

УДК 549.1+549.453

В. И. ВАСИЛЬЕВ, д. чл. Ю. Г. ЛАВРЕНТЬЕВ, Н. А. ПАЛЬЧИК

ПОЯРКОВИТ — Hg_3ClO —
НОВЫЙ ПРИРОДНЫЙ ОКСИХЛОРИД РТУТИ¹

Экспериментально получено много искусственных безводных и водных (иногда аммонийсодержащих) хлоридов, оксихлоридов и окислов ртути. Гораздо меньше известно аналогичных природных соединений. К ним относятся такие давно известные минералы, как каломель, эглестонит, терлингуаит, монтроидит, клейнит, мозезит и недавно открытый пинчит. Все они были впервые обнаружены в зонах окисления ртутных месторождений, расположенных в географических районах с аридным климатом. Эти минералы являются новообразованиями гипергенных процессов, протекающих в поверхностных частях месторождений и преобразующих первичные, преимущественно киноварные, руды путем перевода заключенной в них ртути в раствор с последующим ее отложением в связанном виде с наиболее активными элементами зоны окисления. Как правило, в окисленных рудах наблюдается совместное нахождение многих из отмеченных минералов, причем некоторыми исследователями (Сауков, 1946; Новикова, Григин, 1976) допускается возможность их взаимопревращений. Это вполне вероятно, поскольку почти все названные минералы в той или иной степени неустойчивы и претерпевают различные изменения даже в период сравнительно кратковременного лабораторного их изучения.

При изучении минерального состава окисленных комплексных сурьмяно-ртутных руд Хайдарканского месторождения, геологическое строение которого хорошо известно (Кузнецов, 1974; Металлогения ртути, 1976), одним из авторов был обнаружен минерал, внешне очень похожий на пираргирит или темноокрашенную киноварь, но отличающийся от них некоторыми особенностями. Сопутствующая ему ассоциация минералов на месторождении включает каломель, эглестонит, терлингуаит, монтроидит, кузнецовит, шаховит, кордероит, самородную ртуть и некоторые другие. Из гипогенных рудных минералов чаще всего встречаются киноварь и ливингстонит. Изученный минерал образует неправильные по форме, сглаженные, а иногда пористые зерна и агрегаты размером до 1 мм преимущественно в тесном контакте с эглестонитом и каломелью. Он имеет густой темно-малиново-красный или темно-вишневый цвет. После длительной экспозиции на свету окраска темнеет и в дальнейшем становится черной. Порошок вишнево-красный до киноварного. В тонких осколках полупрозрачен, просвечивает буровато-красным или кроваво-красным цветом. Блеск на свежем изломе сильный стеклянный до алмазного. Минерал очень хрупкий, излом неровный и раковистый; твердость 2—2.5, твердость микровдавливания $H_{\text{макс}}=201$ кгс/мм², $H_{\text{мин}}=173$ кгс/мм², $H_{\text{ср}}=188$ кгс/мм² (ПМТ-3, нагрузка 20 гс, $n=10$). Спайность не обнаруживается даже под микроскопом, плотность, замеренная объемным методом, варьирует от 9.50 (пористые зерна) до 9.80 г/см³ (плотные, без видимых каверн зерна).

Показательно, что минерал неустойчив в обычной обстановке как в аншлифах, так и в отдельных кусочках. В первых он довольно быстро (2—3 сут) тускнеет, покрываясь вначале радужной, а затем серой шеро-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 8 сентября 1980 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 24 февраля 1981 г.

ховатой пленкой (видимо, ртутной), а на кусочках через более продолжительное время образуется светло-серый налет.

Отношение минерала к стандартным реактивам неоднозначно. От KOH кусочки его моментально чернеют, от HNO_3 они разлагаются, превращаясь в рыхлое мелоподобное вещество; HCl не оказывает видимого действия в течение продолжительного времени. В шлифах поверхность минерала от KOH постепенно затравливается и становится светло-коричневой, от HNO_3 моментально затравливается, а от HCl очень медленно тускнеет, становится шероховатой. Взаимодействуя с клеями на основе эпоксидной смолы, тонкий порошок минерала разлагается, покрывается пленкой и

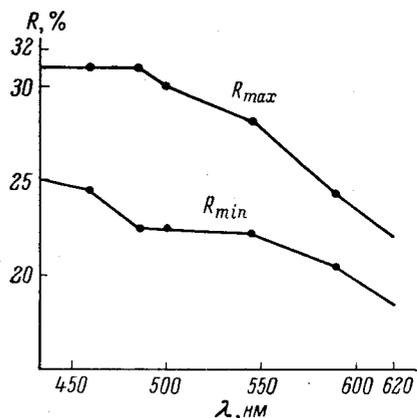


Рис. 1. Спектры отражения полярковита.

шариками металлической ртути. При нагревании в запаянной стеклянной трубке минерал вначале бурлит, затем последовательно становится кирпично-красным и лимонно-желтым, в дальнейшем полностью возгоняется. Конечными продуктами возгонки являются каломель и металлическая

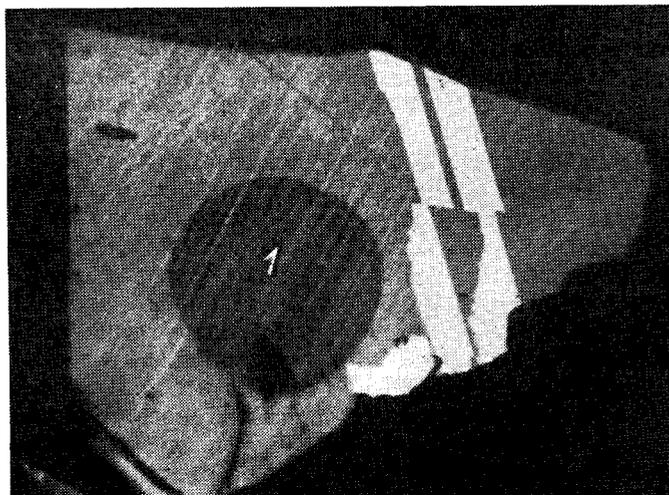


Рис. 2. Отпрепарированное зерно полярковита с пластинчатыми двойниками и округлым включением неопределенного галогенида ртути (1) в эпоксидной смоле. Полир. шлиф. ник. слегка скрещ., увел. 600.

ртуть, промежуточное вещество — монтроидит. Идентичность каждой из фаз (кроме ртути) с определенным химическим соединением установлена рентгенометрически.

В проходящем свете минерал плохо просвечивает густым красным или буро-красным цветом, незначительно плеохроирует, анизотропен. Показатели преломления > 2.0 . В отраженном свете белый, с течением времени появляется слабый голубоватый оттенок. Заметно двуотражает, отражение выше, чем у эггстонита: $R_{\text{макс}}$ 31.0, 31.0, 31.0, 30.0, 28.2, 24.3, 22.1%; $R_{\text{мин}}$ 25.0, 24.5, 22.5, 22.5, 22.2, 20.5, 18.5% соответственно

для длин волн 434, 460, 486, 500, 546, 590, 620 нм (ПООС-1 эталон СТФ-3) — рис. 1. Минерал сильно анизотропен. Цветные эффекты анизотропии, очевидно, зависят от ориентировки среза зерен и изменяются в одних случаях от лазурного до буро-красного или от голубого до густо-фиолетового, а в других от голубого до темно-серого или серо-бурого. Однако для всех срезов характерен лазурный или голубой цвет в одном из положений. Имеются густые пурпурно-красные или темно-малиново-красные внутренние рефлексы. Во многих зернах обнаруживаются четкие пластинчатые двойники (рис. 2, 3), и тогда у минерала наблюдается косое угасание ($12-15^\circ$) к направлению пластинчатого двойникования. Полируется иногда хорошо, а иногда остается тонкоисштрихованным.

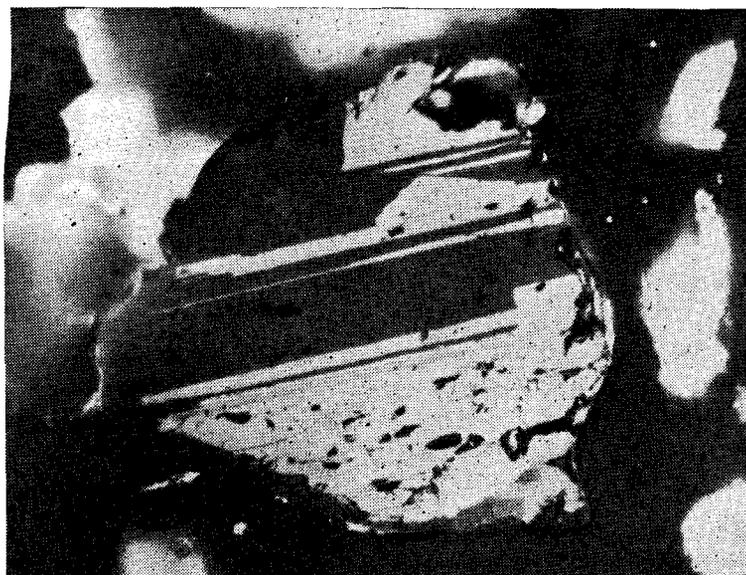


Рис. 3. Пластинчато сдвойникованное зерно поярковита. Полир. шлиф, ник. неполностью скрещ., увел. 600.

Рентгенограмма порошка минерала (табл. 1), видимо, индивидуальна, так как аналоги среди рентгенограмм искусственных и природных соединений не установлены. Монокристалльная съемка, выполненная Н. А. Пальчик, показала, что минерал, скорее всего, имеет моноклинную сингонию, относится к дифракционному классу C_{2h} к одной из пространственных групп $C2/m$, $C2$, Cm , $C2/c$ и Cc , характеризующихся одинаковыми законами погасания. Однозначное определение симметрии минерала может быть сделано при расшифровке структуры. Базоцентрированная ячейка минерала имеет параметры: $a=18.82 \text{ \AA}$, $b=9.02 \text{ \AA}$, $c=16.79 \text{ \AA}$, $\beta=-112^\circ 24'$, $Z=24$, $V=2635.2 \text{ \AA}^3$ (сингония и параметры элементарной ячейки определены по лауэграммам и рентгенограммам качания, полученным на MoK_α и CuK_α излучениях, параметры дополнительно уточнены по всем рефлексам порошкограммы методом наименьших квадратов).

Химический состав минерала был определен Ю. Г. Лаврентьевым методом рентгеноспектрального микроанализа на микронзонде JXA-5A. Рентгеновские HgM_α , ClK_α и OK_α линии регистрировались одновременно при ускоряющем напряжении 10 кВ и токе поглощенных электронов 20–30 нА. В качестве эталонов использовались каломель Hg_2Cl_2 (на ртуть и хлор) и монтроидит HgO (на кислород). Воспроизводимость измерений, характеризующая разброс относительно различных зерен

Таблица 1

Результаты расчета дебаеграммы пояркопита

<i>J</i>	<i>d</i>	<i>hkl</i>	<i>J</i>	<i>d</i>	<i>hkl</i>
2	7.73	002, 11 $\bar{1}$	6—7	1.799	911
2	5.18	003	1	1.765	15 $\bar{2}$, 822
0.5—1	4.36	400	0.25	1.734	152, 35 $\bar{1}$, 10.2.3, 71 $\bar{9}$, 10.2.4
3—4	4.20	40 $\bar{3}$	1	1.714	245, 336
0.25	3.48	22 $\bar{3}$	2	1.691	351, 35 $\bar{3}$
3	3.34	222, 51 $\bar{3}$	1	1.658	823, 64 $\bar{6}$
3	3.27	114	0.5	1.618	738, 427
5	3.09	313, 514, 11 $\bar{5}$	0.25	1.602	841, 550
4	2.96	130	1	1.582	047, 353, 845, 554, 155
10	2.83	13 $\bar{2}$	2 ш.	1.544	10.2.8, 2.2.10
8	2.74	115	1	1.501	932
0.25	2.67	330, 33 $\bar{2}$, 31 $\bar{6}$, 422	2	1.485	751, 847, 261
2	2.63	205	0.5—1	1.466	446, 261, 8.0.11
6	2.60	11 $\bar{6}$	1	1.447	10.4.3, 156
2	2.479	714, 404	0.5	1.425	751, 12.2.7, 848
0.5	2.385	207	1	1.375	11.3.8
3 ш.	2.324	317, 42 $\bar{6}$	1	1.355	11.3.1, 662, 264, 934
1	2.254	711, 040	0.25	1.333	4.2.12, 844, 555, 622
2	2.212	607	1	1.299	2.2.12
0.25	2.151	514, 62 $\bar{6}$	0.5	1.276	14.2.3, 754
1	2.099	535, 427	1	1.251	11.3.3, 12.4.7, 10.2.12
1	2.058	824	2	1.180	575, 13.3.10
3	1.992	825, 604, 027	Имеется еще около 10 диффузных линий ниже 1.180		
1	1.929	406, 515			
4	1.883	10.0.3, 228, 718			
1 ш.	1.850	10.0.5			

Примечание. Условия анализа: $\text{CuK}\alpha$ излучение, $D = 57.3$ мм, $d = 0.25$ мм, индифференцированное выполнение на ЭВМ. Расчет В. И. Васильева.

минерала, составила около 1 отн.% для ртути, 2—3 отн.% для хлора и 5—6 отн.% для кислорода.

Проведение анализа осложнялось заметным разрушением минерала под действием электронного зонда. Несмотря на непрерывное перемещение препарата и расширение диаметра зонда до 5 мкм, в месте падения пучка электронов наблюдались плавление минерала и его потемнение, вызванные, по-видимому, выделением металлической ртути. По степени реакции к электронной бомбардировке исследованный минерал наряду с эггестонитом относится к наиболее чувствительным из числа оксихлоридов ртути, что безусловно связано с одновалентным состоянием ртути в нем. Тем не менее измерения интенсивности $\text{HgM}\alpha$ линии в более оптимальных условиях (20 кВ, 8 нА), когда плавления образца не происходило, а потемнение было минимальным, привели к полностью совпадающим результатам. Поэтому можно считать, что разрушение минерала под действием электронного зонда не сказалось заметным образом на правильности определений.

Пересчет измеренных интенсивностей на концентрации производился по программе «Карат» (Бердичевский и др., 1977). Поправка на поглощение находилась по методу эффективной глубины; для $\text{O}\text{K}\alpha$ использовались массовые коэффициенты поглощения по Б. Хенке (Henke, Ebisu, 1974), поправка на атомный номер рассчитывалась с учетом среднего потенциала ионизации атомов в форме, предложенной М. Бергером и С. Зельтцером (Berger, Seltzer, 1964). Других элементов в пределах чув-

Таблица 2

Химический состав пояркопита

Элемент	Хайдарканское месторождение		Теоретический состав для формулы Hg_3ClO	
	мас. %	атомные отношения	мас. %	атомные отношения
Hg	91.30	0.455	92.12	0.459
Cl	5.30	0.150	5.43	0.153
O	2.36	0.148	2.45	0.153
Сумма	98.96		100.00	

Примечание. Приведен средний состав 10 зерен.

ствительности рентгеноспектрального микроанализа в составе нового минерала, так же как и дополнительными исследованиями на электронном микроскопе JSM-35 с помощью спектрометра с энергетической дисперсией, не обнаружено.

Рассчитанная по данным анализа (табл. 2) эмпирическая формула нового минерала имеет вид $Hg_{3.05}Cl_{1.00}O_{0.99}$ или при пересчете на общее

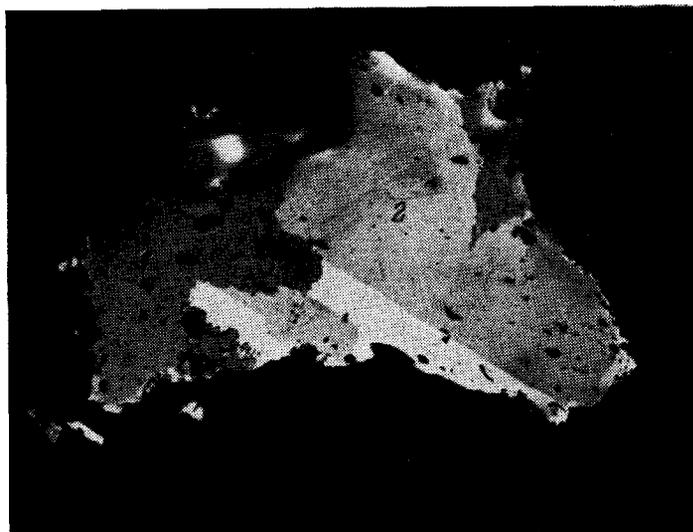


Рис. 4. Замещение эгглестонитом (1) двойникового зерна пояркопита (2). Полир. шлиф, ник. слегка скрещ., увел. 400.

число атомов, равное 5, — $Hg_{3.02}Cl_{1.00}O_{0.98}$. Наиболее вероятная формула нового оксихлорида $Hg_3ClO(Hg_2O \cdot HgCl)$. Вычисленная по ней рентгеновская плотность ρ (при $Z=24$ и объеме ячейки $V=2635.2 \text{ \AA}^3$) равна 9.88 г/см^3 , что хорошо согласуется с измеренным ее значением (9.80 г/см^3) для наиболее плотных зерен.

Взаимоотношения нового минерала с сопутствующими эгглестонитом и каломелью указывают на более раннее образование нового минерала (рис. 4).

Новый минерал получил название пояркопит (poarkovite) в память о В. Э. Пояркове, известном исследователе ртутных и сурьмяных месторождений и одном из первооткрывателей Хайдарканского месторождения.

Образцы минерала переданы для хранения в Центральный сибирский геологический музей при Институте геологии и геофизики СО АН СССР.

Литература

- Бердичевский Г. В., Лаврентьев Ю. Г., Чернявский Л. И. (1977). Нахождение концентраций элементов при количественном рентгеноспектральном микроанализе минералов. Геол. и геофиз., № 3.
- Кузнецов В. А. (1974). Месторождения ртути. Рудные месторождения СССР, т. 2. «Недра».
- Новикова Т. И., Григин В. М. (1976). К диагностике продуктов изменения эггестонита. ДАН ТаджССР, т. 19, № 8.
- Металлогения ртути. (1976). «Недра».
- Сауков А. А. (1946). Геохимия ртути. Тр. Ин-та геол. наук, вып. 78, минералого-геохимическая сер., № 17.
- Berger M. J., Seltzer S. M. (1964). Studies of Penetration of charged Particles in Matter. National Research Council Publ. 1133, National Academy of Sciences. Washington.
- Henke B. L., Ebisu E. S. (1974). Low energy X-ray electron absorption within solids (100—1500 ev region). Adv. in X-ray Analysis, v. 17.

Институт геологии и геофизики (ИГиГ)
СО АН СССР, Новосибирск.

УДК 549.0

Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, А. В. БЫКОВА, Т. А. КУРОВА

АРКТИТ $\text{Na}_2\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{F}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый фторфосфат натрия и кальция с изоморфной примесью бария обнаружен А. П. Хомяковым в 1977 г. при изучении зерна структурно-повисковых скважин, пробуренных в долине р. Вуоннемиок Хибинского щелочного массива. Минерал назван арктитом (arctite) по району находки от греческого слова arkt(ikos) — северный.

В рассматриваемом районе Хибинского массива нефелиновые сиениты комплексов рисчорритов и ийолит-уртитов пересекаются сравнительно маломощными (от 3—5 до 30 см) пегматитовыми прожилками, несущими минералы с предельно высокими содержаниями натрия и калия: натросилит, вуоннемит, ломоносвит, цирсиналит, казаковит, имандрит, натисит, кальборсит и др. (Хомяков, 1980). Арктит, представляющий собой минералогическую редкость, встречается в одном из прожилков этого типа в виде сравнительно крупного, диаметром 3×5 см, монокристалльного обособления, насыщенного многочисленными пойкилитовыми вростками кристаллов расвумита, виллиомита, эгирина, тенардита,² нового цирконосиликата калия.

Арктит бесцветный, водно-прозрачный минерал с сильным стекляннным до перламутрового на плоскостях спайности блеском. Спайность совершенная по базопинакоиду (001). Твердость около 5 по шкале Мооса. Плотность, определенная В. Ф. Недобой методом гидростатического взвешивания, 3.13 г/см³. Минерал оптически одноосный, отрицательный, $N = 1.577$, $N = 1.578$ (± 0.002). Отмечается аномальная двуосность. В воде минерал не растворяется, но легко растворим в 5%-ной HCl при

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 22 апреля 1980 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 18 сентября 1980 г.

² Первая находка в щелочных массивах. Минерал отсждестрлен с тенардитом по рентгенограмме порошка и оптическим свойствам.