

А. П. КАЛИТА

**О СОСТАВЕ ОБРУЧЕВИТА—ГИДРАТИРОВАННОЙ УРАНО-ИТТРИЕВОЙ
РАЗНОВИДНОСТИ ПИРОХЛОРА**

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 10 V 1957)

В 1945 г. Е. И. Нефедовым в пегматитах Северо-Западной Карелии (район Алакуртти) был обнаружен своеобразный метамиктный тантало-ниобат, первоначально определенный им как эльсвортит. В 1949 г. этот тантало-ниобат изучался А. А. Беусом и был выделен им как новый минерал из группы пирохлора, которому в честь академика В. А. Обручева было дано название обручевит (²). Изучение обручевита было продолжено автором настоящей статьи в 1955—1957 гг. под руководством А. А. Беуса.

Описываемый минерал был встречен в пегматитовой жиле, залегающей на контакте биотитовых плагиогнейсов с небольшим массивом амфиболитизированного габбро. Протяженность пегматитовой жилы 210 м, при мощности в раздуве до 60 м, простирание её 310—315° на С.-З., падение крутое.

Строение жилы характеризуется четкой симметричной зональностью. В направлении от периферии к центру жилы зоны сменяются в следующем порядке: 1) кварц-микроклин-плагноклазовая зона пегматоидной структуры мощностью от 0,3 до 0,5 м; 2) кварц-микроклиновая зона крупнографической структуры мощностью от 2 до 5 м; 3) кварц-альбит-олигоклазовая зона апографической структуры мощностью от 5 до 10 м; 4) зона грубозернистого альбита мощностью от 1 до 3 м; 5) альбит-мусковитовая зона мощностью от 0,5 до 2 м; 6) ядро, сложенное микроклин-пертитом и кварцем гиганто-блоковой структуры, мощностью до 20—25 м в раздуве; 7) гнездообразные и трещинные обособления сахаровидного альбита № 3 в блоковом микроклин-пертите и кварце и мелкочешуйчатого мусковита в блоковом кварце.

Детальное минералогическое изучение парагенетических комплексов, слагающих пегматитовое тело, позволило установить, что существенную роль в составе пегматита играют минералы стадии замещения. В частности, кварц-альбит-олигоклазовая зона апографической структуры (альбит-олигоклаз №№ 10—12) и зона грубозернистого альбита (альбит № 8) являются продуктом наложения ранней альбитизации на внешнюю кварц-микроклиновую зону графической структуры и, в меньшей степени, на блоки микроклина, расположенные в периферической части ядра пегматитового тела. В свою очередь альбит-мусковитовая зона образовалась в результате более поздней мусковитизации грубозернистого альбита на границе с кварц-микроклиновым ядром.

Выделения обручевита обнаруживаются во всех зонах замещения, сложенных ранней генерацией альбита №№ 8—12, а также по трещинам в блоковом кварце. Однако наиболее крупные выделения обручевита приурочены к зоне грубозернистого альбита и реликтам альбита среди крупнопластинчатого мусковита. В этих участках минерал встречается в виде неправильных выделений и гнезд, достигающих в поперечнике 5 см и бо-

лее. Наряду с гнездами местами наблюдаются выделения вытянутой формы, достигающие 2—3 см по длинной оси. Вокруг выделений облучевита в грубозернистом альбите обнаруживаются характерные радиально-лучистые трещинки, а также ореол буровато-желтых охр. Кварц, окружающий выделения облучевита, окрашен в темно-дымчатый, почти черный цвет.

Нередко облучевит находится в тесной ассоциации с крупнокристаллическим гранатом, выполняющим трещины в грубозернистом альбите.

Таблица 1

Химические анализы облучевита

Компоненты	Содержание, %	Атомное количество катионов	Атомное количество кислорода
Na ₂ O	2,43; 2,03	78; 64	39; 32
K ₂ O	0,31; 0,70	6; 14	3; 7
CaO	2,82; 2,66	50; 48	50; 48
MgO	0,26; 0,18	6; 4	6; 4
MnO	0,35; —	4; —	4; —
Y ₂ O ₃	11,34; 11,73	100; 104	150; 156
Ce ₂ O ₃	0,66; 1,13	4; 6	6; 9
ThO ₂	0,26; 0,11	2; —	1; —
UO ₃	9,72; 10,50	34; 39	102; 87
Fe ₂ O ₃	4,30; 3,52	54; 48	81; 72
Al ₂ O ₃	— 1,40	— 26	— 39
SiO ₂	3,78; 3,20	62; 53	124; 106
TiO ₂	6,29; 2,74	79; 34	158; 68
Nb ₂ O ₅	37,54; 37,30	282; 280	725; 700
Ta ₂ O ₅	5,47; 7,23	24; 32	60; 80
H ₂ O ⁺	7,77; }	862; —	431; }
H ₂ O ⁻	6,48; }	720; —	360; }
П. п. п.	— 1	— —	— —
Сумма . .	99,78; 100,33	— —	— —

Примечание. Во всех графах таблицы первая цифра по анализу М. Е. Казаковой, вторая по анализу М. В. Кухарчик.

затянул существенно отличными от известных в литературе анализов минералов из группы сложных окислов ниобия и тантала (табл. 1).

Рентгеноструктурное исследование минерала, проведенное Н. Т. Пиневич, позволило установить его метамиктный характер. Порошкограмма облучевита была получена после прокаливании до 1100°. По количеству линий и межплоскостным расстояниям облучевит обнаруживает существенное сходство с минералами группы пироклора (см. табл. 3). Расчет параметров элементарной ячейки прокаленного облучевита, произведенный исходя из кубической объемно-центрированной решетки, дает значения, колеблющиеся у различно окрашенных разновидностей от 10,0 до 10,34 Å.

На основании данных рентгеноструктурного исследования пересчет химического анализа облучевита был произведен на формулу, отвечающую составу минерала из группы пироклора, т. е. A₂B₂O₆(OH) (табл. 2). Группируя катионы и приняв за основу пересчета группу В — (Nb, Ta, Ti, Fe), мы получим значительный недостаток катионов в группе А, обусловленный, по всей вероятности, дефектной структурой гидратированного минерала, из которого вынесена часть легкоподвижных катионов (Na, Ca). Нарушение электростатического равновесия в данном случае, как это было отмечено и для других сложных окислов ниобия и титана Л. С. Бородиным⁽¹⁾, компенсируется замещением соответствующей части кислорода

Вблизи скоплений граната и облучевита в ряде случаев встречается фергусонит, колумбит и, реже, ортит. Как правило, все минералы, выполняющие трещины в грубозернистом альбите, окружаются пластинчатым мусковитом.

Цвет типичного облучевита шоколадно-коричневый; блеск стеклянный до алмазного; излом раковистый.

Под микроскопом минерал изотропен. Показатель преломления в изученных образцах колеблется в пределах 1,830—1,835. В полированных шлифах легко поддается травлению HF. Удельный вес облучевита, окрашенного в различные оттенки коричневого цвета, колеблется от 3,60 до 3,80. Твердость 4,5—5.

Результаты химического анализа образца (№ 1) описываемого минерала (аналитики М. Е. Казакова) ока-

Таблица 2

Пересчет анализов обручевита на сумму катионов группы В-2

Катионы	Группа	Образец № 1	
		число атомов катионов	валентность катионов
Na	А-1,27	0,36	$\times 1 = 0,36$
K		0,03	$\times 1 = 0,03$
Ca		0,22	$\times 2 = 0,44$
Mn		0,02	$\times 2 = 0,04$
Y		0,45	$\times 3 = 1,35$
Ce		0,02	$\times 3 = 0,06$
Th		0,01	$\times 4 = 0,04$
U		0,16	$\times 6 = 0,96$
Fe	В-2,00	0,24	$\times 3 = 0,72$
Ti		0,36	$\times 4 = 1,44$
Nb		1,27	$\times 5 = 6,35$
Ta		0,10	$\times 5 = 0,55$
Mg		0,03	$\times 2 = 0,06$
Сумма		—	12,40

Таблица 3

№№ п. п.	Обручевит, Алакуртти, $t = 1100^\circ$; $\lambda = \text{Fe}$; $2R = 57,3$ $d = 0,6$; эксп. 25 час.*		Обручевит, Алакуртти $t = 950^\circ$; $\lambda = \text{Fe}$; $2R = 57,3$ $d = 0,6$; эксп. 15 час.*		Пироклор, Ловозеро $\lambda = \text{Fe}$ $2R = 57,3$; $d = 0,6^{**}$	
	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$
1		—	3	4,016		—
2	4	3,454		—		—
3		—		—	2	3,28
4	5	3,152	6,5	3,154		—
5	1	—		—	4	3,10
6	10	2,975	10	2,990	10	2,98
7	3	2,578		—	4	2,58
8	3	2,495	6,5	2,488		—
9		—		—		—
10	2	1,816	6,5	1,825	10	1,83
11		—		—		—
12	9	1,695	5	1,686		—
13		—	3	1,654		—
14	5	1,550		—	8	1,560
15	7	1,488		—	2	1,495
16		—		—	1	1,452
17		—	5	1,349	1	1,345
18		—		—	1	1,291
19	3	1,183		—	5	1,189
20		—		—	5	1,158
21		—		—		—
22		—		—		—
23	2	1,053		—	3	1,058
24		—		—	2	0,997

* Анализ производила Н. Г. Пиневиц.

** По данным Л. С. Бородиня и И. И. Назаренко.

на ОН-группу. Таким образом, пересчет имеющихся анализов обручевита (табл. 3) приводит к общей формуле гидратированного пирохлора $A_{2-n}B_2 [O_{6-n}(OH)_n](OH)$ или для обручевита — $(Y, Na, Ca, U...)_{1,27} (Nb, Ta, Ti, Fe)_2 (O_{5,40}, OH_{0,60}) (OH) \cdot 1,13 \cdot H_2O$.

Наличие двух форм воды в минерале устанавливается на кривой обезвоживания (рис. 1), позволяющей наметить два температурных интервала ее выделения*.

Р. Л. Баринским был определен состав редких земель в обручевите. 50% общей суммы редких земель составляют иттрий и гадолиний.

Результаты изучения позволяют характеризовать обручевит как сильно гидратированную урано-иттриевую разновидность пирохлора. От пирохлора и мариньякита (цериевой разновидности пирохлора) обручевит отличается высоким содержанием иттрия и урана, от эльсвортита и гат-

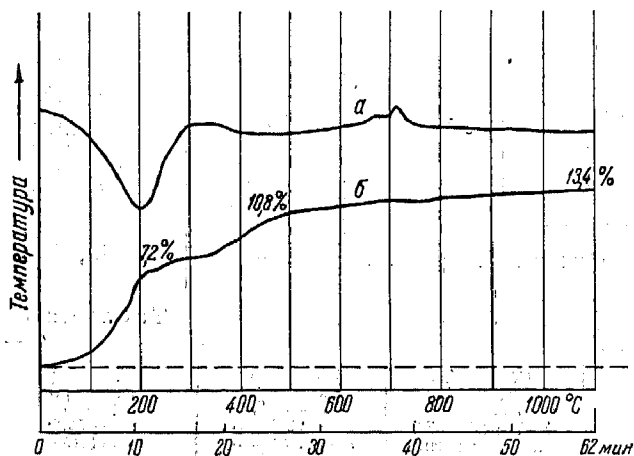


Рис. 1. а — Дифференциальная кривая нагревания обручевита
б — кривая изменения веса

четтолита — содержанием иттрия (эльсвортит иттрия не содержит, гатчеттолит содержит очень мало). В отличие от бетафита обручевит характеризуется высоким содержанием иттрия и значительно меньшим — урана. Следует отметить, что вопросы систематики минералов группы пирохлора еще недостаточно изучены.

Тесная ассоциация обручевита с кварц-альбитовым и альбитмусковитовыми замещающими комплексами, частая приуроченность обручевита к трещинам в грубозернистом альбите и блоковом кварце позволяет связать его образование с наиболее поздними этапами стадии замещения.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов
Академии наук СССР

Поступило
8 V 1957

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Л. С. Бородин, ДАН, 95, № 4 (1954). ² Р. В. Гецева, К. Т. Савельева, Руководство по определению урановых минералов, 1954.

* Термограмма обручевита получена А. И. Цветковым в термической лаборатории ИГЕМ АН СССР.