

Лысенко В.И.

## **Современная «карбонатная постройка» в пляжной зоне бухты Ласпи - продукт процессов взаимодействия литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы (Южный берег Крыма)**

Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в Севастополе, г. Севастополь  
e-mail: Niagara\_sev@mail.ru

**Аннотация.** Примером холодной дегазации недр на шельфе является выход газов в подводной части пляжной зоны бухты Ласпи. Состав пузырьков газового флюида представлен метаном, этаном, пропаном и сероводородом, что свидетельствует о его глубинном генезисе.

Результаты геологических исследований выходов холодной дегазации углеводородов в подводной части пляжной зоны бухты Ласпи подтверждают, что вокруг участка газовых струй в активной геодинамической среде формируется «карбонатная постройка» с оазисом жизни. Она представлена гравелитами и галечниками, сцементированными пленочным арагонитом и кальцитом. Образование карбонатного цемента конгломератов в пляжной зоне связано с жизнедеятельностью микро- и макрофауны и флоры местного биоценоза. Высокие скорости цементации галечников позволяют сделать предположение о более молодом возрасте современных карбонатных построек больших глубин Черного и других морей.

Выдвигается гипотеза, что кислород для образования органического вещества и окисления углерода и серы археи получают за счет разложения воды. В дальнейшем этот способ получения кислорода у них переняли цианобактерии и растительный мир. Поэтому на дне Черного моря в сероводородной зоне у бактериальных матов с современной дегазацией возможны находки жизнедеятельности аэробной фауны.

**Ключевые слова:** метан, дегазация, арагонит, возраст, биогеоценоз, конгломераты, карбонатные постройки.

### **Введение**

Полученные за последний период данные изучения глобальных процессов холодной дегазации позволяют многим ученым сделать вывод, что образование месторождений нефти и газа - это побочное явление на фоне более масштабной углеводородной эманации Земли в литосферу, атмосферу и гидросферу [4,20]. Не вызывает сомнения тот факт, что холодные комплексные углеводородные флюиды из недр Земли оказывают влияние на климатические процессы в атмосфере и являются крупными поставщиками вещества для создания биогенного и карбонатного материала в результате реакций хемосинтеза на дне морей и океанов [5,20]. Объемы этого вещества, созданного на границе гидросферы и литосферы простейшими организмами, сравнимы с количеством полученным в результате фотосинтеза. Поэтому изучение газового состава современных холодных флюидов в бухте Ласпи Черного моря является актуальным для познания генезиса этих газов и влияния процессов дегазации на литосферу, гидросферу, атмосферу и биосферу.

Наиболее детально процессы глубинной дегазации изучены в Черном море. Первые глубинные акустические аномалии, связанные со струйными выходами метана, были обнаружены болгарскими учеными в 1985 г. В последующие годы их наблюдали и изучали отечественные и зарубежные ученые. Сегодня зафиксировано свыше трёх тысяч точек выделения газа, часть из них приурочены к подводным грязевым вулканам. С местами подводных выходов газов связаны современные аутигенные карбонатные постройки, отложения газогидратов, а также месторождения нефти и газа. Разнообразие связей между дегазацией, карбонатизацией и наличием жизни на дне Черного моря можно свести к следующим сочетаниям. Большая часть участков струйного выделения газов на шельфе и континентальном склоне характеризуется наличием бактериальных матов и процессов карбонатизации. Известны точки дегазации, где отсутствует жизнь и карбонатные постройки, что связано с молодым возрастом газовых струй углеводородов. Встречаются участки дна, где есть карбонатные постройки, но нет бактериальных матов из-за прекращения процессов дегазации углеводородов [6]. Возможно, существуют участки донной дегазации, где старые карбонатные постройки разрушены сейсмическими процессами, а новые ещё не сформированы [6,26].

Струйная дегазация углеводородов в морях и океанах в основном связана с тектоническими зонами, которые часто продолжаются на континенте. Процессы выделения холодных флюидов происходят не только в глубоководной части Черного моря, но и в мелководной прибрежной зоне и на прилегающей суше. Имеются данные изучения пузырьков выходов газа у берегов Тарханкута, Керченского полуострова, Севастопольской и Ласпинской бухтах [9,24]. В ходе их исследования большое внимание уделялось картированию и геохимическому составу газов, меньше изучению геологических процессов, которые их сопровождают.

Районом исследований процессов современной дегазации и карбонатизации на является глубоководная пляжная зона бухты Ласпи. Участок струйного выделения газа, приурочен к центральной части бухты, где она несколько вдается в побережье. Находится он на расстоянии 15.0 – 20.0 метров от береговой линии. Особый интерес представляет геолого-геоморфологическая обстановка. Берег напротив выходов холодной дегазации представляет собой клиф, высотой около двадцати метров. Он сложен породами таврической серии в нижней части, а западнее и восточнее участка - четвертичными пролювиально-делювиальными отложениями. Нижняя часть подводной абразионной террасы сложена коренными породами таврической серии, на ней залегают пляжные галечники. Породы таврической серии представлены серо-черными глинами с прослоями песчаников, алевролитов и аргиллитов и слагают ядро Ласпинской антиклинали. Прямолинейная береговая линия и смятие пород свидетельствуют о наличии тектонической зоны северо-западного простирания, по которой опущена юго-восточная часть антиклинали. Рядом в овраге перпендикулярно берегу картируется второй разлом. Предположительно, с зоной их пересечения связано поле струйного выделения газовых флюидов из пород таврической серии. Участок выделения газов находится на абразионной террасе, перекрытой маломощным чехлом морских пляжных отложений (около одного метра).

Наблюдения за выходами газа проводились в летний период с 2004 по 2013 г.г.. За это время местоположение конкретных точек выходов пузырьков газа и их количество менялось, но сам участок дегазации остался приблизительно в тех же границах. Его общая площадь составляет около 500 квадратных метров. Большая часть выходов пузырьков газа находится на поверхности скального образования, представляющего собой асимметричный вал. Он имеет протяженность 30.0 м., ширину 10.0 м и высоту не больше 0,5 м, и характеризуется пологой наклонной поверхностью в сторону открытого моря и крутым (до 70 градусов) уступом со стороны берега. Внешняя по отношению к берегу поверхность скального образования погружена под песчаные отложения прилегающего дна, что не позволяет точно оценить его размеры. Вал вытянут вдоль береговой линии. В местах выхода газа отмечаются небольшие воронки (0,5 - 1,5 см), окруженные миллиметровыми валиками, которые в западной научной литературе получили названия покмарки.

За время изучения процессов дегазации в бухте Ласпи в разные годы насчитывается от 10 до 20 точек струйных выходов газа. В среднем из точки дегазации наблюдается поток от 30 до 80 пузырьков газа за одну минуту, размером от 5.0 до 15.0 мм (возможно существуют и более мелкие пузырьки). Наблюдается периодичность в их выбросах. В начале происходит отрыв двух-пяти мелких пузырьков, после, в нарастающем темпе, - рой (15-30) более крупных, затем наступает затишье на 10-15 секунд. После цикл повторяется. В течении дня количество выбросов из одной точки наблюдения изменяется как в большую, так и в меньшую сторону. За период наблюдения установлен факт увеличения размеров пузырьков и объемов выбросов газа в периоды новолуний и полнолуний.

По данным анализов, состав углеводородов в газе пузырьков бухты Ласпи принципиально не отличается от флюидов глубоководных сипов Черного моря [6,11,15,18,19]. Главным компонентом его является метан с содержанием в пробах от 61.9% до 91.9% [15]. Наличие невысоких концентраций этана (от 1.24% до 2.87%) и пропана (от 0,006% до 0,018%) в пробах [15], непостоянство газового состава во времени и пульсирующий характер выделения его из пород таврической серии является доказательством глубинного генезиса дегазации. Не определенная неизвестная часть состава газа в пробах составляет от 5 до 40 % от общего объема и возможно представлена азотом, углекислым газом, сероводородом, водородом и инертными газами. Такое предположение можно сделать на основе аналогии с газовым составом из скважин, пробуренных в породах таврической серии в районах Алупки и Ялты. [8].

Пробы воды, отобранные из точек струйной дегазации в пляжной зоне бухты Ласпи, имеют сильный запах сероводорода, который является одним из компонентов газового флюида. Его поступление из недр составляет не более первых процентов, но этого достаточно для создания анаэробных условий около выходов пузырьков газа в карбонатной постройке. Учитывая, что выходы газа на дне бухты происходят непосредственно из толщи пород таврической серии, следует полностью исключить возможность образования сероводорода в результате разложения современной органики. Косвенным доказательством этого предположения является присутствие его во многих скважинах и источниках Южного берега Крыма (ЮБК), приуроченных к породам таврической серии и средней юры [8].

Интересно геологическое строение площади выходов дегазации в бухте Ласпи. На слабоволнистой поверхности вала имеются места покрытые тонким слоем желеподобного мата серовато-розового цвета. Под матами поверхность отложений перекрыта тонкой (1.0–3.0 мм) пористой корочкой игольчатого арагонита серовато-белого цвета с шелковистым блеском на изломе. При рассмотрении под микроскопом заметна его микрополосчатость, которая придает ему внешнее сходство с отложениями травертинов. Изучение образцов из средней и нижней части валообразной постройки показало, что она сложена конгломератами и гравелитами на карбонатном цементе (рис. 1). Они имеют слабовыраженную слоистость, повышенную пористость и содержат большое количество мелких створок двухстворчатых моллюсков и трубок серпул. Литологический состав

обломочного материала не отличается от галечников пляжа, а разница в гранулометрическом составе и более хорошей сортировке. Это объясняется отложением материала для конгломератов в более спокойной обстановке. Цементом конгломератов и гравелитов является желто-белая карбонатная пленка мощностью от 0,5 мм до 5,0 мм, которая находится вокруг галечного материала (рис. 1).



**Рис. 1.** Конгломераты и гравелиты постройки цементированные пленочным карбонатным цементом.

Часть пленочного цемента представлена волокнистым арагонитом белого цвета. На поверхности гальки известняков и в пустотах цемента конгломератов встречаются звездчатые сростки кристаллов арагонита (размером 2,0–4,0 мм) и новообразования прозрачного кальцита призматической формы до 3,0 мм. (рис. 2). Иногда между галечным материалом встречаются сферолиты сноповидных удлинённых кристаллов арагонита, размером до 3,0 мм. Похожие формы выделения приводятся при описании карбонатных построек Черного, Охотского и Норвежских морей [16,26]. Часть галек в конгломератах покрыта черной пленкой, иногда такие черные примазки развиваются и по трещинам в породе, что является доказательством образования конгломератов в восстановительной среде. Это черное биоуглеродное вещество при прокаливании сгорает.



**Рис. 2.** Звездчатые сростки кристаллов арагонита и прозрачного кальцита призматической формы на галечном материале конгломератов. Увел.8.

Данные сравнительных геохимических анализов микрокомпонентов цемента и известняка из галек конгломератов показали, что содержание меди, свинца, никеля, кобальта, цинка, стронция, бария, фосфора, ванадия и бора в карбонатном цементе в несколько раз выше, чем в галечниковом материале [15]. Повышенные содержания этих элементов характерны для донных выбросов газа

бухты Очеретай и современных глубинных карбонатных построек Черного и других морей [26]. По нашему предположению процессы выделения газа в прибрежной части бухты Ласпи имеют одну природу с дегазацией больших глубин морей, океанов и озера Байкал. На связь с глубинной дегазацией и тектоникой указывают следующие факторы: импульсный непостоянный характер выбросов по составу и объему; присутствие в пробах кроме метана ещё газов тяжелых углеводородов, сероводорода и возможно двуокиси углерода, азота и водорода [6,12,24,25,28]; изменение содержания сероводорода и минерализации морских вод около источников газирования и повышенные содержания Cu, Pb, B, Ni, Zn, Ag, As, V.

Можно предположить, что в зоне выхода метана бухты Ласпи происходит его частичная переработка метанотрофными бактериями с сообществом архей в органическое вещество и углекислый газ. Поэтому процессам накопления галечников сопутствуют процессы их «мгновенного» диагенеза, т.е. превращения в конгломераты. Поступление галечного материала с волновыми процессами на поверхность карбонатной постройки и его цементация происходят одновременно. На высокую скорость цементации указывают многочисленные находки в центральной части постройки крупных кристаллов арагонита и кальцита, мелких створок раковин двухстворчатых моллюсков и серпул. В наше время возможность таких высоких скоростей образования карбонатного цемента подтверждаются экспериментами, проведенными в институте микробиологии РАН. Всего несколько часов требуется для того чтобы чехлы бактерий окаменели [17]. В сезон активных динамических процессов, связанных с зимними штормами, часто происходит разрушение карбонатной постройки и на пляж выбрасываются плитчатые глыбы конгломератов. За небольшой промежуток времени к летнему периоду зона дегазации залечивает свои «раны» за счет жизнедеятельности биологических сообществ. Можно считать, что вал вокруг полей струйной дегазации углеводородов, сложенный конгломератами, является своеобразной «карбонатной постройкой» бухты Ласпи - аналогом глубинных построек Черного и других морей. Здесь органическое вещество и карбонаты являются продуктом взаимодействия литосферы (источника поступления гидротермальной энергии и газов из недр), гидросферы (среды образования), атмосферы (газовых пузырьков углеводородов, сероводорода и углекислого газа) и биосферы (строителей карбонатных построек и биогенного органического вещества).

Как уже было сказано, результаты изучения процессов карбонатизации в пляжной зоне свидетельствуют о почти мгновенной цементации галечников. Объемы выбросов газа здесь, по-видимому, в сотни раз меньше, чем на больших глубинах Черного моря. Поэтому скорость и масштабы карбонатизации на шельфе и на континентальном склоне значительно превышают скорость процессов в пляжной зоне. Наличие на образцах, поднятых с больших глубин Черного моря микробных матов позволяет утверждать, что там идут интенсивные современные процессы образования карбонатного материала [5,6,9,11]. В наше время считается, что возраст карбонатных построек на дне Черного моря в соответствии с ростом глубины изменяется от трех тысяч до семнадцати тысяч лет и более [9,11,19,25]. Одни исследователи объясняют это процессами колебаний верхней границы сероводородной зоны [11], другие – фазами глобального оледенения [11,26] и структурной перестройкой зон разломов с участками дегазации [26]. Также высказывается предположение, что для строительства карбонатных построек используется метан, который образуется за счет переработки органического вещества древнечерноморских отложений, возрастом более 3,5 тысяч лет [5,19]. В этом случае трудно определить время, когда происходил сам процесс строительства постройки, и объяснить, почему нижняя часть её сложена углеводородом из более древних пород, а верхняя – из более молодых.

С чем же связаны такие большие цифры возраста современных карбонатных построек, полученные с помощью радиоуглеродного метода? По мнению автора, при интерпретации результатов возраста не учитывались следующие факторы: образование изотопа углерода ( $\delta^{14}\text{C}$ ) из азота происходит в верхних слоях атмосферы [1,16], а поступление его из атмосферы в водную среду Черного моря происходит через значительный промежуток времени [1,16]; в сероводородной зоне вертикальная циркуляция водных масс отсутствует или очень слабая, что связано с градиентом солености; колебания содержания изотопов углерода  $\delta^{13}\text{C}$  в образцах построек [3,9,11,13,19] означает открытость системы его поступления [16]; образование карбонатных построек происходит в основном за счет поступления метана и углекислого газа из недр, а незначительная часть – за счет углекислоты из окружающей водной среды; при осаждении карбоната процессами биологического окисления метана используется в основном легкий углерод и происходит обеднение его тяжелыми изотопами.

Перечисленные факторы позволяют считать, что завышен возраст карбонатных построек, а на их современное образование указывают следующие факты: обрастание бактериальными матами [5,6,11,19,25]; обнаруженные в них мелкие карбонатные включения (бактериальный жемчуг) [5]; сохранность хрупких древовидных карбонатных построек высотой до пяти метров в сейсмической зоне и существование в их районах активного накопления осадочного материала [6,9,18,25,26]. В наше время исследователи, занимающиеся радиоуглеродным датированием, установили факты удревнения возраста органических соединений, получающих углерод с процессами глубинной

дегазации. Так, возраст современного мха, растущего в гидротермальных источниках поверхностных вулканов, определённый радиоуглеродным методом, оказался от шести до восьми тысяч лет [22]. Сведения по искажению датировок раковин моллюсков около очагов флюидов впервые приводятся в работе П. Аарона с соавторами [27]. Результаты получены при изучении карбонатных образований и раковин двухстворчатых моллюсков из Мексиканского залива в зонах дегазации. Данные анализов позволили исследователям сделать вывод, что датировать можно только раковины, имеющие изотопный состав нормальных морских карбонатов ( $\delta C^{13} = 0 \pm 3 \text{ ‰}$ ) и высокие значения  $\delta C^{14} \text{ ‰}$ . Датировка остальных образцов содержит значительную ошибку [27]. Используя за основу этот метод, работы по уточнению возраста карбонатных построек были проведены на материале, взятом около очагов разгрузки флюидов на склонах котловины Дерюгина в Охотском море. Сравнивая возраст карбонатных образований и моллюсков, исследователи постарались дать оценку искажению возраста и выполнить корреляцию результатов радиоуглеродного датирования карбонатов с помощью соотношения  $\delta C^{13} / \delta C^{12}$  [13]. В результате пересчета поправка в возрасте составила от одной до девяти тысяч лет [13]. Образование аутигенных карбонатов склонов котловины Дерюгина происходило за период не более двух тысяч лет и большинство из них имеют современный возраст [13]. На Черном море подобную работу по корреляции возраста можно выполнить для карбонатных построек шельфовой зоны, в которых отмечаются включения обломочного материала современных раковин. В будущем, чтобы привести «радиоуглеродный» возраст карбонатных построек сероводородной зоны Черного моря к календарному, необходимо ввести поправки на изотопное соотношение углеводорода, скорость циркуляции водных масс и глубину их находки. Численное значение этих показателей можно получить при исследовании конкретных эталонных объектов на шельфе, континентальном склоне и в котловине Черного моря подводными аппаратами в течении нескольких лет.

В бухте Ласпи с валообразной «карбонатной постройкой» связан местный «оазис жизни». Его богатство и разнообразие животного и растительного мира резко отличается от почти безжизненного окружения пляжных отложений галечника, гравия и песка. В «оазисе жизни» большая часть поверхности покрыта зарослями бурых и красных водорослей, колониями мшанок, на которых также отмечены микробные маты розовато-серого цвета. Они цементируют галечниковую часть «карбонатной постройки» в виде корки и консолидируют ее отдельные части в единое целое. Мшанки покрывают галечный материал, створки моллюсков, трубки серпул и нижние части водорослей карбонатными сотовыми ячейками. Водорослевой покров и колонии мшанок являются своеобразной защитой «карбонатной постройки» от поверхностного волнового разрушения. Малоизученной является роль сверлящих организмов и водорослей, которые создают повышенную пористость в поверхностном цементном покрове и верхней части галек известняка. Возможно, эти поры являются местом обитания для микроорганизмов, а карбонатный материал их растворения используется для образования цемента конгломератов. В большом количестве на поверхности постройки встречаются карбонатные трубки полихет. Это червеобразные закрученные раковины серпул и спиральные кольца спирибисов. Их трубки характеризуются довольно крупными размерами, массивной скульптурой, а в их центральной части часто отмечаются налеты органики черного цвета. Подобное автор наблюдал на стенках серпул из пород верхнего мела и миоцена [14]. Возможно, это следы их симбиоза с метанотрофными микроорганизмами, производящими сложные биогликогенные соединения. Перерабатывая метан, микроорганизмы создают биопroduкцию для начального звена пищевой цепочки, в конце которой находятся бентоядные рыбы. Бухта Ласпи в весенне-зимний период является местом нагула и размножения кефали и пеленгаса. Вопросами существования взаимосвязи кормовой базы промысловых рыб с местами дегазации в Черном море никто не занимался. Это природное явление хорошо изучено в водах Каспийского моря и Мексиканского залива, где по изотопному составу тканей животных установлено их питание за счет органики, созданной метанотрофными бактериями [28] и доказана связь концентраций кормовых ресурсов осетровых рыб с местами дегазации углеводородов на дне Каспийского моря [4].

Для создания биоорганического вещества бактериями и археями с помощью хемосинтеза кроме углерода требуется кислород, водород, азот, сера, фосфор и вода с катионами K, Mg, Ca, Fe и Mg. Все эти элементы входят в состав морской воды и флюидов из недр. Из-за высоких концентраций сероводорода и метана в местах дегазации процессы хемосинтеза в основном происходят в анаэробных условиях. В бухте Ласпи такие условия существуют на поверхности бактериальных матов и внутри конгломератов. Получение сложного органического вещества без энергетических затрат невозможно. Поэтому этот процесс осуществляется консорциумом метанотрофных, метаногенных, нитротрофных и сульфатредуцирующих бактерий и архей. По-видимому, между ними происходит своеобразный обмен усвоенными элементами, органикой и энергией, которая получается за счет окисления углерода и серы. Кислород для создания органического вещества и реакций окисления некоторые виды архей, по гипотезе автора статьи, научились получать за счет разложения молекул воды. Этот процесс они освоили в период, когда в гидросфере и атмосфере отсутствовали не только кислород, но и какие либо другие химические соединения с ним. Позднее этот метод извлечения кислорода из воды переняли и используют в настоящее время цианобактерии и растения в процессах



фотосинтеза. Производство кислорода археями в анаэробной зоне предположительно может достигать таких масштабов, что часть его становится доступным для дыхания подводного животного мира. На процесс образования кислорода археями в анаэробной среде из воды в наше время указывают следующие факты: изотопный состав кислорода из карбонатных построек [9,11,25,26]; наличие аэробных метанотрофов в бактериальных обрастаниях карбонатных построек сероводородной зоны на глубинах 500 – 1600 м [5]; содержание кислорода в отдельных пробах из придонного слоя в сероводородной зоне Черного моря на глубинах от 800 м до 2000 м [21]; наличие бурых гидроокислов железа по трещинам в образцах горных пород, поднятых из сероводородной зоны Черного моря с глубины 1700 м [26]; сростки кристаллов арагонита, целестина, гипса, барита и кальцита в поверхностных донных отложениях котловины Черного моря (устное сообщение Н. Г. Сергеевой о результатах изучения минералогии донных отложений в институте Южморгеология); наличие в жабрах моллюсков и крабов из оазисов срединных океанических хребтов архей-симбиотов [5,12]; присутствие крупной фауны около гидротермальных источников в анаэробной среде метана и сероводорода [12]; покрытие охристой пленкой (окисление сульфидов железа), остывших частей сульфидных труб черных курильщиков [12].

Долгое время считалось, что в Черном море глубже двухсот метров отсутствует кислород и аэробные формы жизни, но в 1987 году на единичной станции в пробах донной воды был обнаружен кислород [21]. Дальнейшие работы по опробованию водной толщи Черного моря показали, что его концентрации неоднократно отмечаются в отдельных точках взятия проб из придонных слоев на глубине до двух километров. Мощность кислородсодержащего слоя у дна составляет 1.0 -1.5 метров и не превышает десяти метров [21]. Имеются данные содержания кислорода на дне в западной и восточной частях котловины на расстоянии сотни километров от берега. Большинство работ по опробованию производились в районах глубоководных каньонов продолжения рек Днепр, Дунай и Кизил-Ирмак, где в зонах крупных разломов активно происходят процессы дегазации углеводородов [6,10,26]. Аномальные содержания кислорода на данных глубинах исследователи объяснили поступлением на дно значительной массы «тяжелой» речной воды, насыщенной терригенной взвесью [21]. Авторы настоящей статьи ставят под сомнение предположение о том, что легкая пресная вода слоем около десяти метров по довольно сложному геоморфологическому профилю рельефа может прорваться до глубины двух тысяч метров не изменив свою соленость и газонасыщенность. Не выдерживает критики и вторая версия объяснения содержания кислорода в пробах взятых в центральной части западной котловины ( пр 840), основанная на возможности поступления больших объемов воды в осенне-зимний период из Мраморного моря. [21]. Согласно ей вода не успевает трансформироваться и создает на глубинах более двух километров придонный слой обогащенный кислородом. Мощность этой кислородной прослойки у дна составляет 1.2 - 3.0 м [21]. Непонятно, какими физико-химическими свойствами должен обладать этот тонкий клин кислородной воды из Средиземного моря, чтобы не впитывать растворенный сероводород из окружающей водной среды и вновь образуемый сульфатредуцирующими бактериями из поверхностного слоя донных осадков? Если такой слой с кислородом существует у дна в западной котловине Черного моря, то как осуществляется подпитка сероводородом верхней водной толщи?

Ещё одну версию о связи кислородных зон на больших глубинах с субмаринными источниками и выходами прируслового стока рек высказали исследователи, занимающиеся изучением очагов существования «пресноводной и солоноватой фауны» [2]. Их выводы основывались на «океанических и гидрогеологических исследованиях», которые показали, что в придонных слоях Балаклавского, Кастельского, Судакского, Ялтинского и других каньонов Черного моря отмечаются зоны с водой пониженной солености от 12 ‰ до 17 ‰ (при фоновых зачислениях 21-22 ‰). Исследователи связали опреснение воды с поступлением в сероводородную зону субмаринных вод, обогащенных кислородом [2]. Геологическое строение региона позволяет нам сомневаться в такой трактовке. Вдоль побережья Горного Крыма проходит крупный региональный разлом, который подтверждается геологическим и геофизическим картированием. В строение шельфового и континентального склона и ЮБК участвуют флишевые отложения таврической серии и средней юры (песчаники, алевролиты и аргиллиты). Мощность этих отложений по результатам бурения - более двух километров и они слагают стенки каньонов на континентальном склоне. Надеяться на присутствие в них крупных водных потоков с суши не приходится, так как площадь области питания и количество выпадающих осадков на ЮБК незначительно. На шельфе и континентальном склоне встречаются крупные оползневые блоки верхнеюрских известняков, которые утратили связь с главной грядой Крымских гор и не могут являться крупными круглогодичными поставщиками пресных вод. С какими процессами связаны обнаруженные выходы пресных вод в каньонах ЮБК, Турции и Болгарии [2]? По нашему предположению каньоны приурочены к крупным региональным разломам, с которыми связаны поля грязевых вулканов и газовых факелов [6,10]. Их дегазация сопровождается крупными выбросами газовых и водных флюидов. Глубинная вода в этих «холодных» флюидах, по результатам изучения грязевого вулканизма Керченского, Таманского и Апшеронского полуостровов (имеет соленость от 2.0 ‰ до 25 ‰), у зон дегазации в Каспийском и Охотском морях, озере Байкал и в районе Срединного Океанического хребта является «ультрапресной» [23]. Поэтому, на больших

глубинах в Черном море, где происходят процессы поступления флюидов из недр возможны гидрохимические инверсии вод с пониженной соленостью. О том, что по разломам, которые находятся у ЮБК, происходит дегазация указывают факты горения в море углеводородных и сероводородных газов в прибрежной части между Судаким и Ялтой во время Крымского землетрясения в 1927 г [7].

Точка зрения о наличии кислорода в пробах связанных с разгрузкой подруслового глубинного стока опровергается геологическим строением шельфовой зоны и континентальных склонов ЮБК, Болгарии и Турции [10], а также результатами изучения геохимического состава подземных вод глубинных горизонтов Предгорного Крыма и других регионов. Согласно нашей гипотезе, выявленные аномальные концентрации кислорода в придонном слое котловины Черного моря связаны с зонами дегазации и с жизнедеятельностью архей. Кислородные зоны контролируются процессами углеводородной дегазации недр, наличием бактериальных матов вокруг них и имеют «точечные» размеры. Кислород является побочным продуктом в процессе получения водорода для органического вещества. Местами его достаточно для создания аэробных условия жизни вокруг бактериальных матов. Возможно наша «кислородная гипотеза» доказывается находками в бактериальных матах аэробных метанотрофных бактерий [5] и более сложных организмов подводной фауны[2], использующих для дыхания кислород.

В заключение следует отметить, что состав газов пузырьковой дегазации бухты Ласпи подтверждает глубинный генезис этого процесса. Карбонатная постройка в подводной части пляжной зоны бухты Ласпи является уникальным геолого-биологическим объектом и требует дополнительных исследований. Ее образование, как и других подобных построек на шельфе и континентальном склоне Черного моря, происходило в зоне соприкосновения и взаимодействия литосферы, гидросферы, атмосферы (пузырьки газа) и биосферы. Общим для них является образование карбонатного вещества в местах дегазации метана при наличии бактериальных матов с метанотрофными археями. Различный внешний вид карбонатных построек связан с физико-географическими условиями их формирования.

### Литература

1. Арсланов Х. А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология / Х.А. Арсланов. – Л.: ЛГУ, 1987. – 300 с.
2. Бондарев И. П. О возможности существования очагов пресноводной или солоноватоводной фауны на шельфе, материковом склоне и в глубоководной впадине Чёрного моря / И.П. Бондарев, И.Э.Ломакин // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. – №3. – С. 75 –84.
3. Валяев Б. М. Изотопный облик газов грязевых вулканов / Б.М.Валяев, Ю.И.Гринченко, В.Е.Ерохин и др. // Литология и полезные ископаемые. – 1985. – №1. – С. 72 – 87.
4. Векилов Э. Х. О процессах биологической ассимиляции углеродных продуктов в морской среде на примере Каспийского моря/ Э.Х.Векилов //Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. – М.:ГЕОС – 2002. – С. 316 – 318.
5. Гальченко В. Ф. Метанотрофные бактерии / В.Ф. Гальченко. – М.: ГЕОС – 2001. – 500 с.
6. Геворкьян В. Х. Газовыделяющие постройки на дне северо –западной части Черного моря / В. Х. Геворкьян, В.И. Бураков, Ю. К. Исагулова и др. // Докл. АН УССР. – 1991. – №4. – С. 80 – 85.
7. Двойченко П. А. Черноморские землетрясения 1927 г. в Крыму / П.А. Двойченко // Природа. – 1928. – №6. – С. 524 – 541.
8. Гидрогеология СССР. Том 8. Крым. – М.: «Недра», 1970. – 364 с.
9. Егоров В. Н. Метановые сипы в Чёрном море средообразующая и экологическая роль/ В. Н. Егоров, С.Б. Артемов, С. Б.Гулин – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ –Гидрофизика», 2011. – 345с.
10. Круглякова Р. П. Геолого –геохимическая характеристика естественных проявлений углеводородов в Черном море/ Р.П.Круглякова , М.В.Кругляков Н.Т.Шевцова // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2009. – №1. – С. 37 –51.
11. Леин А. Ю. Жизнь на сероводороде и метане/ А.Ю. Леин // Природа. – 2005. – №12. – С. 1 – 14.
12. Лисицин А. П. Гидротермальные проявления Срединно-Атлантического хребта на 26 с.ш. (Гидротермальное поле ТАГ) / А. П.Лисицин, Ю. А. Богданов, Л.П. Зоненшайн и др. // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1989. –№12. – С. 3 – 18.
13. Логвина Е. А. Коррекция измерений радиоуглеродного возраста карбонатов из очагов разгрузки углеводородных флюидов / Е.А. Логвина, Э.М.Прасолов, Х.А. Арсланов и др. // Геохимия. – 2012. – №11. – С. 1065 – 1069.
14. Лысенко Н. И. Необычный камень – «гераклит» и проблемы дегазации метана в миоцене Крыма/ Н.И. Лысенко, В.И. Лысенко // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско –Каспийского региона: Сб. докл. III Междунар. конф. «Крым – 2001». – Симферополь, 2001. – С. 76 – 82.
15. Лысенко В. И. Современные процессы образования карбонатов, связанные с углеводородной дегазацией в бухте Ласпи (Южный берег Крыма) / В.И.Лысенко, Н.В.Шик // Пространство и Время. –2013. –№2 (12). – С.151 –158.
16. Лысенко В. И. Ядерные методы абсолютной геохронологии. Методы палеографических реконструкций / В.И. Лысенко, Н.В. Шик. – М.: МГУ, 2010. – С 332 – 342.
17. Розанов А. Ю. Бактериальная палеонтология/ А. Ю.Розанов, Г.А.Заварзин // Вестник РАН. – 1997. – Т. 67. – №3. – С. 241 – 245.
18. Рязанов А. К. Газ и газовые туманы на шельфе Черного моря / А. К. Рязанов // Докл. АН УССР. – 1996. – №4. – С. 90 – 94.

19. Совга Е. Е. Метан стратиграфический ресурс Украины / Е.Е.Совга, С.П.Любарцева, А.А.Любицкий. – Севастополь: МГИ, 2007. – 68 с.
20. Сывороткин В. Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы / В.Л.Сывороткин. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 250с.
21. Троцюк В. Я. Кислород в придонных водах Черного моря / В.Я.Троцюк, Ю.М.Берлин, А.М.Большаков // ДАН СССР – 1988. – Т. 302. – № 4. – С. – 961 – 964.
22. Тюрин А. М. Три постулата радиоуглеродного датирования/ А.М. Тюрин // Сборник статей по новой хронологии. – 2009. – вып. 8. – С. 1 – 7.
23. Хаустов В. В. О генезисе гидрохимических инверсий / В.В. Хаустов // Вестник Санкт –Петербургского университета. – 2008. – Сер.7, Вып.4. – С. 20 –24.
24. Шнюков Е. Ф. Грязевой вулканизм в Черном море / Е. Ф. Шнюков // Геол. журн. –1999. – № 2. – С. 38 – 47.
25. Шнюков Е. Ф. Обнаружение в Черном море глубоководных карбонатных построек биогенного происхождения / Е. Ф. Шнюков, А.Ю. Лейн, В.Н. Егоров и др.// Доклады НАН Украины. –.2004. – №1. – С 118 – 122.
26. Шнюков Е. Ф. Палеоостровная дуга севера Черного моря/ Е.Ф. Шнюков, Е.Е. Щербачев, Е. Е.Шнюкова. – Киев.: Чернобыльинформ, 1997. – 287 с.
27. Aharon P. Radiometric dating of submarine hydrocarbon seeps in the Gulf of Mexico/ Aharon P., Schwarcz H.P., Robtrts H.// Geol. Soc. Amer. Bull. 1997.5.109.№5.P. 568 – 579.
28. Brooks, J. M., Konnicut M. C., Fisher C. R., Macro S. A. and oth. (1987) Deep –sea hydrocarbon seep communities/ Brooks, J. M., Konnicut M. C., Fisher C. R., Macro S. A. and oth. // Evidence for energy and nutritional carbon sources. Scence 238: – P. 1138 – 1142.

**Анотація.** В.І. Лисенко *Сучасна карбонатна споруда в пляжній зоні бухти Ласпі – продукт процесів взаємодії літосфери, гідросфери, атмосфери і біосфери (ЮБК).* Прикладом холодної дегазації надр на шельфі є вихід газів у підводній частині пляжної зони бухти Ласпі. Склад пухирців газового флюїду представлений метаном, етаном, пропаном і сірководнем, що свідчить про його глибинний генезис.

Результати геологічних досліджень виходів холодної дегазації вуглеводнів у підводній частині пляжної зони бухти Ласпі підтверджують, що навколо ділянки газових струменів в активному геодинамічному середовищі формується «карбонатна побудова» з оазисом життя. Вона представлена гравелітами й галечниками, зцементованими плівковим арагонітом і кальцитом. Утворення карбонатного цементу конгломератів у пляжній зоні пов'язане з життєдіяльністю мікро – і макрофауни й флори місцевого біоценозу. Високі швидкості цементації галечників дозволяють зробити припущення про більш молодий вік сучасних карбонатних побудов значних глибин Чорного й інших морів.

Висувається гіпотеза, що кисень для утворення органічної речовини й окиснення вуглецю й сірки археї одержують за рахунок розкладання води. Надалі цей спосіб одержання кисню в них перейняли ціанобактерії й рослинний світ. Тому на дні Чорного моря в сірководневій зоні в бактеріальних матах із сучасною дегазацією можливі знахідки життєдіяльності аеробної фауни.

**Ключові слова:** метан, дегазація, арагонит, вік, біогеоценоз, конгломерати, карбонатні споруди.

**Abstract.** V. Lysenko *Modern carbonate formation in Laspi Bay beach area is a product of processes of interaction the lithosphere, hydrosphere, atmosphere and biosphere (South Coast of Crimea).* An example of a cold shelf degassing is the outputs gases from the underwater part of the beach area Laspi Bay. The composition of gas bubbles fluid presents methane, ethane, propane and hydrogen sulfide, it testifies to its deep genesis. The results of geological research outputs cold degassing of hydrocarbons in the underwater part of the beach area of the bay Laspi confirm that carbonate structures with oasis of life is formed in the active geodynamic environment around the gas jets. It is represented by gravelstones and pebble beds that are cemented with aragonite and calcite. The formation of carbonate cement conglomerates in the beach area is connected with vital activity micro –and macro fauna and flora local biocenosis. High speed cementation of pebble allows to suppose that modern carbonate structures from great depths of the Black Sea and other have a younger age.

The authors hypothesize that archaea receive oxygen (for the formation of organic substances and oxidation of carbon and sulfur) at the expense the decomposition of water. In the future, this method of producing oxygen was adopted by cyanobacteria and fauna. Therefore, at the bottom of the Black Sea hydrogen sulphide zone at bacterial mats with modern degassing aerobic fauna finds life are possible.

**Keywords:** methane, degassing, aragonite, age, biogeocenosis, conglomerates, «carbonate constructions».

Поступила в редакцію 27.01.2014 г.