

# Как мы потеряли барсановит и обрели георгбарсановит

## История открытия одного минерального вида

А.П.Хомяков, Р.К.Расцветаева

История минералогии изобилует примерами того, как минералы, получившие персональные названия, впоследствии по разным причинам подвергались дискредитации и исключению из минералогического кадастра без права использования этих имен для названия других видов. Такая участь выпала, в частности, на долю минералов, названных именами Ф.Бекке, А.Г.Вернера, В.М.Гольдшмидта, Ф.Мооса, В.И.Вернадского, Д.И.Менделеева, В.А.Обручева и многих других известных ученых. Правда, как в описываемом ниже примере с барсановитом, при повторном исследовании типовых образцов в целом ряде подобных случаев удавалось доказать неправомочность дискредитации и добиться восстановления минерала в статусе самостоятельного вида.



*Александр Петрович Хомяков, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. Научные интересы связаны, главным образом, с изучением массивов щелочных пород и ассоциированных с ними уникальных редкометалльных месторождений, в которых им открыто более 90 новых минералов.*



*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.*

### Открытие и дискредитация барсановита

Редкий минерал барсановит был описан в Хибинском щелочном массиве (Кольский п-ов, Россия) как новый минеральный вид, представляющий собой моноклинный диморф три-

гонального эвдиалита [1] и назван в честь известного российского ученого Георгия Павловича Барсанова (1907—1991). Профессор Барсанов был не только крупным минералогом, но и историком науки, заведующим кафедрой минералогии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова (1953—1986), деканом геологического факультета МГУ (1957—1962), директором Минералогического музея им.А.Е.Ферсмана (1952—1976), вице-президентом Международной минералогической ассоциации (1960—1964). Данные о барсановите сразу же вошли в справочную литературу [2]. Однако уже через несколько лет после открытия минерал дискредитировали [3], поскольку выяснилось, что барсановит, как и эвдиалит, обладает тригональной син-

© Хомяков А.П., Расцветаева Р.К., 2005

гонией [4], т.е. его отнесение к моноклинной сингонии ошибочно.

Выполненный 20 лет спустя (при участии одного из авторов этой статьи) рентгеноструктурный анализ [5] еще раз подтвердил принадлежность барсановита к той же, что и у эвдиалита, пространственной группе симметрии  $R3m$ . Одновременно было установлено несвойственное эвдиалиту высокоупорядоченное распределение внекаркасных катионов, в частности ниобия, что объясняло характерный для барсановита ярко выраженный пьезоэффект, отсутствующий у типичного эвдиалита. Тот же анализ установил, что ниобий, содержащийся в барсановите в существенно повышенном количестве, целиком сосредоточен в одной из ключевых структурных позиций и доминирует в ней над другими катионами, тогда как та же позиция в структуре эвдиалита в основном заселена атомами кремния.

К сожалению, это принципиальное для индивидуализации минерального вида отличие барсановита от типичных эвдиалитов авторы данной структурной работы недооценили, в том числе и ее соавтор М.Д.Дорфман, первооткрыватель барсановита. Более того, они предложили рассматривать барсановит как разновидность эвдиалита, обогащенную ниобием и характеризующуюся ярко выраженным пьезоэффектом. Даже заголовок цитируемой статьи содержал утверждение, что «барсановит — разновидность эвдиалита» [5].

Как могло случиться, что два маститых минералога [5] подписали приговор барсановиту как минеральному виду, а их соавторы не воспротивились этому? Ответ кроется в традиционно различном толковании понятий «минеральный вид» и «минеральная разновидность» приверженцами разных минералогических школ. Отнесение барсановита к категории минеральных разновидностей основывалось на исповедуемой рядом исследователей [6, 7] концепции, согласно которой любые члены непрерывного изоморфного ряда (включая конечные) рассматриваются как разновидности одного и того же минерального вида. Этого взгляда придерживались (и до сих пор придерживаются) минералоги, не придающие значения деталям атомного строения и рассматривающие минерал лишь с позиций валового химического состава и общего структурного мотива.

Такой подход, однако, противоречит критерию, применяемому Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНМ ММА) при выделении сложно-изоморфных минеральных видов [8]. Главный из критериев состоит в том, что по крайней мере одна структурная позиция в потенциально новом минерале должна быть преимущественно занята иным химическим элементом [9], чем в других минералах с аналогичной структурой (что и наблюдается в структуре барсановита, причем не только в позиции ниобия).

## Реабилитация барсановита и его переименование в георгбарсановит

Неправомерность трактовки барсановита как минеральной разновидности стала особенно очевидной после утверждения в КНМНМ ММА двух новых эвдиалитоподобных минералов — аллуайвита [10] и кентбруксита [11], в открытии которых решающую роль сыграл прецизионный рентгеноструктурный анализ. И хотя кентбруксит, обнаруженный в щелочных породах Гренландии, оказался почти полным кристаллохимическим аналогом детально изученного в структурном отношении барсановита [5], заключение о дискредитации барсановита [3] дало возможность датско-канадским исследователям оставить без внимания пионерские достижения российских коллег в изучении хибинского прототипа гренландского минерала. Это побудило нас провести дополнительное исследование барсановита и попытаться восстановить его статус как самостоятельного минерального вида. Наши предложения дважды рассматривались в КНМНМ ММА.

Первое (1999 г.) — о реабилитации барсановита в полном объеме с сохранением названия — было отклонено. Смысл данного решения Комиссии сводился к тому, что полная реабилитация возможна лишь в случае принадлежности барсановита к моноклинной сингонии. А поскольку мы сами подтвердили ошибку отнесения барсановита к данной сингонии, сохранение за минералом прежнего названия породило бы путаницу.

Второе же предложение (2003 г.) о реабилитации данного минерального вида с новым названием «**георгбарсановит**», образованного из имени и фамилии Георгия Павловича Барсанова, поддержано решением КНМНМ ММА от 14 мая 2003 г., а термин «барсановит» был переведен в разряд синонимов, не рекомендуемых к употреблению.

## Состав, структура и свойства георгбарсановита

Барсановит впервые обнаружен в долине р.Петрелиуса (Хибинские тундры) в глыбах нефелин-полевошпатового пегматита с канкринитом, альбитом, эгирин-авгитом, щелочным амфиболом и биотитом, где он выделялся среди основной массы розовых, малиновых и красных зерен эвдиалита желтовато-зеленым и красно-бурым цветом. Мы совместно с И.А.Екименковой и Г.Н.Нечелюстовым исследовали желтовато-зеленые зерна, отделенные от типового образца барсановита, находившегося в фондах Минералогического музея им.А.Е.Ферсмана РАН. Химический состав, физические и оптические свойства, рентгенографические и другие данные еще раз подтвердили, что

георгбарсановит полностью соответствует ранее описанному барсановиту.

Для более глубокого понимания структурных особенностей георгбарсановита кратко остановимся на кристаллохимической систематике минералов группы эвдиалита [12]. Группа эвдиалита подразделяется на шесть подгрупп, выделенных по принадлежности минералов к 12-слойному ( $c^* \sim 30 \text{ \AA}$ ) или 24-слойному ( $c \sim 60 \text{ \AA}$ ) структурным мотивам, а также по сочетаниям каждого мотива с одной из трех пространственных групп симметрии:  $R\bar{3}m$ ,  $R3m$  и  $R3$ . В этой систематике георгбарсановит относится ко второй подгруппе, объединяющей эвдиалиты с 12-слойным мотивом и пространственной группой  $R3m$ .

С химической и структурной точек зрения минералы группы эвдиалита, без преувеличения, — одни из самых сложных представителей минерального мира. Состав минералов второй подгруппы схематически можно описать общей формулой [13]:



где позиции  $N(1)$ — $N(5)$ , как правило, заняты Na, но некоторые из них заселяются также REE, Sr, Ca, Mn, K,  $H_3O^+$ . В других позициях элементы распределяются следующим образом:  $M(1) = Ca, Mn, Sr, REE, Y, Na$ ;  $M(2) = Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn, Na, H_3O^+$ ;  $M(3) = Nb, W, Ti, Mn, Si$ ;  $M(4)$  и  $T = Si$ ;  $Z = Zr$ ;  $O' = O, OH, H_2O$ ;  $X = Cl, F, H_2O, OH, CO_3$ .

Структурный мотив эвдиалита содержит уникальные 9-членное кремнекислородное и 6-членное из Ca-октаэдров кольца (см. обложку), не найденные в других минералах [14]. К ним добавляются более распространенные 3-членные кремнекислородные кольца. Эти структурные фрагменты объединяются в цеолитоподобный каркас дискретными Zr-октаэдрами. Цеолитную часть структуры составляют внекаркасные катионы, анионы и молекулы воды, заселяющие позиции  $N(1)$ — $N(5)$ ,  $M(2)$ ,  $M(3)$ ,  $M(4)$ ,  $O'$  и  $X$ .

Широкий изоморфизм элементов в большинстве внекаркасных и части каркасных позиций минералов делает группу эвдиалита уникальной по

числу потенциально возможных минеральных видов. С точки зрения противников пополнения кадастра минералов (они это называют клонированием минеральных видов), группа эвдиалита может разрастись до невероятных размеров. Однако практика показывает, что шансы найти в природе что-то новое среди уже известных видов сравнительно невелики. Поэтому не удивительно, что за 15 лет группа эвдиалита обзавелась всего лишь двумя десятками представителей, включая георгбарсановит, после чего процесс дальнейшего расширения группы существенно замедлился.

Монокристалльным рентгеноструктурным анализом [15] для георгбарсановита подтверждена ранее установленная в барсановите пространственная группа  $R3m$ , определены параметры элементарной ячейки:  $a = 14.262(2) \text{ \AA}$ ,  $c = 29.949(4) \text{ \AA}$ ,  $V = 5276(2) \text{ \AA}^3$  и установлено распределение атомов по ключевым катионным позициям.

Идеализированная формула георгбарсановита четко выделяет его среди других членов данной подгруппы (см. табл.).

Важная кристаллохимическая особенность георгбарсановита по сравнению с типичным эвдиалитом [16] — доминирование Mn в позиции  $N(4)$ , которая обычно заселена широким набором элементов, различающихся по заряду и величине ионного радиуса. Остальные четыре  $N$ -позиции, как правило, являются Na-доминантными или чисто натриевыми. Это характерно и для георгбарсановита, сравнительно обедненного в отношении атомов Na, которых хватает лишь для заполнения позиций  $N(1)$ ,  $N(2)$ ,  $N(3)$  и  $N(5)$ . Позицию же  $N(4)$  занимает изоморфная группа во главе с Mn, что усиливает ацентричность структуры, утяжеляя одну ее половину кластером из 7 полиэдров (1Nb-октаэдр + 3Fe-октаэдра + 3Mn-полиэдра), и объясняет присущий этому минералу ярко выраженный пьезоэффект.

\* \* \*

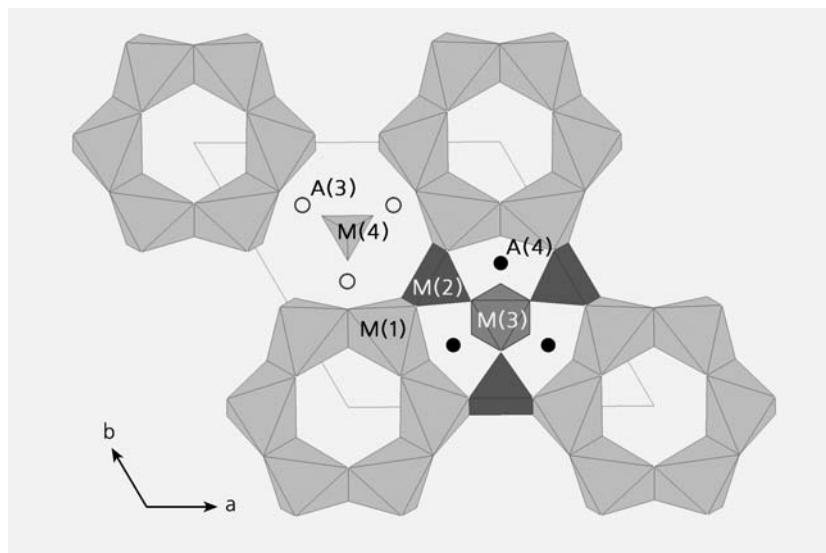
Георгий Павлович Барсанов, испытавший при своей жизни горечь дискредитации названного его именем эвдиалитоподобного минерала, вряд ли мог предположить, что в будущем этот минерал получит второе рождение.

\* Параметр ячейки, перпендикулярный слоям.

**Таблица**

**Распределение атомов, доминирующих в некоторых ключевых структурных позициях георгбарсановита и его аналогов**

Название и формула минерала	Ключевые позиции			
	$N(4)$	$M(2)$	$M(3)$	$X$
Георгбарсановит $Na_{12}(Mn, REE, Sr)_3Ca_6Fe_3^{2+}Zr_3Nb(Si_{25}O_{76})Cl_2 \cdot H_2O$	Mn	Fe	Nb	Cl
Кентбруксит [11] $Na_{15}Ca_6Mn_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(F, Cl)_2$	Na	Mn	Nb	F
Феррокентбруксит [17] $Na_{15}Ca_6Fe_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(Cl, F)_2$	Na	Fe	Nb	Cl
Цирсилит-(Ce) [18] $(Na, \square)_{12}(Ce, Na)_3Ca_6Mn_3Zr_3Nb(Si_{25}O_{73})(OH)_3(CO_3) \cdot H_2O$	Ce	Mn	Nb	CO <sub>3</sub>
Тасекит [19] $Na_{12}Sr_3Ca_6Fe_3Zr_3NbSi_{25}O_{73}(O, OH, H_2O)_3Cl_2$	Sr	Fe	Nb	Cl
Ацентричный эвдиалит [16] $Na_{15}Ca_6Fe_3Zr_3Si(Si_{25}O_{73})(O, OH, H_2O)_3(Cl, OH)_2$	Na	Fe	Si	Cl



Изображение атомной структуры георгбарсановита в проекции на плоскость (001). Темно-серым и черным цветом выделены 7 полиэдров, входящих в кластер.

Нашей главной задачей было дополнительное изучение типового образца барсановита, дискредитированного в 1969 г. из-за его ошибочного отнесения к более низкой, чем у тригонального эвдиалита, моноклинной сингонии. Комплексным исследованием с использованием монокристалльного рентгеноструктурного анализа мы установили, что этот минерал обладает индивидуальной комбинацией катионов и анионов, доминирующих в ключевых позициях кристаллической структуры. Однако рассмотрение в КНМНМ ММА

наших предложений о реабилитации барсановита затянулось на годы. К счастью, удачный выход из создавшегося положения все же был найден. И за минералом было закреплено новое название, данное, как и прежде, в честь Г.П.Барсанова. Тем самым международное сообщество минералогов выразило признание заслуг российского ученого перед отечественной и мировой наукой.

Типовой образец георгбарсановита находится в Минералогическом музее им.А.Е.Ферсмана РАН в Москве (рег. №61504). ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 02-05-64152.**

## Литература

1. Дорфман М.Д., Илюхин В.В., Бутова Т.А. // Докл. АН СССР. 1963. Т.153. №5. С.1164—1167.
2. Fleischer M. // Amer. Mineral. 1964. V.49. №7—8. P.1153—1154.
3. Fleischer M. // Amer. Mineral. 1969. V.54. P.1499.
4. Боруцкий Б.Е., Органова Н.И., Рудницкая Е.С. // ЗВМО. 1968. №4. С.451—460.
5. Расцветаева Р.К., Разманова З.П., Боруцкий Б.Е., Дорфман М.Д. // ЗВМО. 1990. Т.119. №3. С.65—72.
6. Поваренных А.С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев, 1966.
7. Урусов В.С. Почему их только две тысячи? // Природа. 1983. №10. С.82—88.
8. Nickel E.H., Grice J.D. // Can. Mineral. 1998. V.36. Part 3. P.913—927; ЗВМО.1999. №2. С.51—65.
9. Хомяков А.П. Почему их больше чем две тысячи? // Природа. 1996. №5. С.62—74.
10. Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Расцветаева Р.К. // ЗВМО. 1990. Т.119. №1. С.117—120.
11. Johnsen O., Grice J.D., Gault R.A. // Eur. J. Mineral. 1998. V.10. P.207—219.
12. Кботуяков А.Р. Crystal chemical systematics of the eudialyte-group minerals // 32<sup>nd</sup> International Geological Congress, Florence-Italy, 20—28 August 2004. P.309—310.
13. Johnsen O., Ferraris G., Gault R.A. et al. // Canad. Mineral. 2003. V.41. P.785—794.
14. Расцветаева Р.К. Царь Эвдиалит и его династия // Природа. 2001. №4. С.63—67.
15. Екименкова И.А., Расцветаева Р.К., Хомяков А.П. // Докл. РАН. 2000. Т.370. №4. С.477—480.
16. Расцветаева Р.К., Андрианов В.И. // Докл. АН СССР. 1987. Т.293. №5. С.1122—1126.
17. Johnsen O., Gault R.A., Grice J.D. // Canad. Mineral. 2003. V.41. P.55—60.
18. Хомяков А.П., Дусматов В.Д., Феррарис Дж. и др. // ЗВМО. 2003. Т.132. №5. С.40—51.
19. Petersen O.V., Johnsen O., Gault R.A. et al. Taseqite, a new member of the eudialyte group from the Ilimaussaq alkaline complex, South Greenland // Neues Jahrb. Mineral. Monatsh, 2004. P. 83—96.