

Г. А. Анненкова, В. А. Молева

О РЕДКОЗЕМЕЛЬНОМ ЭВКОЛИТЕ ИЗ ХИБИН

При обработке полевого материала, собранного в Хибинском щелочном массиве в 1958 г., был обнаружен желтый эвколит с высоким содержанием TR, Ti, Mn, отличающийся от известных эвколитов других щелочных массивов. Минерал этот найден в шпироподобном пегматитовом теле в крупноглыбовой осыпи на юго-восточном склоне западного Рисчорра. Площадь наблюдаемого пегматита составляла $1,3 \times 1,5 \text{ м}^2$. По структуре и распределению минералов в пегматите выделяются периферическая среднезернистая и центральная крупнозернистая зоны. Периферическая зона имеет резкий, но нечеткий контакт с вмещающими среднезернистыми нефелиновыми сенинтами, который устанавливается по увеличению размеров выделений полевого шпата до 6 см. Структура зоны пегматоидная, обусловленная сростанием полевого шпата, нефелина и эгирин-авгита, сцементированных бурым эвколитом. Нефелин в значительной степени замещен натролитом и желтым канкринитом. Последний приурочен к краевым участкам нефелина, где образует шестоватые, иногда серповидной формы выделения размером до 5 см. Центральная зона в основном сложена крупными (до $10 \times 70 \text{ см}$) кристаллами зеленоватого микроклина. Одиночные кристаллы раннего эгирин-авгита почти нацело замещены агрегатом мелкошуйчатого биотита, спутанно-волоконистого эгиринита и частично натролитом. С натролитом ассоциирует постоянный комплекс минералов, размер которых не превышает 1 мм: коричневый сфен, астрофиллит, ринколит, слюдоподобный катаплеит и желтый эвколит.

Желтый эвколит встречается в виде мелких зерен и таблитчатых кристаллов гексагонального габитуса, обычно образующих сростки по плоскости пинакоида. Размер отдельных кристаллов в поперечнике — до 0,5—0,8 мм. Минерал соломенно-желтый до желтого¹; блеск жирный, излом раковистый, водяно-прозрачный. Под бинокулярной лупой в тонких сколах очень похож на сфен, что затрудняет диагностику минерала. В отличие от известных эвколитов сильно электромагнитен. Удельный вес, определенный методом непосредственного измерения объема и веса минерала из микронавески, равен 3,07, что несколько выше обычного.

Порошкограмма (табл. 1) отвечает эвколиту. По данным рентгеновского анализа, выполненного С. С. Квитка, параметры элементарной ячейки: $a_0 = 13,1$ и $c_0 = 29,96 \text{ \AA}$; сингония тригональная, класс ромбоэдрический, пространственная группа $R \bar{3} m$.

¹ Измерение поглощения в отраженном свете (лаборатория С. В. Грум-Гржимайло) показало, что окраска минерала не может быть объяснена присутствием Ti или Mn.

Т а б л и ц а 1

Порошкограмма желтого эвколита (Fe-излучение; $2R = 57,3$ мм; $d = 0,6$ мм)

$2l$	l	d/n	$2l$	l	d/n	$2l$	l	d/n	$2l$	l	d/n
10,2	1	10,88	44,5	6	2,59	69,9	2	1,701	106,2	1	1,214
12,1	1	9,251	46,8	3	2,52	71	3	1,677	109,4	4	1,189
14,2	2	7,824	48,8	4	2,37	72,7	3	1,643	111,2	4	1,176
18,2	2	6,114	49,8	2	2,32	75	6	1,599	113,5	3	1,160
19,2	2	5,798	51,1	2	2,27	78,1 III	3	1,545	117	8	1,138
20,2	2	5,68	54,6	7	2,13	82	6	1,483	118,7	2	1,127
26,7	4	4,28	55,3	1	2,10	83,4	1	1,462	120,6	8	1,117
27,9	3	4,10	56,8	2	2,05	85,8	5	1,429	123	2	1,102
29	3	3,94	57,8	1	2,02	87,6	5	1,405	128,8	4	1,075
32,5	4	3,52	59	5	1,982	90,1	8	1,374	131,7	4	1,063
33,6	3	3,40	60,6	3	1,934	92,1	8	1,350	133,8	4	1,054
36,4	9	3,15	61,7	5	1,902	94	3	1,329	143	10	1,021
38,7	10	2,96	64,2	6	1,835	97,2	1	1,295	147,7	4	1,008
40,2	10	2,85	66,3	7	1,783	100	2	1,268			
43	3	2,67	67,1	2	1,764	102,1	1	1,249			

Оптически четко одноосный, отрицательный; показатели преломления, определенные в иммерсионном препарате, $N_o = 1,650$; $N_e = 1,648$.

На химический анализ была отобрана проба весом 100 мг. Ограниченное количество материала не позволило провести определения воды и закисного железа. О составе редких земель можно судить по данным спектрального анализа, которым установлено присутствие La и Y. Результаты данного анализа хорошо рассчитываются в формулу типа $A_4B_2Si_5O_{16}$, т. е. $(Ca_{1,01}Na_{2,56}Sr_{0,04}K_{0,09}TR_{0,34})_{4,0}(Zr_{0,69}Ti_{0,34}Mn_{0,68}Fe_{0,26}^{3+})_{1,97}[Si_{4,97}(O_{15,91} \cdot Cl_{0,09})_{16}]$. Анализ желтого эвколита можно пересчитать (при условии широкого изоморфизма) и на формулу $(Ca, Na, Fe)_6 Zr [Si_6O_{18}] (O, OH, Cl)$, которая наиболее часто приводится в литературе по эвколитам. Тогда $(Ca_{1,203}Na_{3,032}TR_{0,404}Mn_{0,802}K_{0,109}Sr_{0,055}Zr_{0,386})_6(Zr_{0,422}Ti_{0,273}Fe_{0,305}^{3+})_{1,00} [(Si_{5,97} \cdot Ti_{0,13})O_{18}](O_{0,768}OH_{0,004}Cl_{0,228})$.

При сравнении с эвколитами других месторождений (табл. 2) видно, что у желтого эвколита в катионной части наблюдается дефицит Ca, Na и Fe, который точно компенсируется TR, Mn и частично Zr. Избыток Ti приводит к тому, что, с одной стороны, он входит в анионную группу где компенсирует недостаток Si, с другой, — в катионную, где изоморфно замещает Zr.

Особенности химического состава желтого эвколита и явились причиной заметного возрастания величин показателей преломления и удельного веса, появления электромагнитности (последнее можно объяснить высоким содержанием Mn).

Желтый эвколит, несомненно, является вторичным минералом и, вероятно, образуется в процессе изменения бурого эвколита, о чем свидетельствует его тесная ассоциация с реликтами бурого эвколита.

Бурый эвколит, крупные (до 4 см) выделения которого наблюдаются в периферической зоне, является ранним минералом и выделяется после полевого шпата и нефелина. Бурая окраска, по-видимому, связана со вторичными процессами, так как в центральных частях его выделений сохраняются ярко-красный цвет и стеклянный блеск. Минерал оптически

Таблица 2

Химические анализы эвколитов (вес. %)

Компоненты	Хибинь, Юк-спор, по М. Д. Дорфману (1962)	Хибинь, по В. С. Салтыковой (1959)	Массив Оди-хинга, по Г. Г. Моор (1958)	Турый мыс, по Л. С. Бороздину (1957)	Хибинь, Рисчорр	
					вес. %	атомные отношения по катионам
SiO ₂	45,98	46,02	46,70	50,88	43,40	7226
TiO ₂	0,28	1,02	0,50	1,13	4,00	501
ZrO ₂	11,94	10,99	12,95	12,23	12,40	1007
Al ₂ O ₃	0,28	1,82	1,04	—	—	—
Nb ₂ O ₅	2,40	3,68	1,82	0,61	—	—
TR ₂ O ₃	3,83	0,80	0,50	—	8,20	497
Fe ₂ O ₃	0,07	1,88	0,40	0,96	3,00	375,6
FeO	2,68	—	5,02	3,70	—	—
MgO	0,18	Следы	0,17	0,27	—	—
CaO	10,62	10,96	11,86	15,04	8,30	1480
SrO	0,44	—	2,58	—	0,70	67,5
BaO	—	0,48	Не опр.	—	—	—
MnO	3,49	10,78	0,54	0,82	7,00	987
Na ₂ O	11,16	7,47	7,44	11,63	11,57	3732
K ₂ O	1,36	0,46	1,04	1,10	0,63	133,76
CO ₂	2,51	—	2,52	—	—	—
S	0,08	—	—	—	—	—
Cl	0,42	0,72	1,90	0,62	2,00	—
F	—	—	Нег	—	Нег	—
H ₂ O ⁺	1,37	2,47	2,64	1,45	—	—
H ₂ O ⁻	0,16	0,23	0,37	—	—	—
Сумма	99,25	99,78	99,99	100,44	101,20	—
— O = Cl ₂	0,09	0,16	0,43	0,14	0,46	—
Сумма	99,16	99,62	99,56	100,30	100,74	—
Аналитик	З. И. Горощенко	М. Е. Казакова	Л. Б. Тумилович	И. И. Назаренко	В. А. Молева	—

одноосный, отрицательный, $N_e = 1,611$ и $N_o = 1,614$, не электромагнитен. Частными определениями, выполненными Г. М. Варшал, установлено 1,3% MnO₂, 2,57% TR₂O₃ + ThO₂. Состав редких земель существенно цериевый (CeO₂ 35% от всей суммы редких земель и тория). Таким образом, состав и свойства бурого эвколита аналогичны обычным эвколитам.

Сравнение раннего бурого и вторичного желтого эвколитов указывает на различие не только их оптических и физических, но и химических свойств, что обусловлено разными условиями образования этих минералов. Образование желтого эвколита связано с интенсивной постмагматической деятельностью, которая очень характерна для этого пегматита. Почти все минералы пегматита подверглись значительным изменениям: полевой шпат альбитизирован, эгирип-авгит биотитизирован и эгирипизирован, нефелин натролитизирован и канкринитизирован (интересно отметить, что канкринит, по данным спектрального анализа, отличается очень высоким содержанием редких земель). По бурому эвколиту, являющемуся ранним минералом пегматита, образуется желтый эвколит и другой циркониевый силикат — слюдоподобный катаплеит, также с высоким со-

держанием TR. Вторичные процессы привели не только к перегруппировке элементов, давшей вторичный эвколит и катаплеит, но и сопровождалась привнесом TR, Ti, Mn. Это может объяснить такое необычно высокое содержание TR₂O₃ (8,20%) в желтом эвколите, что впервые отмечается для Хибин.

Появление желтого эвколита, катаплеита, канкринита, характеризующихся повышенным содержанием редких земель, и образование таких минералов, как ринколит, сфен, астрофиллит, свидетельствуют об увеличении роли TR и Ti на конечных этапах гидротермальной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- Д о р ф м а н М. Д. Минералогия пегматитов и зон выветривания в ийолит-уртитах горы Юкспор Хибинского массива. Изд-во АН СССР, 1962.
- Б о р о д и н Л. С., Н а з а р е н к о И. И. Эвдиалит из щелочных пород Турьего мыса и химическая формула эвдиалита.— Докл. АН СССР, 112, № 2, 1957.
- М о о р Г. Г. Эвколит из щелочных пород северной окраины Сибирской платформы.— Информационный бюллетень Ин-та геологии Арктики, вып. 8, 1958.
- С а л т ы к о в а В. С. Анализы минералов, содержащих редкие земли.— Труды ИМГРЭ АН СССР, вып. 2, 1959.