

Вернадский В.И. К вопросу о свободном кислороде в земной коре // Современные проблемы состояния и эволюция таксонов биосферы / Труды Биогеохимической лаборатории, том 26. – М.: ГЕОХИ РАН, 2017, с. 465–478.

Янин Е.П. Примечание публикатора к статье В.И. Вернадского «К вопросу о свободном кислороде в земной коре» // Современные проблемы состояния и эволюция таксонов биосферы / Труды Биогеохимической лаборатории, том 26. – М.: ГЕОХИ РАН, 2017, с. 478–480.

К ВОПРОСУ О СВОБОДНОМ КИСЛОРОДЕ В ЗЕМНОЙ КОРЕ ¹

В.И. Вернадский

1

За последнее время ряд отдельных случайных наблюдений заставляет обратить внимание на историю свободного кислорода в земной коре. Систематически эта проблема никогда не изучалась, и все наши знания основаны на случайных наблюдениях. ²

Сейчас становится ясным, что наши знания об истории свободного кислорода в земной коре – одной из важнейших черт ее химического механизма – очень неполны и могут быть не только уточнены и выяснены, но и изменены, в какой мере пока не ясно.

Начинает выясняться, что наряду с давно известной работой земной растительности необходимо принимать во внимание и другие источники создания на нашей планете свободного кислорода.

Насколько они значительны – мы пока количественно оценить не можем.

Не можем количественно оценить, поэтому, и их значения сравнительно с теми процессами образования свободного кислорода, которые являются установленными и существование которых определяет то устойчивое равновесие, которое, по нашим современным представлениям, существует в земной коре:

Образование → Использование
свободного кислорода ← свободного кислорода (его расход)

2

Мы исходили из существования этого равновесия, т[ак] к[ак] никаких серьезных данных сейчас нет для того, чтобы сомневаться в его существовании.

Несомненно, установленным процессом образования свободного кислорода является биогенный процесс выделения газообразных молекул O₂ зелеными хлорофильными растениями, благодаря разложению ими путем фотосинтеза – лучистой энергией солнца – молекул CO₂, H₂O и находящихся в водных природных растворах нитратов и карбонатов.

Этим процессом поддерживается существование в биосфере живого вещества и все те бесчисленные химические реакции, которые с жизнью связаны.

Этот свободный кислород выделяется каждым отдельным организмом независимо от других, автономно; является основной функцией живых зеленых растительных организмов. Мельчайшие не видные глазу зеленые водоросли (10⁻⁴ см

¹ Статья публикуется впервые. См. примечание публикатора в конце статьи. – Публ.

² Об истории свободного кислорода см.: **В.[И.] Вернадский**. Опыт описат[ельной] минерал[огии]. [Том] I, [вып. 4]. – СПб., 1912, стр. 600 [и] сл. Еще <Его же>: Истор[ия] минер[алов] земн[ой] коры. [Том] I. [Вып.] 2. – Л.: НХТИ, 1927, стр. 222 [и] сл. Еще <Его же>: Geochemie [in ausgewählten Kapiteln]. L[eipzig]. 1930, p. 41.

диаметром) и огромные больше 100 м (10^4 см) деревья одинаковым образом исполняют эту функцию.³

Выделение происходит во время освещения зеленых частей растения прямым или отраженным солнечным светом, когда температура окружающей среды позволяет проявление жизнедеятельности растения. Также действует биогенный фосфорический свет и свет белых ночей приполярных стран, в конце концов имеющих тот же источник происхождения – солнечный свет.

Выделение кислорода зелеными растениями есть процесс индивидуальный, регулируемый в условиях жизни каждым зеленым неделимым. Для данного организма он не идет непрерывно – прекращается, ослабляется или усиливается в механизме его жизни.

Массовый эффект, однако, его также непрерывен, как непрерывны процесс жизни и падение лучистой солнечной энергии на нашу планету.

Это выделение молекул газообразного кислорода идет как в воздушную среду, так и в природные воды – всюду, где только проявляется зеленая жизнь.

Едва ли можно сомневаться в огромном геохимическом значении этого невидного глазу и нам незаметного процесса. Масштаб его явно планетный.

Он выражается в массе живого вещества, всех организмов, непрерывно существующей на нашей планете и поддерживаемой прежде всего фотосинтезом свободного кислорода. Масса эта одного или близкого порядка с массой свободного кислорода, существующей на нашей планете.⁴

Он выражается и в массе тех органогенных минералов – нефтей, каменных углей, торфов, асфальтов, органогенных <осадков?>, всепроникающей биосферу и стратосферу распыленной <массе> органического вещества, которые могут существовать только благодаря существованию свободного кислорода, выделенного организмами солнечным фотосинтезом из CO_2 , углерод которой сосредоточен в этих углеродистых органогенных минералах.⁵

По мере хода научной работы значение органогенного свободного кислорода в механизме биосферы представляется нам все бóльшим, но точный количественный учет такого кислорода не может быть сделан с нужной точностью.

Попытки выразить его количественно были сделаны для суши – правда, косвенным образом – они все основаны на учете массы живого вещества, созданной в течение определенного времени – солнечного года, напр[имер,] – и ничего не прибавляют к нашему научному охвату явления.⁶ Отсюда можно наметить то количество кислорода, которое должно было выделиться при создании органической массы.

Они, как будто, указывают, что такое выделение свободного кислорода дает в течение года его массы, сравнимые, м[ожет] б[ыть], одного порядка, с той его массой, которая существует в каждый данный момент в биосфере.

Они, по-видимому, достаточны для покрытия всего его природного использования – перехода его в связанное состояние в процессах выветривания, дыхания и т. п.

³ О процессе выделения кислорода в связи с жизнью см.: *В.[И.] Вернадский*. Оп[ыт] опис[ательной] минер[алогии]. [Том] I. [Вып. 5.] – Пг., 1914. <Его же:> La biosphère. P[aris: Alcan], 1929 (по-русски [– Биосфера. Л.: НХТИ,] 1926). <Его же:> Geochemie in ausew[ählten] Kap[iteln]. L[eipzig]. 1930 (по-русски [– Очерки геохимии. М.-Л.: Гос. изд-во,] 1927). <Его же:> Живое вещество. – Л. 1930.

⁴ *W.[I.] Vernadsky*. Geochemie [in ausewählten Kapiteln]. L[eipzig]. 1930, p. <?>.

⁵ *W.[I.] Vernadsky*, Geochemie [in ausewählten Kapiteln]. L[eipzig]. 1930, p. <?>.

⁶ *W.[I.] Vernadsky*. Geochemie [in ausewählten Kapiteln]. L[eipzig]. 1930.

Мы можем, т[аким] о[бразом], считать, что главная масса свободного кислорода, в биосфере существующая, биогенного происхождения, есть создание – непрерывно идущее – зеленого живого вещества.

Мы не можем, конечно, утверждать, что она целиком такого происхождения.

3

Эти выделения свободного кислорода невидимы. Молекулы свободного кислорода рассеиваются в окружающем воздухе или же растворяются в окружающей воде.

Лишь в особых случаях – хотя и обычных – можно видеть <нрзб> выделение свободного кислорода в водной среде. Для наземной растительности таких случаев мы не знаем. Исследования воздуха в среде богатой зелеными организмами (напр[имер], в лесах, полях и т. п.) не дали указаний на обогащение кислородом, вопреки тому, что так резко выражено для углекислоты.⁷ Однако это отсутствие влияния зеленой жизни на увеличение кислорода в окружающей среде – в воздухе, в тропосфере – не может считаться установленным. Верно, по-видимому, есть то, что оно может сказываться на небольшие пространства и не отражаться на общей массе газовой области. Но даже и в этой форме оно, вероятно, потребует поправки. Во время зеленых цветений стоячих водных пространств, в областях богатых озерами – богатых живым веществом с большой геохимической энергией жизни⁸ – воздух временами должен быть обогащен кислородом. На это указывают и точные старинные наблюдения Ш. Моррана⁹ над прудами окрестностей Анжера.

В самой *водной среде* явления обогащения O₂ выражено резко, наблюдаются на каждом шагу, могут быть количественно учтены и выливаются в мощные явления природы. Они регулируют, напр[имер], газовый режим Океана.

Самое мощное явление, сюда относящееся, – это *обогащение кислородом проникнутых жизнью слоев водной среды* всякого водного бассейна.¹⁰ Им обогащены все – беря явление в целом – главные сгущения жизни в водных бассейнах – планктонная пленка Океана, его саргассовые и береговые концентрации, обогащены им и поверхностные воды суши.¹¹ Лишь донные <живые?> пленки глубоких частей моря, состоящие из животных организмов, представляют богатые жизнью водные области, не дающие свободного кислорода.

Впервые явления пересыщенности кислорода в водных пространствах богатых жизнью были открыты бельгийским ученым Ш. Морраном (1835) (С[h]. Morren, 1807–1858)¹², но не обращали не себя долгое время должного внимания. Они были забыты и открыты вновь десятки лет позже.¹³ Морран указал, что вода в слоях прудов, богатых

⁷ В.[И.] Вернадский. Опыт описат[ельной] минерал[огии]. [Том] I. [Вып. 4. – СПб.,] 1912, стр. 604.

⁸ В.[И.] Вернадский. Биосфера. – Л.: НХТИ,] 1926, стр. <?>.

⁹ С[h]. Morren. < Sur l'influence qu'exercent et la lumière et la substance organique de couleur verte souvent contenue dans l'eau stagnante, sur la qualité et la quantité des gaz celle-ci peut contenir // Annales de Chimie et de Physique, 1841, Ser. 3, v. 1, p. 456–489>.

¹⁰ См. В.[И.] Вернадский. Опыт опис[ательной] минер[алогии]. [Том] I. [Вып. 4. – СПб.,] 1912, стр. 613, 619. [Вып. 5. – Пг., 1914], стр. 773. Сверх указанной там литературы см. еще: А.[А.] Лебединцев. Метеор[ологические] и гидр[ологические] иссл[едования] Псковского водоема [зимой (январь, февраль, март 1912 г.). – Псков,] 1913, стр. 61–62. В.[Н.] Лебедев. Изв[естия] Геогр[афического] Общ[ества]. [Том] 47, 1911, стр. 53. Еще. В.[Н.] Лебедев. Воды юго-вост[очной] Камчатки. [Часть] I. [Озера]. – М., 1915. Н. Winterstein. Handbuch d[er] ver[gleichenden] Physiologie. [V.] I. [Pt.] 2. – J[ena], 1912, p. 7 [и] след., (литер[атура]).

¹¹ В.[И.] Вернадский. Биосфера. – Л.: НХТИ,] 1926. Стр. <?>.

¹² С[h]. Morren. Essai sur l'influence de la lumière dans la manifestation des êtres organisés. P[aris], 1835. Annales de Ch[imie] et de Phys[ique]. [Ser.] (3). [V.] I. 1841, p. 456. Ib[is]. [Ser.] (3), [V.] 12. 1844, p. 5.

¹³ Н. Winterstein. [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena], 1912, p. 8.

жизнью, может содержать в растворе газы, до 61% которых (по объему) состоит из кислорода (вместо обычных 34%). Он же первый указал, что те же явления обогащения кислородом наблюдаются и в прибрежных участках моря.

С тех пор эти явления констатированы повсюду, несомненно представляют большое явление природы – но все же не вошли еще в общее сознание и в океанографической практике делаются попутно и несистематично. Точной количественной картины явления мы до сих пор не имеем.¹⁴

Впервые для планктонной пленки Океана выявил это явление О. Якобсен в 1873 году¹⁵ и указал на изменение газового режима – обогащение кислородом на огромном пространстве, покрывающем сотни тысяч квадратных километров, на обыденность этого явления, на его периодичность в связи с газовым циклом – подобно другим биологическим явлениям.

Небольшие водоемы суши дают эти явления еще в более резкой форме. Наблюдения Цунтца и Кнауте¹⁶ для прудов указывают, что под влиянием явлений жизни количество кислорода вместо 6–8 куб[ических] сантим[етров] повышается до 40 куб[ических] сантим[етров] и выше, т. е. по весу вместо $8,6 \times 10^{-4}$ – $1,1 \times 10^{-3}\%$ доходит до $5,7 \times 10^{-3}\%$ и выше, увеличивается больше чем в пять раз, доходя до состояния насыщения чистого кислорода и перенасыщения атмосферного воздуха. По <Шиманскому?>, для больших озер количество кислорода на <нрзб> может достигать до 17–18 куб[ических] сантим[етров] на литр, т. е. до $2,4$ – $2,6 \times 10^{-3}\%$. По Лежандру¹⁷, в прибрежной полосе прилива и отлива (Конкарно во Франции) его количество может достигать $1,4 \times 10^{-3}\%$ воды.

Физическое состояние такой более богатой кислородом воды, чем сколько его следовало бы ожидать на основании термодинамических условий среды, нам неизвестно. Едва ли правильны в этом случае те аналогии, которыми мы пользуемся для выражения растворения газов в однообразной с <нрзб> твердых компонентов форме.

Это явление есть чисто динамическое неустойчивое равновесие, которое создается тем обстоятельством, что кислород поступает в бóльшем количестве в воду, чем сколько ни может раствориться при данных температуре, давлении и составе растворенной газовой смеси.

Очень возможно, что здесь образуется не пересыщенный раствор газообразного кислорода, а тончайшая неустойчивая эмульсия мельчайших невидимых глазам пузырьков кислорода, собирающихся вокруг мельчайших зеленых водорослей, невидимых глазу. Тем более невидимы пузырьки, которые они выделяют. Образование такой эмульсии, невидимой глазу, при анализе будет выражаться в том, что вода окажется содержащей кислорода больше, чем его полагается по давлению и температуре воды.

Такие «пересыщенные» кислородом воды непрерывно наблюдаются и создаются в солнечные дни в поверхностных водах морей и океанов – пресных и соленых водоемах суши – озерах, прудах, реках, явно указывая на то, что темп создания

¹⁴ *H. Winterstein*. [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena], 1912, p. 8 [и] сл. *В.[И.] Вернадский*. [Опыт описательной минералогии. Том I. Вып. 4. – СПб.], 1912, стр. 613 [и] сл.

¹⁵ *O. Jacobsen*. [Justus] Lieb[ig's] Ann[alen der Chemie und Pharmacie]. 167. L[eipzig], 1873. Ср. измерение *J. Jacobsen*. <нрзб>. 1905. № 8.

¹⁶ *H. Knauthe*. Biolog. Centralbe, 1898, 18, p. 795; 19. 1899, 783. *N. Zuntz*. [Über den Kreislauf der gase im Wasser //] Archiv f[ür] Anat[omie] u[nd] Physiol[ogie], Physiol[ogische] Abt[eilung]. – L[eipzig], 1900. Suppl., [p.] 311.

¹⁷ *R. Legendre*. [Variations physico-chimiques de l'eau de mer littorale à Concarneau //] C[omptes] R[endus de l'Académie Sciences]. – P[aris], 1909, 148, p. 669.

биогенным путем свободного кислорода превышает темп его потребления. В короткий срок равновесие с затенением восстанавливается.

4

Мельчайшие пузыри кислорода, выделяющиеся в светлые солнечные дни, в таких водоемах могут становиться видимыми и собираться в относительно большие массы. Это совершается тогда, когда процесс выделения кислорода идет так быстро, что кислородные пузыри не успевают рассасываться в воде – всегда их есть избыток.

Мы постоянно видим их в виде мелких, б[ольшей] ч[астью], пузырьков, покрывающих части зеленых растений, погруженных в воду, преимущественно в яркие солнечные дни.

Трудно выяснить, кто впервые открыл это явление в природных условиях, но оно обратило на себя внимание в первой четверти XIX в. <Жан-Антуан Клод> Шапталь <1756–1832>, кажется, первый доказал обогащение кислородом газовых скоплений вокруг погруженного в воду мха при освещении его солнечными лучами.¹⁸ Явление это принимает очень разнообразные формы.

Очень часто наблюдаются большие сливающиеся пузыри в зимнее время в солнечные дни, когда в покрытом льдом озере или пруде идет усиленное выделение кислорода. Кислород собирается в больших пузырях – до 1 метра и больше под ледяной крышкой.¹⁹

Частным случаем таких пузырьков является образование оолитовых выделений в некоторых минеральных источниках, как это впервые указано Р. Людвигом и Г. Теобальдом для Наугейма. Мелкие пузырьки кислорода, достигающие величины горошинки, покрываются тонкой скорлупкой из CaCO_3 . Эти пузырьки проникают сплошь весь лежащий на дне мелких бассейнов перенаполненный зелеными водорослями ил бассейна. Людвиг и Теобальд, должно быть правы, указывая, что при этих условиях пузырьки CO_2 не могут покрываться корочкой CaCO_3 , который должен был бы растворяться в окружающей воде.²⁰ Роль пузырьков свободного биогенного кислорода в образовании известковых оолитовых образований обычно не принимается во внимание.

Более точное наблюдение окружающей природы несомненно покажет многочисленные другие проявления сохранения свободного кислорода более или менее долгое время после его образования фотосинтезом. Таково, напр[имер], использование выделяющихся кислородных пузырьков водных растений поселяющимися на них насекомыми или паукообразными.²¹

5

Некоторое обогащение кислородом, возможно того же характера, идет в водных зеленых организмах в тех газах, которыми проникнуты их полости. Эти газы исходят из окружающего воздуха и занимают значительную часть объема организма (напр[имер],

¹⁸ *B.[M.] Lersch*. Hydro-chemie, [oder Handbuch der Chemie der natürlichen Wässer, nach den neuesten Resultaten der Wissenschaft]. 2 Aufl[age des betreffenden Theiles der “Einleitung in die Mineralquellenlehre”]. – B[erlin], 1864, p. 59.

¹⁹ См. очень интересные фотографии у *G. Göttinger* [Studien über das Eis des Lunzer Unter- und Obersees // Intern[ationale] Revue d[er gesamten] Hydrob[iologie und Hydrographie]. [Bd.] II. 1909, p. 390. Taf. XV.

²⁰ *R. Ludwig und G. Theobald*. [Über die Mitwirkung der Pflanzen bei der Ablagerung des kohlensauren Kalkes // Annalen der Physik und Chemie. Band] 87. L[eipzig,] 1852, p. 95.

²¹ *H. Winterstein*. [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena, 1912], p. 116–117 (лит[ература]).

в *Pistia texensis* до 71,3% ²²), образуя богатую воздухом ткань – аэренхиму Шенка. Габерландт ²³ считает, что этот внутренний воздух водяных растений обогащается кислородом, созданным фотосинтезом, и может служить резервуаром для дыхания. По анализу Шенка ²⁴, в аэренхиме *Lythrum salicornia* находится 30% по объему кислорода (т. е. увеличился на 50%). К сожалению, эта область явлений слабо затронута количественным учетом.

В некоторых случаях такие богатые газами ткани отделяются в особые пузыри и более богаты кислородом, аналогично только что рассмотренным выделениям свободного кислорода в водной среде фотосинтезом кислорода хлорофильными растениями.

Таковы, по-видимому, пузыри, которые образуются в водорослях из рода *Entromorpha*, живущих в солоноватых водах южной России ²⁵ и других мест. Широко распространены «пузыри» воздуха среди водорослей.

К сожалению, вопрос о составе газов в пузырях водорослей чрезвычайно мало изучен. Правда, для некоторых из них Н. Вилле ²⁶ указывает обогащение кислородом (до 37%) – но оно не так значительно. Другие анализы дают преобладание азота. Вопрос требует точного количественного изучения. Очень вероятно, что состав этих газов меняется в связи с биологией растения (см. ниже [–] плавательные пузыри рыб).

Есть явления природы, которые получают совсем иной вид, если окажется, что возможно, что некоторые водоросли могут сильно увеличивать содержание кислорода в своих полостях.

С этой точки зрения важно обратить внимание на два явления – саргассовые скопления в Саргассовом море и др[угих] местах и те газовые выделения, какие наблюдаются в мангровых деревьях.

6

Отдельно должны быть поставлены выделения свободного кислорода биохимическим путем, не связанным с деятельностью хлорофилловых организмов.

Установленным среди них может считаться только одно явление – выделение свободного кислорода *в плавательном пузыре большинства семейств рыб* ²⁷. Геохимический эффект этого явления не может сейчас быть учтен со сколько-нибудь серьезной точностью. Оно охватывает только часть рыбного царства – тех форм, которые обладают пузырем. Его нет среди ползающих рыб бентоса, как камбаловые, нет у круглоротых или акулковых и некоторых пелагических рыб, как макрелевые. Огромное большинство рыб, однако, его выработали.

Состав газов плавательного пузыря некоторых рыб почти из чистого кислорода был открыт в конце XVIII столетия – для меч-рыбы (*Xiphias gladius* L.) – в 1797 году Ф. Бродбельтом (F. Brodbelt). ²⁸ Это наблюдение было совершенно забыто, и через 10 лет Био независимо вновь открыл то же явление для рыб Средиземного моря. Кислород собирался плавательными пузырями рыб далеко не всегда, но совершенно ясно – это

²² **H. Winterstein.** [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena,], 1912, p. <?>.

²³ **G. Haberlandt.** Physiol[ogische] Pflanzenanatomie. [– Leipzig: Engelmann,] 1909, p. 397.

²⁴ **H. Schenck.** [Ueber das Aerenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen // Pringsheim's] Jahrbuch[er] für wiss[enschaftliche] Botanik, [Bd.] 20, 1889. p. 526.

²⁵ **В.И. Талеев.** Основы ботаники [в общеприродоведческом изложении]. – Х[арьков], 1917, с. 235.

²⁶ **N. Wille.** [Om Fucaceernes Blaerer // Bihang till [Kongliga] Sv[enska] [Vetenskaps-]Akad[emiens] Handlingar. S[tockholm,] 1889, № 14 [(3)].

²⁷ Возможно поглощение кислорода – его концентрация некоторыми окрашенными бактериями? Ср. **H. Winterstein.** [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena,], 1912, p. 37.

²⁸ **F. Brodbelt.** [On the Elastic Fluid contained in the Air-veffels of Fish //] Journal of Natur[al] Philos[ophy, Chemistry, and the Art]. [V.] I. 1797, p. 264.

заметил уже Био (1807) – что по мере углубления рыб в водную среду, удаления от поверхности моря количество кислорода в пузырях увеличивается.²⁹ Количественно определено его содержание до 91,9% по объему газов пузыря (*Trigla cucullus*, по Делярошу в 1809).³⁰ Числа больше 80% кислорода наблюдались для разных рыб разных бассейнов – соленых и пресных – разными исследователями и не может вызывать сомнения³¹; все указывает на то, что временами пузыри содержат чистый кислород и что при вертикальном передвижении рыб его содержание меняется, увеличиваясь с глубиной.

Само явление с биологической точки зрения не может быть также достаточно изученным³² и не может быть установлено каким образом идет увеличение кислорода, временами приводящее почти к чистым его скоплениям. Ясно, что рыбы, обладающие плавательным пузырем, выработали сложный аппарат – особые железы и нервный, им управляющий, но механизм – химический или физический – выделения свободного кислорода не ясен.

Неясна функция свободного кислорода. Функцией плавательного пузыря, по-видимому, должно считаться гидростатическая его роль при перемещении рыб в разные области гидростатического давления области их жизни.³³ Но с этой точки зрения им гораздо выгоднее было бы пользоваться азотом, а не более тяжелым кислородом (вес литра азота 1,27, литра кислорода 1,43 при 0° и 760 мм [рт. ст.]). Тем более, что, как уже наблюдали в 1809 году А. фон Гумбольдт и Провансаль³⁴, иногда в плавательном пузыре рыб заключается почти чистый азот; это наблюдение было подтверждено Кондильяком и др[угими] <исследователями>. Наблюдения Гюфнера³⁵

²⁹ *M. Biot*. [Au Mémoire inséré dans le premier volume, sur l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons // Mém[oi]res de Phys[ique] et de Ch[imie] de la Soc[iété] d'Arcueil. P[aris]. 1807, [T. 2, p. 487–491]; <Его же:> [De l'intensité d'action que la force répulsive extraordinaire du spath d'Islande exerce sur les molécules lumineuses de diverses couleurs // Mém[oi]res de Phys[ique] et de Ch[imie] de la Soc[iété] d'Arcueil. P[aris]. 1809, [T. 3, p. 371–384].

³⁰ *F. Dalaroche*. [Sur la vessie aérienne des poissons // Annales de Mu[éum nationale] d'hist[oire] nat[urelle], par les Professeurs de cet Établissement]. [T.] 14. P[aris], 1809. p. 184, 245.

³¹ *M. Biot*. [Au Mémoire inséré dans le premier volume, sur l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons // Mém[oi]res de Phys[ique] et de Ch[imie] de la Soc[iété] d'Arcueil. P[aris]. 1807, [T. 2, p. 487–491]. *F. Dalaroche*. [Sur la vessie aérienne des poissons // Annales de Mu[éum nationale] d'hist[oire] nat[urelle], par les Professeurs de cet Établissement]. [T.] 14. P[aris], 1809. *P. Contigliachi*. Sull'analisi dell'aria conten[uta] nella vescica nat[atoria] d[ei] pesci. Pav[ia]. 1809 (Schweig[ger] Journal f[ür] Ch[emic und Physik]. I. 1811). *A. Moreau*. [Sur le rapport qui existe entre la composition chimique de l'air de la vessie natatoire et la profondeur à laquelle sont pris les poissons // C[omptes] R[endus de l'Académie Sciences]. [T.] 79, [Juillet - Décembre]. P[aris]. 1874, [p.] 1134[–1136]. <Его же:> [Recherches expérimentales sur les fonctions de la vessie natatoire // Ann[ales] d[es] sc[iences] natur[elles]. Zoologie [et Paléontologie]. [Ser.] (6), [v.] 4. P[aris]. 1876. *C. Bohr*. [Sur la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire des Poissons // C[omptes] R[endus de l'Académie Sciences]. [T.] 112. P[aris], 1892, [Janvier – Juin], [p.] 1560[–1562]. <Его же:> [The Influence of Section of the Vagus Nerve on the Disengagement of Gases in the Air-bladder of Fishes // Journal of physiolog[y]. [Vol.] 15, [№ 6]. 1894, [p.] 494–500]. *T. Schloesing [fils] et J. Richard*. [Recherche de l'argon dans les gaz de la vessie natatoire des Poissons et des Physalies // C[omptes] R[endus de l'Académie Sciences]. [T.] 112. P[aris], 1896, [Janvier – Juin], [p.] 615[–617]. *M. Tranbe-Mengarini*. [Ricerche sui gas contenuti nella vescica natatoria dei pesci // Rendic[onti]. Atti Della Reale Accad[emia] d[ei] Linecei. R[oma], 1888, [v. 4, p. 89–94]. <Ее же:> Arch[iv] f[ür] Anat[omie] u[nd] Phys[iologie]. Physiologische Abteilung. 1894, p. 54. *C. Greene*. [The] Journal of biol[ogical] chem[istry], 1894, 59, p. 615.

³² Обзор до 1912 [г.] см.: *H. Winterstein*. [Handbuch der vergleichenden Physiologie. V. I. Pt. 2. – Jena, 1912], p. 161 [и] сл. Ср.: *J.[S.] Haldane*. Organism a[nd] Environment [as illustrated by the Physiology of Breathing]. L[ondon], 1917, p. 62.

³³ *Капелькин [В.Ф.]*. Функция плавательного пузыря рыб // Природа, 1916, № 4, стлб. 505–507].

³⁴ *Provencal et Humboldt*. [Recherches sur la respiration des poissons // Mém[oi]res de phys[ique] et ch[imie] de la Soc[iété] d'Arcueil. [T.] 2. P[aris], 1809, p. 359–[368].

³⁵ *H. Hüfner*. [Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasen-gase // Archiv f[ür] Anat[omie] u[nd] Physiolog[ie]. Physiologische Abteilung. – Leipzig, 1892, p. 54[–80].

указали, что количество азота достигает 99,38% и он находится под давлением, большим (раза в 4), чем давление его в окружающем воздухе – что исключает возможность объяснять его образование диффузией. Организм регулирует его выделение. В биосфере подобно тому, как и для кислорода, это выделение чистого азота есть редкий случай.

Отражение выделения свободного кислорода (и азота) в химии воды – пресной и соленой – совершенно не изучено. Но оно не может быть вполне безразлично, т[ак] к[ак] оно сосредоточено в географически определенных областях – сравнительно глубоких областях водных бассейнов, где в миллиардах неделимых сосредоточиваются в каждый данный момент несуществующая в иных формах – или временами существующая форма газовых выделений.

7

Появившаяся недавно работа А.[А.] Черепенникова ³⁶ указывает, возможно, на существование другого процесса выделения свободного кислорода, независимого от хлорофилловых растений. Газ, выделяемый из маточного раствора озера Большой Таволжан Павлодарского округа, оказался состоящим в главной части из свободного кислорода.

На выделение этого газа внимание было обращено П.И. Преображенским в 1928 [г.] при посещении им этого озера. По инициативе П.И. Преображенского был произведен его сбор и исследование.

Газ выделяется из под слоя новосадки и был собран Е. <А.?)П. Уразовой в 100 метрах от берега; он образовывал вздутия в верхнем слое новосадки, иногда розового цвета, на которой находился небольшой слой рапы. Свободного выделения газа не наблюдалось.

Анализ А.А. Черепенниковым газа, в который попало некоторое количество воздуха, дал следующие числа (в объемах):

О ... 79,4 (в другом образце 85,7),

Н ... 20,6 (---“-----“-----“----- 13,3),

Ar + Kr + Xe 0,374,

He + Ne 0,001.

Эти данные указывают на особенность, которая едва ли позволит всецело свести процесс выделения свободного кислорода на хлорофильный механизм зеленых растений.

Уже А.А. Черепенников обратил внимание на происшедшее здесь обогащение не только *кислорода*, но и *аргона* (и благородных газов). Аргон и благородные газы составляют в Таволжанском газе 1,81 % азота, тогда как в воздухе они составляют 1,1% азота (по объему).

Переводя все на весовые проценты, мы имеем в этом газе 0,5% Ar (вместо 1,29% в воздухе), но по отношению к N₂ + Ar имеем 2,53% вместо 1,69% в воздухе.

Т[аким] о[бразом], процесс идет так, что не только выделяется свободный кислород, но и *меняется отношение между азотом и аргоном*. Это указывает на одновременно идущее *уменьшение азота*, его поглощение, более быстрое, чем для аргона. В данном объеме газа заключается в 3,86 раз меньше азота, чем в воздухе, и в 2,49 раза меньше аргона, чем в воздухе того же объема. Каково бы ни было происхождение азота в этой смеси, едва ли он весь происходит из воздуха.

³⁶ А.[А.] Черепенников. Изв[естия] Геол[огического] Ком[итета]. [Том] 48. – Л., 1929, с. 423.

Если газ биохимического происхождения, то возможны два предположения: 1) весь газ биохимического происхождения ³⁷ или 2) часть его – обычный воздух, количество которого может быть определено по аргону.

Розовый цвет рапы указывает на возможное развитие хлорофильного организма, д[олжно] б[ыть] *Dunaliella [salina]* <дуналиелла соленоводная> из *Chlamidomonadacea* ³⁸, так что как будто здесь есть все данные для процесса, аналогичного обычному биохимическому процессу концентрации кислорода. Он совершается, однако, только в особых условиях, пузыри образуются не под коркой льда, но под коркой соли. Ввиду уменьшения аргона пришлось бы допустить биогенное происхождение части азота.

Очевидно, является необходимым тщательное исследование этого явления.

Экспедиция, снаряжаемая Академией наук для проверки и дальнейшего изучения этого явления, даст научные данные.

8

Помимо этих явлений образования свободного кислорода, связанных так или иначе с биохимическими процессами, – на нашей планете существуют процессы его образования, кажущееся сейчас нам малозначительными, вызываемые другими, далекими от жизни силами.

Мы имеем указания, требующие исследований, на процессы этого рода в биосфере и в более глубоких земных оболочках. Явление в биосфере всегда связано с жизнью, но в указываемых случаях эта связь отдаленная.

Повторяющиеся от времени до времени указания на нахождение или образование свободного кислорода в биосфере небιοгенного происхождения, оказывались до сих пор – при проверке – неверными. ³⁹

Однако сейчас, мне кажется, получают здесь положительные точные данные, заставляющие пересмотреть все наши обобщения.

По отношению к биосфере могут быть сейчас выдвинуты двоякого рода явления: 1) явления, связанные с вулканическими процессами, и 2) явления, связанные с радиоактивными телами.

Для глубоких процессов застывания магм сейчас есть указания, на которые я укажу позже. Для вулканических процессов указания, мне кажется, не могут считаться установленными. Одной из последних является гипотеза Р. Сосмана ⁴⁰ о выделении свободного кислорода в Килауэа при 500–600⁰[C] с раскислением закиси железа. Этим он объяснял окислительные процессы, играющие видную роль в химии извержений этого вулкана. Правда, закись железа – жозит (*Jozite*) FeO <иоцит, или вюстит – прим. публ.> – по-видимому, очень распространен в лавах ⁴¹ и нельзя отрицать возможность его раскисления в некоторых случаях. Но Сосман не приводит экспериментальных

³⁷ Вопрос о биохимическом использовании аргона не может считаться окончательно решенным отрицательно. См.: *J. Durand*. Bull[etin de la] Soc[iété] Chim[ique de France]. [Vol.] 39. P[aris], 1926, [p.]. 541.

³⁸ См.: *Б.[Л.] Исаченко*. [О розовой соли и красных озерах. (Очерк по истории вопроса) //] Природа, 1919, [№ 7–9], стлб. [309–316].

³⁹ См.: *В.[И.] Вернадский*. Опыт описат[ельной] минер[алогии]. [Том] I. [Вып. 4]. – СПб., 1912, стр. 624, 640. Старую сводку *В.[М.] Lercsh*. Hydro-Hemie, [oder Handbuch der Chemie der natürlichen Wässer, nach den neuesten Resultaten der Wissenschaft]. 2 Aufl[age des betreffenden Theiles der “Einleitung in die Mineralquellenlehre”]. – B[erlin], 1864, p. 47, 58.

⁴⁰ *R.[B.] Sosman*. [Oxygen and volcanism //] Journal of Washington Acad[emy] of Science. [Vol.] 15, [№ 18]. W[ashington,] 1925, [p. 422–423]. – Ср.: *R.[B.] Sosman a. J.[C.] Hostetter*. [The oxides of iron. I. Solid solution in the system Fe₂O₃–Fe₃O₄ //] Journal of Americ[an] Chem[ical] Soc[iety]. [Vol.] 38, [№ 4], 1916, [p. 807–833].

⁴¹ *A. Brun*. [La Iozite, minéral constituant des laves des volcans modernes //] Schweiz[er] Miner[alogische] Petrogr[aphische] Mitteil[ungen]. [Bond] 4. Z[ürich,] 1924, p. 355–[356].

доказательств своей теории, и в тоже время все больше выясняется, что в вулканах – и в том числе в Килауэа – лава находится в окислительной среде под влиянием кислорода воздуха⁴². Образование жозита скорее указывает на окисление металлического железа, находящегося в расплавленной массе, проникнутой инертными или восстанавливающими газами, при застывании магм в атмосфере.

Мне представляется поэтому гипотеза Сосмана сомнительной или по крайней мере недоказанной и противоречащей современному пониманию химии застывающей лавы.

Гораздо важнее другие указания, связанные с явлениями радиоактивности в связи с биосферой.

9

Нельзя сомневаться, что процесс радиоактивного выделения свободного кислорода идет в земной коре и очень вероятно, что он не только гораздо более значителен, чем мы это обычно думаем, но и является серьезной частью механизма биосферы.

Он связан с разложением молекул воды с образованием *гремучего газа*.

Этот процесс должен идти в земной коре в разных условиях.

С одной стороны, надо ждать выделения свободного кислорода в атмосфере, особенно в стратосфере и выше ее в свободной атмосфере, которую правильнее считать за область, выходящую за пределы земной коры.⁴³

Ибо ультрафиолетовые и другие космические излучения способны разлагать воду с выделением кислорода.

Еще большее значение должно иметь выделение радия и его эманации, которые разлагают молекулы воды не только в связи с образованием H_2O_2 , O_3 , но и гремучего газа. Это разложение может идти в атмосфере в тех молекулах воды, которые в ней находятся⁴⁴.

В этой области требуются данные, которых мы пока не имеем.

Сколько можно сейчас судить, размах этих процессов едва ли меняет основное значение биогенного создания свободного кислорода земной жизнью.

10

До последнего времени казалось явлением того же порядка выделение свободного кислорода радиоактивным разложением воды гидросферы – Всемирного океана и вод суши.

Для гидросферы это, по-видимому, весьма вероятно – но для вод суши открыты сейчас явления совершенно другого порядка – во всяком случае, если говорить осторожнее, – надо думать, что существует гораздо более серьезное радиоактивное создание свободного кислорода, порядок которого по сравнению с биогенным его созданием требует сейчас исследования.

Для оценки этих явлений можно принять за исходные числа, выведенные практикой Венского радиового института проф[ессора] С. Мейера. К сожалению, экспериментальное изучение разложения воды радием и сопровождающими его существование выделениями энергии и создаваемых при этом элементов требует и пересмотра и установления точного контроля. Для природных вод эта работа никогда не была сделана. Числа, которыми мы располагаем, несомненно подвергнутся, может

⁴² W.[I.] Vernadsky. Geochemie in aus[gewählten] Kapit[eln]. L[eipzig]. 1930, p. (лит[ература]).

⁴³ См.: W.[I.] Vernadsky. La Biosphère. P[aris: Alcan]. 1930. W.[I.] Vernadsky. Geochemie in aus[ugewählten] Kapit[eln]. L[eipzig]. 1930.

⁴⁴ Об образовании кислорода разложением благодаря радия молекул воды см.: S. Meyer u[nd] E. Schweidler. Radioaktivität. 2^{te} [vermehrte] Aufl[age]. L[eipzig]. 1927, p. 233.

быть значительным, изменениям. Но в основу наших суждений они могут быть приняты. Надо только иметь в виду, что они дают скорее нижний, чем верхний предел, и эффект количественно сильнее, чем из них вытекает. Совсем не учтено действие ториевых компонентов воды, которое может быть – как раз для гидросферы – заметно.

Исходя из чисел Венского Радиового института – а именно, что грамм радия дает в сутки 30 куб[ических] сант[иметров] газа (гл[авным] обр[азом] гремучий газ)⁴⁵ и считая, что 1/3 части его, т. е. 10 куб[ических] сант[иметров] составляет чистый свободный кислород, можно вычислить количество кислорода, выделяемого природными водами. В год один грамм радия даст 5,2 грамма свободного кислорода.

При малой радиоактивности природных вод эти числа кислорода ничтожны.

Для гидросферы имеющиеся измерения (считая только океаническую воду) дают колебания от 0–1,9 x 10⁻¹²%; можно считать, что Ra находится в количестве нескольких *n* x 10⁻¹³%, причем средний коэффициент *n* вероятно меньше 5. Нахождение в океанической воде урана⁴⁶ заставляет считать, что радий там всегда должен находиться, но получающиеся колебания количества радия и отрицательные в некоторых случаях результаты указывают на ненормальности, до сих пор необъясненные. Наиболее вероятным объяснением представляется захват радия организмами. Это то же самое явление, которое приходится предполагать для золота и которое констатировано для йода, фосфора, кремния.

При 1 x 10⁻¹³% Ra в океанической [воде] и при предположении, что он весь находится в водном растворе, не поглощен совсем живыми организмами, в год образуется во всем <Мировом> океане 8,3 x 10³ тонн свободного кислорода – количество ничтожное по сравнению с 2,1 x 10¹⁴ тонн⁴⁷ его, в нем <океане> заключающихся.

К тому же неясно, какая часть радия океанической воды находится вне живого вещества. Число 3,6 x 10⁵ тонн свободного кислорода есть число максимальное; оно составляет около 10⁻⁸–10⁻⁹ всего кислорода Океана в данную минуту в нем находящегося. Он составляет неисчислимо небольшую часть – во множество раз меньшую, чем 10⁻⁹ всего кислорода в Океане в год биогенно образуемого.

11

В масштабе биосферы этот радиогенный свободный кислород исчезает – без последствий – из нашего поля зрения.

Воды суши содержат радий в том же масштабе⁴⁸, что и воды Океана, но их масса более чем в 500 раз меньше массы воды Океана. Очевидно, и для них можно оставить в стороне радиогенное образование кислорода.

Сейчас начинают открываться новые явления, которые заставляют пересмотреть наши суждения. В последнее время открыты воды, которые содержат количества радия гораздо большие и которые может быть дадут возможность количественно учесть – в частных случаях – эти явления.

Это напорные воды нефтяных месторождений, идущие с глубин, достигающие километра, а м[ожет] б[ыть] и больше, и содержащие до 10⁻⁸–10⁻⁹% Ra. Установленные впервые при исследовании буровых вод в 1926 году А.А. Черепенниковым и В.И. Барановым в одной из скважин Ухтинского нефтяного района, они в еще большей

⁴⁵ S. Meyer u[nd] E. Schweidler. Radioactivität. 2^{te} [vermehrte] Aufl[age]. L[eipzig]. 1927, p. 1927, p. 566.

⁴⁶ К сожалению, имеются только немногочисленные положительные качественные пробы.

⁴⁷ Над указанным значением проставлено также значение в 1,6 x 10¹³. – Прим. публ.

⁴⁸ S. Meyer u[nd] E. Schweidler. Radioactivität. 2^{te} [vermehrte] Aufl[age]. L[eipzig]. 1927, p. 366 [и] сл.

концентрации были констатированы в 1929 г. В.[С.] Тверцыным и В.[Б.] Миличиным для Новогрозненского района.⁴⁹

Эти воды по своему положению в стратиффере не должны содержать свободного кислорода. Следовательно, если бы он здесь появился, можно было бы считать его существование результатом распада молекул воды за счет атомной энергии радия. В год количество такого кислорода при $1 \times 10^{-8}\%$ Ra должно достигнуть $5,2 \times 10^{-8}\%$. Если же образующийся кислород в этих случаях не исчезал, то в 10000 лет получится должна вода с кислородным содержанием порядка $10^{-4}\%$ – <среда?> близкая к нормальным газовым параметрам природных вод.⁵⁰

В сотню тысяч лет процент кислорода – если бы он не тратился, достиг – или превысил бы – процент кислорода, характерного для поверхностных вод.

Здесь этот кислород должен был бы образовываться в стратиффере и для этих вод мы имеем возможность проверить это заключение: *они должны содержать в растворе кислород, которого не заключают обычные фреатические воды.*⁵¹

Как я указывал⁵², эти богатые радием <воды> являются водами напорными, специального характера, и связаны с поверхностными явлениями, идущими в биосфере. Возможно, что они связаны с биохимическими процессами.

12

Возможность скопления радиогенного свободного кислорода в земной коре в количествах, которые мы должны учитывать, изучая ее химию, заставляет глубже проанализировать явления, идущие в богатых радием природных водах.

Есть ли предел для дальнейшего обогащения радием вод – за пределами 10^{-8} – $10^{-9}\%$?

13

Мы имеем несомненные указания на существование процессов, идущих за пределами биосферы или в высоких слоях стратосферы и еще выше, – в вольной атмосфере или в оболочках метаморфической и магматической, которые должны или могут приводить к созданию свободного кислорода.

Для вольной атмосферы и для стратосферы можно ожидать выделения свободного кислорода благодаря возможному распаденю молекул воды и реакции, которая идет между озоном и водородом.

Ультрафиолетовое излучение солнца, радиоактивные излучения, земные и космические, могут производить такое образование кислорода – но ни размеры, ни следствие из этого вероятного процесса не могут быть сейчас сколько-нибудь точно установлены.⁵³ Процесс в сильной степени связан с историей перекиси водорода и озона, которые в свою <очередь> связаны с предварительным существованием свободного кислорода.

⁴⁹ См.: В.[Г.] Хлопин и Б.[А.] Никитин. [К вопросу о содержании радия в нефтяных водах Грозненского района //] Доклады АН [СССР (А), № 15], 1930, стр. [393–398] (дана лит[ература]). <См.: Тверцын В.С., Милин В.Б. Радиоактивность буровых вод Грозненского района // Нефтяное хозяйство, 1929, № 11–12, с. 112–115. – Прим. публ.> В.[И.] Вернадский. [О классификации и химическом составе природных вод //] Природа, 1929, [№ 9, стлб. [735–758].

⁵⁰ В.[И.] Вернадский. [О классификации и химическом составе природных вод //] Природа, 1929, [№ 9, стлб. [735–758].

⁵¹ См.: В.[И.] Вернадский. Опыты описательной минералогии. [Том] I. [Вып. 5]. – Пг., 1914, стр. <?>.

⁵² В.[И.] Вернадский. [К вопросу о радиоактивности нефтяных буровых вод //] Доклады АН [СССР (А), 1930, № 15], стр. <399–401>.

⁵³ W.[I.] Vernadsky. [Geochemie in ausgewählten Kapiteln. Leipzig], 1930, p. 43, 297.

Уже по одному этому эти явления не могут быть одного порядка с биогенным самородным кислородом.

К тому же, обмен вещества стратосферы с нижележащей областью тропосферы (входящей в биосферу) или чрезвычайно ничтожен или отсутствует.

Уже поэтому эти явления, если они существуют, не должны иметь серьезного значения в изучаемых нами геохимических процессах.

14

Гораздо большее значение могут иметь выделения свободного кислорода в связи с метаморфическими и магматическими процессами.

Совершенно является несомненным, что при процессах метаморфизма, взятых в целом, в планетарном масштабе, многие кислородные соединения должны терять кислород, или переходя в более бедные кислородом соединения или переходя в соединения лишенные кислорода. В тоже самое время есть несомненные указания, что в магматических очагах должно идти распадение паров воды с образованием гремучего газа.

Раскисление кислородных соединений при процессах метаморфизации идет в таких размерах, что мы должны были бы ждать постоянного обратного тока кислорода в биосферу из глубоких участков земной коры. Это надо было бы ожидать тем более, что обратный процесс – окисление в биосфере – идет за счет биогенного кислорода главным или исключительным образом. А между тем, мы не видим ни его выделений – он исчезает в глубоких газовых струях и более глубоких напорных водах и минеральных источниках и отсутствует в метаморфических и массивных горных породах и минералах. По-видимому, он сейчас же входит в кислородные соединения (напр[имер], в CO_2 , H_2O и т. п.) и не может быть открыт в свободном состоянии.⁵⁴

Однако, по-видимому, должны быть внесены поправки в эту картину явлений. В общем она, по-видимому, останется верной – но некоторое количество свободного кислорода все же поступает в биосферу из глубин земной коры. Едва ли такое его количество сильно изменит баланс свободного кислорода, ибо мы должны с трудом искать его следов, причем часть наблюдаемого кислорода образована дру<гим процессом>.

Пока мы имеем лишь одно точное указание, не развитое и не доказанное, сделанное покойным химиком Мурэ, что в пробах газов из минеральных источников он и Лепап наблюдали кислород, 1–2% по объему газов, не могущий быть объясненным ошибками при взятии проб.⁵⁵

Явление требует настоятельно исследования, особенно в связи с тем, что этот кислород может быть радиогенным.

15

Для магматического кислорода мы тоже пока имеем лишь косвенные указания на вероятность этого процесса.

Но одно из этих указаний опять-таки такого рода, что заставляет нас серьезно изучить одну из магматических реакций, которая, по-видимому, связана с образованием свободного кислорода.

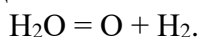
⁵⁴ *В.И.] Вернадский*. Опы[т] опис[ательной] мин[ералогии]. [Том] I. [Вып. 4]. – СПб., 1912, стр. 649. [Вып. 5. – Пг.,] 1914, стр. 658.

⁵⁵ *C. Moureu [and C. Dufraisse]*. [The so-called poisoning of oxidising catalysts //] Journ[al] of [the] Chemic[al] Soc[iety]. L[ondon]. 1925. [Vol. 127], p. [1–4].

Дело идет о месторождениях платины в дунитах. Уже в 1895 году В. Рамзай⁵⁶ нашел в платине из Бразилии и из «Сибири» свободный кислород. Я уже в 1908–1912 годах⁵⁷ обратил внимание на значение этого открытия, т[ак] к[ак] это единственный мне известный случай нахождения кислорода в ювенильном минерале, и в то же время платина в металлическом состоянии при нагревании легко поглощает газы. К сожалению, никакой проверки этого явления не было с тех пор сделано.⁵⁸

А между тем в 1925 году при пробных бурениях в дунитовом месторождении платины встретились с большим газовым включением («пузырем»), выделявшим газ под давлением. Анализ этого газа дал А.А. Черепенникову⁵⁹ до 70,1% по объему водорода.

Вероятно, что мы встретились здесь как раз с другой стороной того же самого процесса – распадаения молекулы воды:



Необходимость изучения газового состава платины выступает сейчас на очередь, и в случае подтверждения наблюдений Рамзая выявится новый источник самородного кислорода, идущий снизу.

<1930 г.?)>

Автограф (с незначительными исправлениями и вставками).
АРАН. Ф. 518. Оп. 1. Д. 44. Л. 186–217.

ПРИМЕЧАНИЕ ПУБЛИКАТОРА К СТАТЬЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО «К ВОПРОСУ О СВОБОДНОМ КИСЛОРОДЕ В ЗЕМНОЙ КОРЕ»

Е.П. Янин

Группа «Научное наследие В.И. Вернадского и его школы»,
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
119991, Москва, ул. Косыгина, 19, e-mail: yanin@geokhi.ru

Свободный кислород – самый могущественный деятель
из всех нам известных химических тел земной коры...
В.И. Вернадский

Публикуемая выше статья В.И. Вернадского сохранилась в архиве Российской академии наук (АРАН) в виде практически завершенной рукописи [АРАН. Ф. 518. Оп. 1. Д. 44. Л. 186–217]. В меньшей степени доработан список использованных В.И. Вернадским литературных источников. Практически все приводимые им библиографические ссылки даются в сокращенном и часто в неполном виде, нередко без указания страниц, обычно без названия журнальных статей, иногда с указанием лишь фамилии автора. Ориентируясь на годы издания некоторых цитируемых Вернадским работ (например, *Geochemie in ausgewählten Kapiteln.* – L., 1930 или

⁵⁶ *W. Ramsay, [J.N. Collie, M. Travers].* [Helium, a constituent of certain minerals //] Journ[al] of the Chemic[al] Soc[ciety]. L[ondon]. 1895. [Vol.] 67, p. 688.

⁵⁷ *В.И. Вернадский.* [Опыт описательной минералогии]. [Том] I. [Вып. 2. СПб.,] 1909, стр. 210, [Вып. 5. – Пг., 1914], [стр.] 748.

⁵⁸ Сейчас эта работа поставлена в план Геохимического и Минералог[ического] отдела Госуд[арственного] Радиев[ого] института.

⁵⁹ *А.А. Черепенников.* Вестник Геол[огического] ком[итета]. Л. 1925. № 5.

сборник «Живое вещество». – Л. 1930⁶⁰), можно предположить, что данная статья была им подготовлена в конце 1930 г. или в самом начале 1931 г.

К сожалению, в дневниковых записях за 1930 и 1931 г. какие-либо сведения об этой статье отсутствуют. Следует отметить, что в 1930 г. В.И. Вернадским в дневнике была сделана (или сохранилась?) всего лишь одна запись – за 24 ноября. В «Хронологии 1930» и в «Хронологии 1931» так же нет упоминаний о статье «К вопросу о свободном кислороде в земной коре».

В то же время в дневнике В.И. Вернадского за 1932 г. имеются следующие записи: 6 февраля – «Утром работал над газовым строением Земли» [9, с. 344]; 8 февраля – «Утром занимался немного «Газов[ым] строен[ием]» [9, с. 347]; 10 февраля – «Утром хорошо работал над «Газовым режимом» [9, с. 352]. Публикатор дневников В.П. Волков предположил [9, с. 348], что в данном случае «возможно имеется в виду статья В.И. Вернадского *Sur la classification des gas naturels // Bull. Soc. Fr. Miner., Cristallogr. 1934. V. 57, № 7/8. P. 338–360*».

5 марта 1932 г. В.И. Вернадским в дневнике сделана запись: «Говорил с Гессеном (отв. секретарем редакции журнала «Вестник АН СССР» – *публ.*) о рукописи “Газ[овое] строен[ие] Земли” – уже из заграницы» [9, с. 399]. В своих примечаниях к дневниковым записям В.И. Вернадского В.П. Волков отметил, что «рукопись <В.И. Вернадского> под таким названием (т. е. «Газовое строение Земли» – *публ.*) неизвестна [9, с. 400]. Возможно, полагает В.П. Волков, что ее основные положения вошли в статью, опубликованную позднее во Франции: *Vernadsky W.I. Sur la classification des gas naturels // Bull. Soc. Fr. Miner., Cristallogr. 1934. V. 57, № 7/8. P. 338–360*».

Во-первых, отметим, что еще в 1931 г. на второй Всесоюзной классификации по газам В.И. Вернадским был представлен доклад, затем опубликованный в сборнике «Природные газы» [8]. Указанная выше французская статья представляет собой расширенный (дополненный) вариант этого опубликованного доклада. Во-вторых, В.П. Волков несколько неточно «расшифровал» дневниковые записи В.И. Вернадского. Так, в рукописи дневника (АРАН. Ф. 518. Оп. 2. Д. 17. Л. 1) в записи от 6 февраля рукой В.И. Вернадского написано «Утром работал над газовым **строем** Земли» (а не *строением*). В записи от 8 февраля: «Утром занимался немного “Газов[ым] **строем**” (АРАН. Ф. 518. Оп. 2. Д. 17. Л. 2). В записи от 5 марта: «Говорил с Гессеном о рукописи “Газ[ового] **строя** Земли” – уже из заграницы» [АРАН. Ф. 518. Оп. 2. Д. 17. Л. 23 об.]. Действительно, в фонде В.И. Вернадского (Архив РАН) сохранилась довольно большая рукопись статьи (неоконченной, с многочисленными исправлениями и вставками, в сущности, черновик) под названием «О газовом строе Земли. Область планетных явлений Земли» (в одном из пунктов которой сказано, что «газовый строй Земли есть одна из характерных черт ее планетной природы. Он свойствен, очевидно, и

⁶⁰ Сборник статей В.И. Вернадского «Живое вещество» сдан в печать в 1929 г., был набран, сверстан и откорректирован, но в связи с усилением цензуры и общего идеологического контроля после перестройки АН СССР в 1929–1930 гг. книга из печати не вышла и была возвращена автору [1]. Сборник существует ныне в виде единственного несброшюрованного экземпляра корректуры в личной библиотеке В.И. Вернадского в его Кабинете-музее в ГЕОХИ РАН. Тем не менее он попал в справочники по литературе за 1930 г. Более того, для нескольких статей из этого сборника при их последующей публикации (вплоть до настоящего времени!) указывается, что они были опубликованы в сборнике «Живое вещество». В «Хронологии 1930 г.» В.И. Вернадский пишет: «В этом году должен был выйти мой сборник «Живое вещество... Неожиданно ... был произведен переворот в цензуре... Я начал немедленно хлопотать, но натолкнулся на новые правила и такого рода сборники никуда не подходили. Одно из проявлений администр[ативной] бездарности. Прошло длитель[ное] время и потеря массы времени и усилий, пока я добился издания – убедившись, что надо переменить заглавие. Этот сборник, сильно пощипан[ный] цензурой (невежественной анекдотически), должен был выйти в 1936 и выходит под заглавием «Биогеохимические очерки» только теперь, в 1940 году» [9, с. 299].

другим телам Солнечной системы» [АРАН. Ф. 518. Оп. 1. Д. 44. Л. 226]). Таким образом, в дневниковых записях речь идет именно об этой, пока еще не опубликованной статье.

Текст публикуемой выше статьи В.И. Вернадского «К вопросу о свободном кислороде в земной коре» представляет собой автограф с незначительными исправлениями и вставками. При подготовке текста к публикации авторские подчеркивания были выделены курсивом. Неразборчиво написанные слова помечены как <нрзб>, условно расшифрованные слова даны как <нрзб?>; части недописанных и сокращенных слов – в квадратных скобках. Пропущенные слова и слова, введенные публикатором (в очень редких случаях) для лучшего понимания смысла, заключены в угловые скобки. Явные описки исправлены без каких-либо указаний. Примечания В.И. Вернадского и литературные источники, отмеченные в тексте статьи как ¹⁾ и т. д., даются в подстрочных ссылках. Библиографические ссылки в подстрочных примечаниях, приводимые В.И. Вернадским, как уже было отмечено, в сокращенном и неполном варианте (без названия статей), раскрыты, по возможности, полностью, что отмечено квадратными скобками. Орфография и пунктуация в основном приведены в соответствие с современными нормами русского языка при максимальном сохранении авторской манеры, прежде всего, широкого применения тире для обозначения вводных слов и предложений.

В заключение отметим, что история кислорода в земной коре и его роль в организованности биосферы и истории химических элементов рассмотрены В.И. Вернадским во многих его, ставших классическими, работах (см., например, [2–7]). В ранних своих публикациях В.И. Вернадский был убежден, что «отсутствие какого бы то ни было другого источника образования свободного кислорода, кроме биохимического, является основной чертой в его истории» [6, с. 225]. Несколько позже он уточнит, что биохимическая реакция (выделение свободного кислорода хлорофильными пластидами земных организмов) не единственная в земной коре, но она единственная, которая дает значительные массы свободного кислорода в составе атмосферы, облекающей нашу планету [7]. Рассмотрению и оценке других (намного менее значимых) источников свободного кислорода в земной коре и посвящена публикуемая статья В.И. Вернадского.

Литература

1. Аксенов Г.П. Невышедшая книга – неизвестное понятие. О предисловии В.И. Вернадского к сборнику «Живое вещество» // Вопросы истории естествознания и техники», 1997. № 3. С. 129–135.
2. Вернадский В.И. О газовом обмене земной коры // Известия АН. 6 сер., 1912. Т. 6. № 2. С. 141–162.
3. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии. Т. I, вып. 4. СПб., 1912. С. 497–656.
4. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии. Т. I, вып. 5. Пг., 1914. С. 657–839.
5. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: НХТИ, 1926. 146 с.
6. Вернадский В.И. История минералов земной коры. Т. I, вып. 2. Л.: НХТИ, 1927. С. 209–376.
7. Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.-Л.: Гос. изд-во, 1927. 368 с.
8. Вернадский В.И. О классификации природных газов // Природные газы. Сб. 2. Л.: Союзгеолразведка, 1931. С. 9–20.
9. Вернадский В.И. Собрание сочинений: в 24 т. Т. 20. Дневники В.И. Вернадского 1923–1934 гг. / Научн. ред. и сост. акад. Э.М. Галимов. М.: Наука, 2013. 560 с.