

Литература

Рожков И. С., Кицул В. И., Разин Л. В., Беришанская С. С. Платина Алданского щита. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 119 с.

Рудашевский Н. С., Мочалов А. Г., Жданов В. В. Минеральные парагенезисы платиновых ультрамафитов. — ЗВМО, 1983, вып. 1, с. 3—13.

Всесоюзный научно-исследовательский институт (ВСЕГЕИ), Поступила в редакцию
Ленинград. 29 марта 1984 г.

УДК 549.32/33

Д. члены Н. С. РУДАШЕВСКИЙ, А. Г. МОЧАЛОВ,
В. Д. БЕГИЗОВ, Ю. П. МЕНЬШИКОВ, Н. И. ШУМСКАЯ

ИНАГЛИИТ $\text{Cu}_3\text{Pb}(\text{Ir}, \text{Pt})_8\text{S}_{16}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

В акцессорной платиновой минерализации двух массивов — щелочно-ультраосновного Инагли, Якутия (Рожков и др., 1962) и габбро-пироксенит-дунитового Нижне-Тагильского, Урала (Бетехтин, 1935) — обнаружен новый сульфид сложного химического состава, отвечающего эмпирической формуле $\text{Cu}_3\text{Pb}(\text{Ir}, \text{Pt})_8\text{S}_{16}$, где $\text{Ir} > \text{Pt}$. По физическим свойствам, химическому составу и особенностям структуры этот минерал близок к кондёриту $\text{Cu}_3\text{Pb}(\text{Rh}, \text{Pt}, \text{Ir})_8\text{S}_{16}$, где $\text{Rh} > \text{Pt}, \text{Ir}$, и является его Ir-аналогом. По аналогии с кондёритом сингония минерала гексагональная пространственная группа $P6/m, P6, P6/mmm, P622$ или $P62m$ и параметры его элементарной ячейки (Å): $a_0 = 7.03 \pm 0.01$, $c_0 = 16.44 \pm 0.01$. Минерал назван по месту первой находки — инаглиит (inaglyiite).

Нахождение. В массиве Инагли инаглиит обнаружен в виде включений в изоферроплатине Pt_3Fe в двух образцах. Обр. XXV-2 — инаглиит в виде зерен неправильной формы размером до 150 мкм, находящихся в сростаниях с эрликманитом OsS_2 , изредка с $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pr})_2\text{S}_4$, развит по границам идиоморфных пластинчатых кристаллов иридомина (Os, Ir) и изоферроплатины (рис. 1, а). Обр. XXV-20 — кайма инаглиита шириной 10—30 мкм вокруг агрегата иридомина+лаурит RuS_2 , включенного в зерне изоферроплатины, содержащей мелкие (не более 15 мкм) реликты зерен твердого раствора ($\text{Ir}, \text{Os}, \text{Pt}$) — рис. 1, б.

В платиновой минерализации Нижне-Тагильского массива инаглиит обнаружен в виде зерен неправильной формы размером до 120 мкм, находящихся в сростаниях с платинистым иридием, содержащим включения самородного осмия и кашинита $(\text{Ir}, \text{Rh})_2\text{S}_3$. Наиболее детально изучен инаглиит в обр. XXV-2.

Физические свойства. Отдельные частицы порошка нового минерала под биноклем имеют стально-серый цвет, блеск металлический. В отраженном свете в полированных шлифах цвет инаглиита на фоне изоферроплатины и самородного иридия серый, темнее эрликманита, светлее $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pr})_2\text{S}_4$. Оптически слабо анизотропен, внутренние рефлексии отсутствуют. Спайность в двух направлениях средняя, хрупкий.

Кривые дисперсии отражения инаглиита и количественные характеристики цвета отвечают чисто белому цвету. Характер кривых дисперсии отражения нового минерала и кондёрита практически одинаков, отмечаются лишь несколько более низкие абсолютные значения R для инаглиита по сравнению с кондёритом (табл. 1, рис. 2).

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 23 февраля 1983 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 31 октября 1983 г.

Инаглиит и кондёрит в пределах точности измерений имеют практически одинаковую твердость (табл. 1).

Стандартными реактивами и царской водкой не травится.

Химический состав. Анализы на микрозонде показывают, что инаглиит имеет однородный химический состав как в пределах одного

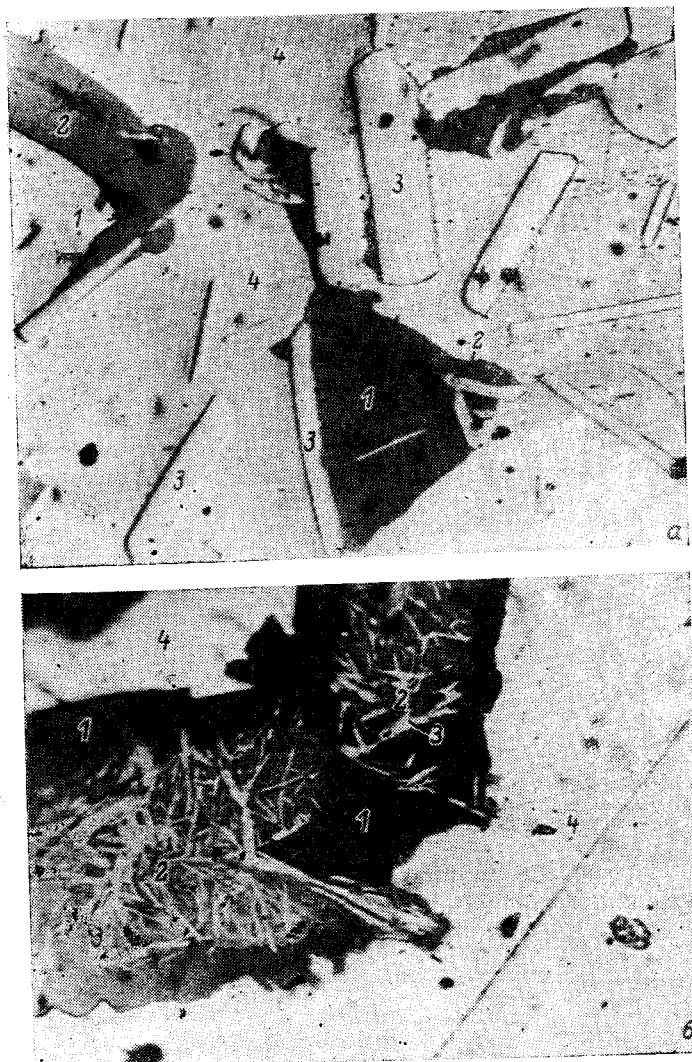


Рис. 1. Взаимоотношения инаглиита и сопровождающих его платиноидов.

1 — инаглиит, 2 — эрликманит (а) или лаурит (б), 3 — иридоосмин, 4 — изоферроплатина. Полир. шлифы, Инагли, а — увел. 250, обр. XXV-2, б — увел. 300, обр. XXV-20. Пояснения в тексте.

зерна, так и в разных зернах одного образца (рис. 3, табл. 2). Инаглиит по сравнению с $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pt})_2\text{S}_4$ резко обеднен Cu и обогащен Pb (табл. 2), в сравнении границы между зернами этих минералов резкие (рис. 4). Пересчет количественных микрозондовых анализов инаглиита выявляет (после округления) кратные атомные соотношения кристаллохимически родственных групп элементов — $\text{Cu} : \text{Pb} : (\text{Ir} + \text{Pt} + \text{Rh}) : \text{S} = 3 : 1 : 8 : 16$, где $\text{Ir} > \text{Pt}$, Rh , — характерные и для кондёрита.

Следует отметить, что уральский инаглиит по сравнению с минералом из Инагли обеднен Rh и Pt , а обогащен Ir , что свидетельствует о наличии

Т а б л и ц а 1

Оптические свойства и твердость инаглинта и кондёрита

Длина волны, (λ , нм)	Инаглинт, обр. XXV-2		Кондёрит	
	R_1	R_2	R_1	R_2
О т р а ж е н и е (%)				
420	42.8	41.6	45.1	43.3
440	42.3	41.0	44.6	42.8
460	42.0	40.8	44.4	42.6
480	41.8	40.4	44.4	42.4
500	41.6	40.2	44.6	42.3
520	41.6	40.1	44.8	42.5
540	41.6	40.1	45.1	42.8
560	41.8	40.1	45.4	43.1
580	42.2	40.2	45.8	43.4
600	42.4	40.4	46.2	43.8
620	42.6	40.5	46.5	43.9
640	42.7	40.6	46.6	44.2
660	42.8	40.9	46.8	44.4
680	43.1	41.1	47.0	44.8
700	43.2	41.4	47.4	45.0
720	43.5	41.6	47.7	45.3
П а р а м е т р ы ц в е т а п о и с т о ч н и к у А				
y	42.1	40.2	45.5	43.1
x	0.449	0.448	0.452	0.451
y	0.046	0.406	0.407	0.406
λd , λc , нм	645 *	545 **	593 *	594 *
Re , %	0.12	0.04	2.5	2
Т в е р д о с т ь (H , кгс/мм ²)				
H_{cp}	575		592	
Пределы	347—726		372—793	
n	7		7	

Примечание. Для обр. XXV-2 отражение измерено на двухлучевом микроспектрофотометре МСФП-1, эталон — кремний, увел. 21; твердость — на приборе ПМТ-5, нагрузка 50 г. Звездочкой (*) помечены значения λd , двумя — λc .

в природе изоморфного ряда инаглинт — кондёрит, а также о возможности обнаружения Рт-аналога инаглинта и кондёрита.

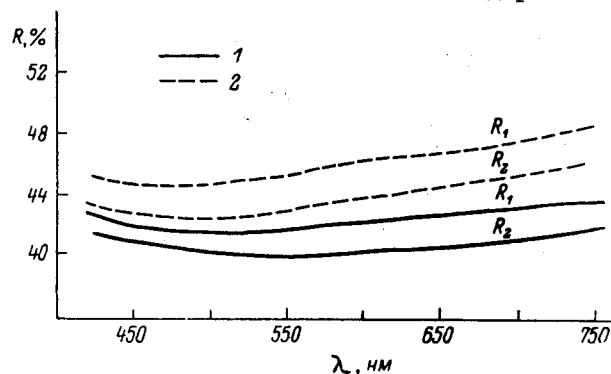


Рис. 2. Кривые дисперсии отражения инаглинта (1, обр. XXV-2, Инаглин) и кондёрита (2).

Рентгенометрическая характеристика. Из-за малых размеров зерен нового минерала он исследован только методом порошка. Проба инаглинта отобрана на микроскопе Neophot с помощью объектива с алмазной пирамидкой.

Рентгенограмма инаглиита в целом идентична дебаеграмме кондёрита. Отмечаются некоторые различия лишь по набору слабых отражений. Методом микродифракции монокристалльных суспензионных препаратов для

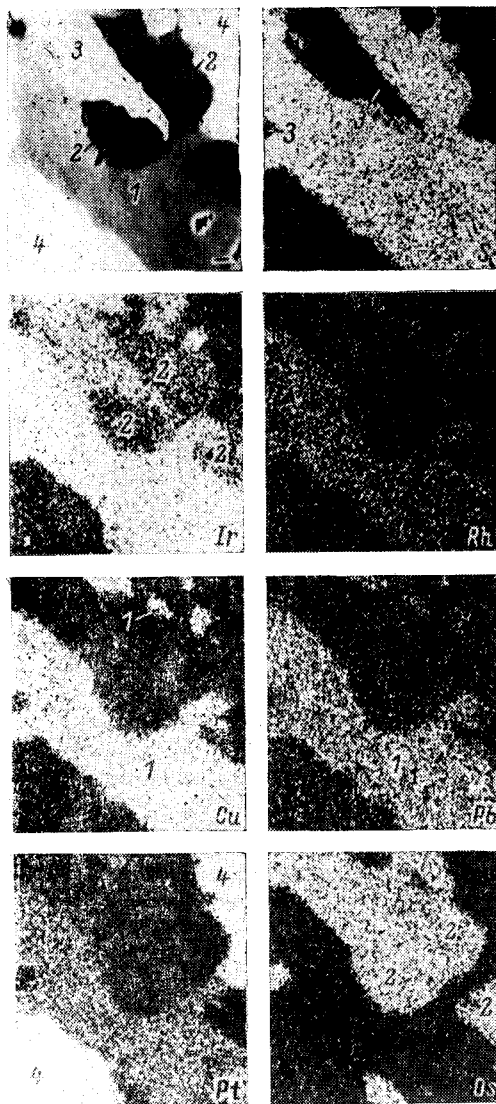


Рис. 3. Картины сканирования в характеристических рентгеновских лучах и поглощенных электронах (минус — негатив) срастания инаглиита (1), эрликманита (2) и пиродосмина (3), включенного в изоферроплатине (4). Участок 150×150 мкм. Инагли, обр. XXV-2.

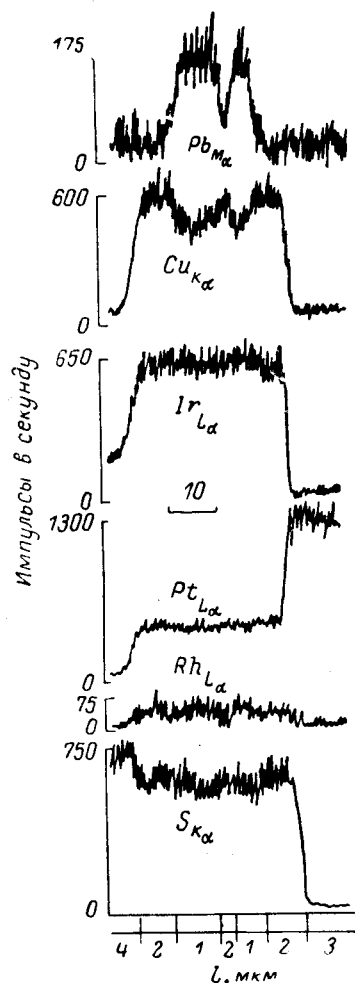


Рис. 4. Концентрационные кривые минералообразующих элементов через агрегат инаглиита (1), $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pt})_2\text{S}_4$ (2) и эрликманита (4), включенный в изоферроплатине (3). Инагли, обр. XXV-2.

кондёрита нами установлены гексагональная сингония, пространственная группа $P6/m$, $P6$, $P6/mmm$, $P622$ или $P62m$ и параметры элементарной ячейки (Å): $a_0 = 7.03 \pm 0.04$, $c_0 = 16.45 \pm 0.04$. Все отражения рентгенограммы инаглиита (в том числе и неустановленные для кондёрита) удовлетворительно индицируются в предположении метрики его элементарной ячейки, близкой к значениям, характерным для кондёрита (табл. 3). Значения параметров элементарной ячейки инаглиита, уточненные по его

Таблица 2

Химический состав инаглинита и $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pt})_2\text{S}_4$

Анализ	Минерал, образец, массив	Ir	Pt	Rh	Pb	Cu	Fe	Ni	S	Сумма
1	Инаглинит, XXV-2, Инагли	39.6	20.9	2.25	8.91	6.97	0.32	0.06	20.3	99.31
2	Cu(Ir, Pt) ₂ S ₄ , XXV-2, Инагли	40.0	20.4	2.36	8.92	6.84	0.26	Не обн.	20.4	99.18
3		38.7	21.1	2.54	9.15	6.69	0.28	0.07	19.7	98.23
4		39.1	20.8	2.49	8.92	6.87	0.29	0.05	20.8	99.32
5		40.5	22.6	2.23	0.33	9.70	0.55	0.08	22.7	98.69
6	Инаглинит, XXV-20, Инагли	43.1	19.5	1.70	8.39	7.36	Не обн.	Не обн.	20.3	100.35
7	Инаглинит, 2, Нижне-Тагильский	50.1	11.5	Не обн.	8.7	7.2	0.9	»	21.4	99.8
8		50.5	11.7	»	8.6	7.2	1.2	»	21.3	100.5

Ф о р м у л а

- 1 — $\text{Pb}_{1.07}(\text{Cu}_{2.72}\text{Fe}_{0.14}\text{Ni}_{0.02})_{2.88}(\text{Ir}_{5.12}\text{Pt}_{2.66}\text{Rh}_{0.54})_{8.32}\text{S}_{15.72}$
 2 — $\text{Pb}_{1.07}(\text{Cu}_{2.67}\text{Fe}_{0.12})_{2.79}(\text{Ir}_{5.17}\text{Pt}_{2.60}\text{Rh}_{0.57})_{8.34}\text{S}_{15.80}$
 3 — $\text{Pb}_{1.12}(\text{Cu}_{2.67}\text{Fe}_{0.13}\text{Ni}_{0.03})_{2.83}(\text{Ir}_{5.10}\text{Pt}_{2.74}\text{Rh}_{0.63})_{8.47}\text{S}_{15.58}$
 4 — $\text{Pb}_{1.06}(\text{Cu}_{2.65}\text{Fe}_{0.13}\text{Ni}_{0.02})_{2.80}(\text{Ir}_{5.00}\text{Pt}_{2.62}\text{Rh}_{0.59})_{8.21}\text{S}_{15.93}$
 5 — $(\text{Cu}_{0.87}\text{Fe}_{0.06}\text{Ni}_{0.01}\text{Rh}_{0.01})_{0.95}(\text{Ir}_{1.21}\text{Pt}_{0.66}\text{Rh}_{0.12})_{1.99}\text{S}_{4.06}$
 6 — $\text{Pb}_{1.00}\text{Cu}_{2.87}(\text{Ir}_{5.55}\text{Pt}_{2.48}\text{Rh}_{0.41})_{8.44}\text{S}_{15.69}$
 7 — $\text{Pb}_{1.02}(\text{Cu}_{2.74}\text{Fe}_{0.39})_{3.13}(\text{Ir}_{6.31}\text{Pt}_{1.38})_{7.69}\text{S}_{16.16}$
 8 — $\text{Pb}_{1.00}(\text{Cu}_{2.73}\text{Fe}_{0.52})_{3.25}(\text{Ir}_{6.32}\text{Pt}_{1.44})_{7.76}\text{S}_{16.99}$

Примечание. Ан. 4 — среднее ан. 1–3; ан. 5 — $\text{Cu}(\text{Ir}, \text{Pt})_2\text{S}_4$, сростающийся с инаглинитом. Для ан. 1–6 условия съемки рассмотрены ранее (Жданов, Рудашевский, 1980), для ан. 7 и 8 — МАР-2, ток образца 80–100 нА, ускоряющее напряжение 35 кВ, диаметр зонда 3 мкм, эталоны PbS (L_α), Pt и Ir (L_α), Cu, Fe (K_α), FeS₂ (K_α); вводились поправки на поглощение и атомный номер с использованием массовых коэффициентов поглощения К. Ф. Хейнриха.

Таблица 3

Результаты расчета дебаеграмм инаглинита и кондёрита

Инаглинит, обр. XXV-2				Кондёрит		
I	d _{изм}	d _{расч}	hkl	I	d _{изм}	hkl
9	5.7	5.7	0111	1	5.8	0111
3	4.9	4.9	0112	1	5.1	0112
3	4.2	4.1	0004, 0113	—	—	—
10	2.98	2.99	0221	10	2.98	0221
6	2.84	2.85	0222	5	2.85	0222
8	2.438	2.445	0224	9	2.459	0224
1	2.290	2.300, 2.278	1230, 1231	—	—	—
—	—	—	—	2	2.250	0225
—	—	—	—	1	2.054	0008
4	1.999	2.007	1234	2	2.008	1234
4	1.895	1.902, 1.885	0333, 1235	2	1.901	0333
1	1.798	1.819, 1.774	3034, 1128	—	—	—
7	1.753	1.762, 1.749	1236, 0119	10	1.763	1236
5	1.699	1.703, 1.688	2028, 1340	5	1.715	2028, 2242
1	1.670	1.679, 1.673	1341, 2243	1	1.618	1341
3	1.622	1.630, 1.620	3036, 1129	1	1.636	3036
2	1.511	1.515	0441	1 ш.	1.507	0441, 1345
2	1.477	1.479	2246	1 ш.	1.483	2246
—	—	—	—	2 ш.	1.439	1346
—	—	—	—	2 ш.	1.397	2350
—	—	—	—	2 ш.	1.371	0.0.0.12, 1347

Таблица 3 (продолжение)

Инаглиит, обр. XXV-2				Кондёрит		
I	$d_{изм}$	$d_{расч}$	hki	I	$d_{изм}$	hki
1	1.338	1.337	1.2.3.10	—	—	—
5	1.292	1.291	1453	3	1.291	1453
—	—	—	—	1 ш.	1.265	2249, 1454
—	—	—	—	2 ш.	1.170	3360, 0449
2	1.149	1.150, 1.147	4260, 4261	—	—	—
3	1.135	1.137, 1.135	1.2.3.10, 0.3.3.12	1 ш.	1.139	2.2.4.11, 2462
3	1.106	1.107	4262	2	1.106	4264, 3365
5	1.082	1.1083, 1.080	2.2.4.12, 5057	2	1.084	1562
2	1.036	1.037	5165	—	—	—
3	1.026	1.026	2.2.4.13	—	—	—
3	1.010	1.012	0661	1	1.011	0661
1	0.995	0.997, 0.993	0.0663, 3472	—	—	—

Примечание. Условия съемки: РКД=57,3, резиновый шарик $d=0.2$ мм, Fe излучение, внешний стандарт NaCl.

дебаграмме методом МНК, следующие (Å): $a=7.03 \pm 0.01$, $c=16.44 \pm 0.01$; $V=703 \pm 2 \text{ Å}^3$.

Условия образования. Инаглиит, как и кондёрит, является минералом вторичного сульфидно-платинового парагенезиса, характерного для акцессорной платиновой минерализации дунитов щелочно-ультрамафитовой и дунит-клинопироксенит-габбровой формаций (Рудашевский и др., 1983). Особо отметим, что инаглиит и кондёрит — сульфиды Ir и Rh — кристаллизовались после лаурита и эрликманита — сульфидов Ru и Os. Источником Rb-элемента, чуждого для ультрамафитов, вероятно, была габброидная магма, более поздняя по отношению к дунитам массивов обеих формаций.

Цементно-полированный шлиф зерна изоферроплатины, содержащего включения инаглиита (обр. XXV-2), передан в Горный музей Ленинградского горного института.

Литература

- Бетехтин А. Г. Платина и другие минералы платиновой группы. М.: Изд-во АН СССР, 1935. 148 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.
 Рожков И. С., Кицул В. И., Разин Б. 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.

Всесоюзный научно-исследовательский институт (ВСЕГЕИ), Поступила в редакцию
 Ленинград. 29 марта 1984 г.