

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: $3P-$, $3mP-1-$, $6/mP-/-$, $6/mmm P-/-$. 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., Лапутина 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 V. F. (1973). Merteite 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 ОЛОВА¹

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-штокверковые зоны север-северо-восточного простирания

¹ 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.

среди гранитов. Руды месторождения Трудовое формировались в обстановке частых подвижек и неоднократного поступления рудоносных растворов и представляют совокупность раздробленных, брекчированных ранних кварцево-вольфрамито-касситерито-станниновых ассоциаций с це-

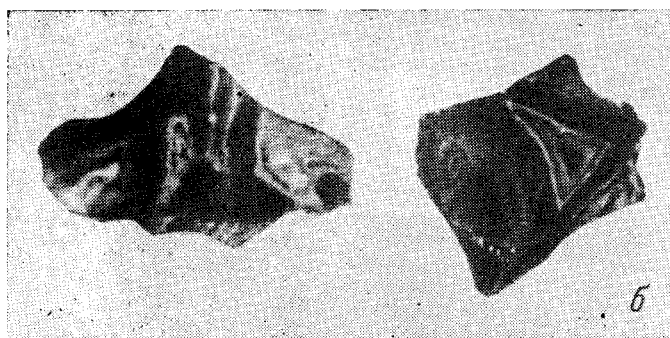
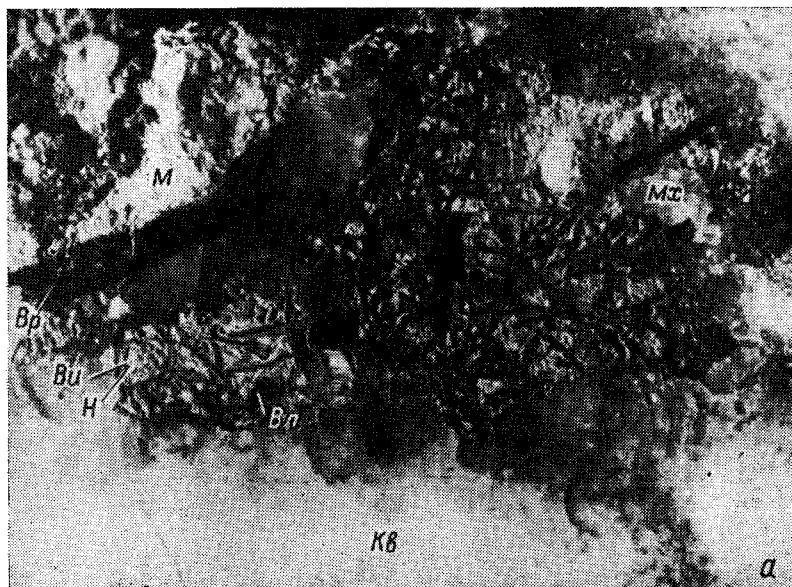


Рис. 1. Агрегатные скопления висмирновита (*Vi*) и натанита (*N*) в массе варламовита (*Vl*) и малахита (*Mx*), развивающихся по станнину в кварцево(*K8*)-мусковито(*M*)-вольфрамито(*Vp*)-гидростаннатоварламовитовой руде.

a — натур. велич., *б* — увел. 10.

ментирующими их более поздними кварцево-турмалино-касситеритовыми образованиями.

По станнину под влиянием гипергенных процессов образуется целая гамма гидратных минеральных форм олова, таких как впервые установленные висмирновит и натанит, находящийся в стадии изучения гидростаннат меди с переменным содержанием цинка и железа и варламовит переменного состава. Кроме того, здесь же образуются брошантит, малахит, азурит, розазит, гетит, штрмейерит и акантит. В последние годы висмирновит и натанит установлены также в рудах месторождения Мушистон, относимого к колчеданно-сульфидному типу оловянной формации

(Павловский, 1974). Рудные тела месторождения образуют крутопадающие секущие жильные и линейно-штоковерковые зоны среди палеозойских пород преимущественно карбонатного состава. Руды месторождения

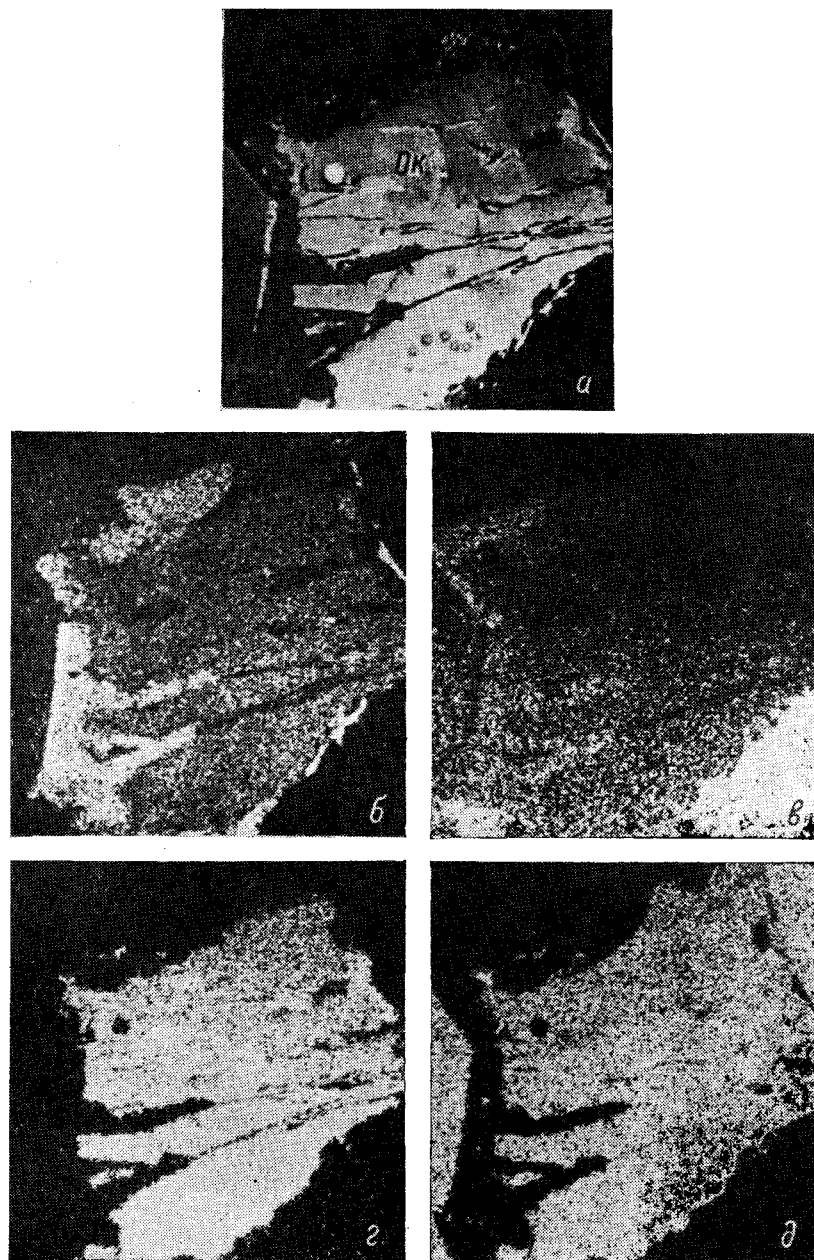


Рис. 2. Натанит (Н), развивающийся по окартиту (Ок). Увел. 400.
 а — во вторичных электронах; б—д — в характеристическом рентгеновском излучении соответственно олова (б), железа (в), серебра (г) и серы (д).

в неокисленной части сложены касситерито-станнино-кварцевой, сульфидно-полиметаллической и кварцево-карбонатной минеральными ассоциациями. Станнин в рудах резко преобладает над касситеритом. Пер-

вичные руды месторождения претерпели существенные изменения в результате гипергенных процессов и в подавляющей части превращены в окисленные кварцево-гидростаннато-варламовитые разновидности, про-

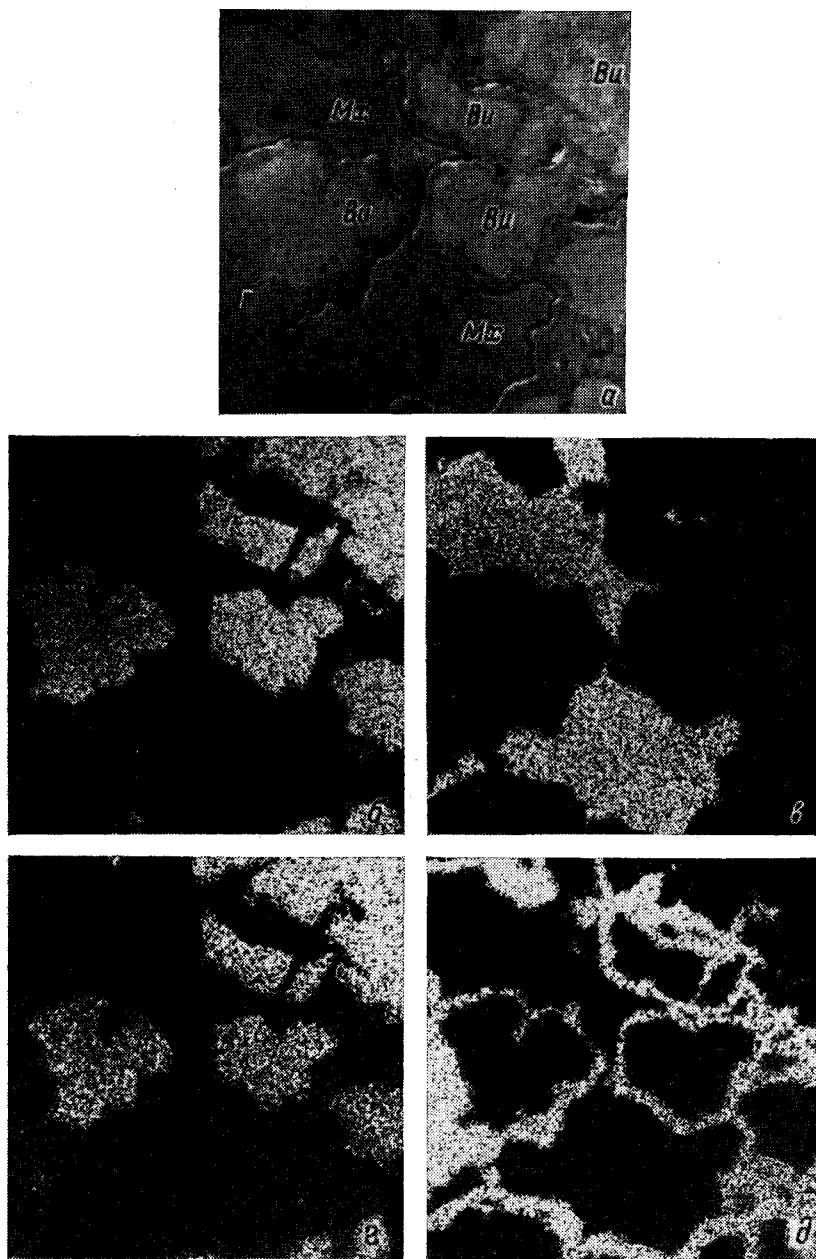


Рис. 3. Висмирновит (*Bi*) в массе малахита (*Mx*) и гётита (*G*). Увел. 400.
a — во вторичных электронах; *b—d* — в характеристическом рентгеновском излучении соответственно олова (*b*), меди (*c*), цинка (*e*) и железа (*d*).

слеживаемые до глубины 400—600 м. На месторождении Мушистон на долю олова, заключенного в гидростаннате меди, висмирновите и натавите, приходится до 80% от общего баланса олова в рудах при среднем

его содержании 0.6%. Разработка рентабельных схем обогащения гидростаннатов позволила выделить кварцево-гидростаннато-варламовитовые руды в качестве нового промышленного типа оловянных руд, способствующего расширению сырьевой базы олова (Павловский и др., 1978). Натанит, кроме того, обнаружен среди продуктов окисления окартита в рудах месторождения Чат-Карагай оловянной формации, залегающей среди доломитизированных известняков среднего палеозоя.

Висмирновит назван по имени советского ученого, одного из первых исследователей оловянно-полиметаллических месторождений Средней

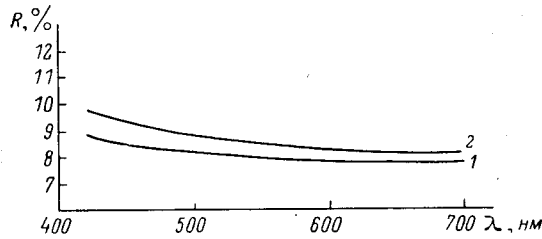


Рис. 4. Спектры отражения натанита (1) и висмирновита (2).

Получены на приборе ФМЭП-1, эталон СТФ-2, объектив 21×, полевая и апертурная диафрагмы прикрыты, рефлектор призматический, точность измерения 0.5 отн. %.

Азии, академика Владимира Ивановича Смирнова. Натанит назван по имени профессора Натана Ильича Гинзбурга, оказавшего большое содействие при изучении минералогии зоны окисления оловорудных месторождений.

Висмирновит и натанит в массе вторичных минералов меди, цинка и железа, развивающихся по станнину, образуют агрегатные скопления, концентрически-зонально перемежающиеся между собой (рис. 1, а, б), и самостоятельные обособления. Мощность зон агрегатных скоплений как висмирновита, так и натанита на отдельных участках достигает 1.5 мм, чаще мощность зон не превышает 0.1 мм. Самостоятельные обособления натанита и висмирновита имеют неправильную лапчатую форму (рис. 2, 3). Размер их колеблется в пределах десятых долей микрона. Отдельные выделения достигают 1—2 мкм в поперечнике.

По данным расчета дифрактограмм, сингония висмирновита и натанита кубическая, пространственная группа $Pn\bar{3}m$, a_0 натанита $7.69 \pm 0.01 \text{ \AA}$,

Таблица 1

Результаты расчета
дифрактограммы висмирновита

I	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{расч}}$	hkl
2	4.440	4.450	111
10	3.840	3.860	200
3	2.728	2.730	220
2	2.439	2.441	310
2	2.309	2.328	311
7	2.217	2.228	222
1	1.774	1.771	331
9	1.728	1.726	420
8	1.570	1.576	422
2	1.372	1.365	440
4	1.287	1.286	600
1	1.227	1.221	620
4	1.155	1.164	622
5	1.117	1.114	444
6	1.031	1.031	642

Примечание. Здесь и в табл. 2 условия съемки: рентгеновский дифрактометр ДРОН-2, FeK_α излучение, Mn фильтр, 35 кВ, 10 мА.

Таблица 2

Результаты расчета
дифрактограммы натанита

I	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{расч}}$	hkl
2—3	4.370	4.440	111
9	3.729	3.840	200
7	2.709	2.721	220
2	2.439	2.433	310
2	2.277	2.320	311
5	2.221	2.221	222
3	1.920	1.923	400
2	1.760	1.765	331
10	1.710	1.720	420
7—8	1.563	1.571	422
1	1.389	1.360	440
2	1.295	1.300	531
3	1.281	1.285	600
1	1.214	1.216	620
1—2	1.159	1.160	622
3	1.112	1.110	444
2—3	1.066	1.067	640
4	1.031	1.028	642

$Z=4$, $\rho_{\text{рентг}}=4.035$; a_0 висмирновита $7.72 \pm 0.02 \text{ \AA}$, $Z=4$, $\rho_{\text{рентг}}=4.073$. Некоторое расхождение значений межплоскостных расстояний $d_{\text{эксп}}$ и $d_{\text{расч}}$ (табл. 1, 2) связано с диффузностью линий, что обусловлено высокодисперсным состоянием вещества новых минералов. Висмирновит и натанит изоструктурны с викманитом (Moore, Smith, 1968), синтетическими гексагидростаннатами Fe, Mn, Co, Mg и Ca (Strunz, Contag, 1960) и Zn (XRDS, 1960), для которых решена кристаллическая структура, представляющая трехмерную вязь псевдооктаэдров $(\text{OH})_6$.

В структуре по направлению (100) идет чередование октаэдров, заселенных оловом и двухвалентными катионами Zn, Fe, Mg, Mn, Co и Ca. Размер кубической элементарной ячейки (a_0) гексагидростаннатов находится в прямой зависимости от величины ионного радиуса двухвалентного катиона.

Цвет зерен висмирновита палевый, натанита зеленовато-коричневый. Под микроскопом в отраженном свете цвет висмирновита и натанита темно-серый, в шлифах почти бесцветный. Спектры отражения приведены на рис. 4. Блеск минералов стеклянный, черта висмирновита светло-желтая, натанита серо-коричневая, спайность отсутствует.

Твердость микровдавливания висмирновита 173 кгс/мм^2 , $H_0=3.9$; натанита 315 кгс/мм^2 , $H_0=4.7$ (измерена в оптической лаборатории ВИМСа Е. Г. Рябевой на приборе ПМТ-3, нагрузка 50 гс; экспозиция 15 с). Плотность, рассчитанная для среднего химического состава висмирновита, 4.13 г/см^3 , натанита 4.04 г/см^3 . Висмирновит и натанит оптически изотропны, показатель преломления висмирновита 1.737, натанита 1.755. Минералы хорошо растворяются в разбавленной HCl и совершенно не реагируют на концентрированный раствор соды (Na_2CO_3), а также на кипячение в 25%-ном растворе щавелевой кислоты; в воде также нерастворимы.

ИК спектры поглощения висмирновита и натанита (UR-20, аналитик Л. С. Солнцева) получены в естественном состоянии и специальной нагревательной ювенте конструкции Б. П. Солнцева, что позволило определить содержание сорбированной и гидроксильной воды.

Термический анализ («Термофлекс», аналитик А. М. Урманова) показал, что при нагревании до 300° висмирновит и натанит полностью аморфизуются. При нагревании висмирновита и натанита до $750\text{--}800^\circ$ кристаллизуются соответственно цинкооловянная шпинель + касситерит и гематит + касситерит.

Химический состав натанита и висмирновита изучен на рентгеновском микроанализаторе «Самбах». Аналитические линии — $\text{Cu}_{K\alpha}$, $\text{Fe}_{K\alpha}$, $\text{Zn}_{K\alpha}$, $\text{Sn}_{L\alpha_1}$ и $\text{O}_{K\alpha_1,2}$. Стандарты — химически проанализированные минералы касситерит и халькопирит, а также синтезированные соединения SnS и ZnS. Ускоряющее напряжение 30 кВ (при измерении концентрации Fe, Cu и Zn), 20 кВ (Sn) и 10 кВ (O) при токе зонда примерно 10 нА, а при определении кислорода 100 нА. Измерения интенсивности проводились в 10—15 точках каждого зерна и для расчета концентраций использовались их усредненные значения. Расчет содержания элементов проводился по методу гипотетического состава с введением поправок на атомный номер и поглощение (Рыдник, Боровский, 1967) с использованием массовых коэффициентов поглощения К. Ф. Хейнриха (Heinrich, 1966).

При токах более 50 нА исследуемые минералы под зондом неустойчивы. В связи с этим измерение интенсивности аналитической линии кислорода проводилось при перемещении образца под зондом или при расфокусированном зонде диаметром 5—7 мкм. Содержание кислорода рассчитывалось по разработанной в ВИМСе методике (Авдонин и др., 1978). При этом учитывалось наложение линии $\text{O}_{K\alpha_1,2}$ и $\text{Zn}_{L\alpha_3}$ во втором порядке отражения.

