

Владимир Вернадский

История минералов земной коры

Том 1. Выпуск 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
В35

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

ISBN 978-5-458-51290-9

«История минералов в земной коре» не была напечатана в полном виде - но главные части книги были изданы несколько раз с 1898 года. В 1910-1912 вышло последнее (третье) переработанное издание стараниями моего слушателя А.М.Казакова. Оно не было закончено из-за событий в Московском Университете в 1911 году, прервавших правильный ход его жизни. С 1911 года минералогия находится в периоде давно небывалого в ее многовековой истории развития. Вследствие этого, явилась необходимость большой переработки.

ISBN 978-5-458-51290-9

© 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.

ВВЕДЕНИЕ.

I. Задачи и область ведения минералогии.

1. Минералогия—одна из древнейших отраслей естествознания. До нас дошел от IV века до Р. Х.—правда в неполном виде—трактат о камнях Феофраста (371—286 до Р. Х.), ученика Аристотеля (384—322 до Р. Х.). В этих дошедших до нас обрывках, имеющих более чем 2000-летнюю давность, мы ясно чувствуем теснейшую генетическую связь с современной минералогией. Несомненно многие вопросы, затронутые в этой книге, и сейчас составляют объект минералогии. И вместе с тем из нее ясно, что Феофраст не был первым творцом новой науки — он продолжал старую традицию.

И после него внимание человека неуклонно обращалось к этой отрасли естествознания. В различные исторические эпохи менялось понимание ее вопросов—человек подходил к ним с резко различных точек зрения, но область знания оставалась одной и той же. В средние века в, так называемых, ляпидариях, составлявших главную минералогическую литературу того времени, видную роль играли фантастические магические свойства камней, в XIX веке, одно время, изучение кристаллов скрыло было из внимания исследователей основные задачи минералогии.

Но—помимо этих чуждых минералогии наслоений—основное содержание науки оставалось. Неуклонно все эти века происходила работа нередко чрезвычайно медленного собирания научных фактов, которые в конце концов являются незыблемой основой всякого точного знания. Они, а не захватывающие мысль человека теории, в конце концов строят науку. Точно научно установленный факт по существу всегда дает больше, чем основанная на нем, его объясняющая, теория. Он верен и для будущей теории и в исторической смене теорий он остается

*

неизменным. В истории минералогии мы на каждом шагу видим, как менялось понимание научных фактов в смене времени; и как в каждое время они давали человеку все новые и новые представления—открывались их новые, раньше не видные значения.

Многие из наших самых современных теорий опираются, в своей основе, на старинные наблюдения. В далекую древность уходит наблюдение над электризацией янтаря (по гречески—*ἐλέκτρον*) при трении, много веков насчитывает знание магнитных свойств магнетита (магнитного железняка), более 250 лет тому назад датчанином Э. Бартолином (E. Bartholinus 1625—1698) открыты световые свойства двупреломляющего шпата (кальцита). На изучении этих свойств создались не только целые части минералогии, из них вытекли новые отрасли знания—учения об электричестве, магнетизме, поляризованном свете. И сейчас на наших глазах в XX веке тщательное изучение свойств урановой смоляной руды (уранинита) не только привело к созданию новой науки радиологии, но и позволило понять множество старинных научных наблюдений, связанных со свечением минералов, сделанных в XVII—XIX веках.

Эти и многие другие точно научно установленные факты незыблемы и лишь точнее и полнее выявляются и выясняются при росте научного знания.

На них строятся научные теории. Теории имеют преходящее значение, хотя нередко являются живыми многие столетия и в глазах современников благодаря своей стройной системе кажутся главным содержанием научного знания.

Без научных теорий мы не в состоянии разбираться в научных фактах, теряемся и запутываемся в их бесконечном, неуклонно растущем—с ходом времени—разнообразии и количестве.

2. Факты минералогии получают двумя путями, одновременно существовавшими всегда, поскольку мы можем проследить историю минералогии. Они существовали и 2000 лет тому назад во времена Феофраста, существуют и теперь.

С одной стороны они исходили из техники, накапливались вековым опытом рудокопа и рудопскателя, техника и металлурга, земледельца, художника и гончара. Они проявлялись вне воли и вне искания человека, их значение, как фактов, строящих минералогию, не сознавалось. Эти знания, меняясь, передавались устно от поколения к поколению. Эти безымянные и бессознательные наблюдения всегда составляли и ныне составляют живой источник нашего научного знания.

Они тщательно собираются и сохраняются научными исследователями и долгие века они составляли главную часть фактического содержания минералогии.

Специальная научная работа,—работа отдельной человеческой личности, сознательно направляемая в научно поставленном опыте или наблюдении,—долгое время стояла на втором месте. Она выдвинулась—заняла господствующее положение в минералогии—лишь за последние столетия, после того, как были научно сведены в заметной степени эмпирические знания практиков.

Только после этого в науку вошло огромное количество научных фактов, полученных вне областей прикладного знания.

3. Вековой опыт немецких, итальянских и чешских рудокопов и рудоискателей был сведен в первой половине XVI века независимо друг от друга итальянцем Бирингуччио (V. Birringuccio умер в середине XVI века) и немцем-саксонцем Г. Агриколой (G. Bauer, иначе G. Agricola 1490—1555).

Их труды представляют огромный шаг вперед по сравнению с работою Теофраста, и особенно сочинения Агриколы в течение нескольких поколений оказывали влияние на научную работу в минералогии.

Со второй половины XVII столетия, в течение всего XVIII века в другой стране, оказывавшей в эти годы большое культурное влияние в человечестве, в Швеции, была вновь сделана более обширная и глубокая научная сводка известного в этой отрасли знания. Здесь работы Иерне (U. Hjärne 1641—1724), Бромелля (M. v. Bromell 1679—1731), Сведенборга (E. Swedenborg 1688—1772), Валлериуса (J. Wallerius 1709—1785), Бергмана (T. Bergman 1735—1784) и других в конце-концов привели к эмпирическим обобщениям Кронштедта (A. Cronstedt 1702—1765), придавшего минералогии ее современный облик и поставившего ей современные, неизменные с того времени, задачи. Кронштедт ставил для минералогии задачи как химии земли, еще задолго до создания новой химии и крушения старой химии флогистона, сторонником которой он был.

Шведское влияние было всюду сильно и ощущалось в течение долгих десятилетий.

В Саксонии, родине Агриколы, под влиянием шведов в начале XVIII века началась непрерывающаяся до сих пор научная работа по минералогии в Фрейберге, в лице Генкеля (J. Henkel 1679—1744). У Генкеля учился и первый русский минералог М. В. Ломоносов (1711—1765), до конца своей жизни самостоятельно работавший в этой области знания. В Саксонии научная минералогическая работа, захватившая под ряд несколько научных поколений, в стране с многовековым рудным делом и вековой горной традицией, привела в конце XVIII века к созданию Фрейбергской минералогической школы, которая в лице Вернера (A. Werner 1750—1817) в конце XVIII столетия и Брейтгаупта (J. Breithaupt 1791—1869) в первой половине XIX выдвинула крупных

ученых, оказавших глубокое влияние на научное мышление последующего и нашего времени. И Вернер, и Брейтгаупт выдвинули на первое место в минералогии *наблюдение*—изучение морфологии природных тел и изучение условий их нахождения в природе.

Одновременно с Вернером, во Франции, в Париже, аббат Гаюн (R. J. Haüy 1743—1822) из морфологических признаков выдвинул те, которые поддавались геометрической и числовой обработке—кристаллографические и в то же время, следуя в этом отношении Кронштедту, утвердил в научном сознании значение химии и химических свойств естественных природных тел—минералов.

В первой четверти XIX века этот последний признак в работах великого шведского химика Берцелиуса (J. Berzelius 1779—1848) занял в научном сознании, в общем, то место, которое мы и ныне отводим ему в минералогии. Берцелиус рассматривал минералогию, как *химию земной коры*. Ее задачей были задачи химии, изучаемые в области естественных тел, создаваемых в земной лаборатории.

4. Но эти идеи Берцелиуса долгое время не имели влияния. В течение многих десятилетий вопросы химического состава и кристаллической формы минералов отвлекли внимание минералогов от изучения того, что является основой химии, от изучения химических процессов в земной коре.

Это начало быстро меняться с конца XIX столетия. Минералогия стала принимать новый облик, и можно сказать, что процесс ее изменения заканчивается только теперь, на наших глазах.

В конце-концов выявилось ее содержание и ее задачи, близкие к тому, что выставлял Берцелиус, однако с его определением не вполне согласные.

Изменение содержания минералогии, нашего ее понимания, произошло под влиянием разнообразных причин—прежде всего под влиянием развития близких к ней наук: геологии, физики, химии, особенно физической химии. Эти науки в XIX веке подверглись гораздо более сильному изменению, чем минералогия, а частью даже были вновь созданы, как физическая химия.

Но еще большее изменение произошло в ней под влиянием внутреннего ее развития—выделения из минералогии особой науки кристаллографии, физики анизотропного состояния материи.

Исторически сложилось так, что кристаллография и минералогия были тесно между собою связаны в течение XVII—XIX столетий. Законы твердых тел были сперва изучены на природных кристаллах, на минералах. Кристаллографией занимались главным образом минералоги, и в университетском преподавании обе эти науки были поручаемы

одному и тому же преподавателю. Такое состояние сохраняется до сих пор, и очень медленно идет разделение этих отраслей знания.

К концу прошлого века выяснился окончательно резко отличный характер кристаллографии от минералогии. Кристаллография стала относиться к физике, тогда как минералогия принадлежит к циклу наук о земле—наук геологических.

Необходимость одновременной работы в двух столь разнообразных отраслях знания, объединенных в университетском преподавании в одном лице, отразилась на более медленном развитии одной из них—минералогии. Большинство университетских преподавателей минералогии были больше кристаллографами, чем минералогами.

Когда отличный от минералогии характер кристаллографии был выяснен и вошел в сознание научных работников (конец XIX—начало XX века), в науке резко стал вопрос о задачах и содержании той части минералогии, которая осталась за выделением из нее кристаллографии.

5. Идеи Берцелиуса вновь обратили на себя внимание, особенно в связи с успехами геологии. Но в это время, в XX веке, создание двух новых отраслей знания, развивавшихся в тесной связи с минералогией, сильно отразилось на ее понимании.

Эти две новые отрасли знания были геохимия и радиология. Геохимия имеет задачей изучение истории химических элементов в земной коре. Радиология занимается изучением явлений радиоактивности, т. е. явлений, связанных с распадением химических элементов.

Благодаря развитию радиологии и новым достижениям физики, совершенно изменились наши представления о химических элементах. Химические элементы оказались тождественными с атомами, количество различных родов или разновидностей которых отвечает количеству различных химических элементов.

Создание в последние 10 лет нового, стройного учения об атомах изменяет не только наше понятие о химическом элементе, но и все наши представления о химии и физике. Создаются новые отделы физики, атомная физика, отличная от старой физики, физики молекулярной—и новая химия—атомная химия, отличная от ранее известной молекулярной химии.

Радиология—в своей физической и химической частях соответственно относится к атомной физике и атомной химии. К ним принадлежит и ряд других областей физики и химии, быстро на наших глазах принимающих облик новых научных дисциплин.

6. Эти быстро идущие, глубокие изменения тех двух дисциплин, которые всегда теснейшим образом были связаны с минералогией—физики и химии—позволяют нам сейчас определить область ведения и задачи

минералогии гораздо более точно, чем мы это могли делать несколько лет тому назад.

Из двух химических дисциплин, связанных с земной корой — геохимия представляет *атомную химию земной коры*, а минералогия — *молекулярную химию земной коры*.

Вместе взятые, они образуют ту *химию земной коры*, создание которой Берцелиус считал сто лет тому назад задачей минералогии.

Но ход научного развития нашего времени сейчас позволяет идти дальше. Развитие геологии, физики и химии дает нам возможность проникнуть за пределы земной коры и говорить о химии всей земли, о *химии земли, как планеты*.

И в этой планетной химии земли геохимия будет рассматривать явления, связанные с атомами, а минералогия — явления, связанные с соединениями атомов, молекулами.

Однако, до сих пор главный материал, подлежащий нашему изучению, связан с верхней частью нашей планеты, с земной корой; современная минералогия еще далека от того, чтобы считаться химией земли. Фактически она есть химия земной коры в области химических процессов между молекулами. Но ясно, что это есть временное, переходное ее состояние, и я везде буду указывать на те новые возможности выхода за пределы земной коры, которые сейчас намечаются ¹⁾.

Являясь таким образом химией, изучаемой в области процессов земли, как планеты, минералогия (и геохимия) очевидно в дальнейшем будущем должны так или иначе связываться с изучением химии других планет. Сейчас здесь кроме мало удачных попыток еще нет ничего. Но эта связь ясно вырисовывается перед нами, и в своей работе мы не должны ее забывать, так как она с одной стороны позволяет нам правильно оценивать значение минералогических фактов и обобщений, а с другой, только видя отдаленную цель, к ней стремясь, мы можем в будущем к ней подойти.

Больше того, единство материального субстрата Космоса, так ярко установленное еще в XVII веке Гюйгенсом (С. Huyghens. 1629—1695) и точно доказанное в XIX Гуггинсом (W. Huggins 1824—1910), связанное с наблюдаемой нами в картине неба эволюцией материи и построенных из нее небесных светил, позволяет уже теперь считаться с этими явлениями при изучении истории отдельных минералов, особенно газов. Минералогия и геохимия являются с этой точки зрения частями *небесной химии*, на наших глазах растущей части *астрофизики*.

Являющееся сейчас уделом научной работы минералога исследование метеоритов позволит, вероятно, в скором времени, когда будет

¹⁾ См., напр., ниже гелий, азот, водород, железо, никель, силикаты и т. д.

выяснен генезис метеоритов и космической пыли, еще теснее связать минералогию и геохимию с астрофизикой.

7. В настоящем своем состоянии минералогия является частью химии земной коры.

Очевидно все задачи и вопросы химии, поскольку они проявляются в земной коре и ее явлениях, подлежат ее изучению.

Между общей химией, изучаемой в наших лабораториях, и химией, изучаемой в природной лаборатории земной коры, есть теснейшая связь. Химия земной коры дает, однако, более грандиозную картину явлений, отличающуюся не только масштабом по сравнению с химией наших лабораторий, но и своей сложностью—проявлением в ней таких химических закономерностей и правильностей, которые пока не вошли еще в круг изучения химии.

Объектами земной химии, как и объектами общей химии будут тела разного физического состояния—газообразные, жидкие и твердые. Они получаются в результате химических реакций.

В земной химии—в минералогии—эти тела называются *минералами*, причем эти минералы в огромной своей части являются телами твердыми.

Из рассмотрения минералогии исключаются тела, образующиеся в живых организмах, которые изучаются в *биохимии*. Но продукты их разрушения, после отмирания организмов, входят в состав минералов и являются объектом минералогии.

Благодаря исключению продуктов химических реакций, идущих в организмах, количество минералов чрезвычайно уменьшается. Сейчас насчитывается от 2000 до 3000 минералов. Но количество всех их далеко еще не известно и ежегодно открывается их несколько, обычно немного, десятков. Количество это ничтожно по сравнению с количеством искусственно полученных соединений тех же химических элементов, исчисляемых многими десятками тысяч, превышающих 200000, и количеством соединений, находящихся в живом веществе, в организмах, где количество известных тел тоже исчисляется десятками тысяч. Теоретически ясно, что в организмах количество различных в них существующих соединений исчисляется миллионами, а количество тел, могущих быть полученными в лабораториях, не ограничено. Ничего подобного нет в минералогии. Здесь число минералов едва ли превысит в конце концов тысячи.

8. Огромное количество этих минералов тела твердые, кристаллические. Успехи кристаллографии за последние годы, в связи с изучением явлений дифракции X-лучей при прохождении их через кристалл (открытие в 1912 г. рентгенограмм М. Ф. Лауэ, В. Фридрихом и П. Книппингом), позволили тесно связать физическую структуру кристалла с его химическим составом, т. е. с его химией.

Эти явления доказали реальную правильность представлений о кристаллах, как пространственных решетках, открытых гением Браве (A. Bravais 1811—1863). В узлах этих решеток находятся атомы или ионы химических элементов, причем кристалл состоит из несмешивающихся, непроникающих друг друга, правильно геометрически расположенных в пространстве систем атомов или ионов. Старое представление о молекуле, перенесенное в учение о твердом веществе, должно получить изменение. Молекул в обычном виде в кристаллах нет. Кристалл является как бы одной молекулой. Мы видим в нем отдельные атомы, иногда (напр., в кальците— CaCO_3 —) их группы (напр., для CO_3), колеблющиеся в пространстве около определенных его точек.

Выражаясь на обычном языке физико-химических представлений, мы должны здесь ждать ионов, правильно расположенных в пространстве и вероятно сопровождаемых соответствующими им электрическими зарядами.

Такое своеобразное химическое строение кристаллов несомненно отражается и на химических реакциях, в их среде идущих. А так как эта кристаллическая среда составляет главную, почти господствующую среду в химии земной коры, то мы и в ней в очень многих случаях не можем говорить о химических молекулах в обычном их понимании.

Мы должны определить минералогию, как *химию молекул и кристаллов в земной коре*, молекулярную и кристаллическую химию земной коры.

9. Продукты химических реакций земной коры — минералы — всегда или почти всегда доступны нашему изучению. Их точное физическое и химическое исследование является главным объектом минералогии.

Оно приобретает в ней гораздо большее значение для выяснения природных химических явлений, чем то, которое оно имеет в общей химии. Ибо изучение *химических процессов* в минералогии нередко отходит на второй план.

Химический процесс идет нередко медленно, в течение долгих периодов времени, тысяч, десятков тысяч, сотен тысяч лет. Нередко он происходит в недоступных нашему изучению частях земной коры.

В огромном большинстве случаев мы должны его восстанавливать, реконструировать, основываясь на свойствах и на условиях совместного нахождения продуктов этого процесса — минералов.

Это явление сразу ставит большое методологическое различие между работой химика и минералога.

В химии на первое место выступает лабораторный *опыт*. Для испытания природы химических явлений химик ставит естественные тела, им

самим сочетаемые, в определенные условия. В этих, им установленных условиях, он *наблюдает* ход процесса и изучает свойства получаемых в этих условиях продуктов.

Минералог имеет в своем распоряжении большую часть готовые продукты реакций, сочетание которых вне его воля. По этим продуктам и по их сочетанию он восстанавливает образовавший их и вызвавший их сочетание химический процесс и его условия. *Наблюдение* в природе выступает для минералога на первый план, и среди этих наблюдений особое значение получает изучение законностей сочетания продуктов химических реакций земли—минералов—их *парагенезиса*.

Но на одном наблюдении минералог остановиться не может. Он должен проверить свои результаты на опыте. При изучении природных химических процессов мы постоянно сталкиваемся с такими их чертами, которые не отвечают нашим химическим представлениям, основанным на опыте наших лабораторий, и возбуждают новые вопросы в химии. В то же время природные реакции идут при условиях, чуждых в огромном большинстве случаев тем, которые обычны для химика. Все это заставляет вносить опыт в минералогию, т. к. наблюдение нередко не имеет достаточно данных для такого восстановления земных химических процессов, которое не возбуждало бы многих толкований.

Опыт был введен в минералогию уже в XVIII и даже в XVII столетии, но систематическое его применение началось во Франции, в Париже, в великом своими научными традициями старейшем исследовательском учреждении человечества—Collège de France. Два французских ученых—учитель и ученик—Мишель Леви (A. Michel Lévy 1844—1911) и Фуке (F. Fouqué 1828—1904) свели вековую работу в единое целое и положили основу современной *синтетической минералогии*. Через поколение позже них был создан новый центр работы в этой области в С. Америке, в Вашингтоне—Геофизическая Лаборатория Карнеги (она была создана на средства А. Карнеги).

10. Но все же *наблюдение в поле* и для минералогии, как и для геологии, является основным методом искания истины.

Оно получает свой настоящий объем и свое значение только благодаря тому, что научному наблюдению подвергается работа, связанная с техникой. Горное дело и *изыскание полезных ископаемых* являются той областью, откуда искони, из века, минералог черпает главный материал для своей научной работы.

Неотложной и важной задачей всего прогресса знания является систематическое использование для научной работы опыта и труда рудокопов. К счастью это является необходимым и для успешности самой техники.

Там, где это сознается, и где есть достаточный простор для свободного проявления человеческой личности, наибольший в наше время—в Северо-Американских Соединенных Штатах—видим мы в настоящее время теснейший союз минералогии и изыскания полезных ископаемых. Особенно с конца XIX, начала XX века, американские горные инженеры дали колоссальный научный материал для научных заключений. Они научно использовали тот великий подъем горного дела, который после междоусобной войны 1861—1865 г.г. сумели создать для своего экономического возрождения воля и труд свободных граждан Американской республики. Трудно сейчас учесть то значение, какое имеет для минералогии эта тесная связь науки и техники, использованная Американскими инженерами, собиравшими и собирающими научные факты, пользуясь всем объемом знаний в области геологии, физики, химии и минералогии.

11. Основываясь т. о. на опыте и наблюдении, минералогия и до сих пор, как это было много веков тому назад, является по существу *наукой описательной*.

В основе ее лежит научная *классификация* естественных продуктов земных химических реакций—минералов.

Благодаря такому своему характеру, минералогия входит в круг других классификаторских наук—зоологии и ботаники. И совершенно не случайно, но по существу дела, в своей истории минералогия теснейшим образом была связана одно время в одно целое с этими отраслями знания.

В единой Природе еще алхимики вековой традицией, связанной с научно-философскими исканиями Средневековья и эпохи Возрождения, выделили царства природы, и впервые повидимому Д'Эспанье (I. d'Espagnet нач. XVII ст.) указал их на земле три—царство животных, царство растений и царство минералов. В XVIII веке под влиянием двух величайших натуралистов шведа Линнея (C. Linné 1707—1778) и французского графа Леклерк де Бюффона (Comte g. Leclerc de Buffon 1707—1788) эти царства были охвачены во всем их объеме научной мыслью. Линней выдвинул статическую точку зрения—*Системы Природы*, Бюффон динамическую—*Естественной истории*.

Каждый из них дал научную обработку материала своего времени и оказал огромное влияние на весь ход мысли и работы последующих десятилетий.

С течением научной работы внешняя логическая связь, объединяющая «три царства» природы, отпала, т. к. не отвечала логической однородности объектов исследования. Виды минералов не могут быть помещены в одну реальную категорию тел с видами животных и растений.