

Г. П. Барсанов, Н. М. Кумскова,
К. И. Чепижный

О НОВОЙ НАХОДКЕ ТАПИОЛИТА

Минеральный состав некоторых пегматитов Монгольского Алтая характеризуется наличием в них аксессуарных танталониобатов, представленных колумбит-танталитом, мангантанталитом, висмутотанталитом, микролитом и тапиолитом. Из других интересных и редких минералов, содержащих тантал и ниобий, были встречены стрюверит и брукит. Из перечисленного списка минералов танталит, висмутомикролит, стрюверит, брукит с различной степенью детальности были изучены К. А. Власовым, А. А. Беусом, Н. А. Солодовым, Н. Е. Залашковой и другими исследователями.

Тапиолит, встречающийся на Монгольском Алтае как большая редкость, ранее никем не описывался. В настоящей заметке мы приводим краткие сведения об этом редчайшем минерале, полученные при его изучении.

Тапиолит встречен в сильно альбитизированной жиле, содержащей в качестве аксессуарных минералов берилл, колумбит, висмутин, турмалин и лепидолит. Выделения тапиолита были обнаружены в клеветландите и достигали размеров 5×7 см. Тапиолит представлен скоплениями неясно образованных кристаллов, напоминающих с первого взгляда колумбит. Кристаллы имеют искривленные грани и нечеткую форму. В единичных случаях среди сростков могли различаться отдельные кристаллы, на которых наблюдались одна-две грани. Визуально на некоторых кристаллах можно было предположить наличие граней (001), (100), (113). Зерна, сростки и кристаллы тапиолита характеризуются черным цветом. Отчетливо выраженной спайности нет, излом неровный. Твердость 6—7. Удельный вес, определенный пикнометрически из навески 1,29 г, равен 7,52. Блеск сильный полуметаллический. Черта серо-бурая. В тонких осколках просвечивает темно-красным цветом. В некоторых образцах отмечается отдельность (трепциноватость).

В проходящем свете в тонких шлифах под микроскопом цвет минерала в связи с плеохроизмом изменяется от темно-красного по No до темного по Ne. Отчетливо устанавливаются крупные двойники и сростки, хорошо заметные также и в проходящем поляризованном свете. При одном никеле минерал кажется неоднородным: на общем темно-красном фоне минерала в отдельных участках отмечаются точки, пятна и отдельные параллельные полосы, имеющие более светлый или темно-красный цвет. Характерно, что осветленные участки имеют ту же оптическую ориентировку, что и весь кристалл, и угасают одновременно. Иногда в тапиолите вдоль тонких трещин отмечаются выделения альбита, мусковита, кварца и изотропного (метамиктного?) минерала — микролита (?). На границе с тапиолитом альбит часто окрашен в бурый цвет за счет выноса из тапиолита части железа.

Любопытно, что в краевых частях тонких трещин тапиолит часто сильно осветляется и представлен полупрозрачными красными разностями, по внешнему облику напоминающими мангантанталит. В целом процессы преобразования, приводящие к появлению в тапиолите прозрачных красных разностей, аналогичны преобразованиям в мангантанталите, который изучался одновременно. При этом, как выяснилось, в мангантанталите более светлые отдельные зерна характеризуются резко повышенным удельным весом (7,3). Мангантанталиты красновато-бурого цвета имеют несколько пониженный удельный вес (6,8), по-видимому, за счет вхождения в их состав ниобия, так как в прозрачных красных мангантанталитах ниобия не содержится. Учитывая указанное обстоятельство, можно предполагать, что и в тапиолите прозрачные красные участки сложены разностями, близкими по составу к мангантапиолиту, поэтому не исключена возможность находки прозрачных красных мангантапиолитов, которые, вероятно, могут формироваться на поздних стадиях пегматитового процесса.

В полированных шлифах минерал характеризуется светло-серой окраской со слабым голубоватым оттенком. Поверхность шлифа трещиноватая, но гладкая без каких-либо особенностей в полировке. Минерал резко анизотропный, двуотражающий. Отмечаются четкие крупные двойники и взаимные прорастания, имеющие треугольные очертания. Внутренние рефлексы красные. Отражательная способность, измеренная на вертикальном металлографическом микроскопе МИМ-7, равна 17,8 (близка к отражательной способности колумбитов).

Минерал подвергался структурному травлению в парах HF в течение 12 час. При исследовании образца под микроскопом никаких изменений минерала не отмечалось. Структура не проявилась. Повторное травление минерала в течение 12 час. привело к очень слабому побурению, при этом двойниковое строение не проявилось. По степени травления тапиолит ведет себя аналогично мангантанталиту, т. е. практически не травится.

Химический анализ изученного тапиолита, проведенный К. А. Дорофеевой, и его пересчет по кислородному методу приведены в табл. 1. Для сравнения в табл. 1 приведен химический анализ тапиолита из Казахстана с пересчетом его также по кислородному методу. Пересчет и сопоставление химических анализов тапиолита из Монгольского Алтая (уд. вес 7,5) с тапиолитом из Казахстана (уд. вес 7,1) показывает, что изученный тапиолит отличается от тапиолита из Казахстана несколько большим содержанием тантала и меньшим — ниобия, что подтверждается также различиями в удельных весах. Изученный тапиолит содержит также меньшее количество марганца и олова.

Сравнение химических анализов исследованного тапиолита с ранее описанным в СССР Л. Н. Рудовской (1962) тапиолитом из Карелии и химическими анализами тапиолитов, собранных В. И. Кузнецовым (1956), показало, что для них характерно постоянное наличие MgO. С другой стороны, указанная особенность присуща и колумбит-танталиту (Кузнецов, 1956). Учитывая наличие магноколумбита (Матиас и др., 1963), а также танталита, содержащего, по данным Кенига (Дэна, 1951), 7,7% MgO, 0,50% MnO, 14,07% FeO, можно думать, что и в ряду мооссит-тапиолита не исключена возможность находок аналогов указанным разновидностям (магномооссита).

Интересно присутствие в тапиолите также олова. Под микроскопом в тапиолите даже при больших увеличениях касситерита не установлено. Наличие олова, как известно, наблюдается также в минералах группы колумбит-танталита (Кумскова, 1962; Сергеева, 1962). С целью сравнения содержания SnO₂ в тапиолите и колумбит-танталитах нами было просмотрено 150 химических анализов колумбит-танталитов (Кузнецов, 1956). Сопоставление данных показало, что в изученном тапиолите содержание

SnO_2 близко к содержанию его в танталитах, где оно колеблется в пределах 0,6—0,8%. В колумбитах же содержание SnO_2 наиболее часто колеблется в пределах 0,3—0,4%.

Как показали эксперименты (Qunsel, 1941), весовое содержание ниобия уменьшает смесимость между SnO_2 и колумбитовой фазой и в результате образуется лишь механическая смесь этих компонентов, тогда как повышение содержания тантала является благоприятным для изоморфной растворенности SnO_2 в колумбит-танталитах.

По данным, приведенным у Дэна (1951), содержание SnO_2 в тапиолите из Финляндии (скогбелите) достигает 1,25%, а содержание Ta_2O_5 равно 84,44%. Учитывая, что в последнее время для ромбических тантало-ниобатов установлено наличие оловотанталита (Матиас, 1961), можно полагать, что и для тапиолита не исключена возможность находки аналогичной разновидности (оловотапиолита). С другой стороны, Рамдор (1962) указывает, что для тапиолита и для колумбит-танталита характерно то, что они образуют включения в касситерите. Следовательно, можно допустить, что при определенных условиях может происходить распад твердого раствора и в зависимости от преобладания того или другого компонента образуются или колумбит-танталиты, или тапиолиты с примесью касситерита, или касситериты с примесью колумбит-танталита или тапиолита.

Таким образом, между минералами ряда колумбит-танталит и тапиолит имеется несколько несомненных аналогий. Вместе с тем, есть и различия. Любопытно, что по степени распространения тапиолит встречается чаще, чем моносит, тогда как в ряду колумбит-танталит более распространен колумбит.

Наличие SiO_2 , отмеченное нами в анализе, связывается с включениями кварца, от которого не удалось вполне избавиться при отборке минерала.

Таблица 1

Химические анализы тапиолита из Монгольского Алтая и Казахстана

Компоненты	Тапиолит, вес. %		Молекулярные кол-ва $\times 1000$		Атомные кол-ва катионов		Атомные кол-ва анионов		Число атомов кислорода, рассчитанное на 6		Атомные кол-ва катионов		Число атомов катионов	
	Монгольский Алтай	Казахстан*												
Ta_2O_5	73,34	63,30	165	143	330	286	825	715	3,94	3,28	0,4	0,4	1,57	1,31
Nb_2O_5	7,21	16,23	27	61	54	122	135	305	0,65	1,4	0,4	0,4	0,26	0,56
TiO_2	2,63	2,56	33	32	33	32	66	64	0,31	0,3	0,5	0,5	0,15	0,15
FeO	11,64	13,05	161	181	161	181	161	181	0,78	0,83	1	1	0,78	0,83
MnO	0,72	2,66	10	37	10	37	10	37	0,04	0,17	1	1	0,04	0,17
MgO	0,07	0,14	1	3	1	3	1	3	0,01	0,01	1	1	0,01	0,01
CaO	0,36	—	6	—	6	—	6	—	0,03	—	1	—	0,03	—
SnO_2	0,65	0,98	4	1	4	1	8	2	0,04	0,01	0,5	0,5	0,02	0,01
Fe_2O_3	2,31	—	14	—	28	—	42	—	0,2	—	0,7	—	0,14	—
SiO_2	0,68	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ZrO_2	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H_2O (700°)	0,12	0,02	16	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H_2O^-	0,00	0,05	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Формула тапиолита из Монгольского Алтая: $(\text{Fe}_{0,78}^{2+} \text{Fe}_{0,14}^{3+} \text{Mn}_{0,04} \text{Mg}_{0,01} \text{Ca}_{0,03})_{1,00} \times (\text{Ta}_{1,57} \text{Nb}_{0,26} \text{Ti}_{0,15} \text{Sn}_{0,02})_2 \text{O}_6$.

Формула тапиолита из Казахстана*: $(\text{Fe}_{0,83}^{2+} \text{Mn}_{0,17} \text{Mg}_{0,01})_{1,01} (\text{Ta}_{1,31} \text{Nb}_{0,56} \text{Ti}_{0,15} \text{Sn}_{0,01})_2 \text{O}_6$.

* Чжень-Дэ-Цянь и Г. А. Сидоренко, производившие пересчет тапиолита из Казахстана, на основе $B = 2$ дают следующую форму тапиолита: $(\text{Fe}_{0,82} \text{Mn}_{0,17} \text{Mg}_{0,01}) (\text{Ta}_{1,30} \text{Nb}_{0,55} \text{Ti}_{0,15})_2 \text{O}_{6,82}$.

Спектральным анализом, кроме элементов, указанных в табл. 1, в минерале установлено наличие сотых долей процента Al, Sr и тысячных Cu, Be.

Рентгеноструктурное изучение минерала проведено по методу Дебая в камере РКУ-114 на медном нефилтрованном излучении (40 кв, 16 ма). Для сравнения в табл. 2 приведены значения межплоскостных расстояний для тапиолита из Казахстана, по Г. А. Сидоренко и Чжень-Дэ-Цяню (1962).



Рис. 1. Термограмма тапиолита

Из табл. 2 видно, что тапиолит из Монгольского Алтая имеет дифракционную картину, сходную с тапиолитом из Казахстана. Вместе с тем, имеются небольшие различия, которые, вероятно, связаны с несколько иным химическим составом изученного тапиолита. Так, в описываемом тапиолите есть отражения 112, 114, 314, 435, 443, 525, которые не наблюдаются в Казахстанском тапиолите, и нет отражений 105, 118, 440. Усилены интенсивности отражений 113, 211, 220, 310, 330 и ослаблены 400, 336, 426, 523. Минерал имеет трирутиловую структуру тетраго-

Таблица 2

Порошкограммы тапиолита

Индекс	Тапиолит				Индекс	Тапиолит			
	Монгольский Алтай		Казахстан			Монгольский Алтай		Казахстан	
	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>		<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>
002	—	—	1	4,57	314	1	1,256	—	—
101	2	4,16	1	4,20	323	8	1,209	6	1,241
110 ³	5	3,672	2	3,702	400	1	1,188	3	1,189
110	10	3,333	9	3,358	226	5	1,132	5	1,134
103	5	2,835	5	2,853	330	6	1,119	3	1,122
112	6	2,655	—	—	118	—	—	1	1,090
103	10	2,567	10	2,567	413	5	1,079	5	1,082
200	7	2,358	5	2,364	316	4	1,073	5	1,076
113	3	2,245	1	2,261	420	4	1,063	3	1,065
211	6	2,041	1	2,068	416 ³	—	—	1	1,023
212	7	1,926	4	1,930	336 ³	3	1,001	2	1,003
114	2	1,889	—	—	426 ³	3	0,9637	1	0,9688
201	1	1,860	1	1,863	523 ³	2	0,9379	3	0,9419
220 ³	—	—	2	1,856	510	3	0,9306	3	0,9339
213	10	1,740	10	1,749	416	4	0,9219	4	0,9229
105	—	—	2	1,716	336	5	0,9081	7	0,9084
220	8	1,675	2	1,678	—	—	—	1	0,8822
301	1	1,556	1	1,561	426	2	0,8745	5	0,8747
006	5	1,532	2	1,539	2.0.10	1	0,8585	2	0,8612
310	8	1,499	4	1,505	523	6	0,8478	8	0,8488
312	1	1,429	1	1,432	435	2	0,8453	—	—
303	8	1,406	6	1,413	440	—	—	1	0,8408
116	8	1,391	5	1,395	443	3	0,8086	—	—
323 ³	2	1,337	1	1,342	525	7	0,7962	—	—
206	5	1,288	4	1,294					

нальной сингонии. Для него получены следующие размеры элементарной ячейки (в скобках приведены данные для тапиолита из Казахстана):

$$a_0 = 4,737 + 0,005 \kappa X \quad (4,754 + 0,005 \kappa X);$$

$$c_0 = 9,194 + 0,005 \kappa X \quad (9,249 + 0,005 \kappa X);$$

$$c_0 : a_0 = 1 : 1,941 \quad (1 : 1,945).$$

Уменьшение значений параметров a_0 и c_0 исследуемого тапиолита по сравнению с тапиолитом из Казахстана связано, как и в группе колумбит-танталита (Кумскова, 1962), с уменьшением содержания Mn (0,72% против 2,66% в тапиолите Казахстана) и появлением трехвалентного железа¹.

Для изучения возможности перехода тапиолита в другие полиморфные модификации при нагревании (например в ромбический танталит) был проведен термический анализ. Кривая нагревания тапиолита, полученная из навески 50 мг, показала отсутствие четких экзо- или эндотермических эффектов, что подтверждает неизменность кристаллического состояния минерала в этом интервале нагревания. На кривой, приведенной на рис. 1, наблюдается лишь слабое общее поднятие с нечеткими максимумами при 600 и 900°, вероятно, связанное с постепенным окислением двухвалентного железа. Таким образом, перехода тапиолита в колумбит-танталит (точнее в танталит) в пределах указанного интервала температур не наблюдалось.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Дэна Дж. и др. Система минералогии, т. 1, полутом 2. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1951.
- Кумскова Н. М. Рентгенографическое изучение минералов группы колумбит-танталит.— Рентгенография минералов, 1962, № 1.
- Кузнецов В. И. Материалы по химическому анализу минералов изоморфного ряда колумбит-танталита.— Геохимия, 1956, № 8.
- Матиас В. В. Оловотанталит — новая разновидность танталита.— Труды ИМГРЭ, 1961, вып. 9.
- Матиас В. В., Рассовский Л. Н., Шостацкий А. Н., Кумскова Н. М. О новом минерале магно-колумбите.— Докл. СССР, 1963, 148, № 2.
- Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. М. Изд-во иностр. лит-ры, 1962.
- Рудовская Л. Н. О находке тапиолита в гранитных пегматитах.— Зап. Всес. мин. об-ва, 1962, ч. 91, вып. 3.
- Сергеева Н. Е. К вопросу о различных компонентах в минералах группы колумбит-танталита.— Вестн. МГУ, 1960, № 2.
- Чжень-Дэ-Цянь, Сидоренко Г. А. Первая находка тапиолита в СССР.— Минеральное сырье, 1962, № 4.
- Hutton C. O. Notes on tapiolite with special reference to tapiolite from southern Westland, New Zealand.— Amer. Mineralogist, 1958, 43, № 1—2.
- Qunsel P. Cassiterite and stanniferous columbite.— Geol fören. i Stockholm förhandl., 1941, 63, h. 3.

¹ Ионный радиус $Mn^{2+}=0,91 \text{ \AA}$, $Fe^{2+}=0,80 \text{ \AA}$, $Fe^{3+}=0,67 \text{ \AA}$, по Н.В.Белову и Г.Б.Бокию.