

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.3

Д. чл. Н. С. РУДАШЕВСКИЙ, д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ,
А. Г. МОЧАЛОВ, Н. В. ТРУБКИН, Н. И. ШУМСКАЯ,
д. чл. В. В. ЖДАНОВ

КУПРОРОДСИТ CuRh_2S_4 И КУПРОИРИДСИТ CuIr_2S_4 — НОВЫЕ
ПРИРОДНЫЕ ТИОШПИНЕЛИ ПЛАТИНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ¹

Китайскими учеными на примере маланита $\text{Cu}(\text{Pt}, \text{Ir})_2\text{S}_4$ (Yu Tsu-Hsiang e. a., 1974; Zhiizhong e. a., 1978; Fleisher e. a., 1980) было показано, что элементы платиновой группы могут образовывать соединения группы тиошпинелей (Воган, Крейг, 1981). Кроме того, в платиновой минерализации ряда районов мира, связанной с ультрамафитами, неоднократно определялись сульфиды Ir, Rh, Pt, Cu, Fe и Ni, имеющие стехиометрию, близкую к тиошпинелям (Бегизов и др., 1975; Жданов, Рудашевский, 1980; Johan, Legendre, 1980; Cabri e. a., 1981). Обычно они присутствуют в виде очень мелких включений в Fe-Pt твердых растворах, что не позволяло провести полное детальное исследование этих минералов.

В платиновой минерализации из аллювиально-делювиальных отложений, связанных с альпинотипными гипербазитами ряда районов Дальнего Востока СССР (Разин и др., 1979; Жданов, Рудашевский, 1980), и в платиновой минерализации щелочно-ультраосновных массивов Кондёр, Инагли и Чад Алданского щита (Рожков и др., 1962; Рудашевский и др., 1983) обнаружены два новых сульфида с обобщенными формулами CuRh_2S_4 и CuIr_2S_4 . Они имеют широко варьирующий химический состав: определены многочисленные составы в ряду CuRh_2S_4 — CuIr_2S_4 — маланит $\text{Cu}(\text{Pt}, \text{Ir}, \text{Rh})_2\text{S}_4$. Новые минералы по физическим свойствам близки к маланиту и относятся к структурной группе природных тиошпинелей: кубические, $Fd\bar{3}m$, $Z=8$, $a_0 \approx 9.2$ Å. По химическому составу крайних членов изоморфных рядов эти минералы получили названия купрородсит (cuprorhodsite) и купроиридсит (cuproiridsite).

Химический состав. Новые минералы обычно присутствуют в виде мелких (первые микроны—0.15 мм) включений в Fe-Pt твердых растворах. Химический состав обоих минералов в пределах отдельных зерен обычно однороден (рис. 1 и 2). В то же время химический состав изученных сульфидов широко варьирует по содержанию нескольких минералообразующих элементов. Колебания состава могут быть существенными для нескольких включений в пределах даже одного зерна-хозяина (табл. 1, ан. 14—17, ан. 30—32 и др.). Расчет количественных анализов, однако, во всех случаях показывает практически одинаковые соотношения трех кристаллохимически различных групп атомов — $(\text{Cu} + \text{Fe} + \text{Ni} + \text{Co}) : (\text{Rh} + \text{Ir} + \text{Pt}) : \text{S} = 1 : 2 : 4$. Все составы изученных сульфидов могут быть представлены в виде суммы трех минералов: купрородситового CuRh_2S_4 , купроиридситового CuIr_2S_4 и маланитового CuPt_2S_4 (табл. 1, рис. 3). Анализ табл. 1 и расположения фигуративных точек

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 10 января 1983 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 сентября 1983 г.

сульфидов на диаграмме показывают, что существуют практически непрерывный ряд составов CuRh_2S_4 — CuIr_2S_4 — $\text{Cu}(\text{Pt}, \text{Ir})_2\text{S}_4$, т. е. от купорродсита до купроирридсита и от него до маланита. Обращает на себя внимание

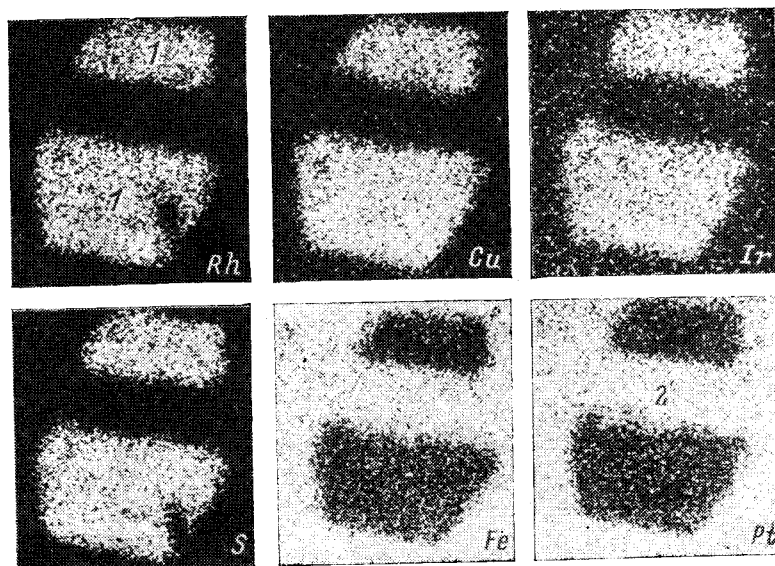


Рис. 1. Картины сканирования в характеристических рентгеновских лучах включений купорродсита (1) в изоферроплатине (2). Обр. К2, участок 100×100 мкм.

существенная примесь в купорродсита, иногда и в купроирридсита Fe и изредка Ni (табл. 1, ан. 1—11), что позволяет предположить существование в природе железистого и никелистого аналогов этих новых минералов.

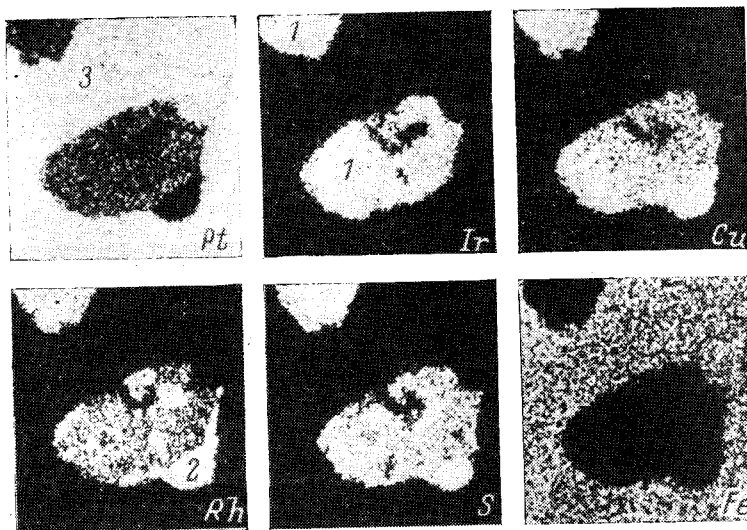


Рис. 2. Картины сканирования в характеристических рентгеновских лучах включений купроирридсита (1), срастающихся с минералом $(\text{Rh}, \text{Ir})_2\text{S}_3$ (2) в изоферроплатине (3). Обр. 3, участок 100×100 мкм.

Н а х о ж д е н и е. Зерна Fe-Pt твердых растворов, содержащие включения купорродсита и купроирридсита, обычно неокатанные или слабо окатанные, угловатой и комковидной формы, размер 0.2—4.5 мм, основную часть их составляет фракция 0.5—1.5 мм. Fe-Pt твердые растворы по составу и рентгенометрическим данным обычно отвечают изоферропла-

тине Pt_3Fe . Включения новых минералов округлые или полигональные, неправильной или изометрической формы. Они сопровождаются самородным Os, придосмином (Os, Ir), лауритом RuS_2 , эрликманитом OsS_2 , куперитом PtS, сперрилитом $PtAs_2$, маланитом $Cu(Pt, Ir, Rh)_2S_4$ и незазванным минералом $(Rh, Ir)_2S_3$, также включенными (размер включений до 300 мкм) в зернах изоферроплатины. Сульфиды, как правило, нарастают на пластинчатые кристаллы Fe-Pt твердых растворов. В одном из зерен изоферроплатины (Дальний Восток СССР) установлены округлые включения (5—80 мкм), сложенные мелкозернистым агрегатом купрородсита, халькопирита, борнита, Fe-Pt твердого раствора и незазванного минерала $CuPd_4S_2$ (обр. K1).

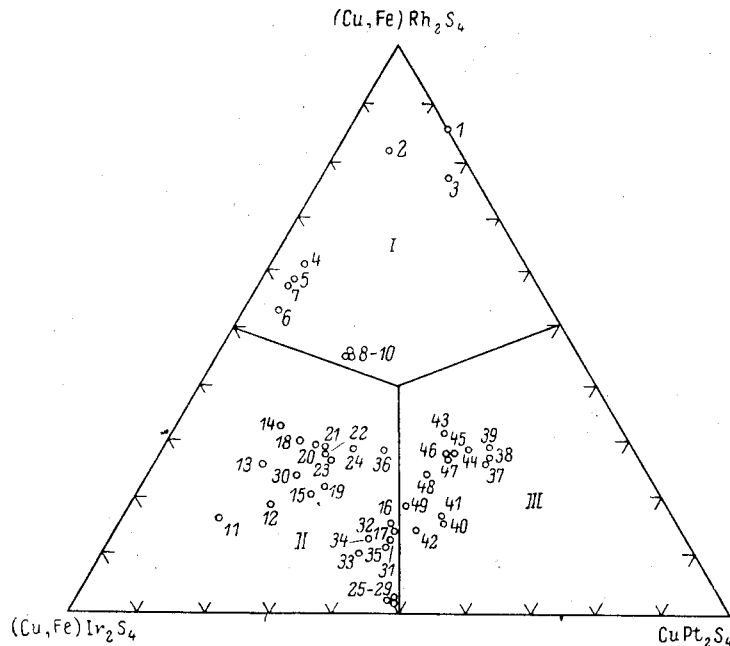


Рис. 3. Составы купрородсита, купроирридсита и маланита на диаграмме $(Cu, Fe)Rh_2S_4 - (Cu, Fe)Ir_2S_4 - CuPt_2S_4$.
1—49 — номера анализов в табл. 1, I — купрородсит, II — купроирридсит, III — маланит.

Физические свойства. Купрородсит и купроирридсит удавалось наблюдать только под микроскопом. Отдельные частички порошка этих минералов имеют металлический блеск, железо-черный цвет.

В отраженном свете в полированных шлифах новые сульфиды на фоне изоферроплатины имеют серый цвет, они темнее лаурита, куперита, сперрилита, минерала $(Rh, Ir)_2S_3$. По сравнению с лауритом и куперитом кажутся буроватыми. Оптически изотропны, внутренние рефлексy отсутствуют. Спайность не наблюдалась.

Купрородсит и купроирридсит, судя по относительному рельефу зерен, обладают средней твердостью. Они чрезвычайно хрупкие, что затрудняет измерение их твердости. Особенно хрупким оказывается купроирридсит. При нагрузке 50 г на зернах этого минерала не удается получить отпечаток без трещин хрупкого разрыва. Значение твердости изученных новых минералов и маланита с учетом низкой точности измерений (из-за плохого качества отпечатков) практически не различаются: для купрородсита 446—532 кгс/мм², $H_{op} = 498 \pm 30$ кгс/мм² ($n=6$, $P=50$ г); для купроирридсита 479—797 кгс/мм², $H_{op} = 578 \pm 140$ кгс/мм² ($n=5$, $P=30$ г), для маланита 445—479 кгс/мм², $H_{op} = 462$ кгс/мм² ($n=2$, $P=20$ г).

Купрородсит и купроирридсит стандартными реактивами и царской водкой (даже горячей) не травятся.

Химический состав купрородсита,

Анализ	Образец	Минерал, массив (регион)	Мас. %					
			Rh	Ir	Pt	Cu	Fe	Ni
1	K1	Купрородсит, Даль- ний Восток СССР	40.8	Не обн.	14.1	9.87	3.95	0.91
2	XXV-2	Купрородсит, Чад	39.6	10.3	6.8	7.55	5.31	Не обн.
3	V-4	Купрородсит, Даль- ний Восток СССР	37.0	3.72	18.0	6.33	3.04	2.51
4	K2	То же	27.7	28.9	4.00	6.61	4.38	Не обн.
5	K2	» »	26.2	31.2	3.88	6.03	4.85	» »
6	K2	» »	23.2	34.2	3.92	6.45	4.31	0.02
7	K2	» »	25.7	31.4	3.93	6.36	4.51	Не обн.
8	K4	» »	19.4	28.0	15.6	10.9	0.58	» »
9	K4	» »	19.4	28.2	15.2	10.7	0.59	0.05
10	K4	» »	19.1	29.1	13.5	7.78	2.61	0.15
11	XXV-5	Купроирисит, Чад	6.05	48.9	10.5	7.41	3.17	0.27
12	XXV-10	То же	6.90	43.7	15.20	9.63	0.97	0.50
13	XVI-11	Купроирисит, Кон- дёр	9.50	42.0	11.6	10.3	0.52	Не обн.
14	XVI-11	То же	12.4	39.6	11.4	9.33	0.35	» »
15	XVI-11	» »	7.55	37.9	18.7	9.58	0.67	» »
16	XVI-11	» »	5.92	31.3	30.3	10.7	0.20	» »
17	XVI-11	» »	5.73	29.8	30.0	10.5	0.17	» »
18	K5	Купроирисит, Даль- ний Восток СССР	11.3	37.6	14.8	11.5	Не обн.	» »
19	K5	То же	8.31	36.6	20.4	11.2	» »	» »
20	K5	» »	11.5	36.1	17.1	11.0	0.12	0.10
21	K5	» »	9.41	34.3	21.8	9.97	0.20	Не обн.
22	K5	» »	10.8	35.9	18.0	11.2	0.20	» »
23	K5	» »	10.1	33.6	19.3	11.3	Не обн.	» »
24	K5	» »	11.0	32.4	21.7	10.6	» »	» »
25	K3	» »	0.44	35.4	32.2	10.3	» »	» »
26	K3	» »	0.42	35.2	32.4	10.3	» »	» »
27	K3	» »	0.18	35.0	32.9	10.5	» »	» »
28	K3	» »	0.28	34.1	32.8	10.4	» »	» »
29	K3	» »	0.33	34.9	32.6	10.4	» »	» »
30	3	» »	8.90	38.8	16.0	10.1	0.42	0.38
31	3	» »	4.77	31.7	30.0	10.5	0.42	0.07
32	3	» »	5.06	31.0	30.0	10.2	0.38	0.04
33	XXVI-13	Купроирисит, Инаг- ли	3.53	35.9	26.0	10.0	0.56	Не обн.
34	XXVI-11	То же	4.30	34.0	27.0	10.4	0.82	» »
35	XXVI-3	» »	4.07	33.2	30.4	10.9	0.20	0.06
36	XXVI-8	» »	10.7	28.4	23.9	10.6	0.51	0.78
37	12/13-2	Маланит, Дальний Восток СССР	9.81	17.6	36.7	11.6	Не обн.	Не обн.
38	12/13-2	То же	10.2	17.3	36.9	11.7	» »	» »
39	12/13-1	» »	11.0	17.1	36.7	11.6	» »	» »
40	12/13-1	» »	5.63	25.7	34.9	11.6	0.04	» »
41	12/13-1	» »	6.01	25.6	34.7	11.8	0.06	» »
42	12/13-1	» »	5.15	28.2	31.8	11.3	0.15	» »
43	XVI-2	Маланит, Кондёр	12.8	20.6	31.5	10.8	0.07	» »
44	XVI-2	То же	10.9	19.3	34.9	10.7	0.11	» »
45	XVI-2	» »	10.6	21.0	33.1	11.3	0.15	» »
46	XVI-2	» »	10.6	21.6	32.4	10.6	0.10	» »
47	XVI-2	» »	10.3	22.0	33.1	11.3	0.06	» »
48	XVI-3	» »	8.9	25.0	30.0	10.6	0.37	» »
49	XXVI-7	Маланит, Инагли	6.74	30.0	30.7	9.83	1.27	» »

Примечание. Анализы выполнены на микросонде «Камека», условия анализа рассмотрены

В табл. 2 приведены значения коэффициентов отражения и цветовые характеристики купрородсита, купроирисита и маланита. Они соответствуют для всех рассматриваемых минералов нейтральному серовато-белому цвету. Коэффициенты цветности их практически совпадают с коэффициентами цветности источника света, что указывает на отсутствие ка-

Таблица 1

купроиридита и маланита			Коэффициенты в формуле, S = 4,00							Миналы, мол.%		
Co	S	сумма	Rh	Ir	Pt	Cu	Fe	Ni	Co	Rh	Ir	Pt
0.03	30.4	100.06	1.67	—	0.30	0.66	0.30	0.06	—	84.8	—	15.2
He обн.	29.8	99.36	1.66	0.23	0.15	0.51	0.41	—	—	81.4	11.3	7.3
» »	29.0	99.60	1.59	0.09	0.41	0.44	0.24	0.19	—	76.1	4.3	19.6
0.11	27.6	99.0	1.24	0.70	0.10	0.48	0.36	—	0.01	60.8	34.3	4.9
0.09	27.6	99.75	1.18	0.75	0.09	0.44	0.40	—	0.01	58.4	37.1	4.5
0.33	27.3	99.73	1.06	0.84	0.09	0.48	0.36	—	0.03	53.5	42.2	4.5
0.18	27.5	99.58	1.16	0.76	0.09	0.47	0.38	—	0.02	57.7	37.8	4.5
0.05	25.4	99.94	0.95	0.74	0.40	0.87	0.05	—	—	45.5	35.4	19.1
He обн.	25.7	99.84	0.94	0.73	0.39	0.86	0.05	—	—	45.6	35.4	19.0
0.04	26.3	98.58	0.91	0.74	0.34	0.60	0.23	—	0.01	45.7	37.2	19.0
He обн.	24.6	100.9	0.31	1.33	0.28	0.61	0.30	0.02	—	16.1	69.3	14.6
» »	24.8	101.7	0.35	1.18	0.40	0.78	0.09	0.04	—	18.0	61.0	21.0
» »	25.1	99.12	0.47	1.12	0.30	0.83	0.05	—	—	24.9	59.3	15.9
» »	25.1	98.18	0.62	1.05	0.30	0.74	0.03	—	—	31.5	53.3	15.3
» »	24.6	99.0	0.38	1.03	0.50	0.79	0.06	—	—	19.9	53.9	26.2
» »	23.4	101.82	0.32	0.89	0.85	0.92	0.02	—	—	15.5	43.2	41.3
» »	24.2	100.40	0.30	0.82	0.82	0.88	0.02	—	—	15.4	42.3	42.3
» »	24.6	99.80	0.57	1.02	0.40	0.94	—	—	—	28.6	51.3	20.1
» »	23.8	100.31	0.44	1.03	0.56	0.95	—	—	—	21.5	50.5	27.5
» »	24.9	100.82	0.58	0.97	0.45	0.89	0.01	0.01	—	29.0	48.5	22.5
—	25.0	100.68	0.57	0.92	0.47	0.80	0.02	—	—	29.1	46.9	24.0
He обн.	24.4	100.52	0.55	0.98	0.49	0.92	0.02	—	—	27.2	48.5	24.3
» »	24.8	99.10	0.51	0.90	0.51	0.92	—	—	—	26.6	46.9	26.5
» »	25.1	100.80	0.55	0.86	0.57	0.85	—	—	—	27.8	43.4	28.8
» »	22.4	100.74	0.02	1.05	0.95	0.93	—	—	—	1.0	52.0	47.0
» »	22.8	101.12	0.02	1.03	0.93	0.91	—	—	—	1.0	52.0	47.0
» »	22.4	101.02	0.01	1.04	0.97	0.95	—	—	—	0.5	51.5	48.0
» »	22.7	100.28	0.02	1.00	0.95	0.92	—	—	—	1.0	50.8	48.2
» »	22.6	100.83	0.02	1.03	0.95	0.93	—	—	—	1.0	51.5	47.5
» »	24.3	98.80	0.46	1.06	0.43	0.84	0.04	0.03	—	23.5	54.4	22.1
» »	23.6	101.06	0.25	0.90	0.84	0.90	0.04	0.01	—	12.6	45.3	42.1
» »	23.7	100.38	0.27	0.87	0.83	0.87	0.04	—	—	13.7	44.2	42.1
» »	22.3	98.29	0.20	1.07	0.77	0.91	0.06	—	—	9.8	52.5	37.7
» »	23.0	99.52	0.23	0.99	0.77	0.91	0.08	—	—	11.6	49.7	38.7
» »	23.1	101.93	0.22	0.96	0.86	0.95	0.02	0.01	—	10.8	47.0	42.2
» »	24.2	99.09	0.55	0.78	0.65	0.88	0.05	0.07	—	27.8	39.4	32.8
» »	24.0	99.71	0.51	0.49	1.00	0.98	—	—	—	25.4	24.4	50.2
» »	24.4	100.5	0.52	0.47	0.99	0.97	—	—	—	26.2	23.8	50.0
» »	24.6	101.0	0.56	0.46	0.99	0.95	—	—	—	27.8	23.2	49.0
» »	23.6	101.47	0.30	0.73	0.97	0.99	—	—	—	14.9	36.4	48.7
» »	23.5	101.67	0.32	0.73	0.97	1.01	0.01	—	—	15.8	36.0	48.1
» »	23.1	99.70	0.28	0.81	0.91	0.99	0.01	—	—	13.9	40.8	45.3
» »	24.6	100.37	0.65	0.56	0.84	0.89	0.01	—	—	31.7	27.3	41.0
» »	24.9	100.81	0.55	0.52	0.92	0.87	0.01	—	—	27.6	26.1	46.3
» »	24.6	100.75	0.54	0.57	0.89	0.93	0.01	—	—	27.0	28.5	44.5
» »	23.8	99.10	0.55	0.61	0.90	0.90	0.01	—	—	26.7	29.6	43.6
» »	24.0	100.86	0.53	0.61	0.91	0.95	0.01	—	—	25.8	29.8	44.4
» »	24.3	99.18	0.46	0.69	0.81	0.88	0.04	—	—	23.3	35.1	41.6
» »	23.6	102.14	0.36	0.85	0.86	0.84	0.12	—	—	17.4	41.1	41.5

нами ранее (Жданов, Рудашевский, 1980).

ких-либо цветовых оттенков. Величина отражения средняя, варьирующая для зерен минералов различного состава по спектру от 32.0 до 40.0 %. Некоторые колебания абсолютных значений R рассматриваемых минералов могут быть обусловлены различным качеством полировки зерен (мелкие размеры, положение включений на краю зерна минерала-«хозяина»).

Спектральные кривые отражения купрородсита, купроиридсита и маланита простые, но имеют для минералов различного состава разную морфологию (рис. 4): в целом можно заметить, что преобладающие купрородситовый и маланитовый миалы в составе этих минералов обеспечивают

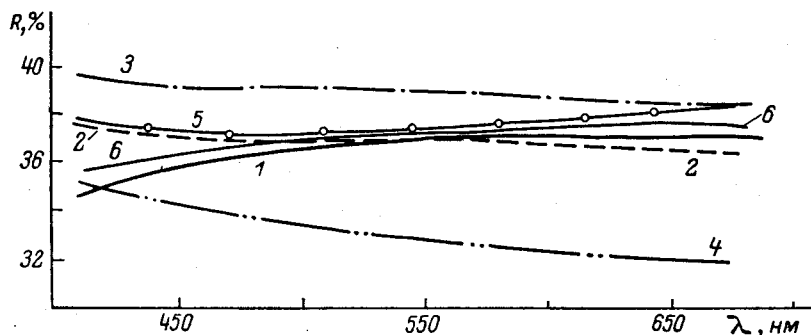


Рис. 4. Кривые дисперсии отражения купрородсита (1 — обр. К1, 2 — обр. К2, 3 — обр. К4), купроиридсита (4 — обр. XXV-5, 5 — обр. К3) и маланита (6 — обр. XVI-2) по данным табл. 2.

аномальный тип дисперсии R (обр. К1 и XVI-2), в то время как преобладание купроиридситового минала, видимо, меняет тип дисперсии R на нормальный (обр. XXV-5).

Электронная микроскопия. Проведено изучение купроиридсита (обр. XXV-3) на электронном микроскопе JEM-100С, снабженном энергодисперсионным спектрометром «Кевех-5100». В электронно-

Таблица 2

Отражение и твердость купрородсита, купроиридсита и маланита

Длина волны λ , нм	Минерал, образец					
	купрородсит			купроиридсит		маланит
	К1	К2	К4	XXV-5	К3	XVI-2
460	35.6	37.5	39.5	35.0	37.5	34.8
480	35.8	37.3	39.3	34.4	37.2	35.3
500	36.4	37.2	39.3	34.0	37.1	35.8
520	36.6	37.2	39.2	34.0	37.1	36.3
540	36.7	37.1	39.2	33.6	37.2	36.5
560	36.8	37.0	39.1	33.4	37.2	36.7
580	36.9	37.0	39.1	33.1	37.5	36.9
600	37.0	37.0	39.1	32.8	37.7	37.1
620	37.0	37.0	39.0	32.6	37.8	37.4
640	37.0	37.0	38.9	32.4	37.8	37.5
660	37.0	36.9	38.8	32.2	37.8	37.6
680	37.0	36.8	38.8	32.1	38.1	37.8
700	37.0	36.7	38.7	32.0	38.4	37.9
720	37.1	36.6	38.6	32.0	38.7	38.1
740	37.2	36.6	38.5	32.0	38.8	38.2

Характеристика цвета по источнику А

Y	36.7	37.0	39.1	33.0	37.4	36.8
X	0.450	0.447	0.446	0.441	0.449	0.453
y	0.408	0.407	0.408	0.405	0.406	0.409
λ_d , нм	590	0	0	485	500	0
P_e , %	3	0	0	4	0	0

Примечание. Отражение измерено на приборе МФП-1, эталон Si, объектив 21x.

оптических суспензионных препаратах (отобраны с помощью ультразвукового диспергатора конструкции Л. Н. Вьясова, ИГЕМ АН СССР) купроиридсит представлен обломками монокристаллов неправильной формы размером 0.2—1 мкм (рис. 5, а). Состав частиц нового минерала контролировался на ППД. Полученные от тонких участков кристаллов серии микродифракционных картин однозначно индицируются в предположении гранецентрированной кубической элементарной ячейки минерала с $a_0 = 9.92 \pm 0.04 \text{ \AA}$ (рис. 5).

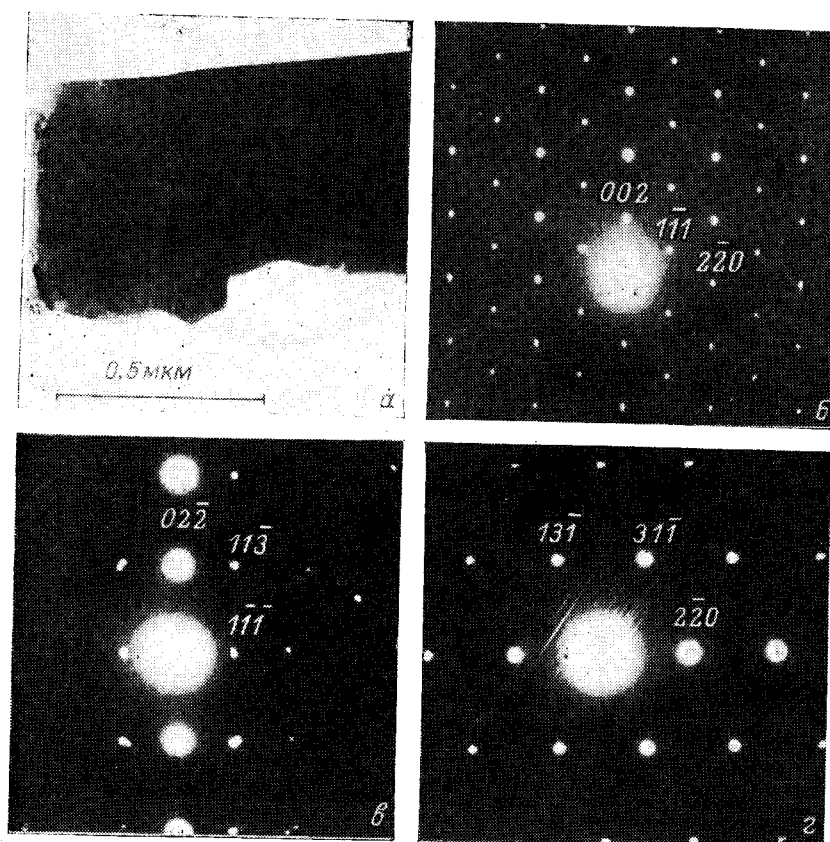


Рис. 5. Результаты электронно-микроскопического изучения (JEM-100 С) частиц купроиридита.
 а — изображение фрагмента монокристалла, б—г — микродифракционные картины, отображающие плоскости обратной решетки соответственно: $(110)^*$, $(211)^*$ и $(114)^*$.

Рентгенометрическая характеристика. Из-за малых размеров зерен новых сульфидов они исследовались только методом порошка. Мономинеральный материал извлекался с полированной поверхности образцов на микроскопе «Neophot» с помощью объектива с алмазной пирамидкой. Порошок собирался каплей резинового клея. В табл. 3 видно, что дебаграммы купрородсита, купроиридсита и маланита идентичны друг другу. Все отражения на рентгенограмме купрородсита и подавляющее большинство линий дебаграммы купроиридсита индицируются в предположении гранецентрированной кубической элементарной ячейки, характерной для тиошпинелей, пространственная группа $Fd\bar{3}m$, $Z=8$. На некоторых дебаграммах купроиридсита и маланита, однако, иногда фиксируются слабые отражения (1—2 линии), которые индицируются только со «смешанными» (четными—нечетными) индексами. Отнести их к определенным минералам не удалось. Присутствие этих линий

Таблица 3

Результаты расчета дебаеграмм купрородсита, купроиридсита и маланита

Купрородсит, обр. К2			Купроиридсит, обр. XXV-5			Купроиридсит, обр. К3			Маланит, обр. XI-2			
I	d _{изм}	d _{расч}	I	d _{изм}	d _{расч}	I	d _{изм}	d _{расч}	I	d _{изм}	d _{расч}	hkl
4	5.7	5.7	5	5.7	5.7	3	5.8	5.7	5	5.8	5.7	111
									2*	3.15	3.14	013
10	3.00	2.98	10	3.00	2.99	10	3.01	2.99	10	3.01	2.99	311
4	2.87	2.85	3	2.87	2.86	4	2.87	2.86	3	2.89	2.86	222
			2*	2.743	2.748							230
7	2.480	2.470	9	2.489	2.477	7	2.487	2.480	9	2.492	2.480	400
2	2.264	2.267	1	2.292	2.274	2	2.292	2.276	2	2.271	2.276	331
									2	2.038	2.025	422
8	1.904	1.901	7	1.912	1.907	8	1.915	1.909	9	1.916	1.909	333, 511
10	1.758	1.747	10	1.760	1.752	9	1.759	1.754	10	1.759	1.754	440
4	1.672	1.670	5	1.681	1.675	4	1.676	1.677	4	1.675	1.677	531
2	1.510	1.507	3	1.515	1.511	4	1.509	1.513	2	1.516	1.513	533
3	1.488	1.489	4	1.490	1.494	3	1.498	1.495	3	1.495	1.495	622
4	1.427	1.426	4	1.436	1.430	4	1.433	1.432	3	1.430	1.432	444
						3	1.391	1.389	2	1.390	1.389	551, 711
5	1.286	1.286	6	1.290	1.290	6	1.292	1.291	6	1.294	1.291	553, 731
			1*	1.263	1.259	1*	1.260	1.260	1*	1.264	1.260	732, 651
2	1.233	1.235	2	1.238	1.239	3	1.237	1.240	2	1.240	1.240	800
4	1.140	1.140	3	1.148	1.144	5	1.146	1.145	4	1.147	1.145	555, 751
4	1.132	1.133	1	1.136	1.137	3	1.136	1.138	2	1.135	1.138	662
5	1.102	1.104	6	1.107	1.108	5	1.109	1.109	7	1.109	1.109	840
						3	1.087	1.089	3	1.087	1.089	753
4	1.035	1.035	3	1.038	1.039	3	1.040	1.040	5	1.038	1.040	931
9 ш.	1.009	1.008	7	1.011	1.011	8	1.013	1.012	9	1.011	1.012	
						5	1.012	1.012	5	1.010	1.012	844
						2	0.997	0.997	4	0.9945	0.9970	933

Параметр элементарной ячейки (a_0 , Å)

9.88 ± 0.01 | 9.91 ± 0.01 | 9.92 ± 0.01 | 9.92 ± 0.01

Объем элементарной ячейки (V_0 , Å³)

964.4 | 973.2 | 976.2 | 976.2

Рентгеновская плотность ($\rho_{\text{рентг}}$, г/см³)

6.74 | 7.24 | 7.98 | 7.45

Примечание. Условия съемки: РКД-57.3, резиновый шарик, $d=0.2$ мм, Fe излучение, внешний стандарт — NaCl; a_0 рассчитаны по 10–15 последним (в области больших углов 2θ) отражениям рентгенограммы. Звездочкой отмечены линии, не отвечающие гранецентрированной элементарной ячейке минерала.

на дебаеграммах может быть обусловлено частичной упорядоченностью катионов в структуре изученных минералов в отличие от типичных тиошинелей. Окончательное решение этого вопроса возможно только при детальном исследовании структуры данных минералов. Меньшие значения a_0 для купрородсита по сравнению с купроиридситом и маланитом находятся в соответствии с известными данными о размерах ионов Rh, Ir и Pt.

Рентгеновская плотность новых сульфидов платиновых элементов максимальна для составов минералов, обогащенных маланитовым минералом, несколько уменьшается для купроиридсита и минимальна для купрородсита (табл. 3).

Купрородсит, купроиридсит, маланит и сопровождающие их сульфиды и арсениды платиновых элементов являются типичными минералами сульфидно-платинового парагенезиса платиноидов в ультрамафитах (Рудашевский и др., 1983).

Авторы искренне благодарны Я. А. Пахомовскому и Л. Н. Вяльсову за практическую помощь при выполнении настоящей работы.

Цементно-полированный шлиф с зернами изоферроплатины, содержащей включения купрородсита и купроиридсита, передан в Горный музей Ленинградского горного института.

Литература

- Бегизов В. Л., Борисенко А. Ф., Усков Е. Д. Сульфиды и природные твердые растворы платиноидов из ультрабазитов Гусевогорского массива (Урал). — ДАН СССР, 1975, т. 225, № 6, с. 1408—1411.
- Воган Д., Крейг Дж. Химия сульфидных минералов. М.: Мир, 1981. 575 с.
- Жданов В. В., Рудашевский Н. С. Новый тип золото-платиновой минерализации в метасоматитах по базитам. — ДАН СССР, 1980, т. 252, № 6, с. 1452—1456.
- Разин Л. В., Мочалов А. Г., Разина Т. П., Чубаров В. М. Минералы платиновых металлов в аллювиальных россыпях одного из районов гипербазитовых массивов Корякско-Камчатской складчатой области. — Геол. и геофиз., 1979, № 12, с. 72—79.
- Рожков И. С., Кицул В. И., Разин Л. В., Боршанская С. С. Платина Алданского щита. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 119 с.
- Рудашевский Н. С., Мочалов А. Г., Жданов В. В. Минеральные парагенезисы платиноидов ультрамафитов. — ЗВМО, 1983, вып. 1, с. 3—13.
- Cabri L. J., Criddle A. J., Lafamme J. H. G., Bearne G. S., Harris D. C. Mineralogical study of complex Pt-Fe nuggets from Ethiopia. — Bull. Miner., 1981, vol. 104, p. 508—525.
- Fleischer M. e. a. New mineral names. — Amer. Miner., 1980, vol. 65, N 3—4, p. 406—408.
- Johan Z., Legendre O. Mineralogie des platinoides dans les chromites massives du feuillet ophiolitique de la Nouvelle-Caledonie. Res. princ. result. sci. et techn. ser. geol. nat. — Bur. rech. geol. et miner. Paris; 1980, p. 599.
- Yu Tsu-Hsiang, Lin Shu-Jen, Chao Pao, Fang Ching-Sung, Huang Chi-Shun. A preliminary study of some new minerals of the platinum group, and another associated new one in platinum-bearing intrusions in a region in China. — Acta Geol. Sinica, 1974, N 2, p. 202—218.
- Zhizhong P., Chiehung C., Lovlov X. Discussion on published articles in the research of new minerals of the platinum-group discovered in China in recent years. — Acta Geol. Sinica, 1978, N 4, p. 326—336.

УДК 549.51

Д. члены Б. В. ЧЕСНОКОВ, Л. Ф. БАЖЕНОВА

СРЕБРОДОЛЬСКИТ $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый минерал — сложный окисел состава $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ — найден Б. В. Чесноковым летом 1982 г. в терриконах угольных шахт г. Копейска (Челябинский угольный бассейн на Южном Урале). Он получил название сребродольскит (srebrodolomite) в честь известного советского украинского минералога Б. И. Сребродольского (р. 1927), ряд трудов которого посвящен минералогии горящих терриконов угольных шахт.

Сребродольскит находится в обожженных кусках окаменелого дерева, которые широко распространены в горелых породах терриконов Челябинского бассейна. В отвалах шахт и разрезов куски окаменелого дерева — обычная составная часть наряду с кусками аргиллитов, глинистых сланцев, алевролитов, песчаников и конгломератов. Размеры кусков окаменелого дерева обычно около 20×30 см, но нередко куски стволов диаметром до 0.5 м и более. С поверхности цвет этих кусков желтоватый, а в изломе — темно-бурый. Состоят такие псевдоморфозы из кальцита, анкерита и перемешанной примеси битуминозного вещества.

В очагах самовозгорания углесодержащих пород терриконов и других отвалов окаменелое дерево обжигается и его кусок превращается в своеобразный «орех» (рис. 1). Скорлупа «ореха» достигает толщины 2—3 см и состоит из тонкозернистого ангидрита светло-серого или розовато-серого цвета. Ядро «ореха» сложено светло-серой или белой землистой массой,

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 22 марта 1984 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 октября 1984 г.