

ным данным). Доклад советских геологов к XXV сессии Международного геологического конгресса по проблеме «Минералогия». «Наука».

Мозгова Н. Н., Бородаев Ю. С., Озерова Н. А., Пяккөнён В., Свешникова О. Л., Балицкий В. С., Дороговин В. А. (1976). Сейняйокит  $(\text{Fe}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Sb}_{1.7}\text{As}_{0.3})_2$  и сурьмянистый вестервелдит  $\text{Fe}(\text{As}_{0.95}\text{Sb}_{0.05})$  из Сейняйоки (Финляндия). ЗВМО, вып. 6.

Чичагов А. В., Суриков В. В., Иванова Л. Н. (1979). Уточнение параметров элементарной ячейки и индексов дифракционных рефлексов минералов на основе рентгенометрических данных от поликристаллических образцов. Геохимия, № 8.

Barton P. B. (1969). Thermochemical study of the system Fe—As—S. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 33, N 7.

Barton P. B. (1970). Sulfide petrology. Miner. Soc. Amer. Spec., Pap. 3.

Barton P. B. (1971). The Fe—Sb—S system. Econ. Geol., v. 66, N 61.

Clark A. H. (1966). Heating experiments on gudmundite. Miner. Mag., v. 35, N 276.

Craig J. R., Skinner B. J., Francis C. A., Luce F. D., Makovicky M. (1974). Phase relations in the As—Sb—S system (abstr.) Amer. Geophys. Union. Trans., v. 55, N 4.

Guillermo T. R., Wuensch B. Y. (1973). The crystal structure of getchellite,  $\text{AsSbS}_3$ . Acta Crystallogr., v. B29, pt. 11.

Luce F. D., Tuttle C. L., Skinner B. Y. (1977). Studies of sulfosalts of copper: V. Phases and phase relations in the system Cu—Sb—As—S between 350° and 500° C. Econ. geol., v. 72, N 2.

Мозгова Н. Н., Бородаев Ю. С., Озерова Н. А., Пяккөнён В. (1977). New minerals of the group of iron antimonide and arsenides from Seinäjoki deposit, Finland. Bull. Geol. Serv. Finl., N 4.

Pääkkönen V. (1966). On the geology and mineralogy of the occurrence of native antimony at Seinäjoki, Finland. Bull. de la Commission Geologique de Finland, N 225.

Scott J. D., Nowacki W. (1975). New data on wakabayashilite. Canad. Mineral., v. 13, pt. 4.

Springer G. (1967). Die Berechnung von Korrekturen für die quantitative Electron-Strahlmikroanalyse. Fortschr. Miner., Bd 45, H. 1.

Weissberg B. G. (1965). Getchellite,  $\text{AsSbS}_3$ , a new mineral from Humboldt Country, Nevada. Amer. Miner., v. 50, N 11—12.

УДК 549.3

Д. члены В. Д. БЕГИЗОВ, Е. Н. ЗАВЬЯЛОВ, Е. Г. ПАВЛОВ

### ПАЛАРСТАНИД $\text{Pd}_8(\text{Sn}, \text{As})_3$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ<sup>1</sup>

При изучении медно-никелевых сульфидных руд Талнахского месторождения был обнаружен минерал состава  $\text{Pd}_8(\text{Sn}, \text{As})_3$ , отличающийся по свойствам, составу и структуре от известных минералов, в том числе и от минералов, содержащих палладий и олово — паоловита (Генкин и др., 1974), палладий и мышьяк — палладоарсенида (Бегизов и др., 1974), палладий, мышьяк и сурьму — мертвееита (Desborough и др., 1973) и не названных интерметаллидов (Разин и др., 1973, 1974). Новый минерал по основным минералообразующим элементам назван нами «паларстанидом» (palarstanide).

Новый минерал встречается в сплошных рудах кубанито-талнахитового и кубанито-халькопиритового состава. Его выделения в сростании с кубанитом часто приурочены к порфириновидным образованиям пентландита. В сростании с паларстанидом постоянно отмечаются минералы благо-

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 15 мая 1975 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 21 февраля 1977 г.

родных металлов. Наиболее часто в сростании с ним встречаются минералы ряда  $(Pd, Pt)_3Sn$ — $(Pt, Pd)_3Sn$ , ферроплатина, полярит, сперрилит, маякит, кюстелит, купроаурид, электрум и мертвецит. Мономинеральные выделения паларстанида не обнаружены. Размеры его образований колеблются от 0.05 мм до 1.5 мм, в среднем они имеют несколько десятых долей миллиметра в поперечнике.



Рис. 1. Сросток паларстанида (1),  $(Pd, Pt)_3Sn$  (2), ферроплатины (3) и полярита (4) в массе кубанита (5) и пентландита (6). Увел. 200.

У паларстанида наблюдаются в основном удлиненные формы с прямолинейными, реже извилистыми очертаниями (рис. 1). Встречаются как отдельные индивиды, так и агрегаты зерен, агрегаты отмечаются гораздо чаще.

В сепарированных выделениях минерал выглядит стально-серым с металлическим блеском. Немагнитен. В полированных шлифах под микроскопом паларстанид серовато-белого цвета с легким розоватым оттенком. Двуотражение в воздухе едва заметно, в иммерсии двуотражение наблюдается более отчетливо. В скрещенных николях минерал слабо анизотропный, с цветами анизотропии от темно-серого до коричневатого-серого. Дисперсия отражения имеет аномальный характер (табл. 1), что подтверждает наличие розового оттенка в окраске минерала. Минерал оптически одноосный, положительный. Твердость микровдавливания паларстанида при

Таблица 1

Результаты измерения дисперсии отражения паларстанида

R, %	Длина волны, нм									
	430	460	490	520	550	580	610	640	670	700
$R_g'$	48.8	51.1	52.4	53.5	54.7	56.4	57.2	59.3	60.1	61.0
$R_p'$	45.6	48.1	50.0	52.1	53.3	55.1	56.7	58.5	58.7	60.0

Примечание. ПООС-1, эталон — пирит, апертура 0.40, объектив 21×, измерения производились в воздухе.

нагрузке в 50 гс (ПМТ-3, тарирован по NaCl,  $P=21$  кгс/мм<sup>2</sup> при нагрузке на инденторе в 5 гс)  $H_{cp}=470.9 \pm 30$  кгс/мм<sup>2</sup>. Следовательно, паларстанид обладает средней твердостью, минерал хрупкий (трещинки скола появляются вокруг отпечатков алмазной пирамидки на полированной поверхности минерала уже при нагрузке в 20 гс на инденторе микротвердометра). Вокруг отпечатков при различных нагрузках возникают серии различно ориентированных прямолинейных трещин. Судя по форме отпечатков, паларстанид обладает слабо выраженными упругими свойствами.

К действию травителей новый минерал довольно устойчив, концентрированные и разбавленные соляная и серная кислоты на полированную

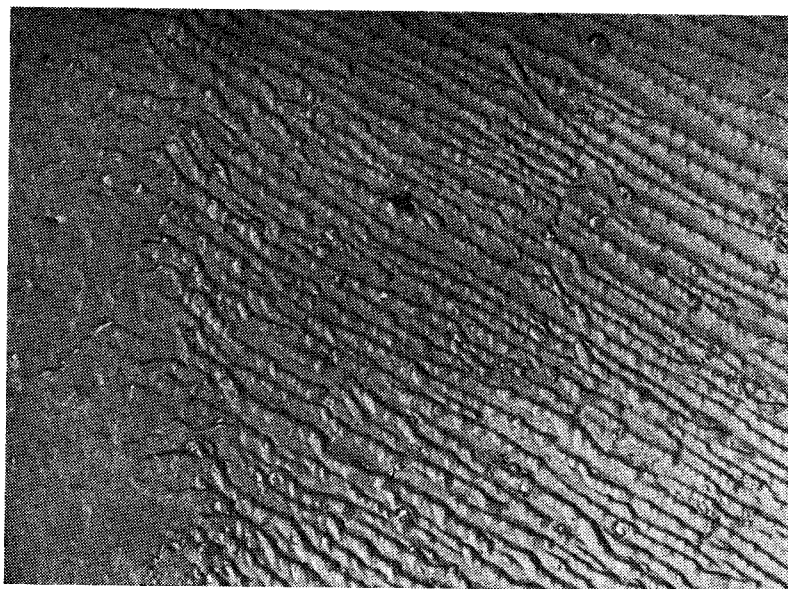


Рис. 2. Ямки травления вдоль направления совершенной спайности паларстанида. Слева граница с поляритом. Увел. 8000.

поверхность паларстанида не воздействуют в течение длительного времени. Концентрированная азотная кислота затравливает его в течение 90 с, а царская водка за 30 с; под действием этих травителей минерал буреет, а при длительном травлении чернеет.

Электронно-микроскопическое изучение целлюлозо-угольных реплик, оттененных платиной, с протравленной в течение 1.5 мин царской водкой полированной поверхности паларстанида, показало наличие в минерале многочисленных дефектов (дислокаций), выявленных по ямкам травления. Ямки травления часто образуют цепочки, вытягивающиеся по направлению совершенной спайности, другие направления спайности выражены гораздо слабее (рис. 2). Ямки травления мелкие, выявить их огранку не удалось. На контакте с сильно травящимися минералами (например, поляритом) в паларстаниде образуется непротравленная кайма. В тех случаях, когда направление совершенной спайности нормально протравленной поверхности, образуются глубокие, узкие канавки травления. Местами от спайных трещин происходит отщепление тонких игл минерала (рис. 3). Анализ трещин вокруг отпечатков алмазной пирамидки микротвердометра на полированной поверхности нового минерала и электронно-микроскопических снимков позволяет предположить в паларста-

ниде наличие четырех направлений спайности — по пинакоиду (совершенная) и по гексагональной призме (ясная).

Химический состав паларстанида определен на рентгеновском микроанализаторе MAP-2. Эталоны — химически чистые палладий, платина, золото, медь, сурьма, близкие к стехиометрическим галенит и арсенипирит, а также синтетические  $\text{Pd}_2\text{Sn}$  и  $\text{GaAs}$ . Аналитические линии:  $L_{\alpha_1}$  — для Pd, Pt, Au, Sb и Sn;  $K_{\alpha_1}$  — для Cu;  $K_{\beta_1}$  — для As;  $L_{\beta_1}$  — для Pb. Ускоряющее напряжение 35 кВ, размер зонда 2—3 мкм, вводились поправки на поглощение и атомный номер. Нужно отметить, что использование в качестве эталона на олово в присутствии значительных содержаний пал-



Рис. 3. Трещинки спайности с отщипившимися фрагментами паларстанида. Увел. 10 000.

ладия чистого металла ведет к значительным ошибкам в определении концентраций этого элемента (очевидно, вследствие неопределенности массовых коэффициентов поглощения для характеристического излучения олова в палладии).

Основными минералообразующими элементами паларстанида являются палладий, олово и мышьяк, лишь в обр. 3 (в разных зернах) в состав паларстанида входит в значительных количествах свинец (до 7.9 мас.%), причем увеличение содержания свинца в минерале можно связать с уменьшением содержания олова (табл. 2). По рентгенометрическим данным, свинецсодержащий паларстанид ничем не отличается от других образцов паларстанида. Упрощенная формула паларстанида  $\text{Pd}_8(\text{Sn}, \text{As})_3$ .

Близок по составу к паларстаниду неназванный минерал обр. Н-696, описанный в работе Л. В. Разина и соавторов (1974), рентгенометрические данные по этому минералу не приводятся. Неназванный минерал обр. 16/ф. 2 из работы Л. В. Разина и соавторов (1973) близок по свойствам паларстаниду, но отличается от нового минерала соотношением главных компонентов. Рентгенограмма его проиндцирована в параметрах тетрагональной ячейки, рентгенограмма паларстанида в этих параметрах не индцируется.

Рентгенометрические исследования паларстанида проводились методом Дебая—Шеррера. В табл. 3 приведены порошкограммы нового минерала,

Таблица 2

## Химический состав паларстанита

Образец	Содержание, мас. %									Сумма
	Pd	Pt	Au	Cu	Sn	As	Pb	Sb	Bi	
6	64.5	5.3	1.9	—	14.9	7.2	2.9	1.9	0.7	99.3
9	66.5	4.7	1.9	0.5	14.0	6.9	2.2	4.2	—	100.9
3 (а)	65.0	4.9	—	—	12.6	7.5	5.5	1.0	1.6	98.1
3 (б)	64.4	4.0	—	—	11.3	7.3	7.9	0.8	1.5	97.2

## Кристаллохимическая формула

Обр. 6  $(Pd_{7.43}Pt_{0.33}Au_{0.12})_{7.88}(Sn_{1.54}As_{1.18}Sb_{0.19}Pb_{0.17}Bi_{0.04})_{3.12}$   
 Обр. 9  $(Pd_{7.48}Pt_{0.29}Au_{0.12}Cu_{0.09})_{7.96}(Sn_{1.41}As_{1.10}Sb_{0.41}Pb_{0.12}Bi_{0.12})_{3.04}$   
 Обр. 3 (а)  $(Pd_{7.60}Pt_{0.31})_{7.91}(Sn_{1.32}As_{1.24}Pb_{0.33}Sb_{0.10}Bi_{0.10})_{3.09}$   
 Обр. 3 (б)  $(Pd_{7.65}Pt_{0.26})_{7.91}(As_{1.23}Sn_{1.20}Pb_{0.48}Bi_{0.09}Sb_{0.08})_{3.08}$

Таблица 3

## Результаты расчета дебаеграмм паларстанита

Обр. 6		Обр. 9		$d_{вмч}$	$hkl$
$I$	$d_{взм}$	$I$	$d_{взм}$		
3	3.04 *				
1	2.92 *				
4	2.50	4	2.50	2.50	11 $\bar{2}$ 4
2	2.46	1	2.46	2.47	0006
1	2.35	1/2	2.34	2.30	20 $\bar{2}$ 4
1/2	2.29			2.27	1016
10	2.22	10	2.23	2.23, 2.22	11 $\bar{2}$ 5, 21 $\bar{3}$ 0
2	2.20	2	2.20	2.20	21 $\bar{3}$ 1
1/2	2.08			2.08	20 $\bar{2}$ 5
1/2	2.04			2.02	21 $\bar{3}$ 3
4	1.986	5	1.988	1.989	1017
1/2	1.944	1/2	1.957	1.942	3031
1/2	1.832	1	1.829	1.820	3033
3	1.784	1/2	1.782	1.776	2135
1/2	1.728	1/2	1.725	1.731	3034
2	1.472	2	1.472 ш.	1.472	22 $\bar{4}$ 5
1	1.406	1	1.403 ш.	1.408	4043
1	1.394	1/2	1.395 ш.	1.397	22 $\bar{4}$ 6
1	1.370	1	1.374 ш.	1.365	4044
1/2	1.355 ш.			1.356	1.1.2.10
2	1.345	1	1.345 ш.	1.345	3038, 0.0.0.11
1	1.318 ш.			1.316, 1.322	0445, 2.0.2.10
					2139
1	1.254	1/2	1.253 ш.	1.251	1.1.2.11
2	1.233	1/2	1.230 ш.	1.233, 1.232	0.0.0.12, 1.2.3.10
2	1.223	1	1.222 ш.	1.223	3148, 2.0.2.11
3	1.187	3	1.188 ш.	1.183	2356
1	1.163	1/2	1.167 ш.	1.160	5052
1/2	1.141 ш.			1.143	5053
1	1.128	1/2	1.126 ш	1.127	3361
1	1.113 ш.			1.115, 1.110	2.2.4.10, 2460
1/2	1.038			1.037, 1.040	3141, 2465
1/2	1.027 ш.			1.027, 1.028	5057, 3366
1/2	0.993 ш.			0.992, 0.994	4.0.4.11, 0558, 1565

Примечание.  $Fe_{K\alpha}$  излучение, камера РКД-57.3. Звездочкой отмечены линии халькопирита.

снятые с обр. 6 и 9. Они несколько отличаются по качеству ввиду различия размеров использованных препаратов. На порошкограмме, полученной с обр. 9, где препарат имел диаметр лишь 0.2 мм, отсутствуют несколько наиболее слабых линий.

Рентгенограмма паларстанида хорошо проиндцировалась в гексагональной сингонии с параметрами элементарной ячейки  $a=6.784\pm 0.005 \text{ \AA}$  и  $c=14.80\pm 0.01 \text{ \AA}$ . Отсутствие ограничений в приведенных дифракционных индексах позволяет отнести паларстанид к одной из четырех дифракционных групп:  $3P-$ ,  $3mP-1-$ ,  $6/mP-/-$ ,  $6mmm P-/-/-$ . В нашем случае по данным порошкограммы определить пространственную группу невозможно.

Судя по взаимоотношениям паларстанида с окружающими минералами, можно предположить его кристаллизацию вслед за минералами ряда  $(Pd, Pt)_3Sn-(Pt, Pd)_3Sn$ , полярит и золото-серебряные минералы образовались позднее нового минерала.

Образцы с новым минералом переданы на хранение в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР и в минералогический музей МГРИ.

#### Литература

Бегизов В. Д., Мещанкина В. И., Дубакина Л. С. (1974). Палладоарсенид,  $Pd_2As$  — новый природный арсенид палладия из медно-никелевых руд Октябрьского месторождения. ЗВМО, вып. 1.

Генкин А. Д., Евстигнеева Т. Л., Вяльсов Л. Н., Ланутина И. П., Тронева Н. В. (1974). Паоловит —  $Pd_2Sn$  — новый минерал из медно-никелевых сульфидных руд. ГРМ, № 1.

Разин Л. В., Бегизов В. Д., Мещанкина В. И. (1973). Материалы к минералогии платиновых металлов Талнахского месторождения. Тр. ЦНИГРИ, вып. 108.

Разин Л. В., Дубакина Л. С. (1974). Первые находки арсеноантимонидов и арсеностаннидов палладия в платиновых месторождениях Советского Союза. ЗВМО, вып. 5.

Desborough G. A., Finney J. J., Leonard B. F. (1973). Mertieite a new palladium mineral from Goodnews Bay, Alaska. Amer. Miner., v. 58, N 1—2

Московский геологоразведочный институт.

УДК 549.52.5/523

Д. чл. Н. К. МАРШУКОВА, А. Б. ПАВЛОВСКИЙ, д. чл. Г. А. СИДОРЕНКО,  
Н. И. ЧИСТЯКОВА

### ВИСМИРНОВИТ $ZnSn(OH)_6$ И НАТАНИТ $FeSn(OH)_6$ — НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ ОЛОВА<sup>1</sup>

Висмирновит (vismirnovite) — цинковый гидростаннат — и натанит (natanite) — железистый гидростаннат — обнаружены в рудах оловянных месторождений Средней Азии. Первым из них был обнаружен натанит (Маршукова и др., 1969) в рудах полиформационного вольфрамооловянного месторождения Трудовое.

Рудные тела месторождения образуют крутопадающие секущие жильные и линейно-штоковерковые зоны север-северо-восточного простирания

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 7 ноября 1979 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 9 июня 1980 г.