

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 549.74/.75

Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, Е. И. СЕМЕНОВ, М. Е. КАЗАКОВА,
Н. Г. ШУМЯЦКАЯСИДОРЕНКИТ $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$ —НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый фосфаткарбонат натрия и марганца обнаружен авторами (Е. И. Семенов, А. П. Хомяков) в Ловозерском щелочном массиве (Кольский п-ов). Минерал назван сидоренкитом (sidorenkite) в честь известного советского геолога, одного из основателей Кольского филиала АН СССР; вице-президента АН СССР, президента Всесоюзного минералогического общества, акад. Александра Васильевича Сидоренко.

Первые данные о сидоренките (дебаеграмма, параметры элементарной ячейки, спектральный анализ) были получены Е. И. Семеновым из микроколичеств минерала, встреченного им в пегматитах района горы Аллуайв; минерал был кратко описан как «розовый NaMn -карбонат» (Семенов, 1964, 1972). В 1977 г. идентичный по свойствам и дебаеграмме минерал из того же района обнаружен А. П. Хомяковым в количествах, достаточных для проведения его полного исследования.

Минерал найден в пегматоидных породах, залегающих в виде жил, прожилков и шпировидных обособлений среди пойкилитовых канкринитовых сиенитов в нижней части дифференцированного комплекса. Главными минералами этого особого типа пегматитов являются калиевый полевой шпат, нефелин, содалит, Na канкринит, щелочные амфибол и пироксен; менее широко распространены анальцит, натролит, альбит, уссингит, пектолит, рамзаит, лампрофиллит, астрофиллит, катаплеит, илерит, эвдиалит, паракелдышит, апатит, ильменит, пирротин, троилит и клейофан; еще реже — лопарит, лейфит, эпидидимит, нейборит, натрофосфат и стенструпин.

Сидоренкит входит в наиболее позднюю ассоциацию минералов, представленную виллиомитом, когаркоитом, термонатритом и эгирином. Он образует неправильной формы зерна и кристаллы размером до 2 см, часто пронизанные иглами эгирина. Кристаллы, похожие по форме на спичечный коробок, с хорошо развитыми гранями пинакоидов $\{100\}$ и $\{010\}$, реже $\{001\}$, как правило, вытянуты вдоль оси c .

Минерал бледно-розовый (с коричневатым и желтоватым оттенками), водяно-прозрачный. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности. Спайность совершенная по $\{100\}$ и $\{010\}$, несовершенная по $\{001\}$. Излом ступенчатый. Минерал хрупкий, твердость около двух. Плотность 2.90 (определение методом гидростатического взвешивания В. Ф. Недобой). Сильно электромагнитен.

Показатели преломления определены иммерсионным методом: $N_g = 1.585$, $N_m = 1.563$, $N_p = 1.521$ (± 0.002). $-2V$, измеренный на федоровском столике, 68° ; вычисленный по показателям преломления — 70° . В иммерсионных препаратах спайные выколки минерала представлены

¹ Рассмотрено Комиссией по новым минералам и названиям минералов ВМО 24 января 1978 г., утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов ММА 11 мая 1978 г.

прямоугольными параллелепипедами, имеющими прямое погасание и удлинение по Nm .

Рентгенограмма порошка представлена в табл. 1. По данным монокристалльного исследования (Н. Г. Шумяцкая), сингония минерала моноклинная с ярко выраженной псевдоромбичностью. Пространственная группа $C_{2h}^2 = P2_1/m$ или $C_2^2 = P2_1$. Параметры элементарной ячейки определены в камере КФОР и уточнены на монокристалльном дифрактометре: $a_0 = 8.979 \pm 0.001$, $b_0 = 6.729 \pm 0.001$, $c_0 = 5.150 \pm 0.002$ Å; $\beta = 90^\circ 06' \pm 02'$. По этим данным вычислен объем элементарной ячейки, $V_0 = 311.16$ Å³. Псевдоромбический характер минерала определяется не только близостью угла β к 90° , но и совпадением кристаллографических осей с осями оптической индикатрисы: $a = Ng$, $b = Np$, $c = Nm$.

Таблица 1

Результаты расчета дебаегранны сидоренкита

I	d	hkl	I	d	hkl
20	8.97	100	20	1.682	040
1	5.40	110	2	1.603	203, 203
4	4.48	101, 101, 200	3	1.584	232, 232, 520
2	3.74	111, 111, 210	3	1.510	123, 123, 422,
100	3.36	201, 201, 020	—	—	422
3	3.03	211, 211	6	1.496	600
12	2.99	300	2	1.490	303, 303
15	2.69	121, 121, 220	1	1.457	313, 313
5	2.59	301, 301	5	1.410	042, 341, 341
8	2.58	002	2	1.403	530, 611, 611
2	2.476	102, 102	3 ш.	1.350	133, 133, 432
3	2.418	311, 311	—	—	432, 522, 522
12	2.243	400	—	—	531, 531
5	2.176	130	3 ш.	1.166	314, 314, 433
3	2.122	212, 212	—	—	433, 523, 523
3	2.058	031, 401, 401	—	—	721, 721
2	2.007	131, 131, 230	5	1.122	060, 800
1	1.973	411, 411	4	1.120	632, 632
2	1.953	302, 302	1	1.118	034, 404, 404
8	1.868	231, 231, 420	—	—	640
5	1.864	222, 222	7	1.088	161, 161, 260
2	1.795	330, 500	—	—	722, 722, 731
4	1.736	510	—	—	731
5	1.695	331, 331, 501, 501			

Примечание. Условия съемки: камера УРС 50И со сцинтилляционным счетчиком, Mn фильтр, $V=1$ град./мин, внутренний стандарт NaCl ; ш. — широкая линия.

Пересчет химического анализа сидоренкита, выполненного М. Е. Казаковой (табл. 2), приводит (при сумме катионов шесть) к эмпирической формуле $\text{Na}_3(\text{Mn}_{0.9}\text{Ca}_{0.1})\text{PO}_4\text{CO}_3$, или в общем виде $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$, аналогичной формуле бредлиита $\text{Na}_3\text{MgPO}_4\text{CO}_3$ — единственного из имеющих в справочной литературе представителя фосфаткарбонатов (Fahey, Tunel, 1941; Fahey, Grose, 1962).

Число формульных единиц в элементарной ячейке $Z=2$. Рентгеновская плотность $d=2.98$. При $d_{\text{экспер.}}=2.90$ средний показатель преломления, вычисленный по формуле Гладстона, равен 1.557, что совпадает со средним экспериментальным значением (1.556). Все эти данные указывают на надежность установленных экспериментальных величин и химической формулы минерала.

Анализ ИК спектра сидоренкита (рис. 1), проведенный А. С. Поваренных (ИГФМ АН УССР), выявил в области валентных колебаний сильные полосы поглощения связей C—O (1530 и 1415 cm^{-1}) и P—O (1113 и

Таблица 2

Химический состав сидоренкита

Компоненты	Сидоренкит		Бредлиит, вес. %
	вес. %	коэффициент в формуле	
P ₂ O ₅	25.77	1.02	26.34
MnO	22.40	0.89	—
FeO	0.49	0.02	0.62
CaO	2.20	0.11	—
MgO	0.00	—	15.44
Na ₂ O	32.36	2.93	37.57
K ₂ O	0.44	0.03	—
CO ₂	15.71	1.00	18.39
Прочие	—	—	1.64
С у м м а	99.37	6.00	100.00

Примечание. Химический анализ сидоренкита выполнен из навески 700 мг; дополнительно спектральным методом в минерале обнаружены примеси Si, Be, Pb, Mg, Ti и Al; содержания этих элементов и воды ниже чувствительности химического анализа. Состав бредлиита приведен по Дана в пересчете на 100%, после исключения 14.48% нерастворимого в HCl глинистого материала; дополнительно к данным таблицы минерал содержит, вес. %: SiO₂ 0.02, Al₂O₃ 0.29, SO₃ 0.55, Cl 0.42 и H₂O 0.36; железо определено в форме Fe₂O₃.

1030 см⁻¹); остальные полосы принадлежат деформационным колебаниям связей в радикалах CO₃ и PO₄.

На кривой ДТА сидоренкита (термические исследования проведены на дериватографе в ИГЕМе АН СССР), записанной на воздухе (рис. 2, 2), проявлен четкий эндотермический эффект при 720° С, сопряженный с минимумами на кривых ДТГ и ТГ. Этот эффект соответствует термической

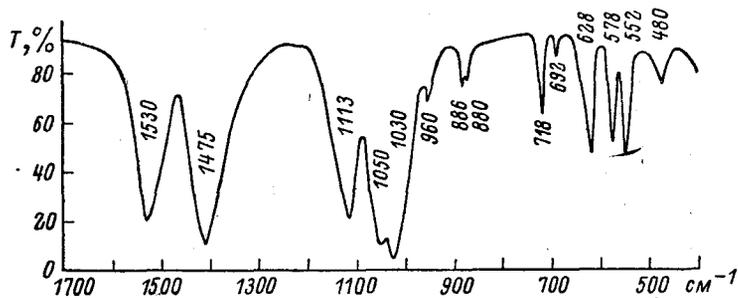


Рис. 1. ИК спектр поглощения сидоренкита.

диссоциации минерала, ускоряемой окислением марганца.² При ограниченном доступе кислорода, в атмосфере азота (рис. 2, 1), диссоциация минерала происходит при более высокой температуре (790—830°) и является двухступенчатой.

Минерал легко, со вскипанием растворяется в разбавленных кислотах. При нагревании нерастертого материала в дистиллированной воде в течение 30 мин в фильтрате обнаружено 0.4% Na₂O и 0.3% P₂O₅, что указывает на неустойчивость сидоренкита в процессах эпitherмального и гипергенного изменения. В выветрелых образцах с поверхности и по трещинам зерен минерала наблюдаются тонкие пленки продукта изменения буровато-коричневого цвета.

² Продукт прокалывания, судя по количеству поглощаемого кислорода, возможно, является соединением трехвалентного марганца.

В сидоренките $\text{Na}_3(\text{Mn}_{0,9}\text{Ca}_{0,1})\text{PO}_4\text{CO}_3$ проявлен изоморфизм двухвалентных марганца и кальция. Этот изоморфизм хорошо известен в минералах групп пектолита $\text{HNa}(\text{Ca}, \text{Mn})_2\text{Si}_3\text{O}_9$, волластонита $(\text{Ca}, \text{Mn})\text{SiO}_3$ и др. Замещение марганца кальцием обычно приводит к увеличению объема ячейки, а также к уменьшению удельного веса и показателей преломления. В ряде минералов известен и изоморфизм марганца и магния (смирнит $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и др.). Сидоренкит является подобным марганцевым членом в группе бредлиита $\text{Na}_3\text{MPO}_4\text{CO}_3$ (M — Mg, Mn, Ca, возможно Fe, Zn и др.). Замещение магния марганцем приводит к заметному по сравнению с бредлиитом увеличению плотности нового минерала, показателей преломления, интенсивности окраски и размеров его элементарной ячейки (Fahey, Tunnel, 1941).

Сидоренкит — низкотемпературный гидротермальный минерал, кристаллизующийся из остаточных ультранатриевых силикатно-солевых жидкостей — поздних дериватов агпайтовых нефелиновых сиенитов Ловозера. Бредлиит установлен в соленосных (содовых) отложениях фор-

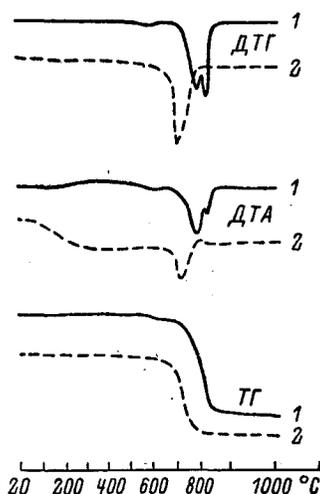


Рис. 2. Термограммы сидоренкита, записанные в токе азота (1) и на воздухе (2).

мации Грин-Ривер в Вайоминге. В последнее время обнаруживается все большее сходство минерального состава двух этих формаций. Кроме указанных минералов в них встречены виллиомит, когаркоит, галит, эльпидит, лабунцовит и ридмерджнерит. Подобные минералы, богатые щелочами и летучими (обычно растворимые в воде), часто находятся также в микровключениях породообразующих минералов многих щелочных комплексов (например, карбонатитовых).

Настоящая работа выполнена при содействии А. С. Поваренных (ИГФМ АН УССР), Г. О. Пилюяна (ИГЕМ АН СССР), В. Б. Александрова (ИМГРЭ) и А. А. Чурганова (Ловозерский ГОК), которым авторы выражают глубокую благодарность.

Оригинальные образцы сидоренкита переданы на хранение в Минералогический музей АН СССР и музей ИМГРЭ.

Литература

- Семенов Е. И. (1964). О водных карбонатах кальция и натрия. Кристаллография, т. 9, вып. 1.
 Семенов Е. И. (1972). Минералогия Ловозерского щелочного массива. М., «Наука»
 Fahey J. J., Mrose M. E. (1962). Saline minerals of the Green River formation. U. S. Geol. Surv., prof. paper, 405.
 Fahey J. J., Tunnel G. (1941). Bradleyite, a new mineral, sodium phosphate-magnesium carbonate. Amer. Miner., v. 26, N 11.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ),
Москва.