

УДК 549.5+552.322(925.2)

Литиотантит $\text{Li}(\text{Ta}, \text{Nb})_3\text{O}_8$ — новый минерал из гранитных пегматитов Восточного Казахстана *

А. В. Волошин, Я. А. Пахомовский, В. И. Степанов, Ф. Н. Тюшева

Обнаружен в гранитных пегматитах Восточного Казахстана в краевой зоне изменения торолита в ассоциации с касситеритом и ранкамаитом. Размеры выделений достигают 0,4 мм. Бесцветный, серый, прозрачный. Блеск алмазный. Спайность отсутствует. Измеренная плотность 7,0, рассчитанная — 7,08 г/см³. В отраженном свете слабо анизотропен, серовато-белый, без плеохроизма. В ультрафиолетовом свете люминесценцией не обладает, в катодных лучах проявляет слабое свечение желто-зеленого цвета. Иностранная группа $P2_1/c$, $a_0=0,7444$, $b_0=0,5044$, $c_0=1,5255$ нм, $\beta=107,18^\circ$. Химический состав (вес.%): Ta_2O_5 —71,55, Nb_2O_5 —24,96, SnO_2 —0,57, Li_2O —2,33, сумма 99,41. Идеальная формула минерала $\text{Li}(\text{Ta}, \text{Nb})_3\text{O}_8$. Назван по химическому составу.

Новый танталат лития обнаружен в образцах с торолитом из гранитных пегматитов Восточного Казахстана и назван по химическому составу литиотантитом (*Lithio-tantite*).

Образцы с литиотантитом представляют собой агрегаты пластинчатого голубовато-белого альбита, контактирующего с серым массивным кварцем, из микроклин-альбитового пегматита. В альбите встречаются субпараллельные пластинки и сростки ярко-желтого торолита, замещенные в различной степени касситеритом, литиотантитом и ранкамаитом (рис. 1). На пластинки торолита, как правило, нарастают отдельные дипирамидальные кристаллы касситерита буро-черного цвета, образуя темную корочку. Иногда последний образует неполные гомоосевые псевдоморфозы по торолиту. Литиотантит отмечается в краевой зоне выделений торолита в виде изометричных и неправильной формы зерен размером до 0,4 мм. Наиболее поздний продукт замещения торолита — ранкамаит, представленный в виде белых шелковистых параллельно-волокнистых агрегатов, — вторая находка этого минерала в мире. Диагностика ранкамаита подтверждена рентгенограммой порошка и микросондовым анализом [2]. Идентификация минерала облегчается благодаря его характерному белому свечению в ультрафиолетовом свете. Прожилки ранкамаита пересекают неизменные участки торолита, литиотантит, касситерит, а также альбит. Внутри агрегатов ранкамаита часто отмечается обильная вкрапленность кристаллов касситерита. Кроме указанных минералов, в образцах с литиотантитом и торолитом отмечаются по трещинам редкие чешуйки лепидолита и желтоватые кристаллы апатита в пустотках альбита.

Литиотантит бесцветный, прозрачный, обычно окрашен в кремовый, розоватый или буровато-розовый цвет микроскопическими включениями касситерита. Как правило, более интенсивная окраска наблюдается на контакте с замещаемым торолитом. Блеск алмазный. Излом раковистый до неровного. Умеренно хрупкий. Спайность отсутствует. Твердость 6—6,5 по Моосу. Твердость, измеренная на микроскопе «Neophot-2» с помощью приспособления *тнр*-100 при нагрузке 40 г, 1200 кГ/мм². Плотность, измеренная в микробюретке, 7,0 г/см³. В ультрафиолетовом свете минерал люминесценцией не обладает, а в катодных лучах слабо светится желто-зеленым цветом, подобным таковому для натротантита [1].

В проходящем свете для литиотантита характерно сильное двупреломление, значение угла $2V$ очень велико. Оптический знак определить не удалось из-за сильной горизонтальной дисперсии. Показатель преломления $>1,9$. В отраженном свете литиотантит серовато-белый, без плеохроизма, слабо анизотропный. Коэффициенты отражения для разных длин волн (R_1 , R_2): 486 нм — 18,6, 18,5 %; 553 нм — 18,5, 18,3; 589 нм — 18,6,

* Минерал рассмотрен и утвержден Комиссией по новым минералам и названиям минералов ВМО АН СССР 4 октября 1981 г. и Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 31 мая 1982 г.

18,3; 656 нм — 19,1, 19,0 %. Коэффициент отражения измерен на микроскопе «Neophot-2». Источник света — ксеноновая лампа ХВО-101. Для выделения участков спектра использован набор интерференционных фильтров (ГДР, Карл Цейс, Йена). Сигнал принимался от фотоэлемента через преобразователь ВК2-21 на потенциометр «Hewlett-Packard 7100 ВМ». Эталон — монокристалл кремния, плоскость (111). Объектив 50*. Диаметр фотометрируемого участка 30—150 мкм.

ИК-спектр литиотантита (рис. 2) обнаруживает широкую полосу 600—700 см⁻¹, где слабо выделяются два максимума с частотами 640 и 675 см⁻¹. Кроме того, в ИК-



Рис. 1. Выделение литиотантита (Л) в краевой части торолита (Т) (К — касситерит). Отраженный, поляризованный свет, ув. 240.

спектре видны полосы поглощения с частотами 447 см⁻¹, 505, 570, 770, 920, 1100 и 1175 см⁻¹. Сравнение ИК-спектров литиотантита, синтетического LiNbO₃ (рис. 2, б) и торолита (рис. 2, в) показывает большое сходство первых двух. Некоторые полосы поглощения в литиотантите, по-видимому, связаны с примесью в пробе замещаемого торолита. Приведенные ИК-спектры минералов получены в одинаковых условиях на спектрометре UR-20 (ГДР, Карл Цейс, Йена) О. А. Залкиндром (ИХТРЭМС, КФ АН СССР).

Химический состав литиотантита и торолита приведен в табл. 1. Содержание элементов в минералах определено на электронном микроанализаторе MS-46 «Камека», ускоряющее напряжение 15 кВ (для Pb — 25 кВ), ток зонда 30 нА. Аналитические линии — L_α, эталоны на Ta, Nb и Sn — металлы, на Pb — синтетический PbSe. Минералы

Таблица 1. Химический состав торолита и литиотантита

Оксиды	1	2	3	6			
				Вес. %	АК _к	АК _О	К _к
Ta ₂ O ₅	48,23	54,12	66,13	71,55	0,3238	0,8095	1,90
Nb ₂ O ₅	22,15	17,20	30,25	24,96	0,1877	0,4692	1,10
SnO ₂	28,09	28,14	1,42	0,57	0,0037	0,0074	0,02
PbO	1,78	—	—	—	—	—	—
Li ₂ O	—	—	2,32	2,33	0,1560	0,0780	0,92
Сумма	100,25	99,46	100,12	99,41	—	1,3641	—

Примечание. 1—2 — торолит; 3—4 — литиотантит. АК_к — атомное количество катионов; АК_О — атомное количество кислорода; К_к — количество катионов, рассчитанное на восемь атомов кислорода.

Таблица 2. Межплоскостные расстояния литиотангита, нм

<i>l</i>	<i>d</i> _{изм}	<i>d</i> _{расч}	<i>hkl</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{изм}	<i>d</i> _{расч}	<i>hkl</i>
2	0,720	{ 0,7112 0,7273	100 002	2p	0,1299	{ 0,1299 0,1298	$\overline{12}, 10$ 428
1	0,603	{ 0,6057 0,4145	$\overline{102}$ 012	1p	0,1263	{ 0,1262 0,1263	$\overline{521}$ 525
5	0,413	{ 0,4114 0,3876	110 $\overline{112}$	1p	0,1258	0,1258	$\overline{10}, 12$
1	0,385	0,3636	004	1p	0,1240	0,1240	604, 526
3	0,363	0,3556	200	1p	0,1233	{ 0,1234 0,1232	318 $\overline{605}$
2	0,356	{ 0,3029 0,3024	$\overline{105}$ $\overline{204}$	1ш	0,1218	0,1218	435, 143
3	0,306	{ 0,2956 0,2950	$\overline{212}$ 014	1p	0,1202	{ 0,1203 0,1202	$\overline{613}$ $\overline{31}, 12$
10	0,296	0,2877	202	2	0,1194	0,1194	$\overline{612}, \overline{144}$
1	0,288	{ 0,2597 0,2593	$\overline{115}$ $\overline{214}$	2	0,1190	{ 0,1191 0,1190	139 425
1p	0,263	0,2522	020	1p	0,1181	{ 0,1182 0,1180	$\overline{616}, \overline{243}$ 42, 10
3	0,2522	0,2485	021	1p	0,1177	{ 0,1177 0,1176	138, 229 40, 12
5	0,2490	0,2424	006	1	0,1165	{ 0,1166 0,1165	335 039
1p	0,2425	0,2352	$\overline{206}$	1	0,1155	{ 0,1164 0,1155	$\overline{244}, \overline{145}$ 610, 242
3p	0,2353	{ 0,2226 0,2223	$\overline{312}$ $\overline{123}$	1p	0,1146	{ 0,1147 0,1145	$\overline{601}$ $\overline{339}$
2p	0,2225	0,2196	122	1p	0,1146	{ 0,1145 0,1135	41, 12 20, 11
1	0,2193	0,2191	$\overline{313}$	1ш	0,1134	{ 0,1134 0,1134	$\overline{529}$
4	0,2076	{ 0,2074 0,2072	$\overline{222}$ 024	2ш	0,1126	{ 0,1126 0,1125	$\overline{13}, 10$ 438, 611
1	0,2043	0,2043	214	1	0,1121	{ 0,1122 0,1121	515, $\overline{341}$ 145
5	0,1900	0,1896	222	1	0,1117	{ 0,1117 0,1113	408 340, 139
2	0,1847	0,1845	215	2ш	0,1112	{ 0,1112 0,1111	$\overline{623}$ $\overline{532}, \overline{246}$
1	0,1830	0,1831	401	1	0,1098	{ 0,1099 0,1098	341 244
1	0,1816	0,1818	008	2	0,1094	{ 0,1094 0,1093	506 434
1p	0,1791	0,1793	313	3	0,1090	{ 0,1091 0,1090	418, 147 524
6p	0,1772	0,1774	206	1p	0,1072	{ 0,1073 0,1071	$\overline{620}$ $\overline{51}, 12$
2	0,1745	0,1744	$\overline{317}, \overline{412}$	2	0,1069	0,1069	516
8	0,1722	0,1720	$\overline{226}$	1	0,1066	0,1066	$\overline{537}$
5	0,1715	0,1710	018	1p	0,1039	0,1039	$\overline{441}, \overline{715}$
1	0,1692	0,1692	$\overline{406}$	3	0,1029	0,1029	440
2	0,1676	0,1677	410	2	0,1028	0,1028	$\overline{712}, \overline{246}$
1	0,1570	0,1568	309	1p	0,1023	0,1023	$\overline{622}$
5	0,1526	{ 0,1527 0,1526	323 034	1p	0,1020	0,1020	$\overline{51}, 13$
1	0,1477	0,1478	424	1p	0,1003	0,1004	526
8	0,1451	{ 0,1452 0,1451	232 226	1p	0,1000	0,1001	$\overline{62}, 10$
	0,1448	0,1448	$\overline{21}, 10$	2	0,0993	0,0993	701
1	0,1420	0,1421	$\overline{512}, \overline{514}$	2	0,0992	0,0992	$\overline{632}$
3	0,1382	{ 0,1383 0,1382	$\overline{333}, \overline{414}$ 036				
1p	0,1367	{ 0,1369 0,1368	$\overline{236}$ 510				
1p	0,1343	{ 0,1344 0,1343	331 234				
1p	0,1328	{ 0,1328 0,1327	511 $\overline{11}, 11$				
1p	0,1314	0,1315	$\overline{508}$ 136				

Примечание. Условия съемки: камера РКУ, $D=114,6$ мм, Fe-излучение, внутренний стандарт — NaCl. Размытая линия — p, широкая — ш.

проанализированы в нескольких образцах не менее, чем в десяти точках на каждом образце (время одного измерения 10 с). Пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен на ЭВМ «Найри-2» по оригинальной программе [3]. Ошибка измерения главных компонентов ~1 отн.%, второстепенных ~2—3 отн.%. Другие элементы с атомным номером больше 11, кроме указанных в табл. 1, не обнаружены. Концентрация Li₂O определена атомно-абсорбционным методом (аналитики Тарасова М. П., Ганнибал Л. А., ГИ КФ АН СССР).

Расчет состава литиотантита на восемь атомов кислорода приводит к формуле Li_{0,92}Ta_{1,90}Nb_{1,10}Sn_{0,02}O₈. Идеальная формула минерала — Li(Ta, Nb)₃O₈.

Рентгенограмма порошка литиотантита (табл. 2) показывает, что минерал изоструктурен с синтетическими соединениями LiNb₃O₈ [5] и LiTa₃O₈ [6]. Последнее, как отмечают авторы работы [8], относится к триклинной сингонии. Приведенные параметры элементарной ячейки незначительно отличаются от моноклинного соединения LiNb₃O₈, структура которого изучена [7]. Рентгенограммы обоих соединений [5, 6],

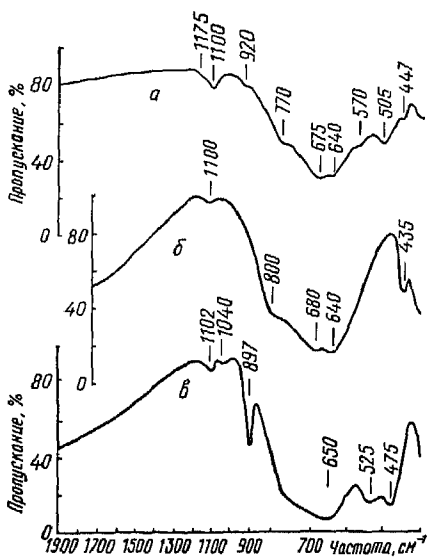


Рис. 2. ИК-спектры литиотантита (а), синтетического LiNbO₃ (б) и торолита (в).

полученные в камере Гинье, идентичны. Поэтому соединения LiNb₃O₈ и LiTa₃O₈, по-видимому, следует рассматривать как моноклинные. Аналогично с последними в моноклинной сингонии проиндексирована рентгенограмма литиотантита. Параметры элементарной ячейки: a₀=0,7444, b₀=0,5044, c₀=1,5255 нм, β=107,18°, z=4. Пространственная группа P2₁/c. Вычисленная плотность на основе эмпирической формулы (7,08 г/см³) близка по значению к измеренной 7,0 г/см³.

Пегматитовые жилы с литиотантитом относятся к микроклин-альбитовому типу с полихромным турмалином в жильной зоне комплексного редкометального типа в экзо-контакте выступа массива гранитоидов в пределах структурного узла пегматитовых полей Восточного Казахстана [4]. Образование литиотантита в пегматитах связано с гидротермальной переработкой, обусловившей последовательное замещение торолита литиотантитом, касситеритом и ранкамаитом.

Эталонный образец с литиотантитом находится в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана АН СССР.

В заключение авторы выражают благодарность Л. В. Булгаку, В. В. Гордиенко и В. А. Павловой за предоставленные образцы.

SUMMARY

Lithiotantite is found in granitic pegmatites of Eastern Kazakhstan in a marginal zone of thoreaulite alteration in association with cassiterite and rankamaite. Size of segregations reaches 0.4 mm. The mineral is colourless, grey, transparent with adamantine lustre, without cleavage. Measured density is 7.0, calculated one — 7.08 g/cm³. It is weakly anisotropic in reflected light, greyish-white without pleochroism; in ultraviolet light it has no luminescence, in cathodic rays shows slight yellow-green luminescence; isostructural with synthetic LiTa₃O₈ and LiNb₃O₈. Monoclinic, space group P2₁/c, a₀=0.7444, b₀=0.5044, c=1.5255 nm, β=107.18°. Chemical composition (wt.%): Ta₂O₅—71.55, Nb₂O₅—24.96, SnO₂—0.57, Li₂O—2.33, in total 99.41. An ideal formula of the mineral is Li(Ta, Nb)₃O₈. Its name corresponds to the chemical composition.

1. Волошин А. В., Меньшиков Ю. П., Пахомовский Я. А. Аломтантит и натротантит — новые минералы тантала в гранитных пегматитах.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1981, ч. 110, вып. 3, с. 338—345.

2. Волошин А. В., Пахомовский Я. А. Минеральные фазы системы алюминий—тантал в редкоземельных пегматитах.— Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1983, ч. 112, вып. 1, с. 67—76.
3. Кравченко-Бережной Р. А., Медведева Э. М., Пахомовский Я. А. и др. Использование ЭВМ в количественном рентгеновском микроанализе.— Завод. лаб., 1976, № 9, с. 1081—1082.
4. Поля редкометальных пегматитов / Под ред. М. В. Кузьменко.— М.: Наука, 1976.— 332 с.
5. Joint Committee on the Powder Diffraction Standards.— In: Set 26 of the Powder Diffraction File. Philadelphia, 1976, card. N 26—1189.
6. Lundberg M. The crystal structure of LiNb_3O_8 .— Acta chem. scand., 1971, 25, N 26, p. 3337—3346.
7. Pouchard M., Chaminade J. F. Sur quelques tantalates et oxyfluorotantalates de lithium.— C. r. Acad. sc. C, 1972, 274, N 21, p. 1739—1742.

Геологический институт
Кольского филиала АН СССР, Апатиты
Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов АН СССР, Москва

Поступила в редакцию
23.IX 1982 г.