

Владимир Вернадский

История минералов земной коры

**Том 2. История природных вод. Часть 1. Выпуск
2**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
В35

В35 **Вернадский В.И.**
История минералов земной коры: Том 2. История природных вод. Часть 1. Выпуск 2 / Владимир Вернадский – М.: Книга по Требованию, 2023. – 210 с.

ISBN 978-5-458-45971-6

Вернадский Владимир Иванович - советский естествоиспытатель, выдающийся мыслитель, минералог и кристаллограф, основоположник геохимии, биогеохимии, радиогеологии и учения о биосфере, организатор многих научных учреждений. Академик АН СССР (1912), первый президент АН Украинской ССР (1919), член Чехословацкой (1926) и Парижской (1928) АН. Рассматривая воду как минерал, Вернадский в работе «История минералов земной коры» дал минералогию воды.

ISBN 978-5-458-45971-6

© Издание на русском языке, оформление
«УОУО Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

VII. Эволюция представлений о химии природных вод в связи с изучением их истории в земной коре

399. Химия природных вод и есть ее минералогия. Может быть ни для одного природного тела это не сказывается так резко; ибо ясно на каждом шагу, что нельзя изучать химию природных вод, не изучая ее природную обстановку. Гидрохимия — химия природных вод — есть часть наук о земле, часть минералогии. С этим мы уже встретились, когда в классификацию природных вод надо было, как видные и исходные признаки деления, внести физико-географические и геологические явления (§ 336).

Гидрохимию нельзя охватить, основываясь только на данных современной химии и физической химии. Она сейчас, как столетия раньше, охватывает множество проблем, которые выходят за рамки современной физики и химии. Можно думать, что так будет всегда, так как по мере улучшения методов физики и химии в гидрохимии открываются новые, негаданные явления, которые остаются за пределами опытного знания данного исторического момента. Сложные природные явления никогда нацело не охватываются научными построениями.

Сложность изучаемых в гидрохимии явлений такова, что они во всякую эпоху научного развития выходят за пределы современной им физики и химии. Несмотря на огромный рост наших знаний с XVII века, когда впервые основные начала физики и химии охватили понимание природных вод, несмотря на огромные успехи точного знания, область, стоящая за их пределами, не уменьшилась.

Так будет и дальше. Изучение природных вод должно основываться на физике и химии, но оно всегда выходит за пределы их исторически меняющегося содержания.

К этому присоединяется и то, что задачи, которые ставятся гидрохимии, далеко не укладываются в рамки изучения природных вод, как естественных тел планеты — минералов и пород. Часть ее задач ставится потребностями жизни, и приходится изучать такие свойства и такой состав природных вод, которые имеют значение только в связи с жизнью человека и его техникой. Эти проблемы выступают на такое место в гидрохимии, какого они никогда в ней не имели бы, если бы вода изучалась вне прикладного ее характера.

400. В конце концов им был придан химический облик — ибо все свойства тел связаны с их химией и физикой.

Так в гигиене принимают за хорошую питьевую воду — воду, в которой не превышаются следующие числа в весовых ‰ (пределы Тимана и Гертнера (1889—1910), принимаемые Г. В. Хлопиным. 1929).

сухой остаток	$5.0 \times 10^{-2}\%$
органических веществ . .	$4-5 \times 10^{-3}\%$
Ca и Mg	$1.8-2.0 \times 10^{-2}\%$
Cl	$2-3 \times 10^{-3}\%$
SO ₃	$8 \times 10^{-3} - 1.0 \times 10^{-2}\%$
N ₂ O ₅	$1,5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}\%$
NH ₃ , NO ₂	крайне ничтожные следы

В то же время чистая вода может заключать по Микелю (указываются Г. В. Хлопниным, 1929) в 1 см³ до 1000 колоний бактерий (примерно порядок $10^{-7}-10^{-8}\%$ по весу).¹

Вся система исследования вод, с точки зрения жизненного их значения, связалась с их химическим составом.

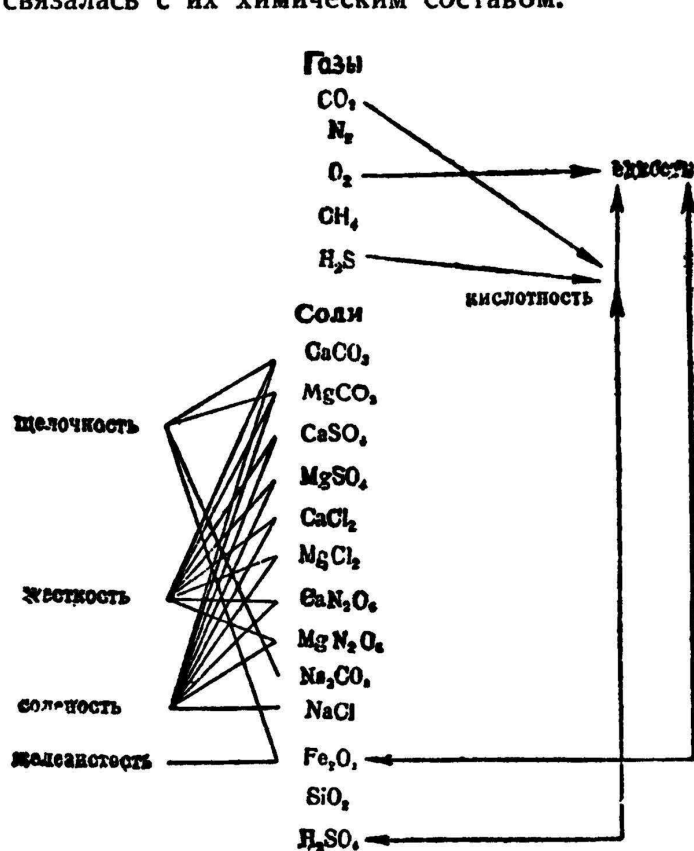


Рис. 9. Схема А. Бусвелля.

Нужные человеку свойства выдвинуты жизнью, и их физико-химическое изучение резко сказалось на эволюции наших представлений о химии природных вод.

Очень ярко выдвинуты эти свойства в таком аспекте схемой А. Г. Бусвелля (1928), недавно воспроизведенной в русской литературе Н. Славяновым (1929), связывающей интересующие человека физико-химические свойства природных вод с их химическим составом. Вот эта схема (рис. 9).

Среди этих свойств мы видим ряд таких, которые отсутствуют в точном физическом описании и определении химических тел. 401. Изучение этих свойств воды, важных для жизни, шло одновременно с независимым изучением ее свойств, как естественного тела (минерала) или как химического соединения.

И в том и в другом случае применялись научные методы исследования, и иногда эти определения воды совпадали.

Но воду изучали с физической и с химической точки зрения и другим

¹ Принимая во внимание и другие указания, в том числе и такие, которые относятся к сухим местностям с солончатой водой [для Екатеринославской губ. — Буткевича (1914) и К. Лисицина (1927) — для Донской], сопоставление Н. Славянова (1929) дает следующие максимальные числа (всего, %):

сухой остаток	$2,5 \times 10^{-1}\%$	N ₂ O ₅	$1,0 \times 10^{-2}\%$
Cl	$3,0 \times 10^{-2}\%$	NH ₃	$1,0 \times 10^{-1}\%$
SO ₃	$5,0 \times 10^{-2}\%$		

путем — в ее проявлении в окружающей среде, в ее отражении в химических процессах и в химических свойствах всех форм воды, которые получались в результате природных процессов; изучали состав почвенных, волосных вод, проникающих твердые тела, или воды, которая заполняет природные вместилища, частью образовавшиеся ее деятельностью.

Исключительное значение воды в истории земли ставило и необычные пути в изучении ее химических свойств и химического состава. Их изучают не химики — задания ставятся не химией.

Так, изучая деятельность льда, в частности явления замерзания морской воды, геолог изучает химический состав соленых разностей льда и изменение тех своеобразных рассолов, которые получают при кристаллизации морского соленого льда; биолог, исследуя условия жизни организмов, выясняет химический режим газов водных бассейнов или химический состав донных вод; определяя состав муты, географ изучает и состав текущих водных масс — речной воды.

Те же или вернее того же порядка химические проблемы выступают при изучении природных водных масс в приложении к жизни вне той схемы, которая дана Бусвеллем (§ 400), в приложении не к быту человека, а к государственным и социальным его проявлениям.

Вопросы гидрохимии выступают при изучении явлений орошения, ирригации, гидротехнических сооружений и т. п.

Химия природных вод создается таким образом особым путем, отличным от других отделов химии. В ней все большее и большее значение приобретают проблемы и факторы, вызывающие исследования, чуждые обычным химическим лабораториям.

402. Вся научная работа, связанная с разнообразными практическими заданиями, шла одна от другой независимо, производилась специалистами, зачастую не знавшими о смежной работе в других науках.

Химия минеральных вод и грязей тесно связана с врачебной практикой — с бальнеологией; изучение пресной воды — рек, озер, источников, грунтовых и пластовых вод — является уделом гидрологов и гигиенистов; изучение морской воды составляет задачу океанографов; исследование химии вод почвенных, ирригационных, напорных пластовых, вод орошения занимает внимание специалистов, далеких от перечисленных, — инженеров и техников, почвоведов и агрономов.

Благодаря этому гидрохимия и минералогия вод, как целое, сложились медленно, подходили к единому охвату природных вод круглым путем.

История эволюции идей в этой области приобретает поэтому очень своеобразные черты и заслуживает пристального внимания.

403. Основные понятия и эмпирические обобщения современной гидрохимии и минералогии вод сложились во второй половине прошлого века, но они вырабатывались в течение столетий, вернее тысячелетий, и медленно проникали в научное сознание.

Самый объект гидрохимии, понимание ее содержания, связи ее с минералогией не являются чем-нибудь установленным. Они постоянно меняются. То ее понимание, которое проводится в этой книге, во многом отличается от распространенных ее определений, ибо гидрохимия природных вод есть часть минералогии, что обычно забывается.

Научное изучение гидрохимии в современном ее направлении может быть прослежено в непрерывном последовательном развитии с конца XVI, с начала XVII столетия. Но уже за долгие столетия раньше началась научная работа в этой области. Корни наших представлений могут быть прослежены вглубь, на тысячелетия.

404. История наших представлений о природных водах своими корнями уходит в глубь дальше захваченных записью преданий. Значение воды в природе и жизни вызвало глубочайшие обобщения в трех древнейших

центрах цивилизаций — средиземноморской (Египет), месопотамской и индийской.¹

405. Корни нашей научной мысли связаны с гущей жизни — в частности с лечебными свойствами воды и с ее значением в земледелии. Они идут много глубже в даль веков, чем думают, и только отчасти связаны с проникнутым и религиозным художественным вдохновением, религиозными и философскими интуициями, построениями и обобщениями, далекими отголосками которых являются письменные памятники.

Далеко в прошлое идут те проблемы, которые выдвигались ирригационными и гидравлическими работами, техникой в узком смысле этого слова. Ясного понятия о сумме эмпирических знаний в этих областях в эти далекие от нас времена мы сейчас, к сожалению, иметь не можем. Нельзя однако не отметить, что история знаний начинается со все большей точностью выявлять такой объем этих эмпирических знаний и во многом такое их совершенство, которому не верила наука XIX столетия. Мы начинаем осторожнее относиться к уцелевшим указаниям эллинских писателей и к догадкам историков знаний конца XVIII столетия, представлявших себе ход цивилизации иначе, чем мы.

В огромной литературе тысячелетий, из которой до нас дошли ничтожные отрывки, но которая оказывала в свое время влияние целиком и существовала, и охватывала в течение столетий научную мысль в таких размерах, которые мы не можем сейчас даже себе представить, несомненно находятся корни многих современных представлений. Но очевидно непрерывное развитие гидрохимии и минералогии воды не могло иметь места, пока не были выявлены в основных чертах две стороны научной картины мира: во-первых, пока не были выяснены основные черты химии и эмпирически и, хотя бы без всякого теоретического объяснения и рационалистического понимания, реально введены в научный обиход химические элементы, и во-вторых — пока не были получены основные понятия о Земле — о ее размерах, о ее форме и о ее положении в Космосе.

К этому научная мысль начала подходить с XVI столетия, приблизившись к нему в предыдущем XV веке. С XVI века может быть прослежен, явно начинается сперва медленный, а затем все более быстрый ход научной мысли в этой области, приведший к современным представлениям.

Основным условием этого развития явилось создание новых точных инструментов и научной терминологии. XVII век — в частности по отношению к природным водам — дал основы точной методики для измерения температур, метеорологических инструментов, определения туч и влаж-

¹ П. И. Вальден правильно вспомнил их, как исходные построения обобщающей мысли в ее научном проявлении, в истории химических представлений о растворах. Древнейшие космогонии Месопотамии, культурное влияние которого сказывается во всех древнейших культурных центрах Старого Света, от Китайского до Эллинского, так представляли роль воды в мироздании: „еще не было вверху неба и внизу земли“ — но уже царствовали боги океана (Апсу) и моря (Тиамата). Так сложилось представление о Вселенной за 5000 лет до нашего времени, в котором основная роль отводилась водным скоплениям. Одно тысячелетие примерно позже в Египте космогония охвачена той же идеей: „В начале не было ни неба, ни земли; окруженную густым мраком вселенную наполняла первичная вода“. Еще через одно тысячелетие в Ригведе — гимнах древней Индии (X. 121. 4) — роль воды определялась так же: „Тогда еще не было ни бытия, ни небытия, ни воздушного океана, ни небесного свода — был мрак, было первичное вселенское море“...

В этих попытках обобщающей мысли путем космогонии, на протяжении тысячелетий, выявилось понимание значения воды в земных явлениях, в жизни прежде всего, какое охватывало мыслящего человека, которое проникало сознание состоящего в большей своей части из воды живого существа, до зарождения научной работы. Он перенес на всю Вселенную то, что он видел и чувствовал на Земле.

Это древнее представление перешло к древней эллинской науке немного столетий позже сложения Ригведы. Его мы видим у Фалеса. Но у него оно приняло другой характер — не „воды“ и Океан-море, а вода, как жидкое, подвижное, всепроникающее, являлась началом всего. Оно сохранялось века в построениях, связанных с ионийской философией.

ности, приборов и методики точного химического анализа, научных классификаций.

В это время стал основной задачей научной работы — точный, количественный учет всех без исключения окружающих явлений и предметов, выработка такой научной терминологии, которая позволила бы создать общий, единый для всех научный язык, точный, ясный и удобный.

406. Можно оставить поэтому в стороне научные искания эллинской науки, которые сохранились в небольшой части в средние века или вошли в эпоху Возрождения. Надо лишь помнить, что в древней эллинской науке уже были первые, точные основы научных представлений о физико-химических свойствах природных вод и о их различии в этом отношении. Так мы находим у многих древних ученых, в частности в эпоху Аристотеля, в общем правильное представление о соотношении между атмосферными осадками и речным режимом.¹

У одного из известных врачей первого века нашей эры — у Архигенеса из Апамен — мы находим деление минеральных вод на щелочные, железистые, соленые и серные, очевидно очень древнее деление, связанное с уходящей далеко вглубь, может быть за тысячелетие до него — бальнеологической обобщающей мыслью.

Но в эпоху, когда складывалась наша научная мысль в XV—XVII столетиях, эти и другие точные указания эллинской мысли и научной работы XII—XV столетий терялись в чуждой науке постановки религиозных и натурфилософских построений грубой эмпирии техники. Они мало влияли на научную мысль.

Наша научная мысль в этой области знаний медленно в течение долгих столетий с XV века выходила на верный путь.

407. Для того чтобы понять медленный ход достижений в гидрохимии и в минералогии воды, необходимо восстановить ту странную картину природы, которая царила в науке в некоторых случаях до первой половины XVIII века и которая не допускала выхода на верную дорогу. Она ясно выявлена историческими изысканиями прежде всего немецкого ученого Э. Высоцкого (E. Wisotzki. 1897). Вплоть до конца XVII века представление о количестве воды в реках и дождях по сравнению с количеством воды Океана и морей было обратным тому, какое отвечает реальности — считалось, что реки по массе преобладают в ежегодном своем проявлении над массой воды Океана и морей, и в то же время не принималось во внимание существование в атмосфере невидимого водяного пара, выпадающего в виде росы или сгущающегося в тучи. О нем не знали. Для того чтобы объяснить постоянство уровня океанов и морей, представляли себе землю, пронизанную пустотами, в роде губки, и считали, что океаническая и морская вода проникает в сушу. Эту воду видели в соленых и в минеральных источниках, отличие состава которых от морской воды было неясным, и в соленых озерах, присутствие которых не представлялось чемнибудь особенным. Одной из загадок, вызывавших чрезвычайное внимание и большую литературу, было Каспийское море. Не могли понять, как это в него все время текли реки и на него падали дожди, а уровень его оставался прежним. Считали логически неизбежным допустить, что Каспийское море имело подземное соединение или с Черным морем или с Океаном каким-нибудь другим путем. Точная географическая карта Каспийского моря, снятая по инициативе Петра I Ф. И. Соимоновым и др., имела поэтому большое значение. В нем (как и для Ботнического залива) искали где-нибудь водоворота, куда уходила бы в недра земли из него вода, одного из тех водоворотов,

¹ Сейчас нередко эти идеи приписываются Витрувию. Витрувий лишь излагал то, что за несколько столетий до него научно знали древние греки, опиравшиеся на достижения точного научного знания IV и V веков до нашей эры.

которые царили в науке в XVI—XVIII веках, сохранились в фольклоре моряков вплоть до наших дней и которые связаны с этим древним представлением о строении планеты. Еще в 1748 году наша Академия Наук по инициативе Бюффона обращалась к местным властям в Астрахань с запросом, есть ли какие-нибудь указания на водовороты в Каспийском море. Основываясь на полученном ответе, вопрос о подземном соединении Каспия с Океаном был решен Бюффоном отрицательно. Скоро началась обратная реакция, и правильно замеченные в XVIII веке понижения уровня Каспийского моря аббатом Шапп д'Отрош (Chappe d'Auteroche) были сочтены им же ошибкой (1761). В XVIII столетии это были уже отголоски замиравшего научного представления.

408. Ибо уже в конце XVI, в начале XVII века отдельные исследователи имели правильное представление о взаимоотношении воды тропосферы, суши и океана. Самостоятельно мысливший и шедший вне рамок школьной науки гениальный художник, керамист, натуралист, погибший стариком в тюрьме, гугенот Б. Палисси (B. Palissy, 1510 - 1590) имел о круговороте воды в биосфере совершенно правильные, в основе современные, представления. Отдельные — немногочисленные — голоса раздавались, как мы теперь видим, и позже, в первой половине XVII века, возражавшие против господствовавших ложных построений. Но только в конце XVII века, после того как был к решению вопроса применен количественный метод учета и математического охвата явления, впервые — П. Перро (P. Perrault) (1674), создалась в этой области наша современная картина мира. П. Перро принадлежал к замечательной семье четырех братьев, оставивших глубокий след в культурной истории Франции второй половины XVII века (один из них был строитель Лувра). Применив на частном примере Сены точный математический учет метеорных осадков, дебита реки, испарения, он доказал, что в первом приближении здесь наблюдается явление, отнюдь не требующее каких-нибудь особенных гипотез для объяснения наблюдаемого постоянства морского уровня. Хотя казалось против выставленного им численного охвата явления трудно было возражать без новых наблюдений, но идея Перро была признана лишь после его смерти. В свое время она обратила на себя внимание, и по его пути пошел крупный ученый, человек одного круга с Перро, Э. Мариотт (E. Mariotte; ум. 1684), который пошел дальше и глубже и которому часто приписывают начало нового понимания явлений, приведшего к крушению старых идей. Но вскоре ход идей был забыт. Значение Перро было установлено через 200 лет Э. Висоцким (1897). Любопытно, что и это было забыто, и в 1928 году канадский геолог Ф. Адамс вновь выдвинул роль Перро, с большим трудом восстановив авторство П. Перро в анонимном английском изложении работы его в изданиях Лондонского Королевского Общества XVII века...

Работа Мариотта была напечатана в 1686 году после его смерти, и сейчас же — и независимо — те же идеи были развиты еще глубже и шире (1687—1691) молодым современником Перро и Мариотта — Э. Галлеем (E. Halley, 1656—1724). Галлей ясно понимал, что вопрос идет об одном из важнейших равновесий в биосфере, „grand Phaeпопоп“, как он говорил. Он впервые выдвинул в нем значение росы и невидимого водяного пара (1687) атмосферы. Он же первый указал (1691) на важное и закономерное значение в этом равновесии живого вещества — растительности суши.

409. П. Перро, Э. Мариотт и особенно Э. Галлей впервые установили в 1674—1691 годах существование в биосфере основного равновесия (рис. 10).

С этого времени гидрохимия получила прочную базу, и можно проследить непрерывный, все разрастающийся ход научной работы в этой области.

Старший современник Галлея, одновременно с ним независимо работавший, один из основоположников современной химии, точный и неутоми-



Рис. 10

мый экспериментатор Р. Бойль (1621—1691) пошел дальше. Он остановился на химическом характере морской воды — на содержании в ней солей и газов.

Для Бойля солёность моря являлась исконным явлением, но он учитывал (1674) и принос солей реками благодаря выщелачиванию суши; в то же время Бойль подчеркивал растворение дна и берегов морей. Уже вскоре (1691) Галлей в свое равновесие ввел и унос солевых частиц из морей испарением морской воды.

Бойль установил или вернее обратил внимание на другое равновесие:

Вещество суши \longleftrightarrow Вещество гидросферы,

играющее еще большую роль в гидрохимии нашей планеты и охватывающее множество — главную массу — химических элементов.

Бойль не делал вывода о денудации суши, но делал другой; он поставил вопрос о постоянстве солевого состава морской воды. Средняя солёность, им определенная, близка (с точностью до 1‰) к современной, как это указал Г. Менникс (G. Moennicks 1899).

Он покончил и с другим живым еще в его время ложным представлением — с мыслью о пресном характере морской глубинной воды. Хотя уже в конце XVI столетия (Патрици и Мочепиго — около берегов Кандии) доставали солёную воду из морских глубин, но старая идея, связанная с губчатым, переполненным пустотами, куда вливаются пресные реки, строением земных глубин, еще господствовала в эпоху Бойля. Точные исследования Бойля глубинной воды из прибрежных к Англии морей предали забвению старое заблуждение.

Еще важнее открытие другого явления, в котором Бойль играл очень видную, ведущую роль. Это — выяснение газового режима природных вод. Два крупных теловека создали здесь основы нашего знания — О. Фон-Герике, ученый и государственный деятель (1602—1686), и Р. Бойль, ученый и теолог (1621—1691) — оба крупнейшие экспериментаторы с ясным, точным и глубоким пониманием природы.

Работая над дыханием животных, Бойль (1670) поставил вопрос, который, как ему казалось, „не ставил еще до него человек“, — растворяется ли воздух в воде — и вообще в жидкости. Он сознавал трудность задачи, ему казалось, что количественное решение вопроса представляет собой непреодолимые трудности „и возможно ли еще вообще“ (if at all possible). Отто Герике опубликовал сам свои результаты позже (1672), но он ясно понимал явление прежде Бойля, и он первый (раньше Бойля) изобрел воздушный насос (1641 по Э. Гоппе), многократно делал долгие годы опыты с ним публично; его результаты стали широко доступны за пределами Германии в работе О. Шотта (1664).

Герике и Бойлем растворение воздуха (т. е. газов) в воде было неопровержимо доказано. В 1690 году, через 20 лет, к тому же вопросу уже более точно количественно подошел и вновь его установил И. Бернулли (J. Bernoulli. 1665—1708). С тех пор это представление вошло в научное сознание.

Так было установлено третье основное равновесие природных вод

газ \rightleftharpoons вода

в его форме господствующей в биосфере:

газ \rightleftharpoons жизнь
 $\swarrow \quad \searrow$
 вода.

В истории воды его значение стало ясным только в XIX столетии (§ 482).¹

410. К Бойлю мы подходим, изучая ход и других частей гидрохимии с его времени непрерывно и неудержимо, исходя из его идей, находящихся в интенсивном эволюционном процессе.

Он положил основы нашему представлению о химическом элементе, о простом химическом теле. Он же овладел совершенно небывалым до него знанием свойств этих тел, дал основы аналитической химии.

И в то же время, резко отделив минеральные источники от морской соленой воды и связывая их с химическим действием воды на окружающую их твердую земную среду, он окончательно выяснил их отличный от моря и разнообразный химический характер (1685).

Вместе с тем он ясно понимал и другое явление, связанное с целым рядом этих вод,—их переход на земную поверхность из земных глубин, обладающих высокой температурой.

Повышение температуры очевидно было замечено уже давно в рудной практике, хотя в это время не доходили до тех больших глубин, где оно очень заметно. Несомненно, сознание о нахождении на земных глубинах горячих вод уже в конце XVI—в начале XVII века проникало в ученую среду; находят отдельные неясные указания в литературе начала XVII в., но в более общей форме идея о горячих водах земных глубин была печатно высказана в середине XVII в.: А. Кирхером (1601—1680) в 1657—1664 годах и в посмертном издании работ И. Б. Ван Гельмонта (1577—1644) в 1648—1656 годах. Ван Гельмонт даже высказывал предположение, что эти горячие (теплые) подземные воды по массе превышают океаны и реки. Это все старшие современники Бойля. Бойль первый, однако, повидимому пытался учесть существование нагретых подземных вод в указанных выше представлениях об их значении в истории природных вод.

411. Окончательное представление о высокой температуре земных глубин, хотя и принятое в философской концепции Декарта (1643), вошло вполне в сознание и распространилось лишь в XVIII столетии и стало господствовать в первой четверти XIX века (§ 420).

В истории природных вод оно сказалось в двух областях: в учении о минеральных источниках и в учении о происхождении минералов и металлических руд, о вулканических явлениях.

Минеральными водами издревне занимались; их изучали врачи. С успехами химии в XVII столетии наши знания о них получили прочную основу, уже эмпирически точную, раньше чем был узан состав самой воды и создано понятие раствора (§ 413).

Непрерывно со второй половины XVII и в первой половине XVIII в. ряд выдающихся врачей обратил особое внимание на изучение химических свойств минеральных вод в связи с их медицинским значением. Ф. Реди (1626—1691), Дюкло (1675. Cotegeau и Du Clos ум. 1715), А. Валисниери (A. Wallisnieri 1661—1730), Ф. Гоффманн (F. Hoffmann. 1660—1742) и другие собрали огромный точный материал. Гоффман перенес на континент точную методику великих английских ученых этого времени,

¹ Нельзя не отметить что как раз анализ этого явления для воды дал первую опору гомистическому представлению о газах (и химических телах) И. Дальтона (1803) (ср. § 415).

прежде всего Р. Бойля (§ 409). Он может считаться основателем бальнеологии. Дюкло (1667) открыл в них (и в море) магний, а к началу XVIII в. Гоффманн дал научную химическую классификацию минеральных вод (1708).

Через 70 лет Т. Бергманн (1748) (T. Bergmann. 1735—1784) знал, что в природных водах находятся в растворе газы — воздух, CO_2 , углеводороды, органические соединения, углекислые, сернокислые и азотнокислые соли, аммоний, Na, K, Ba, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Co, As, сернистые соединения.

412. Эти шедшие снизу термальные источники, которые сейчас мы связываем с теми гидротермальными водами, которые дают начало минеральным — рудным — жилам, долгие столетия стояли в научной мысли от них отдельно.

Минеральные жилы обратили на себя внимание уже давно, в связи с рудным делом. Агрикола (Г. Бауэр. 1410—1555) и Р. Бирингуччио (1480—1531) уже в XVI столетии свели — и самостоятельно обобщили — вековой опыт рудоконов. Для них были ясны влияние воды в образовании этих жил и их связь с трещинами и пустотами биосферы и стратиферы.¹

Однако прошли столетия, пока эта мысль приняла научную форму и привела к идеям, открывшим путь к научным работам. Здесь мы не видим самого объекта, водного раствора, который должен был быть целиком восстановлен из наблюдения его твердых продуктов, следов его нахождения. Его проявление изучалось в биосфере или в стратисфере, а раствор существовал глубже.

И сейчас только начинают восстанавливаться в нашем научном сознании основные черты процесса.

Очень далеки от современных представлений все многочисленные теории и объяснения, которые господствовали в эпоху, когда не было понятия о химическом элементе, о растворе, о растворении воды, когда допускались воздействия небесных светил для зарождения металлов...

В отличие от минеральных источников, где участие воды и приход вод из глубин видны и ощутимы, надо было подойти к этому путем толкования на вид совершенно других явлений — металлических руд и их нахождения в горных породах.

Путь был долгий. Несколько этапов мысли должны быть здесь отмечены.

Участие поверхностных вод и поверхностных трещин было ясно со времен Агриколы и в разных формах было высказываемо. С трудом пробивалось сознание о значении вод совершенно иного характера, шедших из существовавших в земных глубинах и из них выходивших в биосферу. Мне кажется, впервые эта мысль была введена в науку оригинальным химиком и минералогом, позже петербургским академиком И. Леманном (1753. Умер в Петербурге в 1763 году — отравился во время взрыва в академической химической лаборатории). Он впервые указал, что вещество жил пришло снизу и связано с строением глубоких слоев земной коры или планеты. Это строение представлялось ему далеким от тех идей, к которым сейчас наука приходит. Впервые получила точное выражение — в годы, когда выяснилась идея о химическом элементе и о растворе — другая сторона явления: роль вод биосферы в горячих восходящих водах, роль, стоящая в нашем современном представлении на втором месте. Ей придавал первостепенное значение в самом конце XVIII в. и опубликовал свои идеи — результат двенадцатилетнего наблюдения и размышления — в 1791 г. Г. Вернер (1750—1817). Вернер оказал огромное влияние: водное происхождение минеральных жил из своеобразных водных

¹ Работы Агриколы напечатаны в 1530—1549 годах, Бирингуччио посмертно в 1540 г.

растворов вошло уже при нем прочно в научную мысль. Его понимание далеко от современного. Вернер связывал все явления исключительно с водой поверхностной, холодной водой биосферы. Но все же значение Вернера и непунистов в этой области было благотворно: были установлены новое, огромной важности, явление, связанное с водой, и существование нового типа вод, обычно отсутствующих в биосфере.

Уже в первой половине XIX столетия проблемы были прочно поставлены (§ 421).

Очевидно однако, что гидрохимия могла получить прочную основу для их решения только после того, как были установлены столетней работой представления о химическом элементе и об элементарном химическом анализе и когда была разгадана химическая природа воды, вплоть до конца XVIII столетия считавшейся простым телом, „элементом“, строящим природу.

413. Состав воды был окончательно выяснен в 1781—1783 г., при чем, как это часто бывает, несколько человек более или менее независимо подошли к одному решению. В 1781 г. Г. Кавендиш (H. Cavendish. 1781—1810) показал, что при соединении водорода и кислорода, которые он представлял себе иначе, чем мы, образуется вода; Лавуазье (A. Lavoisier. 1743—1794) этот опыт не удался, но ему удалось доказать, что при разложении воды металлическим железом образуется H_2 и Fe_2O_3 (1781). В 1783 году опыт разложения воды был сделан им более точно. В этом же году рядом блестящих опытов был установлен тот же факт — состава воды из кислорода и водорода в определенных количествах — третьим великим натуралистом Д. Уаттом (J. Watt. 1736—1819), которому человечество обязано основным решением проблемы паровой машины.

Участие этих трех великих натуралистов в выяснении состава воды бесспорно, и трудно сейчас с несомненностью установить долю каждого из них в этом великом открытии, фактически создавшем новую химию и перевернувшем все наши представления о Космосе.

Уже при их жизни начались споры о приоритете, временами страстные и не беспристрастные. Несомненна однако самостоятельная работа мысли каждого из них, хотя каждый из них — прямо или косвенно — узнавал о работе другого. Историки науки до сих пор не выяснили всех частности открытия. Их изыскания могут иметь однако лишь психологический интерес. Вопрос о приоритете в науке, в научном открытии, конечно, не является мелочью, как не является мелочью точное и возможно бесспорное установление любого научного факта в любой отрасли знания, но он важен только с определенной точки зрения, которая выходит за пределы моих интересов в этом историческом очерке.

Важно для понимания хода мысли то, что одновременно, в общем вне постоянного общения или вообще не сносаясь в работе, три величайших экспериментатора одновременно решили одну и ту же основную задачу и что их открытие немедленно и бесповоротно вошло в научное сознание и было проверено.¹

Наибольшие нападки на полную самостоятельность открытия в первой фазе работы — выпали на долю А. Лавуазье. Но именно он наиболее широко и наиболее глубоко понял все его значение. Именно его идеи легли в основу гидрохимии. Ни Уатт, ни Кавендиш и никто из со-

¹ Отдельные, даже крупные ученые десятки лет после его открытия не признавали разложения воды, например J. Deluc (ум. 1817) до самой своей смерти оставался при старых воззрениях (W. Harrison). В истории наших знаний о природных водах однако его работа имеет значение (§ 482). Не признавал до смерти сложности воды и Ламарк (1829), и J. Пристлей (ум. в 1804 г.), который еще в 1801 году напечатал специальное сочинение, посвященное опровержению факта разложения воды.