

М. Д. ДОРФМАН, Д. Л. РОГАЧЕВ, З. И. ГОРОЩЕНКО,
Е. И. УСПЕНСКАЯ

КАНАСИТ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ

При изучении щелочных пегматитов, генетически связанных с пйолитуртитовой интрузией в Хибинских гундрах, одним из авторов статьи М. Д. Дорфманом, был обнаружен хорошо индивидуализированный новый минерал — щелочной силикат кальция. Этот минерал по составу мы называем канаситом (canasite).

Пегматитовое тело, в котором найден канасит, прослеживается горными выработками на 550 м. Оно обнаруживает зональное строение. Крайняя (внешняя) зона, мелко- и среднезернистая, сложена главным образом нефелином, эгириин-авгитом и микроклином. Размер зерен минералов по мере удаления от границы с вмещающими породами возрастает от 2—6 мм до 8—10 мм; увеличивается при этом также и содержание полевого шпата от 5—6 до 10—14%. Ширина зоны колеблется от 10 до 16 м. Вторая зона крупнозернистого пегматита постепенно сменяет первую и отличается от нее лишь размером зерна. Среди более или менее одинаковых по размеру зерен нефелина и микроклина, имеющих в поперечнике 10—12 см, выделяются различно ориентированные темные кристаллы эгириин-авгита, длиной до 30—40 см. Эта зона развита широко и ширина ее составляет 45—50 см. Микроклин в ней обычно зеленого цвета, амазонитоподобный. Третья зона грубозернистого пегматита, блоковая, сложена преимущественно нефелином, эгириин-авгитом и адуляром. Она не прослеживается на всем протяжении и образует центральную часть пегматитового тела в виде двух разрозненных участков неправильной формы: размеры одного из них по выработке достигают 40 м, другого — 100 м. Пегматит в этой блоковой зоне содержит значительное число различных минералов, среди которых и встречен канасит.

Канасит, видимо, образуется после прозрачного адуляра, так как постоянно ассоциирующийся с ним щелочной силикат железа, названный нами фенакситом (см. настоящий выпуск), приурочен к секущим трещинам в адуляре. Фенаксит, в свою очередь, выделяется после нефелина, эгириин-авгита, сфена, эвдиалита, так как сечет и цементирует выделения минералов всего этого комплекса. В канасите наблюдаются иногда мелкие и тонкие пластинки лампрофиллита, которые приурочены к трещинам, секущим спайность канасита под острым углом.

Канасит образует ксеноморфные зерна размером до 3 см в поперечнике. Минерал прозрачный и полупрозрачный, цвет его зеленовато-желтый. Блеск стеклянный. Черта бесцветная. Имеется спайность в двух направлениях. Спайность по одному направлению весьма совершенная, по ней ми-

нерал легко колется на тонкие пластинки; вторая совершенная спайность расположена по отношению к первой под углом около 118° . Минерал по плоскостям спайности распадается на длинные остроугольные, тонкие или клиновидные обломки. Хрупкий. Излом занозистый. При истирании он обнаруживает повышенную сопротивляемость, которая постепенно возрастает с уменьшением размера частиц настолько, что дальнейшее истирание становится почти невозможным. При этом вместо пудры образуется нечто вроде асбестовидного войлока. В пламени паяльной трубки, и даже спиртовки, легко сплавляется в прозрачное стекло. В кислотах растворяется с выделением кремнезема.

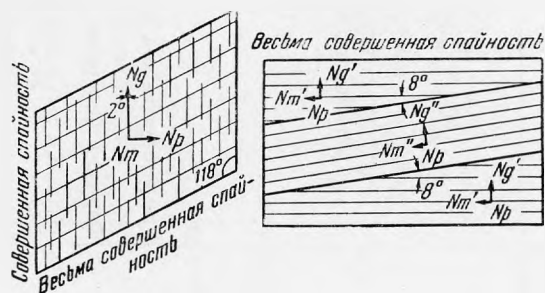


Рис. 1.

а — Оптическая ориентировка канасита; б — полисинтетические двойники в сечении $\perp Np$

Удельный вес, определенный с помощью пикнометра, равен 2,707.

Плоскость оптических осей (010), $Nm = b$; $2v = -58^\circ$. Показатели преломления: $Ng = 1,543$; $Nm = 1,538$, $Np = 1,534$, $Ng-Np = 0,009$. Измерения сделаны с помощью микрокристаллрефрактометра в желтом свете ($\lambda = 589,3 \text{ м}\mu$). Угол погасания минерала 2° по отношению к совершенной спайности (рис. 1), что позволяет относить его к моноклинной сингонии. Принадлежность канасита к моноклинной сингонии подтверждается также и данными рентгено-структурного анализа.

Nm совпадает с осью b и располагается по удлинению спайных обломков по оси b . В сечении, перпендикулярном Np , видны характерные сростания типа тонких полисинтетических двойников с плоскостью сростания под углом 8° к совершенной спайности. Этим, по-видимому, объясняется возникновение острых клиновидных осколков при дроблении минерала. Оптическая индикатриса обоих индивидов повернута относительно друг друга на 8° .

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Спектральным путем в минерале установлены следующие элементы: Si, Ca — очень сильные линии; Na, K — сильные линии; Mg, Mn, Fe, Al, Sr — средние линии; Ni, Cu — слабые линии; Ti — очень слабые линии; P — следы; Be — ничтожные следы.

Химический анализ двух образцов минерала из одного пегматитового тела и его пересчет приведены в табл. 1.

Пересчет анализов приводит к следующей формуле минерала:



¹ Характер вхождения воды в минерал не ясен.

Химический состав канасита и пересчет анализа
Образец I

Компоненты	Вес. %	Молекулярное количество, X 1000	Атомное количество натрионов, X 1000	Магнетит, атомное количество	Адуляр, атомное количество	Атомное количество	Атомное количество кислорода	Кратные	Расчет
SiO ₂	56,08	9337	9337		324	9013	18026	Si = 10	$\frac{«O»}{M} = \frac{25192}{17088} = 1,47 = 28 : 19$
TiO ₂	0,10	12	12	12					
Al ₂ O ₃	0,55	54	108		108				
Fe ₂ O ₃	1,41	88	176	176				Mg } = 4,20	$\frac{Si}{M - Si} = \frac{9013}{17088 - 9013} = 1,116 = 10 : 9$
FeO	0,71	98	98	98				Ca } Mn }	
MgO	0,05	12	12			12	12		
CaO	20,95	3736	3736			3736	3736	Na } = 4,74	
MnO	0,38	53	53			53	53	K }	
Na ₂ O ¹	8,01	1292	2584			2584	1292		
K ₂ O	8,47	899	1793		108	1690	845		
H ₂ O ⁻	0,49						[17088]		Тип эмпирической формулы: M ₉ Si ₁₀ (O, OH, F) ₂₈
H ₂ O ⁺	1,11	616					616		Формула минерала:
F	2,21	1162					581		(Na, K) _{4,74} (Ca, Mn, Mg) _{4,20} 8,94 Si ₁₀ O ₂₅ (OH, F) ₃ или (Na, K) _{4,74} (Ca, Mn, Mg) _{4,20} 8,94 [Si ₂ O ₅] ₅ ·(OH, F) ₃ .
Cl	0,22	62					31		
CO ₂	0,20						[25192]		
P ₂ O ₅	0,04								
Сумма	100,98								
O = F ₂	0,96								
	100,02								

Аналитик Е. П. Успенская
1 Определение Na вызывает сомнение.

Образец 11

11 Труды Минералогич. музея, в. 9

Компо- ненты	Вес, %	Молеку- лярное количе- ство, X 1000	Атомное количе- ство катионов, X 1000	Магнетит, атомное количе- ство	Адуляр, атомное количе- ство	Атомное количе- ство	Атомное количе- ство кислорода	Кратные	Расчет
SiO ₂	55,71	9284	9284		114	9170	18340	Si = 10	$\frac{\text{«O»}}{M} = \frac{25611}{17426} = 1,47 = 28 : 19$
TiO ₂	0,06	7	7	7					$\frac{Si}{M - Si} = \frac{9170}{17426 - 9170} = 1,112 = 10 : 9$
Al ₂ O ₃	0,20	19	38		38				
Fe ₂ O ₃	0,72	45	90	90					
FeO	0,36	50	50	50					
MgO	0,26	64	64			64	64	Mg } Ca } = 4,03	
CaO	20,39	3641	3635			3635	3635	Mn } Na } = 4,91	
MnO	0,41	57	57			57	57	K } = 4,91	
Na ₂ O	7,08	1141	2282			2282	1141		
K ₂ O	10,63	1128	2256		38	2218	1109		
H ₂ O ⁻	0,60	338				<u>17426</u>			Тип эмпирической формулы: M ₉ Si ₁₀ (O, OH, F) ₂₈
H ₂ O ⁺	1,25	694					694		Формула минерала:
F	2,17	1142					571		(Na, K) _{4,91} [Ca, Mn, Mg] _{4,09} ₉ Si ₁₀ O ₂₈ (OH, F) ₃
Cl	—						<u>25611</u>		или
CO ₂	—								(Na, K) _{4,91} (Ca, Mn, Mg) _{4,09} ₉ (Si ₂ O ₅) ₅ (OH, F) ₃ .
P ₂ O ₅	0,08	5							
Сумма	99,92								
O = F ₂	0,91								
	99,01								

Аналитик З. И. Горощенко

В настоящее время под руководством академика Н. В. Белова проводится рентгеноструктурное изучение канасита, которое и позволит уточнить предварительно выведенную формулу минерала.

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Рентгенографическое исследование канасита было проведено Д. Л. Рогачевым для определения симметрии, параметров элементарной ячейки и пространственной группы минерала. В соответствии с этим изучение велось как методом порошка, так и методом монокристалла¹.

Съемка методом порошка производилась в камере с эффективным диаметром 91,1 мм. Для съемки использовалось неотфильтрованное медное излучение электронной рентгеновской трубки типа БСВ, которая работала при режиме 35 kv и силе тока 20 mA.

При расчете использовались следующие длины волн: $\lambda_{K_{\alpha 1,2}} = 1,5393 \text{ \AA}$, $\lambda_{K_{\beta 1,2}} = 1,3893 \text{ \AA}$. Образец был помещен в целлулоидный капилляр с внутренним диаметром 0,5 мм. Промер пленки производился при помощи компаратора ИЗА-2. Интенсивность линий оценивалась визуально.

Таблица 2
Межплоскостные расстояния канасита

l	$\frac{d_{\alpha}}{n}$	$\frac{d_{\beta}}{n}$	i	$\frac{d_{\alpha}}{n}$	$\frac{d_{\beta}}{n}$
2	5,90	(5,32)	3	2,276	(2,054)
1	(5,33)	4,81	4	2,065	(1,864)
1	(5,21)	4,70	4	(2,010)	1,814
6	4,80	(4,34)	2	1,951	(1,761)
7	4,68	(4,22)	2	(1,872)	(1,689)
4	4,264	(3,848)	9	(1,814)	(1,638)
5	4,191	(3,782)	2	1,760	(1,588)
1	3,872	(3,494)	1	(1,716)	1,549
1	3,687	(3,327)	1	(1,666)	1,504
3	3,474	(3,135)	8	1,638	(1,478)
3	(3,400)	3,069	2	1,573	(1,420)
3	3,317	2,994	3	1,539	(1,389)
2	(3,211)	2,899	2	1,511	(1,364)
3	3,116	(2,812)	2	1,465	(1,323)
10 ш*	3,074	(2,774)	3	1,427	(1,288)
8	2,901	(2,619)	2	1,397	(1,261)
1	2,734	(2,468)	1	1,310	(1,183)
3	2,645	(2,387)	1	1,291	(1,166)
2	(2,598)	2,345	1	1,160	(1,047)
1	2,504	(2,260)	1	1,140	(1,028)
6	2,354	(2,125)	2	1,114	(1,005)
4	2,319	(2,093)	2	1,090	(0,9838)

* ш — широкая линия.

¹ Исследование монокристалла проводилось в лаборатории рентгенографии химического факультета Ленинградского государственного университета. При выполнении работ авторы пользовались консультациями А. И. Заславского.

Поправки вносились по дополнительному снимку смеси минерала с хлористым натрием. В табл. 2 приводятся межплоскостные расстояния и интенсивность линий рентгенограммы порошка канасита.

Определение симметрии кристалла, а также параметров элементарной ячейки производилось путем исследования монокристалла минерала методами Лауэ, вращения и Де-Ионга.

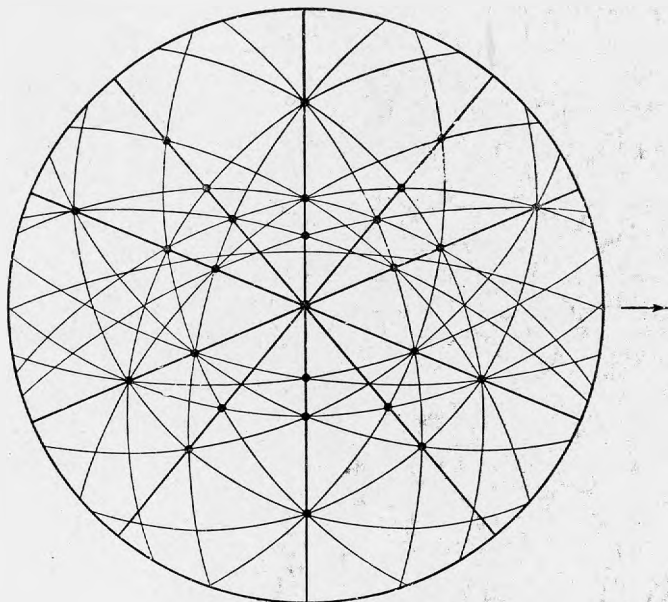


Рис. 2. Стереографическая проекция канасита, построенная по пятнам лауэграммы, снятой на цилиндрическую пленку

Достаточно крупный прозрачный обломок, вытянутый по спайности в одном направлении, был установлен на гониометрической головке рентгеновской камеры типа S-25 производства Кембриджского университета. Ввиду отсутствия в минерале кристаллографических форм, по которым можно было бы ориентировать кристалл в нужном для исследования положении (при съемке рентгенограммы вращения и разверток слоевых линий) была снята лауэграмма, при произвольной установке обломка кристалла. Лауэграмма была получена на пленку в цилиндрической касете. По данным лауэграммы составлена стереографическая проекция, по которой определена ориентировка кристалла, установленного на гониометрической головке, и его симметрия. На рис. 2 видна плоскость симметрии и перпендикулярная к ней ось b второго порядка. С осью b совпадает удлинение кристалла.

Канасит относится к моноклинной сингонии, лауэ-классу $C_{2h} = 2/m$.

Для последующих работ кристалл был установлен на гониометрической головке таким образом, что его главная ось (ось b) совпадала с осью вращения. По рентгенограмме вращения, снятой в данном положении кристалла, определяется период идентичности вдоль оси b (рис. 3).

Для определения размеров осей a и c , а также угла β были сняты по методу Де-Ионга развертки нулевой, первой и второй слоевых линий на

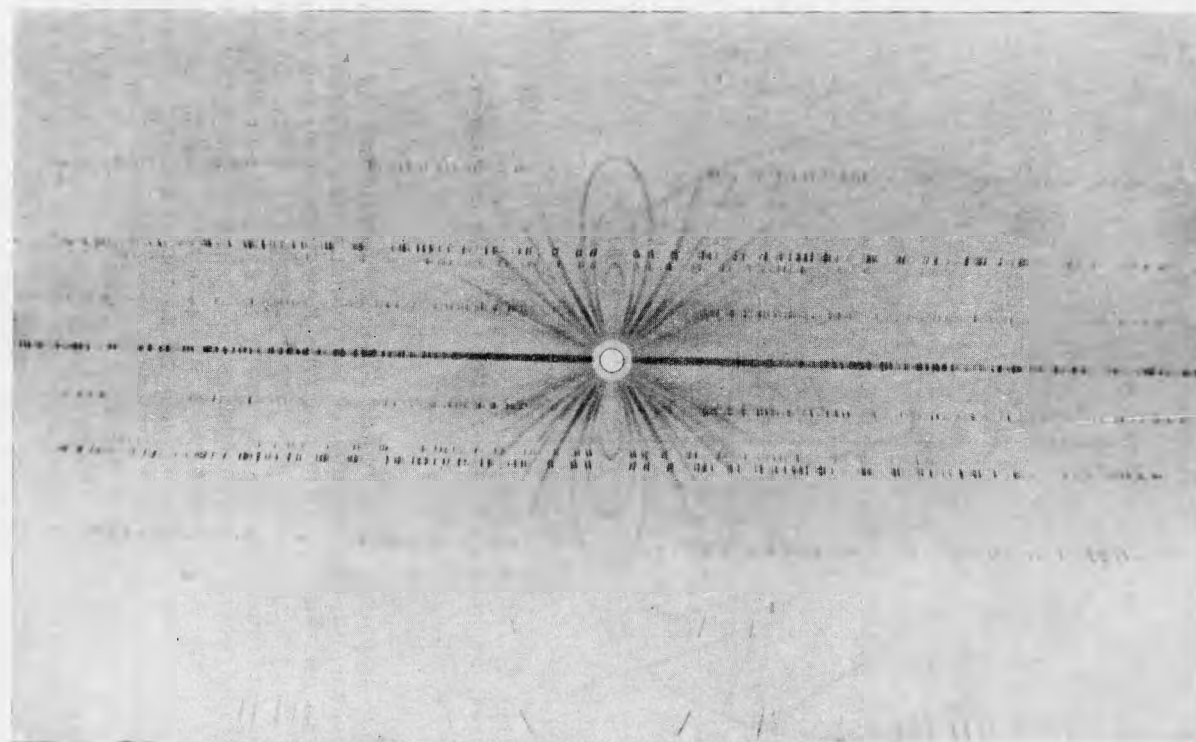


Рис. 3. Рентгенограмма вращения канасита вокруг оси «b»

Таблица 3

Интенсивность и индексы рефлексов на развертках
(развертки вдоль оси b , излучение медное, неотфильтрованное, расстояние
кристалл — пленка 50 мм)

Нулевая слоевая				Первая слоевая				Вторая слоевая			
i	hkl	i	hkl	i	hkl	i	hkl	i	hkl	i	hkl
Средн.	002	Оч. я	803	Я.	112	Слаб.	913	Оч. я.	022	Средн.	823
Слаб.	003	Средн.	804	Я.	114	»	914	» »	023	Я.	824
Я	004	Слаб.	806	Я.	115	»	915	» »	024	Я.	825
Оч. слаб.	005	»	807	Оч. слаб.	116	Оч. я.	916	» »	025	Я.	826
Оч. я.	006	Я	10.00	Я.	117	Я.	917	» »	026	Слаб.	827
Слаб.	007	Оч. слаб.	10.01	Оч. слаб.	310	Средн.	11.10	Средн.	027	Я.	10.20
Я.	203	» »	10.02	Я.	311	Я.	11.11	Я.	222	Оч. слаб.	10.21
Я.	204	» »	10.03	Оч. слаб.	312	Слаб.	11.12	Оч. я.	223	Слаб.	10.22
Я.	205	» »	10.04	Я.	313	Я.	11.14	Слаб.	224	»	10.23
Оч. я.	206	Средн.	10.05	Оч. я.	314	Я.	11.15	Оч. я.	225	Оч. слаб.	10.24
Оч. я.	207	Оч. сл.	10.06	Оч. я.	315			» »	226	Я.	10.25
Оч. слаб.	400	Средн.	12.02	Я.	316			Средн.	420	Я.	12.22
Оч. я.	401	Оч. я.	12.03	Оч. слаб.	317			Слаб.	421	Оч. слаб.	12.23
Оч. слаб.	402	Средн.	12.04	Оч. слаб.	318			Средн.	422	Я.	12.24
» »	403			Слаб.	510			»	423		
Я.	404			Оч. я	511			Оч. слаб.	424		
Слаб.	405			Я.	512			Слаб.	425		
»	406			Средн.	513			Я.	426		
»	407			Оч. слаб.	514			Я.	427		
»	408			Средн.	515			Средн.	428		
Оч. я.	600			»	516			Оч. слаб.	620		
Слаб.	601			Оч. слаб.	517			Оч. я.	621		
»	602			Средн.	710			» »	622		
Оч. я.	603			Оч. слаб.	711			Оч. слаб	623		
» »	604			Средн.	712			Я.	624		
Оч. слаб.	605			Слаб.	713			Я.	625		
Слаб.	606			Я	714			Я.	626		
»	607			Средн.	715			Средн.	627		
Я.	608			Слаб.	717			»	628		
Ср.	800			»	910			Оч. я.	820		
Оч. я.	801			Оч. слаб.	911			Средн.	821		
» »	802			Я	912			Я.	822		

Примечание: оч. сл. — очень слабое, сл. — слабое, ср. — среднее, я — яркое, оч. я. — очень яркое отражение.

гонометре конструкции химического факультета Ленинградского государственного университета. По разверткам были определены параметры базоцентрированной элементарной ячейки канасита a_0 и c_0 . Полученные параметры элементарной ячейки следующие: $a_0 = 18,87 \text{ \AA}$; $b_0 = 7,24 \text{ \AA}$; $c_0 = 12,60 \text{ \AA}$; $\beta = 112^\circ$; $a_0 : b_0 : c_0 = 2,606 : 1 : 1,740$.

Индексирование разверток показало отсутствие рефлексов типа hkl при нечетном значении $h + k$ и наличие всех остальных типов рефлексов. Это позволяет сделать вывод, что кристалл обладает дифракционным

символом $2/mC-/-$, который включает следующие пространственные группы:

$$C_{2h}^3 = C2/m; \quad C_2^3 = C2; \quad C_s^3 = Cm.$$

Однозначно определить пространственную группу в пределах указанных выше групп не представляется возможным, так как на основании данных только рентгеновского излучения нельзя сделать заключения о наличии или отсутствии центра инверсии.

Индексы присутствующих рефлексов, а также их интенсивности представлены в табл. 3.

Так как изученный нами минерал по химическому составу и физическим свойствам не отождествляется ни с одним из описанных в литературе минералов, мы выделяем его в новый минеральный вид — кансит.