

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 551.21+549.4

Д. чл. Л. П. ВЕРГАСОВА, д. чл. С. К. ФИЛАТОВ, д. чл. Е. К. СЕРАФИМОВА,
Т. В. ВАРАКСИНАКАМЧАТКИТ $KCu_3OSl(SO_4)_2$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ
ИЗ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ВОЗГОНОВ¹

Kamchatkite was found in the products of fumarolic activity of Tolbachik Main fracture eruption, Kamchatka 1975—1976, in association with ponomarevite, tolbachite, hematite, etc., at 120—140 °C. The mineral forms intergrowths and aggregates of yellow-brown crystals. Crystal chemical formula is $(K_{1.06}Na_{0.93})_{1.09}(Cu_{2.92}Zn_{0.04})_{2.96}O_{1.04}Cl_{0.84} \cdot (SO_4)_{2.03}$. It is orthorhombic, point group 2/mmm or mm2, space group Pnam or Pna2₁, Z=4, a=9.741(5), b=12.858(6), c=7.001(3) Å, V=877(1) Å³ at 20 °C. The intensive lines (I—d—hkl): 100—7.76—110; 65—3.501—002; 30—3.217—040, 232; 20—2.898—320; 30—2.682—240, 321; 41—2.591—330; 20—2.278—420; 23—2.274—250. The mineral is biaxial (+), pleochroism is absent. $N_p=1.695$, $N_m=1.718$, $N_g=1.759$ (± 0.002 each), $2V$ (calc.)=75°, $N_p=c$, $N_m=a$, $N_g=b$. Hardness 3.5, cleavage is perfect along (011) and (100), fragile. Density 3.48 (1) measured, 3.58 g/cm³ calculated. It is unstable on air, hydrates in some weaks.

Камчаткит является одним из основных минералов меди, образовавшихся в процессе фумарольной деятельности Большого трещинного Толбачинского извержения (БТТИ), происшедшего на Камчатке в 1975—1976 гг. (Большое . . ., 1984). Обнаружен в значительных количествах в инкрустациях фумаролы «Ядовитая» второго шлакового конуса. Устье фумаролы представляет собой полость размером 1×1.5 м на выходе, сужающуюся на глубине 2 м до узкой щели, уходящей в глубь конуса. Пустота расположена в стенке трещины, прослеживаемой в шлаковоглыбовой фации изверженных пород конуса на расстоянии до 100 м вдоль оси Северного прорыва. Ширина трещины вблизи устья фумаролы по верху 1.5 м, глубина 1.5—2 м. Дно и стенки полости инкрустированы кристаллическими возгонами изумрудно-зеленого и зеленовато-бурого цветов, по составу отвечающими окисульфатам и окисульфатхлоридам Cu, K, Na. Потолочная внутренняя часть полости покрыта скрытокристаллическими, спутанно-волокнистыми и землистыми возгонами смоляно-черного, охряно-бурого, ближе к выходу — желтовато-бурого цвета, состав возгонов преимущественно хлоридный (толбачит и др.). Последние на выходе обрамляют полость щитком до 5 см в разрезе, нависающим над отверстием. Возгоны образуют также наросты в виде сталактитов и сталагмитов (Вергасова, Черепова, 1979). Измеренная температура поверхности отбора возгонов 120—240 °C является, по-видимому, заниженной вследствие охлаждения воздухом. Наиболее вероятная температура фумаролы «Ядовитая» на глубине более 2 м 700 °C, температура газов на выходе — около 400 °C, состав газов приведен в работе И. А. Меняйлова и соавторов (1980). Таким образом, камчаткит отлагался в нижних горизонтах полости в тесном парагенезисе с основным сульфатом Cu, K, Na, образуя

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 29 сентября 1986 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 22 июня 1987 г.

взаимные прорастания, а также сростки монокристаллов. Из примесных минералов встречаются ярко-красные прозрачные неправильной формы выделения пономаревита $K_4Cu_4OCl_{10}$, скопления чешуек гематита Fe_2O_3 и сростки длиннопризматических кристаллов ключевскита $K_7Cu_7Fe^{3+}O_3 \cdot (SO_4)_9 \cdot 2$

Химический состав. Результаты количественного химического анализа (мас. %): CuO 48.62, PbO 0.17, ZnO 0.62, Na_2O 0.20, K_2O 10.48, Cl 6.20, SO_3 33.96, H_2O^- 1.75, H_2O^+ 0.00, н. о. 9.20, $O=Cl_2$ — 1.40; сумма 100.80, ΣK +1.47, ΣA —1.02. Определение K_2O и Na_2O осуществлялось методом фотометрии пламени, Cu , Pb , Zn — методом атомной абсорбции, Cu^+ , Cl , SO_3 , H_2O — объемно-весовым методом. Дефицит анионов по отношению к катионам свидетельствует о наличии в камчатките, кроме сульфат- и хлор-иона, дополнительного аниона, которым может быть кислород в соответствии с парагенетической ассоциацией камчаткита с основным сульфатом Cu , K , Na , а также по аналогии с меланоталлитом Cu_2OCl_2 (Вергасова, Филатов, 1982) и пийпитом $K_2Cu_2O(SO_4)_2$ (Вергасова и др., 1984). Расчетное содержание кислорода 3.56 мас. %. Эмпирическая формула минерала $(K_{1.06}Na_{0.03})_{1.09}(Cu_{2.92}Zn_{0.04})_{2.96}O_{1.04}Cl_{0.84}(SO_4)_{2.63}$ — (расчет по $O+Cl=10$) близка к идеализированной формуле $KCu_3OCl \cdot (SO_4)_2$. Идеальный состав (мас. %): K_2O 9.95, Cu 50.42, SO_3 33.83, Cl 7.49, $O=Cl_2$ — 1.69; сумма 100.00.

Кристаллохимические характеристики. Рентгенографическое исследование монокристалла, выполненное в камере РГНС-2 при вращении вокруг удлинения кристалла (ось c), показало, что минерал относится к ромбической сингонии, точечная группа $mm2$ или $2/mmm$. Дифракционная группа Pna , возможные пространственные группы $Pnam$ и $Pna2_1$ (законы присутствия дифракционных максимумов:

Результаты расчета дебаеграммы камчаткита

I	$d_{изм.}, \text{Å}$	$d_{выч.}, \text{Å}$	hkl	I	$d_{изм.}, \text{Å}$	$d_{выч.}, \text{Å}$	hkl
100	7.76	7.76	110	1	2.416	2.414	051
3	6.42	6.43	020	8	2.369	2.368	042
14	5.193	5.199	111			2.369	232
1	4.873	4.871	200	3	2.342	2.343	151
2	4.551	4.555	210			2.341	312
8	4.255	4.259	121	3	2.300	2.301	142
3	3.924	3.923	130			2.296	013
1	3.878	3.882	220			2.300	401
4	3.819	3.818	211	20	2.278	2.277	420
65	3.501	3.501	002	23	2.274	2.274	250
2	3.395	3.395	221	15	2.235		
30	3.217	3.215	040	4	2.168		
		3.218	230	2	2.143		
15	3.196	3.191	112	6	2.118		
8	3.073	3.074	022	2	2.109		
5	2.924	2.924	231	6	2.027		
20	2.898	2.898	320	6	2.018		
12	2.843	2.843	202	3	1.962		
30	2.682	2.683	240	7	1.939		
		2.678	321	7	1.927		
16	2.611	2.612	132	5	1.911		
18	2.603	2.600	222	2	1.890		
41	2.591	2.588	330	3	1.865		
6	2.487	2.486	150	11	1.752		
2	2.433	2.435	400				
		2.428	331				

^a Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 14 мая 1987 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 25 сентября 1987 г.

$n0l-n=2n$ и $Ok-l-k+l=2n$). Параметры элементарной ячейки, уточненные по рентгенограмме порошка с германием (Руководство . . ., 1975) в качестве внутреннего эталона (см. таблицу), равны $a=9.741$ (5), $b=12.858$ (6), $c=7.001$ (3) Å, $V=877$ (1) Å³, $z=4$.

С в о й с т в а. Плотность, рассчитанная в соответствии с эмпирической формулой для $z=4$, равна 3.58 г/см³. Плотность, измеренная объемметрическим методом в микробюретке с использованием кварца в качестве эталона, 3.48 (1) г/см³.

Цвет минерала зеленовато-желтовато-бурый, черта желтая, блеск стеклянный. Твердость 3.5 по шкале Мооса. Развиты грани призмы {110} и пинакоида {100}; пинакоиды {010} и {001} развиты плохо. Ограниченные монокристаллы представляют собой несовершенные бруски длиной до 3 мм, вытянутые вдоль оси c . Сечения брусков прямоугольные или ромбовидные со стороной до 0.5 мм. Измеренное значение острого угла ромба 74.7°, вычисленное по параметрам ячейки — 74.3°. Спайность совершенная по (011) и (100). На воздухе минерал неустойчив, зерна за несколько недель разрушаются в результате гидратации. С водой взаимодействует с образованием осадка. Хорошо растворяется в слабо кислом растворе (1 : 20).

В проходящем свете прозрачный, желтый. Двусный, оптически положительный, погасание прямое относительно удлинения, удлинение отрицательное, $Np=1.695$, $Nm=1.718$, $Ng=1.759$ (все ± 0.002), $Ng-Np=0.064$, $2V_{\text{выч}}=75^\circ$. $2V$ не был измерен ввиду отсутствия прозрачных зерен минерала, ориентированных соответствующим образом. Оптическая ориентировка: Np — ось c , Nm — ось a , Ng — ось b . Не плеохроирует, оптических дисперсий не проявляет.

Минерал назван камчаткитом (kamchatkite) по месту находки (п-ов Камчатка). Образец передан в горный музей Ленинградского горного института.

Литература

Большое трещинное Толбачинское извержение / Под ред. С. А. Федотова. М.: Наука, 1984. 638 с.

Вергасова Л. П., Филатов С. К. Химическая формула и кристаллохимическая характеристика меланоталлита Cu_2OCl_2 // ЗВМО. 1982. Вып. 5. С. 562—565.

Вергасова Л. П., Филатов С. К., Серафимова Е. К., Старова Г. Л. Пийпит $\text{K}_2\text{Cu}_2\text{O}(\text{SO}_4)_2$ — новый минерал вулканических возгонов // ДАН. 1984. Т. 275, № 3. С. 714—717.

Вергасова Л. П., Черепова Т. А. К характеристике минералов меди Большого трещинного Толбачинского извержения // Бюл. вулканологич. станций. 1979. № 56. С. 179—186.

Меняйлов И. А., Никитина Л. П., Шапарь В. Н. Геохимические особенности экзальций Большого трещинного Толбачинского извержения. М.: Наука, 1980. 235 с.

Руководство по рентгеновскому исследованию минералов / Под ред. В. А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1975. 399 с.

Институт вулканологии Дальневосточного
научного отделения (ИВ ДВО) АН СССР,
Ленинградский университет.

Поступила в редакцию
5 февраля 1988 г.