

А. С. НАЗАРОВА, Н. Н. КУЗНЕЦОВА, Д. П. ШАШКИН

**БАБЕФФИТ — БАРИЕВО-БЕРИЛЛИЕВЫЙ ФТОРИД-ФОСФАТ \***

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 3 I 1966)

В настоящее время известен только один крайне редкий бериллиево-бариевый минерал — барилит, являющийся диортосиликатом бериллия и бария ( $BaBe_2Si_2O_7$ ).

В СССР этот минерал встречается в гидротермальных образованиях, генетически связанных с щелочными породами типа мнаскитов (1).

В 1962 г. А. С. Назаровой обнаружен бериллиево-бариевый фосфат в одном редкометалльно-флюоритовом месторождении Сибири, генетически связанном с лейкократовыми субщелочными сиенитами мезозойского возраста.

Месторождение располагается в ядре антиклинальной складки, которое сложено известняками, переслаивающимися с маломощными пропластками карбонатно-углисто-слюдистых сланцев верхнепротерозойского возраста. Рудные тела залегают главным образом в карбонатных породах, пространственно тяготеют к эндоконтакту массива лейкократовых сиенитов и сиенит-порфиров, относящихся к формации субщелочных малых интрузий. Типичным контактовым изменением вмещающих пород является скарнирование известняков.

Рудные тела представляют собой минерализованные зоны дробления, приуроченные к сериям послескладчатых субпараллельных тектонических нарушений, оперяющих крупный локальный разлом. Редкометалльно-флюоритовая минерализация накладывалась преимущественно на карбонатные и контактово-измененные породы. Возраст оруденения мезозойский (170 млн лет) \*\*.

Образование руд происходило в два этапа в результате воздействия на карбонатные породы существенно фтористых растворов.

Первый этап фиксировался образованием микроклин-флюоритовой породы с фенакитом, а второй — выделением альбит-кварц-бертрандитовой минеральной ассоциации, которая накладывалась на минеральные ассоциации первого этапа.

Многоэтапность и длительность рудообразования обусловили сложность минерального и химического состава руд.

Наиболее распространенными минералами в рудах являются флюорит, микроклин, альбит, кварц, кальцит, сидерит; в небольших количествах отмечаются циркон, ферриторит, апатит, шеелит, ильменорутил, сульфиды, а из бериллиевых минералов — фенакит и бертрандит.

Характерно, что как во вмещающих породах, так и в рудах спектральными анализами постоянно фиксируется присутствие бария, причем в рудах его больше, чем во вмещающих породах (до первых десятых долей процента); однако минералы, содержащие барий, в коренных рудах пока не обнаружены.

\* Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам Всесоюзного минералогического общества 28 X 1965 г.

\*\* На материале А. С. Назаровой определен К—Ag-методом в Лаборатории абсолютного возраста Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, 1964 г.

При исследовании элювиальных отложений, расположенных непосредственно над рудными телами, был найден бериллиево-бариевый фосфат, обнаруженный в небольших количествах в тяжелой фракции шлиха.

В шлихе этот минерал ассоциируется с цирконом, ильменорутилом, флюоритом, фенакитом и шеелитом. В легкой фракции шлиха альбит доминирует над микроклином и кварцем, в небольших количествах встречается берtrandит.

Исследуемый минерал встречается в виде зерен изометричной и редко уплощенно-таблитчатой формы, размером от  $0,15 \times 0,2$  до  $1 \times 1,5$  мм, агрегативного строения. Ограниченные кристаллы не отмечались.

При рентгеновском изучении \* нескольких осколков минерала установлена принадлежность его к тетрагональной сингонии (рис. 1 и 2). Параметры элементарной ячейки:  $a = 4,89 \pm 0,01$  Å;  $c = 16,74 \pm 0,03$  Å;  $V = 400,3$  Å<sup>3</sup>,  $Z = 1$ , элементарная ячейка *I* объемноцентрированная. Пространственная группа *I4/amd*. По рентгенограмме (табл. 1), полученной Г. А. Сидоренко, этот минерал не идентифицируется с известными минералами.

Таблица 1

Рентгенограмма бабсфита \*

<i>I</i>	<i>d/n</i> эксп., Å	<i>d/n</i> расч., Å	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d.n</i> эксп., Å	<i>d/n</i> расч., Å	<i>hkl</i>
5	4,63	4,69	101	1	1,283	1,292	11.12
3	4,180	4,184	004	5	1,256	1,257	325
2	(4,045)	—	—	3	1,214	1,211	402
6	3,672	3,670	103	4	1,180	1,182	411
4	(3,510)	—	—	2	1,171	1,173	404
10	3,190	3,196	112	3	1,155	1,153	330
2	(3,053)	—	—	7ш	1,135	1,136	31.10
8	2,760	2,761	105	3	1,120	1,118	415
2	(2,694)	—	—	4	1,088	1,087	10.15
7	2,440	2,446	200	3ш	(1057)	—	—
2	(2,394)	—	—	3ш	(1005)	—	—
2	(2,320)	—	—	2	0,9682	—	—
1	(2,253)	—	—	1	0,9532	—	—
10	2,163	2,169	211	6	0,9489	—	—
6	2,109	2,111	204	5	0,9356	—	—
7	2,033	2,030	213	4	0,9203	—	—
6	1,832	1,831	215	2	0,9031	—	—
1	(1,786)	—	—	3ш	0,8717	—	—
1	(1,770)	—	—	4ш	0,8619	—	—
1	1,741	1,740	109	5	0,8319	—	—
3	1,725	1,728	220	5	0,8301	—	—
3	(1,675)	—	—	1	0,8206	—	—
6	1,618	1,622	301	1	0,8152	—	—
6	1,600	1,598	224	3	0,8118	—	—
1	1,553	1,547	310	2	0,8011	—	—
10	1,516	1,521	312	1	0,7995	—	—
5	1,457	1,453	1011	3	0,7974	—	—
3	1,417	1,417	219	1	0,7953	—	—
2	1,396	1,395	0012	1	0,7929	—	—
6	1,345	1,347	307	5	0,7790	—	—
2	1,332	1,333	223	5	0,7773	—	—
4	1,317	1,318	323	2	0,7755	—	—

\* Получена в камере РКУ-114 на нефильтованном Си-паллучении (напряжение 40 кв, 16 ма), экспозиция 10 час. Пленку промеряли миллиметровой линейкой с точностью  $\pm 0,2$  мм, что позволило определить межплоскостные расстояния с точностью для 4—2 Å 1% определяемой величины, а 2 Å и ниже 0,5%. Интенсивность линий оценивали визуально по 10-балльной шкале.

Спайность под микроскопом и макроскопически не отмечалась. Цвет минерала белый. Блеск стеклянный до жирного. Прозрачен. Очень хрупкий, и при определении твердости на микротвердометре ПМТКО-1 не получается четких отпечатков. Обычно вокруг них минерал растрескивается. Приближенные значения твердости, полученные по наиболее четким отпечаткам, колеблются в пределах от 140 до 200 кг/мм<sup>2</sup>. Удельный вес, определенный методом М. М. Василевского (2), равен 4,31. Рентгеновская

\* Съемка производилась Д. П. Шашкиным в 1965 г. на Мо-излучении без фильтра (напряжение 55 кв, сила тока 12 ма).

плотность 4,44. В катодных и у.-ф. лучах минерал не люминесцирует. Оптически одноосный, положительный; удлинение по таблитчатости отрицательное. Показатели преломления:  $N_o = 1,629 \pm 0,002$ ;  $N_e = 1,632 \pm 0,002$ ;  $N_e - N_o = 0,004 - 0,003$ .

В соляной и азотной кислотах не растворяется ни на холоду, ни при подогревании. Растворим в царской водке и в плавиковой кислоте. Хорошо сплавляется с содой.

В связи с очень небольшим количеством минерала анализ его производился из навески в 150 мг в микрохимической лаборатории института. Все компоненты определяли прямым методом;  $H_2O^+$ ,  $H_2O^-$  и F — на микроприборах. Отсутствие достаточного количества материала не позволило пока произвести термических исследований и уточнить поведение воды в минерале в промежутках между 100 и 1100°. Поэтому положение ее еще не ясно. Известно только, что удаление воды прокаливанием при температуре 1100° не вызывает изменения дебаеграммы (дебаеграмму см. в табл. 1).

По данным химического анализа, выполненного Н. Н. Кузнецовой (табл. 2), минерал является бариево-бериллиевым фторид-фосфатом и поэтому назван бабэффитом (babefphite).

Т а б л и ц а 2

Химический анализ бабэффита

Компонент	Содержание, вес. %	Молекул. количество	Атомн. кол-во катионов	Атомн. кол-во кислорода	Число атомов катионов на P = 4
BeO	11,63	467	467	467	5
BaO	56,50	369,5	369	369	3,95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3	2	4	6	—
CaO	не обн.	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26,55	186,7	373,4	933,5	4,00
F	7,27	382,2	—	382,2	4,09
H <sub>2</sub> O <sub>110°</sub> <sup>+</sup>	0,64	35,0	70	—	0,7
H <sub>2</sub> O <sub>110°</sub> <sup>-</sup>	не обн.	—	—	—	—
— Сумма	102,89	—	—	—	—
O = F <sub>2</sub>	3,05	—	—	-191,1	—
Сумма	99,84	—	—	1966,6	—

Общий делитель 373,4 : 4 = 93,35.

Число атомов кислорода равно (1966,6 : 93,35) - 4 = 17.

Помимо основных компонентов (бериллий, барий, фосфор и фтор) в бабэффите присутствуют в небольших количествах примеси. Спектральным анализом обнаруживаются следующие элементы: Ca и Fe 0,1%; Mg 0,006%; Ti 0,003%; Mn 0,001%.

На основании полученных данных формулу минерала можно написать следующим образом:  $Be_5Ba_4P_4O_{17}F_4 \cdot 0,35H_2O$  или  $Be_5Ba_4(PO_4)_4OF_4 \cdot nH_2O$  (где  $n = 0,3 - 0,4$ ).

Бабэффит является новым бариево-бериллиевым фторид-фосфатом. Изучение его продолжается. Возможно, что в формулу минерала входит гидроксил.

Минерал хранится в Минералогическом музее Академии наук СССР.

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья

Поступило  
27 XII 1965

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. Г. Жабин, М. Е. Казакова, ДАН, 134, № 2, 419 (1960). <sup>2</sup> Н. И. Руденко, М. М. Василевский, Зап. Всесоюзн. мин. общ., 86, сер. II, в. 1 (1957).