

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

under S.50 of Copyright Act 1993

On 24 JUL 2007

УДК 549.766.42 (571.56)

© Д. члены Г. Н. ГАМЯНИН, Ю. Я. ЖДАНОВ, Н. В. ЗАЯКИНА, В. В. ГАМЯНИНА, В. С. СУКНЕВ

МАНГАЗЕИТ, $Al_2(SO_4)(OH)_4 \cdot 3H_2O$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹G. N. GAMYANIN, Yu. Ya. ZHDANOV, N. V. ZAYAKINA, V. V. GAMYANINA, V. S. SUKNEV.
MANGAZEITE, $Al_2(SO_4)(OH)_4 \cdot 3H_2O$ — A NEW MINERALИнститут геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 39;
e-mail: gamyanin@diamond.ysn.ru

A new mineral named mangazecite was found in the Mangazeciskoye silver ore deposit (300 km east of the Lena river, 65°43'40" latitude, 130°20' longitude), in Eastern Yakutia (Sakha Republic, Siberia, Russia). The mineral was discovered among fissured, intensively serialized and pyritized granodiorites near a quartz-arsenopyrite vein. It is associated with gypsum and chlorite. The mineral forms radial-fibrous aggregates of thin-lamellar individuals. The size of the fibers does not exceed 40 μm at length and 1 μm across. Color white, streak: white; luster vitreous; transparent in individual grains. Non-fluorescent; Mohs' hardness 1—2. Density (calc.) = 2.15 g/cm³ (with empirical formula). Biaxial (sign not determined), α = 1.525(9), β not measured, γ = 1.545(9). The mean results of wet-chemical analyses are as following: Al₂O₃ 36.28, SO₃ 28.81, H₂O¹ 34.35, total 99.44, H₂O 9.27 (wt %). The amount of H₂O¹ was not included in the total, nor used in formula calculation. The empirical formula is Al_{1.99}(SO₄)_{1.01}(OH)_{3.94} · 3.37H₂O; the simplified formula Al₂(SO₄)(OH)₄ · 3H₂O, which requires: Al₂O₃ 37.47, SO₃ 29.42, H₂O 33.11, total 100.00 wt %. Triclinic, unit-cell parameters refined from the powder data: a = 8.286(5), b = 9.385(5), c = 11.35(1) Å, α = 96.1(1), β = 98.9(1), γ = 96.6(1)°, Z = 4. Strongest X-ray lines d(I): 8.14(19), 7.59(49), 7.16(46), 4.258(100), 4.060(48), 3.912(43). Origin of the mineral is the supergene one connected with favorable aluminosilicate conditions and the presence of sulfate ions due to pyrite oxidation.

Новый сульфат алюминия обнаружен на серебро-полиметаллическом месторождении Мангазейское (65°43'40" с.ш., 130°07' в.д.) в Западном Верхоянии Восточной Якутии. Минерал назван по наименованию ручья Мангазея, в бассейне которого расположено одноименное месторождение.

Минерал был обнаружен в трещиноватых интенсивно серицитизированных и пиритизированных гранодиоритах в зальбандах кварц-арсенопиритовой жилы. Исследуемый образец мангазеита располагался на поверхности трещины в виде агрегата из белых тонкопластинчатых кристаллов. В отдельных участках образца иногда наблюдались редкие кристаллики гипса и листочки хлорита размером 0.1—0.2 мм.

Минерал образует спутанные радиально-лучистые агрегаты, состоящие из тонкоигльчатых кристаллических индивидов, размер которых не превышает 40 мкм вдоль длинной оси и 1 мкм в поперечнике (рис. 1). Агрегаты имеют белую, в отдельных участках бледно-желтоватую окраску, стеклянный блеск. В индивидуальных пластинках под биноклем и под микроскопом в иммерсии минерал бесцветный, прозрачный. Черта бесцветная, спайность и отдельность не наблюдаются. Твердость 1—2. Оптически двуосный, знак не определен, α = 1.525(± 9), β не определен, γ = 1.545(± 9) (свет немонахроматический). Тонкопластинчатое строение минерала не позволило прове-

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации под № 2005-021.

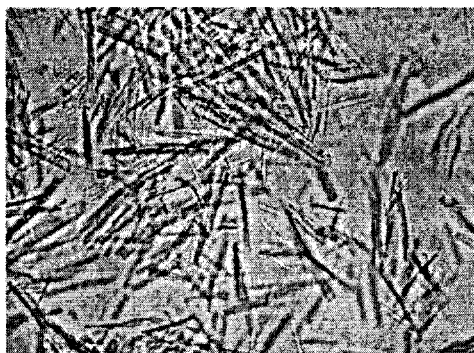


Рис. 1. Мангазит в иммерсии (увел. 500).

Fig. 1. Mangazite in immersion ($\times 500$).

ти измерение оптических характеристик с точностью большей, чем 0.009. Вычисленная по эмпирической формуле плотность равняется 2.15 г/см^3 , экспериментально определить значение плотности не удалось из-за малого размера кристаллов.

Химический состав мангазита, определенный классическим (мокрым) методом, приведен в табл. 1. Для анализа были взяты 5 проб весом 50—100 мг. Минерал отбирали с поверхности образца медной иглой с закругленным кончиком на стеклянную пластинку. Чистоту отбора пробы контролировали под бинокляром. По данным спектрального анализа, минерал содержит от нескольких сотых до тысячных долей % Mo, Ti и Cu. Отсутствие Ca и Mg показывает, что минерал не содержит гипса и хлорита. Расчет формулы проводили по среднему значению, пересчитанному на абсолютно сухую навеску [содержание адсорбированной воды (H_2O^-) в сумму не включалось и не учитывалось при расчете формулы]. Эмпирическая формула минерала имеет вид $\text{Al}_{1.99}(\text{SO}_4)_{1.01}(\text{OH})_{3.94} \cdot 3.37\text{H}_2\text{O}$. Идеализированная формула $\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, которой соответствует следующий состав: Al_2O_3 37.47, SO_3 29.42, H_2O 33.11, сумма 100.00 (мас. %).

Рентгенографическое исследование мангазита выполнено методом порошка. Результаты расчета дифрактограммы приведены в табл. 2. Для определения параметров элементарной ячейки использованы программы IND и PARAM PDWin (НПП «Буревестник»). Порошкограмма проиндексирована в триклинной сингонии с параметрами: $a = 8.286(5)$, $b = 9.385(5)$, $c = 11.35(1) \text{ \AA}$, $\alpha = 96.1(1)^\circ$, $\beta = 98.9(1)^\circ$, $\gamma = 96.6(1)^\circ$, $V = 859.0(5) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$. Из возможных вариантов элементарной ячейки была выбрана минимальная. Вероятная пространственная группа $P1$ или $P\bar{1}$. Очевидно, что без монокристалльных исследований или определения кристаллической структуры простран-

Таблица 1

Химический состав мангазита (мас. %)
 Chemical composition of mangazite (wt %)

Компонент	Мас. %, среднее для $n = 5$	Интервал значений
Al_2O_3	36.28	36.05—36.87
SO_3	28.81	28.44—29.23
H_2O^+	34.35	34.02—34.91
Total	99.44	
H_2O^-	9.27	

Примечание. Суммарное весовое содержание воды (H_2O^+ и H_2O^-) определено по методу Пенфильда (отгонка при $T \approx 800^\circ \text{C}$ на газовой горелке). Количество адсорбированной воды (H_2O^-) определено при сушке в термостате ($T = 105^\circ \text{C}$). Весовое содержание воды, входящей в структуру минерала (H_2O^+), найдено как разность между полученными величинами. Значение индекса сходимости $(1 - K_p/K_C) = 0.032$ (отличное!) посчитано по эмпирической формуле.

Результаты расчета рентгенограммы порошка мангазеита
Calculated X-ray powder pattern of mangazeite

<i>I</i>	$d_{изм}$ (Å)	$d_{выч}$ (Å)	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{изм}$ (Å)	$d_{выч}$ (Å)	<i>hkl</i>
19	8.14	8.11	100	6	3.017	3.018	$\bar{1}\bar{3}0$
49	7.59	7.60	$0\bar{1}1$	7	2.870	2.869	$\bar{1}31$
46	7.16	7.16	$\bar{1}01$	4	2.775	2.778	$\bar{1}04$
3	6.54	6.55	$\bar{1}\bar{1}0$	4	2.752	2.753	$2\bar{1}2$
7	6.07	6.08	101	8	2.702	2.701	$\bar{3}11$
3	5.768	5.762	$\bar{1}11$	4	2.649	2.651	$2\bar{2}1$
2	5.529	5.528	$\bar{1}\bar{1}1$	5	2.521	2.522	$\bar{2}23$
10	4.732	4.727	111	5	2.499	2.499	204
13	4.520	4.519	012	6	2.360	2.359	$\bar{1}24$
100	4.258	4.261	102	7	2.343	2.342	213
48	4.060	4.056	200	10	2.273	2.274	$\bar{1}33$
43	3.912	3.911	$2\bar{1}0$	4	2.208	2.208	$0\bar{3}4$
12	3.795	3.799	022	3	2.178	2.177	$\bar{1}41$
4	3.711	3.706	003	2	2.038	2.039	$4\bar{1}0$
5	3.619	3.618	201	6	1.890	1.891	$4\bar{2}1$
4	3.546	3.545	210	4	1.864	1.864	$\bar{3}41$
6	3.376	3.379	$\bar{2}12$	4	1.815	1.814	423
3	3.202	3.200	211	6	1.801	1.801	026
6	3.083	3.083	030				

Примечание. Дифрактометр, $\text{CuK}\alpha$ -излучение, внешний стандарт — α -кварц. Полу жирным шрифтом выделены наиболее сильные максимумы.

венная группа симметрии остается неопределенной. Провести монокристалльные исследования было невозможно, поскольку кристаллы слишком малы и слипаются между собой (рис. 1).

Термограмма мангазеита представлена на рис. 2. На кривой ДТА зафиксированы 4 эндотермических пика различной интенсивности: слабый при 100—110° С — потеря веса при 7 %, сильный при 180—200° С — потеря веса 22 %, слабый при 310—320° С, сильный при 840—860° С. Общая потеря веса при нагреве до 1000° С составляет 60 %.

Инфракрасный спектр сульфата алюминия (рис. 3) подтверждает присутствие в структуре минерала радикалов $(\text{SO}_4)^{2-}$ (полосы поглощения валентных антисимметричных колебаний 1116.6 см^{-1} , деформационных колебаний $600—624.8 \text{ см}^{-1}$). На наличие молекулярной H_2O указывают интенсивная полоса валентного колебания сложной структуры в области 3250 см^{-1} и дублетная полоса деформационного колебания в характерной для молекул воды области 1640 см^{-1} . С присутствием $(\text{OH})^+$ связаны по-

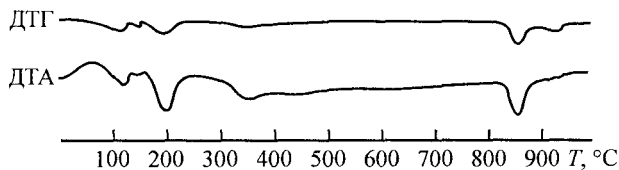


Рис. 2. Термограмма мангазеита. Дериватограф Q-1500D. Навеска 100 мг, скорость нагрева 10° в мин.

Fig. 2. Thermogram of mangazeite.

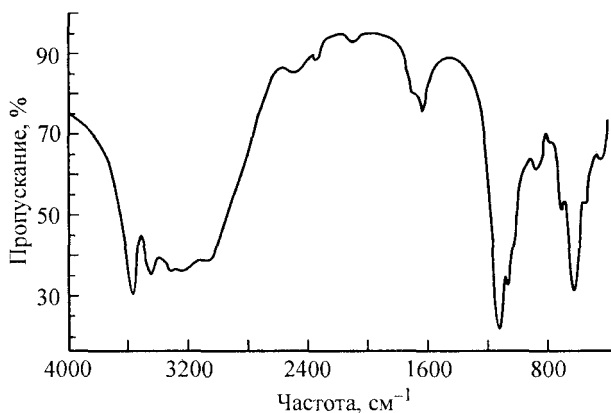


Рис. 3. Инфракрасный спектр мангазита.

Fig. 3. IR-spectrum of mangazite.

Таблица 3

Сравнительная характеристика мангазита и метаалюминита
Comparative characteristics of mangazite and meta-aluminite

Свойство	Мангазит	Метаалюминит (Farkas, Werner, 1980)
Формула	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Сингония, пр. группа	Триклинная, $P1$ или $P\bar{1}$	Моноклиная, $P2_1$
Параметры		
a (Å)	8.286	7.930
b (Å)	9.385	16.879
c (Å)	11.35	7.353
α, β, γ (°)	96.1, 98.9, 96.6	$\beta = 106.74$
Z	4	4
$D_{\text{выч}}$, г/см ³	2.15	
$D_{\text{изм}}$, г/см ³		2.18
Диагностические линии на порошкограмме, $d(I)$	8.14(19), 7.59(49), 7.16(46), 4.258(100), 4.060(48)	8.456(57), 4.521(100), 4.393(90), 3.620(44), 3.536(57), 2.272(40)

лосы поглощения при 34 445 и 3570.8 cm^{-1} . Дублетная полоса поглощения в области 850—879 cm^{-1} , вероятно, связана с деформационными колебаниями гидроксидов.

Сопоставление мангазита с известными водными сульфатами алюминия (Basset, Goodwin, 1949) показало, что наиболее близок к нему по составу метаалюминит (табл. 3). Наиболее важным диагностическим отличием мангазита от всех известных сульфатов алюминия является его рентгенограмма.

Минерал имеет несомненное гипергенное происхождение. Об этом свидетельствует его сонахождение на поверхности трещин с гипсом. Образованию мангазита способствовали алюмосиликатная обстановка нахождения минерала и наличие сульфат-иона за счет окисления пирита сульфидизированных пород.

Эталонный образец мангазита передан в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН и зарегистрирован под № 3291/1.

Авторы благодарят за помощь в проведении анализов сотрудников института Т. Ф. Тронину и Н. Н. Емельянову.

Список литературы

- Basset H., Goodwin T. H. The Basic Aluminium Sulphates // J. Chem. Soc. **1949**, P. 2239—2279.
Farkas L., Werner P. E. Powder diffraction studies on aluminite and meta-aluminite // Z. Krist. **1980**, Bd 151. H. 1—2. S. 141—152.

Поступила в редакцию
14 марта 2006 г.

УДК 548. + 549.02

ЗРМО, № 4, 2006 г.
Zapiski RMO, N 4, 2006

© Д. чл. Л. П. ВЕРГАСОВА,* д. чл. С. В. КРИВОВИЧЕВ,** С. К. ФИЛАТОВ,**
д. чл. С. Н. БРИТВИН,** П. К. БЕРНС,*** В. В. АНАНЬЕВ*

ПАРАГЕОРГБОКИИТ, β - $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_2$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ЭКСГАЛЯЦИЙ (КАМЧАТСКИЙ П-ОВ, РОССИЯ)¹

L. P. VERGASOVA, S. V. KRIVOVICHEV, S. K. FILATOV, S. N. BRITVIN, P. K. BERNS, V. V. ANANYEV.
PARAGEORGBOKIITE, β - $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_2$ — A NEW MINERAL FROM VOLCANIC EXHALATION
(KAMCHATKA PENINSULA, RUSSIA)

* Институт вулканологии ДВО РАН, 683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пуйта, 9, Россия

** Геологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, Россия

*** Department of Civil Engineering and Geological Sciences, University of Notre Dame,
Notre Dame, IN 46556-0767, USA

Parageorgbokiite, β - $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_2$, was found in the 2nd cinder cone of the great fissure Tolbachik eruption (Kamchatka peninsula, Russia). The mineral occurs in association with ralstonite, tolbachite, melanothallite, chalcocyanite, euchlorine, Fe oxides, tenorite, native gold, sphiite, sulfates of Na, Ca, Mg, and some other copper selenites. Its formation temperature may be estimated as 400—625° C. Mineral has a green color, light-green streak, and vitreous luster. Brittle, Mohs' hardness 3—4. Cleavage none observed. Density (calculated) 4.70 g/cm³. Biaxial, optically positive. $\alpha = 2.05(1)$, $\beta = 2.05(1)$, $\gamma = 2.08(1)$, $2V_{\text{meas}} \sim 0^\circ$, $2V_{\text{calc}} = 0(5)^\circ$. Optic orientation: $X = a$, other details unclear. Pleochroism: X, Y — grass-green, Z — yellowish-green. Empirical formula calculated on the base of O + Cl = 10 is as following: $\text{Cu}_{4.91}\text{Pb}_{0.02}\text{O}_{1.86}(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_{2.14}$; simplified formula: $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_2$. Monoclinic, $P2_1/c$, $a = 5.3982(5)$, $b = 8.0543(8)$, $c = 11.128(1)$ Å, $\beta = 99.258(2)^\circ$, $V = 477.53(8)$ Å³, $Z = 2$. The mineral belongs to a new structural type of inorganic compounds. Its name points out its dimorphism with georgbokiite, the mineral named in honor of G. B. Bokii, the prominent Russian crystal chemist (1909—2000).

Новый минерал парагеоргбокиит β - $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_2$ обнаружен в виде единичной находки на 2-м шлаковом конусе Северного прорыва Большого Трещинного Толбачинского извержения (БТТИБ 1975—1976 гг., Камчатский полуостров, Россия). Парагеоргбокиит найден в ассоциации с ральстонитом, толбачитом, меланоталлитом, халькокианитом, эвхлорином, оксидами железа, теноритом, самородным золотом, софитом и Na, Ca, Mg-сульфатом. В тесном парагенезисе с парагеоргбокиитом установлены котуннит, а также еще несколько природных оксоселенитов меди, ранее получивших статус минеральных видов: ильинскит $\text{NaCu}_5\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_3$ (Вергасова и др., 1997), хлороменит $\text{Cu}_9\text{O}_2(\text{SeO}_3)_4\text{Cl}_6$ (Vergasova e. a., 1999), бернсит $\text{KCaCu}_7\text{O}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_9$ (Krivovichev e. a., 2002) и аллохалькоселит $\text{Cu}^+\text{Cu}_5^{2+}\text{PbO}_2(\text{SeO}_3)_2\text{Cl}_3$ (Вергасова и др., 2005). Парагеоргбокиит встречается в тесном сростании с вышеуказанными минералами, а также в виде единичных изометрических, слегка уплотненных, прозрачных зерен грязно-зеленого цвета с сильным стекляннным блеском. Образуется в интервале температур 400—625° C.

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов ВМО. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов ММА 2 февраля 2006 г.