

## НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 546.64 (470.21)

Д. чл. И. В. БУССЕН, Л. Ф. ГАННИБАЛ, д. чл. Е. А. ГОЙКО,  
А. Н. МЕРЬКОВ и А. П. НЕДОРЕЗОВАИЛЬМАЙОКИТ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ  
ИЗ ЛОВОЗЕРСКИХ ТУНДР<sup>1</sup>

Новый минерал — ильмайокит — обнаружен А. Н. Мерьковым и А. П. Недорезовой в одной из горных выработок горы Карнасурт, вблизи долины рч. Ильмайок и оз. Ильма (Ловозерские тундры, Кольский п-ов). По месту находки он назван ильмайокитом.

Ильмайокит встречен в центральной (натролитовой) зоне пластообразной пегматоидной залежи «Юбилейная», а также в крупном отходящем от залежи вверх апофизе. Пегматоидное тело располагается по границе слоя луюврита и фойяита средней части комплекс-плутона третьей эруптивной фазы (пачка III-B) щелочной интрузии (Буссен, Сахаров, 1967). Оно прослеживается более чем на 20 м. Мощность залежи 0.6—0.8 м, падение около 7° к юго-востоку.

По границе с подстилающими луювритами проходит узкая полевошпатовая оторочка, сменяющаяся крупнозернистой полевошпато-эвдиалитовой зоной с рамзаитом и лучистыми сростками крупных призм эгирина и щелочного амфибола. Здесь часты элатолиты. Выше появляются пластины ломоносовита, затем — натролит, почки волокнистого светлого эгирина, стенструпин. Мощность этой зоны 0.2—0.3 м. Прерывистая центральная зона состоит из крупных обособлений кавернозного белого и розового натролита, с полевым шпатом, ломоносовитом, щелочным амфиболом, волокнистым эгирином, пойкилитовым нептунитом, минералом ряда шизолит—серандит и полилитионитом. Здесь же присутствуют стенструпин, чкаловит, маунтинит (в СССР отмечен впервые), неопределенные цеолиты, светло-желтый сфалерит, галенит, галит, гидраты окисей железа и марганца и другие минералы. Этот агрегат влажный, мыльный на ощупь. При высыхании на пегматоиде непрерывно образуется налет соды (термонатрита).

Мощность натролитовой зоны 0.0—0.3 м. К всяческому боку залежи вновь возрастает количество полевого шпата и метасиликатов, появляется в большом количестве эвдиалит, исчезает натролит, затем уменьшается размер зерна породы. Переход к перекрывающим фойяитам постепенный. Апофиз сложен минералами, характерными для центральной зоны, но здесь еще больше пустот, часть которых заполнена натролитовой (белой) «сыпучкой», часть — полиминеральным агрегатом, включающим и ильмайокит.

Ильмайокит образует зернистые выделения, корочки и щетки мелких кристалликов на стенках пустот в белом натролите апофиза, а также зерна в рыхлом материале, выполняющем эти пустоты. Иногда нарастает на волокнистый эгирин. Характерна ассоциация с клейофаном,

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам Всесоюзного минералогического общества 25 мая 1971 г.

галитом, маунтинитом и содой. Пленки бурых гидратов окиси железа и марганца часто покрывают тонкозернистые массы ильмайтита.

Кристаллы, до 2 мм по длинной оси, призматические и пластинчатые, образованные комбинацией ромбической призмы и пинакоида с закругленными ребрами (рис. 1).

Ильмайтит — ярко-желтый, стекляннопрозрачный минерал. Высыхая на воздухе, быстро мутнеет и растрескивается. Спайность совершенная по ромбической призме, пересекающаяся под углом  $72^\circ$ , и пинакоиду. Хрупкий, твердость 1; удельный вес  $2.20 \pm 0.02$  (определен Ф. Н. Тюшевой из микроанализа).



Рис. 1. Кристаллы ильмайтита. Увел. 20. Фото А. В. Волошина.

Перед паяльной трубкой ильмайтит спекается в белую фарфоровидную эмаль, окрашивая пламя в желтый цвет, затем плавится в белое пузыристое стекло.

Сингония моноклинная (?). Двусный, оптически положительный, погасание симметричное по отношению к трещинам спайности.  $N_g = 1.579 \pm 0.002$ ,  $N_m = 1.576 \pm 0.002$ ,  $N_p = 1.573 \pm 0.002$ ;  $N_g - N_p = 0.006$ ;  $+2V = 90^\circ$  (определение В. В. Колесниковой). В прозрачном материале ни под микроскопом, ни рентгенометрически присутствие какого-

Таблица 1

Результаты химического анализа ильмайтита

Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов	Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов
SiO <sub>2</sub> . . . . .	35.55	0.59166	Na <sub>2</sub> O . . . . .	12.40	0.40012
TiO <sub>2</sub> . . . . .	16.96	0.21227	K <sub>2</sub> O . . . . .	0.40	0.00849
ZrO <sub>2</sub> . . . . .	0.03	0.00024	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	7.76	(0.86144)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.28	0.00549	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	16.78	(1.86275)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.07	0.00088	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.02	0.00015
CaO . . . . .	0.04	0.00071	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.01	0.00004
SrO . . . . .	0.02	0.00019	CO <sub>2</sub> . . . . .	1.46	0.03318
BaO . . . . .	2.65	0.01728			
TR . . . . .	4.93	0.02986			
			Сумма . . . . .	99.36	1.30056

либо иного вещества не установлено, но помутневшие при высыхании и трещиноватые зернышки покрываются тонкой пленочкой соды.

Результат химического анализа, выполненного Л. Ф. Ганнибал из навески 1.6 г, приведен в табл. 1. Доказано отсутствие  $S^{2-}$ , F,  $SO_3$ , P. Спектрально обнаружены Mn, Be, Ca. Состав редкоземельных элементов ( $\Sigma TR_2O_3=100\%$ ):  $La_2O_3$  26.8,  $Ce_2O_3+CeO$  51.2,  $Pr_2O_3$  3.6,  $Nd_2O_3$  17.8,  $Sm_2O_3$  0.6 (аналитик Л. И. Полежаева).

Точная формула минерала не установлена. Эмпирическая формула (Борнеман-Старынкевич, 1964; Булах, 1967) рассчитана из предположения, что углерод входит в состав ильмаюкита (изоморфно замещая часть кремния), а из воздуха заимствована только часть воды.

Результат расчета:  $(Na_{0.61}, K_{0.01}, Ba_{0.03})_{0.65} (Ca_{сл.}, Sr_{сл.}, TR_{0.05})_{0.005} (Ti_{0.33}, Zn_{сл.}, Nb_{сл.}, Fe^{3+})_{0.33} (Al_{0.01}, Si_{0.91}, C_{0.05}/O_{0.97}) O_{3.0} \cdot 1H_2O \cdot 1.1 aq$ , т. е. минерал является водной солью метакремневой кислоты типа  $MRO_3$ , где  $3M^{2+}$  заменены на  $Na_2Ti$ .

Присутствие группы  $CO_2$  отмечено химическим анализом и на ИК спектре. Но ни оптически, ни на рентгенограммах самостоятельной твердой фазы карбоната не обнаружено. Если предположить, что  $CO_2$  заимствована из воздуха, то в первоначальном составе минерала остается без уравнивающих анионов 1.03%  $Na_2O$  (при допущении механической примеси бикарбоната) или даже 2.06%  $Na_2O$  (при допущении вrostков  $Na_2CO_3$ ). Положение C в структуре минерала остается неясным. Эмпирическая формула дана исходя из предположения, что углерод изоморфно замещает часть кремния.

И. Д. Борнеман-Старынкевич предложила иную формулу:

$(Na_{8.8}, Ba_{0.5}, TR_{0.7})_{10} [Ti_{4.99}(Fe, Al, Nb)_{0.01}]_5 [Si_{13.9}, Al_{0.1}]_{14} (O_{22}OH_{44})_{66} \cdot n aq$ , исключая уголекислоту в виде примеси нахколита ( $NaHCO_3$ ). Основания для однозначного написания формулы пока отсутствуют.

Характер распределения воды подтвержден данными ИК спектроскопии и термического анализа.

ИК спектр поглощения порошка минерала в смеси с KBr получен С. Д. Никитиной на приборе ИКС-14. Полосы поглощения, отвечающие колебаниям ОН-групп и молекул воды, отмечены при  $\nu=3389-2889 \text{ см}^{-1}$  (без отдельных максимумов) и при  $\nu=1618 \text{ см}^{-1}$ . Установлены максимумы поглощения 1406—1339, 975  $\text{см}^{-1}$  и (узкая) около 704  $\text{см}^{-1}$ , отвечающие, вероятно,  $CO_2$ , а также полоса 952—848  $\text{см}^{-1}$ , соответствующая колебаниям кремнекислородных тетраэдров.

Дериватограмма минерала приведена на рис. 2. Начало выделения воды и разложения соды имеет место при 60°. Эндотермический пик при 175° отвечает потере веса 12.7%. При 320° еще сохраняется 6.5% воды. Ее выделение заканчивается при 760°, когда, судя по рентгенограмме, меняется и решетка минерала. Плавление происходит при 800°. Экзотермическая остановка при 860° вызвана кристаллизацией нового соединения. Общая потеря веса 25.8% (по химическому анализу сумма  $CO_2$  и  $H_2O$  равна 26.0% (табл. 1).

Рентгеновское исследование проведено Е. А. Гойко. В обычных условиях рентгеновской съемки ильмаюкит порошкограммы не дает. Вероятно, при растирании и соприкосновении с атмосферой его решетка

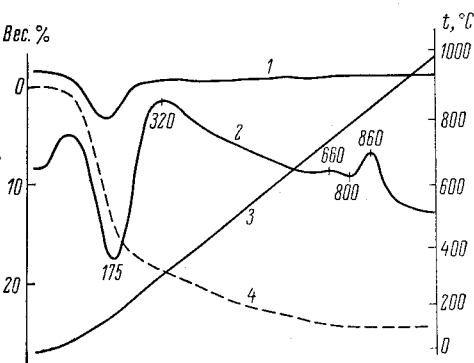


Рис. 2. Термограмма ильмаюкита.

1 — кривая ДТГ, 2 — ДТА, 3 — температурная, 4 — кривая ТГ. Записано на дериватографе: смесь с 1/2 инертного вещества, исходный вес 1060 мг. ДТА=1/5, ДТГ=1/15, шкала 200 мг, время 100<sup>3</sup> мин., аналитик Э. И. Макарова.

разрушается. При съемке дробленого материала в вакуумной смазке получено только три линии: (2)—4.5, (10)—4.2 и (2)—3.67. Они сохраняются и при прокаливании минерала в течение 1 часа при 700° С. Для получения порошковой диаграммы осколок монокристалла, наклеенный на стеклянный стержень, монтировали на секундной стрелке часов. Часы под некоторым углом закреплялись на оси камеры вращения (КРОН). Таким образом достигалось вращение в двух перпендикулярных плоскостях. Получено около 30 прерывистых линий, интенсивность которых визуальна оценена по десятибалльной шкале. Результаты трех независимых снимков уточнялись по эталонному образцу с NaCl. Сводная порошковая диаграмма дополнена линиями, полученными на дифрактометре ДРОН-1 под малыми углами  $\Theta_{Cu}=3-4^\circ$  (табл. 2). Линии с большими углами  $\Theta$  очень слабые.

Вычисленные параметры элементарной ячейки:  $a(x) \approx 23$ ,  $b(y) \approx 24.4$ ,  $c(z) \approx 37 \text{ \AA}$ . Величины  $d_\alpha$  (табл. 2) проиндексировать не удалось.

Т а б л и ц а 2

## Межплоскостные расстояния и интенсивности ильмаюкита

<i>I</i>	$d_\alpha$	$d_\beta$	<i>I</i>	$d_\alpha$	$d_\beta$	<i>I</i>	$d_\alpha$	$d_\beta$	
4 *	(12.8)	11.6	3	3.0	2.7	2	1.87	1.68	
3 *	12.4	11.2	3	2.86	2.58				
10 *	11.5	(10.4)	5	2.74	2.48	2	1.86	1.67	
7 *	10.9	9.9	4	2.72	2.45				
9	10.2	9.2	6	(2.70)	2.44				
2	9.3	8.4	5	2.62	2.37	2	1.74	1.57	
2	6.8	6.1	7	2.48	2.23				
1.	(5.4)	4.9	10	2.44	2.20				
2	4.9	4.4	1	2.32	2.09				
1 сл.	4.4	4.0	5	2.19	1.98	2	1.65	1.49	
10	4.3	3.9	1	2.12	1.92				
7	3.7)	3.3	2 дв.	{	2.05	1.85	2	1.60	1.44
2	3.4	3.1			2.02	1.82			
5ш.	3.3	3.0	2 дв.	{	1.95	1.76	3	1.56	1.41
9	3.1	2.8			1.92	1.73			
						3	1.59	1.43	
						2	1.55	1.40	
						1	1.52	1.38	

Примечание. Условия съемки: камера КРОН, Си излучение, 8 час., эталон NaCl. Интенсивности оценены визуальна и являются относительными. Линии, отмеченные звездочкой, получены на дифрактометре ДРОН-1.

Ильмаюкит очень неустойчив. Он разлагается и в сухой, и во влажной атмосфере. В воде при температуре 20° увеличивается в объеме, расщепляясь на белые перламутровые пластинки, распадающиеся на волокна. Эти волокна и иголки (кварцин) рентгеноаморфны, но слабо действуют на поляризованный свет:  $N_g=1.543$ ,  $N_p=1.541$ ,  $N_g-N_p=0.002$ ;  $cN_g=0^\circ$ . Их удлинение положительное. В 1 : 1 HCl при 20° ильмаюкит вскипает и растворяется, давая прозрачный каркасный рентгеноаморфный гель, покрытый пленкой кристаллов NaCl. По высыхании он имеет волокнистое строение. Удлинение волокон отрицательное,  $cN_p=26^\circ$ ,  $N_g=1.540$ ,  $N_p=1.538$ ;  $N_g-N_p=0.002$  (халцедон? люцитит?). Из раствора кристаллизуется термонатрит. В 1 : 1 HNO<sub>3</sub> наш минерал слабо вскипает и разлагается, давая студенистый гель. В H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> разлагается медленно, почти не вскипая, и дает желтоватый осадок. В щелочи растворяется даже при pH 12.

Ильмаюкит — первичный минерал щелочного пегматоида, образующийся на последнем этапе его формирования. Позже ильмаюкита возникали только гидраты окиси железа и марганца (возможно, галит и сода, кристаллизующаяся и в настоящее время). Он существует в богатой натрием среде, при строго определенных физико-химических параметрах, и исчезает при повышении или понижении влажности.

В литературе и справочниках (Винчелл, Винчелл, 1953, 1967; Штрунц, 1962; ASTM) нет описания минералов, подобных ильмаюкиту. Возможно, он является новым минеральным видом. Отдаленным аналогом его можно считать соду типа  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Авторы приносят глубокую благодарность И. Д. Борнеман-Старынкевич, Д. Л. Рогачеву и А. С. Сахарову за помощь в работе, а также В. Б. Татарскому и В. А. Франк-Каменецкому за поддержку и советы.

Исследования проведены в Геологическом институте Кольского филиала АН СССР. Образцы ильмаюкита находятся в Музее Кольского филиала АН СССР.

#### Литература

- Борнеман-Старынкевич И. Д. (1964). Руководство по расчету формул минералов. Изд. «Наука».
- Булах А. Г. (1967). Руководство и таблицы для расчета формул минералов. Изд. «Недра».
- Буссен И. В., А. С. Сахаров. (1967). Геология Ловозерских тундр. Изд. «Наука».
- Винчелл А. Н., Г. Винчелл. (1953). Оптическая минералогия. ИЛ.
- Винчелл А. Н., Г. Винчелл. (1967). Оптические свойства искусственных минералов. Изд. «Мир».
- Штрунц Х. (1962). Минералогические таблицы. ГОНТИ по горному делу. ASTM. X-Ray Powder Data File.
-