

## Литература

- Бородин Л. С., Капустин Ю. Л. (1962). Бербанкит — первая находка в СССР. ДАН СССР, т. 147, № 2.
- Вихтер Б. Я., Еременко Г. К., Чмырев В. М. (1975). Молодой вулканогенный карбонатитовый комплекс в Афганистане. Сов. геол., № 6.
- Воронков А. А., Шумяцкая Н. Г., Пятечко Ю. А. (1967). О кристаллической структуре бербанкита. Кристаллография, т. 12, № 1.
- Еременко Г. К., Вихтер Б. Я., Чмырев В. М., Хабибулла (1975). Четвертичный вулканический карбонатитовый комплекс в Афганистане. ДАН СССР, т. 223, № 2.
- Еременко Г. К., Черемичин В. Г., Чмырев В. М., Азими Н. А. (1978). Родственные включения в вулканических карбонатитах Ханешина (Афганистан). ДАН УССР, серия Б, № 1.
- Тихоненкова Р. П., Шумяцкая Н. Г., Казакова М. Е. (1977). О стронциевом бербанките и группе бербанкита. В сб.: Новые данные по минералогии и минералогическим методам исследования. «Наука».
- Chen T. T., Chao G. J. (1974). Burbankite from Mount St. Hilaire, Quebec. Canad. Miner., v. 12, pt. 5.
- Ресога W. T., Керг J. H. (1953). Burbankite and calkinsite, two new carbonate minerals from Montana. Amer. Miner., v. 38, N 11—12.

Институт минеральных ресурсов,  
Симферополь.

Поступила в редакцию  
3 ноября 1981 г.

УДК 549.464 (571.53)

Д. чл. С. В. МАЛИНКО, А. Е. ЛИСИЦЫН, С. П. ПУРУСОВА,  
Б. П. ФИЦЕВ, Т. А. ХРУЛЕВА

### КОРШУНОВСКИТ $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot nH_2O$ — НОВЫЙ ВОДНЫЙ ХЛОРИД МАГНИЯ<sup>1</sup>

Новый минерал обнаружен в Коршуновском железорудном месторождении Иркутской области и получил название по месту его находки коршуновскит (korshunovskite).

В последнее время в этом месторождении были открыты новые водные хлориды-бораты: кальциевый — екатеринит  $Ca_2B_4O_7(Cl, OH)_2 \cdot 2H_2O$  и магниевый — шабынит  $Mg_3[BO_3](Cl, OH)_2(OH)_5 \cdot 4H_2O$  (Малинко и др., 1980; Перцев и др., 1980). В отличие от них коршуновскит не содержит бора и представляет собой водный хлорид магния состава  $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot nH_2O$  ( $n=3.5-4.0$ ).

Краткая геологическая характеристика Коршуновского месторождения давалась нами при описаниях новых хлоридов-боратов. Коршуновскит здесь встречен в керне одной из скважин разведочного бурения на глубине около 770 м и приурочен к светло-серым доломитовым мраморам, содержащим мономинеральные тонкие прожилки шабынита и порошокватые выделения екатеринита по трещинам. Коршуновскит образует прожилки мощностью 1—2 мм, в зальбандах которых вместе с ним находятся мельчайшие выделения доломита, тонкая пылевидная вкрапленность магнетита, а также обособленные мелкие линзочки светло-зеленого антигорита. Вблизи прожилков наблюдаются мелкие гнездовые выделения коршуновскита. Хлориды-бораты в сростании с коршуновскитом не отмечены.

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 8 июля 1980 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 24 января 1981 г.

Выделения коршуновскита представлены бесцветными прозрачными удлинёнными призматическими зёрнами размером десятые доли миллиметра в длину, ориентированными преимущественно поперек прожилков. При надавливании зёрна распадаются на тончайшие игольчатые кристаллы (рис. 1). Плотность коршуновскита, измеренная методом микроплавки, составляет  $1.798 \pm 0.002$ , твердость около 2 по шкале Мооса. Минерал легко растворяется в слабых кислотах и медленно растворяется в воде.

Под микроскопом выделения коршуновскита представлены агрегатами тонкопризматических игольчатых и волокнистых образований, не погасающих при вращении столика. Угасание отдельных индивидов минерала под углом  $6-8^\circ$  к удлинению, удлинение отрицательное. Двусный,  $-2V=62^\circ$  (определен на федоровском столике).

Показатели преломления измерены с применением одного из вариантов метода «фокального экранирования» — метода «темного поля» (центрального экранирования) с последующей проверкой по методу фазового контраста (Черкасов, Хрулева, 1963); точность измерений  $\pm 0.001$ .  $N_g=1.547$ ,  $N_m=1.538$ ,  $N_p=1.516$ ,  $N_g-N_p=0.031$ .

Дебаеграмма коршуновскита (табл. 1) по значениям основных межплоскостных расстояний и их интенсивностям идентифицируется с синтезированным триклинным соединением  $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 4H_2O$ , кристаллическая структура кото-

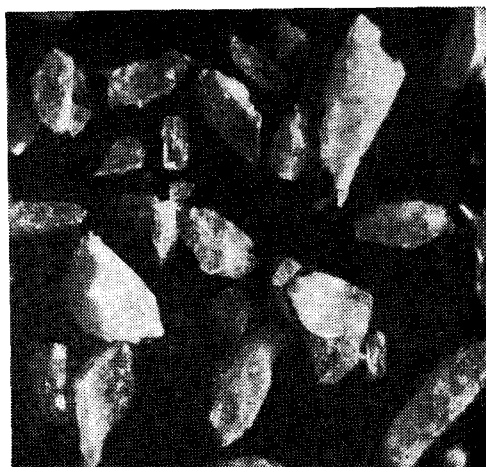


Рис. 1. Зёрна коршуновскита из прожилка. Увел. 30.

рого изучена (Wolf, Walter-Lévy, 1953). Это сходство позволило проиндцировать дебаеграмму коршуновскита в триклинной сингонии и определить параметры его элементарной ячейки (табл. 2).

Спектральному, химическому, термическому и ИК спектроскопическому анализу подвергнута фракция коршуновскита, содержащая примесь доломита. Тонкое сростание этих минералов и легкая растворимость коршуновскита не позволили выделить его мономинеральную фракцию для исследования. В незначительных количествах в анализируемой навеске присутствовали также магнетит, антигорит и магнезит.

Спектральный полуколичественный анализ этой фракции (аналитик К. В. Бурсук) показал высокие содержания (десятые доли процента и более) магния и кальция, а также незначительные количества (сотые) железа, натрия, алюминия и еще меньшие (тысячные) марганца, цинка, титана, кремния и меди (десятитысячные). По данным спектрального анализа, а также качественного микрохимического определения с сернокислым раствором хинализарина, бор в исследуемом минерале отсутствует.

Химический анализ фракции, обогащенной коршуновскитом, выполнен микрохимическим методом из навески 100 мг (аналитик С. П. Пурусова) — табл. 3.

Расчет формулы коршуновскита проведен двумя способами: по соотношениям молекулярных количеств и по атомным количествам, полученным с учетом объема элементарной ячейки. Оба способа расчета привели к единой формуле в общем виде

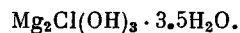


Таблица 1

Результаты расчета дебаеграммы коршуновскита и его искусственного аналога  
 $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 4H_2O$

Коршуновскит				Искусственный $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 4H_2O$	
<i>I</i>	$d_{изм}$	$d_{выч}$	<i>hkl</i>	<i>d</i>	<i>I</i>
10	8.04	8.093	100	8.14	100
2	7.047	7.135	001	7.11	20
3—4	5.918	5.956	10 $\bar{1}$	5.97	30
—	—	—	—	4.28	3
7	4.032	4.046	200	4.07	35
7—8	3.843	3.855	20 $\bar{1}$	3.87	18
4 ш.	3.544	3.568	002	3.56	26
—	—	—	—	3.44	2
1	3.257	3.257	012	3.27	4
1—2	3.054	3.259	201	—	—
—	—	3.053	102, 211	3.06	5
—	—	—	—	3.05	5
—	—	—	—	2.967	4
—	—	—	—	2.900	—
6 ш.	2.873	2.886	012	2.876	2
—	—	—	—	2.833	—
—	—	—	—	2.750	—
6	2.703	2.703	30 $\bar{1}$	2.715	26
—	—	—	—	2.627	5
1	2.603	2.608	121	2.613	10
—	—	2.608	021	—	—
1—2	2.569	2.568	120	—	—
3	2.515	2.520	222	2.533	8
9—10	2.439	2.451	202	2.455	51
4	2.401	2.412	30 $\bar{1}$	2.411	18
1—2	2.381	2.382	212	—	—
1	2.242	2.242	310	2.250	8
4—5	2.186	2.171	103	2.169	1
3	2.017	2.023	400	2.130	2
4	1.975	1.975	302	1.979	9
—	—	—	—	1.955	2
7	1.857	1.854	401	1.861	10
1	1.835	1.835	222	1.845	1
—	—	1.836	031	—	—
3—4	1.799	1.798	213	—	—
4	1.783	1.784	004	—	—
1	1.638	1.640	522	1.646	3
1—2	1.632	1.633	032	1.637	3
—	—	1.595	502	—	—
2	1.598	1.602	313	—	—
—	—	1.599	24 $\bar{1}$	1.567	13
2 ш.	1.560	1.560	322	—	—
1	1.542	1.549	313	—	—
—	—	1.490	342	1.490	8
1—2	1.490	1.489	404, 232	—	—
—	—	1.429	243	1.420	7
3—4	1.428	1.427	005	—	—
1—2	1.387	1.386	133	—	—
2—3	1.355	1.355	115	1.360	5
2 ш.	1.335	1.335	513	—	—
—	—	1.298	344	1.290	3
1	1.295	1.293	512	—	—
2	1.266	1.268	315	1.270	3
1	1.237	1.237	252	—	—
1	1.206	1.206	206	1.209	4
1	1.122	1.122	644, 342	—	—
1—2	1.109	1.109	152	—	—
3	1.008	1.008	555, 335	—	—
—	—	1.003	525	—	—
1—2	1.003	1.002	226	—	—

Примечание. Условия анализа: Fe излучение,  $D = 114$  мм, аналитики — Н. И. Чернова и Т. Н. Тимакова.

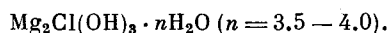
Т а б л и ц а 2

Параметры элементарной ячейки коршуновскита  
и синтезированного  $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 4H_2O$

Параметры	Коршуновскит	$Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 4H_2O$ (Wolff, Walter-Lévy, 1953)
$a$ (Å)	$8.64 \pm 0.03$	8.65
$b$ (Å)	$6.25 \pm 0.01$	6.27
$c$ (Å)	$7.42 \pm 0.01$	7.43
$\alpha$ , град	$101.4 \pm 0.3$	101.58
$\beta$ , град	$103.9 \pm 0.1$	104.00
$\gamma$ , град	$72.7 \pm 0.6$	73.11
$\rho_{изм}$ , г/см <sup>3</sup>	$1.798 \pm 0.002$	1.859
$\rho_{выч}$ , г/см <sup>3</sup>	1.787	1.858
$Z$	2	2
Сингония	Триклинная	Триклинная

При расчете формулы коршуновскита учитывалось общее количество воды в минерале, поскольку, судя по данным термического анализа, потеря конституционной воды в нем начинается ниже  $105^\circ C$ .

Установленная формула коршуновскита отличается от формулы его синтезированного аналога с изученной кристаллической структурой несколько пониженным содержанием воды (3.5 против 4 молекул  $H_2O$ ). В этом отношении интересно подчеркнуть, что кристаллическая структура синтезированного  $Mg_2Cl(OH)_3 \cdot 3.5H_2O$  (Wolff, Walter-Lévy, 1953) не исключает вариаций в содержаниях воды в этом соединении. Для синтетического аналога, по данным различных авторов, отмечалось изменение содержания молекул воды от 3.5 до 4.0. Учитывая эти данные, формулу коршуновскита, по-видимому, следует представить в виде



Термическое исследование коршуновскита проведено на приборе «Термофлекс» фирмы Ригаку из навески 15.07 мг (аналитик Т. В. Хромова) — рис. 2. Кривая ДТА исследуемого образца характеризуется рядом эндотермических реакций, сопровождаемых потерей веса. Наиболее высокотемпературные эндотермические пики при  $604^\circ$  и  $690^\circ$ , очевидно, обусловлены примесью доломита и магнетита. Остальные эндотермические реакции в более низкотемпературной области принадлежат коршуновскиту. На кривой ДТА имеют место две пары сдвоенных эндотермических эффектов: первая — с максимумами при  $87^\circ$  (слабый) и  $198^\circ$  (сильный) на фоне общей потери веса 23.88% — и вторая — с максимумами при  $383^\circ$  (слабый) и  $447^\circ$  (сильный). По-видимому, эндотермические реакции коршуновскита связаны с потерей хлора и воды, происходящей поэтапно в связи с различными структурными позициями молекул  $H_2O$  и  $OH^-$ , что следует из кристаллической структуры его синтезированного аналога (Wolff, Walter-Lévy, 1953). После отжига до  $1000^\circ$  происходит преобразование коршуновскита в  $MgO$  (подтверждено рентгенометрически).

ИК спектр анализируемого образца (снят на приборе UR-20, аналитик Л. С. Солнцева) содержит полосы поглощения, соответствующие группировкам  $Mg-(OH, Cl)$  ( $\sim 400, 590, 645 \text{ см}^{-1}$ ), деформационным и валентным колебаниям  $OH$  ( $\sim 1165, 3650, 3665 \text{ см}^{-1}$ ), а также валентным и деформационным колебаниям молекул  $H_2O$  ( $\sim 3400$  и  $1650 \text{ см}^{-1}$ ). Примесь карбонатов на ИК спектре отражена характерными полосами с максимумами при  $850, 890$  и  $1440 \text{ см}^{-1}$ .

Образование коршуновскита в породах Коршуновского железорудного месторождения близко по времени с кристаллизацией екатеринита и шабынита и связано с деятельностью низкотемпературных гидротермальных растворов.

Таблица 3

Результаты микрохимического анализа и расчет формулы коршуновскита

Компоненты	Мас. %	Молекулярные количества в пробе				В коршуновските, мас. %		Соотношения	Атомные количества при F = 4.12	Теоретический состав коршуновскита, мас. %
		ангигорита	магнетита	магнезита и доломита	коршуновскита	в пробе	в пересчете на 100%			
SiO <sub>2</sub>	0.09	0.0015	—	—	—	—	—	—	—	
TiO <sub>2</sub>	He обн.	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	—	—	—	—	—	—	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	—	0.0063	—	—	—	—	—	—	
MnO	He обн.	—	—	—	—	—	—	—	—	
CaO	4.69	—	—	0.837	—	—	—	—	—	
MgO	37.62	0.0022	—	0.1153	0.8155	32.62	2.00	3.98	39.1	
Na <sub>2</sub> O	He обн.	—	—	—	—	—	—	—	—	
K <sub>2</sub> O	»	—	—	—	—	—	—	—	—	
CO <sub>2</sub>	8.78	—	—	0.1995	—	—	—	—	—	
Cl	14.84	—	—	—	0.4180	14.84	4.03	2.05	17.2	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	27.06	0.0015	—	—	2.0218	36.38	5.00	20.6	43.7	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	9.36	—	—	—	—	—	—	—	—	
Сумма	102.54					83.84			100.00	
-O=Cl <sub>2</sub>	3.35									
Сумма	99.19									

Ф о р м у л а



Примечание. F = V · d · 0.006023 = 4.12.

До сих пор в природе был известен единственный водный хлорид магния — бишофит  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . В отличие от этого минерала коршуновскит является водным оксихлоридом магния.

Эталонный образец коршуновскита хранится в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана АН СССР.

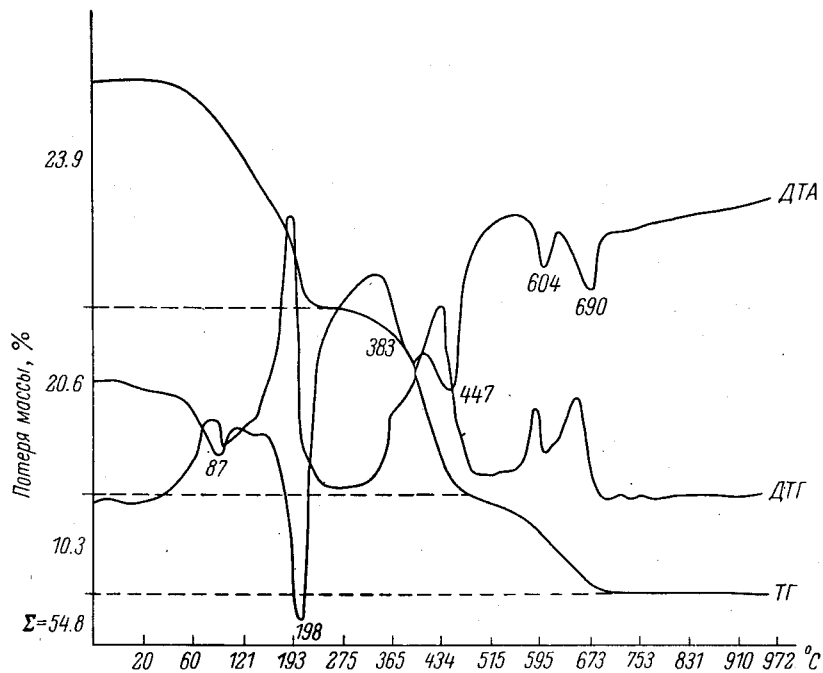


Рис. 2. Дериватограмма коршуновскита.

Авторы выражают благодарность Г. А. Сидоренко за ценные консультации при обсуждении результатов исследования, а также К. В. Бурсук, Н. И. Черновой, И. С. Наумовой, Т. Н. Тимаковой и Т. В. Хромовой за участие в изучении коршуновскита.

#### Литература

- Малинко С. В., Фицев Б. П., Кузнецова Н. Н., Черкасова Л. Е. (1980). Екатеринбург — новый минерал бора. ЗВМО, вып. 4.  
 Перцев Н. Н., Малинко С. В., Вахрушев В. А., Фицев Б. П., Казанская Е. В., Никитина И. Б. (1980). Шабынит — новый водный борат-хлорид магния из Коршуновского железорудного месторождения. ЗВМО, вып. 5.  
 Черкасов Ю. А., Хрулева Т. А. (1963). Применение метода фазового контраста к измерению показателей преломления минералов. В сб.: Новые методы в минералогии и петрографии и результаты их применения. Госгеолтехиздат.  
 ASTM. (1955). N 7-0412, USA, Philadelphia.  
 Wolff P. M., Walter-Lévy L. (1953). The Cristal Structure of  $Mg_2(OH)_3 \cdot (Cl, Br) \cdot 4H_2O$ . Acta Crystallographica, v. 6, pt. 1.

Всесоюзный научно-исследовательский  
 институт минерального сырья  
 (ВИМС),  
 г. Москва.