

Б. В. Чесноков

НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ И ОПЫТ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

B. V. CHESNOKOV
NEW MINERAL CLASSIFICATION AND EXPERIENCE
OF ITS APPLICATION

All oxygen compounds are integrated in «Oxides» type. This is a main peculiarity of proposed classification. Are given some examples of application of new classification. Are shown that oxidization of the Earth is the main mineralogical and geochemical consequence of human activity.

Предлагаемая классификация не претендует на исключительное пользование, не требует перестройки изложения «Системы минералогии» и ее преподавания, а представляется как инструмент для решения некоторых минералогических и геохимических проблем и частных задач.

Условности и неопределенности в подразделениях кислородных соединений

Если взять ряд известных учебников и справочников по минералогии, то в половине из них кварц отнесен к оксидам, а в другой половине — к силикатам.

Шпинель практически везде отнесена к сложным оксидам. Но в химических справочниках и энциклопедиях — это алюминат, соль кислородной (метаалюминиевой) кислоты [3].

Колумбит (ферроколумбит) в «Минералогиях» находится в сложных оксидах. А в химической энциклопедии он определен как соль метаниобиевой кислоты [3].

Подобные примеры многочисленны, все они относятся к солям неустойчивых слабых кислородных кислот (алюминиевых, ниобиевых, танталовых, титановых, вольфрамных и др.), в ряде случаев гипотетических.

Немало неясностей и в определении силикатов. «По общепринятой в химии терминологии силикатами следует называть соли кремниевых кислот. Однако, поскольку кремниевые кислоты в чистом виде не выделены, силикатами называют химические соединения, в которых кремний присутствует в составе иона $[\text{SiO}_4]^{4-}$ или производных последнего» [1, с. 32]. Необходимо подчеркнуть, что между оксидами и силикатами существуют постепенные переходы по содержанию SiO_2 [5].

Общность свойств оксидов и минералов — солей кислородных кислот (включая силикаты) проявляется весьма определенно. Состав любого оксида можно выразить так, что вещество предстанет в виде соли какой-либо кислородной кислоты. Даже простые оксиды (CaO , MgO , CuO , Cu_2O , Al_2O_3 , TiO_2 и т.д.) можно представить как соли гипотетической «очень слабой» кислородной кислоты H_2O , т. е. воды и называть их акваатами.

Опираясь на реальность указанной общности и на главный признак этих соединений — высокое содержание кислорода — относим их всех к оксидам.

Новая классификация минералов

Минералом называется природное кристаллическое вещество. Минералы существуют в виде кристаллических индивидуальных (кристаллов, зерен) и поликристаллических тел (кристаллонов [4]).

Главная особенность новой классификации заключается в том, что все неорганические кислородные соединения в ней объединены в тип оксидов. Солям кислородных кислот (сульфатам, нитратам, карбонатам и т. д.) можно присвоить соответствующие названия: сульфатоксиды, нитратоксиды, карбонатоксиды, силикатоксиды. Но суть дела не в новых названиях, а в новом общем подходе. Поэтому в предлагаемой классификации оставлены прежние названия указанных групп соединений.

Классификация минералов

Тип I. Бескислородные соединения

- Классы: 1. Самородные элементы
2. Интреметаллиды
3. Карбиды, нитриды и др.
4. Сульфиды
5. Галоиды

Тип II. Кислородные соединения (оксиды)

Классы: 1. Простые оксиды

2. Сложные оксиды

Подклассы: а) алюминаты, ферриты, манганаты, танталаты, ниобаты, титанаты и др.

б) сульфаты, нитраты, карбонаты, фосфаты, силикаты и др.

Тип. III. Органические бескислородные и кислородные соединения

Использование новой классификации для решения частных и общих задач

Кристаллохимический закон горения больших масс углесодержащих пород

Ранее [6] данный закон был сформулирован так: «При горении отвалов (угольных шахт) реализуется важная закономерность: в результате обжига происходит значительное упрощение кристаллохимического состава отвальной массы. Если исходный (сырой) материал сложен слоистыми и безводными силикатами, силикатами других кристаллохимических типов, безводными и водными окислами, карбонатами, сульфатами, углистым и битуминозным веществом, техническим мусором (дерево, металл и др.), то горелая масса в основном сложена только безводными силикатами и окислами» [6].

Новая формулировка закона: «При полном прогорании больших масс углесодержащих пород вместо исходной массы, состоящей из водных и безводных оксидов, сульфидов, угля, битумов, технического мусора (древесина, металлы, пластмассы и др.) образуются в основном только безводные оксиды». Высокотемпературный (1200°C и выше) окислительный процесс нивелирует исходное кристаллохимическое разнообразие. Новая редакция закона отражает это более определенно, чем прежняя.

Минеральный характер литосферы

Главным элементом литосферы является кислород (около 50 мас. %). По этому признаку литосферу называют оксисферой. Такое название отражает геохимическую

особенность литосферы. А главную особенность ее минералогического характера будет отражать название оксидосфера. На каких глубинах происходит нижняя граница оксидосферы — вопрос дискуссионный. По крайней мере, она далека от нижней границы литосферы.

Можно предложить и минералогическое название для зоны гипергенеза литосферы. Поскольку для нее характерны гидроксиды, назовем ее гидроксидосферой.

Минералогические характеристики планет и иных космических тел

Планеты земной группы и их спутники во внешних своих «геосферах» тела каменные, состоящие, в основном, из силикатоксидов. Следовательно, Меркурий, Венера, Земля, Марс, Луна — планеты оксидного типа. Метеориты каменные и железные можно разделить на минералогические типы, соответственно оксидные и бескислородные.

Оксидизация Земли — главное минералогическое и геохимическое последствие технической деятельности человека

В процессе оксидизации Земли кислород атмосферы или гидросферы переводится в состав оксидов: в минералы, воду и лед, в газы (CO_2 , SO_2 , оксиды азота и др.). Оксидизация Земли идет естественным путем и в результате технической деятельности человека.

Наиболее характерный процесс оксидизации геологической природы — выветривание горных пород и руд: переход бескислородных веществ в оксиды, гидратация простых и сложных оксидов и др. При гидратации CaO с образованием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ содержание кислорода увеличивается с 28.53 мас. % до 43.18 %. Подобное происходит и при гидратации сложных оксидов (сульфат-оксидов, силикатоксидов и других). Прирост массы оксидов идет и при естественных степных, лесных и торфяных пожарах, при вулканической деятельности (CO_2 , SO_2 , H_2O , твердые оксиды). Образование CO_2 в результате жизнедеятельности организмов — пример биологической оксидизации.

Естественная оксидизация литосферы идет в течение всего геологического времени. К этому выводу мы приходим на основании анализа данных А. Б. Ронова

с соавторами [2]. С течением геологического времени на континентах «главной тенденцией развития является последовательное сокращение площади выходов основных эффузивов и рост площади осадочных пород» [2, с. 145—146]. Из рис. 30,б следует, что этот рост происходит за счет уменьшения суммарной площади основных эффузивов, гранитоидов и ортогнейсов. А в осадочной оболочке в ходе геологического времени «возрастала роль глинистых осадков — продуктов гидролиза материнских пород областей эрозии» [2, с. 145]. Главными минералами материнских пород, подвергавшимися гидролизу, были полевые шпаты, пироксены, оливины, слюды. При их гидролизе увеличивалось содержание кислорода за счет вхождения в структуры групп $[\text{OH}]^-$ или H_2O . Так, в паре ортоклаз-каолинит содержание кислорода увеличивается в 1.21 раза (с 45.98 до 55.78 мас. %), в паре геденбергит-нонтронит в 1.29 раза (с 41.36 до 53.33 %). Примерно такая же картина наблюдается и при гидратации оливинов, амфиболов и слюд.

Техногенная оксидизация Земли началась с широкого применения огня и вспашки земель. В настоящее время ведущее значение приобрели:

1) сжигание веществ и материалов. Главные оксиды— CO_2 , SO_2 , H_2O , оксиды азота и разнообразные золы;

2) производство работ, облегчающих доступ кислорода к природным и искусственным образованиям: вскрытие сульфидных и иных руд, пластов угля, извлечение на поверхность больших масс горных пород (отвалы). Изменение уровня и состава подземных вод, оттаивание вечной мерзлоты;

3) производство легко окисляющихся предметов. Ржавчина представлена в основном гидроксидами, содержание кислорода в которых значительно выше, чем в руде, использованной для получения металла;

4) внесение искусственных оксидов в природную среду (разнообразные пыли, твердые удобрения, ядохимикаты);

5) разрушение озонового слоя Земли за счет связывания кислорода с рядом техногенных продуктов (хладагенты и др.);

6) культивирование организмов, производящих оксиды и др.

Нужно подчеркнуть, что техногенные газообразные оксиды (CO_2 , SO_2 , например) дают затем значительное количество твердых оксидов. Сульфатизация земной коры, по Е. П. Щербаковой [7] — глобальный процесс.

Таким образом, на планете с кислородной атмосферой в результате технической деятельности человека происходит оксидизация внешних оболочек и расходуется кислород атмосферы и гидросферы. Определение общего баланса кислорода (приход—расход) здесь не рассматривается.

Необходимо отметить, что на Земле идут и процессы деоксидизации, как естественные, так и техногенные. К первым относится процесс фотосинтеза растительного мира — образование O_2 за счет CO_2 . Среди техногенных, по-видимому, наибольшее значение имеет получение кислорода при электролизе воды и при термическом разложении некоторых оксидов. К сожалению, процесс фотосинтеза пока не справляется со все растущим поступлением в атмосферу техногенной CO_2 , о чем свидетельствуют известные цифры роста содержания этого газа в течение последних десятилетий. Значение же техногенной деоксидизации очень мало и ею пока можно пренебречь.

На космических телах, не имеющих атмосферы или с бескислородной атмосферой, техническая деятельность человека может привести к деоксидизации литосферы в случае получения кислорода из породобразующих оксидов (например, на Луне).

Как долго будет продолжаться процесс более или менее активной оксидизации Земли (по крайней мере, естественный)? Он будет идти до тех пор, пока не иссякнет несвязанный кислород в атмосфере и гидросфере или пока по той или иной причине не прекратится доступ кислорода к еще неокисленным частям литосферы.

По-видимому, примером «хорошо оксидизированной» планеты является Марс. Возможно, что на нем почти весь кислород атмосферы израсходован на оксидизацию литосферы (включая образование части поверхностного и подземного льда).

Литература

1. Ключковский Г. И., Мануйлов Л. А., Чичагова Ю. Л. Физическая и коллоидная химия, химия кремния. М.: Высшая школа, 1979. 336 с.
2. Ронов А. Б., Ярошевский А. А., Мигдисов А. А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных компонентов. М.: Наука, 1990. 182 с.
3. Химический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. 791 с.
4. Чесноков Б. В. Кристаллоны (определение, примеры, свойства, основы классификаций)//Уральский минералогический сборник № 5. Миасс, 1995. С. 272—282.
5. Чесноков Б. В., Бушмакин А. Ф. Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (сообщение восьмое)// Уральский минералогический сборник № 5. Миасс, 1995. С. 3—22.
6. Чесноков Б. В., Щербакова Е. П. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). М.: Наука, 1991. 152 с.
7. Щербакова Е. П. Сульфатизация земной коры — последствие технической деятельности человека // Уральский минералогический сборник № 5. Миасс. 1995. С. 23—27.