

Л. П. СИМОНОВА

БАВЕНИТ ИЗ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Бавенит относится к числу малораспространенных минералов бериллия. Сводные данные по этому минералу приводятся в работе А. А. Беуса (1960), Флейшера и Швитцера (1953). Бавенит из Средней Азии описывается впервые.

Бавенит обычно рассматривается как гидротермальный минерал, образующийся в результате воздействия на ранее отложенные минералы бериллия более поздних кальцийсодержащих растворов (М. Е. Яковлева, 1961). Отмечается он в гидротермальных жилах, грейзенах, скарнах, пегматитах.

Описываемый бавенит был встречен во флюорит-кальцитовой жиле с цоизитом, клиноцоизитом, хлоритом (пеннином). Выделение минералов, слагающих жилу, происходило в такой возрастной последовательности (от более ранних к более поздним): кальцит, флюорит, бавенит, кварц, хлорит, цоизит. Флюорит-кальцитовые жилы возникли в заключительную стадию высокотемпературного гидротермального этапа, более ранние стадии которого привели к образованию штокверка кварцевых жил с ортоклазом, акцессорным бериллом, топазом, мусковитом, турмалином, флюоритом, сульфидами железа и другими минералами.

Флюорит-кальцитовые жилы с бавенитом наблюдаются чаще в краевой зоне штокверка. Следовательно, условия нахождения минерала не противоречат общепринятому представлению о его происхождении, но вместе с тем не исключают возможности и его первичного образования из растворов, обогащенных бериллием; последнее, тем более вероятно, что нигде не отмечается выщелачивания, разъедания кристаллов берилла в зоне флюорит-кальцитовых жил и непосредственного замещения кристаллов берилла бавенитом. Берилл во флюорит-кальцитовых жилах отсутствует.

Штокверк кварцевых жил и флюорит-кальцитовые жилы с бавенитом наблюдаются в экзоконтакте интрузии лейкократовых гранитов и залегают среди ороговикованных и скарнированных тонкопереслаивающихся известняково-песчано-сланцевых толщ.

Бавенит встречен во флюорит-кальцитовой жиле в виде отдельных пластинчато-таблитчатых кристаллов и их радиально-лучистых сростков, достигающих в диаметре 2 см. Цвет бледно-розовый, блеск стеклянный до перламутрового. Спайность совершенная по (100) и менее совершенная по (001). Морфологические особенности минерала характеризуют рис. 1 и 2 (уд. вес 2,725, среднее из двух определений, выполненных методом гидростатического взвешивания Л. П. Погодиной).

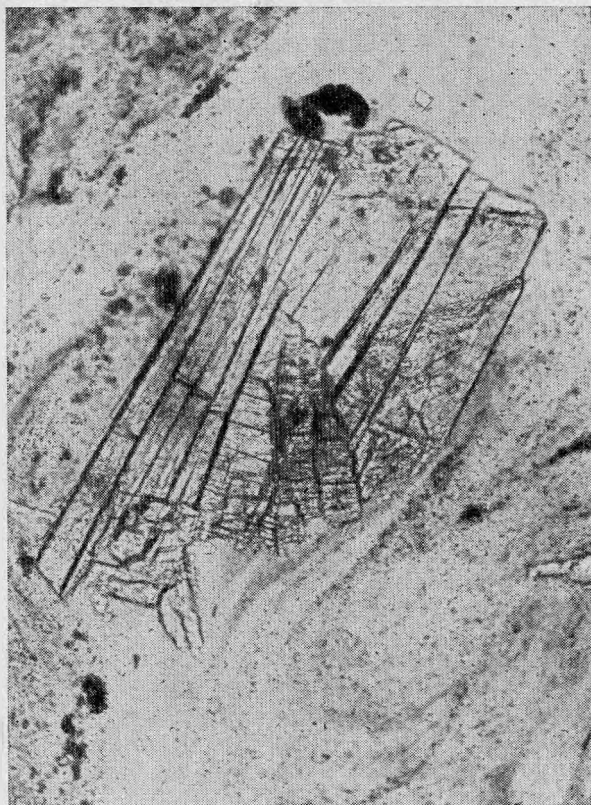


Рис. 1. Кристаллы бавенита (в канадском бальзаме) с отчетливо выраженной спайностью. Без анализатора, $\times 70$

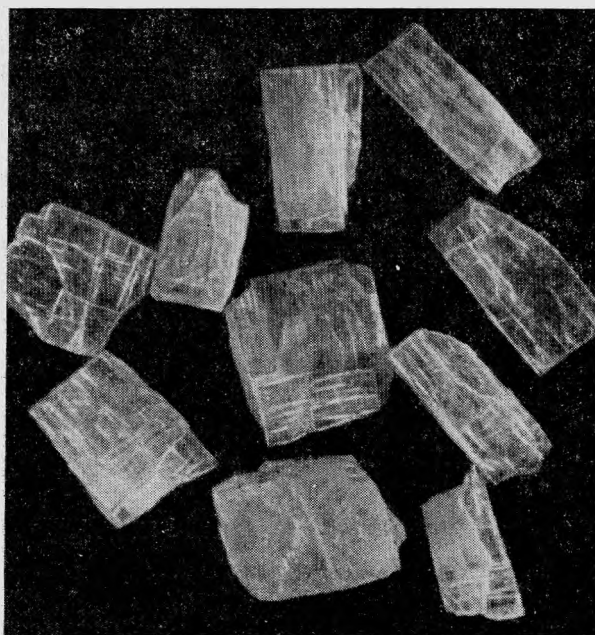


Рис. 2. Обломки (по спайности) табличчатых кристаллов бавенита, $\times 7$

В шлифах бавенит наблюдается также в виде радиальнолучистых сростаний и отдельных кристаллов, бесцветен, хорошо проявлена спайность по двум направлениям.

Угасание прямое; удлинение отрицательное, двуосный положительный; $2V = +38^\circ$, $+26^\circ$ (два замера на Федоровском столике).

$$\begin{aligned} Ng &= 1,593 \pm 0,002; & Nm &= 1,586 \pm 0,002 \\ Np &= 1,583 \pm 0,002; & Ng-Np &= 0,010. \end{aligned}$$

Данные химического анализа, выполненного в ЦХЛ ИГЕМ АН СССР В. А. Молевой, и расчет формулы минерала приведены ниже (табл. 1).

Спектральный анализ показал наличие в бавените следующих примесей (%): Mg, Mn, Y по 0,0п; Fe, Na — 0,п.

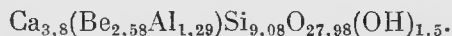
Таблица 1

Результаты химического анализа бавенита

Компоненты	Вес. %	Вес. %	Молекулярное количество	Атомное количество по катионам	Группировка
1	2	3	4	5	6
SiO ₂	56,72	60,13	1,0005	10005	Y + Z = 14333
Al ₂ O ₃	6,88	7,29	0,0715	1430	
Fe ₂ O ₃	0,12	—	—	—	
BeO	6,72	7,12	0,2846	2846	
MgO	0,20	0,21	0,0052	52	
CaO	25,60	23,54	0,4196	4196	X = 4272
Na ₂ O	0,20	0,21	0,0034	68	
K ₂ O	0,04	0,04	0,0004	8	(OH) = 1628
H ₂ O	1,44	1,463	0,0813	1628	
F	0,27	—	—	—	
И. п. п.	2,36	—	—	—	
Сумма	100,55	100,0			

В графе 3 табл. 1 приведен химический анализ за вычетом примесей (лимонита, кальцита, флюорита) и после приведения суммы к 100%¹.

Химическая формула минерала при расчете по сумме катионов имеет вид:



А. А. Беус (1960) указывает на существование для бавенитов следующего ряда:



Полученные данные указывают, что описываемый минерал является промежуточным членом, тяготеющим к правой части ряда.

Дебаграмма бавенита из Средней Азии хорошо сопоставима с рентгенограммами бавенита из других месторождений (табл. 2).

Размеры элементарной ячейки, определенные Беловой Е. Н. в Институте кристаллографии АН СССР, близки к литературным данным (табл. 3). Сингония минерала ромбическая.

¹ С лимонитом связано 0,12% Fe₂O₃ и 0,06% H₂O; с кальцитом — 3,0% CaO и 2,36% и.п.п. (CO₂); с флюоритом — 0,39% CaO и 0,27% F.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния бавенита из Средней Азии (аналитик А. С. Анисимова)
Условия съемки: Fe-излучение; $2R = 57,3$ мм; $d = 0,6$ мм

№ п/п	<i>I</i>	<i>d</i>	№ п/п	<i>I</i>	<i>d</i>	№ п/п	<i>I</i>	<i>d</i>	№ п/п	<i>I</i>	<i>d</i>
1	4	4,79	18	4	2,27	35	1	1,530	52	5	1,183
2	3	4,16—4,08	19	2	2,24	36	1	1,506	53	6	1,56
3	2	3,81	20	2	2,17	37	5	1,480	54	3	1,143
4	10	3,68	21	2	2,14	38	2	1,455	55	3	1,133
5	2	3,56	22	4	2,08	39	2	1,437	56	5	1,112
6	8	3,34	23	4	2,02	40	2	1,420	57	7	1,088
7	8	3,22	24	6	1,973	41	4	1,375	58	7	1,077
8	8	3,10	25	7	1,937	42	1	1,350	59	5	1,069
9	6	3,01	26	4	1,914	43	8	1,320	60	4	1,053
10	6	2,81	27	4	1,864	44	1	1,315	61	4	1,045
11	1	2,73	28	5	1,815	45	8	1,304	62	5	1,037
12	4	2,64	29	4	1,757	46	3	1,284	63	4	1,023
13	6	2,55	30	7	1,731	47	2	1,258	64	4	1,010
14	4	2,48	31	5	1,653	48	9	1,249	65	2	1,004
15	6	2,40	32	5	1,614	49	1	1,240	66	7	1,000
16	3	2,36	33	3	1,583	50	—	—	—	—	—
17	3	2,30	34	5	1,562	51	4	1,199	—	—	—

Таблица 3

Параметры элементарной ячейки

Параметры элементарной ячейки, А	Бавенит из Средней Азии	Бавенит из пегматитов Восточной Сибири (Г. Н. Тарновский, Е. К. Васильев, 1964)	Бавенит из месторождения Бавено, Италия (С. J. Ksanda, 1933)	Бавенит из месторождения Муотта Нера Швейцария (G. F. Claringbull, 1940)
a_0	19,43	19,42	9,69	19,34
b_0	23,07	23,14	11,55	23,06
c_0	4,96	4,98	4,96	4,95
$a_0 : b_0 : c_0$	0,842 : 1 : 0,215	0,839 : 1 : 0,215	0,839 : 1 : 0,429	0,839 : 1 : 0,214

На рис. 3 приведены дифференциальная кривая нагревания бавенита и сопряженная с ней кривая изменения веса (получены в лаборатории ИГЕМ АН СССР). При нагревании минерала до 900°C практически нет изменения веса. В пределах $900\text{—}1050^\circ\text{C}$ наблюдается постепенная потеря веса, достигающая 2,35%, эндотермический эффект, связанный с потерей высоко-температурной воды.

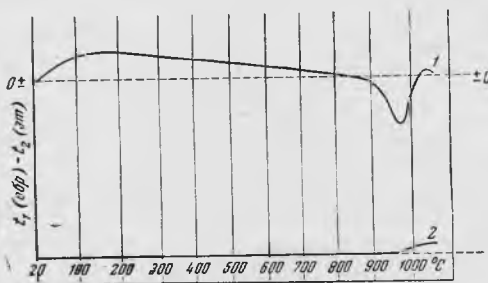


Рис. 3. Дифференциальная кривая нагревания бавенита 1 и сопряженная с ней кривая изменения веса 2 (навеска 97,3 мг, потеря 2,3 мг — 2,35%)

В заключение следует подчеркнуть, что описываемая находка бавенита интересна тем, что позволяет связывать образование этого минерала не с выщелачиванием отложенных ранее бериллиевых минералов, а с наличием бериллия

в исходных растворах. В рассматриваемом случае на ранних стадиях из гидротермальных растворов отлагался берилл с сопутствующими ему минералами, по мере же понижения температуры и эволюции растворов — бавенит.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б е у с А. А. Геохимия бериллия и генетические типы бериллиевых месторождений. Изд-во АН СССР, 1960.
- Т а р н о в с к и й Г. Н., В а с и л ь е в Е. К. Бавенит из пегматитов Восточной Сибири.— Зап. Всес. минер. об-ва, ч. 93, вып. 1, 1964.
- Я к о в л е в а М. Е. Процессы изменения берилла.— Труды Минер. музея, вып. 12. Изд-во АН СССР, 1961.
- C l a r i n g b u l l G. F. Occurrence of bavenite in Switzerland.— Min. Mag, 1940, N 168.
- F l e i s c h e r M., S w i t z e r G. The Bavenite problem.— Amer. Min., 1953, N 11—12.
- K s a n d a C. J., M e r w i n H. E. Bavenite: Symmetry, unit cell.— Amer. Min., 1933, 18, N 8.