

В. И. Попова, В. А. Попов

КАНОНЕРОВИТ $\text{Na}_3\text{MnP}_3\text{O}_{10}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ

V. I. Popova, V. A. Popov

KANONEROVITE $\text{Na}_3\text{MnP}_3\text{O}_{10}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — THE NEW MINERAL OF GRANITE PEGMATITES

Kanonerovite is found in Kazennitsa vein of Alabash pegmatite field on the Middle Urals. The mineral forms snow-white radial-tabular aggregates (as thin crust) on the faces of quartz, topaz and cassiterite crystals. Separate small crystals by size of 0.1—1.2 mm of monoclinic system with symmetry $2/m$ are lengthened on [001] and flattened on (100) with the forms: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{023\}$, $p\{423\}$, $c\{001\}$, $n\{210\}$. Hardness is 2.5—3 (according to Moos), fragile, cleavage is weak on (010). Density is 1.91 (2) g/cm³. In immersion colourless transparent, biaxial (-), $cNp = 0-7^\circ$, n_g 1.459, n_p 1.453. Main X-ray lines (\square): 10.4 (8) ($\bar{1}01$), 7.36 (10) (002), 6.90 (9) ($\bar{1}$), 4.81 (4) (301), 3.497 (5) ($\bar{2}$), 3.414 (4) (411), 3.316 (7) (313), 3.162 (5) ($\bar{4}$), 2.889 (8) (024), 2.391 (6) (602); a 15.14 (1), b 9.31 (1), c 14.75 (1), β 89.53 (5)°, $a : b : c = 1.626 : 1 : 1.584$; $V = 2080$ (3) Å³. Space group. $P2_1/c$, $Z = 4$. Composition (microprobe, wt. %): Na₂O 15.72; MnO 11.46; MgO 0.08, P₂O₅ 35.96; H₂O (calculation) 36.43. Calculated density is 1.89 g/cm³, $1-Kp/Kc = 0.005$. Kanonerovite — natural analogue of a synthetic phase (ASTM, 27-753).

Весной 1996 года при исследовании минералов коллекции А. А. Канонерова из жилы гранитного пегматита Казенница Алабашского жильного поля на Среднем Урале в одном из образцов В. И. Поповой был обнаружен новый минерал, названный канонеровитом (kanonerovite); предварительные данные о нем были приведены нами при характеристике минералов жилы Казенницы [1]. Ниже дается уточненное и более полное его описание.

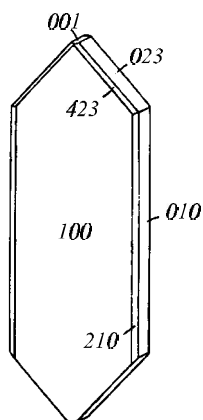
Канонеровит образует тонкую белоснежную корочку на гранях кристаллов кварца, топаза и касситерита; эта корочка состоит из мелких радиально-пластинчатых агрегатов с величиной кристалликов от долей миллиметра до 1—1.2 мм, чрезвычайно хрупких и разрушающихся под иглой. На агрегатах канонеровита кое-где позднее отложился тонкочешуйчатый желтовато-белый мусковит и единичные кристаллики стеллерита.

Отдельные кристаллики канонеровита (из сростков) бесцветные, моноклинной сингонии, с внешней симметрией $2/m$, с габитусными гранями $a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{023\}$ и малоразвитыми и не всегда проявленными $p\{423\}$, $c\{001\}$, $n\{210\}$ (по результатам гониометрических измерений с применением столика Федорова; табл. 1); кристаллики удлинены по [001] и уплощены по (100) (см. рисунок). Хрупкий, твердость около 2.5—3 (по Моосу), спайность слабая по (010). Плотность 1.91(2) г/см³ (определена гидростатическим методом в водном растворе Клеричи с $n = 1.427$). В иммерсии бесцветный прозрачный, двусосный (-), с отрицательным удлинением пластинок и близким к прямому угасанием ($cNp = 0-7^\circ$, возможно, из-за расщепления кристаллов); n_g 1.459, n_p 1.453, двупреломление 0.005—0.006. В воде не растворяется; дает реакцию на фосфор с $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ после растворения в HNO_3 .

Таблица 1

Координаты граней кристаллов канонеровита

Формы	Физм.	Ризм.	Фрасч.	Ррасч.
$a\{100\}$	90 °	90°	90.0°	90.0°
$b\{010\}$	0	90	0.0	90.0
$c\{001\}$	0	0	-90.0	0.47
$n\{210\}$	51	90	50.91	90.0
$e\{023\}$	0	46.5	-0.45	46.42
$p\{423\}$	51	59	51.08	59.12



Рентгенограмма (табл. 2) близка данным для синтетической моноклинной фазы $\text{Na}_3\text{MnP}_3\text{O}_{10}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — двенадцативодного декаоксотрифосфата натрия и марганца (Sodium Manganese Phosphate Hydrate), для которого приведены параметры элементарной ячейки (А): a 15.13, b 9.32, c 14.76; $\beta = 90^\circ$, пространственная группа симметрии $P2_1/n$ ([2]; ASTM, 27—753); авторы упомянутой статьи [3] отмечают близость угла β к 90° , но на основании различия в интенсивности отражений hkl и $-hkl$, относят эту фазу к моноклинной сингонии.

Кристалл канонеровита, Урал

Таблица 2

Рентгенограмма канонеровита и синтетической фазы

Канонеровит				Синтетическая фаза (ASTM, 27-753)		
I	$d_{\text{изм.}}$	$d_{\text{расч.}}$	hkl	I	$d_{\text{изм.}}$	hkl
8	10.4	10.52	$\bar{1}01$	100	10.6	101
4	7.7	7.57	200	5	7.94	110
10	7.36	7.374	002	45	7.35	002
9	6.90	6.974	$\bar{1}$	35	6.99	111
1	5.87	5.875	210	16	5.88	210
4	4.81	4.788	301	5	5.46	211
2	3.97	3.966	220	5	5.38	112
2	3.75	3.758	$\bar{2}13$	20	4.76	301
4	3.63	3.687	004	7	4.67	103
5	3.497	3.487	$\bar{2}$	6	4.59	212
4	3.414	3.418	411	11	4.425	021, 310
7	3.316	3.316	204	4	4.167	113
5	3.162	3.158	$\bar{4}$	11	3.968	220
8	2.889	2.891	024	3	3.817	122
3	2.686	2.690	512	10	3.774	213
1	2.570	2.569	$\bar{5}03$	50	3.521	303
2	2.532	2.532	$\bar{4}$	15	3.425	320
2	2.479	2.477	$\bar{2}33$	9	3.367	402
6	2.391	2.394	602	25	3.344	114
3	1.845	1.844	008	20	3.300	313
2	1.736	1.736	351	15	3.175	412
2	1.647	1.648	$\bar{2}46$	11	3.115	214
3	1.515	1.515	537			
УРС-2.0 РКД-57.3 мм, $\text{FeK}_{\alpha\beta}$ a 15.14(1) А b 9.31(1) А c 14.75(1) А β 89.53(5)°				Дифрактометр, CuK_{α} , Ni-фильтр a 15.13 А b 9.320 А c 14.76 А β 90°		

По данным нашей рентгенограммы, для канонеровита a 15.14(1), b 9.31(1), c 14.75(1) А, $\beta = 89.53(5)^\circ$, $V = 2080(3) \text{ \AA}^3$, расчетная плотность 1.89(1) г/см³; в стандартной установке ($b = y$) пространственная группа $P2_1/n = P2_1/c$.

Геометрические константы канонеровита, рассчитанные из параметров элементарной ячейки, $a : b : c = 1.626 : 1 : 1.584$; по морфологическим данным $a : b : c = 1.625 : 1 : 1.576$.

Структура синтетических трифосфатов рассматривается на основе цепочек PO_4 [2].

Состав канонеровита (без анализа воды вследствие малого количества минерала) определен микронзондовым методом на гранях (100) кристаллов без их полирования из-за чрезвычайной хрупкости канонеровита; под электронным пучком минерал неустойчив (теряет воду), и результаты разных анализов несколько различны (табл. 3).

Состав канонеровита

Компоненты	Содержание, мас. %			Стандарты
	1	2	3	
Na ₂ O	15.72	16.33	11.49	Скаполит
K ₂ O	0.04	0.10	0.08	Осумилит
CaO	0.02	0.34	0.18	Скаполит
MgO	0.08	0.23	0.23	Скаполит
MnO	11.46	10.09	11.60	Ильменит
FeO	0.00	0.32	0.30	Ильменит
P ₂ O ₅	35.96	33.23	36.37	Апатит
Сумма	63.54	63.57	63.57	
H ₂ O (расч.)*	(36.43)	(36.43)	(36.43)	
Сумма (расч.)	(99.97)	(100.00)	(100.00)	

Примечание: В некоторых анализах примеси K₂O, CaO, Al₂O₃, SiO₂, FeO обусловлены примазками мусковита и стеллерита); JXA-733, аналитик Е. И. Чурин, ИМин.

*H₂O приведена для синтетического материала (по данным [2]).

Эмпирическая формула (при P = 3): Na_{3.00}Mn_{0.96}Mg_{0.01}P_{3.00}×O_{10.03}·11.96H₂O (по данным анализа 1); идеальная формула: Na₃MnP₃O₁₀·12H₂O. Константа Гладстона-Дейла 1-Кр/Кс = 0.005.

Минерал назван именем Канонерова Александра Анатольевича (рожд. 1955 г.), уральского коллекционера, выполнившего большую работу по сбору образцов для исследований.

Образец канонеровита передан в Музей Ильменского заповедника (Миасс, Россия) и имеется в коллекции А. А. Канонерова (Нижний Тагил).

Авторы благодарны Л. А. Паутову, П. В. Хворову, Е. И. Чу-рину и Н. И. Кашигиной за помощь в работе.

Литература

1. Попов В. А., Попова В. И., Канонеров А. А., Демочкин В. П. Минералогия пегматитовой жилы Казенница на Среднем Урале // Уральский минералогический сборник, № 6. Миасс: ИМин, 1996. С. 45—76.
2. Рами Г. Неорганическая химия. Т. 1. М.: 1972. С. 610.
3. Rakotomachanina E., Averbuch-Pouchot M. -T. et Durif A. Donnees cristallographiques sur les triphosphates du type M⁺⁺Na₃P₃O₁₀·12H₂O pour M⁺⁺ = Ni, Co, Mn, Mg, Zn et Cd // Bull. Soc. fr. Mineral. Cristallogr., 1972, v. 95. P. 516—520.