

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

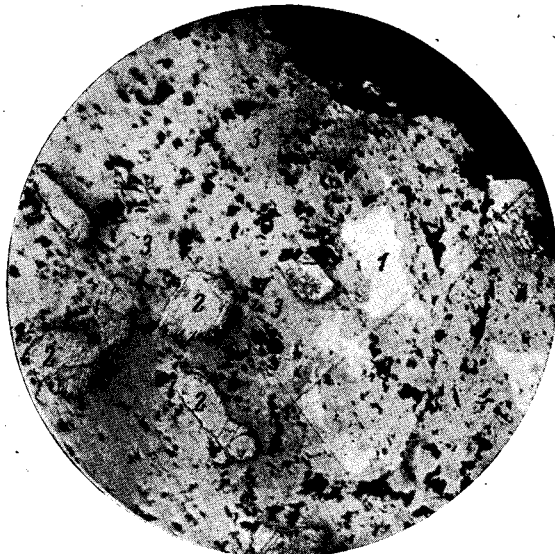
УДК 549.32/33

Д. члены В. Д. БЕГИЗОВ, В. И. МЕЩАНКИНА и Л. С. ДУБАКИНА

ПАЛЛАДОАРСЕНИД Pd_2As — НОВЫЙ ПРИРОДНЫЙ АРСЕНИД
ПАЛЛАДИЯ ИЗ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД
ОКТЯБРЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ¹

При изучении прожилково-вкрапленных руд пентландито-халькопиритового состава в нижнем экзоконтакте северо-западной ветви Талнахской интрузии (поле рудника «Комсомольский») нами был встречен минерал состава Pd_2As , отличающийся по составу от ранее описанных минералов палладия и мышьяка (Минералы, 1960; Генкин, 1968; Юшко-Захарова, 1970). Этот минерал был назван нами палладоарсенидом по основным минералообразующим элементам.

Палладоарсенид встречается в основном в халькопирите (см. рисунок). В полированных шлифах Pd_2As наблюдается в виде удлиненных, прожилкоподобных, червеобразных и неправильных по форме выделений с извилистыми, часто прямолинейными и ступенчатыми ограничениями. Иногда в новом минерале отмечаются реликтовые включения халькопи-



Выделения палладоарсенида (1) и метакристаллы сперрилита (2) в массе халькопирита (3). Черное — кальцит. Полир. шлиф, увел. 110.

рита и нерудного минерала, захваченные палладоарсенидом, очевидно, во время роста и имеющие правильные ограничения со стороны нового минерала. В тесном срастании с палладоарсенидом в виде включений в нем, а также по периферии его выделений встречаются зерна и каемки самородного золота. В ассоциации и сростках с новым минералом наблюдаются также метакристаллы сперрилита (см. рисунок). Размеры зерен Pd_2As от 0.005 до 0.4 мм, в среднем 0.04—0.06 мм.

В сепарированных зернах новый минерал стально-серого цвета с металлическим блеском, немагнитен. В полированных шлифах в воздухе он серовато-белого цвета с легким розоватым оттенком. Слабое двуотражение заметно только в иммерсии, причем в иммерсии более сильно выра-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 18 октября 1972 г.

жен розоватый оттенок минерала. В скрещенных николях минерал умеренно анизотропный с цветными эффектами в воздухе от темно-серого с синеватым оттенком до красновато-коричневого, а в иммерсии от темно-серого до коричневатого-серого с красноватым оттенком. Выделения Pd_2As в скрещенных николях обнаруживают лоскутно-мозаичное внутреннее строение.

Дисперсия отражательной способности минерала имеет аномальный характер. Сечение зерна палладоарсенида, на котором была измерена дисперсия R , имело весьма слабое двуотражение, поэтому измерить его не удалось. Вследствие ограниченного количества и неоднородности зерен описываемого минерала установить его оптический знак и осьность не удалось. Значения R_{\max} (в %) для длин волн в диапазоне 400–700 нм: ² 39.0 — 400, 45.7 — 430, 47.6 — 460, 49.1 — 490, 50.8 — 520, 51.8 — 550, 52.6 — 580, 54.2 — 610, 55.4 — 640, 57.1 — 670, 59.0 — 700.

Измерения на неориентированных срезах палладоарсенида на микротвердомере ПМТ-3 (10 замеров, нагрузка 20 Г, экспозиция 10 сек.; прибор тарирован по каменной соли; $P=5$ Г, $H_{\text{NaCl}}=21.0$ кГ/мм²) показали, что минерал изотропен по твердости и относится к среднему классу. Твердость микровдавливания колеблется от $H_{\min}=277.2$ кГ/мм² до $H_{\max}=357.2$ кГ/мм²; $H_{\text{ср.}}=325.8$ кГ/мм². По шкале Хруцова твердость $H_0=4.64$. Отпечатки алмазной пирамидки индентора микротвердомера на полированной поверхности минерала свидетельствуют о хрупкости и совершенной спайности его, по крайней мере в двух направлениях (судя по положению трещин спайности вокруг отпечатков).

Описываемый минерал разбавленной (1 : 1) HNO_3 , а также концентрированными HCl и H_2SO_4 не травится. Под действием капли концентрированной HNO_3 полированная поверхность палладоарсенида в течение 5 сек. бурет, выявляется неоднородность внутреннего строения зерен.

Изучение химического состава нового минерала проведено на рентгеновском микроанализаторе JXA-3A (аналитик Л. С. Дубакина, ВИМС). Измерения аналитических линий $\text{Pd}_{L\alpha_1}$, $\text{Ag}_{L\alpha_1}$, $\text{Au}_{M\alpha_1}$, $\text{As}_{K\alpha_1}$ проводились при диаметре зонда 1–3 мкм в 3–5 точках на образце и на эталонах. Эталоны — химически чистые Pd, Au, Ag и арсенопирит с составом, близким к стехиометрическому. Расчет весовых концентраций элементов проводился методом гипотетического состава с введением поправок на атомный номер и поглощение. Точность определения палладия и мышьяка ± 3 отн.%, золота и серебра ± 6 отн.%. Отклонения суммы анализов от 100% связаны, очевидно, с неопределенностью массовых коэффициентов поглощения палладия в мышьяке.

Таблица 4

Химический состав палладоарсенида (в вес. %)

Элемент	Обр. КС-1	Обр. КС-1а			Среднее	Пересчет на 100%	Атомные количества, $\times 10^4$	Атомные соотношения
		зерно 1	зерно 2	зерно 3				
Pd	67.3	68.0	67.1	67.8	67.55	68.85	64709	1.83
Ag	3.4	3.0	3.0	3.5	3.23	3.29	3050	0.09
Au	1.2	1.0	1.8	1.5	1.38	1.41	716	0.02
As	26.1	25.8	25.9	26.0	25.95	26.45	35304	1.00
Сумма	98.0	97.8	97.8	98.8	98.11			

В табл. 1 приведены состав нового минерала и расчет его формулы. Золото и серебро, вероятнее всего, изоморфны с палладием. Формула нового минерала $(\text{Pd}_{1.83}\text{Ag}_{0.09}\text{Au}_{0.02})_{1.94}\text{As}_{1.00}$ или в общем виде Pd_2As .

² Измерения выполнены в воздухе на приборе ПООС-1 (объектив $21\times$, апертура 0.40, эталон — пирит).

Таблица 2

Результаты расчета рентгенограммы палладоарсенида

Палладоарсенид (Pd, Ag, Au) ₂ As				Синтетический моноклинный Pd ₂ As (Saini и др., 1964)		
I	d _{экспер.}	d _{расч.}	hkl	I	$\frac{d}{n}$	hkl
1	3.10	3.08	300	10	3.08	300
3	2.88	2.89	301, 310	25	2.887	301, 310
				10	2.822	311, 030
7	2.60	2.60	004, 131	65	2.601	004, 131
3	2.41	2.41	230, 320			
6	2.35	2.36	114, 231	50	2.352	114, 231
6	2.31	2.31	400	50	2.305	400
9	2.21	2.22	024, 401	100	2.216	024, 401
10	2.14	2.15	133, 313	100	2.149	133, 313
5	2.13	2.13	214, 124	40	2.133	214, 124
5	2.12	2.12	040	25	2.118	040
4	2.02	2.02	331, 141	25	2.017	331, 141
7	1.955	1.963, 1.962	332, 042	35	1.959	332, 042
4	1.920	1.914	034	20	1.917	034
3	1.870	1.862, 1.869	403, 025	16	1.865	403
3	1.815	1.818	413	16	1.817	413
2	1.802	1.802, 1.801	510, 234			
3	1.743	1.740, 1.736	512, 006	16	1.738	512, 006
2	1.628	1.630	144			
5	1.576	1.578, 1.574	251, 415			
2	1.432	1.432, 1.433	117, 253, 236			
2	1.324	1.324	505			
3	1.302	1.302, 1.303	008, 710, 108, 336			
2	1.282	1.281, 1.280	711, 605			
2	1.255	1.255, 1.254	346, 544, 362			
3	1.222	1.222	506, 228, 128			
3	1.162	1.161	271, 247			
3	1.149	1.148	644, 732			
3	1.135	1.135	446			
3	1.105	1.105, 1.106, 1.104	554, 372, 562, 537, 724			
4	1.093	1.093	248, 174, 166, 148			
2ш.	1.054	1.054, 1.053	563, 081			
2	1.044	1.044	176, 547			
2	1.038	1.037	082			
4	1.027	1.027	457, 329			

Примечание. Условия съемки: камера РКДД-57.3, Fe излучение без фильтра, асимметричный метод. Опущено 13 отражений синтетического Pd₂As (d_с от 8.47 до 3.22) с интенсивностью от 1 до 4 по 100-балльной шкале. Материал для съемки отобран чисто при помощи прицельного выщарпывания на микротвердометре ПМТ-3.

Некоторое отклонение в формуле минерала от стехиометрии связано, очевидно, с погрешностями анализа и, возможно, с небольшой переменностью состава нового минерала. На фазовой диаграмме системы палладий — мышьяк (Saini и др. 1964) соединению Pd₂As соответствует определенная сингулярная точка, что свидетельствует о принадлежности этой фазы

к соединениям дальтонида типа и может быть распространено и на природное соединение Pd_2As .

Рентгенометрические исследования палладоарсенида проводились методом порошка, так как достаточно крупных монокристалльных образований обнаружить не удалось. Дебаеграмма природного соединения Pd_2As соответствует (табл. 2) рентгенограмме низкотемпературной модификации искусственного Pd_2As , в связи с чем мы относим палладоарсенид к пространственной группе $C_{2h}^1 = P2/m$ моноклинной сингонии.

Параметры элементарной ячейки удовлетворительно сопоставляются с эталонными: $a_0 = 9.25 \pm 0.01$, $b_0 = 8.47 \pm 0.02$, $c_0 = 10.44 \pm 0.02$ Å; $\beta = 94.0^\circ$, $a/b = 1.09$, $c/b = 1.23$. Объем элементарной ячейки $V = 815.09$ Å³. Рентгеновская плотность минерала $\rho = 10.42$ г/см³ при числе формульных единиц, как и для синтетического Pd_2As (Saini и др., 1964), равно 18.

Прожилковые руды, в которых обнаружен новый минерал, являются одними из поздних на месторождении. В них, кроме халькопирита, пентландита и пирротина поздней генерации, наблюдаются метакристаллы пирита и секущие халькопирит прожилки гематита, расположенные на контакте сульфидов и нерудных минералов. Минералы благородных металлов кристаллизовались на конечных стадиях сульфидного рудообразования. Прожилкоподобные выделения сперрилита и самородного золота, расположенные на периферии зерен нового минерала, кристаллизовались позднее, чем он. Судя по температуре образования синтетического Pd_2As моноклинной сингонии (Saini и др., 1964), природное соединение Pd_2As образовалось, очевидно, при температуре ниже 455°C . Кроме Октябрьского месторождения, зерна палладоарсенида обнаружены в ассоциации со сперрилитом в медистых эвзоконтактовых рудах Талнахского месторождения.

Образец с новым минералом передан на хранение в Минералогический музей АН СССР.

Литература

- Минералы. (1960). Т. 1. Изд. АН СССР.
Генкин А. Д. (1968). Минералы платиновых металлов и их ассоциации в медно-никелевых рудах Норильского месторождения. Изд. «Наука».
Юшко-Захарова О. Е., В. В. Иванов, И. С. Разина, Л. Н. Черняев. (1970). Геохимия, минералогия и методы определения элементов группы платины. Изд. «Недра».
Saini G. S., L. D. Calvert, R. D. Heydling, J. B. Taylor. (1964). Arsenides of the transition metals. VII. The Palladium—arsenic system. *Canad. J. Chem.*, v. 42, № 3.

Московский геологоразведочный институт,
Центральный научно-исследовательский горноразведочный институт (ЦНИГРИ),
Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС), Москва.

Поступила в редакцию
7 июля 1972 г.