

Р. А. ВИНОГРАДОВА, В. А. СЫЧКОВА, Ю. К. КАБАЛОВ

**МАРГАНЦЕВЫЙ БАБИНГТОНИТ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
РУДНЫЙ КАСКАД (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)**

*(Представлено академиком В. И. Смирновым 30 III 1966)*

Бабингтонит — силикат кальция и железа триклинной сингонии, имеющий, согласно Ричмонду (13), формулу  $\text{Ca}_4\text{Fe}_2^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_{10}\text{O}_{28}](\text{OH})_2$ , является редким минералом. Немногочисленные его находки установлены в гранитных пегматитах месторождения Бавено (Италия), Вобурн и Уксбридж (США), в скарных месторождениях Арендаль (Норвегия) и Якуки Майн (Япония), среди гнейсов месторождений Букланд и Атол (США) и в диабазах ряда месторождений в США (14). В Советском Союзе бабингтонит отмечался в скарных месторождениях Средней Азии (4, 5) и в диабазах вблизи Норильского месторождения (2). Несмотря на разнообразие условий нахождения бабингтонита, во всех случаях для него характерна низкотемпературная ассоциация с цеолитами, пренитом, кварцем, кальцитом, эпидотом, адуляром и др. (2, 8, 11).

Имеющиеся в литературе анализы показывают, что в составе бабингтонита могут присутствовать изоморфные примеси Ti, Al,  $\text{Mn}^{2+}$ , Mg, Na и K (9, 13). MnO присутствует постоянно, но количество ее обычно не превышает 1—2 вес.%. Правда, в двух образцах из месторождения Арендаль было установлено значительное количество MnO: 7,91 (12) и 6,62% (10). Так как анализы были выполнены давно (1858 и 1913 гг.), эти цифры у последующих исследователей (8) вызывали сомнение, как аномально высокие, и объяснялись несовершенством примененных методов анализа. Действительно, при расчете этих анализов на формулу выявляется нарушение соотношений между FeO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и MnO, а сама формула искажается.

Исследование бабингтонита из месторождения Рудный Каскад показало, что в составе минерала действительно может присутствовать значительное количество MnO, что позволяет выделить марганцевую разновидность бабингтонита. Изученная разновидность по существу является первой достоверной находкой марганцевого бабингтонита.

Железородное скарное месторождение Рудный Каскад входит в состав Краснокаменской группы месторождений (7). Оно приурочено к останцам вулканогенно-осадочных пород ( $\text{Cm}_{1-2}$ ) в кровле Канзыбинского гранитоидного массива ( $\text{Cm}_3 - 0$ ).

Марганцевый бабингтонит встречен на Восточном участке месторождения (IV рудное тело, скважина № 580, глубина 67 м), где он в ассоциации с темно-зеленым эпидотом, белым кальцитом и кварцем образует тонкие прожилки среди амфиболитованного гранат-пироксен-магнетитового скарна. Мелкозернистые агрегаты его сложены зернами размером 1—3 мм, имеющими короткостолбчатый габитус. Макроскопически зерна минерала непрозрачны, имеют черный цвет и сильный стеклянный блеск. Под бинокулярной лупой они выглядят темно-бурыми и в тонком крае просвечивают желтовато-бурым или темно-зеленым цветом. Микротвердость марганцевого бабингтонита, замеренная в неориентированных зернах на приборе ПМТ-3, равна 867,41 кГ/мм<sup>2</sup> (среднеарифметическое

Таблица 1

Химический состав, параметры элементарной ячейки и свойства марганцевого бабингтонита из месторождения Рудный Каскад (1) и обычного бабингтонита из месторождения Вобури (2)

Показатель	1	2	Показатель	1	2	Показатель	1	2
Химический состав, %			Сингония	Триклинная	Триклинная	Оптические свойства		
SiO <sub>2</sub>	51,85	52,46	Параметры элементарной ячейки			<i>n<sub>g</sub></i>	1,746±0,001	1,753
TiO <sub>2</sub>	0,15	—	<i>a</i> <sub>0</sub>	6,88 Å	7,39 Å	<i>n<sub>m</sub></i>	1,730±0,002	1,731
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56	0,19	<i>b</i> <sub>0</sub>	11,80 Å	11,52 Å	<i>n<sub>p</sub></i>	1,716±0,001	1,720
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,26	14,74	<i>c</i> <sub>0</sub>	6,77 Å	6,61 Å	( <i>N<sub>g</sub></i> - <i>N<sub>p</sub></i> ) <sub>выч</sub>	0,030	0,033
FeO	4,52	9,32	$\alpha$	90°30'	91°48'	+ 2 <i>V</i> <sub>изм</sub>	78—82°	76±2°
MnO	7,91	1,21	$\beta$	93°30'	93°48'	+ 2 <i>V</i> <sub>выч</sub>	86°	70°30'
MgO	0,60	0,95	$\gamma$	104°54'	103°54'	Дисперсии	Сильная	Сильная
CaO	19,00	19,73	<i>a</i> <sub>0</sub> : <i>b</i> <sub>0</sub> : <i>c</i> <sub>0</sub>	0,583 : 1 : 0,574	0,642 : 1 : 0,574	<i>r</i> > <i>v</i>	<i>r</i> > <i>v</i>	<i>r</i> > <i>v</i>
Na <sub>2</sub> O	0,25	0,14	Объем элементарной ячейки	529,94 Å <sup>3</sup>	545 Å <sup>3</sup>	Плеохроизм		
K <sub>2</sub> O	0,09	—	Формула, рассчитанная на 30 (O, OH)	(Ca <sub>3,85</sub> Na <sub>0,09</sub> K <sub>0,02</sub> ) <sub>3,96</sub>	(Ca <sub>4,03</sub> N <sub>0,05</sub> ) <sub>4,08</sub>	По <i>N<sub>g</sub></i>	Розовато-бурый	Бурый
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,95	} 1,21		(Mn <sub>1,28</sub> <sup>2+</sup> Fe <sub>0,72</sub> <sup>2+</sup> Mg <sub>0,17</sub> ) <sub>2,17</sub>	(Fe <sub>1,48</sub> <sup>2+</sup> Mn <sub>0,20</sub> <sup>2+</sup> Mg <sub>0,27</sub> ) <sub>1,95</sub>	По <i>N<sub>m</sub></i>	Слабо розоватый, почти бесцветный	Лиловый
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,26			(Fe <sub>1,76</sub> <sup>3+</sup> Al <sub>0,02</sub> Ti <sub>0,02</sub> ) <sub>1,80</sub>	(Fe <sub>2,11</sub> <sup>3+</sup> Al <sub>0,04</sub> ) <sub>2,15</sub>	По <i>N<sub>p</sub></i>	Зеленый	Темно-зеленый
Cl	0,06			(Si <sub>9,89</sub> Al <sub>0,11</sub> ) <sub>10</sub>	Si <sub>10</sub> (O <sub>28,46</sub> OH <sub>1,54</sub> ) <sub>30</sub>			
F	0,12			(O <sub>27,44</sub> OH <sub>2,48</sub> F <sub>0,07</sub> Cl <sub>0,01</sub> ) <sub>30</sub>				
CO <sub>2</sub>	0,13							
- O = Cl <sub>2</sub> , F <sub>2</sub>	0,06							
Сумма	99,65	99,95						
Удельный вес	3,452	3,368						

Примечания. Данные для 2 — по (1<sup>1</sup>, 1<sup>2</sup>). Химический анализ выполнен В. А. Сычковой (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР). Удельный вес определен методом гидростатического взвешивания в CCl<sub>4</sub> при расчете введена поправка на кальцит (1<sup>1</sup>). Сингония и параметры элементарной ячейки определены Ю. К. Кабаловым (лауэграммы и рентгенограммы качания получены в камере РКОН на молибденовом излучении). При пересчете анализа на формулу молекулярное количество CO<sub>2</sub> с соответствующим количеством CaO было связано в кальцит. Показатели преломления определены В. Г. Фекличевым методом фокального экранирования с проверкой жидкостей на приборе ППМ-1.

из 25 замеров при нагрузке в 50 г), что в пересчете на шкалу Мооса составляет 6,7.

В шлифах зерна бабингтонита обнаруживают отчетливую спайность по трем главным пинакоидам: весьма совершенную по (001), менее совершенную по (010) и плохую по (100). Примерная ориентировка оптиче-

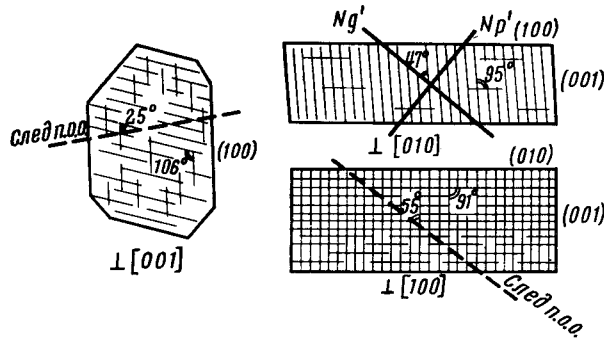


Рис. 1. Оптическая ориентировка марганцевого бабингтонита в трех характерных сечениях

ской индикатрисы в трех характерных сечениях минерала показана на рис. 1, а оптические свойства приведены в табл. 1. Важным свойством бабингтонита является его своеобразный и густой плеохроизм. Характер кривых оптической плотности марганцевого бабингтонита (рис. 2), полученных на спектрофотометрической установке А. Д. Ракчеева (6), показывает, что окраска по  $N_g$  обусловлена главным образом влиянием окисного железа, а по  $N_p$  — закисного (3). Выявляющиеся на кривых максимумы, не свойственные типичным кривым двух- и трех-

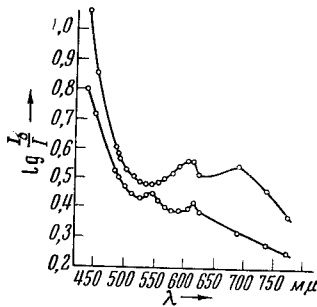


Рис. 2

Рис. 2. Кривые оптической плотности марганцевого бабингтонита

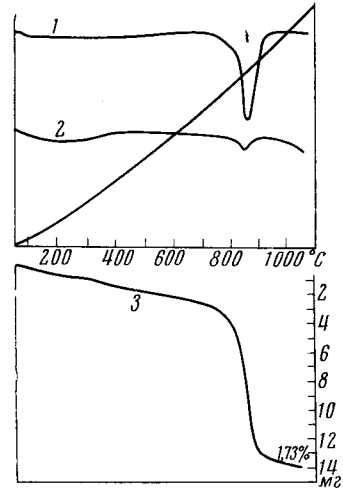


Рис. 3

Рис. 3. Дифференциальная термическая кривая (1), дифференциальная термогравиметрическая кривая (2) и кривая потери веса (3) марганцевого бабингтонита (навеска 810 мг)

валентного железа, по-видимому, следует относить за счет влияния  $Mn^{2+}$ .

Химический состав бабингтонита из месторождения Рудный Каскад (табл. 1) и пересчет его на формулу показывает наличие широкого изоморфизма между  $Fe^{2+}$  и  $Mn^{2+}$ , причем в данном случае  $Mn^{2+}$  преобладает над  $Fe^{2+}$ . Поэтому не исключено существование в природе марганцевого члена этого изоморфного ряда с формулой  $Ca_4Mn_2^{2+}Fe_2^{3+}[Si_{10}O_{28}](OH)_2$ . Межплоскостные расстояния минерала приведены в табл. 2.

Межплоскостные расстояния марганцевого бабингтонита  
(камера РКД, излучение  $Fe_{\alpha}$ ,  $d$  столбика 0,4 мм)

№№ п.п.	$l$	$d/n, \text{Å}$	№№ п.п.	$l$	$d/n, \text{Å}$	№№ п.п.	$l$	$d/n, \text{Å}$
1	8	3,442	17	2	2,189	33	2	1,559
2	2	3,320	18	10	2,162	34	2	1,532
3	1	3,237	19	1	2,103	35	1	1,473
4	4	3,152	20	2	2,062	36	1	1,460
5	10	3,104	21	2	2,022	37	6	1,427
6	10	2,998	22	1	1,956	38	5	1,390
7	10	2,938	23	1	1,899	39	3	1,367
8	5	2,873	24	1	1,852	40	1	1,337
9	4	2,732	25	2	1,806	41	2	1,319
10	1	2,625	26	1	1,756	42	1	1,279
11	1	2,552	27	2	1,710	43	1	1,248
12	5	2,462	28	2	1,684	44	1	1,168
13	4	2,441	29	7	1,654	45	1	1,085
14	2	2,374	30	1	1,641	46	6	1,071
15	1	2,266	31	2	1,624	47	1	1,051
16	1	2,230	32	3	1,575			

Термическое изучение марганцевого бабингтонита (рис. 3), проведенное Н. Д. Топором на приборе «Дериватограф», показало наличие отчетливого эндотермического эффекта при температуре  $860^{\circ}$ , связанного с потерей гидроксильной воды.

Сопоставление свойств марганцевого и обычного бабингтонита (табл. 1) показывает, что по сравнению с обычным марганцевым бабингтонитом имеет более высокую твердость и больший удельный вес; показатели преломления его понижаются, а угол  $2V$  увеличивается. Параметры элементарной ячейки хотя в общем и близки параметрам обычного бабингтонита приводят к уменьшению объема ячейки.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Поступило  
25 III 1966

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Г. Булах, Расчет формул минералов, М., 1964. <sup>2</sup> М. П. Габинет, Э. Н. Елисеев, Львовск. Мин. сборн., № 16, 430 (1962). <sup>3</sup> Н. М. Меланхолин, Зап. Всесоюз. мин. общ., 75, № 2, 89 (1946). <sup>4</sup> Е. Д. Карпова, Матер. Всесоюз. н.-и. геол. инст., сер. полезн. иск., № 4, 34 (1948). <sup>5</sup> М. Л. Кравченко, Матер. Таджикско-Памирск. эксп., в. 68, 90 (1937). <sup>6</sup> А. Д. Ракчеев, ДАН, 130, № 4, 758 (1960). <sup>7</sup> Г. В. Чернышев, Сборн. Железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области, 1, кн. 2, М., 1959, стр. 560. <sup>8</sup> H. S. Washington, Am. Mineral., 8, № 12, 215 (1923). <sup>9</sup> Doelter, Handb. d. Mineralchemie, 2 (2), 968 (1917). <sup>10</sup> S. Hillebrand, Tsch. Mineral. Petrogr. Mitt., 32, 3, 253 (1913). <sup>11</sup> C. Palache, F. A. Gonser, Am. Mineral., 17, № 7, 295 (1932). <sup>12</sup> Rammelsberg, Pogg. Ann., 103, 287 (1858). <sup>13</sup> W. E. Richmond, Am. Mineral., 22, № 5, 630 (1937).