

образом, можно, по-видимому, различать два типа литиевых хрупких слюд: существенно натриевые — эфеситы, состав которых  $(\text{Na}_n, \text{Ca}_{1-n})(\text{Al}_2\text{Li}_n)[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ , и кальциево-бериллиевые — битииты:



Битиит появляется на самых конечных этапах пегматитового процесса, когда остаточные растворы еще содержат Li и Be, но несколько обогащены Ca (возможно, вследствие выщелачивания его из ранее образовавшихся минералов), что сказывается в появлении поздних таблитчатых апатитов, гердеритов, микролитов, цеолитов, Ca-фосфатов типа фэйрфильдита и различных кальциевых слюд типа ферро-ферри-маргаритов (А. Гинзбург, 1955) и литиево-бериллиевых маргаритов.

### ВЫВОДЫ

1. Минералы битиит и боулит, согласно всем имеющимся данным, идентичны и представляют собой литиево-бериллиевые разновидности маргарита. Поскольку название боулит предложено спустя 40 лет после открытия А. Лакруа битиита, то от него следует отказаться.

2. Состав битиита может быть изображен следующей общей формулой:



3. Появление в маргарите повышенных содержаний Li и Be может быть объяснено замещением Al в четверной координации Be, с компенсацией валентности, осуществляемой частично путем вхождения в шестерную координацию Li, а частично путем замещения кислорода гидроксидом.

4. Битиит появляется на конечных этапах пегматитового процесса, когда остаточные растворы несколько обогащаются кальцием.

### ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолиздат, М., 1950.  
 Гинзбург А. И. О новом минерале из группы хрупких слюд. Тр. Минер. музея АН СССР, 7, 1955.  
 Fleischer M. New mineral names Bowleyite. Amer. Miner., No 11—12, 1950.  
 Lacroix A. Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline lithique de Madagascar. Bull. Soc. franç. minéral., 31, 241. 1908.  
 Rowledge H. P. a. Hayton J. D. Two new Beryllium minerals from Londonderry. Journ. Royal Soc. West. Australia, 33, 1948.  
 Schaller W. T. a. Carron M. K. Margarite-ephesite series, theory versus fact. Amer. Miner., 37, No 3—4, 1952.

А. И. ГИНЗБУРГ

### К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ ЦИНКОВОГО РОКБРИДЖЕИТА

В 1947 г. при изучении фосфатов пегматитов Калбинского хребта среди измененных желваков трифилина нами был обнаружен неизвестный минерал черновато-зеленого цвета, по своим физическим и оптическим свойствам не подходящий ни к одному из известных минералов, но ближе всего

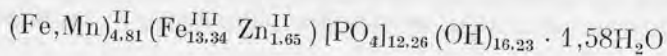
стоящий к минералам группы дюфренита. В связи с тем, что набрать материал для полного химического анализа не удалось, он не смог быть проанализирован и был подробно описан нами в статье о процессах изменения трифилина как неизвестный минерал (А. Гинзбург, 1951).

В 1949 г. К. Фронделем (Frondel, 1949) при описании минералов группы дюфренита был выделен неизвестный минерал из группы дюфренита, встреченный в пегматитах Макседо в Португалии; этот автор из-за незначительного количества материала не смог минерал проанализировать, но приводимые им физические и оптические свойства, а также порошкограмма его полностью совпали с данными для нашего неизвестного «черновато-зеленого» минерала. В дальнейшем К. Фронделю удалось собрать необходимый материал, который был М. Л. Линдберг проанализирован. Минерал оказался по составу близким к рокбриджейту, но содержал до 5,2% ZnO, вследствие чего был назван цинковым рокбриджейтом (Lindberg u. Frondel, 1950).

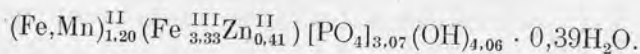
Подлинный анализ минерала, произведенный М. Л. Линдберг, представлен в таблице. Исходя из того, что состав рокбриджейта по данным М. Л. Линдберг (Lindberg, 1949) —  $(\text{Fe}, \text{Mn})^{\text{II}} \text{Fe}^{\text{III}}_4 [\text{PO}_4]_3 (\text{OH})_5$ , К. Фрондель и М. Л. Линдберг считают, что и цинковый рокбриджейт должен иметь аналогичный же состав, тем более, что он изоструктурен с рокбриджейтом.

Для того чтобы получить из анализа цинкового рокбриджейта формулу рокбриджейта, авторы вынуждены допустить, что Zn изоморфно замещает в минерале не  $\text{Fe}^{\text{II}}$ , а  $\text{Fe}^{\text{III}}$ , компенсация же валентности при этом осуществляется за счет соответствующего уменьшения количества гидроксила.

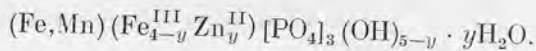
Рассчитывая приведенный анализ цинкового рокбриджейта, они выводят для него эмпирическую формулу:



или, если все разделить на 4,



Исходя из этого, общую формулу цинкового рокбриджейта К. Фрондель и М. Л. Линдберг представляют в виде:



Подобная формула вызывает сомнение, так как во всех природных минералах и, в частности, в фосфатах (фосфофиллит, тарбуттит и др.) Zn замещает  $\text{Fe}^{\text{II}}$ , а не  $\text{Fe}^{\text{III}}$ , что кристаллохимически вполне понятно, так как ионный радиус Zn (0,83Å) совпадает с ионным радиусом  $\text{Fe}^{\text{II}}$ , да и с точки зрения теории направленного изоморфизма трудно предположить, чтобы двухвалентный ион с большим ионным радиусом замещал бы трехвалентный ион меньшей величины. Далее, полученная при пересчете эмпирическая формула несколько отличается от теоретической, предлагаемой К. Фронделем.

В связи с этим мы сделали попытку пересчитать анализ, приводимый в работе М. Л. Линдберг и К. Фронделя, по методу, предложенному ранее нами (А. Гинзбург, 1954), т. е. атомные количества катионов рассчитать на 4 атома Р (см. табл. 1).

Таблица 1

## Химический состав цинкового рокбриджита из Мажедо, Португалия

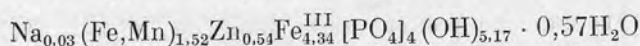
Оксиды	Вес. %	Молекул. колич.	Атомн. колич. кислорода	Атомн. колич. катиона	Атомн. колич. катионов, рассчит. на 4 атома P	Атомн. колич. катионов, рассчит. на 4 атома P
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	33,73	0,2376	1,1880	0,4752	4	4
FeO . . . . .	10,86	0,1511	0,1511	0,1511	1,27	—
MnO . . . . .	2,11	0,0298	0,0298	0,0298	0,25	—
CaO . . . . .	Нет	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O . . . . .	0,01	0,0003	0,0003	0,0006	—	2,06
K <sub>2</sub> O . . . . .	Следы	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,13	0,0021	0,0021	0,0042	—	—
ZnO . . . . .	5,20	0,0639	0,0639	0,0639	0,54	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	41,19	0,2579	0,7737	0,5158	4,34	4,34
H <sub>2</sub> O . . . . .	6,75	0,3747	0,3747	0,7494	6,31	6,31
Нераств. остаток . . . . .	0,30	—	—	—	—	—
Сумма . . . . .	100,28	—	2,5836	—	21,74	21,74

Аналитик М. Л. Линдберг, 1950

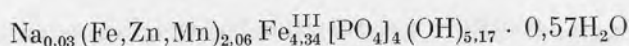
Дополнительный множитель

$$K = \frac{4}{0,4752} = 8,417.$$

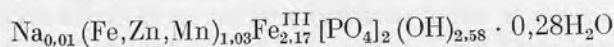
В этом случае эмпирическая формула будет:



или



Если разделить все на 2, тогда:



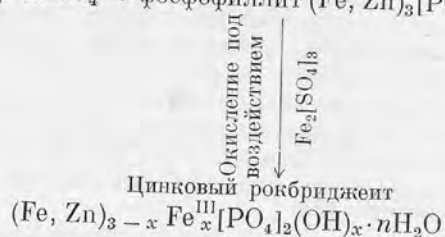
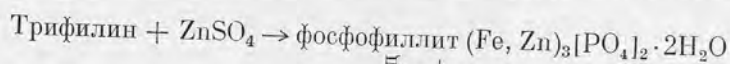
Нетрудно видеть, что цинковый рокбриджит является окисленным фосфатом, поскольку значительная часть железа окислена до Fe<sup>III</sup>. Очевидно, что первичный минерал, из которого образовался цинковый рокбриджит, содержал все железо только в виде Fe<sup>II</sup>. Для того чтобы получить состав этого первичного минерала, необходимо восстановить Fe<sup>III</sup> до Fe<sup>II</sup> и отнять соответствующее количество гидроксидов (А. Гинзбург, 1954). Однако при этом остается некоторое излишнее количество гидроксидов, а сумма Fe<sup>II</sup> + Zn + Mn + Fe<sup>III</sup> получается несколько больше 3. Очевидно, что часть Fe<sup>III</sup> присутствует в минерале в виде примеси лимонита. Действительно

(Fe, Zn, Mn)<sub>1,03</sub>Fe<sub>2,17</sub><sup>III</sup>[PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2,58</sub> · 0,28H<sub>2</sub>O можно преобразовать в (Fe, Zn, Mn)<sub>1,03</sub>Fe<sub>1,97</sub><sup>II</sup>[PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>1,97</sub> + Fe<sub>0,20</sub><sup>III</sup>(OH)<sub>0,61</sub> · 0,28H<sub>2</sub>O или (Fe, Zn, Mn)<sub>1,03</sub>Fe<sub>1,97</sub><sup>III</sup>[PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>1,97</sub> + 0,2 [Fe<sup>III</sup>(OH)<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O].

Первичный же минерал, в результате окисления которого образовался цинковый рокбриджит, имел состав:  $(\text{Fe, Zn, Mn})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , т. е. цинковый рокбриджит представляет собой окисленный фосфиллит и состав его правильней изображать общей формулой:  $(\text{Fe, Zn, Mn})_{3-x} \cdot \text{Fe}_x^{\text{III}} [\text{PO}_4]_2 (\text{OH})_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $x$  — количество  $\text{Fe}^{\text{II}}$ , окисленное до  $\text{Fe}^{\text{III}}$ .

Любопытно, что цинковый рокбриджит встречается в тех же самых условиях, в той же парагенетической ассоциации, что и фосфиллит в пегматитах Баварии, что отмечает и К. Фрондел. Наличие в составе его небольшой примеси лимонита легко объяснимо, так как окисление фосфиллита происходит под воздействием сульфата железа, гидролиз которого дает начало лимониту, образование же фосфиллита связано с воздействием на измененный трифилин  $\text{ZnSO}_4$ , образовавшегося вследствие окисления мелких включений сфалерита, постоянно находящихся в трифиллине.

Таким образом, схема образования цинкового рокбриджита примерно такова:



#### ЛИТЕРАТУРА

- Гинзбург А. И. Трифилин в пегматитах Калбинского хребта и процессы его изменения. Тр. Минер. музея, 1951, вып. 3.  
 Гинзбург А. И. Процессы окисления фосфатов железа в гранитных пегматитах. Тр. Минер. музея, 1954, вып. 6.  
 Frondel C. The dufrenite problem. Amer. Miner., 34, No 7—8, 1949.  
 Lindberg M. L. u. Frondel C. Zincian rockbridgeite Amer. Miner., 35, No 11—12, 1950.  
 Lindberg M. L. Frondelite and Frondelite-Rockbridgeite series. Amer. Miner., 34, No 7—8, 1949.

В. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

#### ФОСФАТЫ ИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТОРФЯНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНО-РУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Среди минеральных образований, связанных своим происхождением с процессами современного континентального осадконакопления в условиях средних широт, выделяется группа фосфатов. Указанная группа представлена вивианитом и несколькими минералами, образующими последовательный ряд продуктов его окисления. Широкое распространение описываемых образований нашло отражение в отечественной и зарубежной литературе.