

УДК 549.657

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. В. ВЛАДЫКИН, В. И. КОВАЛЕНКО, А. А. КАШАЕВ, А. Н. САПОЖНИКОВ,
В. А. ПИСАРСКАЯ

НОВЫЙ СИЛИКАТ КАЛЬЦИЯ И ЦИРКОНИЯ — АРМСТРОНГИТ *

(Представлено академиком Ф. В. Чухровым 24 XI 1972)

Новый минерал, водный цирконосиликат кальция, обнаружен авторами в Хан-Богдинском массиве агпайтовых щелочных гранитов в Монголии в 1968 г. Проведенное детальное изучение его подтвердило, что минерал ранее известен не был. Новый минерал назван армстронгитом в честь астронавта Н. Армстронга — первого человека, ступившего на лунную поверхность. В агпайтовых гранитах Казахстана, сходных с гранитами Хан-Богдинского массива, где обнаружен армстронгит, известен минерал гагаринит, названный в честь первого в мире космонавта Ю. А. Гагарина (³).

Петрология, геохимия и минералогия пород Хан-Богдинского массива рассмотрены ранее (^{1, 2}).

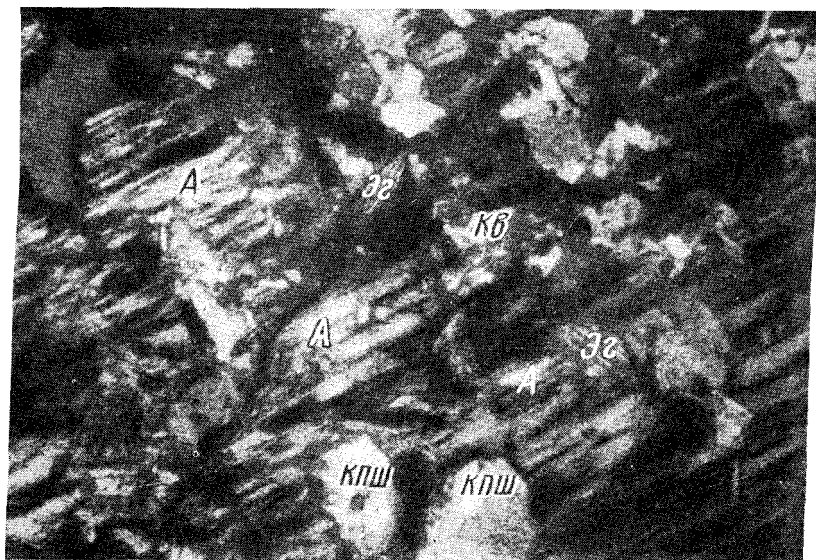


Рис. 1. Полисинтетические двойники армстронгита (А) с кварцем (Kq), микроклином (Kпш) и эгирином (Эг). 64×. Ник.+

Армстронгит встречается в шпировом щелочно-гранитном пегматите, который приурочен к контакту арфведсонитовых гранитов с ксенолитом вмещающих кислых вулканитов (провес кровли) юго-западной периферии массива. Контакт пегматита с породами ксенолита резкий. Кислые вулканиты в зоне контакта слабо ороговикованы.

* Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 19 V 1972 г.

Пегматит сложен кварцем, микроклином, альбитом, эгирином и арфведсонитом, а из аксессуарных минералов встречены монацит, синхизит, белый прозрачный сфен, рудный титаносиликат.

Армстронгит является породообразующим минералом пегматита. В зальбандах пегматита он образует пойкилокристаллы размером до 2 см,

Таблица 1
Межплоскостные расстояния армстронгита (А)

$N_0 N_0$ п.п.	hkl	I	$d/n_{изм}$	$d/n_{выч}$	$N_0 N_0$ п.п.	I	$d/n_{изм}$
1	001	3	7,34	7,36	26	1	1,841
2	020	5	7,05	7,08	27	1	1,804
3	200	9	6,60	6,61	28	3	1,769
4	021	1	5,07	5,10	29	2	1,742
5	221	4	4,58	4,59	30	1	1,705
6	201	10	4,26	4,26	31	3	1,680
7	202	9	3,80	3,80	32	2	1,632
8	002	1	3,67	3,68	33	2	1,608
9	040	1	3,54	3,54	34	3	1,498
10	400	3	3,30	3,30	35	2	1,477
11	041	4	3,19	3,19	Примечание. Условия съемки: камера РКУ, $D = 114$, $d = 0,3$ мм; Fe-излучение без фильтра.		
12	240	1	3,12	3,12			
13	241	10	3,05	3,05			
14	420	5	2,995	2,995			
15	401	1	2,700	2,697			
16	222	1	2,634	2,632			
17	242	1	2,591	2,591			
18	042	1	2,555	2,551			
19	441	1	2,474	2,482			
20	440	1	2,416	2,416			
21	261	1	2,188	2,198			
22	441	3	2,143	2,145			
23	443	4	1,981	1,981			
24	204	5	1,947	1,948			
25	204	1	1,875				

Таблица 2

Химический состав армстронгита *

Компонент	Содерж., вес. %	Содерж., за выч. Fe_2O_3 , вес. %	Ат. колич.
SiO_2	60,12	60,76	1,0112
Al_2O_3	0,60	0,60	0,0118
Fe_2O_3	1,31	—	—
ZrO_2	19,80	20,01	0,1626
TiO_2	0,12	0,12	0,0015
$\Sigma TR_2O_3 + Y_2O_3$	0,55	0,56	0,0050
CaO	9,15	9,25	0,1649
MgO	0,19	0,19	0,0047
Na_2O	0,18	0,18	0,0058
K_2O	0,14	0,14	0,0030
P_2O_5	0,20	0,20	0,0028
$H_2O_{общ}$	7,90	8,00	0,4440
Σ	100,26	100,00	

* Аналитик В. А. Писарская, 1971 г.

включающие альбит и кварц, причем общее содержание минерала достигает 5%. В центральной части пегматита встречаются мономинеральные обособления агрегатов армстронгита с размером кристаллов до 3 см (при размере обособлений до 50×50 см). На поздних стадиях пегматитообразования минерал замещается сферолитами циркона.

Минерал представлен крупнозернистыми агрегатами неправильной формы, реже агрегатами ограненных кристаллов, с удлинением кристаллов по оси b . Цвет минерала коричневый, в мелких зернах — до светло-коричневого, блеск стеклянный, спайность совершенная по (001) и средняя по (100). Минерал весьма крупный, микротвердость 310—330 кг/мм², класс твердости 4,6, плотность $d = 2,562-2,593$, $d_{ср} = 2,577$ (измерена на приборе ТПГ-1). Минерал не разлагается в соляной и азотной кислотах, но разлагается в плавиковой кислоте.

В прозрачных шлифах армстронгит представлен зернами коричневатого цвета, полисинтетически сдвоенными (рис. 1). Минерал двусный отрицательный, удлинение относительно спайности положительное (спайные выколки вытянуты по оси b), $cN_m = 5-7^\circ$, $N_g \parallel b$, $N_g = 1,573$, $N_m = 1,569$, $N_p = 1,563$, $N_g - N_p = 0,010$, плеохроизм отсутствует, дисперсия угла оптических осей $r < v$.

Минерал — моноклинной сингонии. Нам не удалось выделить монокристалл армстронгита, поэтому все определения параметров элементарной ячейки выполнены на сдвоенных кристаллах. На рентгенограммах качания (камера РКЮП, Мо-излучение) вокруг оси удлинения b четко виден псевдопериод $b' =$

$= 7,08 \text{ \AA}$, истинный же период удвоен: $b^0 = 14,16 \text{ \AA}^*$. При установке кристалла плоскостью спайности (001) параллельно оси вращения, когда ось b перпендикулярна этой оси, также обнаружен псевдопериод $a' = 7,02 \text{ \AA}$ при истинном периоде $a^0 = 14,04 \text{ \AA}$. Выбор третьего направления c сделан по разверткам слоевых линий $h0l, h1l, hk0, 0kl$, полученных так называемым методом фотографирования обратной решетки (камера КФОР, Мо-излучение). Расположение рефлексов на этих развертках хорошо объясняется двойникованием, если мы имеем двойник моноклинного кристалла с плотностью срастания двойников (001) и осью двойникования (100). Тогда параметр $c^0 = 7,81 \text{ \AA}$, $\beta = 109^\circ 33'$, пространственная группа симметрии $C2/m, Cm$ или $C2$, $Z = 4$, $\rho = 2,71$. Значения относительных интенсивностей и межплоскостных расстояний, рассчитанных без учета поглощения приведены в табл. 1. Все линии дебаеграммы индицируются при параметрах $a/2$ и $b/2$, что вызвано отмеченной выше псевдопериодичностью структуры по этим направлениям.

Термическое исследование минерала, проведенное И. Л. Лапидесом (рис. 2), указывает на наличие экзотермического эффекта при 500° , что соответствует выделению воды в минерале, и эндотермического эффекта при 950° , который, видимо, можно объяснить переходом минерала в другую структурную модификацию. При рентгеновском исследовании прокаленного образца армстронгита не обнаружено других фаз. Микронзондовое исследование непрокаленного и прокаленного образцов, проведенное Л. А. Перфильевой на приборе MS-46 «Самеса», говорит о равномерном распределении в минерале кальция, циркония и кремния и о наличии фазы железа.

Результаты химического анализа армстронгита приведены в табл. 2. Полуюхлещественным спектральным анализом установлено дополнительно (%): Pb 0,01; Ag 0,01; Cr 0,001; Ba 0,001; по данным рентгеноспектрального анализа в минерале содержится 1,27% HfO_2 и 0,001% Nb_2O_5 . Сумма редких земель и иттрия (определено методом бумажной хроматографии) равна 0,55% при следующих соотношениях элементов ($\sum \text{TR}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 = 100\%$): La_2O_3 2,8; Ce_2O_3 8,8; Pr_2O_3 0,9; Nd_2O_3 3,8; Sm_2O_3 0,7; $\text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Eu}_2\text{O}_3$ 1,3; $\text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ 55,8; Dy_2O_3 3,8; Ho_2O_3 1,4; Er_2O_3 6,8; Tm_2O_3 2,9; Yb_2O_3 9,2; Lu_2O_3 1,8 (аналитик [С. Р. Абрамова]). Как видно из анализа, в минерале резко преобладает иттриевая группа редких земель, что говорит в пользу изоморфизма их с цирконием, а не с кальцием. При пересчете химического анализа на кристаллохимическую формулу из расчета исключалось Fe_2O_3 .

Предлагается следующая формула армстронгита:

$\text{Ca}_{0,96}\text{Na}_{0,03}\text{Mg}_{0,02}\text{K}_{0,01})_{1,02}(\text{Zr}_{0,96}\text{TR}_{0,03}\text{Ti}_{0,01})_{1,00}[\text{Si}_{5,92}\text{Al}_{0,07}\text{P}_{0,02})_{6,01}\text{O}_{15}] \cdot 2,58\text{H}_2\text{O}$, что отвечает схематической формуле $\text{CaZr}(\text{Si}_6\text{O}_{15}) \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$.

* Здесь и ниже приводятся значения параметров элементарной ячейки, рассчитанные по дебаеграммам после индицирования.

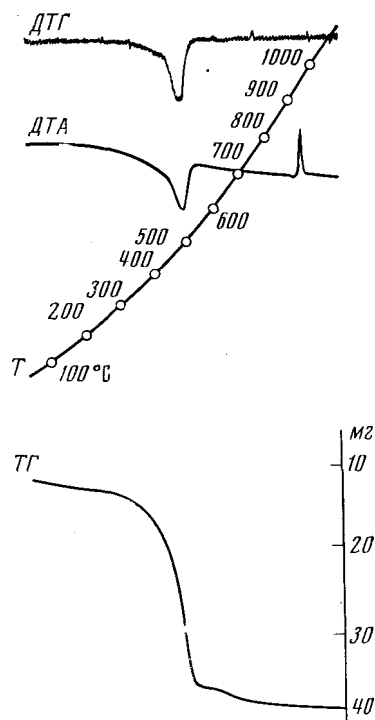


Рис. 2. Дериватограмма армстронгита. ДТА $1/40$, ТГ 100, навеска 400 мг, инертное вещество — прокаленный Al_2O_3 .

Из известных силикатов минерал похож на эльпидит $\text{Na}_2\text{Zr}(\text{Si}_6\text{O}_{15}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
Минерал хранится в Минералогическом музее Академии наук СССР (Москва).

Советско-Монгольская геологическая экспедиция
Академии наук СССР и
Академии наук МНР

Поступило
23 XI 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Коваленко, М. И. Кузьмин и др., Редкометалльные гранитоиды Монголии, «Наука», 1971. ² В. И. Коваленко, М. И. Кузьмин, А. В. Горегляд, Южно-Гобийский пояс щелочных пород в МНР. Ежегодник-1970, Иркутск, 1971.
³ А. В. Степанов, Новые и редкие минералы в щелочных гранитах Казахстана, Тр. н.-и. инст. Мин. сырья, в. 5, Алма-Ата, 1961.