

Ю. Г. РОГОВ, В. П. РОГОВА, А. А. ВОРОНКОВ, В. А. МОЛЕВА

ТИНАКСИТ, $\text{NaK}_2\text{Ca}_2\text{TiSi}_7\text{O}_{19}(\text{OH})$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ

(Представлено академиком Н. В. Беловым 28 XII 1964)

Новый минерал — силикат титана, натрия, калия и кальция, названный нами по составу тинакситом, — обнаружен в 1960 г. при изучении строения и петрографии Мурунского массива (Северо-Западный Алдан).

Породы Мурунского массива относятся к сложному мезозойскому щелочному интрузивно-эффузивному комплексу и по ряду особенностей сходны с породами интрузий Центрально-Алданского района.

В формировании массива выделяются три самостоятельные магматические фазы. Наиболее ранними образованиями являются эффузивные платовые тела трахитовых порфиров, фонолитов и псевдолейцитовых порфиров. Следующая фаза представлена псевдолейцититами, фергуситами псевдолейцитовыми шонкинитами, эгириновыми и нефелиновыми сиениитами. Магматический этап завершается породами дайкового комплекса пегматитами, трахитовыми порфирами, псевдолейцитовыми тингуаитами тингуаитами, сельвсбергитами, жерловыми эруптивными брекчиями, грорудитами, эгириновыми гранитами. Характерной особенностью пород массива является принадлежность их к калиевому ряду щелочных пород и резкая недосыщенность кремнеземом.

Мурунский массив приурочен к контакту геологических образований двух структурных ярусов: архейских гранитов и гранитогнейсов, платформенных протерозойских известняков и доломитов. Контактное воздействие интрузии на вмещающие породы проявлено неравномерно и различно выражено в разных породах. Архейские гранито-гнейсы подвергнуты фенитизации с образованием в них тонкоигольчатого эгирина и щелочного амфибола. В карбонатных породах, кроме обычной перекристаллизации, наблюдаются своеобразные метасоматические изменения. В доломитах образуется вкрапленность диопсида или форстерита — до возникновения непосредственно на контакте с интрузивом почти мономинеральных диопсидовых пород с небольшим количеством форстерита, флогопита и темно-зеленой шпинели.

В краевых частях массива, а также в пределах зон тектонических нарушений породы подвергнуты интенсивному калиевому метасоматозу. В результате образуются широкие (до многих сотен метров) полосы калишпатовых метасоматитов. Метасоматиты представляют собой светлые сахаровидные или зеленовато-серые монотонные, реже слабополосчатые породы, состоящие из калиевого полевого шпата и переменного количества эгирина.

В обогащенных калием метасоматитах на контакте с известняками возникла благоприятная геохимическая обстановка для образования своеобразных калиево-кальциевых минералов — ксонолита, канасита и нового минерала — тинаксита.

Тинаксит встречается в породах, состоящих на 50—80% из светло-сиреневого тонковолокнистого канасита, калиевого полевого шпата (10—20%), кварца и эгирина. Эти породы образуют в калишпатовых метасоматитах (микроклинитах) линзовидные тела мощностью до 1—3 м, вытянутые на 15—20 м в направлении контакта метасоматитов с известняками. Тинак-

сит, являясь аксессуарным минералом, образует хорошо ограненные призматические кристаллы размером от долей миллиметра до нескольких сантиметров, неравномерно рассеянные в породе (рис. 1 и 2). Довольно часто кристаллы тинаксита группируются в радиально-лучистые агрегаты и розетковидные скопления до 3—5 см в поперечнике.

Минерал светло-желтого цвета, прозрачный. Твердость определена на приборе ПМТ-3 и равна 646—762 кг/мм² (по Моссу—6). Спайность совершенная по (010) и несовершенная по (110). Угол между плоскостями спайности равен 131,5°. Блеск на плоскостях спайности стеклянный, сильный. В кислотах не растворяется. Удельный вес 2,82 (определен гидростатическим взвешиванием в спирте).

Минерал двуосный, положительный (+), $2V = 74-78^\circ$ (разброс экспериментальных значений $2V$ объясняется сильной дисперсией осей); $2V_{\text{выч}} = 78^\circ$. Плеохроизм: n_g — светло-оранжево-желтый, n_m, n_p — бесцветный.

Показатели преломления: $n_g = 1,666$, $n_m = 1,621$, $n_p = 1,593$, $n_g - n_p = 0,073$ определены методом вращающейся иглы и методом фокального экранирования с проверкой жидкостей на рефрактометре. Оптическая ориентировка в главных сечениях кристаллов тинаксита представлена на рис. 3.

Полный химический анализ минерала произведен В. А. Молевой, неполный — К. П. Глебовой (табл. 1). Термическое исследование тинаксита выполнено Н. С. Гороховой (рис. 4). Температура плавления минерала около 900°.

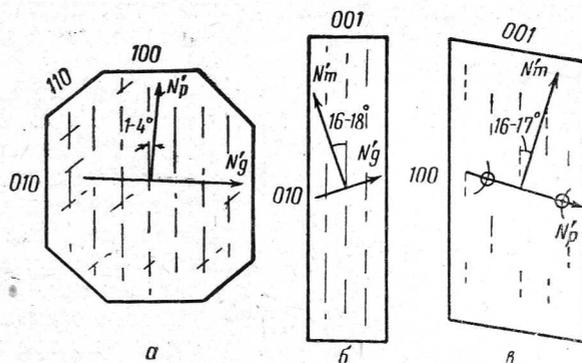


Рис. 3. Оптическая ориентировка в главных сечениях кристаллов тинаксита. а — разрезы, параллельные (001); б — (100); в — (010)

Таблица 1

Результаты химического анализа (в весовых процентах)

Компонент	Анализ № 1	Анализ № 2	Компонент	Анализ № 1	Анализ 2
SiO ₂	55,82	55,96	Na ₂ O	4,30	4,36
TiO ₂	10,12	10,32	K ₂ O	12,55	12,85
Al ₂ O ₃	Следы	Следы	H ₂ O ⁻	0,08	0,20
Fe ₂ O ₃	0,91	1,59	H ₂ O ⁺	1,20	1,00
FeO	0,92	Не опред.	Cl	Нет	Не опред.
MnO	0,40	0,52	F	Нет	Не опред.
MgO	0,04	Не опред.			
CaO	14,20	14,06	Σ	100,54	100,86
			Анали- тик	В. А. Мо- лева	К. П. Гле- бова

При рентгенографическом исследовании тинаксита были использованы монокристалльные обломки до 0,3 мм в поперечнике, выбитые по плоскости совершенной спайности. Методом Лауэ в камере РК ОП была установлена триклинная симметрия минерала (класс Лауэ $\bar{1}$) в соответствии с результатами его кристаллооптического исследования. Линейные параметры ячейки определены по рентгенограммам качания (камера РК ОП),

а угловые — из построений, выполненных с помощью сетки Вульфа: $a = 10,35 \pm 0,04$, $b = 12,17 \pm 0,05$, $c = 7,05 \pm 0,03$ Å; $\alpha = 91^\circ 00' \pm 30'$, $\beta = 99^\circ 20' \pm 30'$, $\gamma = 92^\circ 30' \pm 30'$. Объем ячейки $V = 875,1$ Å³. Испытания на пьезоэффект дали отрицательные результаты, так что для тинаксита равновероятны обе триклинные пространственные группы $P1$ и $P\bar{1}$.

Из-за малой контрастности порошковой дифракционной картины и плохого разрешения линий при съемке тинаксита на Си- и Fe-излучениях, окончательной обработке была подвергнута рентгенограмма порошка,

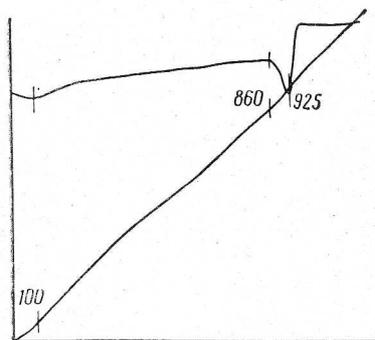


Рис. 4. Кривая нагревания тинаксита

полученная на мягком Cr-излучении (V-фильтр в камере РКУ-114 (табл. 2)). В качестве внутреннего стандарта был использован NaCl. Интенсивности отражений (линий) оценивались визуально, с помощью шкалы из марок почернения. Отметим, что в табл. 2 опущено несколько очень слабых линий, для которых соответствующие промеры оказались весьма ненадежными. От попытки индиферирования рентгенограммы порошка пришлось отказаться по той причине, что триклинность тинаксита, сопровождаемая большим объемом ячейки, привела бы к слишком не-

однозначным результатам.

При пересчете химического анализа тинаксита был использован анализ № 1 (табл. 1), как более полный. Знание удельного веса ρ и объема ячейки V позволило применить способ, предложенный Хеєм (1). Абсолютные величины количеств атомов каждого из химических элементов (Q_i), содержащихся в ячейке, определялось по формуле $Q_i = (\rho V / 1,66S) q_i$, где S — сумма химического анализа (в %), а q_i — «атомные количества». Прини-

Таблица 2

Расчет рентгенограммы порошка тинаксита (камера РКУ-114, Cr-излучение, V-фильтр)

I	$d, \text{Å}$										
32	5,09	80	3,25	40	2,551	44	2,002	12	1,629	24	1,350
8	4,81	52	3,09	56	2,331	16	1,967	24	1,616	16	1,334
12	4,61	100	3,03	12	2,181	12	1,827	20	1,583	20	1,289
32	4,04	52	2,952	12	2,147	32	1,761	24	1,458	20	1,254
20	3,45	52	2,865	12	2,117	20	1,693	20	1,435	28	1,214
16	3,37	44	2,674	24	2,080	12	1,666	16	1,428		
32	3,32	20	2,601			20	1,649	24	1,402		

мая, что 0,08% H_2O^- , фигурирующие в анализе № 1, не входят в структуру минерала, имеем $S = 100,54 - 0,08 = 100,46$. В табл. 3 приведены результаты пересчета химического анализа, причем экспериментальные значения Q_i были получены с помощью рабочего соотношения $Q_i = 14,798 q_i$. В табл. 3 приведено логичное с точки зрения кристаллохимии объединение величины Q_i в группы. Итог оказался вполне удовлетворительным: величины, дающие число атомов в каждой группе, весьма близки к целым числам. Считая, что в случае тинаксита мы имеем дело с «нормальной» (недефектной) структурой, а отклонения от целых чисел обусловлены ошибками опыта, упомянутые цифры в табл. 3 мы округлили до ближайших целых чисел. Последние приведены рядом в табл. 3. В итоге материальное содержание ячейки тинаксита может быть выражено формулой $\text{Na}_2\text{K}_4(\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg})_4(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_2\text{Si}_{14}(\text{O}, \text{OH})_{40}$, из которой после

сокращения на 2 всех коэффициентов и небольшой идеализации состава получена окончательная формула минерала $\text{NaK}_2\text{Ca}_2\text{TiSi}_7\text{O}_{19}(\text{OH})$ ($Z = 2$). Исходя из теоретической величины $\Sigma Q_i = 68$, по формуле $\rho_{\text{теор}} = 1,66S\Sigma Q_i / V\Sigma q_i$, была вычислена «рентгеновская» плотность тинаксита: $2,85 \text{ г/см}^3$. Следует отметить, что наблюдаемое стехиометрическое отношение количества Na, K и Ca позволяет с большой долей вероятности предположить упорядоченное распределение соответствующих атомов в структуре минерала. Заметим, наконец, что мы не пытались «угадать» тип кремнекислородного радикала в атомной постройке тинаксита, полагая, что он будет надежно установлен в результате полного рентгенографического исследования структуры минерала.

Таблица 3

Данные к выводу формулы тинаксита

Компонент	Содержание		Q_i	Результат объединения Q_i	Округленные значения Q_i
	вес. %	ат. колич., q_i			
SiO_2	55,82	0,9289	13,75	13,75	14
TiO_2	10,12	0,1267	1,88	2,05	2
Fe_2O_3	0,91	0,0114	0,17		
FeO	0,92	0,0128	0,19		
MnO	0,40	0,0056	0,08	4,03	4
MgO	0,04	0,0010	0,01		
CaO	14,20	0,2532	3,75		
Na_2O	4,30	0,1388	2,05	2,05	2
K_2O	12,55	0,2364	3,94	3,94	4
H_2O^-	0,08	—	—	—	—
H_2O^+	1,20	0,1334	1,97	1,97	2
Σ (катионы)		1,8782	27,79	27,79	28
Кислород		2,6702	39,51	39,51	40
Σ (общая)		4,5484			68

В заключение авторы приносят искреннюю благодарность И. Д. Борнеман-Старынкевич, Т. А. Хрулевой, Э. Ф. Бойтман и Ю. А. Пятенко за помощь при исследовании минерала, а также В. И. Степанову, просмотревшему рукопись и сделавшему полезные замечания.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов

Поступило
3 IX 1964

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М. Н. Н е у, Mineral. Mag., 25, № 166, 402 (1939).