

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 549.643

В. П. РОГОВА, Ю. Г. РОГОВ, д. чл. В. А. ДРИЦ, Н. Н. КУЗНЕЦОВА

ЧАРОИТ¹ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ
И НОВЫЙ ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНЫЙ КАМЕНЬ

Минерал назван по району находки — среднее течение р. Чары. Месторождение чароита локализуется в пределах Мурунского массива сиенитов, находящегося на сочленении Алданского кристаллического щита и Сибирской платформы. Южная часть массива (Большой Мурун) прорывает архейские кристаллические сланцы и гнейсы, северо-восточная часть (Малый Мурун) — кембрийские мергелистые известняки и до-



Рис. 1. Тонковолокнистые агрегаты чароита. Прозрачный шлиф, ник. скрещ., увел. 60.

ломиты. Породы Мурунского массива принадлежат к мезозойскому магматическому комплексу Алданского щита и по петрохимическим особенностям сходны с породами интрузий Центрально-Алданского района (Билибин, 1959). Формирование массива происходило в три фазы. Наиболее ранними образованиями являются покровы трахитов и псевдолейцитовых трахитов, имеющие ограниченное распространение. Покровы эффузивов прорываются интрузивными щелочными породами, представленными нефелиновыми и эгириновыми сиенитами, слагающими основную часть массива. Магматический этап завершается внедрением дайкового комплекса, в составе которого присутствуют щелочные пегматиты, псевдолейцитовые тингуаиты, сельвсбергиты и грорудиты. В пределах Малого

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 27 октября 1976 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 22 июня 1977 г.

Муруна характерно широкое развитие псевдолейцитовых эффузивных, интрузивных и жильных пород как меланократовых, так и лейкократовых (Рогова, 1966).

В псевдолейцитовых породах в переменных количествах присутствуют калиевой полевоы шпат, кальсилит, меланит, эгирин, апатит, редкий минерал из группы цирконосиликатов — вадеит (Рогова, Сидоренко, 1964).

В краевых частях массива, а также в пределах зон тектонических нарушений развиты широкие полосы калишпатовых метасоматитов. В обогащенных калием метасоматитах на контакте с известняками возникли своеобразные калиево-кальциевые минералы: чароит, канасит и тинаксит (Рогов и др., 1965). Температура гомогенизации газовойжидких включений в тинаксите 400°C . Чароитовые и калишпатовые метасоматиты эгиринизированы.

Чароит является главным породообразующим минералом в метасоматитах и составляет 50—90% породы (рис. 1), иногда развивается по периферии пластинчатых кристаллов канасита или выполняет промежутки между ними.

Цвет чароита сиреневый разных оттенков до фиолетового. Плотность 2.54, твердость (ПМТ-3, нагрузка 50 гс, 12 измерений) 412 ± 6 кгс/мм². Чароит образует тонковолокнистые агрегаты со



Рис. 2. Оптическая ориентировка чароита.

стеклянным блеском, в агрегатах с параллельноволокнистым строением наблюдается шелковистый отлив. Минерал в кислотах не растворяется. При раздавливании образуются удлиненные обломки с прямолинейными ограничениями. Спайность средняя в трех направлениях. Угол между плоскостями призматической спайности 124° , угол между плоскостями призматической и пинакоидальной по $\{001\}$ спайности 104° .

Оптические свойства чароита изучены в иммерсионных препаратах и в прозрачных шлифах. Минерал двуосный, положительный, в шлифах бесцветен. В толстых обломках в иммерсионных препаратах плеохроирует: N_g — бесцветный, N_p — розовый. Дисперсия оптических осей переменная. Показатели преломления измерены в оптически ориентированных срезах: $N_g = 1.559 \pm 0.002$, $N_m = 1.553 \pm 0.002$, $N_p = 1.550 \pm 0.002$, $N_g - N_p = 0.009$, $2V = 28 - 30^{\circ}$ (измерение на столике Е. С. Федорова). Удлинение положительное, $cN_g = 5^{\circ}$, $N_p = b$ (рис. 2). Оптические свойства позволяют предположить, что минерал имеет моноклинную сингонию. По физическим свойствам новый минерал отличается от близкого к нему по химическому составу канасита (Дорфман и др., 1959).

Для химического анализа (табл. 1) отбирали тонкие, прозрачные под биноклем чешуйки нового минерала. Однородность чароита была подтверждена электронномикроскопическим исследованием (метод суспензий): агрегаты минерала состоят из однородных удлиненных частиц прямоугольной формы (рис. 3). Спектральным анализом в минерале установлены следующие примеси: десятые доли процента свинца, лантана и марганца, тысячные доли циркония и иттрия. Барий, стронций и марганец в чароите распределены равномерно (рис. 4). Ан. 3 (табл. 1) рассчитывали на следующую формулу: $(\text{Ca}_{1.57}\text{Na}_{0.51}\text{K}_{0.93}\text{Sr}_{0.03}\text{Ba}_{0.07})_{3.11}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \times [(\text{OH})_{0.58}\text{F}_{0.20}]_{0.78} \cdot 0.72\text{H}_2\text{O}$, $Z=18$.

Если предположить, что Al_2O_3 , обнаруженный в ан. 1 и 2 (табл. 1), связан с механической примесью анортклаза, то получаем следующие формулы чароита:

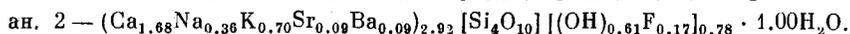
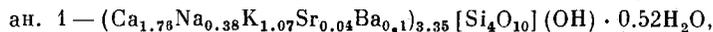


Таблица 1
Химический состав чаройта (ан. 1—3) и канасита (ан. 1 и 2)

Компоненты	Чаройт			Канасит, Хибинский массив (Дорфман и др., 1959)	
	1	2	3	1	2
SiO ₂	56.30	56.38	56.88	56.08	55.71
TiO ₂	—	—	—	0.10	0.06
Al ₂ O ₃	1.85	1.07	—	0.55	0.20
Fe ₂ O ₃	—	—	0.12	1.41	0.72
FeO	—	—	—	0.71	0.36
MgO	—	—	—	0.05	0.26
CaO	20.44	20.70	20.95	20.95	20.39
BaO	3.30	3.12	2.52	—	—
SrO	0.90	2.20	0.90	—	—
MnO	—	—	—	0.38	0.41
Na ₂ O	2.45	2.44	3.77	8.01	7.08
K ₂ O	10.50	8.26	10.36	8.47	10.63
H ₂ O ⁺	3.80	5.13	4.40	1.11	1.25
H ₂ O ⁻	—	—	—	0.49	0.60
F	Не опр.	0.75	0.92	2.21	2.17
Cl	—	—	—	0.22	—
CO ₂	—	—	—	0.20	—
P ₂ O ₅	—	—	—	0.04	0.08
Сумма	99.54	100.05	100.82	100.98	99.92
—O=F ₂	—	0.32	0.39	0.96	0.91
Сумма	99.54	99.73	100.43	100.02	99.01

Примечание. Аналитики чаройта К. П. Глебова (ан. 1), А. В. Быкова (ан. 2) и Н. Н. Кузнецова (ан. 3).

В формулах чаройта число одновалентных анионов одинаково (небольшие различия обусловлены изоморфизмом между гидроксидом и F), очень близки их суммы ($K + H_2O$), значительно более заметна разница



Рис. 3. Электронномикроскопическое изображение частиц чаройта.

общего содержания одно- и двухвалентных катионов. Эти данные позволяют предполагать, что в структуре чаройта при увеличении содержания двухвалентных катионов позиции К могут быть заняты молекулами H₂O.

Новый минерал отличается от химически близкого канасита $(Ca_5Na_4K_2)_{11} [Si_{12}O_{30}] (OH, F)_4$ не только заметными примесями бария,

стронция и наличием молекулярной воды, но и иным суммарным содержанием катионов, а также дополнительных анионов, приходящихся на один кремниво-кислородный радикал $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ — табл. 1.

Сравним ИК спектры чаройта и канасита² из Хибинского массива (рис. 5). Оба минерала обнаруживают триплет в области валентных колебаний Si—O: при этом у канасита пики поглощения примерно равной

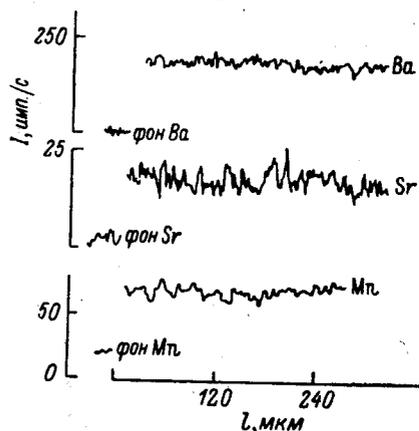


Рис. 4. Концентрационные кривые Ba, Sr и Mn по зерну чаройта. MS-46 «Камека», аналитик Л. Л. Завьялова.

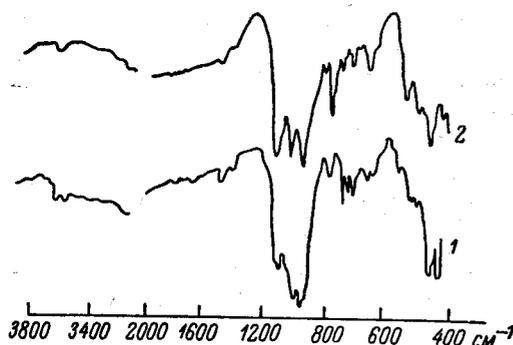


Рис. 5. ИК спектры чаройта (1) и канасита (2).

интенсивности, в то время как у чаройта низкочастотный наиболее интенсивный, а высокочастотный имеет минимальную интенсивность. ИК спектры сравниваемых минералов существенно различаются и в области 400—800 cm^{-1} , а также в областях колебаний гидроксила. Канасит обладает пиком поглощения при 3600 cm^{-1} , но при этом не наблюдается поглощения в области деформационных колебаний воды при 1600—1700 cm^{-1} . Этот факт позволяет предположить, что основная часть воды в канасите находится в виде OH-групп. У чаройта в области валентных колебаний гидроксила четыре пика: 3410, 3500, 3550 и 3610 cm^{-1} . Кроме того, в области деформационных колебаний наблюдается интенсивный слабо разрешенный триплет: 1590, 1620 и 1650 cm^{-1} . Эти особенности ИК спектра чаройта позволяют предположить, что в отличие от канасита

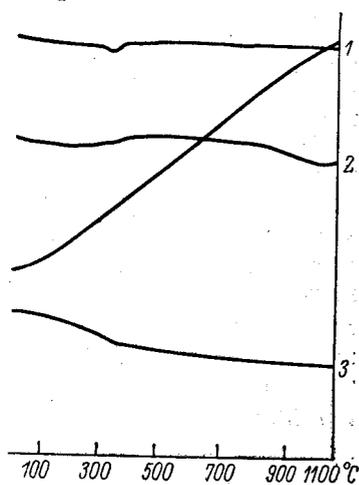


Рис. 6. Дериватограмма чаройта. 1 — ДТГ (1/10), 2 — ДТА (1/10), 3 — ТГ (навеска 5.25 мг).

большая часть воды в структуре нового минерала находится в молекулярном виде, возможно цеолитного типа с различными энергетическими характеристиками.

Дериватограмма чаройта фиксирует несколько эндотермических эффектов (рис. 6). Большая часть воды (~2.4%) теряется до 300° с небольшой

² Обр. 70754 канасита из Минералогического музея АН СССР был любезно предоставлен М. Д. Дорфманом.

примерно постоянной скоростью. Затем в области 300–600° теряется ~1.3% (максимум при ~330°). С 350 до 1000° наблюдается монотонная потеря веса (~2.0%), на которую накладываются небольшие эндотермические эффекты с незначительной потерей веса (~440, 760 и 970°). ДТА чароита резко отличается от кривой нагревания канасита. Для канасита характерно отсутствие эндотермических эффектов до температур 900°, что согласуется с данными структурного анализа (Чирагов и др., 1969) и ИК спектроскопии этого минерала (вода в канасите содержится только в виде ОН-групп).

Несмотря на близость составов чароита и канасита, их дифрактограммы резко различны (табл. 2). Для того чтобы проиндцировать дифрактограмму чароита и определить параметры его элементарной ячейки, был использован метод микродифракции электронов с применением гониометрического устройства.

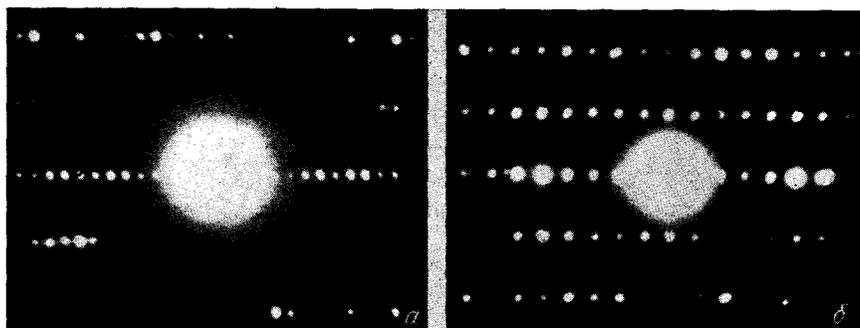


Рис. 7. Электронограммы микромонокристаллов чароита с рефлексами $hk0$ (а) и hkh (б).

Рассматривая две микродифракционные картины чароита (рис. 7), можно отметить, что один из периодов повторяемости решетки чароита совпадает с направлением удлинения плоских лент его микрокристаллов и равен 7.13 Å.

Вторая особенность полученных электронограмм состояла в том, что рефлексы в них распределены по примитивному прямоугольному мотиву (рис. 7). В этих условиях можно предположить, что период повторяемости, равный 7.13 Å, параллелен удлинению микрокристаллов и совпадает с осью b решетки чароита, а рефлексы на «нулевой» слоевой линии имеют индексы $h0l$. Периоды повторяемости в направлении, перпендикулярном оси b , оказались равны 31.7 и 18.56 Å для электронограмм, изображенных на рис. 7, а и б соответственно. Кроме того, были получены электронограммы с прямоугольными сетками рефлексов и периодами $b=7.13$ и $d(h0l)=13.3$ Å. Отметим, что один из перечисленных выше периодов совпадает со значением $d=31.8$ Å первого малоуглового рефлекса на дифрактограмме чароита. Естественно было предположить, что $d_{100}=31.8$ Å. Поскольку $d_{200} < 18.7$ Å, то межплоскостному расстоянию в 18.7 Å должны соответствовать индексы $10\frac{1}{2}$. Вначале испытывали варианты с $l=\pm 1$, так как с увеличением l резко возрастает параметр c . Оказалось, что при $l=-1$ удается проиндцировать все рефлексы различных электронограмм, если $a \sin \beta=31.7$, $b=7.13$, $d_{101}=18.5$, $d_{201}=12.50$ Å. Последующее уточнение параметров элементарной ячейки чароита производили с помощью индцирования дифрактограммы минерала (табл. 2).

В результате получены $a=31.82 \pm 0.05$, $b=7.13 \pm 0.03$, $c=22.10 \pm 0.05$ Å, $\beta=94^\circ 15'$. Следует отметить, что значение параметра b решетки чароита

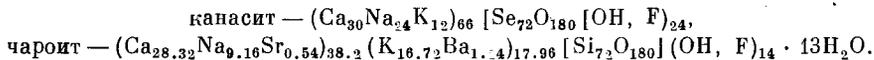
Т а б л и ц а 2

Результаты расчета дифрактограмм чаронта и канасита

I	Чаронт			Канасит, Хибинский массив (по данным авторов)	
	$d_{\text{экспер.}}$	$d_{\text{расч.}}$	hkl	I	$d_{\text{экспер.}}$
25	31.8	37.72	100		
70	12.45	12.45	201		
20	9.8	9.83	$\bar{3}01$	3	11.72
10	9.36	9.39	301		
2	7.65	7.65	$\bar{4}01$	4	8.67
10	7.37	7.35, 7.37	003, 302		
21	6.18	6.19, 6.23	402, $\bar{5}01$		
22	6.10	6.00	501		
10	5.37	5.34, 5.36	104, 502	31	5.86
6	5.12	5.12	013		
12	4.86	4.80, 4.94	213, 213		
16	4.57	4.59	5.11	33	4.70
8	4.46	4.45, 4.50	$\bar{6}03$, 701		
8	4.14	4.14, 4.15	214, 603	4	4.35
5	3.98	3.97, 3.99	405, 305	34	4.15
30	3.90	3.91	$\bar{4}14$		
8	3.70	3.73	711	4	3.81
16	3.61	3.61, 3.62	$\bar{3}15$, 106	3	3.66
16	3.56	3.56	120		
100	3.348	3.348, 3.35, 3.33	$\bar{8}04$, $\bar{3}21$, $\bar{5}15$	3	3.33
20	3.27	3.25, 3.26	420, 322		
25	3.20	3.20, 3.20, 3.21	421, $\bar{1}23$, 023		
85	3.134	3.15, 3.14, 3.134	615, 515, 207	13	3.15
30	2.97	2.98, 2.97	$\bar{1}0.0.3$, $\bar{9}13$	6	3.10
10	2.91	—		23	3.00
5	2.87			100	2.91
50	2.79				
35	2.71				
14	2.575			12	2.606
14	2.477			10	2.509
12	2.393				
10	2.292			21	2.350
2	2.204			20	2.304
2	2.180	—	—	4	2.181
4	2.133			5	2.078
10	1.966				
10	1.773	—	—	4	1.955
				1	1.831
				3	1.770
				2	1.745
				2	1.637
				5	1.564
				3	1.541
				5	1.514
				5	1.503
				10	1.465

Примечание. Дрон-2, Си излучение.

весьма близко к соответствующим параметрам таких минералов, как волластонит, ксонотлит, канасит и ряд других кальциевых силикатов. Объем элементарной ячейки канасита практически точно в 3 раза меньше ячейки чароита. Интересно сравнить состав обоих минералов равного объема:



Сумма катионов и молекул цеолитной воды в пределах ошибки расчета коэффициентов в формуле чароита близка к сумме катионов в формуле канасита.

Чароитовая порода прочная, плотная, вязкая, хорошо полируется. Красивый цвет (от светло-сиреневых до темно-сиреневых и фиолетовых тонов с шелковистым переливающимся блеском), структурно-текстурные особенности, а также наличие звездчатых включений медово-желтого тинаксита и темно-зеленого эгирина придают камню своеобразие. Тончайшие волокна чароита как бы обтекают округлые зерна, линзы кварца и полевого шпата.

Проведены предварительные испытания чароита, из него изготовлены вазы, кабашоны, кольца, запонки, кулоны. Изделия из чароита демонстрируются с 1974 г. на международных выставках. Образцы чароита с тинакситом отправлены в Минералогический музей АН СССР.

Авторы приносят искреннюю благодарность И. Д. Борнеман-Старынкевич, Э. Ф. Бойтман, И. Л. Лапидесу, В. А. Франк-Каменецкому за ценные советы и помощь при исследовании минерала, К. П. Глебовой и А. В. Быковой за проведение химических анализов.

Литература

- Билибин Ю. А. (1959). Послекюрские интрузии Алданского района. Избр. тр. Изд-во АН СССР.
- Дорфман М. Д., Рогачев Д. Л., Горощенко З. И., Успенская Е. И. (1959). Канасит — новый минерал. Минералы СССР. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 9.
- Рогова Ю. Г., Рогова В. П., Воронков А. А., Молева В. А. (1965). Тинаксит $\text{NaK}_2\text{Ca}_2\text{TiSi}_7\text{O}_{19} (\text{OH})$ — новый минерал. ДАН СССР, т. 162, № 3.
- Рогова В. П. (1966). Псевдолейцитовые породы Мурунского щелочного массива. ДАН СССР, т. 169, № 2.
- Рогова В. П., Сидоренко Г. А. (1964). О находке вадеита в интрузивных псевдолейцитовых породах Мурунского массива. Минералы СССР. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 15.
- Чирагов М. И., Мамедов Х. С., Белов Н. В. (1969). О кристаллической структуре канасита $\text{Ca}_5\text{Na}_4\text{K}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}] (\text{OH}, \text{F})_4$. ДАН СССР, т. 185, № 3.

УДК 549.355

Д. чл. М. И. НОВГОРОВОДА, А. И. ЦЕПИН, д. чл. М. Т. ДМИТРИЕВА

НОВЫЙ ИЗОМОРФНЫЙ РЯД В ГРУППЕ БЛЕКЛЫХ РУД

Среди множества минеральных видов и разновидностей блеклых руд с общей формулой $\text{A}_{12}\text{X}_4\text{S}_{13}$, где А — Cu, Ag, Zn, Fe и Hg, X — As, Sb и Bi, теллурсодержащая разновидность — голдфилдит — относилась к числу недостоверных и плохо изученных (Синдеева, 1959; Геохимия. . . , 1964; Ramdohr, 1975). Этот минерал был открыт в начале века (Ransome и др., 1909), дискредитирован с переводом его в теллуристую разновидность энаргита (Sharwood, 1911) и вновь восстановлен как минеральный вид из группы блеклых руд (Tolman, Ambrose, 1934). Рентгеноструктур-