

А. М. ПОРТНОВ, Г. А. СИДОРЕНКО

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РОМБИЧЕСКОМ ЛОВЕНИТЕ

В 1966 г. одним из авторов настоящей заметки была описана новая разновидность ловенита — ромбический ловенит. Этот минерал заметно отличался от ловенита по химическому составу, оптике и данным монокристалльного исследования, показавшим наличие ромбической сингонии (Портнов и др., 1966). В том же году появились критические замечания Е. Никела (Nickel, 1966), отметившего, что дебаеграмма ромбического ловенита не проиндцирована и не указана его пространственная группа. Е. Никел ссылаясь также на свой опыт работы с ниокалитом, давшим (при наличии полисинтетического двойникования) ромбическую элементарную ячейку, аналогичную той, что получена для ромбического ловенита.

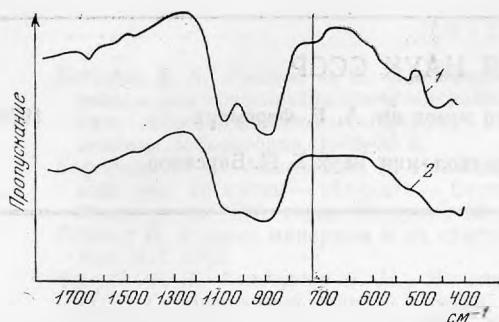
В результате при рассмотрении данных о ромбическом ловените Международной комиссией по новым минералам голосование сложилось не в его пользу — 5 : 7 (Бонштедт-Куплетская, 1970).

Вышеизложенное заставило нас проделать дополнительные исследования минерала, а именно, получить его дебаеграмму в камере с большим разрешением (РКУ-114) и проиндцировать дебаеграмму. Результаты индцирования, монокристалльного исследования, оптики, а также ИК-спектры поглощения свидетельствуют о несомненном существовании ромбической модификации, свойства которой позволяют выделить ее в самостоятельную минеральную разновидность.

В табл. 1 приводятся данные о химическом составе, оптическим свойствам и параметрам элементарной ячейки ромбического и моноклинного ловенита. Как следует из приведенных данных, ромбический ловенит заметно отличается от известных минералов этой группы. Как отмечалось ранее, его химический состав отвечает натриево-кальциево-циркониевому миналу с незначительным содержанием железа, марганца, титана и ниобия. Двупреломление минерала низкое, также резко уменьшены показатели преломления.

Ромбическая симметрия (наряду с произведенной ранее монокристалльной съемкой) подтверждается успешным индцированием его дебаеграммы в полученных ранее (Портнов и др., 1966) монокристалльных параметрах элементарной ячейки на ЭВМ «Наири». Дебаеграмма для индцирования получена с помощью камеры РКУ на Fe—K α -излучении и промерена с точностью $\pm 0,1$ м. Интенсивность отражений оценивалась визуально по 10-балльной шкале. Проиндцированная дебаеграмма дала уточненные размеры ромбической элементарной ячейки: $a=20,97$; $b=10,10$; $c=7,21$ Å ($\pm 0,01$ Å)°.

В параметрах моноклинной ячейки индцирование дебаеграмм менее успешно (заметно возрастает величина Δd). В табл. 2 приведены экспе-



ИК-спектр поглощения титаноловненита Бурпалы (1) и ромбического ловненита (2)

риментальные и вычисленные значения межплоскостных растений и hkl -отражений ромбического ловненита.

Повышение симметрии в исследованном минерале подтверждается также исчезновением расщепления основных полос ИК-спектров погло-

Таблица 1
Сравнительная характеристика минералов группы ловненита

Ромбический ловненит (Бурпала) *	Ловненит (Южная Норвегия)	Титаноловненит (Лопозеро)	Титаноловненит (Средне-Татарский массив)
Сингония	Ромбич.	Моноклин.	Моноклин.
a_0 (Å)	20,97	10,54	—
b_0	10,10	9,90	—
c_0	7,20	7,14	—
β	90°	103°12'	—
$-2v$	86°	80°	73°
Ng	1,656	—	1,760
Nm	1,652	1,750	1,746
Np	1,645	—	1,720
$Ng-Np$	0,011	0,030	0,040
SiO_2	32,02 (30,96)	29,17	30,92
TiO_2	1,88 (1,97)	2,00	11,30
SrO_2	29,00 (30,54)	23,90	16,72
$(Nb, Ta)_2O_5$	0,68 (0,71)	4,13	3,01
ΣTR	1,20 (1,36)	—	—
Al_2O_3	1,09 (—)	—	—
Fe_2O_3	0,92 (0,97)	0,78	0,12
FeO	0,36 (0,33)	3,02	4,89
MnO	1,52 (1,60)	7,30	10,34
CaO	14,80 (16,60)	6,93	10,92
Na_2O	11,00 (11,00)	11,23	10,70
K_2O	0,09 (—)	—	—
H_2O^+	1,29 (1,35)	0,65	—
H_2O^-	0,15 (—)	—	—
F	6,00 (6,32)	3,82	1,55
$-O=F$	2,52 (2,65)	1,60 (+3,03 % н.о.)	0,65
MgO	—	—	—
SrO	—	—	—
Сумма	99,48 (100,00)	99,41	99,82
			99,95

Аналитики Г. П. Синюгина, 1964 Клеве, 1890. Т. А. Бурова, 1940. Т. А. Бурова, 1972.

* В скобках — анализ, пересчитанный по Al_2O_3 без 4,36% смеси альбита и нефелина в соотношении 1:1.

** Количественным спектральным анализом установлены также 0,52% HfO_2 и в составе TR_2O_3 — резкое преобладание иттрия и иттербия.

Таблица 2

Значение межплоскостных расстояний ромбического ловенита и результаты индцирования по монокристалльным параметрам элементарной ячейки

I	$d_{\text{экс.}}$	Ромбическая ячейка; $a=2,97$, $b=10,10$; $c=7,21$			Моноклиная ячейка: $a=10,54$; $b=9,90$; $c=7,14$; $\beta=108^{\circ}12'$			Данные XРДС, ASTM 14-586: $a=10,95$; $b=10,01$, $c=7,19$ $\beta=110^{\circ}18'$		
		hkl	$d_{\text{выч.}}$	Δd	$d_{\text{выч.}}$	Δd	hkl	l	d	hkl
1	6,79	101	6,84	0,05	6,78	0,01	001	30	6,79	001, $\bar{1}01$
3	5,24	400	5,25	0,01	5,00	0,24	200	20	5,11	200
3	4,57	220	4,53	0,04	4,45	0,12	020	20	4,42	111
4	4,03	320	4,03	0	4,00	0,03	021	30	3,99	021
2	3,55	321	3,55	0	3,52	0,03	220	20	3,57	220, $\bar{1}02$
2	3,42	202	3,42	0	3,39	0,03	002	20	3,36	002, $\bar{1}12$
								10	3,13	
								10	3,09	
5	3,330	610	3,306	0,024	3,30	0	030	50	3,22	310, $\bar{2}12$
10	2,960	402	2,977	0,017	2,957	0,003	$\bar{1}31$	100	2,98	221
7	2,881	710	2,875	0,006	2,877	0,004	221	90	2,89	112, $\bar{2}22$
5	2,846	412	2,835	0,011	2,832	0,014	$\bar{3}21$	30	2,77	131, $\bar{2}31$
1	2,621	800	2,626	0,005	2,630	0,009	$\bar{4}01$	10	2,69	301
2	2,569	422	2,561	0,008	2,588	0,019	311			
5	2,525	602; 040	2,515; 2,513	0,010	2,531	0,006	122	20	2,49	040, 410
3	2,336	900	2,334	0,002	2,336	0	$\bar{4}12$	10	2,44	140, 331
								30	2,41	$\bar{4}21$
		820	2,327					200	2,37	331, 032
6	2,242	622	2,249	0,007	2,234	0,008	420	10	2,27	$\bar{3}03$
1	2,145	413	2,140	0,005	2,141	0,004	401	30	2,20	
2	2,030	812	2,078	0,002	2,031	0,001	331	10	2,18	
1	2,053	142	2,053	0	2,056	0,003	023	10	2,14	
3	2,043	513	2,046	0,003	2,032	0,011	312	30	2,01	
4	2,027	242	2,024	0,003	2,027	0	113	20	1,99	
								10	1,97	
								10	1,95	
4	1,934	350	1,932	0,002	1,939	0,005	$\bar{5}21$	10	1,92	
6	1,820	840	1,815	0,005	1,823	0,003	213	10	1,90	
7	1,791	832	1,794	0,003	1,796	0,005	431	10	1,79	
								30	1,76	
1	1,748	12.0.0	1,750	0,002	1,748	0	511	30	1,74	
2	1,721	12.1.0	1,724	0,003	1,723	0,002	314	20	1,71	
7	1,680	224	1,678	0,002	1,679	0,001	$\bar{2}24$	20	1,68	
		060	1,674					30	1,64	
								10	1,61	
3	1,600	11.2.2	1,600	0	1,603	0,003	024	20	1,53	
3	1,559	461	1,558	0,001	1,561	0,002	$\bar{2}61$	10	1,55	
4	1,538	153	1,539	0,001	1,537	0,001	$\bar{5}14$	20	1,53	
1	1,523	661	1,521	0,002	1,525	0,002	$\bar{6}23$	10	1,52	
2	1,473	814	1,472	0,001	1,474	0,001	333			
3	1,459	462	1,459	0	1,453	0,001	$\bar{5}43$			
3	1,422	270	1,422	0	1,421	0,001	305			
3	1,397	662	1,399	0,002	1,399	0,002	044			
2	1,367	10.0.4	1,370	0,003	1,372	0,005	262			

Таблица 2 (окончание)

I	$d_{\text{экс.}}$	Ромбическая ячейка; $a=20,97$, $b=10,10$; $c=7,21$			Моноклинная ячейка; $a=10,54$; $b=9,90$; $c=7,14$; $\beta=108^{\circ}12'$			Данные ХРДС. ASTM 14-586: $a=10,95$; $b=10,01$; $c=7,19$; $\beta=110^{\circ}18'$		
		hkl	$b_{\text{выч.}}$	Δd	$d_{\text{выч.}}$	Δd	hkl	l	d	hkl
1	1,246	280	1,247	0,001	1,246	0	471			
1	1,228	034	1,228	0	1,228	0	180			
2	1,180	630	1,182	0,002	1,179	0,001	642			
2	1,166	18.0.0	1,167	0,001	1,166	0	363			
2	1,130	555	1,130	0	1,136	0,006	321			
2	1,110	18.0.2	1,110	0	1,109	0,001	480			
2	1,056	18.4.0	1,053	0,002	1,054	0,002	10.0.2			

щения (рис. 1), характеризующих моноклинные ловенит и титан-оловенит (ИК-спектры поглощения сняты Л. С. Солнцевой).

Исходя из экспериментальной плотности минерала ($d=3,25$) и выведенной на основе химического анализа (за вычетом примесей) формулы число формульных единиц на элементарную ячейку $z=4$, а рентгеновская плотность $\rho=3,30$, т. е. несколько выше экспериментальной, что обычно и наблюдается. Кристаллохимическая формула ромбического ловенита $(\text{Na}_{2,75}\text{Ca}_{2,16}\text{TR}_{0,09}\text{Mn}_{0,17})_{5,17}(\text{Zr}_{1,92}\text{Ti}_{0,19}\text{Fe}^{3+}_{0,09}\text{Fe}^{2+}_{0,04}\text{Nb}_{0,04})_{2,28}[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{Fe}_{2,58}\text{OH}_{1,16}\text{O}_{0,46})_{4,20}$, что приближается к составу минерала $\text{Na}_3\text{Ca}_2\text{Zr}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{F}, \text{OH})_4$, в отличие от формулы ловенита $(\text{Na}, \text{Ca Mn})_6\text{Zr}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{O}, \text{F}, \text{OH})_4$.

Таким образом, ромбический ловенит представляет собой стерильный (практически без железа, марганца и титана) ромбический минерал. Снижение симметрии до моноклинной у обычного ловенита и титаноловенита при вхождении железа, марганца и титана в решетку минерала свидетельствует об упорядоченном размещении этих ионов и несимметричности изоморфных замещений в его структуре.

Индивидуальность структурной характеристики (симметрия, параметры элементарной ячейки) химизма и оптических констант свидетельствуют в пользу самостоятельности ромбического ловенита.

Авторы выражают глубокую признательность И. Д. Борнеман-Старынкевич и Э. М. Куплетской за ряд ценных замечаний.

ЛИТЕРАТУРА

- Бонтедт-Куплетская Э. М. О деятельности комиссии по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (1967—1969).— Зап. Всесоюзн. минералогич. общ-ва, № 4, 1970.
- Кутукова Е. И. Титаноловенит Ловозерских тундр. Труды ИГН АН СССР, вып. 3, 1940.
- Портнов А. М., Симонов В. И., Синюгина Г. П. Ромбический ловенит — новая разновидность ловенита. — Докл. АН СССР, 1966, 166, № 5.
- Свешникова Е. В., Бузова Т. А. Минералы группы велерита и Тi — розенбушит из щелочных пород Заангарья. Труды Мин. музея АН СССР, вып. 22, 1972.
- Brögger O. B. Lavenit.— Z. Krist., 16, 1890.
- Nickel E. H.— Amer. mineralog., 15, N 9—10, 1966.