

Нарушения принципа «бритвы Оккама» в современной минералогии

Б.Е.Боруцкий, В.С.Урусов

Проблемы минералогической номенклатуры имеют не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку они затрагивают основные фундаментальные понятия минералогии: что такое минерал и минеральный вид, каковы соотношения между видом и разновидностями вида и какие разновидности имеют право на существование, по каким принципам должна проводиться систематизация минеральных видов и т.п. От того, как будут решены эти вопросы в минералогии, зависит и состояние номенклатуры в смежных геологических науках — петрологии, геохимии. Например, распространенные в земной коре породы — альбититы, олигоклазиты, андезиты, лабрадориты, анортозиты, названы по характерному в их составе плагиоклазу — альбиту, олигоклазу, андезину, лабрадору, анортиту. Если содержание данных понятий, в свете новых веяний в минералогии, будет пересматриваться (а такие угрозы реально существуют), то и петрологические термины потеряют свой изначальный смысл.

Проблема видообразования остра во всех естественных науках, так как вид — основная единица систематизации их объектов. В биологии идеи К.Линнея (1707—1778) о неиз-



Борис Евгеньевич Боруцкий, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, специалист в области фундаментальной и регионально-генетической минералогии.



Вадим Сергеевич Урусов, академик РАН, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — кристаллохимия минералов и геохимия твердого тела.

меняемых биологических видах были справедливо подвергнуты критике Ж.-Б.Ламарком (1744—1829). Вначале это привело к такому же «беспределу», который мы сейчас наблюдаем в минералогии, когда чуть ли не каждый сорт растений и породу животных некоторые исследователи стали возводить в ранг новых биологических видов. Противоречия были принципиально разрешены на основе неодарвинизма, понимания того, что биологический вид — понятие генетическое, возникающее в ходе эволюции организмов. Кроме того, биологи (в отличие от нас — минералогов) уже давно поняли, что организмы могут изучаться на разных уровнях системности и организации живого вещества — молекулярном, клеточном, тканевом, популяционном, интересующем нас видовом и далее — биогеоценоотическом и биосферном. Однако этого до сих пор не хотят понять исследователи минерального вещества.



«Pluralitas non est ponenda sine necessitate» — «Не следует множить сущее без необходимости».

«Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora» — «То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего»
У.Оккам

Кто такой Оккам и что это за «принцип бритвы Оккама»?

Проблема обоснования новых научных понятий детально рассматривалась еще древними философами, была предметом ожесточенных споров и даже стоила кому-то жизни, хотя часто новое — хорошо забытое старое. Вот почему мы обратились к личности Уильяма Оккама и его идеям. Оккам (~1285—1349) — английский монах-францисканец, философ-номиналист (*nomes* — лат. — имя, слово, понятие, термин; отсюда — номенклатура, т.е. терминология — наука об образовании и толковании терминов).

В XIII—XIV вв. наукой занимались монахи, и сводилась она, преимущественно, к философии и теологии. Францисканцы (последователи Франциска Ассизского, 1182—1226) в те годы оторвались от мирских благ, раздавали свое имущество бедным и, одевшись в грубое платье и подпоясавшись веревкой, уходили проповедовать «в народ» «вечные истины». Там у них была прекрасная возможность созерцать природу, открывать эмпирические ее законы, подумать о мироздании, и, в конце концов, прийти к выводам, не совместимым с догматами церкви.

Философы-номиналисты придавали особое значение обоснованности выделяемых научных понятий и терминов, с тем, чтобы они отражали сущность природных объектов и явлений. Еще основатель реалистической философии Аристотель (384—322 гг. до н.э.) провозгласил, а вслед за ним номиналисты утверждали, что термины и понятия абстрагируются от реально существующих в природе объектов, обозначая определенную их совокупность, объединенную наличием каких-то одинаковых свойств или признаков. Они настаивали на том, что признаки эти должны быть наиболее существенными. Только тогда существо понятий или терминов будет определенным, однозначным. Если эти понятия не подкрепляются свойствами или взаимоотношениями между реально существующими объектами, то это не научные понятия, а догмы, принимаемые на веру. В частности, Оккам пришел к выводу, что понятие «Бог» по этой причине должно быть дискредитировано. Оно не

имеет отношения к науке и принимается всего лишь на веру. Естественно, что за подобные проповеди Оккам, в конце концов, в Англии был брошен в тюрьму, но ему удалось бежать и продолжать работать, скрываясь в Италии.

Принцип «бритвы Оккама» — методологический принцип редукционизма, закон «достаточного основания», выраженный в цитате: «Pluralitas non est ponenda sine necessitate» — «Не следует множить сущее без необходимости»*. Она дополняется изречением: «Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora» — «То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего» (Ockham. Philosophical Writings). Иными словами, следует отсекалть более существенное от менее существенного и описывать последнее с помощью понятий более низкого ранга.

Возвращение к этому общему методологическому принципу оказалось актуальным в наши дни, поскольку, как мы полагаем, ему противоречит существо основных фундаментальных положений современной описательной минералогии и практика их применения, что самым негативным образом сказывается на развитии минералогической и геологической наук в целом. Возвращаясь к минералогической номенклатуре, попробуем выяснить, что же в ее понятиях является наиболее существенным, а что менее. Почему в наше время происходит взрывное увеличение числа минеральных видов и что мешает исследователям использовать наряду с понятием минеральный вид такие понятия, как его разновидности?

Что же наиболее существенно в понятии минерал?

Минералогия изучает природные химические соединения. Но, поскольку она — наука геологическая, т.е. естественно-историческая, она не ограничивается изучением только фактического химического состава и структуры минерала,

* Некоторые исследователи уточняют текст «не следует множить...» словами «и сокращать». Это совершенно верно и очень важно — и мы так данный принцип и понимаем.



«По концепции русских исследователей, минералогия призвана изучать все химические соединения земной коры — молекулы, кристаллические решетки, коллоидальные обломки этих решеток или аморфные и жидкие тела... Не надо забывать, что минерал не просто химическое соединение из учебника химии, а природное тело со всей сложностью его законов и его историей».

А.Е.Ферсман

но исследует процессы его образования в конкретных геологических обстановках, устойчивость при тех или иных физико-химических параметрах, характер изменения в геологическом времени. Следовательно, наиболее общее фундаментальное определение, отражающее существо данного понятия, — следующее: «Минералы — природные химические соединения, образующиеся при геохимических процессах».

Это определение не требует ни уточнения, ни ограничений. Попытка рассматривать минералы как всего лишь часть полученных химиками искусственных соединений, с перенесением на них принятой в химии номенклатуры и химических принципов систематизации, — это стремление рассматривать минералы в рамках другой науки — химии, по другим (не геологическим) законам. Ограничение понятия «минерал» наличием кристаллической структуры оставляет вне поля интересов минералогии такие важные для геологии объекты, как тонкодисперсные образования и метакolloиды.

Именно так, как геологическое тело (и не обязательно кристаллическое) рассматривали минерал наши великие минералоги А.Е.Ферсман (1883—1945) и В.И.Вернадский (1863—1945). Известно, что Вернадский считал минералом даже воду. Кстати, вода также имеет структуру, хотя ее нельзя назвать кристаллической, так как существующий в ней порядок распространяется только на небольшое число ближайших соседей каждой данной молекулы H_2O .

Таким образом, наиболее существенное в понятии «минерал» то, что это естественное природное образование, формирующееся в конкретном геологическом процессе. Поэтому минералы должны пониматься, изучаться и систематизироваться такими, какими существует в природе, в тех реальных геологических обстановках и при тех реальных физико-химических параметрах, при которых они образуются и продолжают существовать в геологическом времени. Вынутый из природной обстановки, даже самым детальнейшим образом химически и структурно изученный минерал перестает быть минералом, превращаясь в объект совсем другой науки — химии!

Существенное и несущественное в понятии «минеральный вид»

Минеральный вид — основное классификационное понятие минералогии. В соответствии с принципом Оккама, оно должно адекватно отображать реально существующие в природе совокупности минеральных индивидов с их характерными свойствами. Если требуются уточнения, их следует выражать посредством понятий более низкого ранга, в частности понятий о разновидностях минерального вида — химических, структурных, морфологических или иных, отражающих какие-либо второстепенные специфические их особенности. Главная трудность — прийти к согласию в том, что в понятии «минеральный



«Ни один минерал, как бы редок он ни был, и как бы ничтожна ни была отвечающая ему масса вещества, не есть случайное явление. Он тесно генетически связан с образованием других минералов, определяет характер того химического равновесия, в результате которого они все получают...».

В.И.Вернадский



«Минералогия как учение о неорганических соединениях, составляющих наш земной шар, является лишь частью химии, на данных которой она всецело и исторически основывается».

И.Я.Берцелиус

вид» наиболее существенно, а что менее существенно или совсем не существенно.

Отцом систематики минералов обычно называют шведа И.Я.Берцелиуса (1779—1848), почетного члена Императорской Российской академии наук, который, будучи одновременно прекрасным химиком и минералогом, стал рассматривать минералогия как часть химии. Систематизировать минералы по химическому составу пытались и до него, но именно Берцелиус вошел в историю как создатель наиболее рациональной для того времени классификации на основе химических критериев, легко сумевший убедить минералогов в ее простоте и целесообразности. Подобные принципы оставались единственными и привычными вплоть до начала XX в. Появление рентгеноструктурного анализа привело к замене химической номенклатуры и систематики минералов структурно-химической.

Но даже в наше время, совсем недавно, обсуждая вопросы систематики минералов, наш крупнейший кристаллохимик Г.Б.Бокий (1909—2001) поддерживал идеи Берцелиуса. Он писал: «Минеральным видом называется простое вещество или его химическое соединение, выкристаллизовавшееся в результате гео- или космохимического процесса из природной физико-химической системы... Состав минерального вида соответствует компоненту или промежуточному химическому соединению этой системы... За границы вида в случае образования непрерывных твердых растворов между двумя предельными видами принимается их середина, т.е. 50%, в случае трех видов — 33.3%

и т.д.» [1]. Это правило («правило доминантности» или в обиходе «правило 50%») «пришло» к нам из химии, но после официального принятия рекомендаций об условных границах вида КНМНММА (Комиссия по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации), по мнению Бокия, стало «совершенно строгим» и для минералогов.

Но оно игнорирует выводы А.К.Болдырева, сделанные еще в 20-е годы прошлого столетия: «Под минералогическим видом мы будем разуметь все минералы, обладающие одним и тем же химическим составом и одним и тем же кристаллическим строением...Если какое-либо из соединений не известно в природе — оно не выделяется в качестве самостоятельного минерального вида» [2]. Болдырев не был согласен с «правилом 50%», поскольку оно часто находится в противоречии с естественно выделяемыми совокупностями минералов по генетическим признакам.

Например, крайние члены оливинового ряда — форстерит Mg_2SiO_4 и фаялит Fe_2SiO_4 — образуются достаточно редко и только в специфической геологической обстановке, в то время как промежуточные члены ряда более обычны и обнаруживают постепенные переходы. Болдырев предлагал делить двойные изоморфные ряды не на два, а на три минеральных вида (с одним промежуточным): A 0—25%, AB 25—75% и B 75—100%, а в тройной системе выделять соответственно не три, а семь минеральных видов: A , B , C , AB , AC , BC (0—17% третьего компонента) и ABC (17—33% третьего компо-



«Единственным достижением в классификации минералов за последние 100 лет можно считать то, что общепринятым стало характеризовать их по химическому составу».

Г.Б.Бокий



«Искусственными схемами мы будем пользоваться лишь тогда, когда у нас не будет никаких важных доводов в пользу иной более естественной разбивки».

А.К.Болдырев

нента). Понимая, что и такое выделение минеральных видов формально, он делал очень важную для настоящего обсуждения оговорку: «этими искусственными схемами мы будем пользоваться лишь тогда, когда у нас не будет никаких важных доводов в пользу иной более естественной разбивки».

Вспомним еще раз слова Ферсмана: «..вопрос о числе известных в земной коре минеральных видов получает более определенное решение лишь при уточнении самого понятия минеральный вид. М.Н.Годлевский и А.Г.Бетехтин совершенно правильно ввели в его определение физико-химическое начало, однако не могли избежать осложнений при анализе дисперсно-коллоидальных систем и изоморфных смесей. Чисто формальные подходы к классификации таких многофазных систем неприменимы, тем более что минерал является естественно-историческим телом, для которого закономерны и определены нередко совершенно специфические и сложные системы; тем более нельзя подойти чисто формально к разделению изоморфных рядов на самостоятельные виды и разновидности» [3].

Дальнейшее развитие эти идеи получили в работах Е.К.Лазаренко (1912—1979), предложившего относить индивиды с однотипной структурой, входящие в единый изоморфный ряд, к одному и тому же минеральному виду, а отдельные члены такого ряда (в том числе и крайние) — к его разновидностям [4].

Положение Ферсмана о важности физико-химического анализа при определении содержания понятия «минеральный вид» для нас фундамен-

тально, поскольку только таким путем раскрывается существо минерала как единства его химического состава, структуры и условий образования, и границы минерального вида определяются естественным путем, взамен искусственных схем или формальных правил.

Сказанное выше показывает, что наиболее существенным в понятии «минеральный вид» является выделение таких реально образующихся и существующих при определенных физико-химических параметрах совокупностей минеральных индивидов, какие характеризуются естественными пределами вариаций химического состава. В соответствии с этим мы предлагаем следующее уточненное его определение: «Минеральный вид — это естественная дискретная совокупность минеральных индивидов общего химического состава с самостоятельным полем стабильности, в пределах которого могут закономерно и непрерывно меняться как химический состав и физические свойства, так и некоторые особенности кристаллической структуры, не нарушающие, однако, основной ее мотив и структурный тип, и за пределами которого индивиды данного вида разрушаются или замещаются другими минералами».

Внутри этого определения есть понятие, которое вызывает значительные затруднения даже среди специалистов-кристаллохимиков, — «структурный тип». Его очень часто, даже в энциклопедиях и справочниках [5], путают с изоструктурностью, считая, что к одному и тому же структурному типу принадлежат кристаллические



«Минеральные индивиды однотипной структуры, характеризующиеся непрерывным изоморфизмом в определенных естественных пределах, должны быть отнесены к одному минеральному виду, а отдельные члены этого ряда — к разновидностям данного вида».

Е.К.Лазаренко

структуры с одинаковой пространственной группой симметрии. Тем не менее неоднократно подчеркивалось [6], что эти понятия относятся к различным, хотя и частично перекрывающимся явлениям. Типичным примером служит структурный тип перовскита CaTiO_3 , в котором кристаллизуются многочисленные минералы и неорганические соединения, принадлежащие к различным видам симметрии. Кроме ромбического перовскита (пространственная группа $Pbnm$) к его структурному типу принадлежат ромбический луешит NaNbO_3 ($Pbma$) и предположительно моноклинный натрониобит того же состава, кубический таусонит SrTiO_3 ($Pm\bar{3}m$), тетрагональный македонит PbTiO_3 ($P4mm$) и некоторые другие минералы. А хорошо изученный пьезоэлектрик BaTiO_3 кристаллизуется во всех сингониях, кроме триклинной. Его модификации, принадлежащие к общему структурному типу перовскита, описываются семью (!) различными пространственными группами симметрии, хотя различие между всеми этими структурами создается весьма незначительным смещением отдельных атомов (обычно сдвигами атомов титана из центра октаэдра в разных кристаллографических направлениях).

Вместе с определением понятия «минеральный вид» необходимо определить и сопутствующее ему важное понятие разновидности минерального вида: разновидность минерального вида — совокупность минеральных индивидов данного минерального вида, объединенных близостью химического состава, физических свойств (например, цветом, плотностью и др.) или изоструктурностью (одной и той же пространственной группой симметрии в пределах устойчивости структурного типа данного минерального вида). Необходимым дополнением к этому определению служит следующее замечание: разновидности минерального вида, находящиеся в парагенетических соотношениях (например, в отдельных участках минеральных индивидов), не отделяются друг от друга фазовыми границами и поверхностями раздела, т.е. находятся в пределах общего поля стабильности.

Типичные примеры структурных разновидностей дает минеральный вид кварца SiO_2 : α -кварц ($P3_121$, $P3_221$), β -кварц ($P6_222$, $P6_422$), левый кварц ($P3_121$, $P6_222$) и правый кварц ($P3_221$, $P6_422$). Все они с разной пространственной симметрией принадлежат к структурному типу кварца. Многие цветовые разновидности кварца, такие как горный хрусталь, цитрин, аметист, морион, хорошо известны даже неспециалистам. Не менее известны его многочисленные морфологические разновидности: двойники и друзы, игольчатый, скипетровидный, колпачный, звездчатый, ячеистый, скрученный кварц и др.

Большое число примеров структурных разновидностей (политипов) дают минералы со слоистыми структурами. Например, кронштедтит $\text{Fe}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ имеет 10 политипных разновидно-

стей: тригональные $1T$, $2T$, $3T$, $6R$, $9R$, гексагональные $6H$, $2H_1$, $2H_2$ и моноклинные $1M$, $2M_1$. Все они принадлежат к структурному типу серпентина.

Минеральные виды и разновидности

Наибольшее число затруднений и недоразумений вызывает выделение минеральных видов и разновидностей в случае образования протяженных или непрерывных изоморфных рядов между двумя или несколькими компонентами. Дело обстоит достаточно просто, когда имеется разрыв в химических составах. Тогда области составов между интервалами разрывов выделяют как самостоятельные минеральные виды. Если разрывов смесимости нет, необходимо использовать границы фазовых переходов или некоторые условные границы между отдельными минеральными видами или их разновидностями.

Генетически хорошо изученные минералы. В таких случаях проблема выделения минеральных видов решается естественным путем. Выделяемые совокупности индивидов отображаются на фазовых диаграммах. Так, для щелочных полевых шпатов границы между видами устанавливаются по кривым кристаллизации (ликвидуса—солидуса), кривым фазового распада (солювуса) и фазовых переходов [7, 8]. Выделенные виды определяются полями их стабильности на фазовых диаграммах $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 и $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. И они принципиально отличаются от видов, которые следовало бы выделить в соответствии с рекомендациями КНММ МА по формальному «правилу 50%». Мало того, выясняется, что содержание генетически выделенных видов меняется в зависимости от изменения температуры минералообразования и системы, выбранной для их описания. Например, в низкотемпературных микроклине и альбите может содержаться соответственно не более 10% Na-компонента и 5% K-компонента (а не 50%). Изоморфный ряд в этом случае разорван областью несмесимости. А в высокотемпературных санидине и анортоклазе — до 80—95% Na-компонента (больше 50%) и до 5—20% K-компонента (значительно меньше 50%). Изоморфный ряд разрывается здесь границей фазового превращения с изменением симметрии: $C2/m \rightarrow C\bar{1}$. Непрерывность изоморфного ряда между $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ и KAlSi_3O_8 наблюдается выше 1000°C . Все его члены моноклинные. По предложению Лазаренко [4], этот изоморфный ряд можно считать единым минеральным видом, подразделяя его (при желании) на условные разновидности по химическому составу: мональбит—анортоклазы—Na-санидины—Na,K-санидины—K-санидин.

Генетически недостаточно изученные минералы. В данном случае естественные критерии применять намного сложнее, что оставляет поле

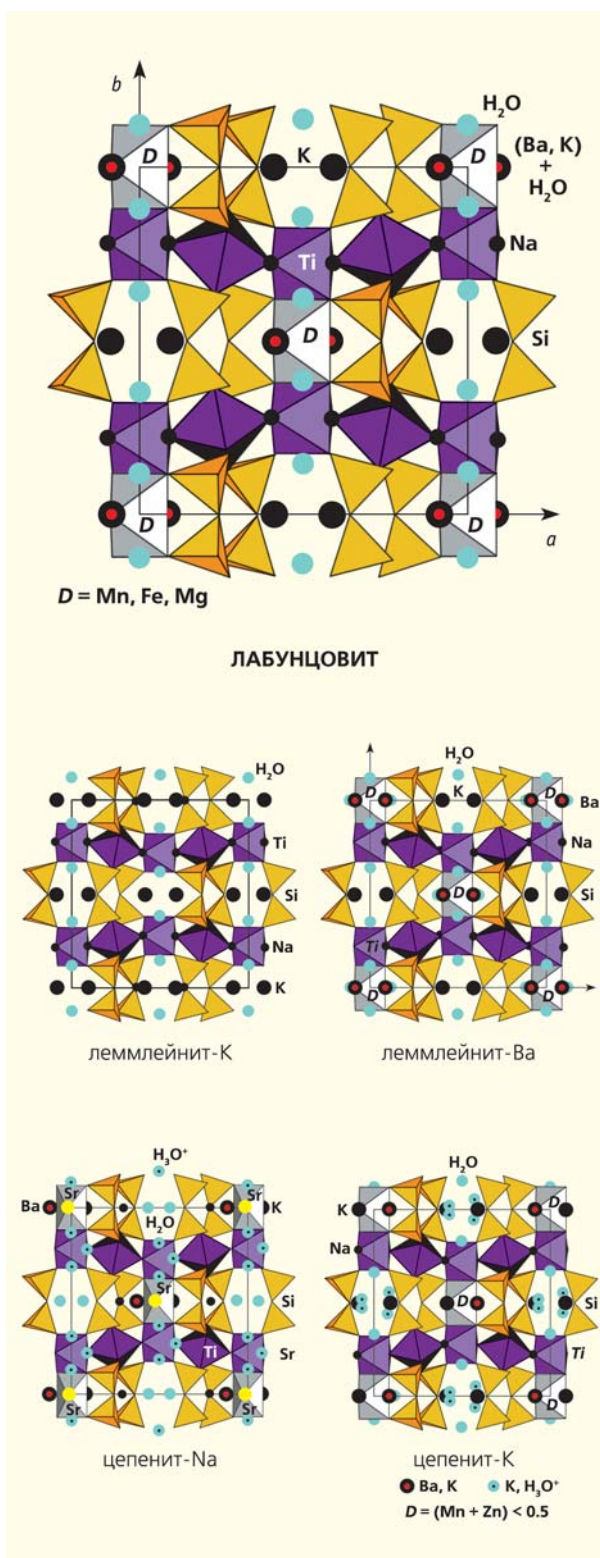
для многочисленных неоднозначных трактовок. Как правило, в эту группу входят редкие минералы со сложными изоморфными замещениями. Вхождение тех или иных компонентов (в основном микропримесей) требует частичной локальной перестройки структуры. При этом общий химический состав практически не изменяется. Таким образом, с точки зрения принципа Оккама подобные изменения состава и структуры минерала не являются существенными. Тем не менее в последние годы минералогия захлестнуло интенсивное размножение, или «клонирование» [9], минеральных видов за счет уже известных ранее минералов, засоряющее номенклатуру генетически необоснованными «мертвоорожденными» видами. КНМНМ ММА еще более усугубила проблему, распространив «принцип доминантности» содержания компонентов на отдельные неэквивалентные позиции в кристаллической структуре. Тем самым КНМНМ ММА фактически утвердила в качестве основополагающих видообразующих признаков второстепенные изменения в химическом составе и структуре минералов.

В результате химические анализы минералов, особенно с обширным набором определяемых компонентов и широкими их вариациями, вместо детального их рассмотрения стали округляться, упрощаться, подгоняться под «доминантные» содержания, в которых преобладающий компонент нередко едва превышал 50 отн. % в какой-либо из позиций. Составы минералов вместо анализа их вариаций в конкретных геологических обстановках стали приводиться к крайним членам воображаемых двойных гипотетических изоморфных рядов. Да и сама диагностика минералов стала невозможной без прецизионного уточнения кристаллической структуры, которую необходимо выполнить для каждого из исследуемых образцов, чтобы определить конкретную заселенность позиций. Подобные исследования с достаточной точностью и надежностью возможно выполнить далеко не в каждой лаборатории, учитывая одновременно присутствие многих химических элементов, часто в одной и той же позиции.

Проблема недостаточно обоснованного размножения минеральных видов частично обсуждалась в «Природе» [8] на примере эвдиалита—эвколита. В данной публикации мы рассмотрим эту проблему на примере минералов групп лабунцовита—ненадкевичита и ловозерита.

Минералы группы лабунцовита — ненадкевичита

Еще совсем недавно в ней было всего два минеральных вида: моноклинный титаносиликат — лабунцовит и ромбический ниобосиликат — ненадкевичит. Теперь их уже 30 [10], подразделенных на 10 подгрупп: ромбическую и девять моноклинных



Кристаллические структуры лабунцовита и некоторых его аналогов. Все эти рассматриваемые в настоящее время в качестве самостоятельных минеральных видов образования относятся к одному и тому же структурному типу и различаются лишь характером заселения внекаркасных «цеолитных» позиций.

Таблица

Кристаллохимические характеристики минералов группы лабунцовита-ненадкевичита (жирным шрифтом выделены заглавные минералы подгрупп)

Минеральный вид	Пространственная группа	Соотношение параметров ячейки относительно лабунцовита	Идеализированная формула
Ненадкевичит	<i>Pbam</i>	$a/2(2c-a/2)b/2$	$\text{Na}_{8-3}[\text{Nb}_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O})_4] \times 8\text{H}_2\text{O}$
Коробищнит	<i>Pbam</i>	$a/2(2c-a/2)b/2$	$\text{Na}_{8-3}[\text{Ti}_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{OH})_4] \times 8\text{H}_2\text{O}$
Леммлейнит-К	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_4\text{K}_4\text{K}_4[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 8\text{H}_2\text{O}$
Леммлейнит-Ва	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_4\text{K}_4\text{Ba}_{2+3}[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 8\text{H}_2\text{O}$
Вуориярвит-К	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{K},\text{Na},\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_{12-3}[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Вуориярвит-На	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Na},\text{K},\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_{12-3}[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Вуориярвит-Ва	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Ba},\text{Na},\text{Ca},\text{Sr},\text{K})_{12-3}[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Вуориярвит-Са	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Ca},\text{K},\text{Na},\text{Ba})_{12-3}[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Цепенит-К	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{K},\text{Ba},\text{Na})_{12-3}[(\text{Ti},\text{Nb})_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Цепенит-На	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Na},\text{H}_3\text{O},\text{K},\text{Sr},\text{Ba})_{12-3}[(\text{Ti},\text{Nb})_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Цепенит-Са	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Ca},\text{K},\text{Na})_{8-4}[(\text{Ti},\text{Nb})_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Цепенит-Сг	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Sr},\text{K},\text{Na},\text{Ca},\text{Ba},\text{H}_3\text{O})_{8-3}[(\text{Ti},\text{Nb})_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 12 - 16\text{H}_2\text{O}$
Парацепенит-Ва	<i>Cm</i> или <i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$(\text{Ba},\text{Na},\text{K})_{24-3}(\text{Ti},\text{Nb})_{16}[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_8(\text{O},\text{OH})_{16} \times 24 - 32\text{H}_2\text{O}$
Лабунцовит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_4\text{K}_4\text{Mn}_2[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Лабунцовит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_4\text{K}_4\text{Fe}_2[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Лабунцовит-Mg	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_4\text{K}_4\text{Mg}_2[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Лабунцовит-□	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{Na}_{3.5}\text{K}_4\text{Ba}_{0.5}(\text{Mn},\text{Fe})_{0.9}(\text{H}_3\text{O})_{1.8}[(\text{Ti}_{7.8}\text{Nb}_{0.2})_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8] \times 5.4\text{H}_2\text{O}$
Паралабунцовит-Mg	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$\text{Na}_8\text{K}_8\text{Mg}_4[\text{Ti}_{16}(\text{Si}_4\text{O}_{12})_8(\text{O},\text{OH})_{16}] \times 20 - 24\text{H}_2\text{O}$
Паралабунцовит-Fe	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$\text{Na}_8\text{K}_8(\text{Fe},\text{Mg})_4[\text{Ti}_{16}(\text{Si}_4\text{O}_{12})_8(\text{O},\text{OH})_{16}] \times 20 - 24\text{H}_2\text{O}$
Паралабунцовит-□	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$\text{Na}_8\text{K}_8(\text{Mn},\text{Mg},\text{Fe})_{1.06}[\text{Ti}_{16}(\text{Si}_4\text{O}_{12})_8(\text{O},\text{OH})_{16}] \times 20 - 24\text{H}_2\text{O}$
Гутковаит-Мп	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Ca},\square)_2\text{K}_4\text{Mn}_2[(\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4\text{O}_8)] \times 10\text{H}_2\text{O}$
Алсахаровит-Zn	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Na},\text{Sr}_2)(\square,\text{K})_4\text{Zn}_2[(\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8)] \times 14\text{H}_2\text{O}$
Нескевараит-Fe	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(\text{Na},\text{K}_2)\text{K}_4\text{Fe}_4[(\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O},\text{OH})_8)] \times 12\text{H}_2\text{O}$
Органоваит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$\text{K}_4\text{Mn}_2[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 10 - 14\text{H}_2\text{O}$
Органоваит-Zn	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$\text{K}_4\text{Zn}_2[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 10 - 14\text{H}_2\text{O}$
Гьердингенит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{K}_4\text{Fe}_2[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Карупмёллерит-Са	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$(\text{Na},\text{Ca},\text{K})_4\text{Ca}_4[\text{Nb}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{O})_8] \times 14\text{H}_2\text{O}$
Кузьменкоит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{K}_4\text{Mn}_2[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{OH})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Кузьменкоит-Zn	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$\text{K}_4\text{Zn}_2[\text{Ti}_8(\text{Si}_4\text{O}_{12})_4(\text{OH})_8] \times 10 - 12\text{H}_2\text{O}$
Паракузьменкоит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$(\text{K},\text{Ba})_8\text{Fe}_4[\text{Ti}_{16}(\text{Si}_4\text{O}_{12})_8(\text{O},\text{OH})_{16}] \times 20 - 28\text{H}_2\text{O}$

(пять с одинарным и четыре с удвоенным параметром ячейки *c*). Чем же различаются эти «новые» минеральные виды и насколько существенны их отличия?

Представленные в таблице формулы идеализированы, их коэффициенты округлены. Создается впечатление, что мы имеем дело с минералами титана или ниобия постоянного состава, содержащими кроме основных натрия и калия барий, или кальций, или марганец, или железо, или магний и т.д. Однако конкретные анализы [10] показывают, что все они, в основном, — сложные изоморфные смеси, содержащие одновременно щелочные и щелочноземельные элементы, воду, металлы группы железа. Нередко составы перекрываются, и авторы рассматриваемой работы не смогли даже отнестись ряд проанализированных образцов к какому-либо из выделенных ими же самостоятельных минеральных видов [10]. Это прекрасно отражено в формулах вуориярвитов и цепенитов, где Na, K, Ca, Sr, Ba, H₃O⁺ перечислены в скобках без разделения по позициям, что демонстрирует наиболее существенную их особенность — способность к широкому ионному обмену.

В кристаллических структурах выделяется каркас из сочлененных вершинами 4-членных колец [SiO₄]-тетраэдров и цепей из (Ti,Nb)O₆-октаэдров. Полости и каналы внутри каркаса заняты дополнительными катионами и молекулами H₂O, что характерно для цеолитоподобных минералов. Различают четыре типа дополнительных позиций: A–D. Общая кристаллохимическая формула — {A₄B₄C_{4–2x}D_x(H₂O)_{2x}}[(Ti,Nb)₈(O,OH)₈(Si₄O₁₂)₄] × *n*H₂O, где в квадратных скобках выделен каркас, в фигурных — дополнительные «цеолитные» позиции: A = Na, Ca, □, B = K, Na, H₃O⁺, C = K, Ba, H₃O⁺, □, D = Mn, Fe, Mg, Zn, □ (□ означает вакансию, т.е. часть позиций оказывается незанятой), *n* ≈ 8, *x* = 0–2.

Размножение минеральных видов производится на основании характера заселения именно этих дополнительных позиций [10]. Видимо, понимая зыбкость такого подхода (хотя и узаконенного КНМНМ МА), авторы обсуждаемой работы вводят в каркас более жесткую октаэдрическую позицию D, занятую Mn, Fe, Mg и Zn. Справедливо

Соотношение компонентов в анализах минералов данной группы (в формульных единицах)	
Ti/Nb	Na/K/Ca/Sr/Ba/Mn/Fe/Mg
до 1.8 Ti	—
до 1.9 Nb	—
до 2.5 Nb	3.2–4.5 Na, 5.3–7.6 K, 0.0–1.0 Ba, до 0.4 Mn, до 0.6 Fe, до 0.2 Mg
до 1.3 Nb	1.8–4.6 Na, 2.7–4.4 K, 1.6–2.8 Ba, до 0.7 Mn, до 0.75 Fe, до 0.5 Mg
до 3.9 Ti	—
до 3.6 Ti	—
до 2.5 Ti	—
до 1.9 Ti	—
4.0–6.3 Ti	0.6–2.9 Na, 1.5–4.8 K, 0–0.3 Ca, 0.7–0.8 Sr, 0.1–2.0 Ba, 0–0.4 Mn+Fe
4.1–6.2 Ti	1.3–4.9 Na, 0–1.5 K, 0–2.1 Ca, 0–1.9 Sr, 0–1.3 Ba, 0–0.15 Mn+Fe
5.1–6.6 Ti	0.9–1.8 Na, 0.3–1.2 K, 2.0–2.5 Ca, 0.6–2.1 Sr, 0.1–0.9 Ba, 0–0.3 Mn+Fe
5.3–5.7 Ti	0.6–1.6 Na, 0.6–1.1 K, 0.4–0.8 Ca, 1.0–1.8 Sr, 0.2–0.3 Ba, 0.2–0.3 Zn
—	—
до 2.0 Nb	2.4–5.5 Na, 2.1–5.6 K, 0–0.6 Ca, 0–0.1 Sr, 0.1–1.7 Ba, 0.5–1.5 Mn, 0.1–0.5 Fe, 0–0.5 Mg
до 3.3 Nb	3.5–4.3 Na, 3.1–4.6 K, 0 Ca, 0 Sr, 0.6–1.9 Ba, 0.2–0.3 Mn, 0.4–1.2 Fe, 0.1–0.4 Mg
до 2.8 Nb	3.2–5.4 Na, 3.7–4.6 K, 0–0.1 Ca, 0–0.2 Sr, 0.3–1.7 Ba, 0–0.2 Mn, 0.3–0.6 Fe, 0.6–1.7 Mg
до 3.1 Nb	2.4–5.7 Na, 3.3–5.6 K, 0–0.5 Ca, 0–0.2 Sr, 0.2–1.9 Ba, 0–1.0 Mn, 0–1.0 Fe, 0–0.7 Mg
—	—
—	—
—	—
до 1.5 Nb	—
до 2.6 Nb	—
до 3.5 Nb	—
до 3.5 Ti	—
до 3.5 Ti	—
до 1.8 Ti	—
до 2.8 Ti	—
до 2.6 Nb	—
до 4.0 Nb	—
—	—

отмечая при этом, что она связана альтернативным изоморфизмом с дополнительной позицией *C*, занятой более крупными атомами K, Ba или водой: $2(\text{K,Ba})_c + 2(\text{H}_2\text{O})_c \leftrightarrow (\text{Mn,Fe,Mg,Zn})_d + \square_d$. Одновременно эти позиции заниматься не могут из-за слишком малого между ними расстояния.

Мы не согласны с такой трактовкой *D*-позиции. Во-первых, эти же авторы в эвдиалит–эвколитах, например, еще более жесткую позицию *M*(2), занятую Fe^{2+} , Fe^{3+} или Mn в 4-, 5- или 6-координации, не вводят в каркас, рассматривая ее как дополнительную. Во-вторых, сама уже связь $C \leftrightarrow D$ говорит за себя. Описывая ряд структур [10], они отмечают, что кальций входит в *D*-позицию в моноклинном Ti-ненадквечите и вместе с марганцем — в карупмеллерите-Са. В цепените-Са он распределен по восьми позициям, т.е. также входит и в позицию *D*. В цепените-На в позицию *D* входит еще более крупный стронций, смещаясь в направлении *C*-позиции и достраивая октаэдр за счет атомов кислорода из (Ti, Nb)-цепочек до 8-вершинника. Интересно, что в вуориярвите-К в позицию *D* помещен натрий в необычной четверной координации.

Сопоставим структуры лабунцовита и некоторых наиболее распространенных его аналогов из групп вуориярвита и леммлейнита. Прекрасно видно, что при сохранении типа структуры минералы выделенных видов различаются лишь заполнением внекаркасных позиций. Причем набор одновременно входящих в них элементов в целом одинаков, хотя менее крупные атомы (Na, Ca и Mn, Fe, Mg), естественно, входят в менее просторные позиции *A* и *D*, а более крупные (K, Ba, H_2O , H_3O^+) — в просторные *B* и *C*. При анализе количественных соотношений невольно задаешься вопросом, насколько существенно, что какая-либо из примесей становится доминантной в какой-то позиции?

Дальнейшая детализация кристаллических структур показала, что существуют и «катиондефицитные лабунцовиты», в которых позиции *C* и *D* заняты менее чем наполовину, а позиция *B*, занятая калием, расщеплена на две: *B1* и *B2* [11]. В цепените-К (который по химическому составу аналогичен катиондефицитному лабунцовиту) также было установлено расщепление позиций: позиция *A1* заселена натрием, а *A2* вакантна, пози-

ция *B1* занята калием, а *B2* — водой, позиция *C* расщеплена на *C1*, занятую калием, и *C2*, в которой одновременно присутствовали калий и барий, а позиция *D* была вакантна на 75%, что в результате привело к понижению симметрии от $C2/m$ до Cm [12].

Кроме того была установлена упорядоченность в распределении калия, бария и молекул воды в расщепленных позициях *C1* и *C2* и марганца, железа и вакансий в расщепленных позициях *D1* и *D2*, что привело к появлению дополнительных рефлексов на рентгенограммах, изменению симметрии $C2/m$ до $I2/m$ и удвоению ячейки. Анализ одного из таких образцов лабунцовита показал чередование областей *D*-заполненного и *D*-вакантного типа, что было интерпретировано как «последовательное чередование в структуре элементарных ячеек лабунцовита-Mn и леммлейнита-Ba» [13]. В результате возникает необходимость обсуждать проблему видообразования уже на уровне элементарных ячеек внутри единого минерального индивида.

Таким образом, фантастические успехи структурно-химического анализа приводят рассматриваемую проблему к логическому абсурду. Едва ли не каждая новая структурная расшифровка лабунцовита выдается за самостоятельный «новый» минеральный вид. «Что-то доминантное» всегда можно отыскать, если не в целой, то, по крайней мере, в расщепленной структурной позиции, с учетом упорядоченного распределения компонентов на



В сферолите полихромного лабунцовита (с белыми головками нарастания), обнаруженного З.В.Шлюковой в полости выщелачивания в пегматите на горе Хибинпахкчорр (Хибинский массив, Кольский п-ов), современными исследователями одновременно установлено семь самостоятельных минеральных видов.

«еще более тонком» структурном уровне и соответствующего изменения локальной симметрии.

Данные о физико-химической устойчивости выделяемых в группе лабунцовита—ненадкевичита минеральных видов отсутствуют, за исключением опытов по ионообменному замещению. Природные наблюдения фиксируют случаи эпитактического нарастания цепенита-Na на лабунцовит (т.е. ниобиевой фазы на титановую) и наоборот, леммлейнита-Ba и лабунцовита-Mn на кузьменкоит-Mn, а также низкониобиевого кузьменкоита-Mn на высокониобиевый кузьменкоит-Mn (т.е., наоборот, титановой фазы на ниобиевую). Описан случай тонкого полисинтетического срастания высокониобиевого вуориярвита с высокотитановым цепенитом [10]. Однако эти данные недостаточны для генетического подтверждения правомочности выделения 30 самостоятельных минеральных видов в группе.

Иные природные наблюдения указывают на нелепость столь массового размножения минералов. Например, в сферолите полихромного лабунцовита, обнаруженного З.В.Шлюковой в полости выщелачивания в пегматите на горе Хибинпахкчорр (Хибинский массив, Кольский п-ов), представляющем собой один или два (если посчитать белые головки нарастания за второй) минеральных индивида, после прецизионного структурного анализа одновременно диагностировано семь (!) минеральных видов. В отдельных фрагментах рыжей центральной его части, «переназванной» теперь как лабунцовит-Mn, так как марганец (1.89—2.16 мас.% MnO) преобладает над железом (0.66—1.16 мас.% Fe₂O₃) и магнием (0.16—0.33 мас.% MgO), установлены также лабунцовит-□ и леммлейнит-Ba. Белые головки первоначально диагностировались как ненадкевичит. Но когда выяснилось, что симметрия его псевдоромбическая, истинно моноклиная, он получил название моноклинный Ti-ненадкевичит. Когда же стало ясно, что содержание ниобия не дотягивает до доминантного, и были выявлены вакансии среди «цеолитных» компонентов, он был возвращен в лоно лабунцовитов как оксониевый лабунцовит. Дальнейшие события развивались стремительно. Симметрия была понижена от $C2/m$ до Cm . Вакансии оказались в шести «цеолитных» позициях из восьми. В позиции *D* был установлен стронций, расширяющий ее от октаэдра до восьмивершинника, и зафиксирована упорядоченность в распределении Ti и Nb, преобладающих в разных октаэдрах. В результате минерал головок был зарегистрирован как «новый» минеральный вид — цепенит-Na. История на этом не закончилась. Вскоре здесь же был установлен парацепенит-Na с удвоенной ячейкой, из-за того что стронций в *D*-позиции обнаруживал упорядоченное распределение, а поскольку его вообще было много, выделили еще и цепенит-Sr [10]. Наконец, один из исследователей посчитал, что здесь можно выде-

лить титановый карупмеллерит, так как в *D*-позиции был установлен еще и доминантный кальций.

Все эти нюансы проще объясняются последовательным ростом единого сферолита лабунцовита в условиях возрастания кислотности минералообразующих растворов при охлаждении, в результате чего К и Ва в позиции *C* замещались на Na и H₃O⁺, Mn, Fe и Mg в позиции *D* — на Sr и Ca, а Ti в каркасе — на Nb.

В конечном итоге мы считаем, что число представленных в таблице минеральных видов нужно существенно уменьшить. Все виды с уточняющими (через черточку) элементами должны быть переквалифицированы в разновидности соответствующих видов.

Минералы группы ловозерита

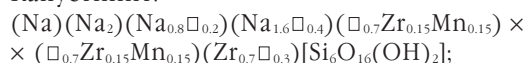
Мы не могли обойти вниманием минералы этой группы. Образываясь в условиях экстремально высокой щелочности-основности, они легко подвергаются кислотному выщелачиванию при подкислении минералообразующей среды и тем более в гипергенных условиях под воздействием атмосферной влаги и углекислоты. Фактически мы обычно имеем дело с продуктами разрушения минералов за пределами полей их стабильности. Детальное структурно-химическое изучение таких минералов выявляет неполное заселение структурных позиций и наличие большого числа вакансий. Подобное существует в структурах лабун-

цовитов и эвдиалитов, но здесь оно проявлено в наиболее гипертрофированном виде. К сожалению, структурщики и здесь подошли к вопросу формально, посчитав возможным объявить стадии изменения минерала самостоятельными минеральными видами [14, 15].

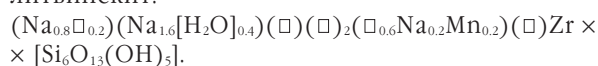
Рассмотрим два минерала из группы ловозерита — литвинскит [14] и капустинит [15], в которых все позиции *A* и *B* заняты только натрием, а *M* — цирконием.

Структурные формулы минералов данной группы: $A(1)A(2)B(1)B(2)C(1)C(2)M[Si_6(O,OH)_{18}]$.

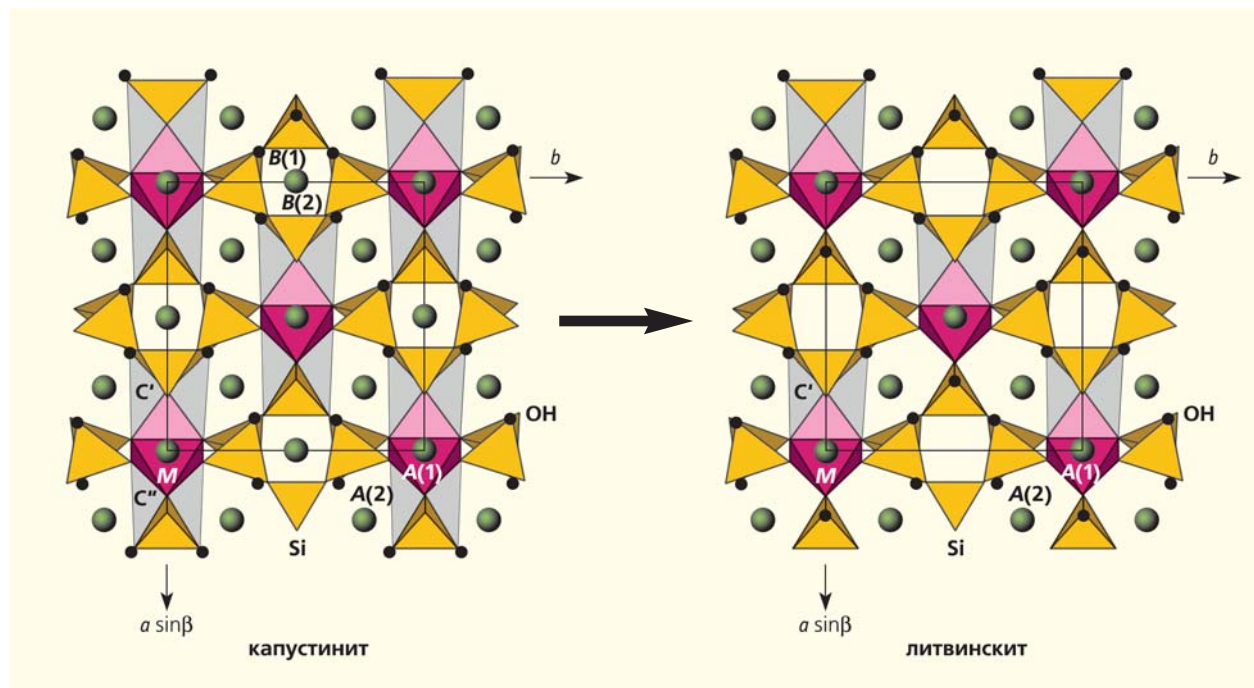
Капустинит:



литвинскит:



В том и другом минералах есть вакансии. В капустините — в позициях *B*, *C* и *M*, причем вакантный цирконий почему-то частично перекочевывает в свободные позиции *C*. В литвинските — во всех позициях: в *A* (частично заполняемой молекулами воды), полностью в позициях *B* и практически полностью в *C* (цирконий собирается в *M*). Наличие вакансий и неполного заселения расщепленных позиций *A1*, *A2*, *B1*, *B2*, *C1* и *C2* снижает симметрию минералов до моноклинной. Однако, как недавно показал А.А.Золотарев [16], некоторые их образцы успешно описываются и в рамках обычной для ловозерита тригональной симметрии *R3m*.



Трансформация структуры минерала группы ловозерита—капустинита, превращающегося в ходе кислотного выщелачивания при воздействии поздних растворов в литвинскит.

Подобная картина наблюдается во многих минералах щелочных комплексов, например в паре келдышит-паракелдышит. По нашему мнению, выдавать подобные образования за самостоятельные минеральные виды является верхом нелогичности. Природа их ясна, и ни о каком поле стабильности и фазовых границах между ними говорить не приходится. Сопоставлять же для выделения самостоятельных минеральных видов число вакансий, т.е. «дырок от бубликов», по крайней мере опрометчиво.

* * *

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что понятие «минеральный вид» (так же, как и в биологии, понятие «биологический вид») — понятие генетическое, отражающее реально существующие природные химические соединения. Данные о химическом составе минерала и кристаллической его структуре необходимы, но недостаточны для выделения самостоятельного минерального вида. Решающим критерием для такого выделения являются данные о существовании самостоятельного поля стабильности и поведении минерала внутри поля и на его границах. До тех пор, пока мы не имеем надежных генетических данных о равновесных условиях существования минерала и соотношениях его с другими родственными ему минералами, до тех пор наши представления о минеральных видах условны и предварительны. Они требуют генетических уточнений, детализации поведения выделяемого вида в конкретных геологических обстановках.

Литература

1. *Бокий Г.Б.* Систематика природных силикатов // Итоги науки и техники. Сер. Кристаллохимия. Т.31. М., 1997.
2. *Болдырев А.К.* Курс описательной минералогии. Вып.1. Л., 1926.
3. *Ферсман А.Е.* // Докл. АН СССР. 1938. Т.19. №4. С.271—274.
4. *Лазаренко Е.К.* Основы генетической минералогии. Львов, 1963.
5. *Солодовников С.Ф.* Основные термины и понятия структурной кристаллографии и кристаллохимии. Новосибирск, 2005.
6. *Урусов В.С.* Теоретическая кристаллохимия. М., 1987.
7. *Боруцкий Б.Е.* // Новые данные о минералах. Вып.41. М., 2006. С.162—171.
8. *Боруцкий Б.Е.* Фундаментальные проблемы древнейшей науки // Природа. 2007. №2. С.5—14.
9. *Урусов В.С.* Новые уроки симметричной статистики минеральных видов // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар, 2006. С.19—30.
10. *Чуканов Н.В., Пеков И.В., Задов А.Е. и др.* Минералы группы лабунцовита. М., 2003.
11. *Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Пеков И.В., Чуканов Н.В.* // Кристаллография. 2002. Т.47. №2. С.265—266.
12. *Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Чуканов Н.В., Пеков И.В.* // Докл. РАН. 2002. Т.386. №3. С.345—349.
13. *Золотарев А.А. мл., Кривовичев С.В., Яковенчук В.Н.* // Федоровская сессия 2006. Тезисы докладов. СПб., 2006. С.132—133.
14. *Ямнова Н.А., Егоров-Тисменко Ю.К., Пеков И.В., Екименкова И.А.* // Кристаллография. 2001. Т.46. №2. С.230—233.
15. *Пеков И.В., Чуканов Н.В., Ямнова Н.А. и др.* // ЗВМО. 2003. Вып.6. С.1—14.
16. *Золотарев А.А. мл., Кривовичев С.В., Яковенчук В.Н., Армбрустер Т.* К вопросу о симметрии минералов группы ловозерита // Тез. межд. научн. конф. «Кристаллохимия и спектроскопия 2007». Екатеринбург, 2007. С.44—46.

Захлестнувшее в последнее время минералогию необоснованное размножение минеральных видов на основании только химических или структурно-химических критериев, без учета генетических особенностей минералов, по нашему мнению, множит формальные минеральные виды за счет их разновидностей, насаждает формальную их номенклатуру и приводит к созданию формальных классификаций, не соответствующих представлениям о реальных минералах как естественных природных фазах, образующихся в тех или иных геологических процессах. Подобная практика, несмотря на ее одобрение авторитетной КНМНММА, — нарушение методологических принципов редукционизма (принципа «бритвы Оккама»). Она опирается не на наиболее существенные признаки минералов. Детализация данных о химическом составе и структуре уже известных минеральных видов должна проводиться на основе их уточнения, с выделением их как разновидностей видов, без присвоения им новых персональных названий.

Все сказанное выше не должно препятствовать специализированному систематизированию минералов по химическим, структурным, кристаллохимическим и каким-либо другим критериям. Существует же, например, геммологическая классификация минералов. Но подобные систематики не будут минералогическими, так как не отражают специфики минералогической науки. Нет смысла сравнивать их между собой и спорить, какая из них лучше или хуже. Они просто отражают результаты изучения на иных, чем видовой, уровнях дискретности и организации минерального вещества. ■