

А. И. ГИНЗБУРГ

## О НОВОМ МИНЕРАЛЕ ИЗ ГРУППЫ ХРУПКИХ СЛЮД

Впервые В. И. Крыжановский обратил наше внимание на появление в пегматитах Мурзинки на Урале своеобразных голубых и синих землистых минералов, считавшихся долгое время фосфатами Al.

В коллекциях Минералогического музея АН СССР эти минералы встречаются часто, преимущественно на кристаллах калиевого полевого шпата из занорышей пегматитов Мурзинки. Они поступали в музей на протяжении ряда лет от И. Н. Крыжановского (сборы 1912 г.), Л. И. Крыжановского и А. Е. Ферсмана. Некоторое количество их было встречено в коллекции пегматитов Мурзинки, принадлежавшей А. Е. Ферману и переданной музею.

Аналогичные голубые налеты на полевых шпатах были нами обнаружены в музее при просмотре коллекции пегматитов района Горихо в Северной Монголии (сборы Е. Е. Костылевой и Н. М. Прокопенко), а также на кристаллах ортоклаза из пегматитов Японии (провинция Токио) имеющихся в Минералогическом музее.

В литературе этот синий минерал, часто встречающийся в виде тонких землистых корок и налетов на друзах полевого шпата и кварца из мигматитовых пустот пегматитов Мурзинки, упоминается А. Е. Ферсманом [3 и 4] как ближе не определенный фосфат Al.

В связи с работой по изучению фосфатов пегматитов нами был исследован и этот, до сих пор точно не определенный, минерал.

К большому удивлению, первые же испытания показали, что минерал не растворяется в соляной кислоте и не содержит P, а является водным алюмосиликатом Fe, Ca и Mg, по составу промежуточным между лептохлоритами и хрупкими слюдами.

Как мы уже указывали, изученный минерал встречается часто в мигматитовых пустотах пегматитов Мурзинки на Среднем Урале. Он покрывает тонкими пленками кристаллы дымчатого кварца, полевого шпата, иногда заполняет пустотки, оставшиеся от растворения кварца в графическом пегматите, образует землистые неправильные массы, иногда покрывающие тонким слоем пластинки лепидолита или таблички альбита. В одних случаях он представлен тонкими налетами, пленками и корками от голубого до синего цвета, в других случаях образует небольшие желвачки размером до 1—3 см, встречающиеся преимущественно на кристаллах дымчатого кварца или находящиеся между кристаллами ортоклаза и кварца. Строение таких желвачков обычно зональное: центральная часть их яркоголубая, в то время как периферическая более бледная, иногда сероватая и даже желтоватая.

Минерал землистый, глиноподобный, на ощупь жирный. Твердость его 2—3; удельный вес, определенный в тяжелых жидкостях, варьирует в пределах 2,60—2,62. Цвет изменяется от синего до голубого, также голубовато-серый, реже слегка желтоватый. Черта синей и голубой разновидности голубая; блеск матовый до жирного.

Под микроскопом минерал агрегативный, слюдоподобный и состоит из агрегата мельчайших чешуек. Окраска минерала в проходящем свете под микроскопом бледносерая до голубоватой. Плеохроизм слабый, от бесцветного до серого или голубоватого.

Погасание чешуек обычно облачное. Оптически двуосный, положительный, с небольшим  $2V$ , равным примерно  $20^\circ$ . Показатели преломления голубой разновидности:  $N_p = 1,645$ ,  $N_g = 1,649$ ,  $N_g - N_p = 0,004$ .

По оптическим свойствам ближе всего подходит к группе железистых хлоритов типа дафнита.

В закрытой трубке выделяет воду, в кислотах не растворяется, перед паяльной трубкой не плавится. При нагревании быстро приобретает бурую окраску.

Спектральные анализы нескольких разновидностей минерала показали, что он представляет собой в основном алюмосиликат Fe, Ca, Mg с повышенным содержанием Mn (средние линии) и примесями Ti, Be (слабые линии), Na, Cu, Zn (следы).

Наибольшую трудность представлял отбор минерала на химический анализ, потому что он встречался в виде таких тонких пленок и корок, отобрать которые в количестве, необходимом для полного химического анализа, не представлялось возможным.

Количественный микрохимический анализ трех чисто отобранных разновидностей минерала, произведенный Р. Е. Арест-Якубович, показан в табл. 1, где для сравнения приведен также анализ своеобразного Са-содержащего железистого хлорита-эринита. К сожалению, все Fe определялось в анализах только в виде  $Fe_2O_3$ . На анализ были взяты два образца голубого и светлоголубого цвета и серая, явно измененная разновид-

Таблица 1

Химический состав голубого минерала из негматитов Мурзинки

Компоненты	Голубая разновидность	Светлоголубая разновидность	Серая измененная разновидность	Эринит (Орсель, 1922)
$SiO_2$ . . . . .	30,91	32,67	31,20	39,26
$TiO_2$ . . . . .	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,49
$Al_2O_3$ . . . . .	35,62	32,03	29,61	19,80
$Fe_2O_3$ . . . . .	17,37	16,62	14,36	7,13
FeO . . . . .	Не опр.	Не опр.	Не опр.	1,35
MnO . . . . .	» »	» »	» »	0,03
MgO . . . . .	2,47	3,65	3,06	3,52
SrO . . . . .	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,20
CaO . . . . .	6,97	10,47	5,64	9,08
$Na_2O$ . . . . .	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Следы
$P_2O_5$ . . . . .	» »	» »	» »	»
+H <sub>2</sub> O } . . . . .	6,97 }	4,64 }	16,34	13,95
-H <sub>2</sub> O } . . . . .				5,43
Сумма . . . . .	100,31	100,08	100,21	100,24

ность этого же минерала из периферических частей маленького желвачка. Как видно из табл. 1, она отличается главным образом по резко повышенному содержанию воды.

На основании оптических свойств следовало бы ожидать, что исследованный минерал должен быть отнесен к группе железистых хлоритов — лептохлоритов. Но от минералов этой группы он существенно отличается следующими особенностями.

1. Все железистые хлориты, так же как и хлориты вообще, не содержат в значительном количестве CaO. Максимальное содержание CaO, которое зафиксировано в хлоритах, достигает 1,0—1,5%. Исключение составляет редкий и плохо изученный минерал эрицит, содержащий до 9% CaO. Этот минерал был впервые описан в 1876 г. Лазолем (Lasaulx) из Арагонии (Испания) и проанализирован в 1922 г. Орселем (Orcel). С нашим минералом его сближает совершенно необычная для хлоритов и слюд синия

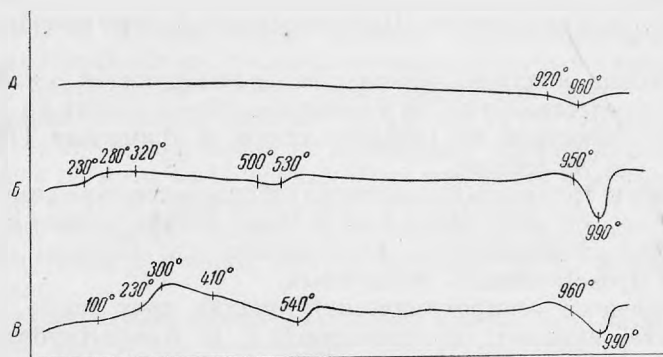


Рис. 1. Кривые нагревания.

А — маргарит; Б — голубой слюдяной минерал из Мурзинки;  
В — серая, измененная разновидность голубого минерала.

окраска. Однако его химический состав, как это видно из табл. 1, резко отличен от химического состава нашего минерала: он содержит намного меньше  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и несколько больше  $SiO_2$ .

2. Сравнение состава изученного минерала с анализами разнообразных хлоритов, собранных в монографии Д. П. Сердюченко (1953), показывает, что наш минерал отличается от них значительно более высоким содержанием  $Al_2O_3$  и меньшим количеством воды, варьирующим в незначительных разностях в пределах 4,6—7%.

3. Кривая нагревания данного минерала, полученная в лаборатории экспериментальной петрографии ИГиЛ АН СССР, резко отлична от кривых нагревания всех хлоритов. Она характеризуется по существу только одной резко выраженной эндотермической остановкой при  $990^\circ$ , связанной с удалением воды, т. е. вода в минерале является явно конституционной и высокотемпературной. Наличие этой эндотермической остановки при  $990^\circ$  свидетельствует о том, что минерал не может быть хлоритом. Кривая нагревания ближе всего подходит к кривой нагревания маргарита, для которого также характерна только одна четко выраженная эндотермическая остановка при температуре  $960^\circ$  (рис. 1, А).

Помимо этой четко проявившейся остановки на кривой нагревания голубого исследованного минерала намечается еще несколько едва выраженных эффектов, которые более резко проявлены у измененной серой разновидности. Так, намечаются еще следующие остановки:

- а) едва заметный эндотермический эффект при 100—110°;
- б) экзотермический эффект, протекающий на значительном интервале температур (230—410°) с максимумом при 300—320°; этот эффект более четко выражен у измененной разности;
- в) слабый эндотермический эффект при 530—540°, который у измененной серой разновидности проявлен значительно лучше.

Наблюдаемый экзотермический эффект вызван, очевидно, окислением некоторого количества  $Fe^{II}$ , а эндотермический эффект при 530° связан с удалением более низкотемпературной воды. Поскольку он более четкий у измененной разности, то появление его обусловлено, по видимому, развитием определенных процессов изменения минерала. Оптические исследования серой измененной разности показали, что она неоднородна и наряду с основной массой слюдистого минерала содержит изотропный глинистый минерал, показатель преломления которого оказался равным  $1.539 \pm 0.002$ ; при этом данный глинистый минерал явно развивается по голубому, слюдистому. Судя по оптическим свойствам, глинистый минерал должен быть отнесен к группе галлуазита, для которого как раз характерна эндотермическая остановка при 540°. Экзотермическая остановка галлуазита при 960—990° могла погаситься эндотермической остановкой нашего слюдистого минерала, поэтому она у измененной разности проявлена хуже, чем у голубой, мало измененной. Возможно, что глинистым минералом является и ферригаллуазит, для которого в работе И. И. Гинзбурга и И. А. Рукавишниковой (1951) приводятся следующие остановки: эндотермическая при 105°, широкая экзотермическая с максимумом при 325°, эндотермическая при 580°.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния голубого слюдистого минерала

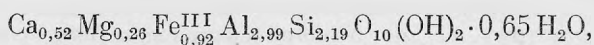
№	<i>l</i>	<i>d</i> , А	№	<i>l</i>	<i>d</i> , А
1	Средняя . . . . .	6,315	23	Слабая . . . . .	1,545
2	Очень слабая . . . . .	5,018	24	Средняя . . . . .	1,504
3	» . . . . .	4,647	25	Сильная . . . . .	1,450
4	Сильная . . . . .	4,231	26	Средняя . . . . .	1,422
5	» . . . . .	3,938	27	» . . . . .	1,406
6	» . . . . .	3,484	28	Слабая . . . . .	1,383
7	Средняя . . . . .	3,323	29	Средняя . . . . .	1,365
8	Сильная . . . . .	2,945	30	» . . . . .	1,337
9	Слабая . . . . .	2,859	31	» . . . . .	1,307
10	Очень сильная . . . . .	2,573	32	Очень слабая . . . . .	1,298
11	Очень слабая . . . . .	3,472	33	Средняя . . . . .	1,279
12	Средняя . . . . .	2,366	34	Очень слабая . . . . .	1,257
13	» . . . . .	2,180	35	Слабая . . . . .	1,245
14	» . . . . .	2,106	36	» . . . . .	1,228
15	Очень сильная . . . . .	2,041	37	Очень слабая . . . . .	1,209
16	Сильная . . . . .	1,915	38	Сильная . . . . .	1,186
17	Слабая . . . . .	1,870	39	» . . . . .	1,151
18	» . . . . .	1,823	40	Очень слабая . . . . .	1,136
19	Очень слабая . . . . .	1,778	41	Слабая . . . . .	1,126
20	» . . . . .	1,732	42	Очень слабая . . . . .	1,109
21	Сильная . . . . .	1,651	43	» . . . . .	1,092
22	» . . . . .	1,594	44	Средняя . . . . .	1,080

Таким образом, исследованный слюдистый минерал легко переходит в условиях гипергенеза в галлуазит или ферригаллуазит.

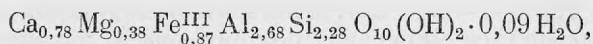
4. Порошкограмма минерала, произведенная в рентгеновской лаборатории ИГН АН СССР Н. Н. Слудской, приведена в табл. 2.

При сравнении ее с многочисленными порошкограммами хлоритов, опубликованных в работах Д. П. Сердюченко (1953), И. И. Гинзбурга и И. А. Рукавишниковой (1951), видно, что наш минерал ничего общего с хлоритами не имеет.

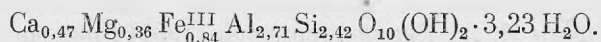
Поскольку минерал явно слюдистый, содержит значительное количество СаО и не содержит щелочей ( $K_2O$  и  $Na_2O$ ), то он, естественно, должен быть отнесен к группе хрупких слюд. В связи с этим мы рассчитали приведенные в табл. 1 химические анализы на атомные количества, исходя из наличия в структурной формуле 11 кислородов (по безводному веществу). При этом получились следующие результаты: голубой минерал



светлоголубой минерал



серый минерал

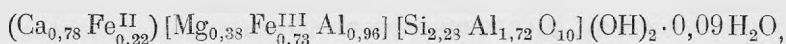


Поскольку во всех слюдах имеется радикал  $[Si_{4-x}Al_xO_{10}]$ , а в хрупких слюдах атомное количество Са должно быть равно единице и при этом Са может замещаться  $Fe^{II}$  (хлоритоид), но не Mg, приходится допустить, что наш минерал содержит часть Fe в виде  $Fe^{II}$ , количество которого легко получить, дополнив до единицы атомное количество Са.

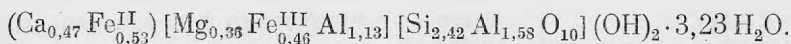
Тогда, производя соответствующий пересчет, получим: голубой минерал



светлоголубой минерал

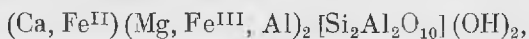


серый минерал



§ Последний минерал изменен, что сказывается в наличии большого количества кристаллизационной воды, повышенном содержании Si,  $Fe^{II}$  и пониженном содержании Са.

Таким образом, округляя, можно изобразить формулу данного минерала следующим образом:



т. е. мы имеем дело с новым своеобразным минералом из группы хрупких слюд, ближе всего стоящим к маргариту  $CaAl_2[Si_2Al_2O_{10}]$ , но отличающимся тем, что часть Al замещена на  $Fe^{III}$ , а часть Са — на  $Fe^{II}$ . Кроме того, в нем, так же как и в ксантофиллите  $Ca(Mg, Al)_{3-2}[Al_2Si_2O_{10}](OH)_2$ , некоторая часть Al замещается на Mg, а компенсация валентности при этом

осуществляется за счет замещения Al, находящегося в четверной координации, Si, т. е. в нем явно проявляется гетеровалентный изоморфизм:  $Al_{(VI)} Al_{(IV)}$  замещаются  $Mg_{(VI)} Si_{(IV)}$ <sup>1</sup>.

Учитывая это, правильную формулу минерала можно изобразить следующим образом:



Так как от маргарита он отличается в основном тем, что Al частично замещен на  $Fe^{III}$ , а Ca на  $Fe^{II}$ , такой минерал можно назвать железистым маргаритом, или, правильнее, ферроферримаргаритом. Наличием в его составе  $Fe^{II}$  и  $Fe^{III}$  можно объяснить его характерную синюю окраску, появление экзотермического эффекта на кривой нагревания при температуре 300—400° (окисление всего  $Fe^{II}$  до  $Fe^{III}$ ), изменение голубой окраски минерала при нагревании на бурую. По существу данный минерал является железистым аналогом хрупких слюд, аналогично тому, как лептохлориты являются железистыми аналогами хлоритов. Весьма интересно появление таких железистых хрупких слюд в миароловых пустотах пегматитов на самых последних стадиях пегматитового процесса. Нахождение их можно сопоставить с появлением в аналогичных же условиях в других пегматитовых месторождениях (Стригау в Силезии и др.) лептохлоритов типа стриговита, афросидерита и др. Очевидно, что в тех случаях, когда к концу процесса растворы были обогащены Ca, вместо нормальных в таких случаях лептохлоритов образовались их кальциевые аналоги — железистые хрупкие слюды типа ферроферримаргарита.

#### ЛИТЕРАТУРА

- П. И. Гинзбург и И. А. Рукавишников а. Минералы древней коры выветривания Урала. АН СССР, 1951.  
 Д. П. Сердюченко. Хлориты, их химическая конституция и классификация. Труды ИГН АН СССР, сер. минерал.-геохим., вып. 140, № 14, 1953.  
 А. Е. Ферсман. Драгоценные и цветные камни России. Комиссия по изуч. еств.-произв. сил России, Росс. Акад. наук, т. II, 1925.  
 А. Е. Ферсман. Пегматиты. АН СССР, 1940.

<sup>1</sup> Римскими цифрами, поставленными в скобках, мы обозначаем координационное число данного элемента.