

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И НАЗВАНИЯ МИНЕРАЛОВ

УДК 549.755.34

Д. чл. Б. В. ЧЕСНОКОВ, В. А. ВИЛИСОВ, Г. Е. ЧЕРЕПИВСКАЯ,
М. Г. ГОРСКАЯ

УШКОВИТ $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый минерал состава $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ найден Б. В. Чесноковым летом 1979 г. в жиле гранитного пегматита копи 232, расположенной на южном берегу оз. Б. Таткуль в Ильменском заповеднике. Он получил название ушковит (ushkovite) в память о натуралисте Сергее Львовиче Ушкове (1880—1951), исследователе природы Ильменского заповедника.

Жила достигает мощности нескольких метров. Контакты ее с вмещающими амфиболитами и гнейсами четкие, имеют сложную форму. Жила сложена микроклином, кварцем, альбитом, мусковитом, биотитом, турмалином и гранатом. Акцессорные минералы: берилл, ниоботанталаты и фосфаты. Ушковит наряду с другими фосфатами (франколит, митридатит, бераунит и другие) входит в состав продуктов изменения триплита, образующего гнездо около кварцевого ядра жилы. В составе измененных участков триплита присутствуют также окислы и гидрокислы марганца и железа.

Ушковит находится в виде мелких кристаллов (обычно не более 2 мм) на стенках полостей в измененном триплите или в продуктах изменения триплита в виде одиночных кристаллов и их сростков. Встречены радиально-лучистые агрегаты ушковита. Многие его кристаллы расщеплены

в направлении [001], но нередки и плоскогранные кристаллы. Облик кристаллов короткопризматический по [001], изометричный и иногда несколько уплощенный по [001] (рис. 1).

В лаборатории Ильменского заповедника были измерены 3 кристалла на гониометре ZRG-3 (табл. 1).

Ушковит относится к триклинной сингонии, пинакоидальному виду симметрии. $a : b : c = 0.488 : 1 : 0.661$; $\alpha = 107^\circ 42'$, $\beta = 110^\circ 26'$, $\gamma = 72^\circ 35'$. Кристаллы его сходны с кристаллами ряда изоструктурных основных водных фосфатов (лауэит, геддонит, паравоксит, сиглоит) (Дэна и др., 1954; Hurlbut, 1962). Грани {010}, {100}, {110} обычно гладкие и блестящие. На гранях {001} обычна штриховка по [100], а на гранях {110} — по [001]. Встречены двойники по {hk0}.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 21 сентября 1981 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 16 апреля 1982 г.

Кристаллы ушковита прозрачные, полупрозрачные или замутненные. Цвет их от светло-желтого до оранжево-желтого и светло-коричневого. Черта светлая желтоватая. Блеск от стеклянного (грани) до перламутрового (спайность) и жирноватого (излом). Твердость 3.5 по шкале Мооса. Очень хрупкий. Спайность совершенная по {010}. Плотность 2.38 г/см³ (определено методом гидростатического взвешивания прозрачных кристаллов в растворе бромформа). Перед паяльной трубкой легко сплавляется в черный магнитный шарик. С бурой дает желтоватый перл (Fe). При нагревании в закрытой трубке выделяет очень много воды. Разлагается в HCl, а в HNO₃ дает яркую реакцию на фосфор с молибденовокислым аммонием.

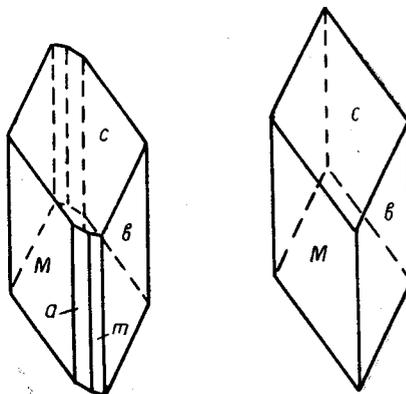


Рис. 1. Кристаллы ушковита. $c\{001\}$, $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $M\{\bar{1}\bar{1}0\}$.

В иммерсии под микроскопом чуть желтоватый. $-2V$ около 50°, сильная дисперсия оптических осей, $r > v$, дисперсия осей индикатрисы в сечении $Ng-Nm$. $Ng=1.670 \pm 0.002$, $Nm=1.637 \pm 0.002$, $Np=1.584 \pm 0.002$. $Ng-Np=0.086$, $cN_g=26^\circ$, Ng и Nm практически параллельны {010}.

ИК спектр ушковита (рис. 2) получен Л. П. Арзамасцевой в лаборатории Ильменского заповедника на спектрофотометре UR-20. В ИК спектре

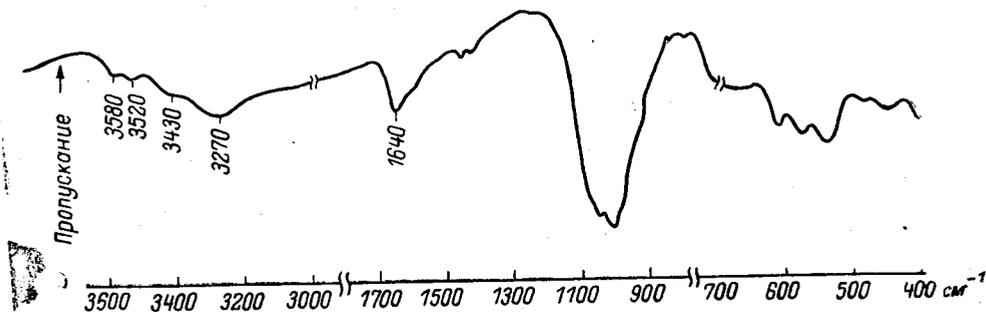


Рис. 2. ИК спектр поглощения ушковита.

четко выделяется максимум поглощения при 3270 см⁻¹, обусловленный присутствием в минерале слабо связанной воды, максимумы при 3580 и 3520 см⁻¹ — (группы OH), а также максимум при 1640 см⁻¹ (деформационные колебания воды). Влиянием воды вызвано и «плечо» при 3430 см⁻¹.

Рентгеноструктурное изучение ушковита выполнено М. Г. Горской на кафедре кристаллографии Ленинградского университета (дифрактограмма, рентгенограммы вращения и вайсенбергограммы). Ушковит относится к пространственной группе $P1$ или $P\bar{1}$. Параметры элементарной ячейки нового минерала рассчитаны по дифрактограмме (табл. 2): $a_0=5.196 \pm 0.009 \text{ \AA}$, $b_0=10.70 \pm 0.02 \text{ \AA}$, $c_0=7.14 \pm 0.02 \text{ \AA}$, $\alpha=108.6 \pm 0.1^\circ$, $\beta=106.95 \pm 0.05^\circ$, $\gamma=72.70 \pm 0.05^\circ$. $a_0 : b_0 : c_0=0.485 : 1 : 0.667$. $Z=1$. $V=350.6 \pm 0.5 \text{ \AA}^3$. $\rho_{\text{выч}}=2.40 \text{ г/см}^3$. Рентгеновские характеристики ушковита близки к характеристикам минералов упоминавшегося ряда изоструктурных с новым минералом фосфатов (табл. 3).

Лазерным микроспектральным анализом, проведенным В. О. Поляковым в лаборатории Ильменского заповедника, в ушковите определены

Таблица 2

Рентгенограмма ушковита

I	hkl	d _{эксп.} , Å	d _{расч.} , Å	I	hkl	d _{эксп.} , Å	d _{расч.} , Å
100	010	9.86	9.88	5	130	3.07	3.07
80	001	6.57	6.60	5	121	2.924	2.927
50	020; 011	4.95	4.94	10	121	2.801	2.801
50	100	4.85	4.84	10	032	2.701	2.701
40	110	4.01	4.01	10	141	2.608	2.609
60	112	3.28	3.29	5	041	2.536	2.535
80	122	3.20	3.19	5	200	2.423	2.422
40	120	3.12	3.12	5	122	2.248	2.245

Примечание. Условия съемки: аппарат ДРОН-2, CoK_{α_1} излучение, скорость движения счетчика 1 град/мин, скорость движения ленты 2400 мм/ч, аналитик М. Г. Горская.

Таблица 3

Размеры элементарной ячейки и плотность ушковита, а также изоструктурных с ним минералов (Hurlbut, 1962)

Минералы	ρ , г/см ³	a_0 , Å	b_0 , Å	c_0 , Å	$a_0 : b_0 : c_0$	α	β	γ
Ушковит $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$	2.38	5.20	10.70	7.14	0.485 : 1 : 0.667	108°36'	106°56'	72°43'
Лауэит $MnFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$	2.44	5.28	10.66	7.14	0.495 : 1 : 0.670	107 55	110 59	71 07
Гордонит $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$	2.23	5.24	10.49	6.96	0.499 : 1 : 0.664	107 25	111 04	72 22
Паравоксит $Fe^{2+}Al_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$	2.36	5.23	10.52	6.96	0.497 : 1 : 0.661	107 17	111 24	72 29
Сиглоит $(Fe^{3+}, Fe^{2+})Al_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$	2.35	5.26	10.52	7.06	0.499 : 1 : 0.671	106 58	111 30	69 30

Примечание. Все сравниваемые с ушковитом фосфаты относятся к пространственной группе $P1$ (Дэна и др., 1954; Hurlbut, 1962).

Fe и Mg (главные элементы), а также Mn, Ca и Al (элементы-примеси). Химический анализ ушковита выполнен Г. Е. Черепивской (ИМГРЭ) из навески 110 мг. В материале пробы было до 4 об. % бурых гидроокислов марганца и мелкие включения франколита. В связи с этим и с учетом микронзондового анализа однородных кристаллов (см. ниже) марганец, кальций и соответствующая ему часть фосфора при расчете состава нового минерала были отброшены (табл. 4).

Фактическая формула ушковита $1.15MgO \cdot 0.99 Fe_2O_3 \cdot 1.06P_2O_5 \cdot 8.00H_2O$ может быть идеализирована в виде $MgO \cdot Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 8H_2O$ или $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$. Идеальной формуле ушковита соответствует 32.17 мас. % H_2O . Практически очень близкую величину составляют потери при прокаливании (33.2 мас. %, см. рис. 3) не растертой в пудру фракции (-0.2+0.1 мм) ушковита. Возможно, что растертая в пудру проба для химического анализа нового минерала потеряла часть воды (цеолитной) до исследования. В связи с этим ушковиту приписывается идеализированная формула $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$.

В. А. Вилисовым проведено микронзондовое исследование 7 кристаллов ушковита на микроанализаторе JXA-5 в Институте геологии и геохимии УНЦ АН СССР, г. Свердловск (табл. 5). В результате локального перегрева при анализе ушковит теряет воду и переходит в соединение состава $MgFe_2^{3+}(PO_4)_2(OH)_2$.

Таким образом, микронзондовый анализ однородных кристаллов ушковита в совокупности с приведенными выше данными о содержании в нем

воды позволяет считать химический состав ушковита очень близким к выражаемому формулой $Mg_{0.96}Mn_{0.04}Fe^{3+}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$.

Термический анализ фракции $-0.2+0.1$ мм ушковита выполнен в лаборатории Ильменского заповедника на дериватографе Т. С. Кор-

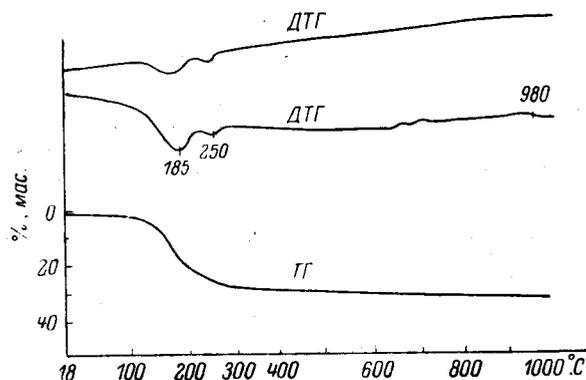


Рис. 3. Дериватограмма ушковита. Навеска 53 мг.

ниловой (рис. 3). На кривых ДТА и ДТГ* зафиксированы два четких эндотермических эффекта при 185 и 250 °С, связанные со ступенчатой дегидратацией минерала. При нагревании до 280° теряется 27.4 мас.% H_2O , до

Таблица 4

Химический состав ушковита

Компоненты	Мас. %	Молекулярные кол-ва окислов ушковита	Молекулярные отношения
MgO	8.79	0.2312	1.15
MnO	1.88	—	—
CaO	2.54	—	—
FeO	Не обн.	—	—
Fe ₂ O ₃	29.87	0.1984	0.99
Al ₂ O ₃	Не обн.	—	—
P ₂ O ₅	30.47	0.2131	1.06
H ₂ O ⁻	12.28	0.7225	—
H ₂ O ⁺	14.83	0.8729	—
H ₂ O _{общ}	27.11	1.5954	8.00
Сумма	100.66		

Таблица 5

Химический состав продукта обезвоживания ушковита (1) и теоретический состав $MgFe^{3+}(PO_4)_2(OH)_2$ (2)

Компоненты	Мас. %	
	1	2
MgO	10.90	11.20
MnO	0.08	—
Fe ₂ O ₃	43.76	44.36
P ₂ O ₅	40.88	39.43
H ₂ O	—	5.01
Сумма	95.62	100.00

Примечание. Условия анализа: микроволн JXA-5, ускоряющее напряжение 15 кВ, ток образца 75 нА, диаметр зонда ≈ 2 мм; аналитические линии — K_{α} для Mg, Mn, Fe и P; эталоны — флогопит (Mg), Mn металлический, гематит (Fe) и апатит (P); выполнено 15 параллельных определений, каждое определение 10 отсчетов по 10с в каждый, после каждого отсчета образец смещался вдоль прямой на 20 мкм; пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен по программе ИГЕМ (Тронева и др., 1975) на ЭВМ БЭСМ-6 методом последовательных приближений.

1000° — 33.2%. При 980° проба плавится.

Ушковит, видимо, является гипергенным минералом. Он развит вместе с другими гипергенными продуктами изменения триплита. Неоднократно встречались кристаллы ушковита, нарощие на мелкие сферические почки гидроокислов марганца. В участках интенсивного окисления в приповерхностных условиях ушковит сохраняется дольше фосфатов Mn и Fe, но при наиболее сильном окислении ушковит переходит в рыхлые лимонитоподобные продукты.

Эталонные образцы ушковита переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР, в Ленинградский горный музей и в музей Ильменского заповедника.

Авторы выражают благодарность В. О. Полякову за выполнение лазерного микроанализа ушковита, Ю. Б. Корнилову за помощь в интерпретации ИК спектра и Т. Н. Дерябиной за помощь в отборе мономинеральных фракций ушковита.

Литература

- Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч., Берман Г., Фрондель К. (1954). Система минералогии. Том II, полутом 2. М., ИЛ.
Тронева Н. В., Лапутина И. П., Цепин А. М., Игамбердиев Ш. Х. (1975). Алгоритмы и программы. Тр. Ин-та кибернетики АН УзССР, вып. 23. Ташкент.
Hurlbut C. S. (1962). Sigloite, a new mineral from Llallagua, Bolivia. Am. Miner., v. 47, N 1—2.

Ильменский государственный заповедник
УНЦ АН СССР, г. Миасс,
Институт геологии и геохимии
УНЦ АН СССР, г. Свердловск,
Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ),
г. Москва
Ленинградский университет.

УДК 549.061.22 (47+57) (047)

Д. чл. В. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ, М. Г. ГОРСКАЯ

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ, ОПИСАННЫЕ В СССР ЗА 1976—1981 гг.¹

За период между 1976 и 1981 гг. в Комиссию по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества (КНМ ВМО) поступило 146 статей с предложениями по описанию 141 нового минерала, 5 статей о дискредитации ранее открытых минералов, причем 32 статьи поступали на рассмотрение повторно после их доработки авторами. За 1977—1981 гг. 84 минерала апробировано КНМ ВМО и утверждено Комиссией международной минералогической ассоциации (КНМ ММА), а статьи с их описанием рекомендованы к публикации.

Для общей характеристики описанных в СССР за 1976—1981 гг. новых минералов приведем данные (табл. 1), где учтены все опубликованные в СССР описания новых минералов (как одобренные КНМ ВМО и ММА, так и без их санкции). Данные табл. 1 являются продолжением сводки аналогичных материалов за 1959—1964, 1965—1970 и 1971—1975 гг.

Как видно из табл. 1, по рекомендации КНМ и с учетом сделанных замечаний в журнале «Записки ВМО» в разделе «Новые минералы» были опубликованы статьи с описанием 47 минералов, утвержденных в 1975—1981 гг., 5 статей опубликованы в журнале «Доклады АН СССР», ряд статей опубликован в «Известиях АН СССР», «Трудах ЦНИГРИ» и др. Всего за отчетный период опубликовано 60 статей с описаниями новых минералов, утвержденных КНМ ВМО и ММА (табл. 2). Из табл. 2 видно, что за 1980 и 1981 гг. резко возросло число публикаций по новым минералам. С 1978 г. практически отсутствуют публикации без санкции КНМ ВМО и ММА.

В течение 1976—1981 гг. членами КНМ Т. А. Яковлевской и В. И. Кудряшовой были опубликованы в ЗВМО 4 очередных обзора по новым минералам, описанным во всем мире в 1975—1981 гг. (табл. 3). В них учтено

¹ Отчет Комиссии по новым минералам и названиям минералов ВМО АН СССР. Данные за 1959—1975 гг. см. в «Записках ВМО», ч. 94, вып. 5, с. 555—565 (1965); ч. 101, вып. 2, с. 152—159 (1972); ч. 106, вып. 2, с. 149—158 (1977).