, что эта линейная структура представляет собой тектонический шов, как и подобные аналогично ориентированные линейные образования основания континентального склона Форосского выступа, например.

Важно отметить, что на своем протяжении стрежень долины периодически перегораживается косо к нему расположенными пологими валами терригенного материала с явно видимыми из иллюминатора ПА остатками мелководной фауны. Скорее всего, это результат действия конусов выноса и впадающих в основное русло долины притоков — каньонов и распадков континентального склона. Очень важно отметить, что обломки и створки мелководной ракушки, характерной для шельфовых глубин региона фиксируются в пробах и визуальными наблюдениями на расстоянии как минимум 1 км от основания континентального склона. Это подчеркивает мощную мощностю склоновых процессов и огромные объемы транспортируемого материала.

На плато, простирающемся к югу от описанной выше долины, залегают обширные пятна органогенного осадка (такого же, как в долине) суммарной мощностью иногда более 3,5 м. Корпус ПА до касания с жестким грунтом погружается в него полностью, включая верхний иллюминатор. Важно отметить, что опробовать эту взвесь ни трубкой, ни дночерпателем невозможно — она легко относится в стороны даже винтами ПА. Получить ее можно только большим батометром, медленно опущенным на грунт. Возможно поэтому такие образования и не

привлекали к себе до сих пор пристального внимания исследователей, несмотря на их чрезвычайно широкое распространение.

Огромные массы органогенной взвеси, очевидно хорошо консервируемые условиями сероводородной среды, указывают на высокие скорости осадконакопления биогенного материала в основании континентального склона. На маршруте ПА были встречены целые крупные деревья, наполовину погруженные в осадок, но сохранившие и кору, и корневую систему, и крону. Над захороненной в грунт частью ствола почти целой 20-метровой березы явно просматривалась цепочки пузырьков газа.

Крупные, постоянно пополняемые объемы биомассы безусловно захороняются интенсивными подводными оползнями, селями и мутьевыми потоками и в условиях основания континентального склона становятся перманентно обновляемыми и весьма объемными источниками газовыделений морского дна.

Интересно отметить, что сочтения биогенного газа и на больших глубинах, и на шельфе, и в латерали как правило организуются в линейные цепочки, ориентированные согласно тектонолинеаментной сети скального основания. Проявление разломов фундамента на поверхности даже достаточно мощного осадочного чехла отмечалось многими геологами — подводными наблюдателями [3]. Пузырьковые струйные сочтения газа, организованные в линейные зоны северного и северо-восточного простирания, неоднократно отмечались автором в сезоны 2008—2013 гг. и при подводных работах на малых глубинах (3—10 м) в Судакской бухте, Батилимане, в районе мыса Фиолент. Особенно ярко это проявлено в Капсельской бухте, где благодаря особенностям рельефа (большой водосбор + разветвленная система балок-временных потоков) отмечаются периодические поступления в береговую зону крупных объемов как грубообломочного, так и песчано-глинистого материала, который сплошным слоем периодически перекрывает морские органогенные осадки.

Захороненные почвы переуглубленных долин устьев многих рек Крыма (Альма, Черная) также могут быть источниками биогенных газов. По данным [4] и устному сообщению В.Е. Иванова (СИГИИНТИЗ, ОМГОР НАНУ) аллювиальные и пойменные отложения Черной речки, например, обнаружены бурением дна Севастопольской бухты. Скорее всего это стало причиной проявления биогенной составляющей в изотопном составе газов [5, 11], хотя общая тектоническая ситуация указывает на то, что безусловно большая часть газов дна региона имеет явно глубинное, эндогенное происхождение [6, 7].

Приведенные данные однозначно свидетельствуют в пользу широкого распространения процессов захоронения больших объемов насыщенных органическим веществом осадков, которые могут быть источником достаточно мощных газопоступлений в водную толщу как во впадине моря, так и на шельфе и латерали.

Однако данные подводных наблюдений показывают также объемное и постоянное сочтение газов и непосредственно из коренных пород. Это явление широко распространено и на шельфе, и на континентальном склоне, и во впадине Черного моря и подтверждено многолетней практикой подводных работ базы «Мариэкопром» (Севастополь) и Института геологических наук НАН Украины. На северо-западном шельфе Черного моря, например, с борта подводной лаборатории «Бентос», на глубинах 120—250 м были изучены системы газовых курьшиков в виде невысоких (обычно до 1,5 м) пористых карбонатных построек,

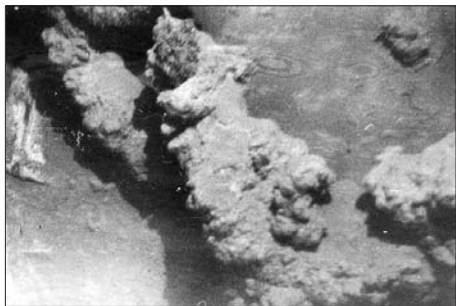


Рис. 2. Газовыводящие постройки на коренных породах Ломоносовского массива. Глубина 1600—1650 м (фото автора)

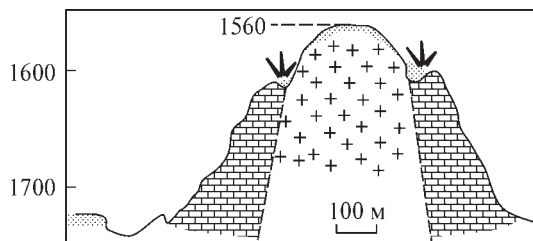
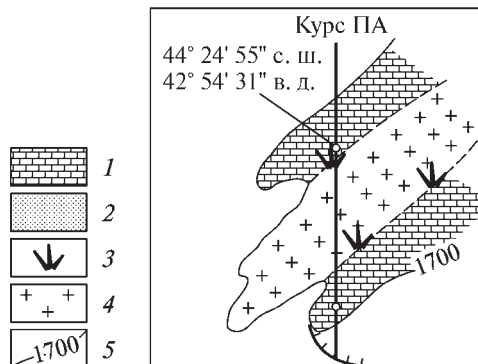


Рис. 3. Схема расположения газовыводящих построек основания континентального склона: 1 — осадочные породы, 2 — пески с прослоями органогенного материала, 3 — курильщики, газовыводящие постройки, 4 — изверженные породы, 5 — изобаты



стоящих на плотных известняковых плитах. Эти формы организованы в линейные зоны северо-восточного, северо-западного и меридионального простирания, закономерно ориентированные согласно тектонолинеаментной сети региона. Поступление газа из этих образований зафиксировано видеосъемкой.

Подобные образования в виде бугристых древовидных труб и кубков (рис. 2) были обнаружены при участии автора на маршруте ПА на глубинах 1500—1650 м в зоне контакта (ориентированного СВ 55) изверженных и осадочных пород в пределах Ломоносовского массива (рис. 3). Фрагменты газовыводящих построек неоднократно поднимались драгами с различных участков континентального склона Крыма в экспедициях ОМГОР НАН Украины, что показывает их достаточно широкое распространение на коренных скальных породах [8, 9]. Эта информация подтверждает эндогенное происхождение газов многих подводных проявлений региона.

Обсуждение результатов

Природные углеводороды в значительных объемах присутствуют в земной коре всего Северного Причерноморья. Важно отметить, что кроме явно эндогенных поступлений, источником газа могут служить мощные толщи разновозрастных песчано-глинистых отложений и широко распространенные здесь (Гераклейское плато) мелководно-морские, лагунные и рифовые фации миоцена. Известны находки битумов в субмеридиональных разломах большого Севастополя, многочисленные прослой гераклитов — существенно углеродистых соединений [10]. Не следует забывать о таком мощном источнике газов, как скопления газогидратов. Захороненные мощные прослой сапропелей также являются характерной чертой всей впадины Черного моря. Неоднократно описаны вспышки газовых факелов в разных местах над поверхностью моря в периоды землетрясений [7, 12, 13].

Данные подводных наблюдений однозначно подтверждают полигенез газовых проявлений дна северной части Черного моря. Аргументы в пользу глубоководного происхождения углеводородов достаточно полно освещены в литературе. Значительно меньше сведений имеется о современном подводном газообразовании. Согласно собранным данным, процесс в общем виде выглядит так: большие объемы биомассы собственно морских вод и речных выносов постоянно захороняются на дне в условиях сероводородного заражения мощными подводными склоновыми процессами и активными, иногда катастрофическими выносами терригенного материала с ближайшей суши. Создаются условия для образования постоянно пополняемых и часто очень объемных источников биогенных газов дна моря, сочения и факелы которых, как и эндогенных, обычно приурочены к линейным зонам — тектонолинеаментам ортогонального и диагонального простирания. Это объясняется чуткой реакцией осадочного чехла на блоковые подвижки подстилающего фундамента. Многими наблюдателями отмечались флексуры, уступы и даже зияющие трещины на поверхности осадка над разломными зонами.

Приуроченность газовых факелов и сочений к разломным зонам закономерно ориентированной и унаследованной тектонолинеаментной сети региона [14] определяется чрезвычайной подвижностью и миграционностью жидких и газообразных углеводородов в земной коре, что следует учитывать при постановке поисковых и разведочных работ.

Высокая тектоническая активность и мощные геодинамические напряжения проявляются вплоть до наших дней — прежде всего в постоянном обновлении древних разломных систем. Вертикальные блоковые подвижки и гравитационное оползание крупных верхнекорковых плит фиксируется в разрезах миоценовых, посткарангатских и голоценовых отложений Крыма и в различных высотах разновозрастных береговых террас [3]. При этом многие разломы достоверно прослеживаются на большие расстояния, переходят с береговой зоны на шельф, континентальный склон и далее во впадину моря, где они часто служат современными блокоразделяющими границами.

Следует учитывать, что перманентно активные разломы могут быть не только путями транспорта и накопления нефтепродуктов, но и серьезно препятствовать образованию крупных месторождений, разрушая естественные ловушки. Высокая современная тектоническая активность и сильная раздробленность земной коры может быть причиной малой продуктивности промышленных скоплений газа в обнаруженных дистанционными методами теоретически перспективных структурах. Ловушки антиклинального и разломного типов не могут сохраняться в целостности в условиях неоднократной чрезвычайно активной неотектонической (в том числе голоценовой) перестойки. В этом аспекте тектонический и геодинамический анализ может оказать существенную помощь в поиске наименее нарушенных структур, в планировании и организации рационального природопользования.

Выводы

1. Данные подводных наблюдений подтверждают как эндогенное, так и биогенное происхождение источников природного газа дна Черного моря.
2. Север Причерноморья — это зона активного накопления и поступления на земную поверхность больших объемов природных углеводородов различного генезиса.

3. Большинство газопроявлений связано с разломами древней, постоянно обновляемой, закономерной ориентированной тектонолинеamentной сети региона.

4. Специфические тектонические и геодинамические условия кайнозоя, высокая и закономерная раздробленность региона, на фоне частого перманентного обновления разломных систем, способствуют активным латеральным и вертикальным миграциям больших масс углеводородов в земной коре. Вместе с тем эти же факторы могут препятствовать формированию долгосрочных стационарных ловушек для газа и нефти и, как следствие, формированию крупных месторождений.

5. Детальный тектонический анализ может оказать существенную помощь в определении перспектив освоения запасов энергетического сырья и уберечь от ошибок в оценке промышленной нефтегазоносности региона.

В заключение необходимо отметить, что отсутствие должного внимания к проблемам полигенного происхождения углеводородов и к закономерностям раздробленности фундамента может привести к серьезным ошибкам в оценке промышленных запасов углеводородного сырья как всего Северного Причерноморья, так и локальных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бондарев И.П., Ломакин И.Э.* Ландшафт переходной зоны от материкового склона к материковому подножию Юго-Западного Крыма // ГПИМО. — 2008. — № 4. — С. 76—83.
2. *Бондарев И.П., Ломакин И.Э.* Переходная зона между шельфом и континентальным склоном северной части Черного моря. Ландшафтный подход // ГПИМО. — 2010. — № 3. — С. 57—64.
3. *Ломакин И.Э., Иванов В.Е., Кочелав В.В.* Террасы Судакско-Карадагского района как индикатор новейших тектонических движений // Геол. журнал. — 2012. — № 3. — С. 106—116.
4. *Иванов В.Е.* Особенности осадконакопления в устьях рек юго-западного Крыма в позднем плейстоцене и голоцене // ГПИМО. — 2014. — №1. — С. 94—107.
5. *Malakhova L. V., Egorov V. N., Malakhova T. V. et al.* Methane in the Sevastopol coastal area, Black Sea // Geo-Marine Letters. — 2010. — V. 30. — No. 3—4. — P. 391—398.
6. *Геолого-океанологические исследования континентальной окраины Крыма и прилегающей котловины Черного моря / Под ред. Е.Ф. Шнюкова.* — К.: ОМГОР, 2012. — 160 с.
7. *Шнюков Е.Ф., Коболев В.П., Пасынков А.А.* Газовый вулканизм Черного моря. — К.: Логос, 2013. — 384 с.
8. *Шнюков Е.Ф., Кутний В.А.* Карбонатные образования как производные газовых выделений на дне Черного моря // Геофизический журнал. — 2003. — Т. 25, № 2. — С. 90—100.
9. *Кутний В.А., Иноземцев Ю.И.* Литификаты как показатель деятельности газовых факелов на северо-западе Черного моря / Геологические проблемы Черного моря. — К.: ОМГОР, 2001. — С. 216—227.
10. *Иванов В.Е., Ломакин И.Э., Крутов В.В.* О находке битумсодержащих пород в районе г. Севастополь // ГПИМО. — 2009. — № 3. — С. 85—89.
11. *Егоров В.Н., Пименов Н.В., Малахова Т.В., Канапацкий Т.А., Артемов Ю.Г., Малахова Л.В.* Биогеохимические характеристики распределения метана в воде и донных осадках в местах струйных газовыделений и в смежных районах акватории севастопольских бухт // Морской экологический журнал. — 2012. — Т. XI, № 3. — С. 41—52.
12. *Абрамов И.Б., Абрамов К.И., Реиетов И.К., Чомко Ф.В., Чомко Д.Ф., Бадзым П.С., Лысьх Ю.В.* Основные аспекты учета космогенных факторов воздействия для обеспечения безопасности инженерно осваиваемых территорий // Вісник Харківського національного університету. — № 986. — С. 193—213.
13. *Шнюков Е.Ф., Митин Л.И., Щипцов А.А.* Опасное Черное море. — К.: Логос, 2011. — 567 с.

14. *Ломакин И.Э.* Рельеф подводных гор и поднятий и тектоника дна Атлантического и Индийского океанов [Текст] : Автореф. дис... д-ра геол. наук : 04.00.10 / НАН Украины. — К., 2013. — 41 с.

Статья поступила 06.05.2014

I. E. Lomakin

ПРО ДЖЕРЕЛА ГАЗОВИДПЛЕНЬ ДНА ЧОРНОГО МОРЯ

Підводні спостереження з борту населених підводних апаратів вказують на подвійну природу газовиділень шельфу, континентального схилу і улоговини Чорного моря. Газові викиди та факели як ендегенного, так і біогенного походження концентруються уздовж розломних зон закономірно орієнтованої тектонолінеаментної мережі регіону.

Ключові слова: газові викиди та факели, тектонолінеаменти.

I. E. Lomakin

ON THE GAS SEEP SPRINGS IN THE BLACK SEA BOTTOM

Underwater observations from manned submersibles indicate the dual nature of gas emission in the shelf, continental slope and Black Sea basin. The gas bleeds and torches, endogenous and biogenic, both allocate along fault zones of regional regularly oriented tektolineament network.

Key words: *The gas bleeds and torches, tektolineaments.*