

Родезит или гюнтерблассит?

Р.К.Расцветаева

Трудно себе представить, что в центре Европы осталось что-то еще не изученное. Тем не менее и в наше время там происходят открытия новых минералов. И не где-то в труднодоступных местах, как, например, в высокогорном районе Альп, а в окрестностях палеовулкана Айфель. Этот хорошо обжитой живописный горный массив в западной части Германии с самой высокой вершиной всего в 747 м — рай для туристов и отдыхающих. Щелочной эффузивный комплекс Айфель хорошо изучен геологами. Он характеризуется специфическими условиями кристаллизации минералов: высокими, но быстро спадающими температурами, низким давлением, градиентами концентраций, высокой активностью кислорода и фтора и низкой — воды. Исследование поздних парагенезисов (пневматолитовых и гидротермальных) в породах демонстрирует огромное минеральное разнообразие. В них уже были открыты новые минералы. Даже в давно изученных породообразующих минералах (амфиболах, пироксенах, слюдах, мелилитах, содалитах), кристаллизовавшихся в этих неравновесных условиях и при низкой активности воды, можно ожидать проявление структурных особенностей, таких как разупорядочение катионов или, наоборот, их упорядочение, необычный изоморфизм, понижение симметрии и др. Но



Рамиза Кераровна Расцветаева, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН. Область научных интересов — структурная минералогия. Наш постоянный автор.

до сих пор еще нет полного и детального исследования данных минералов.

Совсем недавно совместно с немецкими коллегами нами были открыты новые минералы: оксифлогопит [1], шюллерит [2], лилейит [3] и перрьерит-La [4], найденные в вулканических породах разных регионов Айфеля — на горе Ротенберг, в провинции Лилей и в окрестностях знаменитого Лаахерского озера. Первый минерал принадлежит к семейству слюд, два других — к гетерофиллосиликатам группы лампрофиллита, а последний родом из группы чевкинита. Интересными оказались и высокоупорядоченный триклинный амфибол из Ротенберга [5] и разупорядоченная разновидность нефелина из Грауля [6].

Конечно же, мы не могли отказаться от поступившего заманчивого предложения Н.В.Чуканова принять участие в исследовании еще одного предположительно нового минерала из базальтового карьера горы Ротер Копф (земля Рейнланд-Пфальц). Задача казалась простой: выполнить рентгеноструктурный анализ на монокристалле минерала, который, как ожидалось, родственен калиево-кальциевому силикату родезиту со структурой, известной без малого 20 лет. Химические отличия от родезита сводились главным образом к содержанию существенных количеств железа. Это нехитрое на первый взгляд задание было поручено тогда еще студенту-дипломнику Сереже Аксенову, который под моим руководством проходил практику в Институте кристаллографии РАН.

Но бесцветные уплощенные кристаллы родезитоподобного минерала, мутноватые и трещиноватые, не внушали оптимизма в отношении качества дифракционного эксперимента. Да и плохая разрешенность полос ИК-спектра говорила о сильной разупорядо-



Эффузивные породы в районе палеовулкана Айфель.

Фото В.Шюллера

ченности катионов в его структуре. В довершение всех бед не исключались различные эпитактические или синтактические срастания с нефелином и минералами группы лампрофиллита. Когда мы приступили к расшифровке структуры, оправдались самые худшие опасения. В хаосе пиков электронной плотности разглядеть какой-либо структурный мотив было трудно. Но мы поняли одно — ожидаемого родезитового слоя из тетраэдров кремния в минерале нет. А значит, он имеет другую структуру. Но какую?

Каково же было наше удивление и восхищение, когда в результате упорных трудов взору предстала фантастическая картина толстого пакета кремнекислородных тетраэдров. Пакеты объединялись изолированными семивершинниками железа, между которыми разместились крупные 10-вершинники, заполненные атомами К. Вокруг них в каналах пакета располагались все семь молекул воды. Конечно, в составе минерала были и примеси: к калию добавились Са и Ва, к железу — Са, Mg и Na, а к кремнию — Al. В результате формула минерала выглядела несколько громоздко: $[K_{1.2}Ca_{0.5}Ba_{0.3}][Fe_{0.5}Ca_{0.2}Mg_{0.15}Na_{0.15}][Si_{10.35}Al_{2.65}O_{25}(OH)_4] \cdot 7H_2O$, но в том и заключается одна из задач рентгеноструктурного анализа — каждому элементу найти его собственное место и написать кристаллохимическую формулу [7].



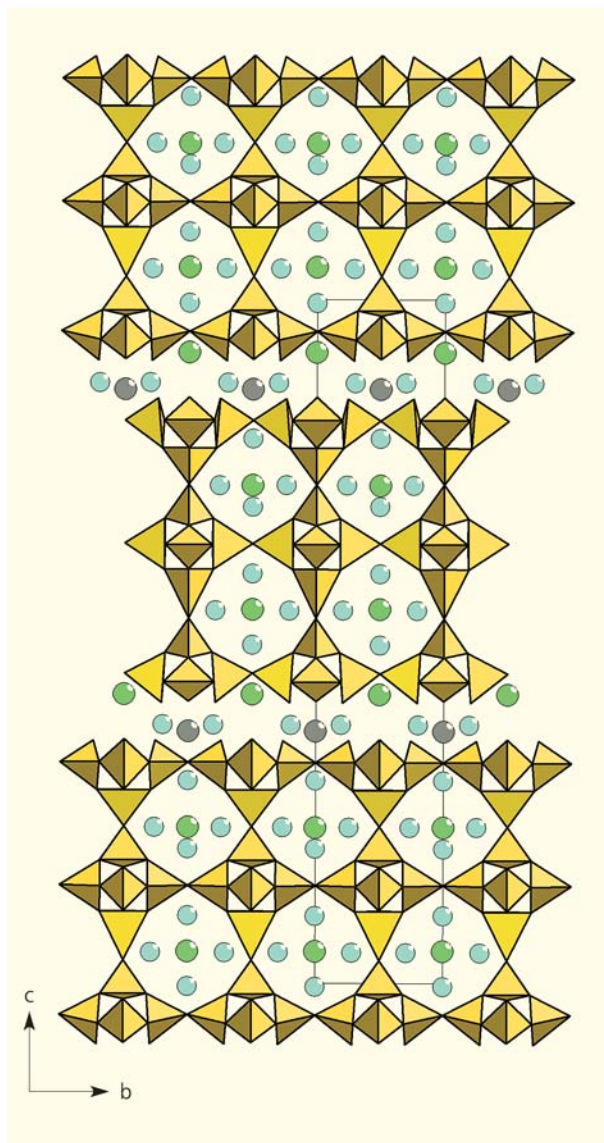
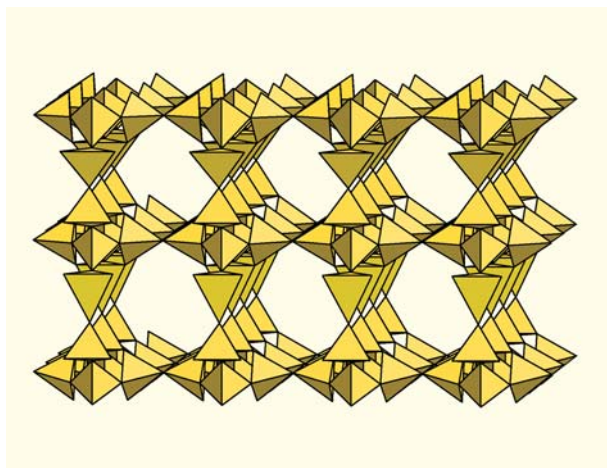
Г.Бласс (слева) и Н.В.Чуканов.

Фото В.Шюллера



Бесцветные кристаллы гюнтерблассита размером до 0.5 мм в ассоциации с коричневыми кристаллами лейейта.

Фото Ф.Бетца



Трехслойный пакет из тетраэдров SiO_4 в структуре гюнтерблассита (слева) и структура гюнтерблассита. Серыми шарами показаны атомы железа, зелеными — атомы калия, голубыми — молекулы воды.

Однако самая интригующая часть структуры — пакет из тетраэдров кремния. При детальном рассмотрении оказалось, что он состоит из трех кремнекислородных слоев, объединенных вершинами Si-тетраэдров. Слои содержат четырех- и восьмичленные кольца кремнекислородных тетраэдров. Крайние слои с формулой $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ отличаются от среднего $[\text{Si}_8\text{O}_{11}]$, в котором присутствует дополнительный тетраэдр $[\text{SiO}_4]$. Слои не плоские, а сильно гофрированные, и потому составленный из них пакет выглядит очень объемно и содержит цеолитные каналы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Крайние слои были известны и ранее. Они встречались либо самостоятельно — в структуре маунтинита [8] и родственных ему минералов

(шлыквита и криптофиллита), либо в спаренном виде с формулой $[\text{Si}_8\text{O}_{19}]$ в структуре родезита [9] и в таких минералах, как макдональдит, дельхайелит, монтереджианит-У, сейдит-Се и фивегит. Таким образом стало понятно, что новый минерал — родственник маунтинита $\text{KNa}_2\text{Ca}_2[\text{Si}_8\text{O}_{19}(\text{OH})]\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и родезита $\text{KCa}_2[\text{Si}_8\text{O}_{18}(\text{OH})]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Он — законный член их семейства, а точнее — крайний член «полисоматической серии родезита». Несмотря на различия химического состава и симметрии минералов, образующих серию, параметры a и b их ячеек близки (или кратны), что и понятно: они обусловлены одинаковой топологией слоев. Третий же параметр меняется в зависимости от толщины одинарного, удвоенного или утроенного тетраэдрического слоя, а также состава межпакетного проме-

жутка — от минимального (13.75 Å) в маунтините до максимального (37.26 Å) в новом минерале.

Новый минерал с ромбической симметрией (пространственная группа $Pnm2_1$) продемонстрировал как новый структурный тип, так и впервые встреченный трехслойный тетраэдрический пакет состава $[Si_{13}O_{29}]^{6-}$. Можно прогнозировать, что при дальнейшем наращивании слоев сформируется трехмерный каркас, подобный цеолитному.

Но минералогии отказывались в это верить. Они проверяли и перепроверяли свои данные, что было не просто из-за ограниченности количества вещества. Прошло полгода, пока наконец не созрело решение отправить минерал на рассмотрение Комиссии по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНКМ ММА). И вот победа! Новый минерал с названием **гюнтерблассит** утвержден Комиссией 2 июня 2011 г. под номером IMA №2011-032.

Вместо заключения

Минерал назван в честь Гюнтера Бласса — известного немецкого минералога-любителя, специалиста в области рентгеноспектрального и рентгенодифракционного методов диагностики, выполнившего большое количество анализов минералов, преимущественно из региона Айфеля. Первоначально предполагалось дать минералу более короткое имя *блассит*, но оно было созвучно названию минерала блоссит, и немецкие коллеги настояли на присоединении имени к фамилии. Получилось длинновато, но немцам не привыкать к длинным словам. К тому же это их выбор — это их вулкан, их минерал и их соотечественник.

Ну а что же Гюнтер Бласс? Наверное, минерал ему понравился, ведь без согласия живущего ученого его имя присвоить минералу невозможно — таковы правила КНМНКМ ММА. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-00092 а) и НШ-3848.2010.5.

Литература

1. Чуканов Н.В., Муханова А.А., Расцветаева Р.К. и др. Оксифлогопит $K(Mg,Ti,Fe)_3[(Si,Al)_4O_{10}](O,F)_2$ — новый минерал группы слюд // ЗРМО. 2010. Ч.139. Вып.3. С.31—40.
2. Расцветаева Р.К., Аксенов С.М., Чуканов Н.В. Кристаллическая структура шюллерита — нового минерала семейства гетерофиллосиликатов // Докл. АН. 2011. Т.437. №4. С.499—503.
3. Чуканов Н.В., Бласс Г., Пеков И.В. и др. Перрьерит-(La) $(La,Ce,Ca)_4Fe^{2+}(Ti,Fe)_4(Si_2O_7)_2O_8$ — новый минеральный вид из вулканического района Айфель, Германия // ЗРМО. 2011. Т.140. №6. С.34—44.
4. Chukanov N.V., Pekov I.V., Rastsvetaeva R.K. et al. Lileyite, $Ba_2(Na,Fe,Ca)_3MgTi_2(Si_2O_7)_2O_2F_2$, a new lamprophyllite-group mineral from the Eifel volcanic area, Germany // Eur. J. Miner. 2012 (in press).
5. Расцветаева Р.К., Аксенов С.М., Чуканов Н.В. Разупорядочение Al и Si в нефелине из Грауля (Германия) // Докл. АН. 2010. Т.435. №6. С.760—763.
6. Расцветаева Р.К., Аксенов С.М. Кристаллическая структура минерала $(Na,Ca,K)_2(Ca,Na)_4(Mg,Fe)_5(Mg,Fe,Ti)_5[Si_{12}Al_4O_{41}](F,O)_4$ — триклинного представителя группы амфиболов // Кристаллография. 2012. Т.57. №2. С.254—259.
7. Чуканов Н.В., Расцветаева Р.К., Аксенов С.М. и др. Гюнтерблассит $(K,Ca)_{3-x}Fe[(Si,Al)_{13}O_{25}(OH,O)_4] \cdot 7H_2O$ — новый минерал, первый филлосиликат с тройным тетраэдрическим слоем // ЗРМО. 2012. Т.141. №1. С.71—72.
8. Zubkova N.V., Pekov I.V., Pushcharovsky D.Yu., Chukanov N.V. The crystal structure and refined formula of mountainite, $KNa_2Ca_2[Si_8O_{19}(OH)] \cdot 6H_2O$ // Zeit. Krist. 2009. V. 224. P.389—396.
9. Hesse K.-F., Liebau F., Merlino S. Crystal structure of rhodesite, $HK_{1-x}Na_{x+2}Ca_{2-y}\{1B,3,2_z\}[Si_8O_{19}] \cdot (6-z)H_2O$, from three localities and its relation to other silicates with dreier double layers // Zeit. Krist. 1992. V.199. P.25—48.