

УДК 553.98:550.8

Природный водород – топливо будущего!?

■ Череповский А.В., АО «Росгеология», г. Москва.

Аннотация. В ближайшие годы природный водород может вытеснить привычные нам виды топлива – а это нефть, газ и уголь – и снять вопросы об истощении природных ресурсов и о загрязнении воздуха из-за хозяйственной деятельности человека. Все знакомы с выражением «Газпром – национальное достояние России». Но различным отраслям промышленности, прежде всего химической промышленности, нужен не только природный газ – а это метан главным образом, – но и чистый водород. Водорода нужно очень много – ежегодно во всём мире вырабатывается более 100 млн тонн водорода. В настоящее время три четверти всего водорода получают из природного газа путём его расщепления или пиролиза. Влияние этого способа получения водорода на экологию считается низким, хотя есть побочный продукт – твёрдый углерод, а в некоторых случаях углекислый газ. Добыча природного водорода – наиболее чистая технология получения водорода, с минимальным влиянием на экологию. Но где и как образуется природный, он же белый или геологический водород? И где его искать и добывать?

Ключевые слова: природный водород, геологический водород, гипотеза Ларина, металлогидридная Земля, продувка мантии, водородная дегазация, гипотеза Блинова, субдукция, эдукция, растущая Земля.

География выходов природного водорода

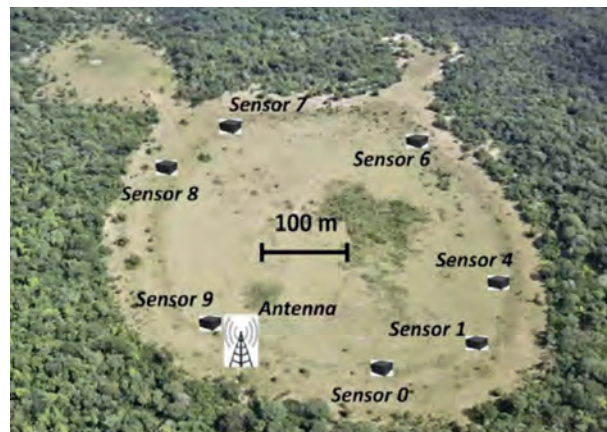
Феномен выхода глубинного природного (геологического) водорода на земную поверхность изучается уже более 50 лет [5, 7], но на вопрос, откуда берется водород под землей, наука пока не может ответить однозначно. В то же время на вопрос, где его искать, кажется, что ответить очень легко: водород ВЕЗДЕ выходит на поверхность Земли. В первую очередь, в самых тектонически активных регионах – при извержениях вулканов. Смесь водорода с кислородом или с воздухом – это очень взрывоопасный гремучий газ, и я думаю, что именно взрывы газовых смесей являются причинами землетрясений и мощных выбросов пепла и лавы из вулканов. Конечно же, водород есть в выбросах геотермальных источников. А также на дне океанов и в зонах континентального рифтинга, то есть в местах растрескивания и расширения земной коры, как это сейчас происходит в Эфиопии на востоке Африки.

Удивительно, но водород выходит на поверхность земли и в самых тектонически

спокойных регионах, на равнинах. На всех континентах, в лесах и на полях, встречаются загадочные круглые образования с угнетённой растительностью, а иногда болота и озёра, диаметром от нескольких десятков метров до первых километров. Это происходит именно из-за высоких концентраций водорода в грунтовых водах и выхода природного водорода на поверхность земли и в атмосферу (рис.1).

Есть и так называемые «магические круги» в пустынях Африки и Австралии, диаме-

▼ Рис. 1. Загадочные круги с угнетённой растительностью над местами выхода глубинного природного водорода.



тром до 10-15 м. Их образование сначала пытались приписать активности песчаных термитов, но затем исследователи сделали вывод, что термиты проникают в эти круги тогда, когда они уже образовались, то есть не создают их сами, а лишь используют. Логично предположить, что в практически безжизненных регионах термиты переселяются туда, где из-под земли поступает подпитка в виде флюидов и, возможно, микроорганизмов. Очевидно, что нужна постановка тщательных работ по геохимическому анализу грунта и содержания газов и органики в этих загадочных кругах.

Вспомним, что 70% нашей планеты покрыто водой, и именно океаны скрывают от нас наиболее важные современные геологические процессы планетарного масштаба. Я имею в виду расширение всех океанов – он же спрединг по-английски – и самые длинные на Земле горные цепи – это срединно-океанические хребты общей длиной более 80 тысяч км. Бытует представление, что в океанах жизнь сосредоточена у их берегов, особенно на пронизанных солнцем коралловых рифах. Действительно, это самая плотная и разнообразная экосистема Мирового океана, в которой число видов достигает одного миллиона. А остальное безбрежное пространство океана представляется однообразной безжизненной равниной... В целом, это так. Но нужно подчеркнуть, что это

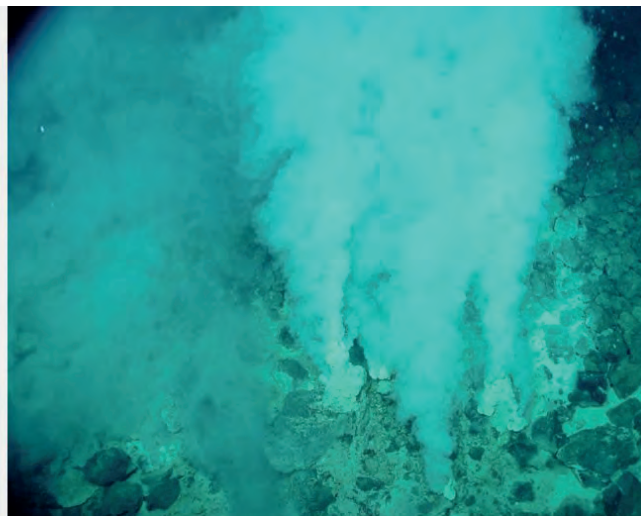
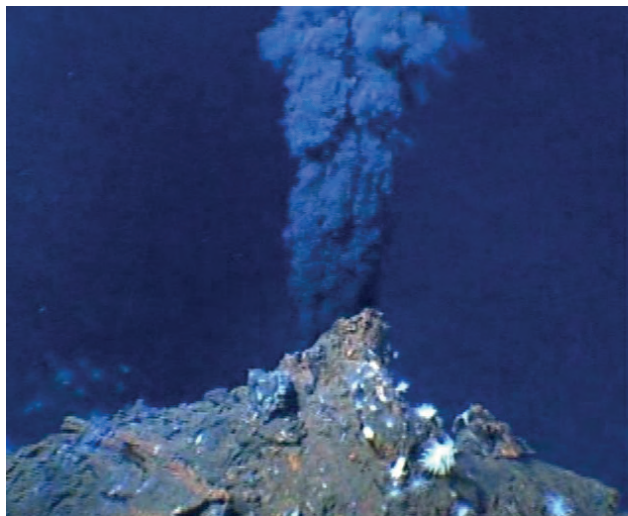
не относится к срединным хребтам и к глубоководным желобам.

Жизнь в отсутствие солнечного света

Более 20 лет в исследованиях дна Атлантического океана принимала участие канд. геол.-мин. наук И.Г.Добрецова [3, 4]. Исследования велись с помощью научно-исследовательского судна «Профессор Логачев» в Российском разведочном районе (РРР), выбранном на срединном Атлантическом хребте. Задача ставилась чисто геологическая: поиски месторождений глубоководных полиметаллических сульфидных руд. Но одним из важнейших открытий в РРР стало обнаружение богатой фауны на больших глубинах, где нет солнечного света. Оказалось, что в полной темноте, в отсутствие фотосинтеза, на срединных хребтах процветает множество животных. Это двусторчатые моллюски и актинии, креветки, крабы и бактериальные маты, существующие в условиях хемосинтеза. И животные эти сконцентрированы вблизи так называемых «курильщиков» – выходов горячих флюидов и дыма из-под дна океана (рис.2). Хороший вопрос – чем питаются эти животные на дне океана в отсутствие растительности? Что в начале пищевой цепочки?

Добрецова изучила массу фото и видеоматериалов со дна Атлантики и обра-

▼ Рис. 2. Черные и белые курильщики на срединно-океанических хребтах в океанах.



тила внимание на то, что глубоководные крабы, обитающие вблизи «курильщиков», покрыты бактериями как шубкой. Значит, в начале пищевой цепочки находятся микроорганизмы, которые в свою очередь, находят себе пропитание во флюидах, выносимых на дно моря по каналам дегазации. Эти каналы могут быть и малозаметными, с прозрачными дымами, но их признаком обычно служат скопления двустворок и других донных животных.

Ещё более значимое для морской геологии открытие было сделано при изучении глубоководных желобов, где точно никто не ожидал увидеть жизнь при страшном давлении, беспросветной тьме и очень низкой температуре воды (ниже 4°C) на глубинах до 10 и даже до 11 км...

Об открытии богатой фауны в глубоководных желобах рассказывал доктор биол. наук А.В.Гебрук в своём докладе в Институте океанологии Российской академии наук осенью 2025 года. Для погружений использовался китайский пилотируемый глубоководный аппарат «Фэньдоучжэ» (что в переводе означает «Борец»). Его создали в 2020 году, и он рассчитан на погружения на максимальную глубину Мирового океана - до 11 000 метров. С помощью этого аппарата изучался Курило-Камчатский жёлоб с максимальной глубиной 9717 м. В диапазоне глубин от 7300 м до 9533 м было обнаружено множество различных животных с трудными для неспециалиста названиями: это полихеты, гастроподы, голотурии и так далее...

Естественно, возникает мысль: если есть разнообразные формы жизни – значит, есть кормовая база, то есть питательная среда в желобах? Что это может быть? Логично предположить, что как и в случае срединно-океанических хребтов, в желобах есть каналы дегазации с выходами водорода, метана и других газов и достаточно сложных химических соединений.

Будем надеяться, что состав выходящих из глубин флюидов, а может быть и микроорганизмов, будет изучен при следующих глубоководных погружениях.

Субдукция или эдукция?

Скорее всего, открытие богатой фауны в глубоководных желобах поставило в затруднительное положение морских геологов, потому что согласно общепринятой ныне точке зрения, глубоководные желоба находятся над зонами субдукции, то есть над зонами предполагаемого погружения океанической коры или всей океанической литосферы в глубины мантии, на сотни и даже тысячи км... [6]. При этом сторонники общепринятой уже 50 лет теории тектоники литосферных плит показывают слой молодых водонасыщенных осадков, который без корабления или сдирания аккуратно уходит вниз в гораздо более плотную мантию (рис.3). Казалось бы, это неправдоподобное допущение. Но оно объясняется тем, что такой процесс самопогружения океанической коры абсолютно необходим в рамках теории тектоники плит. Согласно этой теории все океаны Земли расширяются, в них идёт спрединг, но размеры Земли тем не менее строго постоянны благодаря компенсирующим процессам субдукции...

Но очевидная проблема в том, что в условиях субдукции трудно ожидать каких-либо восходящих потоков флюидов из мантии, обеспечивающих существование богатых экосистем в желобах. Тогда приходится допустить, что под желобами происходит не опускание океанической коры, а подъём глубинных пород, как и в срединно-океанических хребтах! Это давнишняя идея блестящего советского геолога, Ю.В.Чудинова, который поддерживал гипотезу неуклонного расширения Земли и долгое время развивал идеи об эдукции мантийного материала под желобами и об образовании новой оке-



▲ Рис. 3. Геологические процессы под глубоководными желобами: субдукция или эдукция?

анической коры в активных зонах между континентами и океанами.

Вопрос, каков на самом деле ход геологических процессов под желобами, можно решить путём глубоководного бурения и установления возраста океанической коры в окрестности желобов, но – увы – пока нет плавучих буровых установок, которые могли бы пробурить скважины при глубинах океана более 6 км. И тайна геологических процессов под желобами остаётся неразрешимой...

Вопрос природного водорода в нашей стране

Как известно, в 2023 году природный водород был включён в Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод. Но ещё в 2020 году была создана компания Газпром-водород, которая заявила о развитии водородной энергетики в двух основных направлениях: 1) промышленное производство водорода из природного газа (метана); 2) поиск месторождений природного (геологического) водорода в недрах.

В 2024 году компания Газпром-водород приступила к изучению возможности добычи природного водорода

и получила первые образцы в южной части Сибирской платформы, в Иркутской области, на крупнейшем Ковыктинском газоконденсатном месторождении. Выделить участки с повышенным содержанием водорода в водорастворённых газах помогли специалисты новосибирского научно-исследовательского института СНИИГГиМС, которые провели геохимическую съёмку. Ожидаемый результат исследований – цифровой проект под названием «Природный водород Восточной и Западной Сибири».

Известны выходы природного водорода на Восточно-Европейской платформе [9]. Как известно, на сельскохозяйственных территориях встречаются загадочные круги (размером от нескольких сотен метров до первых километров) с высоким содержанием водорода в грунтовых водах. Благодаря длительным микросейсмическим наблюдениям удаётся построить глубинные разрезы, на которых выделяются субвертикальные зоны с пониженными скоростями сейсмических волн на глубинах до 20 км. Эти зоны указывают на породы, обладающие повышенной пористостью и заполненные флюидами – жидкостью

или газом. Таким образом, есть инструмент для картирования глубинных каналов, по которым водород поступает на поверхность Земли. Поскольку глубина канала намного превышает мощность осадочного чехла, то можно утверждать, что водород поднимается через глубоко-залегающие кристаллические породы и имеет явно неорганическую природу.

Разведка и добыча природного водорода за рубежом

Очень хороший обзор всемирного состояния дел в области разведки и добычи природного водорода был сделан осенью 2025-го года Габором Тари в рамках онлайн-лекции Американского общества геофизиков (SEG). На лекции была показана карта с местами выхода природного водорода на поверхность Земли на всех континентах (рис.4). Особенно много выходов природного водорода показано на территории Европы, но я думаю, что это связано не с геологией, а с гораздо более детальными геологическими исследованиями в Европе.

Карту выходов природного водорода Габор Тари назвал вершиной айсберга, потому что не очень понятно, откуда бе-

рётся весь этот водород. Как уже было сказано, он встречается под землёй в самых разнообразных условиях – почти в любых! Такая неразборчивость водорода к поверхностным и приповерхностным условиям однозначно говорит о том, что природный водород имеет глубинное, мантийное происхождение, и является следствием какого-то важнейшего планетарного геохимического процесса в мантии или даже в ядре Земли.

Красной стрелкой на карте (рис.4) обозначено первое действующее месторождение природного водорода в Западной Африке. Природный водород в Мали был обнаружен случайно – при бурении на воду в 1987 году. Неожиданно для гидрогеологов с глубины 112 м из скважины пошёл газ, в котором оказалось 98% водорода! В местечке Буракебугу в течение двух лет было пробурено 24 скважины, которые подтвердили, что запасы водорода имеются на площади как минимум 780 кв.км. В результате интерпретации геологических данных было выделено пять интервалов, содержащих крупные залежи водорода исключительной чистоты. Каждая залежь водорода имеет покрывку из прочных магмати-

▼ Рис.4. Места выхода природного (геологического) водорода на поверхность Земли.



ческих пород – долеритов, которые предотвращают просачивание летучего водорода на поверхность. Мелкие залежи водорода встречаются на глубинах от 30 до 135 м, а глубокие залежи – на глубинах до 1,5 км. Объем природного водорода оценивается на данном месторождении в 2-3 млрд. куб.м. Из одной только скважины выходит более 8 тысяч куб.м газа в день. Давление на устье скважины равно 4 барам, и что удивительно – оно не падает в течение пяти лет стабильной добычи.

С 2012 года скважина в деревне Буракебугу используется для выработки электричества. С тех пор местные жители получают энергию именно из водорода, добываемого из-под земли. Скважина Буракебугу стала первой в мире продуктивной скважиной, доказавшей, что водород может встречаться в природе в виде залежей.

На вебсайте под названием «Интересный инжиниринг», в сообщении от 13 июля этого года сказано, что Канада готовится к промышленной эксплуатации первого в мире месторождения природного водорода. Первая скважина была установлена в степях провинции Саскачеван в ноябре 2025 года. Эта скважина будет нацелена на вершину подземной структуры площадью около 15 кв.км. Компания «Макс Пауер» поясняет, что это первая

найденная в Канаде крупная подземная ловушка с природным водородом, амплитудой до ста метров. Она была обнаружена весной 2026 года с помощью площадных сейсмических исследований. В этом регионе всё началось со скважины-первооткрывательницы в местечке Лоусон, где доля водорода в выходящих из скважины газов составила 28,6 процента, и доля гелия также была значительной.

Как известно, Европа очень нуждается в природных энергетических ресурсах, поэтому можно ожидать, что поиски природного водорода прежде всего активизируются в Европе. Действительно, на европейской конференции геоученых и инженеров (EAGE) в прошлом 2025 году был сделан доклад о так называемой пассивной сейсмике [10], а именно об установке сейсмических датчиков в Пиренеях, на границе Испании и Франции, для проведения трехкомпонентного микросейсмического мониторинга (рис.5). Ожидается, что длительная регистрации фона сейсмических колебаний – в течение 40 дней – с помощью двух групп по 500 датчиков, установленных на общей площади 900 кв.км, позволит построить более точные геологические модели и оконтурить возможные залежи природного водорода в Пиренеях и пути его миграции наверх.



◀ Рис.5.
Установка трехкомпонентных пунктов приема для длительного сейсмического мониторинга в Пиренеях.

Надо отметить, что сейсморазведка на природный водород – это быстро растущее направление, которое может сыграть важнейшую роль в энергетике будущего. Для оптимизации этого вида сейсморазведки и получения достоверных изображений генерирующих водород толщ и его резервуаров необходимы дальнейшие технологические и научные разработки.

Происхождение природного водорода под вопросом

Как известно, подавляющее число геологов-нефтяников и геохимиков придерживаются органической теории происхождения нефти и природного газа в земной коре. Считается, что все виды углеводородов поэтапно возникли в результате длительного теплового воздействия и высокого давления на органику — это останки водорослей, планктона и животных — в относительно глубоко залегающих, так называемых нефтематеринских комплексах пород, на глубинах от 1 до 10 км.

По инерции, абсолютное большинство геологов предпочитает искать органический след в происхождении природного водорода и собирается начинать его разведку в пределах известных нефтяных и газовых месторождений со структурными или антиклинальными ловушками лёгких жидкостей и газов, стремящихся найти пути миграции на поверхность земли. Но по всей видимости, это изначально неправильный подход к поискам и разведке природного водорода.

Профессор Валерий Бессель пишет [1], что среди предполагаемых механизмов образования водорода в земной коре сейчас наиболее популярны геохимические и микробиологические процессы, и даже радиолиз воды — то есть разложение молекул воды под воздействием радиоактивного излучения местных скоплений урана или тория. Но очевидно то, что такие механизмы, которые могут протекать

в верхних слоях земной коры, способны создавать только локальные и можно сказать, случайные скопления природного водорода, хотя — как уже было подчёркнуто, — выходы водорода наблюдаются повсеместно на поверхности Земли, в самой разной геологической и тектонической обстановке, и скорее всего, природный водород имеет глубинное происхождение, а не поверхностное.

Гипотеза металлогидридной Земли

Более 50 лет назад доктор геол.-мин. наук В.Н. Ларин выдвинул гипотезу об изначально металлогидридной Земле [5]. Согласно предположению Ларина, ядро ранней горячей Земли было не просто металлическим, а состояло из гидридов металлов — то есть соединений металлов с водородом. По мере остывания ядра Земли, гидриды металлов начали постепенно высвобождаться из ядра, и происходила продувка мантии и земной коры водородом. Химически водород очень активный, и при подъёме вверх, через мантию, он образовывал множество соединений, включая воду, сероводород, метан и более сложные соединения с углеродом и кислородом. Тогда образование и накопление разнообразных углеводородов в земной коре является частью процесса выведения газообразных веществ из мантии нашей планеты. Часть глубинного водорода по разломам и трещинам достигает поверхности Земли и выходит в атмосферу, и это называют водородной дегазацией.

К сожалению, идеи Ларина, подкреплённые измерениями концентраций водорода в почве в разных странах, не были восприняты ни в России, ни за рубежом, и даже в нашем просвещённом 21-м веке они игнорируются. Современным продолжателем дела Ларина я бы прежде всего назвал доктора геол.-мин. наук В.Л.Сывороткина [7], автора книги «Глубинная дегазация Земли и глобаль-

ные катастрофы». Из названия книги видно, что Сывороткин рассчитывал, что через экологические проблемы – а именно проблему разрушения озонового слоя в стратосфере, на высоте от 10 до 50 км от поверхности Земли – проще привлечь внимание властей и большой науки к явлению водородной дегазации, а потом уже подтягивать вопросы использования природного водорода в промышленности. Но пока он не преуспел.

Гипотеза расширяющейся Земли с увеличением массы

Гипотеза Ларина об изначально металлогидридной Земле и её постепенном расширении была очень важным шагом в геонауках в 20-м веке и содержательной альтернативой теории тектоники плит на планете неизменных размеров. Но согласно Ларину, выход глубинного водорода из ядра Земли заканчивается в современную эпоху, и в перспективе Земля у Ларина выглядит так же, как и у официальной науки. А именно, постепенное остывание нашей планеты и потеря океанов и атмосферы. На Интернет-канале «Мифы и реальность» приведены цифры, что сейчас из атмосферы Земли происходит утечка лёгких газов – 3 кг водорода в секунду и 50 грамм гелия в секунду. И в далёком будущем, через 3 млрд лет, наша Земля будто бы полностью потеряет водно-газовую оболочку, и её поверхность будет напоминать нынешний Марс...

Я придерживаюсь другого сценария, поскольку отдаю предпочтение идеям другого яркого мыслителя – В.Ф.Блинова, который написал книгу «Растущая Земля: из планет в звёзды» [2]. По Блинову, генерация водорода в ядре Земли продолжается в наши дни, геологическая активность планеты растёт, а не ослабевает, и будущее нашей планеты – стать водно-газовым гигантом вроде Юпитера. Об этом можно задуматься, если в ускоренном

виде посмотреть на ураганы и тайфуны на нашей планете из космоса!

В любом случае, геологическая жизнь нашей планеты очень неспешная по человеческим меркам, и у современной цивилизации есть достаточно времени для адаптации к нарастающей активности Земли и, соответственно, меняющейся среде обитания.

Литература

1. Бессель В.В., Перспективы добычи и применения природного водорода в России и оценка мирового опыта. – НЕФТЕГАЗ.РУ, 4 июля 2025 г.
2. Блинов В.Ф., Растущая Земля: из планет в звёзды. – Киев, 2011. – 305 с.
3. Добрецова И.Г., Процессы дегазации на дне Атлантического океана. – Вестник Геонаук, №5, май 2025 г.
4. Добрецова И.Г., Процессы дегазации на Срединном Атлантическом хребте. – доклад в ИО РАН 20 ноября 2025 г.
5. Ларин В.Н., Наша Земля. Происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли. – М., 2005, 242 с.
6. Мировой океан. Том 1. Геология и тектоника океана. Катастрофические явления в океане. – М.: Научный мир, 2013. – 644 с.
7. Сывороткин В.Л., Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. – М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. – 250 с.
8. Чудинов Ю.В., Моя геология. Эдукция и расширение Земли. – М.: ГЕОС, 2024. – 312 с.
9. Gabor Tari, Natural hydrogen exploration: where do we stand? – SEG online talk, October 14, 2025.
10. Natural hydrogen exploration on the Pyrenees foothills using 3C passive seismic recorded with compact autonomous nodes. – 86th EAGE annual conference & exhibition, Toulouse, France, June 2–5, 2025.