

Дегазация Земли, простейшие формы жизни и углеводороды

И.В. Шевченко

к.г.м.н., технический директор
ivshevch@dol.ru

Управляющая Компания «КорСарНефть»,
Москва, Россия

Несмотря на многолетнее обсуждение различных вариантов происхождения УВ, количество мнений увеличивается. В статье автор предлагает по-новому взглянуть на роль микроорганизмов в процессах генерации УВ, с учётом факторов глубинной планетарной дегазации. Такой подход позволяет в определённой степени компенсировать слабые стороны и недостатки, и дополнить недостающие звенья как органической, так и неорганической теории происхождения УВ и прийти к собственным выводам. Появившиеся в последние годы интересные работы микробиологов позволяют геологам по-другому рассматривать вопросы происхождения простейших форм жизни, их связь с процессами развития атмосферы и литосферы Земли, и их возможное влияние на генерацию углеводородов.

Материалы и методы

Статья представляет собой краткое изложение собственных идей автора по обозначенной теме, построенное на изучении материалов и печатных работ российских и зарубежных исследователей.

Ключевые слова

происхождение УВ, микроорганизмы, глобальная дегазация Земли

Обсуждение темы происхождения нефти и газа имеет длинную историю, широкий обмен аргументами с различных сторон, поддерживающих те или иные мнения.

Всех исследователей, занимающихся данным предметом, можно разделить на четыре основные группы: органики, неорганики, представители компромиссных вариантов между органической и неорганической школами и представители новых гипотез.

Новый взгляд на роль микроорганизмов в процессах генерации УВ мог бы в какой-то степени помочь найти ответы на нерешённые вопросы как биогенной, так и абиогенной теорий происхождения УВ. (таб. 1).

Более глубокий анализ влияния деятельности микроорганизмов на происхождение сложных углеводородов (кроме метана и этана), особенно интересен на фоне широкого обсуждения и признания глобальных процессов, связанных с дегазацией Земли [3, 5, 7, 8, 9, 14, 15].

В настоящее время происходит переосмысление геологической истории Земли в различных сегментах науки, часть из которых пересекается с вопросами появления и развития жизни и касается палеонтологии, биологии и микробиологии.

В последние несколько лет опубликованы крайне интересные работы палеонтологов, биологов и микробиологов [10, 20, 24, 25]. Новые данные, полученные с использованием современных методов анализа древнейших пород и минералов, заставили существенно пересмотреть время появления водной среды и жизни на Земле, а также пересмотреть отношение к границе между живым и неживым веществом. Представления об условиях происхождения жизни претерпели революционные изменения также благодаря прогрессу в экспериментальном моделировании пребиотических реакций и сравнительной геномике. Появились оригинальные идеи о развитии добиологических химических процессов в различных средах планеты, роли и влиянии минералогических и литологических факторов на появление механизмов воспроизводства сложных молекул. Высказаны идеи многократного и разнообразного начала жизни. Сегодня выполняются реконструкции периода рибонуклеиновой кислоты жизни (РНК — одна из трёх основных макромолекул, две другие — ДНК и белки, которые содержатся в клетках всех живых организмов). Выяснилось, что Земля обитаема на протяжении большей части времени своего существования, что основные первичные формы жизни были существенно отличны от того, что наука подразумевала под этим несколько десятилетий назад. В последние годы изолированное существование термофильных бактериальных сообществ на глубинах несколько километров, при температурах более 100°C, многократно подтверждалось различными источниками. В упомянутых выше работах отмечено, что в

истории развития жизни на нашей планете термофильные и ультратермофильные бескислородные формы жизни были долгое время единственными формами, доминировали и доминируют до сих пор по видовому разнообразию.

Палеонтологи и микробиологи [10, 20, 21, 22, 23, 24, 25] по-своему интерпретируют и анализируют свои собственные новейшие данные в плане взаимосвязи возникновения первых бескислородных форм жизни с геологическими процессами развития планеты. Они во многом сосредоточены на изучении палеоданных о химическом составе атмосферы, уделяя значительное внимание данным в плане круговорота основных жизненно важных химических элементов, особенно углерода и кислорода. При всём этом вопросы влияния дегазации Земли на развитие жизни остаются для микробиологов на втором или на третьем плане.

С точки зрения геолога-нефтяника, эти биологические данные могут быть рассмотрены не только в плане влияния процессов дегазации на возникновение и развитие жизни, но и на происхождение нефти.

Бактерии, наряду с археями, были одними из первых живых организмов на Земле, появившись около 4,0–3,5 млрд лет назад. И те, и другие относятся к прокариотам или доядерным — одноклеточным живым организмам, не обладающим (в отличие от эукариот), оформленным клеточным ядром и другими внутренними мембранными органоидами. Многообразие термофильных прокариотных (археи и бактерии) форм жизни свидетельствует о способности к быстрой мутации в меняющихся условиях и о способности использовать различные энергопроизводящие химические элементы.

Одним из самых интересных аспектов, возможно связанных с появлением сложных УВ, является динамика развития подземной жизни и изменение величины подземной биомассы. Некоторые исследователи [23] считают, что подземная биомасса микрорганомов может быть больше, чем вся остальная биомасса на поверхности земли на суше и на море, за исключением её растительной части.

Чтобы оценить общее количество углерода, входящего в биологическую структуру прокариот на Земле, У. Уитманом [23] были рассмотрены все сегменты их среды обитания. Этот анализ показал, что большинство прокариот проживают в трех крупных средах обитания: морской воде, почве и в породах осадочного чехла (и фундамента). Косвенные данные свидетельствуют о том, что подземная биомасса прокариотов огромна [16, 17]. Например, подземные воды из глубоких водоносных горизонтов и пластовая вода из нефтяных месторождений содержат 10^3 – 10^6 прокариотических клеток [21, 22].

У. Уитман считает, что число прокариот и общее количество их клеточного углерода на Земле оцениваются в 4 – 6×10^{30}

клеток и 350–550 Pg (петаграмм) углерода (1 Pg = 10^{15} г) соответственно. Т.е. 350–550 млрд т. Таким образом, общее количество прокариотического углерода составляет примерно 60–100% от расчетного общего углерода в растениях, а количество прокариотического углерода в глобальной модели планеты будет почти вдвое больше углерода, хранящегося во всех иных живых организмах. Кроме того, прокариоты Земли содержат 85–130 Pg азота (85–130 млрд т) и 9–14 Pg фосфора (9–14 млрд т) или примерно в 10 раз больше этих питательных веществ, чем растения, и представляют собой самый большой резерв этих питательных элементов в живых организмах. Большинство прокариот Земли обитают в открытом океане, в почве и в породах осадочного чехла и фундамента, где число клеток составляет $1,2 \times 10^{29}$, $2,6 \times 10^{29}$, $3,5 \times 10^{30}$ и $0,25\text{--}2,5 \times 10^{30}$ соответственно. Предварительная оценка среднего времени оборота (воспроизводства) прокариот в глубоких недрах Земли составляет порядка $1\text{--}2 \times 10^3$ года. Скорость воспроизводства клеточной продукции для всех прокариот на Земле оценивается в $1,7 \times 10^{30}$ клеток в год и наиболее высока в открытом океане. Большой

размер популяции и быстрый рост прокариот обеспечивают огромную способность к генетическому разнообразию. Эти оценки распространяются и на прошедшие геологические периоды.

С учётом всего вышесказанного, побочные продукты деятельности такого объёма биомассы должны быть хорошо распознаваемы в пределах литосферы. С учётом того, что прокариоты состоят, в основном, из липидов, основными продуктами такой жизнедеятельности, вероятно, являются углеводороды. Разнообразие термофильных микроформ жизни и их способность к быстрой мутации и поиску новых форм семейственного симбиоза может объяснять многообразие различных типов нефтей, наблюдаемых в пределах одного и того же бассейна, месторождения и даже залежи. Поколения быстро воспроизводящихся и умирающих колоний сообществ микроорганизмов, перерабатывая глубоководный водород, метан и углекислоту, могут создавать более сложные углеводородные системы из клеток ткани липидных мембран. Накопление бактериогенных УВ может происходить в определённых геологических условиях достаточно быстро, именно в периоды активной дегазации.

Для этого нужен осадочный чехол, «заражённый» определённым составом микроорганизмов, способным выстроить симбиозные цепочки в условиях поступления питающих глубинных потоков.

Ведущие современные палеобиологи [10, 20, 24, 25] признают, что для зарождения жизни поверхность Земли была не самым благоприятным местом. Метеоритные бомбардировки, извержения трапов и деятельность вулканов, столкновения с астероидами и изменения состава атмосферы, долгие периоды, называемые «земля–снежок», и периодические оледенения меньших масштабов могли прервать любую наземную органическую эволюцию на любую её стадии. Сегодня исследователи с сомнением относятся к «прудам Дарвина», как к возможной начальной среде формирования питательного бульона жизни. Некоторые ученые рассматривают гидротермы и морские глубины как наиболее вероятные зоны концентрации ранней преджизни. Удивительно, что не так много учёных сегодня серьёзно рассматривают средние и большие глубины молодого осадочного чехла в виде колыбели жизни на Земле.

Последние фактические данные о признаках деятельности и следах первых

	Биогенная теория	Абиогенная теория
Сильные стороны	<ol style="list-style-type: none"> 1. Длительное наличие жизни на Земле, большое количество биомассы, постоянно принимающей участие в различных жизненных циклах. 2. Подробное, но не подтверждённое физическими экспериментами аргументирование физико-химических преобразований органического вещества в нефть в пластовых условиях. 3. Удовлетворительные результаты поисково-разведочных работ на нефть и газ на протяжении более 100 лет. 4. Хорошая сопоставимость химических спектров целого ряда нефтей и захоронённого ОВ (органического вещества) и химических спектров живой материи, наличие биомаркеров в УВ. 5. Доказанная возможность экспериментального получения ограниченного количества углеводородов из органического вещества в лабораторных условиях. 6. Большое количество открытых месторождений УВ на глубинах, соответствующих положениям теории. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подтверждённое наличие дегазационных процессов на Земле. 2. Широкое присутствие простейших углеводородов на планетах солнечной системы. 3. Возможность объяснения залежей УВ в «нестандартных» для органической теории глубинных и температурных условиях. 4. Возможность объяснения существования гигантских газовых месторождений. 5. Возможность объяснения месторождений в породах кристаллического фундамента. 6. Возможность получения синтетических соединений близких к нефтям из неорганических веществ (в малых объёмах и при ограниченных условиях). 7. Возможность объяснения восполнения запасов отдельных месторождений и залежей
Слабые стороны	<ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность объяснения наличия гигантских и сверхгигантских залежей и месторождений в некоторых нефтегазовых бассейнах. 2. Затруднения с объяснением широкого разнообразия типов нефтей в пределах одних и тех же зон нефтегазоаккумуляции. 3. Затруднения с объяснением наличия залежей УВ в породах фундамента. 4. Затруднения в объяснении наличия нефти вне пределов «зон образования» (малые глубины, сверхбольшие глубины, «холодный» разрез). 5. Затруднения с убедительным моделированием образования значительных количеств нефти из ОВ и дальнейшей фильтрации нефти из материнских пород в коллекторы. 6. Проблематичность с объяснением образования нефти в ракурсе изменения степени энтропии ОВ вещества. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слабое подтверждение возможности формирования и сохранения больших количеств нефти или сложных УВ соединений в условиях температур выше 300°C. 2. Относительно небольшое количество месторождений нефти открытых на сверхбольших глубинах. 3. Затруднения с объяснением широкого разнообразия типов нефтей в пределах одних и тех же зон нефтегазоаккумуляции и общего разнообразия нефтей в мире. 4. Проблемы с объяснением «избирательного» местоположения нефтегазоносных бассейнов. 5. Затруднения с объяснениями наличия гигантских и сверхгигантских залежей и месторождений в некоторых нефтегазовых бассейнах. 6. Непринятие в учёт огромной биомассы Земли и её круговорота. 7. Отсутствие широкого масштаба нефтепроявлений в тектонически активных зонах мирового океана. 8. Проблематичность с объяснением образования нефти в аспекте изменения степени энтропии ОВ вещества. 9. Незначительное количество нефтепроявлений в акватории мирового океана и в зонах срединно-океанических хребтов.

Таб. 1 — Сопоставление аргументации биогенных и абиогенных теорий происхождения углеводородов
 Tab. 1 — Theories of petroleum origin: biogenic versus abiogenic

микроорганизмов в древнейших породах совпадают по времени с информацией о появлении воды на Земле. Чуть раньше, чем 4 млрд лет назад, первые осадочные протобассейны уже имели водные системы на значительной глубине. В условиях начальных фаз дегазации Земли именно первичные породы, залегающие на достаточно безопасной глубине, имеющие пустотность различных видов (поры, трещины, каверны), и заполненные горячими водными растворами, имели всё необходимое для формирования мономеров и полимеров, используя глубинные потоки простейших органических веществ (H , CO_2 , CH_4 , C_2H_6), дегазируемых из только-что сформировавшихся, а возможно из формируемых ядра и мантии планеты.

Р. Хейзен [19] считает, что наиболее благоприятные условия для развития сложных молекул могли существовать именно на контактах водной среды с горными породами. Определённые типы молекул проявляли свойство наилучшего «прилипания» к стенкам пористого пространства, что давало им лучший шанс на обменные ионно-электронные процессы.

Пористое пространство первичных пород, через которое мигрировали глубинные дегазационные потоки, имело, кроме того, все необходимые для формирования жизни элементы: водород, кислород, азот, фосфор, серу. Такие условия могли способствовать и ионному, и катионному обмену первичных соединений и стать основой для дальнейшего развития механизма появления полимеров и коацерватов, а в дальнейшем способствовали появлению мембран, генетического кода и других атрибутов РНК жизни. Это могло происходить только в условиях стабильности, которую могли обеспечить достаточные глубины залегания пластов с приемлемой температурой и постоянным подтоком питательных глубинных газов. Кроме того, дальнейшее распространение жизни вверх вместе с исходящими потоками термальных вод выглядит вполне осуществимым.

Сообщества микроорганизмов могли мигрировать в процессе своего развития как вверх, мутируя и генерируя новые

формы и виды жизни, так и вниз, одновременно с погружением осадочных пород. При этом, приспосабливаясь к новым видам химического обмена с поступающими из глубин водородом, метаном и углекислотой, несущими все необходимые для такого обмена микроэлементы будущей нефти: никель, ванадий, марганец, хром, магний, железо, серу, мышьяк, ртуть, радиоактивные элементы и т.д. В периоды ослабления или прекращения подтока питательных организмов археи и бактерии приобрели свойство впадения в многолетний анабиоз, возобновляя свою деятельность в периоды активизации дегазационных процессов.

Вопросы, связанные с деятельностью глубинных микробных сообществ, рассматривались в работах большой группы отечественных исследователей [1, 2, 6, 11, 13, 18 и др.]. Ещё в конце XIX века С.Н. Виноградский открыл хемосинтез как способ автотрофного питания, «автотрофную живую систему, выполняющую важную роль в геохимических процессах земной коры» [4], в котором источником энергии для синтеза органических веществ из CO_2 служат реакции окисления неорганических соединений.

Последние несколько десятилетий развиваются идеи о роли бактериальной деятельности в трансформации дегазационных флюидов в углеводородные соединения, основываясь на данных по изотопному составу углерода и водорода в углеводородных газах, а также на основе анализа изотопного состава углерода в различных изопреноидных хемофоссилиях.

Детальную модель подземной биосферы предложил М.Ю. Чудецкий [13], обосновав участие микроорганизмов в обогащении формирующихся нефтегазовых месторождений комплексами специфических органических соединений (хемофоссилий). При этом ультратермофильные археобактерии, благодаря устойчивости к высоким температурам, участвуют в трансформации углеводородно-водных флюидов в различные варианты изопреноидных соединений на глубинах до нескольких

километров. Автор отмечает, что в разрезах многопластовых месторождений по изопреноидным хемофоссилиям снизу-вверх может проследиться последовательная смена бактериальных сообществ - от глубинных (от $150^\circ C$ и более гипертермофильных-археобактериальных до $65^\circ C$ — ультратермофильных-, археобактериальных) к малоглубинным (мезотермофильных — от 40 до $65^\circ C$ — зу-, археобактериальных). В работе отмечается важная роль никелевых порфиринов, поскольку аналогичные молекулы играют ключевую роль в археобактериях, генерирующих метан за счет потребления H_2 и CO_2 .

В своих работах М.Ю. Чудецкий [13] анализирует происхождение нескольких видов биомаркеров. Приводятся обоснованные аргументы о бактериальном происхождении цепочечных (ациклических) и полициклических изопреноидов нефти. Отношение концентраций петропорфиринов к концентрациям линейных изопреноидных углеводородов в нефтях сходно с отношением концентраций этих соединений в биомассе археобактерий.

В ИПНГ РАН выполнены интересные исследования по прикладной металлургии. В своей работе С.А. Пуанова [12] отмечает унаследованность «биогеохимических» элементов нефтей от живого вещества (V, Ni, Zn, Cu, Fe, Co, Cu, As, Mo, Ag, I, Br, B), подчёркивая, что именно биогеохимический комплекс элементов, отличный от состава вмещающих пород и магматических эманаций, является доминирующим и парагенетически связанным в нефтях и организмах, формируя изначально микроэлементный тип нефти — ванадиевый или никелевый. И таким образом обосновывается биогеохимическое происхождение исходного ОВ. Данные результаты могут свидетельствовать и о бактериальном происхождении комплекса микроэлементов в нефтях, т.к. именно эти микроэлементы являются частью благоприятной среды для обменных энергетических реакций микроорганизмов в условиях интенсивных дегазационных потоков, несущих широкую гамму глубинных энергопроизводящих веществ.

Результаты вышеперечисленных исследований дают набросок многоаспектной картины жизнедеятельности микроорганизмов в недрах литосферы, сценарии распространения прокариот в осадочных бассейнах и фундаменте, возможной последовательной смены сообществ микроорганизмов в процессе изменения условий питательной среды. Подобные исследования особенно важны для выяснения возможных механизмов генерации УВ, учитывая то, что исследуются в первую очередь микроорганизмы, продуцирующие именно липиды. Очевидно, что основным лимитирующим фактором распространения жизни в глубь литосферы является температура. Самой нижней границей возможного существования микроорганизмов являются глубины образования ювенильных вод.

Реакции образования воды с участием водорода и двуокиси углерода могут происходить на значительных глубинах с температурами более $800^\circ C$. Равновесие подобных реакций сдвигается влево или

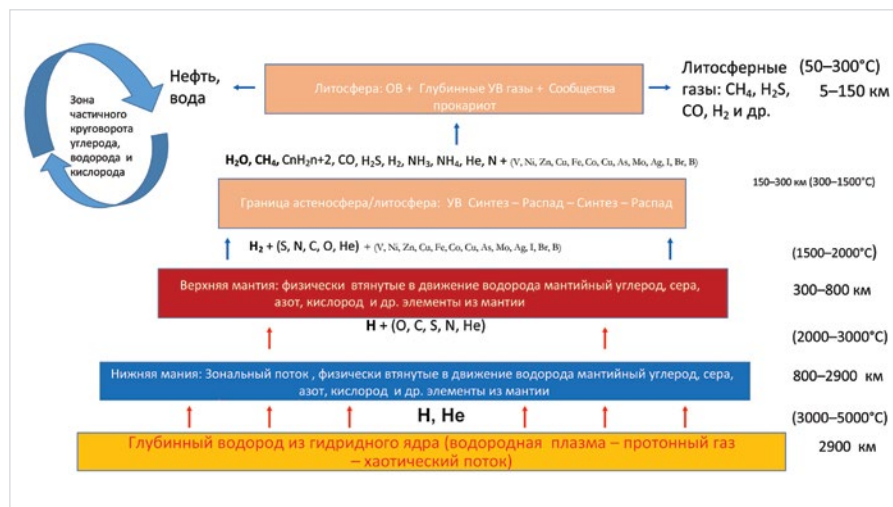


Рис. 1 — Водородно-углеродная дегазация: ядро-мантия-астеносфера-литосфера

Fig. 1 — Hydrocarbon degassing: core-mantle-asthenosphere-lithosphere

вправо при температуре около 830°C. Существуют археобактерии, способные за счёт окисления CO получать необходимую им для жизни энергию. Многие виды архей принимают участие в процессах восстановления углекислого газа до метана. Можно предполагать, что уже в зонах формирования воды и выше по разрезу, при наличии потока глубинных газов возможно многоступенчатое, возвратное и итеративное развитие различных обменных реакций с участием микроорганизмов.

Метан и этан являются достаточно широко распространёнными соединениями в Солнечной системе и присутствуют в различном количестве в атмосферах Сатурна и Титана, Марса, Урана, Нептуна, Плутона, в меньшей степени Юпитера. Таким образом, возможность неорганического происхождения метана и этана на почти всех планетах нашей системы полностью обоснована. В этом смысле Земля не должна являться исключением. Сложные УВ (сложнее метана и этана) в Солнечной системе, за исключением Земли, в настоящее время, хотя и широко зафиксированы, однако в крайне малых количествах. Основным механизмом формирования сложных УВ в космосе считается распад метана и синтез УВ под воздействием солнечной радиации.

Ювенильные воды и метан являются одними из первых продуктов водородной и углекислотной дегазации.

Формирование метана и воды происходит, вероятно, на границе астеносферы и литосферы. Далее дегазационный поток, состоящий из смеси ювенильной воды, метана, углекислоты, водорода, гелия и широкой гаммы микроэлементов, движется по системам трещин к поверхности. Разнообразные химические превращения и реакции происходят на всём пути движения дегазационных потоков. Ювенильные воды постоянно пополняют пластовые гидросистемы и водные бассейны. Для формирования сложных углеводородов (имеются в виду любые углеводороды, кроме метана и этана) важными являются зоны дегазации, действующие в границах или по близости к бассейнам осадочных пород, или пористых и/или трещиноватых зон фундамента. Это

связано с тем, что в пористой среде пород существует пространство, идеальное для существования микроорганизмов. Многочисленные новые данные подтверждают, что в литосфере прокариоты существуют от фундамента и по всему осадочному разрезу до поверхности.

Именно зоны глубинной дегазации могут создавать условия для развития на различных глубинах метан и водород поглощающих бактерий и других микроорганизмов, предоставляя им долговременную благоприятную температуру и питательную среду. Нефть может, с высокой степенью вероятности, являться продуктом симбиозной деятельности различных видов и поколений таких микроорганизмов. Существует целый ряд бассейнов, где генезис углеводородов имеет явно смешанный характер. «Смешанный», в плане наличия нефтей, образованных, в основном, за счёт переработки ОВ вещества осадочных пород и нефтей, имеющих иное основное происхождение. Мутации микроорганизмов и разнообразие их сообществ, принимающих участие в переработке углекислоты, серы, водорода и метана, могут объяснять значительную широту этого разнообразия. Именно это положение позволяет объяснить одновременное разнообразие нефтей различных типов и свойств в пределах одной и той же зоны нефтенакпления, что является обычным для большого количества нефтегазоносных бассейнов. Например, бассейны Персидского залива или Западной Сибири. Кроме того, находит логическое объяснение наличие некоторых залежей жидких углеводородов в породах фундамента.

Предварительные выводы:

1. Происхождение углеводородов на Земле имеет многовариантный характер, включая биогенный, абиогенный и смешанный генезис.
2. Генезис большинства гигантских газовых и газоконденсатных месторождений, с большой степенью вероятности, имеет абиогенный, глубинный характер. В то же самое время, при образовании многих газовых месторождений определённую роль играет ОВ осадочных пород, а также глубинные микроорганизмы.

Наличие залежей газа со значительными концентрациями изотопно-легкого метана может быть связано с метаболической деятельностью различных археобактериальных сообществ, генерирующих метан за счёт потребления водорода и углекислоты. Глубинный метан является питательной средой для метан поглощающих бактерий, сообщества которых формируют условия для переработки метана в присутствии разнообразных катализаторов в нефтяные и конденсатные залежи. Подобный сценарий развития событий может объяснить широкое распространение соседствующих между собой крупных и гигантских зон газо- и нефтенакпления. В таких случаях, при определённых условиях, уникальные газовые залежи абиотического происхождения — это то, что микроорганизмы не смогли осилить в зонах газовой дегазации. Наличие в залежах газа сероводорода, включая некоторые крупнейшие газовые месторождения, связано с деятельностью сульфатовосстанавливающих бактерий, которые используют кислород сульфатных ионов для окисления углеводородов, при этом в качестве побочного продукта образуется сероводород.

3. Значительная часть мелких, средних и крупных нефтяных месторождений формируется под воздействием различных обстановок физико-химического взаимодействия углерода, водорода, серы и других элементов нефти разного генезиса и в комбинации с различными термобарическими и каталитическими условиями. В определённых широко распространённых условиях органическое вещество осадочных пород активно вовлекается в процесс деградации, а затем в процесс нефтеобразования и одновременно служит питательной средой для различных сообществ микроорганизмов, которые в дальнейшем могут мутировать и перерождаться в новые виды, переключающиеся на эндогенные варианты химической энергии (водород, метан, CO), и становиться самостоятельным источником новых углеводородных соединений. Некоторые залежи нефти в породах кристаллического фундамента могут иметь происхождение, связанное с деятельностью микроорганизмов.

4. Гигантские и уникальные месторождения нефти ассоциированы с долговременными зонами глубинной дегазации Земли, в которых, в свою очередь, возникают очаги развития в литосфере сообществ прокариот, питающихся продуктами глубинной дегазации. Формирование гигантских нефтяных месторождений происходит циклами в периоды активизации дегазационных процессов и быстрого выстраивания природных цепочек микроорганизмов, перерабатывающих глубинные водород, метан, углекислый газ, серу в водной среде, насыщенной глубинными элементами — катализаторами ионно-электронных обменных реакций. Вероятно, поэтому многие гигантские зоны нефтенакпления соседствуют с крупными и гигантскими газовыми залежами или являются их оторочками. По указанным выше причинам, и в связи с

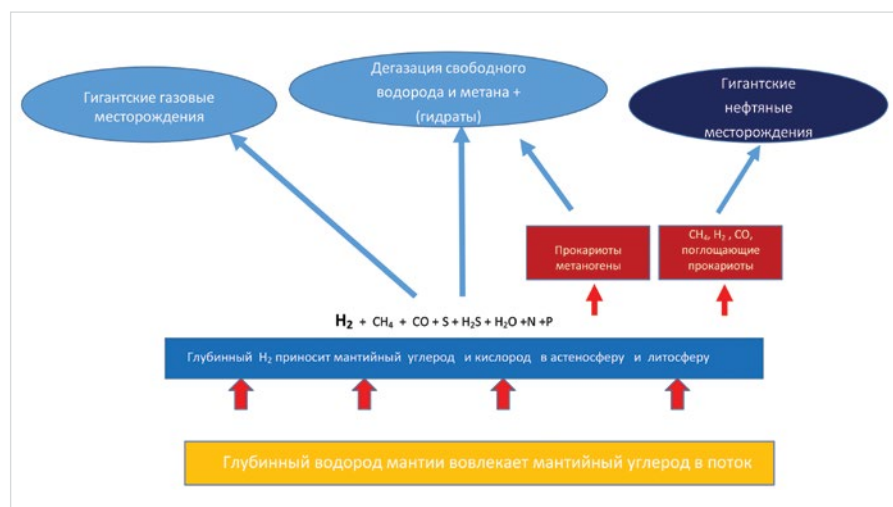


Рис. 2 — Вероятная роль «бактериогенного» фактора в формировании крупных и гигантских нефтяных, газовых и газогидратных месторождений

Fig. 2 — Probable role of “bacteriogenic” factor in formation of big and giant oil, gas and gas hydrate fields

большим разнообразием как вариантов интеграции различных термофильных прокариотных сообществ, так и в связи с меняющимся составом глубинных газов и различных дегазационных циклов, нефти одних и тех же крупных зон генерации могут существенно отличаться друг от друга по различным критериям (по химическому составу, плотности и т.д.).

Технические возможности для изучения термофильных и ультратермофильных микроорганизмов пока ограничены. Многие микроорганизмы, существующие в пластовых условиях высоких температур и аномальных давлений, вероятно, физически разрушаются при подъёме проб на поверхность, позволяя исследователям иметь дело лишь со своими следами и биомаркерами, а большинство бактериогенных нефтяных залежей представляют собой готовый продукт уже несуществующих поколений микроорганизмов.

В квантовой физике для объяснения процесса обретения массы элементарными частицами необходимо было предсказание существования бозона Хиггса — частицы, благодаря которой остальные элементарные частицы обретают массу. Возможно, в нефтегазовой геологии вопрос происхождения нефти требует логического принятия факта недостающего звена в процессах глубинного синтеза УВ. Одним из наиболее вероятных объяснений природы такого недостающего звена является принятие в учёт ранее недооценённой роли много-миллионлетней эволюции и деятельности глубинных природных и последовательно распространённых по разрезу семейств микроорганизмов, развивающихся в благоприятных условиях дегазационных потоков Земли, конечным продуктом существования которых, вероятно, являются сложные УВ.

Принятие во внимание роли бактериогенного фактора в формировании зон нефтегазонакопления позволит по-новому оценивать перспективы нефтегазоносности различных территорий и акваторий, а также совершенствовать методологию поисковых работ и процесс моделирования нефтегазовых бассейнов.

Итоги

В статье, с использованием последних данных палеонтологии и микробиологии, на

базе доктрины глобальной дегазации Земли обосновывается взгляд на доминирующее глубинное абиотическое происхождение крупных газовых месторождений, смешанный характер формирования нефтяных месторождений и возможную существенную роль бактериогенного фактора в происхождении гигантских нефтяных месторождений.

Выводы

С учётом всего вышесказанного, аспекты роли глубинных микроорганизмов в происхождении нефти является дискуссионным, требует дальнейшего всестороннего изучения, и, по мере накопления данных, может позволить переосмыслить вклад бактериогенного фактора в процессы генерации и аккумуляции нефти, включая вопросы формирования гигантских и уникальных месторождений, а также происхождение нефтяных месторождений в кристаллическом фундаменте.

Список литературы

1. Бонч-Осмоловская Е.А. Новые термофильные прокариоты // Природа. 2013. №9. С. 34–41.
2. Бонч-Осмоловская Е.А. Активность микробиологических процессов в высокотемпературных подземных экосистемах. 2011. Режим доступа: <http://unnatural.ru/underground-ecosystem>
3. Валяев Б.М. Проблема генезиса нефтегазовых месторождений: теоретические аспекты и практическая значимость. Генезис углеводородных флюидов и месторождений. М.: Геос, 2006. С. 14–22.
4. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
5. Дмитриевский А.Н. Теоретические основы и механизмы формирования энергоактивных и флюидонасыщенных зон Земли. М.: Геос, 2011
6. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М.: Книжный дом Университет, 2001. 256 с.
7. Ларин В.Н. Наша Земля (Происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: Агар, 2005. 248 с.
8. Ларин В.Н. Земля, которую я представил на суд публике, ещё очень непривычна

- нам // Пражский Телеграф. 2017. №4. Режим доступа: <http://ptel.cz/2014/01/vladimir-nikolaevich-larin-zemlya-kotoruyu-ya-predstavil-na-sud-publike-shhyo-ochen-nepriyvchna-nam/>
9. Кропоткин П.Н. Дегазация Земли и происхождение углеводородов // Бюллетень МОИП. Геологический отдел. 1985 Т. 60. № 6. С. 3–18.
10. Никитин М. Происхождение жизни. От туманности до клетки. М.: Альпина-нон-фикшн, 2016, 542 с.
11. Оборин А.А., Рубинштейн Л.М., Хмурчик В.Т., Чурилова Н.С. Концепция организovanности подземной биосферы. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 148 с.
12. Пуанова С.А. Микроэлементы нафтидов в процессе онтогенеза углеводородов в связи с нефтегазоносностью. М.: Научная библиотека диссертаций и авторефератов, 2017. 287 с.
13. Чудецкий М.Ю. Индикаторы бактериального участия в процессах формирования скоплений углеводородов. М.: Научная библиотека диссертаций и авторефератов, 2004. 112 с.
14. Шевченко И.В. Изучение распределения концентраций водорода в осадочном чехле юго-западной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Экспозиция Нефть Газ. 2015. №6 (45). С. 30–32.
15. Шевченко И.В. О восполнении запасов УВ // Экспозиция Нефть Газ. 2017. №2 (55). С. 28–33.
16. Gold T., Soter S. The deep earth gas hypothesis // Scientific American, 1980, issue 242 (6), pp. 155–161.
17. Gold T., Soter S. Abiogenic methane and the origin of petroleum // Energy Exploration & Exploitation, 1982, issue 1 (2), pp. 89–104.
18. Blumenberg M., Krüger M., Nauhaus K., Talbot H.M. and oth. Biosynthesis of hopanoids by sulfate-reducing bacteria (genus Desulfovibrio) // Environmental microbiology, 2006, Vol. 8, issue 7, pp. 1220-1227.
19. Хейзен Р. История Земли. От звездной пыли — к живой планете. Первые 4 500 000 000 лет. Москва: Альпина нон-фикшн, 2017. 352 с.
20. Lane N. Oxygen: the molecule that made the World. Oxford: Oxford University Press, 2002. 384 p.
21. Nielsen P. and oth. Characterization of thermophilic consortia from two souring oil reservoirs // Environmental Microbiology. 1996, Vol. 62, issue 9, pp. 3083–3087.
22. Pedersen K. The deep subterranean biosphere // Earth Science Review, 1993, Vol. 34, issue 4, pp. 243–260.
23. Whitman W.B., Coleman D.C., Wiebe W.J. Prokaryotes: The unseen majority // PNAS. 1998. Vol. 95, pp. 6578–6583.
24. Уорд П., Киршвинк Дж. Новая история происхождения жизни на Земле. Санкт-Петербург: Питер, 2016. 464 с.
25. Falkowski P.G. Life's engines: how microbes made earth habitable (science essentials). Princeton University Press: 2015, 256 p.

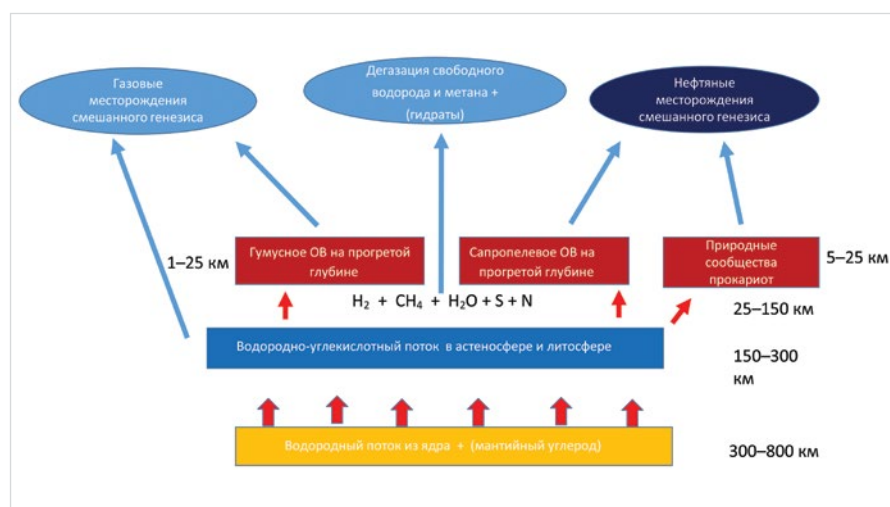


Рис. 3 — Образование смешанных зон нефте-газо-накопления
Fig. 3 — Formation of mixed petroleum accumulation zones

Earth degassing, elementary life forms and hydrocarbons

UDC 551

Author:

Igor V. Shevchenko — Ph.D., technical director; ivshevch@dol.ru

Management Company “Corsarneft”, Moscow, Russian Federation

Abstract

Despite longstanding debates on origin of hydrocarbons, theories keep coming. The author of the paper presents his view on the role of microorganisms in petroleum formation with respect to deep planetary degassing. Not only does such approach somewhat help to compensate for weak points and shortcomings of both organic and inorganic theories, but it also fills their gaps and enables to draw one's own conclusion. Interesting microbiology studies of recent years have allowed geologists to differently tackle the issues of elementary life forms, their relation with development of Earth's atmosphere and lithosphere and potential impact on formation of hydrocarbons.

Materials and methods

The paper features a brief account of author's ideas on the subject. The judgement is based on the study of scholarly articles of Russian and foreign researchers.

Results

With due account for recent findings in paleontology and microbiology and in the light of global Earth degassing doctrine, the paper substantiates views on prevailing abiogenic origin of large gas deposits, mixed nature of formation of oil deposits and potentially significant role of bacteriogenic factor in formation of giant oil deposits.

Conclusions

That being said, the role of deep subsurface microorganisms in formation of oil appears to be debatable and requires further in-depth study. Continuous accumulation of relevant data may help to reconsider the aspect of contribution of bacteriogenic factor to formation and accumulation of oil, including giant and unique deposits, and formation of hydrocarbons in crystalline basement.

Keywords

origin of hydrocarbons, microorganisms, global Earth degassing

References

- Bonch-Osmolovskaya E.A. *Novye termofil'nye prokarioty* [New thermophilous procaryotes]. *Priroda*, 2013, issue 9, pp. 34–41.
- Bonch-Osmolovskaya E.A. *Aktivnost' mikrobiologicheskikh protsessov v vysokotemperaturnykh podzemnykh ekosistemakh* [Activity of microbiological processes in high-temperature underground ecosystems]. 2011. Available at: <http://unnatural.ru/underground-ecosystem>
- Valyaev B.M. *Problema genezisa neftegazovykh mestorozhdeniy: teoreticheskie aspekty i prakticheskaya znachimost'* [The problem of the genesis of oil and gas deposits: theoretical aspects and practical significance]. *Genezis uglevodorodnykh flyuidov i mestorozhdeniy*, Moscow: *Geos*, 2006, pp. 14–22.
- Vernadskiy V.I. *Zhivoe veshchestvo* [A living substance]. Moscow: *Nauka*, 1978, 358 p.
- Dmitrievskiy A.N. *Teoreticheskie osnovy i mekhanizmy formirovaniya ergoaktivnykh i flyuidonasyshchennykh zon Zemli* [Theoretical foundations and mechanisms of formation and fluid-energy active zones of the Earth]. Moscow: *Geos*, 2011.
- Zavarzin G.A., Kolotilova N.N. *Vvedenie v prirovedcheskuyu mikrobiologiyu* [Introduction to natural history of microbiology] Moscow: *Knizhnyy dom Universitet*, 2001, 256 p.
- Larin V.N. *Nasha Zemlya (Proiskhozhdenie, sostav, stroenie i razvitie iznachal'no gidridnoy Zemli)* [Our Earth (Genesis, composition, structure and development of original hydride Earth)]. Moscow: *Agar*, 2005, 248 p.
- Larin V.N. *Zemlya, kotoruyu ya predstavil na sud publike, eshche ochen' neprivychna nam* [The land I submitted to the public is still very unusual for us]. *Prazhskiy Telegraf*, 2017, issue 4. Available at: <http://ptel.cz/2014/01/vladimir-nikolaevich-larin-zemlya-kotoruyu-ya-predstavil-na-sud-publike-eshhyo-ochen-neprivychna-nam/>
- Kropotkin P.N. *Degazatsiya Zemli i proiskhozhdenie uglevodorodov* [Degassing of the Earth and the origin of the hydrocarbons]. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists, Geological series*, 1985, Vol. 60, issue 6, pp. 3–18.
- Nikitin M. *Proiskhozhdenie zhizni. Ot tumannosti do kletki* [Origin of life. From the nebula to the cell]. Moscow: *Al'pina non-fikshn*, 2016, 542 p.
- Oborin A.A., Rubinshteyn L.M., Khmurchik V.T., Churilova N.S. *Kontseptsiya organizovannosti podzemnoy biosfery* [The concept of the organization of the underground biosphere]. Ekaterinburg: *UrO RAN*, 2004, 148 p.
- Punanova S.A. *Mikroelementy naftidov v protsesse ontogeneza uglevodorodov v svyazi s neftegazonosnost'yu* [Microelements naftides in the process of ontogeny of hydrocarbons in connection with oil and gas content]. Moscow: Scientific library of dissertations and author's abstracts, 2017, 287 p.
- Chudetskiy M.Yu. *Indikatory bakterial'nogo uchastiya v protsessakh formirovaniya skopleniy uglevodorodov* [Indicators of bacterial involvement in the formation of hydrocarbon accumulations]. Moscow: Scientific library of dissertations and author's abstracts, 2004, 112 p.
- Shevchenko I.V. *«The study of the hydrogen concentration structure in the sedimentary cover of the south-western part of the Volga-Ural oil and gas province»*. *Exposition Oil Gas*, 2015, issue 6 (45), pp. 30–32.
- Shevchenko I.V. *Izuchenie raspredeleniya kontsentratsiy vodoroda v osadochnom chekhle yugo-zapadnoy chasti Volgo-Ural'skoy neftegazonosnoy provintsii* [Recruitment rate of hydrocarbon reserves]. *Exposition Oil Gas*, 2017, issue 2 (55), pp. 28–33.
- Gold T., Soter S. The deep earth gas hypothesis // *Scientific American*, 1980, issue 242 (6), pp. 155–161.
- Gold T., Soter S. Abiogenic methane and the origin of petroleum // *Energy Exploration & Exploitation*, 1982, issue 1 (2), pp. 89–104.
- Blumenberg M., Krüger M., Nauhaus K., Talbot H.M. and oth. Biosynthesis of hopanoids by sulfate-reducing bacteria (genus *Desulfovibrio*) // *Environmental microbiology*, 2006, Vol. 8, issue 7, pp. 1220–1227.
- Kheyzen R. *Istoriya Zemli. Ot zvezdnoy pyli — k zhivoy planete. Pervye 4 500 000 000 let* [The story of Earth: the first 4.5 billion years, from stardust to living planet]. Moscow: *Al'pina non-fikshn*, 2017, 352 p.
- Lane N. *Oxygen: the molecule that made the World*. Oxford: Oxford University Press, 2002. 384 p.
- Nielsen P. and oth. Characterization of thermophilic consortia from two souring oil reservoirs // *Environmental Microbiology*. 1996, Vol. 62, issue 9, pp. 3083–3087.
- Pedersen K. The deep subterranean biosphere // *Earth Science Review*, 1993, Vol. 34, issue 4, pp. 243–260.
- Whitman W.B., Coleman D.C., Wiebe W.J. Prokaryotes: The unseen majority // *PNAS*. 1998. Vol. 95, pp. 6578–6583.
- Uord P., Kirshvink Dzh. *Novaya istoriya proiskhozhdeniya zhizni na Zemle* [The new history of life as we do not know it]. St. Petersburg: *Piter*, 2016, 464 p.
- Falkowski P.G. *Life's engines: how microbes made earth habitable (science essentials)*. Princeton University Press: 2015, 256 p.