

УДК 549.1.53

МИНЕРАЛОГИЯ

Р. Д. КУЛИЧИХИНА, Л. П. ВЯЛЬСОВ
О НАХОДКЕ МОУСОНИТА В СССР

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 21 IV 1969)

Впервые моусонит был установлен Маркхемом и Лоренцем⁽⁶⁾ в рудах, обогащенных борнитом, из г. Лайель (Тасмания) и Тинга (Новый Южный Уэльс), где ранее он определялся как «оранжборнит». Авторы на основании данных рентгеноструктурного анализа делают вывод об изоструктурности моусонита и реньерита. Химический состав, полученный на микрозонде, позволил пересчитать формулу $Cu_7Fe_2SnS_{10}$.

В работе Леви⁽¹⁰⁾ приводится более полное исследование моусонита. Сравнение анализов нескольких оранжборнитов и моусонитов говорит о том, что они относятся к одному минеральному виду и являются химическими соединениями переменного состава, который выражается общей формулой $Cu_{2+x}Sn_{1-x}FeS_4$. Значения x для оранжборнитов лежат в пределах 0,44—0,53, но могут возрастать и до 0,66 (см. табл. 2).

Нами при изучении вещественного состава руд Золотушинского, Белоусовского и Иртышского месторождений (Рудный Алтай) был обнаружен минерал, который по своим оптическим свойствам очень похож на описанный ранее как идаит⁽²⁻⁴⁾. Детальное исследование этого минерала показало, что он является сложным сульфидом Cu, Fe и Sn (моусонитом).



Рис. 1. а — моусонит (темно-серое) среди графических сростаний халькозина (серое) и галенита (белое); б — крупное включение моусонита (серое) на границе зерен галенита (белое) и сфалерита (темно-серое); черное — нерудный минерал; в — моусонит (темно-серое) в халькопирите (серое). а, б — Белоусовское месторождение, в — Золотушинское. а, в — 750×, б — 500×; в масле. Репрод. 2:3

Вещественный состав руд этих колчеданно-полиметаллических месторождений близок. Различия наблюдаются лишь в количественных соотношениях главных рудообразующих минералов, которыми являются пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, блеклая руда, а из нерудных — кварц, карбонаты, альбит, барит, серицит, хлорит. Моусонит в виде мелких призматических и изометрических зерен, размером от 0,015 до 0,16 мм, встречается среди минералов поздней борнит-халькозиновой парагенетической ассоциации вместе с галенитом, борнитом, халькозином, сфалеритом,

халькопиритом, блеклой рудой, штромейеритом. Здесь наблюдаются очень интересные графические сращения галенита с халькозином с включениями моусонита (рис. 1а). Кроме того, моусонит встречается на границе зерен сфалерита и галенита (рис. 1б) или в виде вкрапленности в халькопирите (1в). По цвету моусонит похож на борнит, но без побелости. Блеск металлический. Полируется хорошо, как и борнит.

Оптические свойства моусонита исследовали в лаборатории минераграфии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР на установке «ПИОР» с автоматической регистрацией. Использовался объектив Зв фирмы Лейтц, эффективная апертура 0,08. Направление колебаний поляризатора перпендикулярно плоскости падения света. Монохроматичность излучения $\Delta\lambda = 3$ мк. Диаметр измеряемого участка 10, освещаемого 20 мк. В качестве эталона использовался кремний, аттестованный в НФЛ (Англия).

Отражательная способность (R) моусонита выше борнита. Данные по дисперсии R приведены в табл. 1, кривая дисперсии — на рис. 2. Анализ данных по R показывает, что моусонит относится к числу одноосных минералов, меняющих оптический знак. При λ 526 мк моусонит изотропен,

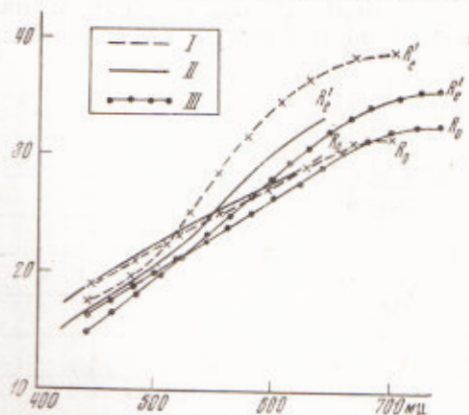


Рис. 2. Кривые дисперсии. I — идаит (?) (Урал). II — моусонит (Маунт-Лайелль), III — моусонит (Рудный Алтай)

Таблица 1

$\lambda, \mu\text{м}$	Моусонит из Белоусовки		Идаит (?) с Урала		Моусонит из Маунт-Лайелль		$\lambda, \mu\text{м}$	Моусонит из Белоусовки		Идаит (?) с Урала		Моусонит из Маунт-Лайелль	
	R_0	R'_e	R_0	R'_e	R_0	R'_e		R_0	R'_e	R_0	R'_e	R_0	R'_e
440	16,2	14,6	18,6	17,3	18,5	16,4	600	26,1	28,2	27,4	33,9	27,8	29,8
460	17,4	16,3	19,5	18,3	19,9	17,5	620	27,4	29,7	28,7	35,6	28,5	31,9
480	18,6	17,6	20,7	19,6	20,8	19,0	640	28,8	31,3	29,7	37,0	29,0	33,0
500	19,9	19,3	22,0	21,4	22,4	20,5	660	30,3	33,1	30,6	37,9		
520	21,3	21	23,1	23,7	23,2	21,8	680	31,1	33,9	31,1	38,4		
540	22,4	22,7	24,2	26,7	24,5	24,1	700	31,7	34,7	31,4	38,7		
560	23,9	24,7	25,2	29,4	25,7	26,2	720	32,3	35,1				
580	24,9	26,3	26,3	31,8	26,6	28,2	740	32,5	35,6				

Таблица 2

Химический состав оранжборнита и моусонита

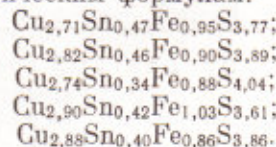
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Процентный состав						В пересчете на 8 атомов					
Sn	13,9	13,8	10,4	13,3	11,8	Sn	0,47	0,46	0,34	0,42	0,40
Cu	43,0	44,9	44,3	44,0	45,0	Cu	2,71	2,82	2,74	2,90	2,88
Fe	13,3	12,6	12,5		11,8	Fe	0,95	0,90	0,88		0,86
Zn				13,8		Zn					
Pb						Pb				1,03	
Ag						Ag					
S	30,2	31,2	33,0	27,6	30,3	S	3,77	3,89	4,04	3,61	3,86
Σ	100,4	102,5	100,2	98,7	98,9						

т. е. $R_l = R_0$, для $\lambda < 526$ м μ — оптически отрицателен. Двукратное отражение очень сильное, ΔR при λ 740 м μ примерно вдвое больше, чем при λ 444 м μ . Особенности кривой дисперсии R объясняют оранжево-красноватый оттенок моусонита в полированных шлифах, а со сменой знака связаны сильные цветные эффекты анизотропии от синих до красноватых тонов. В табл. 1 и на рис. 2 приводятся результаты измерений и кривые дисперсии R . Сопоставление результатов показывает сходимость (10).

Относительный рельеф моусонита выше борнита. Микротвердость измерялась на нескольких зернах (13 замеров). Она находится в пределах 170—228 кг/мм², что соответствует приблизительно 3,5—4,3 по шкале Мооса*. Со стандартными реактивами не реагирует. В шлифах спайности не обнаруживается. Удельный вес не был определен из-за малого размера выделений моусонита.

Рентгенометрические исследования моусонита проводились из порошка, извлеченного с поверхности полированного шлифа по методике (5). Анализ выполнен в минераграфической лаборатории Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР Т. В. Басовой. В табл. 3 приведены данные расчета порошковых диаграмм, которые хорошо сходятся с опубликованными в литературе для моусонита и оранжеборнита (10).

Химический состав моусонита определен на микроанализаторе IXA-3A**. Сравнение анализов дано в табл. 2. Пересчет их приводит к эмпирическим формулам:



Полученные результаты, как предлагает Леви (10), можно заключить в одну общую формулу: $\text{Cu}_{2+x}\text{Sn}_{1-x}\text{FeS}_4$.

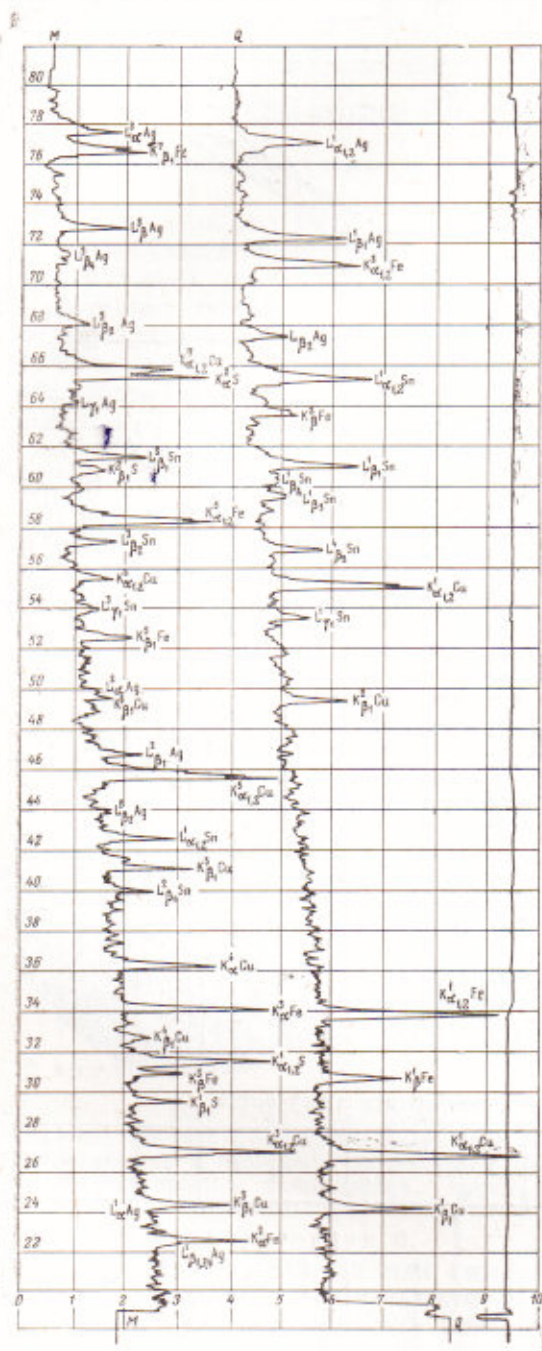


Рис. 3

* Анализ выполнен С. И. Лебедевой (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов) на приборе МПТ-3 при $p = 10-20$ г.

** Анализ выполнен во Всесоюзном институте минерального сырья.

Таблица 3

№№ п/п.	hkl	1		2		3		4	
		I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å
1	002	3	5,40	2	5,37	2	5,37		
2	112	1	4,40	2	4,37	2	4,37	1	4,40
3	022					1	3,80		
4	013			1	3,34	1	3,34		
5	222	10	3,10	10	3,09	10	3,09	10	3,08
6	123	3	2,85	1	2,87	2	2,875	1	2,86
7	004	5	2,68	5	2,68	5	2,680	5	2,68
8	024	1	2,38	3	2,39	1	2,395	1	2,41
9	233			1	2,28	1	2,287	1	2,28
10	224			1	2,19	0,5	2,185		
11	015					0,5	2,098	1	2,09
	134								
12	125					0,5	1,959		
13	044	9	1,899	9	1,895	8	1,895	10	1,89
14	006					0,5	1,780	1	1,78
	244								
15	116					0,5	1,739	1	1,74
	235								
16	226	7	1,619	8	1,617	6	1,618	8	1,61
17	444			1	1,548	1	1,547	2	1,55
18	127					0,5	1,460		
	336								
19	255								
20	008	1	1,342	3	1,340	2	1,343	4	1,34
21	266	2	1,231	4	1,231	3	1,232	6	1,23
22	048	1	1,201	1	1,201	0,5	1,201		
23	1.1.10					0,5	1,065	8	1,08
	277								
24	2.2.10	1	1,032	1	1,032	2	1,034	3	1,03
	666								
25	088	1	0,949			2	0,950		
26	2.6.10					2	0,908		

Примечание. Условия съемки: РКД-57; УРС-55; λ Fe; 35 кв, 16 ма. Здесь и в табл. 3: 1 — сраниборнит из Таумеба, 2 — моусонит из Маунт-Лайеля (1968 г.), 3 — моусонит из Маунт-Лайеля (1965 г.), 4 — моусонит из Белоусовки, р. Алтай, 5 — моусонит из Тинга (1965 г.).

Моусонит из Белоусовского месторождения, как и моусонит из Тинга и реньерит из Кипуши, обладает некоторым дефектом серы по сравнению с идеальным отношением $M:S = 1:1$ (см. табл. 2). Очевидно, минерал имеет дефектную структуру с пониженным содержанием серы, как у шпротина.

Спектрограмма, полученная на двух кристаллах М и Q микроанализатора (рис. 3), иллюстрирует состав минерала в точке полированного шлифа*. Анализ на илюрозиоде и спектрограмма показывает, что Pb, Zn и Ag присутствуют в моусоните как изоморфная примесь.

Авторы выражают благодарность А. Д. Генкину и В. И. Степанову за консультации и внимание к работе.

Поступило
16 IV 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. С. Безсмертная, Матер. по геол. и металлоген. Рудного Алтая, 1957
² И. С. Вольнский, Л. А. Логинова, Тр. Инст. минерал., геохим. и кристаллохим. редких элементов, в. 6 (1961). ³ К. С. Газизова, Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 6 (1962). ⁴ А. А. Гармаш, Тр. Инст. минерал., геохим. и кристаллохим. редких элементов, в. 10 (1963). ⁵ А. Д. Генкин, Н. В. Королев, Геол. рудн. месторожд., № 5 (1962). ⁶ N. Markham, L. Lawrence, Am. Mineralogist, 50, № 7-8, 900 (1965). ⁷ J. Murdoch, Am. Mineralogist, 38, 794 (1953). ⁸ V. Ross, Econ. Geol., 52, 755 (1952). ⁹ П. Рамдор, Рудные минералы и их срращения, ИЛ, 1962, стр. 116. ¹⁰ C. Levy, Public dans les memoires du bureau de recherches geologiques et minières, 1968.

* Анализ выполнен в Институте общей и неорганической химии АН СССР О. О. Черняевым.