

© С. Н. БРИТВИН, д. чл. Я. А. ПАХОМОВСКИЙ, А. Н. БОГДАНОВА

КРАСНОВИТ $Ba(Al, Mg)(PO_4, CO_3)(OH)_2 \cdot H_2O$ – НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

S. N. BRITVIN, Ya. A. PAKHOMOVSKI, A. N. BOGDANOVA.

KRASNOVITE $Ba(Al, Mg)(PO_4, CO_3)(OH)_2 \cdot H_2O$ – A NEW MINERAL

Новый фосфат бария и алюминия был обнаружен при изучении образцов руд и карбонатитов Ковдорского щелочно-основного массива из коллекции кафедры минералогии Санкт-Петербургского государственного университета. В одном из штучков доломита сбора 1969 г. авторами была встречена пустота (около 2×3 см), выполненная кристаллами манассеита и барита. Кроме того, в этой ассоциации находился неизвестный фосфат, при дальнейшем изучении оказавшийся новым минеральным видом. Минералу дано название красновит (krasnovite) в честь Натальи Ивановны Красновой, старшего научного сотрудника Санкт-Петербургского университета, за ее большой вклад в изучение геологии и минералогии Ковдора.¹

Красновит образует сферолиты диаметром до 3 мм, состоящие из волокнистых индивидов удлинённых по [010]. Сферолиты прорастаются призматическими кристаллами барита и покрыты тонкой коркой, состоящей из карбонат-фторапатита и крандаллита. Цвет красновита бледно-голубой. Блеск шелковистый. Просвечивает. Черта белая. Твердость 2. Спайность совершенная в двух направлениях параллельно [010]. Плотность, определенная по всплыванию зерен в водных растворах жидкости Клеричи, составляет $3.70(5)$ г/см³. Это хорошо согласуется с расчетами плотности на эмпирическую формулу (3.691 г/см³) и по формуле Гладстоуна–Дэйла (3.55 г/см³).

В иммерсионных препаратах красновит бесцветный, без плеохроизма. Игольчатые недеформированные кристаллы имеют прямое погасание; при деформации проявляется волнистое погасание. Минерал двуосный, положительный. $2V_{изм} = 70-90^\circ$ (варьирует в результате деформации кристаллов). $2V_{выч} = 85^\circ$, $n_p = 1.616$ (2), $n_m = 1.629$ (2), $n_g = 1.640$ (2) для Na-света. Ось Nm оптической индикатрицы совпадает с осью [010] в рентгеновской установке.

Химическое исследование минерала включало несколько методов. Основной анализ выполнен электронно-зондовым методом. Ион-селективным электролизом установлено отсутствие фтора. Лазерно-эмиссионная масс-спектрометрия выявила отсутствие в красновите Li, Be и B. В то же время методом ИК-спектроскопии в минерале обнаружены H_2O и CO_3^{2-} . Содержание воды определено по методу Пенфильда. Ввиду ограниченного количества вещества содержание CO_2 рассчитано дополнением до полной суммы компонентов 100%. Железо в минерале присутствует в форме Fe^{2+} , что определено качественной реакцией с $K_3[Fe(CN)_6]$. Красновит растворяется с шипением в 10%-ной HCl при нагревании. Результаты анализов красновита приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, состав минерала постоянен в разных участках сферолитов. При пересчете на 7 атомов кислорода эмпирическая

Геологический институт Кольского научного центра РАН, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 17 апреля 1991 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 августа 1991 г.

Таблица 1

Химический состав красновита (мас. %)
Chemical composition of krasnovite (wt. %)

Компонент	1	2	3	Среднее значение
K ₂ O	0.1	0.0	0.05	0.05
SrO	0.7	0.6	0.9	0.7
BaO	49.2	49.0	49.1	49.1
MgO	1.7	1.6	1.7	1.7
FeO	0.3	0.3	0.2	0.3
Al ₂ O ₃	13.8	14.9	14.2	14.3
P ₂ O ₅	19.6	19.8	20.0	19.8
H ₂ O				10.5
CO ₂				3.55
Сумма				100.00

Примечание. Анализы выполнены на электронно-зондовом микроанализаторе MS-46 Cameca, ускоряющее напряжение 20 кВ (30 кВ для Sr), ток зонда 30 нА. Эталоны – ваделит (K), целестин (Sr), барит (Ba), пироп (Mg, Al), гематит (Fe), фторапатит (P). H₂O определена по методу Пенфильда, CO₂ – по разности. 1–3 – результаты анализов для трех различных участков сферолита.

формула имеет вид: $(\text{Ba}_{1.00}\text{Sr}_{0.02})_{1.02}(\text{Al}_{0.88}\text{Mg}_{0.13}\text{Fe}_{0.01}^{2+})_{1.02}(\text{PO}_4)_{0.87}(\text{CO}_3)_{0.25} \cdot (\text{OH})_{1.85} \cdot 0.90\text{H}_2\text{O}$. Этот вариант расчета хорошо соотносится с рентгеновскими данными и с результатами определения плотности минерала. Обращает на себя внимание недостаток фосфатных групп в приводимой формуле. Авторы предполагают возможность вхождения групп CO_3^{2-} в позиции PO_4^{3-} , аналогично замещению фосфат-иона карбонатной группой в структурах карбонат-апатитов Б-типа (Driesseps e. a., 1983). В этом случае баланс зарядов может поддерживаться замещением Al^{3+} на Mg^{2+} . Таким образом, может иметь место парный изоморфизм: $\text{Al}^{3+}\text{PO}_4^{3-} \leftrightarrow \text{Mg}^{2+}\text{CO}_3^{2-}$. Исходя из этого предположения, идеальная формула красновита имеет вид: $\text{Ba}(\text{Al}, \text{Mg})(\text{PO}_4, \text{CO}_3)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. По химическому составу минерал близок к нескольким фосфатам – горсейкиту $\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{HPO}_4)(\text{OH})_6$ (Taylor e. a., 1984), джегоуериту $\text{BaAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ (Meagher e. a., 1973) и пенникситу $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3$ (Mandarino e. a., 1977). В то же время по типу формулы к красновиту наиболее близок фоггит (Moore e. a., 1975), однако минералы резко отличаются по рентгеновским данным (табл. 2).

Монокристалльным рентгеновским исследованием (метод вращения) определена ромбическая симметрия красновита, пространственная группа $Pnna$ или $Pnnn$. Индексирование рентгенограммы порошка (табл. 2) с использованием данных монокристалльной съемки с последующим уточнением параметров привело к следующим результатам: $a_0 = 8.939$ (2), $b_0 = 5.669$ (3), $c_0 = 11.073$ (3), $V_0 = 561.1 \text{ \AA}^3$ при $Z = 4$.

Красновит обнаружен в образце доломита в тесной ассоциации с манассеитом. Присутствие манассеита означает, что образец был отобран из феррифлогопито-магнетито-доломитовых руд. Минерал образовался, очевидно, при гидротермальном изменении этих руд, сопровождавшимся накоплением бария на поздних стадиях процесса. Следует заметить, что минерал весьма редок и встречен лишь в единственном образце. Это объясняется, по-видимому, тем, что для его образования необходим избыток фосфат-ионов в растворе при недостатке сульфат-ионов. В противном случае единственным Ba-содержащим минералом оказывается барит, широко распространенный в поздних ассоциациях карбонатитов Ковдора.

Результаты расчета дебаеграммы красновита
X-ray powder analysis data for krasnovite

<i>I</i>	<i>d</i> _{изм}	<i>d</i> _{выч}	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> _{изм}	<i>d</i> _{выч}	<i>hkl</i>
24	6.95	6.956	101	3	1.778	1.778	305
79	5.54	5.538	002	23	1.739	1.741	230
9	5.04	5.046	011			1.739	404
4	4.47	4.470	200	3	1.719	1.719	231
82	3.479	3.478	202	18	1.707	1.706	206
13	3.411	3.412	103			1.705	510
59	3.345	3.346	211	12	1.673	1.673	422
9	3.093	3.094	013	4	1.574	1.574	233
6	2.832	2.835	020	3	1.558	1.558	107
100	2.768	2.769	004	3	1.547	1.547	026
2	2.625	2.625	121	4	1.533	1.533	332
61	2.543	2.544	213	5	1.516	1.516	415
9	2.394	2.394	220	4	1.482	1.482	424
32	2.354	2.354	204	12	1.442	1.443	430
8	2.319	2.319	303			1.442	217
29	2.234	2.235	400	14	1.439	1.439	602
4	2.197	2.196	222	13	1.429	1.429	611
13	2.149	2.150	105	13	1.423	1.423	406
41	2.072	2.072	402	6	1.384	1.384	008
18	2.044	2.043	411	10	1.342	1.342	613
4	2.020	2.019	321	3	1.323	1.322	208
5	1.980	1.981	024	3	1.319	1.319	620
23	1.873	1.873	215	2	1.312	1.312	242, 604
4	1.846	1.845	006	7	1.272	1.272	426
15	1.811	1.811	305	5	1.259	1.259	417

Эталонные образцы красновита переданы на хранение в музей кафедры минералогии Санкт-Петербургского университета и в Горный музей Санкт-Петербургского горного института.

Список литературы

- Driessens F. C. M., Verbeeck R. M. H., Kiekens P.* Mechanism of Substitution in Carbonated Apatites // *Z. anorg. allg. Chemie.* **1983**, Vol. 504. С. 195–200.
- Mandarino J. A., Sturman B. D., Corlett M. I.* Penikisite, the magnesium analogue of kulanite, from Yukon Territory // *Canad. Miner.* **1977**, Vol. 15 (Pt 3). С. 393–395.
- Meagher E. R., Coates M. E., Aho A. E.* Jagowerite: a new barium phosphate mineral from Yukon Territory // *Canad. Miner.* **1973**, Vol. 12 (Pt 2). С. 135–136.
- Moore P. B., Irving A. J., Kampf A. R.* Foggite, $\text{CaAl}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})(\text{PO}_4)$; Goedkenite, $(\text{Sr}, \text{Ca})_2 \cdot \text{Al}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2$; and Samuelsonite, $(\text{Ca}, \text{Ba})\text{Fe}_2^{2+}\text{Mn}_2^{2+}\text{Ca}_8\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_{10}$: Three new species from the Palermo No. 1 Pegmatite, North Groton, New Hampshire // *Amer. Miner.* **1975**, Vol. 60. N 11–12. С. 957–964.
- Taylor M., Smith R. W., Ahler B. A.* Gorceixsite in topaz greisen assemblages, Silvermine area, Missouri // *Amer. Miner.* **1984**, Vol. 69. N 9–10. С. 984–986.

Поступила в редакцию
21 января 1996 г.