

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.27

В. Д. БЕГИЗОВ, Е. Н. ЗАВЬЯЛОВ, Н. С. РУДАШЕВСКИЙ,
Л. Н. ВЯЛЬСОВ

КАШИНИТ $(Ir, Rh)_2S_3$ — НОВЫЙ СУЛЬФИД ИРИДИЯ И РОДИЯ¹

При исследовании коренной платиновой минерализации Нижнетагильского (Урал) ультраосновного массива и платиновых минералов из четвертичных отложений в пределах развития одного из базит-гипербазитовых массивов Дальнего Востока СССР был обнаружен минерал, отвечающий составу $(Ir, Rh)_2S_3$. До сих пор были известны лишь находки малоизученных сульфидов родия и иридия $(Rh, Ir)_2S_3$ (Бегизов и др., 1975; Рудашевский, Жданов, 1983). В честь известного исследователя рудных месторождений Урала проф. С. А. Кашина новый минерал назван нами кашинитом (kashinite).

Кашинит встречается в виде сростаний с минералами платиновых элементов (с Fe-Pt твердыми растворами, осмиридом, лауритом, эрликманитом и с сульфидом железа, меди, иридия и родия), а также с хромитом. Форма зерен нового минерала слегка удлиненная, реже изометричная с ровными и плавными очертаниями (рис. 1). Размеры его выделений от 10—15 мкм до нескольких десятых долей миллиметра.

В сепарированном виде под бинокулярной лупой кашинит выглядит серовато-черным с металлическим блеском и раковистым изломом, немагнитен. В отраженном свете под микроскопом минерал светло-серого цвета с едва заметным двуотражением, в скрещенных николях отчетливо

Т а б л и ц а 1

Дисперсия отражения кашинита (R , %).

Длина волны (нм)	R_1	R_2	Длина волны (нм)	R_1	R_2
440	43.7	45.9	600	47.4	46.3
460	45.1	45.5	620	47.1	46.5
480	46.1	45.5	640	46.8	46.6
500	46.8	45.6	660	46.6	46.8
520	47.2	45.7	680	46.3	46.9
540	47.5	45.8	700	46.0	47.0
560	47.6	46.0	720	45.6	47.0
580	47.6	46.2	740	45.1	47.1

П р и м е ч а н и е. «ПИОР», эталон — кремний, измерения производились в воздухе.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 9 марта 1982 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 7 июля 1982 г.

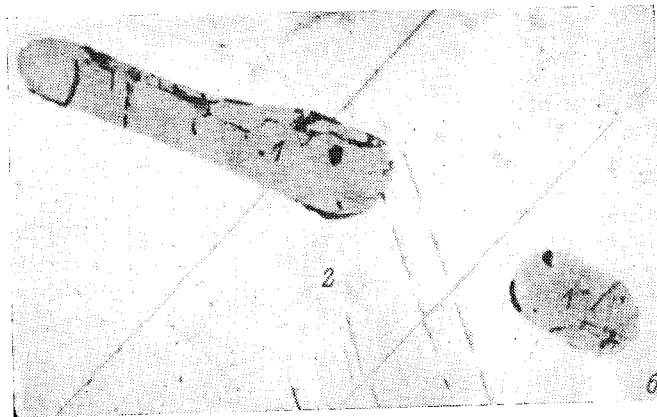
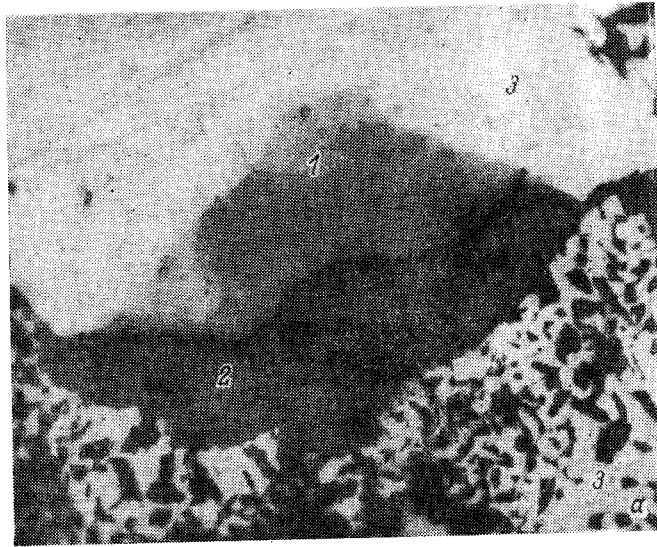


Рис. 1. Взаимоотношения кашинита с ассоциирующими с ним минералами.
 а — сростание кашинита (1) с минералом состава $(\text{Fe}, \text{Cu})(\text{Rh}, \text{Ir})_2\text{S}_4$ (2) и Fe-Pt твердым раствором (3); Нижнетагильский массив, увел. 440; б — включения кашинита (1) в изоферроплатине (2) Дальний Восток СССР; увел. 600.

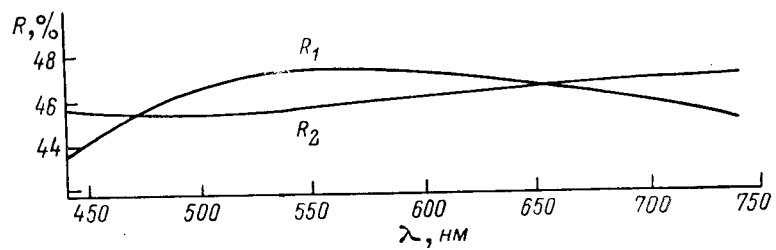


Рис. 2. Кривые дисперсии (R_1 и R_2) отражения кашинита.

Таблица 2

Химический состав (мас.%) кашинита

Анализ	Образец	Ir	Rh	Pt	Ru	Cu	S	Сумма
1	СГ-6/1	63.7	12.6	—	—	—	22.7	99.0
2	6/4	66.8	10.2	—	—	—	22.7	99.7
3	6/8	75.8	1.7	—	—	0.8	21.6	99.9
4	8/9	57.1	17.4	—	—	0.4	23.7	98.6
5	8/10	72.0	6.8	—	—	0.4	22.7	101.9
6	8/8	60.6	15.2	—	—	—	23.4	99.2
7	8/7	59.0	17.6	—	—	—	23.1	99.7
8	IV/1a	66.5	11.1	—	—	—	22.8	100.4
9	IV/16	65.8	11.9	—	—	—	22.9	100.6
10	Отд.	58.8	17.3	—	—	—	23.3	99.3
11	1/3	57.1	18.5	—	—	—	23.6	99.2
12	8/26	54.8	20.8	—	—	—	24.8	100.4
13	8/36	52.6	22.9	—	—	—	24.6	100.1
14	XIII-1	52.4	22.4	0.74	0.5	—	24.0	100.04
15	XIII-1	54.3	20.6	0.78	0.5	—	24.0	100.18
16	XIII-1	54.4	21.6	0.94	0.5	—	24.2	101.64
17	XIII-1	54.0	21.1	0.75	0.5	—	23.9	100.25
18	XIII-1	53.2	19.8	0.94	0.5	—	24.0	98.44

Формула

- Ан. 1 — $(Ir_{1.43}Rh_{0.53})_{1.96}S_{3.04}$
 Ан. 2 — $(Ir_{1.51}Rh_{0.43})_{1.94}S_{3.06}$
 Ан. 3 — $(Ir_{1.80}Rh_{0.08}Cu_{0.06})_{1.94}S_{3.06}$
 Ан. 4 — $(Ir_{1.23}Rh_{0.70}Cu_{0.03})_{1.96}S_{3.04}$
 Ан. 5 — $(Ir_{1.62}Rh_{0.29}Cu_{0.03})_{1.94}S_{3.04}$
 Ан. 6 — $(Ir_{1.32}Rh_{0.62})_{1.94}S_{3.06}$
 Ан. 7 — $(Ir_{1.28}Rh_{0.71})_{1.99}S_{3.01}$
 Ан. 8 — $(Ir_{1.49}Rh_{0.46})_{1.95}S_{3.05}$
 Ан. 9 — $(Ir_{1.46}Rh_{0.49})_{1.95}S_{3.05}$
 Ан. 10 — $(Ir_{1.28}Rh_{0.70})_{1.98}S_{3.02}$
 Ан. 11 — $(Ir_{1.23}Rh_{0.74})_{1.97}S_{3.03}$
 Ан. 12 — $(Ir_{1.13}Rh_{0.80})_{1.93}S_{3.07}$
 Ан. 13 — $(Ir_{1.08}Rh_{0.88})_{1.96}S_{3.04}$
 Ан. 14 — $(Ir_{1.09}Rh_{0.87}Pt_{0.02}Ru_{0.02})_{2.00}S_{3.00}$
 Ан. 15 — $(Ir_{1.14}Rh_{0.80}Pt_{0.02}Ru_{0.02})_{1.98}S_{3.02}$
 Ан. 16 — $(Ir_{1.13}Rh_{0.83}Pt_{0.02}Ru_{0.02})_{2.00}S_{3.00}$
 Ан. 17 — $(Ir_{1.13}Rh_{0.83}Pt_{0.02}Ru_{0.02})_{2.00}S_{3.00}$
 Ан. 18 — $(Ir_{1.10}Rh_{0.83}Pt_{0.02}Ru_{0.02})_{1.97}S_{3.03}$

Примечание. Ан. 1—13 выполнены на рентгеновском микроанализаторе MAP-2, эталоны Rh_2S_4 , Ir (синтетический), Cu, пирит, галенит, аналитические пинии L_{α} (для Ir и Rh) и K_{α} (для S и Cu), ускоряющее напряжение 35 кВ, диаметр зонда 2—3 мкм; вводились поправки на атомный номер и поглощение). Ан. 14—18 — выполнены на микроанализаторе MS-46 «Камека», условия анализа и особенности пересчета относительных интенсивностей на концентрации рассматривались ранее (Рудашевский, Жданов, 1983).

анизотропный в красновато-фиолетовых тонах. Минерал оптически двуосный, дисперсия отражения имеет смешанный характер и меняет знак (табл. 1, рис. 2).

Твердость микровдавливания кашинита $H_{op} = 1529 \pm 477$ кгс/мм² (ПМТ-3, тарированный по NaCl, $H_{5гс} = 21$ кгс/мм²; $P = 50$ гс). Мелкие, едва заметные трещинки возникают вокруг отпечатков алмазной пирамидки при нагрузке на индентор в 20 гс, при нагрузке в 200 гс отпечатки разрушаются. Минерал хрупкий, со слабо упругими свойствами, спайность отсутствует, стандартными реактивами не травится.

Химический состав кашинита в пределах отдельных зерен относительно однороден (рис. 3). Основными компонентами нового минерала являются иридий, родий и сера. В качестве примесей в образцах из Нижнетагиль-

Результаты расчета дебаеграммы кашинита и искусственного соединения Rh_2S_3

Кашинит (обр. СГ-6/1)				Rh_2S_3 (ASTM, 21-1017)		
I	$d_{изм}$	hkl	$d_{расч}$	I	d	hkl
1	2	3	4	5	6	7
3	4.23	200	4.23	40	4.23	200
3	3.83	111	3.83	50	3.82	111
2	3.05	002	3.07	70	3.07	002
10	2.99	211, 020	3.01, 3.00	100	3.01	211
				70	2.99	020
1	2.70	021	2.70	20	2.687	021
1/2	2.59	112, 121	2.60, 2.57	20	2.599	112
				40	2.555	121, 310
2	2.55	310	2.55			
2	2.37	311	2.36	20	2.357	311
1	2.30	212	2.30	10	2.291	212
4	2.14	022	2.15	70	2.142	022
3	2.11	400	2.11	50	2.115	400
2	2.08	122, 302	2.08, 2.08	40	2.074	122, 302
1/2	1.939	013 *	1.938			
2	1.913	222	1.914	20	1.910	222
				50	1.895	411
3 ш.	1.888	113	1.890	50	1.886	113
4	1.758	213	1.762	60	1.761	213
				50	1.740	402
6 ш.	1.736	231	1.734	80	1.729	231, 420
1	1.712	322	1.707	20	1.705	322
2	1.596	313	1.597	10	1.596	313
1	1.572	511, 223	1.576, 1.571	10	1.575	511, 331
2	1.536	004	1.536	10	1.533	004
3	1.507	422	1.506	50	1.504	422
				10	1.496	040
1/2	1.440	332, 512	1.441, 1.438			
1	1.426	413	1.428	10	1.428	413
2	1.414	431, 240	1.414, 1.414	20	1.409	431, 240
2	1.366	024	1.367	20	1.365	024
3	1.356	233	1.356	50	1.353	233
3	1.348	042	1.348	50	1.347	124, 304
				40	1.345	042
3	1.340	611	1.338	50	1.339	611
1/2	1.331	142	1.331	20	1.328	142, 522
				10	1.320	423
1	1.281	602	1.280	40	1.282	602, 242
1	1.275	620, 333	1.275, 1.276	60	1.275	620, 333
1/2	1.250	621	1.248			
3	1.230	005, 324	1.229, 1.230	60	1.229	324
2	1.224	440	1.223	40	1.221	440
1	1.219	034 *	1.218	40	1.214	342
3	1.192	115	1.192	60	1.190	115
1	1.184	433	1.184	50	1.184	433
3	1.179	622, 051	1.178, 1.178	50	1.178	622
3	1.160	603, 215	1.161, 1.158	80	1.156	215
3	1.149	424	1.148	100	1.147	424
2	1.141	613	1.139			
4 ш.	1.136	442, 251	1.136, 1.135			
1/2	1.126	305, 125	1.126, 1.127			
1	1.108	152, 315	1.108, 1.107			
3	1.093	533	1.092			
3	1.073	044	1.073			
2	1.065	144	1.065			
1	1.058	800	1.056			
1	1.055	434, 325	1.055, 1.055			
3	1.039	244, 703, 810	1.040, 1.040			

Таблица 3 (продолжение)

Кашинит (обр. СГ-6/1)				Rh ₂ S ₃ (ASTM, 21-1017)		
I	d _{изм}	hkl	d _{расч}	I	d	hkl
1	2	3	4	5	6	7
4	1.028	451, 153	1.029, 1.028			
3	1.016	106, 235	1.017, 1.016			
3	1.007	253	1.006			
3	1.005	633	1.004			
3	1.004	344	1.003			
3	1.001	425	1.001			
3	0.999	802	0.999			
4	0.982	216	0.982			

Примечание. Условия съемки: FeK α излучение, камера РКД-57.3, диаметр препарата, изготовленного методом резинового шарика, 0,3 мм; при расчете дебаеграмм вводились поправки, полученные по эталонным веществам (NaCl, PbS). Ограждения, отмеченные звездочкой, не отвечают пространственной группе Pbcn.

ского массива присутствует только медь (табл. 1, ан. 1—13), а в образцах из четвертичных отложений Дальнего Востока — платина и рутений (табл. 1, ан. 14—19). Состав кашинита варьирует от почти чистого Ir₂S₃ (табл. 2, ан. 3) до состава с отношением иридия к родию 1 : 0,8 (табл. 2, ан. 14). Идеализированная формула кашинита (Ir, Rh)₂S₃, где Ir > Rh (ат. %).

Рентгенометрические исследования кашинита выполнены методом порошка. Препарат для съемки был приготовлен из мономинерального зерна кашинита (чистота его контролировалась под микроскопом и бинокулярной лупой). Рентгенограмма кашинита индицируется в предположении ромбической сингонии нового минерала и совпадает с рентгенограммой его структурного аналога — синтетического Rh₂S₃ (табл. 3, 4), что свидетельствует о существовании изоморфного ряда Ir₂S₃—Rh₂S₃. В этом

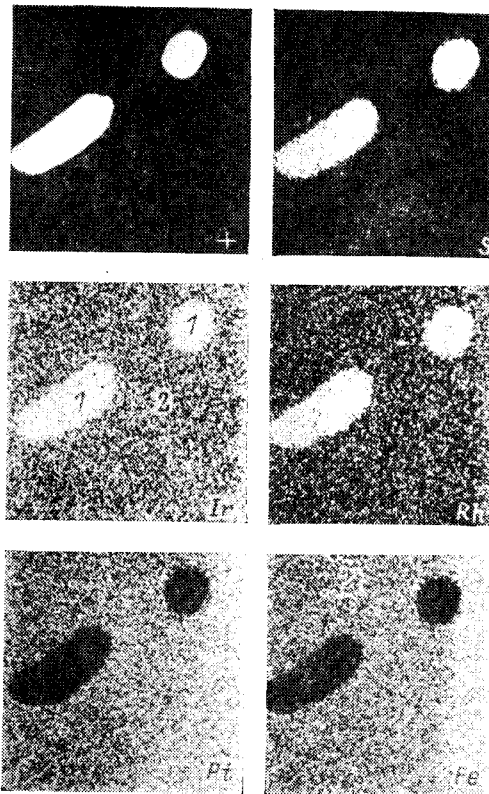


Рис. 3. Картины сканирования по включениям кашинита (1) в изоферроплатине (2) в поглощенных электронах (плюс — позитив) и в характеристических рентгеновских лучах минералообразующих элементов; участок 100××100 мкм.

ряду область существования кашинита простирается от чистого Ir₂S₃ до состава с 50 мол. % минерала Ir₂S₃.

Судя по взаимоотношениям с другими платиновыми минералами и хромитом, кашинит образовался позже хромита и близок по времени кристаллизации с другими сульфидами платиновых элементов. Образец кашинита передан на хранение в Минералогический музей АН СССР им. А. Е. Ферсмана (Москва) и в Минералогический музей МГРИ (Москва).

Структурные параметры кашинита

Параметры	Кашинит	Rh ₂ S ₃ (ASTM, 24-1017)
$a_0, \text{Å}$	8.450	8.462
$b_0, \text{Å}$	6.001	5.985
$c_0, \text{Å}$	6.145	6.138
$V_0, \text{Å}^3$	311.60	310.86
Z	4	4
$\rho_{\text{выч.}}$, гс/см ³	9.10	6.45
Пространственная группа	<i>Pbcn</i> ?	<i>Pbcn</i>

Примечание. Две из 59 линий дебаеграммы кашинита имеют индексы, не отвечающие пространственной группе *Pbcn*.

Литература

Бегизов В. Д., Борисенко Л. Ф., Усков Е. Д. Сульфиды и природные твердые растворы платиноидов из ультрабазитов Гусевогорского массива (Урал). — ДАН СССР, 1975, т. 225, № 6, с. 1408—1411.

Рудащевский Н. С., Жданов В. В. Акцессорная платиновая минерализация мафит-ультрамафитовой интрузии на Камчатке. — Бюл. Моск. общ. испытателей природы, отд. геол., 1983, т. 48, вып. 5, с. 49—59.

X-ray diffraction data cards (XRDC). Amer. Soc. Test. Mat. (ASTM), Philadelphia, 1979, N 24—1017.

УДК 549.3

Д. чл. Л. З. РЕЗНИЦКИЙ, Е. В. СКЛЯРОВ, д. чл. З. Ф. УЩАПОВСКАЯ

КАЛИНИНИТ ZnCr_2S_4 — НОВАЯ ПРИРОДНАЯ СУЛЬФОШПИНЕЛЬ¹

Новый минерал обнаружен Л. З. Резницким в кремнисто-карбонатных метаморфических породах слюдянского докембрийского кристаллического комплекса (Южное Прибайкалье). Специфичные метаморфические породы комплекса, состоящие из безжелезистого диоксида, кварца и кальцита, обычно выделяются в так называемую группу кварцево-диоксидовых пород (Васильев и др., 1981); с ними постоянно связана апатитовая и, спорадически, хромованадиевая минерализация. Ранее в кварцево-диоксидовых породах были обнаружены другие Cr-V и V-содержащие минералы (Hermann, 1870; Рацбаум, Филиппов, 1935; Калинин, 1939; Резницкий и др., 1982). Новому минералу дано название калининит (*kalininite*) в память о профессоре Павле Васильевиче Калинине, много лет посвятившего петрографо-минералогическим исследованиям Южного Прибайкалья, автора классической сводки «Минералы Слюдянского района» (Калинин, 1939). Калининит был предварительно диагностирован З. Ф. Ущাপовской по тождеству дебаеграммы с искусственным тиохроматом цинка и затем подтвержден микрорентгеновыми исследованиями, проведенными Е. В. Скляровым.

Тиохшпинель ZnCr_2S_4 и различные изоморфные ряды хромовых сульфощпинелей с ее участием многократно синтезировались, свойства ее хорошо изучены (Natta, Passerini, 1931; Hertel, Holt, 1935; Lapluye, Abello, 1963; Von Philipsborn, 1974; Robbins, 1975; Лисняк и др., 1975; Белов и др.,

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 28 августа 1983 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 30 июня 1984 г.