

В. И. Лысенко

**ГЕРАКЛИТЫ – СВИДЕТЕЛИ ГЛУБИННОЙ ПАЛЕОДЕГАЗАЦИИ  
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПАРАТЕТИСА (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)***(Рекомендовано акад. НАН Украины Е. Ф. Шнюковым)*

Склад газової фракції гераклітів підтвердив їх генетичний зв'язок із сучасними карбонатними утвореннями метанових джерел і грязьових вулканів Чорного моря. Наявність в гераклітах метану й етану є прямою ознакою пошуку родовищ нафти і газу на Гераклійському півострові і прилеглому до нього шельфі.

Structure of gas fraction Geraklit has confirmed their genetic communication with modern carbonate formations (sips) and mud volcanoes of Black sea. Presence in Geraklit methane and ethane is a direct attribute of search of oil fields and gas on Geraklejskij peninsula and adjoining to them a shelf.

Материал живого вещества нашей планеты создается процессами фото- и хемосинтеза с использованием космической энергии Солнца, внутренней энергии Земли и материалов дегазации из её недр. Жизнь на Земле и активные геологические процессы существуют лишь до тех пор, пока на планете происходит обмен энергией и веществом между недрами с литосферой, гидросферой, атмосферой и биосферой. Главная роль в этом обмене, круговороте вещества и энергии принадлежит глубинной дегазации. Флюиды этого процесса поступают в атмосферу и гидросферу с массивов суши и поверхностей морей и океанов [18, 20].

В середине XX в. П.Н. Крапоткиным была выдвинута гипотеза о существовании двух ветвей дегазации: горячей и холодной. Примерами первой ветви являются вулканизм, фумаролы и гидротермы. Вторая – это поступление из недр различных подгрупп углеводородных газов с добавкой N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, H, He, которые являются продуктами холодной амагматической дегазации и отвечают за подпитку и образование газонефтяных месторождений [1]. Растущий объем данных о составе газов в магме действующих вулканов и холодной дегазации позволяет сравнивать их между собой. Результаты анализов изотопного состава углерода, водорода и инертных газов и данные по геохимии служат серьезными аргументами в пользу гипотезы единства их глубинного генезиса, поэтому очень сложно провести границу раздела между этими

процессами [18]. В периоды вспышек сейсмической и вулканической активности происходит увеличение поступления продуктов как горячей, так и холодной дегазации; возможно, что последние преобладают. Основные объемы выбросов продуктов горячей дегазации связаны с кратковременной катастрофической деятельностью отдельных вулканов на небольшой территории. Процессы же холодной дегазации приурочены к зонам крупных активных глубинных разломов, которые покрывают плотной сеткой поверхности суши, дна океанов и морей. Именно здесь постоянно происходит выделение газов в виде просачивания, пузырьковой деятельности и редких катастрофических залповых выбросов. Объем выбросов газов и состав холодных газовых флюидов имеют пульсирующий характер, которые контролируются ритмами Земли. В целом, как следует из расчета, постоянные объемы холодной дегазации значительно превышают кратковременные выбросы горячей [18].

Сегодня процессам холодной дегазации посвящено большое количество публикаций. Получен научный материал их изучения на поверхности суши в зонах активных разломов, районах грязевого вулканизма, а также на дне морей, океанов и оз. Байкал [2, 4, 9, 17, 21]. В водной среде на больших глубинах рядом со струйными выделениями газов в конце XX в. были обнаружены оазисы жизни, где первичное образование углеводородного биогенного вещества связано с деятельностью метанотрофных сообществ архей по переработке метана, серо-

© В. И. Лысенко, 2013

водорода, азота и других химических веществ из недр. Главными компонентами газовых эманаций сипов в водной среде являются метан, углекислый газ, азот, сероводород, водород, гелий и другие тяжелые углеводороды [21, 22]. Содержание метана в этих флюидах колеблется от 40 до 99%. Часть метана из сипов перерабатывается хемогенными организмами в органическое вещество, некоторая часть отлагается на дне в виде газогидратов, а остаток поступает в атмосферу. Для создания органического вещества метанотрофным организмам требуется энергия, которую они получают вследствие окисления углерода. Предположительно на эти цели используется до 70% переработанного метана. Углекислый газ микробного окисления является главным компонентом для строительства карбонатных построек. В наше время карбонатные постройки обнаружены около горячих источников в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов, вокруг сипов и грязевых вулканов в разных частях Мирового океана и пресноводном оз. Байкал [2, 5, 9, 25]. Некоторые морфологические и минералогические различия в описании современных "аутигенных" карбонатных построек связаны с различными физико-географическими условиями их образования и газовым составом флюидов. Главным фактором их существования является постоянная подпитка углеводородных флюидов из недр и наличие сообществ метанотрофных архей. Конвейер образования карбонатного вещества на границе литосферы, гидросферы в присутствии биоты существует с момента зарождения жизни. Метанотрофные археи научились образовывать сложное легкоусвояемое органическое вещество из метана и других газов в восстановительных условиях, когда в среде обитания отсутствовали какие-либо соединения кислорода, кроме воды. Для создания сложных органических молекул они используют энергию окисления углерода кислородом, который получается вследствие разложения воды. В дальнейшем этот метод получения кислорода из воды у них переняли цианобактерии и растения.

Изучение дна морей и океанов выявило разнообразие связей между дегазацией, образованием карбонатов и наличием бактериальных матов с сообществом метанот-

рофных архей. Большая часть участков струйного выделения газов характеризуется наличием бактериальных матов с сообществом метанотрофных архей. Хотя известны точки проявления дегазации, где отсутствуют жизнь и карбонатные постройки, что связано с молодым возрастом газовых струй углеводородов. Встречаются карбонатные постройки, на которых нет бактериальных матов из-за прекращения процессов дегазации. Обычно эти белоснежные строения являются свидетелями метановых выделений газа в недалеком прошлом [2].

Углеводородная дегазация Земли имеет большой временной интервал от архея до наших дней, а изменение её интенсивности связано со сравнительно кратковременными фазами тектонической активности [1, 6, 20]. Просачивание и спокойное пузырьковое выделение углеводородных флюидов обычно благоприятно для образования карбонатных построек и бурной жизни вокруг них. Подобные оазисы находятся в зонах разломов с активным сейсмо-динамическим режимом. Поэтому здесь периодически происходят кратковременные катастрофические выбросы газов из недр, что сопровождается нарушением жизнедеятельности биоценоза и разрушением хрупких карбонатных построек метанотрофных архей [6]. Их обломочный материал из-за повышенной твердости хорошо сохраняется в осадочной толще, указывая на области углеводородной дегазации в прошлом. Именно такой материал был изучен автором в карбонатно-терригенной толще неогена Юго-западного Крыма (рис. 1) и получил название гераклит [10, 12, 13]. Данные из научных статей по геологии, геохимии, наличию битумов и морфологии современных "аутигенных" карбонатных построек, связанных с холодной дегазацией в морях, океанах и на Байкале, позволяют с помощью метода актуализма сравнить и доказать их родственные связи с гераклитами [13]. Гераклиты – это обломочный материал карбонатных построек, связанных с палеодегазацией в шельфовой зоне юго-восточной части Паратетиса в неогене. Они, как и современные аутигенные карбонатные постройки, характеризуются своеобразной цветовой окраской, морфологией (рис. 2), структурой, тексту-

рой, минеральным составом, геохимией, особыми условиями нахождения в геологическом разрезе, присутствием скелетных остатков микроорганизмов, высокой микро- и макропористостью, пропиткой битумами и высокой газонасыщенностью.

Для гераклитов характерна высокая микро- и макропористость. Видимые пустоты занимают в некоторых образцах до 30% поверхности скола породы. Размеры пор составляют от 0,01 до 3 мм, а по простиранию – 1,0–5,0 мм. Они не имеют ничего общего с прожилками и линзами. Для пор гераклитов характерна сложная форма с заливообразными и пузырчатыми контактами (рис. 3). Контакты пор имеют резкие границы с породой, и их поверхность покрыта сплошной пленкой мелкокристаллического игольчатого кальцита белоснежно-белого цвета. Возможно, это псевдоморфозы кальцита по арагониту. Поры разделяют сеткой внутренний объем черной массивной мелкозернистой породы гераклитов на мелкие части различной многоугольной формы. Газонасыщенность и цветовая окраска гераклитов являются одним из главных признаков отличия их от вмещающих известняков.

При ударе и трении двух образцов гераклитов друг о друга появляется специфический запах углеводородов и битумов. Необходимо отметить, что при истирании мелкообломочного материала в порошок этот запах резко усиливается. Поровое пространство в гераклитах, согласно нашим исследованиям, заполнено метаном, углекислым газом, этаном, пропаном, азотом и сероводородом [14]. Эти газы являются прямыми признаками для поиска газонефтяных месторождений и подтверждают процессы глубокой дегазации в неогене. Эти данные и широкое распространение прослоев пород с герак-



Рис. 1. Брекчиевидный известняк верхнего сармата с обломочным материалом гераклитов



Рис. 2. Шлаковидный облик гераклитов серовато-черного цвета

литами в толще неогеновых пород Юго-западного Крыма явились основанием для постановки опытных работ по изучению газового состава флюидов из них.

Отбор образцов для изучения газового состава из гераклитов автором производился на четырех участках с хорошей обнаженностью на расстоянии 3–6 км друг от друга. В местах отбора прослои с обломочным материалом гераклитов приурочены к терригенно-карбонатной толще верхнего сармата. В точках отбора взяты отдельные пробы с трех верхних прослоев. Гераклиты разного цвета, морфологии и плотности опробова-

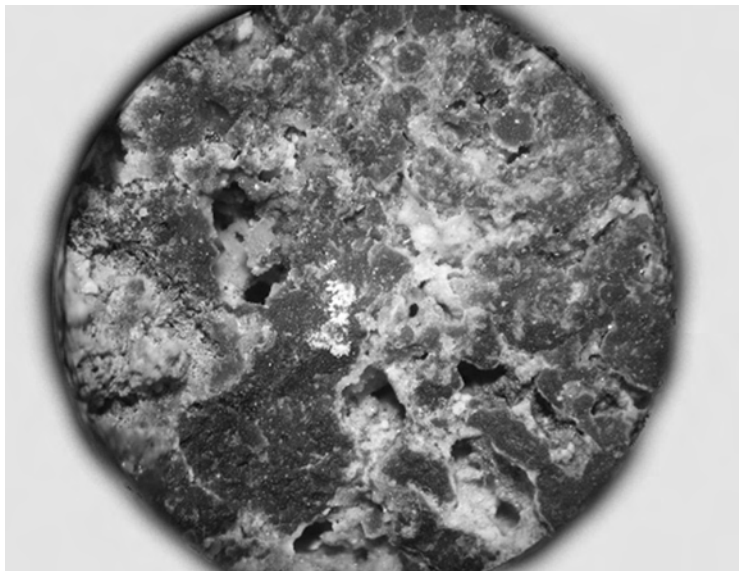


Рис. 3. Макро- и микропоры в гераклитах, покрытые пленкой мелкокристаллического кальцита

лись отдельно. Количество проб на участке из одного прослоя изменялось от 3 до 6. Всего было отобрано 52 пробы, часть из которых проанализирована в ИГГГИ НАН Украины. Результаты изучения газового состава флюидов из гераклитов приведены в таблице. Количество данных анализов позволяет сделать предварительные выводы о газоносности гераклитов. Отсутствие финансирования не позволило получить необходимую информацию для сравнения их по отдельным горизонтам, образцам с различной цветовой окраской и размерами, а также выявить аномальные зоны газоносности в обнажениях и проследить, с чем они связаны. Но даже этот результат несистемного опробования позволяет говорить, что гераклиты генетически связаны с глубинной палеодегазацией неогена, которая, возможно, продолжается в севастопольских бухтах и сегодня [4].

По результатам анализа газового состава флюидов, сохранившихся в порах гераклитов, выделяется три типа газоносности: метановый, тяжелый углеводородный и азотно-метановый-углекислый. Часто в одной точке опробования встречается несколько разновидностей, что, возможно, свидетельствует о непостоянстве газового состава палеодегазации даже в небольшом промежутке времени. Такие явления типичны для современных грязевых вулканов и сипов [2, 9, 17–19, 21, 22].

Содержание газов в гераклитах в очень большой мере зависит от пористости пород и изменяется от 2,559 до 216,39 г/т (с разницей в 100 раз). Образцы с высокими содержаниями, имеющие черный и коричнево-черный цвета, были отобраны вблизи зоны пересечения Севастопольского и Стрелецкого разломов. При визуальном изучении образцов с низкой газоносностью видно, что они сильно окварцованы, карбонатизированы и лишены крупных пор.

Во всех пробах в разных количествах содержатся метан и углекислый газ. Концентрация метана значительно превышает содержание углекислого газа.

Такая ассоциация газов характерна для газовых выделений грязевых вулканов, а также многих рудных жил, связанных с глубинной дегазацией [18, 19, 20, 24]. Содержание метана в процентном отношении составляет от 33,7 до 99,3%, а в весовом – от 0,363 до 112,8 г/т (разница достигает 30 раз). Высокое содержание метана характерно для образцов с черной окраской, взятых из зон Севастопольского и Херсонесского разломов.

Концентрации углекислого газа в флюидах гераклитов составляют 0,4 до 47,8%, а весовые – от 0,008 до 4,917 г/т (разница в 600 раз). Наибольшие содержания углекислоты обнаружены в плотных окварцованных образцах. Возможно, углекислый газ участвует в процессах катогенеза переотложения кварца и кальцита. Все крупные и мелкие поры в гераклитах покрыты сплошной пленкой белоснежных прозрачных кристалликов кальцита. Известно, что углекислый газ значительно лучше растворяется в водной среде, где формировались гераклиты, чем метан. Поэтому следует предположить, что его содержание в первичном подземном флюиде было значительно выше, чем таковое по данным современных результатов анализов. Углекислота является одним из главных компонентов глубинной палеодегазации, что подтверждается изотопным составом углерода из карбонатов гераклитов [10, 13].

## Состав флюидов в гераклитах по данным масс-спектрометрического химического анализа

Номер образца	Место отбора	Название породы, минерала	Компоненты: объемная доля, % весовые концентрации, $\cdot 10^{-6}$ г/т пробы						Относительная газонасыщенность $\Delta P$ , Па	Суммарная весовая концентрация $\cdot 10^{-6}$ г/т пробы
			CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	H <sub>2</sub> S		
Л-К	Пляж Херсонес	Гераклит	0,6 0,011	–	99,3 111,333	0,1 0,0003	–	–	1,46	111,344
Л-987/А	Мыс Хрустальный	Гераклит черный	2,8 0,130	–	96,5 52,000	–	–	0,7 0,005	0,53	52,135
Л-987/Б	То же	Гераклит коричнево-черный	1,2 0,104	–	94,4 215,600	3,9 0,660	0,5 0,026	–	2,13	216,390
Л-24/А	Мыс Солнечный	Гераклит черный	0,4 0,003	–	97,3 82,467	2,3 0,087	–	–	1,13	82,558
Л-24/Б	То же	Гераклит серовато-коричневый	2,3 0,150	–	82,4 87,583	10,9 2,250	4,4 0,525	–	1,03	70,508
Л-24/В	То же	Гераклит кремзовый	47,8 2,000	18,5 0,192	33,7 0,367	–	–	–	0,04	2,559
Л-28/А	Мыс Херсонес	Гераклит черный	0,5 0,008	–	98,6 112,800	–	–	0,9 0,010	1,00	112,818
Л-28/Б	То же	Гераклит серовато-коричневый	13,9 4,917	0,5 0,004	60,7 35,583	14,2 3,833	10,7 3,000	–	1,00	47,337
Л-997/А	Голубая бухта	Гераклит черный	7,1 0,880	–	91,7 56,467	–	–	1,2 0,020	0,87	57,367
Л-997/Б	То же	Гераклит серовато-коричневый	4,7 0,583	–	72,5 48,917	14,5 3,750	8,3 0,660	–	0,97	55,000
Л-997/Д	То же	Гераклит серый	1,3 0,018	–	98,7 41,404	–	–	–	0,44	41,422

Примечание. Масс-спектрометрический анализ выполнен аналитиком Б. Е. Сахно (масс-спектрометр МСХ-3А) под руководством заведующего отделом геохимии глубинных флюидов ИГГК НАН Украины И.М. Наумко.

Гомологи метана – пропан и этан – содержатся в гераклитах, которые имеют серовато- и кремво-коричневый цвета. Эти образцы по данным анализов ВНИГРИ (г. С.-Петербург) характеризуются повышенным содержанием битумов [13, 14, 24]. Сравнивая результаты анализов этана и пропана, отобранных из разных точек обнажения, следует отметить, что в зоне Херсонесского разлома их весовые концентрации несколько выше. Часто при истирании отдельных образцов гераклитов в порошок через незначительный промежуток времени улавливается запах ацетилена. Возможно, образование его происходит вследствие разложения карбида кальцита, наличие которого установлено по результатам изучения пород на электронном микроскопе [10].

Содержание азота выявлено в двух пробах гераклитов, в которых также было отмечено повышенное содержание углекислого газа. Его глубинное происхождение можно предположить, учитывая нахождение в составе современных вулканических газов фумарол в Байкальской рифтовой зоне, в грязевых вулканах и некоторых сипах Черного моря [19, 21, 22]. Этот газ входит в состав пластовых вод газовых месторождений Равнинного Крыма и совместно с сероводородом является косвенным признаком поиска месторождений нефти и газа [15, 16].

Сероводород в флюидах гераклитов связан с метановым типом газоносности, и концентрации его изменяются от 0,7 до 1,2%, а весовые – от 0,005 до 1,2 г/т. Необходимо отметить, что сероводород очень хорошо раст-

воряется в воде; поэтому, возможно, его содержание в анализах сильно занижено. Данные химических анализов гераклитов, выполненные ВНИГРИ (г. С.-Петербург), показывают отсутствие в них сульфидной и свободной серы. При изучении прозрачных шлифов в отраженном цвете отмечаются редкие находки кристаллов пирита (возможно, марказита) треугольной и кубической форм. Изотопный состав сульфидной серы из гераклитов соответствует метеоритному стандарту [10], что является доказательством поступления палеодегазации с больших глубин. В районе мыса Херсонес автором найдено обнажение, где встречаются "гераклиты", в прошлом состоящие из сульфидов (предположительно пирита). В наше время они окислены до гидроокислов железа, но в центральном ядре остались фрагменты псевдоморфоз лимонита по пириту (рис. 4). Здесь встречаются крупные обломки гераклита с прожилками, выполненными сульфидами, а в наше время они окислены до лимонита. Существование в неогене мономинеральных "аутигенных" сульфидных построек позволяет сделать предположение, что в некоторых случаях сероводород был основным компонентом газовых флюидов палеодегазации. Находки современных "пиритовых аутигенных" образований [8],

поднятых при драгировании шельфа Черного моря, предположительно связаны с сипами, в которых, как и в неогене, в составе газов преобладает сероводород.

Сероводородная зона в Черном море была установлена Н. И. Андрусовым в конце XIX в. На сегодня считается доказанным, что её природа имеет "биогеогенный" генезис [3–5, 8, 9, 17, 19]. При этом не учитывается, что в зонах с высоким содержанием сероводорода находится большинство сипов Черного моря [11, 21, 22]. В прибрежной аэробной зоне бухт Очертай и Севастополя пузырьковые выделения газа сопровождаются контрастными аномалиями сероводорода, но в анализах, взятых в бухтах, его содержание очень низкое или отсутствует [4, 11]. Это связано с хорошей растворимостью сероводорода в воде. Современная методика отбора проб газа непосредственно из сипов не позволяет провести эти работы за короткий промежуток времени, что ставит под сомнение точность результатов его состава.

Исследователями Черного моря доказано широкое распространение подводного грязевого вулканизма. На некоторых из них зафиксированы выбросы газов больших объемов, значительно превышающих газовую эманацию таких процессов на суше [3, 18,

24]. Анализы газового состава выбросов грязевых вулканов суши часто содержат сероводород. Академик Е.Ф. Шнюков выдвинул гипотезу, что подпитка и образование сероводородной зоны в Черном море связаны с деятельностью грязевого вулканизма и сипов [24]. Глубинное происхождение сероводорода, послужившего причиной заражения моря, подтверждается его наличием во многих источниках Горного Крыма и в скважинах для водоснабжения, пробуренных в зонах разломов. Анализ воды из них характеризуется высокими содержаниями сероводорода, йода, брома и кремнезема. Породы водоносного горизонта и ниже залегающих слоев не содержат органики, а



Рис. 4. Гераклиты угловатой и рвано-оскольчатой формы в брекчиевидных известняках. Буро-коричневые "стяжения" угловато-округлой формы, выполненные лимонитом и гидроокислами железа (возможно, фрагменты выветривания пиритовых построек неогена). Мыс Херсонес

многие скважины эксплуатируются более полувека, но запах сероводорода в воде до сих пор присутствует, что позволяет говорить о глубинной подпитке его из недр.

Данные по геологическому строению вмещающих толщ с гераклитами и по литологии позволяют высказать предположение, что их образование происходило в шельфовой зоне юго-восточной части Паратетиса в два этапа [12, 13]. Вначале в результате просачивания и пузырькового выделения углеводородов в зоне активных разломов формировались бактериальные постройки карбонатных матов. Вокруг них находились своеобразные оазисы жизни, где органическое вещество, полученное при переработке метана археями, использовалось в процессах жизнедеятельности колониями моллюсков, гастропод и серпул. Большинство обломочного материала фауны из гераклитов покрыто черной пленкой органики, что характерно для зон современной дегазации [9]. Второй этап образования гераклитов связан с крупными импульсами выбросов газа, вызванных сейсмической активностью региона [6]. В этот момент происходило разрушение построек до брекчиевидного материала и его быстрое захоронение. После этого наступал некоторый перерыв в поступлении газов из недр в гидросферу и происходило формирование обычных карбонатно-терригенных осадков. Общий временной интервал активной палеодегазации включает в себя время с середины караганского до конца сарматских веков, что по абсолютной геохронологии соответствует более 3 млн лет. Наиболее интенсивно импульсные выбросы газа происходили в верхнем сармате, в это время их было больше десяти. Временной интервал между отдельными выбросами составлял от 10 тыс. до 500 тыс. лет, что предположительно связано с периодами сжатия и растяжения верхней части земной коры региона. Следы процессов глубинной углеводородной палеодегазации неогена фиксируются в отложениях плиоцена бухт Севастополя в виде прослоев, обогащенных битумами и современными струйчатыми выделениями газов в зоне Севастопольского разлома [4, 15].

Процессы углеводородной дегазации из мантийного вещества в литосферу идут

постоянно. В периоды, когда нет крупных выбросов газов в атмосферу и гидросферу, возможно, происходят процессы, которые приводят к формированию залежей нефти и газа в верхней части осадочной земной коры. Можно сделать предположение, что формирование таких залежей в Юго-западном Крыму происходило с неогена до нашего времени [15, 16].

Очень сложным является процесс взятия анализов для определения состава газовых флюидов сипов и грязевых вулканов, расположенных на дне Черного моря. Это связано с дистанционным способом отбора проб, большими глубинами, импульсно-пульсирующим характером газовыделения, различной степенью растворимости разных газов при больших давлениях, наличием карбонатных построек над их выходами и с малыми размерами конусов дегазации. Поэтому данные опробования отдельных точек имеют значительные различия по составу газов и их содержанию. По данным суммарного опробования состав флюидов представлен на 65–99,6% метаном, в меньших количествах присутствует этан, пропан, изобутан, пентан, азот, углекислый газ, водород, сероводород, гелий и аргон [2, 3, 9, 11, 17–19, 21, 22, 24]. Этот набор указывает, что состав газов из современных сипов не отличается от газового состава флюидов из гераклитов, что является подтверждением их генетического родства. Поэтому следует поставить под сомнение "биогеогенный" генезис углеводородов современных холодных сипов Черного и других морей. Правда, нельзя полностью отрицать существование биогеогенного метана, но его объемы образования несравнимы с поступлением углеводородов из недр.

Доказательствами глубинной природы палеодегазации в неогене по результатам изучения гераклитов являются: наличие тяжелых углеводородов, углекислого газа, азота и сероводорода; присутствие неокисленной легкой нефти [12, 23]; изотопный состав углерода и серы [10, 13]; импульсный характер палеодегазации; значительные объемы выбросов газа из недр; связь с неотектоникой и сейсмическими процессами [6]. Дополнительным доказательством служит отсутствие в неогеновой карбонатно-терригенной толще прослоев,

обогащенных органикой для создания биогенного метана, а в районе мыса Фиолент породы с гераклитами залегают непосредственно на юрских эффузивах, мощность которых по данным геофизики более 2 км.

Исследование газового состава гераклитов позволяет приблизиться к решению некоторых вопросов глубинной дегазации, а практическим его значением является прогноз нефтегазоносности Юго-западного Крыма [15, 16]. На основании изучения газов из флюидов гераклитов можно сделать следующие выводы:

– состав газов из них идентичен газовому составу газовых флюидов современных грязевых вулканов и сипов морей и океанов, что является доказательством их общего генезиса;

– полученные данные ставят под сомнение "биогенную" природу метана из сипов Черного моря и других морей;

– неогеновая палеодегазация связана с глубинными процессами;

– в составе газов преобладает метан, а в образцах, обогащенных нефтепродуктами, встречаются тяжелые углеводороды;

– присутствие сероводорода и азота указывает на глубинное формирование флюидов в восстановительной среде и, возможно, на неогеновый возраст сероводородного слоя в Черном море;

– широкий разброс концентраций углеводородов свидетельствует об импульсном характере палеодегазации и является хорошим признаком поиска месторождений нефти и газа;

– наличие прямых и косвенных признаков нефти и газа в гераклитах позволяет рекомендовать проведение поисковых работ в Юго-западном Крыму.

Автор благодарит д-ра геол. наук И. М. Наумко и Б. Е. Сохно за оказанную помощь в изучении газового состава гераклитов.

## Список литературы

1. Валяев Б. М. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений // Геология нефти и газа. – 1997. – № 9. – С. 1–6.
2. Геворкян В. Х., Бураков В. И., Исагулова Ю. К. и др. Газовыделяющие постройки на дне северо-западной части Черного моря // Докл. АН УССР. – 1991. – № 4. – С. 80–85.
3. Егоров В. Н., Поликарпов Г. Г., Гулин С. Б. и др. Современные представления о средообразующей и экологической роли струйных метановых газовыделений со дна Черного моря // Мор. екол. журн. – 2003. – Т. 2, № 3. – С. 5–26.
4. Єремєєв В. М., Єгоров В. М., Полікарпов Г. Г. Нові струминні метанові газові виділення із дна моря в акваторії Севастополя // Вісн. НАН України. – 2007. – № 4. – С. 47–50.
5. Иванов М. В., Поликарпов Г. Г., Леин А. Ю. и др. Биохимия цикла углерода в районе метановых газовыделений Черного моря // Докл. АН СССР. – 1991. – Вып. 320, № 5. – С. 1235–1240.
6. Игнатченко Н. А. О влиянии землетрясений на образование газогидратов в осадках Черного моря // Геол. журн. – 1996. – № 1–2. – С. 187–192.
7. Костова С. К., Поповичев В. Н., Егоров В. Н. и др. Распределения ртути в воде и донных отложениях в местах локализации струйных метановых газовыделений со дна Черного моря // Мор. екол. журн. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 47–55.
8. Леин А. Ю. Жизнь на сероводороде и метане // Природа. – 2003. – № 10. – С. 1–13.
9. Леин А. Ю., Пименов Н. В., Саввичев А. С. и др. Метан как источник органического вещества и углекислоты карбонатов на холодном сипе в Норвежском море // Геохимия. – 2000. – № 3. – С. 268–281.
10. Лукин А. Е., Лысенко В. И., Лысенко Н. И., Наумко И. М. О происхождении гераклитов // Геолог Украины. – 2006. – № 3. – С. 23–39.
11. Луцки А. В., Морозов В. И., Павкин В. П., Юровский Ю. Г. и др. Особенности формирования подземных вод в западной части Равнинного Крыма (на примере района бухты Очеретай) // Геол. журн. – 1985. – Т. 45, № 3. – С. 101–107.
12. Лысенко Н. И., Лысенко В. И. Необычный камень – "гераклит" и проблемы дегазации метана в миоцене Крыма // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона: Сб. докл. III Междунар. конф. "Крым-2001". – Симферополь, 2001. – С. 76–82.
13. Лысенко В. И. Гераклиты – карбонатные образования газовых источников и грязевых вулканов миоцена // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона: Сб. докл. VII Междунар. конф. "Крым-2007". – Симферополь, 2008. – С. 214–225.



14. *Лысенко В. И., Ковальчук М. С.* Газовый состав флюидов из гераклитов (Юго-западный Крым) // Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Сб. докл. VIII Междунар. конф. "Крым-2009". – Симферополь, 2010. – С. 96–103.
15. *Лысенко В. И., Ковальчук М. С.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности Юго-западного Крыма // Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Тез. докл. IX Междунар. конф. "Крым-2011". – Симферополь, 2011. – С. 78–80.
16. *Лысенко В. И.* Результаты изучения палеодегазации неогена и перспективы нефтегазоносности Юго-западного Крыма // Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Тез. докл. X Междунар. конф. "Крым-2012". – Симферополь, 2012. – С. 96–98.
17. *Пименов Н. В., Русанов И. И., Поглазова М. Н. и др.* Бактериальные обрастания на коралловидных постройках в местах выхода метановых газовыделений в Черном море // Микробиология. – 1997. – № 6. – С. 7–14.
18. *Сывороткин В. Л.* Глубинная дегазация Земли и глубинные катастрофы. – М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. – 250 с.
19. *Рахманов Р. Р.* Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. – М.: Недра, 1987. – 174 с.
20. *Ронов А. Б.* Вулканизм, карбонатнакопление, жизнь (закономерности глобальной геохимии углерода) // Геохимия. – 1976. – № 8. – С. 1252–1272.
21. *Рязанов А. К.* Газ и газовые туманы на шельфе Черного моря // Докл. АН УССР. – 1996. – № 4. – С. 90–94.
22. *Ткешелашвили Г. И., Егоров В. Н., Мествиришвили Ш. А. и др.* Метановые газовыделения со дна Черного моря в приустьевой зоне реки Супса у побережья Грузии // Геохимия. – 1997. – № 3. – С. 331–335.
23. *Шнюков Е. Ф., Щербаков И. Б., Шнюкова Е. Е.* Палеоостровная дуга севера Черного моря. – Киев, 1997. – 287 с.
24. *Шнюков Е. Ф.* Грязевой вулканизм в Черном море // Геол. журн. – 1999. – № 2. – С. 38–47.

Севастоп. фил. МГУ,

Севастополь

E-mail: Niagara\_sev@mail.ru

Статья поступила

10.10.12