

- Костюк Б. А. Статистический анализ и парагенетические типы амфиболов метаморфических пород. М.: Наука, 1970. 312 с.
- Липидес И. А., Валетов Т. А. Упорядоченность катионов в амфиболах. М.: Наука, 1986. 123 с.
- Литвин А. Л. Кристаллохимия и структурный типоморфизм амфиболов. Киев: Наукова думка, 1977. 235 с.
- Магматические горные породы. Ультраосновные породы. Т. 5. М.: Наука, 1988. 508 с.
- Магматические формации докембрия северо-восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1985. 176 с.
- Минералы. Справочник. Т. III. Вып. 3. М.: Наука, 1981. 398 с.
- Осокин А. С. Размещение и состав апатит-титаномагнетит-ильменитовых руд массива Гремяха-Вырмес. Апатиты: Изд. КФАН СССР, 1987. 87 с.
- Полканов А. А., Елисеев Н. А., Елисеев Э. Н., Квардин Г. И. Массив Гремяха-Вырмес на Кольском полуострове. М.; Л.: Наука, 1967. 236 с.
- Чащин В. В. Типохимические особенности породообразующих минералов интрузий клинопироксенит-верлитовой формации Мончегорского района // ЗВМО. 1991. № 6. С. 23-39.
- Чащин В. В. Особенности химического состава породообразующих минералов клинопироксенит-верлитовой формации Кандалакшского района (Кольский полуостров) // ЗВМО. 1993. № 6. С. 20-31.
- Чернышов Н. М., Дмитренко Г. Г. Пороодообразующие минералы никеленосных интрузий Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд. ВГУ, 1979. 248 с.
- Щека С. А. Петрология и рудоносность никеленосных дунито-троктолитовых интрузий Станового хребта. М.: Наука, 1969. 133 с.
- Leake B. E. Nomenclature of amphiboles // *Canad. Miner.* 1978. Vol. 16. N 4. P. 501-520.
- Michael E. F., Barnett R. L. Al^{IV}/Al^{VI} partitioning in calciferous amphiboles from the frood mine, Audbury, Ontario // *Canad. Miner.* 1978. Vol. 16. N 4. P. 527-532.
- Rock N. M. S., Leake B. E. The International Mineralogical Association amphibole nomenclature scheme: computerization and its consequences // *Miner. Mag.* 1984. Vol. 48. P. 211-227.
- Wilkinson J. F. G. Mineralogical, geochemical and petrogenetic aspects of an analcite basalts from New England District of New South Wales // *J. Petr.* 1962. N 2.

Поступила в редакцию
7 февраля 1994 г.

УДК 548.55 : 549.324.31

ЗВМО, № 1, 1996 г.
Proc. RMS, N 1, 1996

© А. Р. ОГАНОВ

НАХОДКА РОМБОЭДРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ ПИРИТА

A. R. OGANOV. A FIND OF RHOMBOHEDRAL CRYSTALS OF PYRITE

Elongated rhombohedron-shaped crystals of pyrite from the mount Kinzhal (the Northern Caucasus, Russia) have been studied by means of X-ray powder diffraction method, goniometry, optic microscopy (in polarized reflected light). The observed morphology symmetry corresponds to the Curie's principle and supports the old P. V. Eremeev's hypothesis (1887) that a pyrite crystal could obtain the rhombohedral form due to degeneration of 6, from 12, faces of pentagon-dodecahedron (210). This concept allows to suggest a specific mechanism of the observed symmetry formation, which assumes, by the way, the influence of an electric field while the pyrite crystals growing.

Интересный случай гипоморфии (т. е. морфологического понижения симметрии кристалла) являют собой хорошо образованные кристаллы пирита в форме острого ромбоэдра (рис. 1), обнаруженные автором в углистых сланцеватых породах г. Кинжал близ г. Минеральные Воды (Северный Кавказ). Тот факт, что кристаллы сложены пиритом без примесей других минеральных фаз, был доказан рентгено-

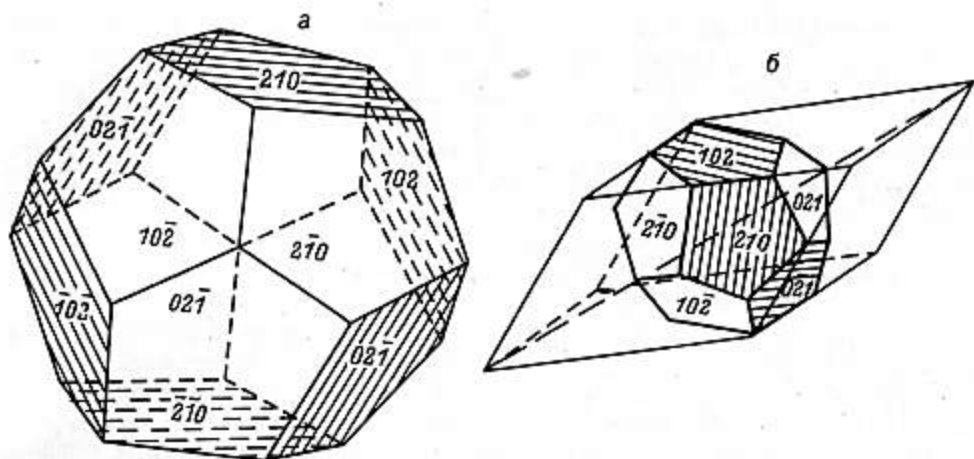


Рис. 2. Форма кристаллов пирита.

a — две системы граней пентагон-додекаэдра $\{210\}$ — острый (заштрихованные грани) и тупой ромбоэдр; *b* — схема образования ромбоэдрических кристаллов пирита — вырождение одной из систем граней пентагон-додекаэдра $\{210\}$; система заштрихованных граней образует острый ромбоэдр (по П. Е. Еремееву, 1887).

Fig. 2. Forms of pyrite crystals.

однако сейчас ясно, что это вырождение, приводящее к гипоморфии, идет в соответствии с принципом Кюри. В нашем случае ромбоэдры ориентированы осью L_3 перпендикулярно плоскостям сланцеватости, что отвечает принципу Кюри. И вполне естественно, что наши кристаллы имеют симметрию $\bar{3}$ (с учетом косої штриховки), поскольку именно такая симметрия получается при наложении цилиндрической симметрии среды $\left(\frac{\infty}{m} mm\right)$ на точечную группу симметрии крис-

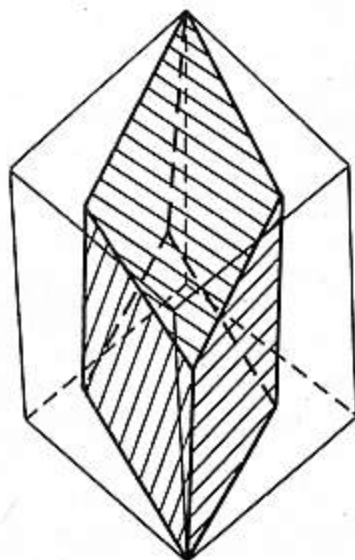


Рис. 3. Сравнение наблюдаемого ромбоэдра ($\rho = 61.5^\circ$) и ромбоэдра с $\rho = 75.03^\circ$ (последний заштрихован).

Fig. 3. Comparison of the observed rhombohedron ($\rho = 61.5^\circ$) with regular one ($\rho = 75.03^\circ$), which is shaded.

таллов пирита ($m\bar{3}$), если ось цилиндра совпадает с одной из тройных осей симметрии кристалла. Однако острый ромбоэдр, образованный гранями {210}, оказывается „слишком острым” — его $\rho = 75.03^\circ$, что не соответствует измеренному значению $\rho = 61.5^\circ$ (рис. 3). Острый ромбоэдр можно получить не только из граней пентагон-додекаэдра (в частности, из октаэдра), но ни одна из простых форм, характерных для кристаллов пирита, не даст соответствия с измеренным нами углом ρ . И все же наблюдаемые факты можно объяснить, если допустить в изложенной схеме последующее зарастание граней {210} мелкими участками граней {100}. В ходе этого процесса поверхность искривляется, а угол ее уменьшается: $\rho_{\{100\}} = 54.73 < \rho_{\text{ромб.}} = 61.5 < \rho_{\{210\}} = 75.03^\circ$, ромбоэдр становится „менее острым”. Действительно, на искривленных гранях „ромбоэдра” были найдены полоски других граней ({100}?) и штриховка, свидетельствующая о смене одних граней другими. Ступеньки штриховки относятся к граням куба, поскольку измеренные величины углов ρ для них близки к расчетному значению 54.73° .

Кристаллы в форме ромбоэдра на г. Кинжал обычно одиночны. Были, однако, найдены и сростки, в которых кристаллы пирита имеют различные, в общем произвольные, ориентировки. Принцип Кюри немедленно сказывается: симметрия таких кристаллов, имеющих форму параллелепипеда, понижена до $\bar{1}$; их образование невозможно объяснить замещением кальцита пиритом. Поверхность этих кристаллов имеет те же особенности, что и у ромбоэдров — искривленность, тонкую штриховку, узкие полоски второстепенных граней. Интересно, что в тех же сростках находятся и кубы пирита, но их грани лишены указанных особенностей; кроме того, они более тусклые. Изучение образцов показывает, что кубы — более ранняя генерация. Это служит дополнительным аргументом против предположений о пластической деформации кубических кристаллов пирита.

Если зарождение кристаллов пирита второй генерации („ромбоэдрической”) происходило на поверхности сростков первой генерации, то ориентировка последних оказывала влияние на ориентацию зародышей. Одиночные же ромбоэдрические кристаллы могли принять свою правильную ориентировку под влиянием электрического поля (эффект Стулова) или направленного давления. Ориентировку, аналогичную наблюдаемой, принимали в опытах Н. Н. Стулова (Стулов, 1969) кристаллы NaCl (осью L_3 параллельно вектору напряженности наложенного электрического поля). Влиянием электрического поля, как нам представляется, можно объяснить появление именно острых ромбоэдров. Для удовлетворения принципу Кюри вектор напряженности этого поля должен быть перпендикулярным плоскости сланцеватости. Механизм воздействия электрического поля можно объяснить преимущественным ростом кристалла в направлении тока заряженных частиц, т. е. по силовым линиям поля. Последующее притупление кристаллов, возможно, связано с уменьшением напряженности этого поля.

В заключение я хотел бы выразить благодарность всем, кто помогал мне в подготовке этой работы, в частности Г. И. Дороховой, В. С. Урусову, И. В. Пекову и Г. П. Петуховой. Особая благодарность — покойной Галине Петровне Литвинской, моему учителю.

Список литературы

- Годовиков А. А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 520 с.
 Дэна Дж., Дэна Э. С., Пэлач Ч., Берман Г., Фрондель К. Система минералогии. Т. 1. Полутом 1. М.: ИЛ, 1951. 608 с.
 Еремеев П. В. Описание некоторых минералов из золотоносных россыпей на землях Оренбургского казачьего войска и башкирских // Горн. журн. 1887. № 8. С. 263—309.
 Минералы. Т. 1. М.: Изд. АН СССР, 1960. 617 с.

Пшеничкин А. А. О сингонии пирита // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Сибири. Вып. 1. Томское отделение ВМО. Томск, 1990. С. 55–60.

Стулов Н. Н. Об ориентирующем влиянии электрических зарядов при кристаллизации // ВМО. 1969. Вып. 1. С. 121–128.

Поступила в редакцию
27 мая 1994 г.

УДК 549.652

ВМО, № 1, 1996 г.
Proc. RMS, N 1, 1996

© Д. чл. А. А. ЗОЛОТАРЕВ

ЕЩЕ РАЗ О СХЕМАХ И РЯДАХ ИЗОМОРФИЗМА В ГРУППЕ СКАПОЛИТА

A. A. ZOLOTAREV. ONCE MORE ABOUT SCHEMES AND ROWS OF ISOMORPHISM WITHIN
THE SCAPOLITE GROUP

On the base of generalization of crystallo-chemical peculiarities of the scapolite group minerals and taking into consideration dependence between their composition and crystal lattice metrics, it was shown that their structural features, as well as the real composition don't correspond to an uninterrupted isomorphic row between two components: marialite and meionite. On the contrary, there are no less than three discrete ranges of isomorphism for scapolites.

Согласно принятым в настоящее время рекомендациям (Bayliss, 1987), состав скаполита обычно представляют как изоморфную смесь двух компонентов – мариялита и мейонита. Однако при исследовании структуры скаполитов разного состава (Papike, Zoltai, 1965; Levien, Papike, 1976; Hassan, Buseck, 1988; Белоконова и др., 1991, 1993; Кабалов Ю. Ф. и др., 1995, и др.) установлены различные пространственные группы симметрии, причем считаются наиболее вероятными две из них – $I4/m$ и $P4_2/n$. Для крайних членов ряда (мариялита и мейонита) характерна пространственная группа $I4/m$, в то время как для промежуточных составов типична пространственная группа $P4_2/n$. Отметим, что более высокосимметричная пространственная группа $I4/m$ отличается слиянием двух тетраэдрических позиций T_2 и T_3 пространственной группы $P4_4/n$ в одну T_2 , занятую совместно Si и Al в пространственной группе $I4/m$.

Подчеркнем, что на основании обобщения особенностей химического состава, метрики решетки и свойств скаполитов и исследования их структуры с помощью высокоразрешающего электронного микроскопа предлагалось (Evans e. a., 1969; Ulbrich, 1973; Hassan, Buseck, 1988) выделить в традиционно единой изоморфной серии скаполитов два самостоятельных изоморфных ряда: $Na_4(Al_3Si_9O_{24})Cl$ (мариялит) – $NaCa_3(Al_5Si_7O_{24})CO_3$ и $NaCa_3(Al_5Si_7O_{24})CO_3-Ca_4(Al_6Si_6O_{24})CO_3$ (мейонит).

Выполненное нами изучение состава ювелирного скаполита с Восточного Памира показало, что они отличаются по составу от всех описанных в литературе скаполитов и не укладываются в рамки существующих представлений о составе минералов этой