

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.22

© Д. чл. М. И. НОВГОРОДОВА, М. Е. ГЕНЕРАЛОВ, Н. В. ТРУБКИН

ЖЕДВАБИТ $Fe_7(Ta, Nb)_3$ - НОВЫЙ МИНЕРАЛ В ПАРАГЕНЕЗИСЕ С КАРБИДАМИ ТАНТАЛА И НИОБИЯ ИЗ ПЛАТИНОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ

M. I. NOVGORODOVA, M. E. GENERALOV, N. V. TRUBKIN.

JEDVABITE $Fe_7(Ta, Nb)_3$ - A NEW MINERAL IN PARAGENESIS WITH TANTAL-
AND NIOBOCARBIDES FROM Pt-BEARING PLACERS

New mineral jedvabite $Fe_7(Ta, Nb)_3$, named in honour of prof. J. Jedvab (Universite Libre de Bruxelles, Belgique) was found in paragenesis with tantal- and niobocarbides from platinum placers of the Middle Urals. Mineral occurs as irregular polymineral grains up to 0.15 mm in size, plate pyramidal monocrystal 1-2 microns in size. Colour greyish-yellow, lustre metallic, opaque, nonfluorescent. Micro-indentation VHN (load 50 g mean) 1050 range 1000-1100. Cleavage and parting not observed. Brittle. Density (calc.) 8.91 g/cm³. Optically greyish white. Anisotropy negligible, ΔR measurement give value ± 0.5 %. Reflectance value (standart Si, in air): 50 (420), 55.3 (480), 60.8 (540), 60.4 (600), 62.4 (660). Electron microprobe analyses (mass. %): Fe 39.17-46.30 (44.40) < Ta 31.83-38.88 (35.33), Nb 11.75-14.77 (13.05), W 0.74-7.59 (3.07), Mn 0.32-2.09 (0.60), Sn 0.22-5.08 (2.06), Si 0.34-4.19 (1.54). Empirical formula $(Fe_{6.46}Mn_{0.09}Si_{1.45})_{7.00}(Ta_{1.58}Nb_{1.14}W_{0.14}Sn_{0.14})_{3.00}$ simplified formula $Fe_7(Ta, Nb)_3$. Hexagonal ($P6_3/mmc$, $P6_3/mc$, $P62c$) a 4.81 Å, c 76.87 Å, V 157 Å³, $Z=1$. Type material is deposited in the Fersman Mineralogical Museum and Vernadsky Geological Museum, Moscow.

Жедвабит (jedvabite) $Fe_7(Ta, Nb)_3$ ¹ - новый минерал среди природных интерметаллических соединений, был обнаружен наряду с карбидами тантала и ниобия в платиновом концентрате из россыпей Среднего Урала. Изученный авторами материал является частью коллекции П. Вальтера, датированной началом XX века. История открытия минералов Ta и Nb в несвойственном им парагенезисе с платиновыми минералами и уточнение географии находок детально рассмотрены ранее (Новгородова и др., 1997).

Жедвабит встречается в виде мелкозернистых пористых агрегатов неправильной формы размером до 0.15 мм (рис. 1). Обнаружен также в виде включений в кристаллах танталкарбида и в сростках с ним, образая его округлые обособления (рис. 2). Цвет минерала серовато-желтый, тусклый, излом агрегатов неровный, спайности не заметно. Монокристаллы жедвабита размерами 1-2 мкм, судя по электронно-микроскопическим изображениям, имеют форму уплощенных гексагональных пластинок с пирамидальными гранями.

В отраженном свете минерал имеет серовато-белый цвет. Внутренних рефлексов нет. На воздухе двуотражения и анизотропии не заметно. Различия величин R_1 и R_2 укладываются в ошибку измерения ± 0.5 %. Измеренные Д. К. Щербачевым (ВИМС) (на воздухе, стандарт - Si) величины отражения (R , %, λ , nm): 50.0 (420),

Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана, 117901, Москва, Ленинский пр., 18, корп. 2.

¹ Утверждено Международной комиссией по новым минералам ММА 3 октября 1996 г.



Рис. 1. Мелкозернистый поликристаллический агрегат жедвабита.

Полир. шл. Увел. 500.

Fig. 1. Fine-grained polycrystal aggregate of jedvabite. Polish. sect., 500X.

52.6 (440), 55.4 (460), 55.3 (480), 57.3 (500), 59 (520), 60.8 (540), 60.8 (560), 62.4 (580), 60.4 (600), 61.9 (620), 62.1 (640), 62.4 (660), 62.2 (680), 63.3 (700).

Твердость микровдавливания, измеренная на микротвердомере ПМТ-3, составляет $P_{50} = 1050 \pm 50$ кгс/мм² (среднее из 6 измерений), $P_{100} = 1100 \pm 50$ кгс/мм² (среднее из 2 измерений). Форма отпечатков изометричная, трещины, указывающие на хрупкость минерала, появляются уже при нагрузке 50 г.

По данным микрозондового анализа, в составе жедвабита присутствуют (мас. %): Fe 39.17–45.95 (44.40), Ta 31.73–38.88 (35.33), Nb 11.57–14.77 (13.05), Sn 0.22–5.08 (2.06), W 0.00–7.59 (3.07), Mn 0.32–2.09 (0.60), Si 0.00–4.19 (1.54) – (табл. 1). Расчет кристаллохимической формулы для среднего состава минерала на основе 10 атомов приводит к эмпирической формуле $(\text{Fe}_{6.46}\text{Mn}_{0.09}\text{Si}_{1.45})_{7.00}(\text{Ta}_{1.58}\text{Nb}_{1.14} \cdot \text{W}_{0.14}\text{Sn}_{0.14})_{3.00}$, в упрощенном виде $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Si})_7(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Sn})_3$ или $\text{Fe}_7(\text{Ta}, \text{Nb})_3$.

Структурные характеристики получены на основе дебаеграммы (табл. 2) и картин микродифракции электронов. Жедвабит, монокристалльные зерна которого



Рис. 2. Обломок зерна жедвабита с центральной частью, состоящей из танталкарбида.

Изображение в обратнорассеянных электронах (e^-). Размер масштабной линейки 10 мкм.

Fig. 2. Fragment of jedvabite grain with center part of tantalum carbide.

Таблица 1

Химический состав жедвабита (мас. %)
Chemical composition of jedwabite (mas. %)

№ зерен	Ta	Nb	Fe	Mn	Sn	W	Si	Сумма
1	32.42	14.77	45.95	0.59	4.34	Не обн.	Не обн.	98.07
2	31.73	12.23	46.30	0.44	5.08	—	4.19	100.08
3	37.52	13.39	42.50	0.51	2.12	Не обн.	Не обн.	96.04
4	37.44	11.57	44.17	0.36	0.22	„ „	„ „	94.72
5	31.67	11.75	45.40	—	3.54	4.47	2.50	99.33
6	38.88	13.43	45.00	0.61	0.35	0.89	0.54	99.69
7	36.27	13.79	47.16	0.71	0.92	0.97	0.34	100.16
8	38.99	13.77	45.24	0.68	0.42	0.74	0.60	99.65
9	33.41	13.44	43.51	0.32	2.57	7.59	1.35	102.19
10	32.58	13.17	43.97	0.34	2.69	6.96	1.28	100.98
11	37.66	12.23	39.17	2.09	0.44	2.95	Не обн.	94.55
Среднее	35.33	13.05	44.397	0.60	2.06	3.07	1.54	100.05

Примечание. Микросонд Camebax-microbeam (аналитик В. А. Батырев), 20 кВ, эталоны — чистые металлы, аналитические линии $Ta_{M\alpha}$, $Nb_{I\alpha}$, $W_{M\beta}$, $Sn_{I\alpha}$, $Fe_{K\alpha}$, $Mn_{K\alpha}$, $Si_{K\alpha}$.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния (Å) жедвабита
X-ray powder diffraction data (Å) of jedwabite

Исследованный образец				Синтетическая фаза Fe_7Ta_3		
Экспериментальные данные		Расчетные данные		ASTM 12-604		
<i>I</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>hkl</i>
—	—	—	—	15	4.15	100
—	—	—	—	5	3.91	002
—	—	—	—	10	3.68	101
—	—	—	—	20	2.85	102
3	2.40	2.405	110	80	2.398	110
7	2.19	2.219	013	100	2.212	103
3	2.11	2.083	020	30	2.078	200
10	2.05	2.052	112	100	2.047	112
6	2.01	2.013	021	70	2.010	201
—	—	—	—	5	1.957	004
—	—	—	—	20	1/386	300
8	1.347	1.350	123	50	1.346	213
4	1.314	1.312	032	—	—	—
—	—	1.309	006	30	1/307	006, 302
3	1.203	1.203	220	—	—	—
5	1.059	1.057	133	—	—	—
$a 4.81 \pm 0.02 \text{ \AA}$ $c 7.87 \pm 0.02 \text{ \AA}$				$a 4.80 \text{ \AA}$ $c 7.84 \text{ \AA}$		

Примечание. Условия съемки: Камера Гандольфи, $Fe_{K\alpha}$, размер зерна 0.15 мм.

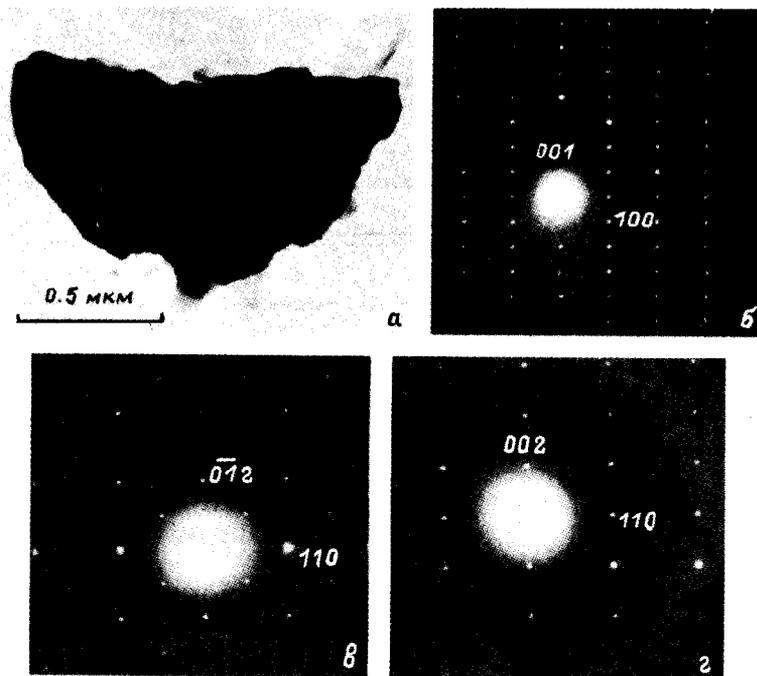


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение (а) и картины монокристалльной микродифракции электронов (б-г) для жедвабита.

Fig. 3. Electron-microscope imagination and electron diffraction patterns of jedvabite.

имеют размеры не выше 10 мкм, характеризуется степенью совершенства кристаллической структуры, что отображается четкими точечными картинами микродифракции электронов (рис. 3). Микродифракционные картины показывают гексагональную симметрию решетки. При вращении кристалла вокруг оси \vec{c} выявляется ортогональная симметрия в расположении рефлексов с типичным соотношением $g_{110}/g_{100} = \sqrt{3}$ (рис. 3, в). Дебаеграмма (табл. 2), снятая для зерна состава (мас. %): Fe 44.07, Ta 36.13, Nb 9.95, W 3.01, Sn 1.56, Si 0.82, Mn 0.69, обнаруживает сходство в отражениях жедвабита с отражениями гексагональной синтетической фазы Fe_7Ta_3 . Это позволяет отнести структуру жедвабита к гексагональной, пространственная группа $R\bar{6}_3m\bar{2}c$ (или $R\bar{6}_3mc$, $R62c$). Параметры элементарной ячейки $a = 4.81 \text{ \AA}$, $c = 7.87 \text{ \AA}$, $V = 157 \text{ \AA}^3$, $Z = 1$. Рассчитанная плотность (для упрощенной формулы $\text{Fe}_7(\text{Ta}_2\text{Nb})_3$) 8.91 г/см^3 .

Жедвабит изоструктурен искусственным соединениям Fe_2Nb ($a = 4.82 \text{ \AA}$, $c = 7.87 \text{ \AA}$) и Fe_7Ta_3 ($a = 4.80 \text{ \AA}$, $c = 7.84 \text{ \AA}$).

Минерал жедвабит (jedvabite) назван в честь Жака Едваба (J. Jedvab) – известного бельгийского минералога, профессора Свободного Университета г. Брюсселя, инициировавшего исследования природных карбидов тантала и передавшего в дар Минералогическому музею им. А. Е. Ферсмана часть оригинальной коллекции П. Вальтера.

Эталонный материал хранится в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана и Государственном геологическом музее им. В. И. Вернадского в г. Москве.

Список литературы

Новгородова М. И., Генералов М. Е., Трубкин Н. В. Новый изоморфный ряд TaC-NbC и новый минерал – ниобокарбид из платиноносных россыпей Урала // ЗВМО. 1997. № 1. С. 76–95.

Поступила в редакцию
1 декабря 1996 г.

УДК 549.464 : 553.067

ЗВМО, № 2, 1997 г.
Proc. RMS, N 2, 1997

© Д. чл. Л. П. ВЕРГАСОВА,* Е. Л. СТЕПАНОВА,** д. чл. Е. К. СЕРАФИМОВА,*
д. чл. С. К. ФИЛАТОВ**

ЛЕСЮКИТ $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2H_2O$ – НОВЫЙ МИНЕРАЛ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ЭКСГАЛЯЦИЙ¹

L. P. VERGASOVA, E. L. STEPANOVA, E. K. SERAFIMOVA, S. K. FILATOV.
LESUKITE – $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2H_2O$ – A NEW MINERAL FROM VOLCANIC EXHALATION

New natural aluminium hydroxide-hydrat-chloride was discovered among the new exhalation products of post – eruption volcanic activity of the Main Fracture Tolbachik Eruption (MFTE, Kamchatka). The appearance of hydroxide is the result of interaction between the fumarol gases and volcanic rock at temperature 50 °C. The lesukite was found in the association with the slags, ashes and simple compounds of chlorides of Ca, Mg, Na, K, Al, Fe. The chemical studies were carried out by the method of the quantitative chemical analysis, and also by the analyses in the weak acid solution. Empirical formula: $(Al_{1.78}Fe_{0.22})\Sigma_{2.00}(OH_{4.44}Cl_{1.56})\Sigma_{6.00} \cdot 3.04H_2O$. Cubic, space group $Im\bar{3}m$, $a = 19.878(1)$ Å, $D_x = 1.91$ g/sm³. Diagnostic line in the powder pattern of lesukite ($I-d-hkl$) 20–9.94–200, 70–8.11–211, 50–7.03–220, 60–4.47–420, 70–3.23–611, 100–2.706–721, 80–2.446–811, 70–1.957–10.1.1. $n = 1.53–1.55$. Equivalent of synthetic composition $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2H_2O$. The colour is yellow-orange. Streak is yellow-orange. By the method of high temperature powder diffraction was determined that lesukite decompose at 150 ± 20 °C. The mineral was named in honour of G. I. Lesuke (1935–1995), the member of Dept. of Crystallography of St. Petersburg University.

Введение. Новый природный гидроксил-хлорид-гидрат алюминия обнаружен на Большом трещинном Толбачинском извержении (БТТИ, Камчатка, 1975–76 гг.) (Большое..., 1984). Образуется при взаимодействии фумарольных газов с изверженными породами при температуре 50 °C, предположительно с участием биогенного фактора. Распространен в пределах кратерных зон Северного (СП) и Южного (ЮП) прорывов и шлаковых холмов ЮП БТТИ. Изверженные породы на СП представлены магнезиальными базальтами умеренной щелочности, на ЮП – субщелочными глиноземистыми базальтами. Тип химической формулы минерала установлен по идентичности рентгенограмм порошка нового минерала и известного химического соединения $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2H_2O$ (Joint..., 1973, карточка 31-6). Из природных соединений лесюкит более всего близок по химическому составу к недостоверному

* Институт вулканологии РАН, 683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9.

** Санкт-Петербургский университет, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества РАН 25 декабря 1995 года. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 4 сентября 1996 г.