

чках легко сплавляется в зеленое стекло. В восстановительном пламени порошок становится магнитным. В кислотах растворяется с выпадением земнезема. Удельный вес 2,744 (определен с помощью пикнометра).

Плоскость оптических осей (001), $N_g = b$, $2v = +84^\circ$, $N_g = 1,567$, $m = 1,560$; $N_p = 1,541$; $N_g - N_p = 0,026$. Измерения показателей преломления сделаны в желтом свете ($\lambda = 589,3 \text{ м}\mu$) с помощью микрокристаллометра. Угол погасания спайности I к $N_g - 20^\circ$, спайности к $N_m - 49^\circ$ (рис. 1). Минерал моноклинной сингонии, что подтверждается также и данными рентгеноструктурного анализа.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Спектральным путем Н. Н. Колесниковым в минерале установлены следующие элементы: Si, Na — сильные линии; Mn, Fe, K — выше средних линий; Mg, Al, Ca — средние линии; Ti, Ba — следы линий; Cu, Zr, Sr — ничтожные следы.

Химический анализ двух различных образцов из одного и того же магматического тела и их пересчет приведены в табл. 1.

В образце I определение воды выше 110° вызвало сомнение, поэтому для контроля было решено проверить содержание воды в третьем образце. Определение воды методом Пенфильда дает результаты, близкие ко второму анализу: $H_2O^- = 1,12\%$; $H_2O^+ = 0,91\%$.

Пересчет химических анализов приводит к следующей формуле:



На основании пересчетов химических анализов фенаксит может бытьнесен или к группе апофиллита, по классификации Strunz (1941), или к группе слюдоподобных минералов, по А. Г. Бетехтину (1950). Однозначное решение станет возможным лишь после окончания рентгеноструктурных исследований, проводимых под руководством академика Н. В. Бетва.

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Межплоскостные расстояния фенаксита приведены в табл. 2. Для определения симметрии, параметров и пространственной группы минерала Л. Рогачевым было проведено исследование фенаксита методом монокристалла¹. Исследование проводилось с помощью рентгеновской камеры производства Кембриджского университета. Камера позволяла производить съемку методами вращения, колебания и Лауэ. Для определения в монокристалле симметрии, а также направления кристаллографических осей проведено исследование полихроматическим методом, так как внешняя форма обломка не позволяла судить об этом. Наиболее быстрым и надежным путем решения этих вопросов нам представляется предложенный И. Заславским метод съемки лауэграммы на цилиндрическую пленку с последующим построением по снимку стереографической проекции. Преимущество цилиндрической пленки перед применяемой обычно плоской заключается в том, что она регистрирует значительно большее число рефлексов и потому позволяет ограничиться одним снимком. При помощи кривых $\rho = \text{const.}$ и $(90 - \varphi) \text{ const.}$, разработанных С. Рошем (S. Rösch, 1926) и описанных Е. Шибольдом и Е. Шнейдером (E. Schie-

¹ Исследование монокристалла проводилось в лаборатории рентгенографии химического факультета Ленинградского государственного университета при консультации И. Заславского.

Химический состав фенаксита и его расчет ¹
Образец I

Таблица 1

Компо- ненты	Вес. %	Молеку- лярное количество X 1000	Атомное количество X 1000	Адуляр, атомное количество	Атомное количество X 1000	Атомное количество кислорода	Кратные	Расчет
SiO ₂	60,14	10013	10013	642	9371	18742	Si=8	$\frac{\text{«O»}}{M} = \frac{24883}{16231} = 1,53 = 3 : 2$ $\frac{Si}{M - Si} = \frac{9371}{6860} = 1,37 = 4 : 3$ $\frac{Na, K, Ca}{Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mg, Mn} = \frac{2180 + 2222 + 114}{1730 + 164 + 329 + 114} =$ $= \frac{4516}{2337} = 2 : 1 = 4 : 2$ <p>Тип эмпирической формулы: $M_6Si_8(O, OH, F)_{21}$</p> <p>Формула минерала: $(K, Na, Ca)_4(Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mg, Mn)_2[Si_4O_{10}]_2(OH, F)$</p>
TiO ₂	0,06	7	7		7	14	$\left. \begin{matrix} Fe^{+2} \\ Fe^{+3} \\ Mg \\ Mn \end{matrix} \right\} = 1,95$	
Al ₂ O ₃	1,10	107	214	214				
Fe ₂ O ₃	1,32	82	164		164	246		
FeO	12,45	1730	1730		1730	1730		
MgO	0,46	114	114		114	114	$\left. \begin{matrix} Na \\ K \\ Ca \end{matrix} \right\} = 3,89$	
CaO	0,64	114	114		114	114		
MnO	2,34	329	329		329	329		
Na ₂ O	6,77	1090	2180		2180	1090		
K ₂ O	11,48	1218	2436	214	2222	1111		
H ₂ O ⁻	0,76				<u>16231</u>			
H ₂ O ⁺	2,40	1333				1333		
F	0,23	121				60		
Сумма	100,15							
O = F ₂	0,09							
	100,06					<u>24883</u>		

Аналитик А. В. Мокрецова.

Образец II

Компо- ненты	Вес. %	Молеку- лярное количество × 1000	Атомное количество × 1000	Адуляр, атомное количе- ство	Атомное количе- ство × 1000	Атомное количе- ство кислорода	Кратные	Расчет
SiO ₂	60,54	10079	10079	384	9695	19390	Si = 8	$\frac{\text{«O»}}{M} = \frac{24970}{17067} = 1,46 = 3 : 2$ $\frac{Si}{M - Si} = \frac{9695}{17067 - 9695} = \frac{9695}{7372} = 1,31 = 4 : 3$ $\frac{Na, K, Ca}{Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mg, Mn} = \frac{2422 + 2358 + 131}{1736 + 196 + 351 + 173} =$ $= \frac{4911}{2456} = 2 : 1 = 4 : 2$ <p>Тип эмпирической формулы: $M_6Si_8(O, OH, F)_{21}$</p> <p>Формула минерала: $(K, Na, Ca)_4(Fe^{+2}, Fe, ^{+3}Mg, Mn)_2[Si_4O_{10}]_2(OH, F)$</p>
TiO ₂	0,04	5	5		5	10	$\left. \begin{array}{l} Fe^{+2} \\ Fe^{+3} \\ Mg \\ Mn \end{array} \right\} = 2,07$	
Al ₂ O ₃	0,66	64	128	128				
Fe ₂ O ₃	1,54	98	196		196	294		
FeO	12,49	1736	1736		1736	1736	$\left. \begin{array}{l} K \\ Na \\ Ca \end{array} \right\} = 4,16$	
MgO	0,70	173	173		173	173		
CaO	0,74	131	131		131	131		
MnO	2,49	351	351		351	351		
Na ₂ O	7,51	1211	2422		2422	1211	$\left. \begin{array}{l} K \\ Na \\ Ca \end{array} \right\} = 4,16$	
K ₂ O	11,71	1243	2486	128	2358	1179		
H ₂ O ⁻	0,78				<u>17037</u>			
H ₂ O ⁺	0,67	372				372		
F	0,47	247				123		
Сумма	100,34							
O = F ₂	0,20							
	<u>100,14</u>					<u>249,0</u>		

Аналитик З. И. Горощенко.

¹ Средний из двух анализов дает целые коэффициенты при группах [Fe] : [Na] = 2 : 4.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния фенаксита

Интенсивность	d_{α}	Интенсивность	d_{α}	Интенсивность	d_{α}	Интенсивность	d_{α}	Интенсивность	d_{α}	
5	6,86	2	1,995	6	2,88	1	1,961	5	1,447	
2	5,21	1	1,961	6	2,71	6 шир}	1,875	5	1,375	
5 дв.	{ 4,67 4,48	6 шир.	{ 1,875 1,835	5	2,62		6	1,835	1	1,360
				2	2,52		6	1,752	1	1,326
4	4,10	6	1,752	7	2,46	2	1,690	2	1,300	
7 дв.	{ 3,55 3,44	2	1,690	1	2,29	3	1,574	2	1,258	
				3	2,19	4	1,519	1	1,177	
5	3,35	3	1,574	1	2,10	4	1,486	3	1,119	
5	3,25	4	1,519	1	2,05			3	1,085	
10	3,03	4	1,486	2	1,995					

Данные получены Н. Н. Слудской в ИГиН АН СССР.

Условия съемки: фильтрованное железное излучение; $2R=57,9$; $d=0,6$ мм.

bold и E. Schneider, 1935), для зарегистрированных рефлексов были определены сферические координаты ρ и φ , по которым была построена стереографическая проекция исследуемого кристалла (рис. 2).

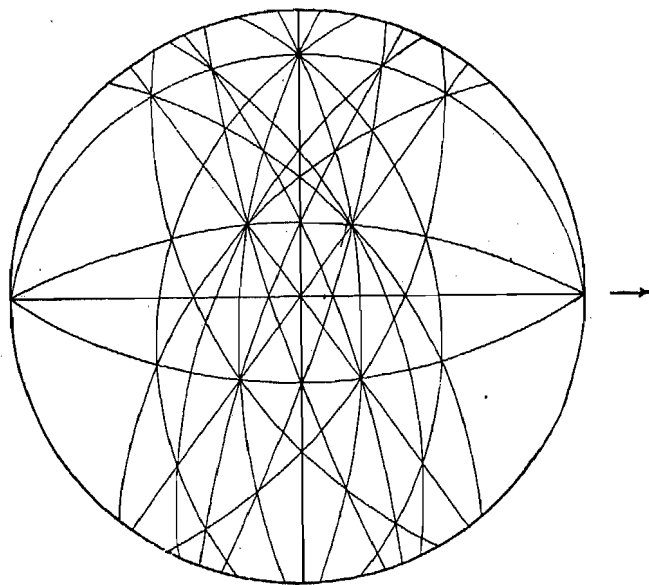


Рис. 2. Стереографическая ориентировка фенаксита, построенная по пятнам лауэграммы, снятой на цилиндрическую пленку

Наличие на стереографической проекции плоскости симметрии и перпендикулярной к ней оси второго порядка при отсутствии других элементов симметрии позволяет отнести кристалл к моноклинной сингонии (лауэ-класс $C_{2h} = 2/m$).

Для определения периода идентичности вдоль оси второго порядка (оси b) была снята рентгенограмма вращения вокруг этого направления.

Для определения размеров осей a и c , угла β , а также пространственной группы были сняты развертки нулевой, первой и второй слоевых линий. Развертки снимались по методу Де-Ионга на рентгеновском гониометре конструкции химического факультета Ленинградского государственного университета. Съемка производилась методом постоянного конуса при угле конуса равном 45° и расстоянии кристалл — пленка 50 мм.

Вычисленные параметры элементарной ячейки равны: $a_0 = 14,95$; $b_0 = 6,98$; $c_0 = 9,79$; $\beta = 112^\circ$; $a_0 : b_0 : c_0 = 2,142 : 1 : 1,402$. Для определения пространственной группы кристалла индицировались развертки слоевых линий. Индицирование разверток показало отсутствие рефлексов типа hkl с нечетным значением $h + k$ и наличие всех остальных типов рефлексов.

Из всех пространственных групп, которые входят в диффракционный класс $C_{2h} = 2/m$, такие погасания вызывают три пространственные группы, объединенные диффракционным символом $2/mC - / -$, а именно:

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

Однозначно определить пространственную группу в пределах указанных выше групп рентгеновские данные не позволяют.

На основании удельного веса минерала, определенного экспериментальным путем (2,744), и размеров элементарной ячейки фенаксита величина Z оказалась равной 1,95. Таким образом, ячейка содержит две формульных единицы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По физическим свойствам, химическому составу и данным рентгеновского исследования фенаксит отличается от всех известных в литературе минералов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолыздат, 1950.
 Дорфман М. Д., Рогачев Д. Л., Горощенко З. И., Успенская Е. И. Фенаксит — новый минерал. См. настоящий выпуск.
 Rösch S. Über Reflexphotographie. Abh. der Math. Phys. Klass. der Sächs. Akad. der Wiss., 39, № 6, 1926.
 Schiebold E., Schneider E. Internationale Tabellen zur Bestimmung von Kristallstruktur. Gebrüder Borntraegen, Berlin, 2, 1935.
 Strunz H. Mineralogische Tabellen. Berlin, 1941.