

МИНЕРАЛОГИЯ

А. И. ГИНЗБУРГ

КРЫЖАНОВСКИТ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ГРУППЫ ФОСФАТОВ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 6 IV 1950)

В 1947 г. в пегматитах Калбинского хребта на глубине 5—6 м от поверхности нами были обнаружены большие желваки измененного трифилина, имеющие характерное зонарно-концентрическое строение. Центральная часть их состояла из неизмененного трифилина, а в периферической части концентрически располагались различные продукты его изменения — водные фосфаты железа и марганца. Среди последних были встречены крупные выделения бурого минерала, отличающегося необычайно характерным бронзовым цветом на плоскостях спайности.

По внешнему виду минерал весьма напоминает некоторые измененные мурманиты. По своему составу, физическим и оптическим свойствам, а также по данным рентгенографических исследований он не подходит ни к одному из известных минералов и представляет собой новый минеральный вид, названный нами в память о выдающемся русском минералоге, одном из создателей Минералогического музея Академии наук СССР, профессоре Владимире Ильиче Крыжановском — крыжановскитом.

Физические свойства. Крыжановскит встречается чаще всего в виде неправильных выделений или плохо образованных кристаллов размером до 2—3 см в поперечнике. Кристаллы моноклинной сингонии, призматического габитуса и в поперечном сечении имеют вид неправильного восьмиугольника. Кристаллов, пригодных для измерения, встречено не было. Окраска минерала бурая, зеленовато-бурая, на плоскостях спайности бронзовая, черта желтовато-бурая. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности матовый. Спайность весьма совершенная в одном направлении, предположительно по (001). Вдоль нее минерал раскалывается на тонкие чешуйки. Излом неровный. Твердость 3,5—4. Удельный вес 3,31.

Под микроскопом в шлифах представлен агрегатом изометрических зерен или неправильными выделениями, находящимися в тесной ассоциации со сиклеритом.

Крыжановскит оптически положителен, двуосный. $2V = 40—45^\circ$. В проходящем свете окрашен в желтовато-бурый цвет и интенсивно плеохроирует по схеме: N_p винно-желтый, N_m оранжево-бурый, N_g красно-бурый. Схема абсорбции $N_g > N_m > N_p$. Дисперсия очень сильная, $r < v$. Вследствие дисперсии у разрезов с низкой интерференционной окраской появляется аномальная очень яркая темнозеленая окраска. Погасание по отношению к следу совершенной спайности косое, угол погасания N_p относительно следа спайности равен 9° . Знак главной зоны отрицательный. Плоскость оптической оси проходит перпендикулярно к спайности (001). Показатели преломления, измерен-

ные в сплавах, следующие: $N_p = 1,79 \pm 0,005$, $N_g = 1,82 \pm 0,01$, $N_g - N_p = 0,03$.

Химический состав. Анализ минерала, произведенный О. А. Алексеевой в Институте геологических наук Академии наук СССР, дал следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1
Химический анализ крыжановскита

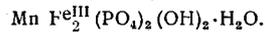
| | % | Мол. кол. | По отнш. к: R_2O_3 |
|----------------------------|-------|-----------|----------------------|
| P_2O_5 | 35,30 | 0,249 | 1 |
| Fe_2O_3 | 34,62 | 0,217 | 0,87 |
| FeO | нет | — | — |
| MnO | 16,39 | 0,231 | 0,289 |
| MgO | 1,30 | 0,032 | |
| CaO | 1,50 | 0,026 | 1,16 |
| Na_2O | нет | — | — |
| K_2O | — | — | — |
| H_2O^+ | 8,75 | 0,486 | 1,95 |
| H_2O^- | 0,95 | — | — |
| Нераств. остаток | 0,56 | — | — |
| Сумма | 99,37 | | |

Исходя из этого анализа, формула крыжановскита получается в виде:



где R = Mn, Ca, Mg.

Можно предполагать, что небольшая часть MnO (менее 1%) окислена до Mn_2O_3 . К сожалению, однако, содержание Mn_2O_3 не могло быть определено из-за отсутствия соответствующих методов. Но если сделать это допущение, то сумма $R^{II}O$ в анализе должна быть несколько меньше, а сумма $R_2^{III}O_3$ несколько больше. Тогда формула в первом приближении будет иметь вид:



Как видно из формулы, крыжановскит содержит два типа воды: кристаллизационную и конституционную. Кривая нагревания (рис. 1), полученная в Институте геологических наук Академии наук СССР, показала

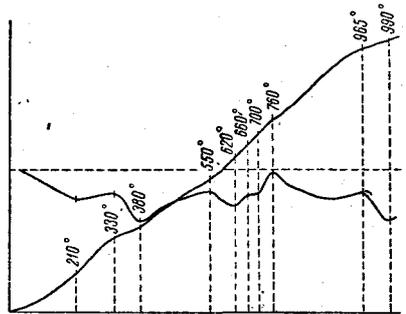


Рис. 1

наличие двух эндотермических остановок, вызванных наличием воды: при 210° (удаление кристаллизационной воды) и при 380° (удаление конституционной воды). Однако, помимо этих остановок, на кривой нагревания наблюдается еще один эндотермический эффект при 620° и экзотермический при 750°. При 990° имеет место повторная эндотермическая остановка, вызванная плавлением минерала.

Таким образом, крыжановскит относится к группе основных водных фосфатов, в которых все железо находится в виде Fe_2O_3 , а почти

Таблица 2

Межплоскостные расстояния крыжановскита и других минералов группы дюфренита

| № | Крыжановскит (Н. Н. Слудская, 1949) | | Дюфренит (К. Фрондел, 1949) | | Рокбриджит (К. Фрондел, 1949) | | Лаубманнит (К. Фрондел, 1949) | | Бераунит (К. Фрондел, 1949) | |
|----|---|-------|--------------------------------|-------|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| | l | d в Å | l | d в Å | l | d в Å | l | d в Å | l | d в Å |
| 1 | — | — | 3 | 12,33 | 2 | 12,14 | — | — | — | — |
| 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 10,32 |
| 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 9,60 |
| 4 | — | — | — | — | 1 | 8,41 | — | — | — | — |
| 5 | — | — | 1 | 6,90 | 2 | 6,90 | — | — | 3 | 7,20 |
| 6 | — | — | 1 | 6,54 | — | — | — | — | — | — |
| 7 | — | — | 1 | 6,10 | — | — | — | — | — | — |
| 8 | — | — | 1 | 5,59 | — | — | — | — | — | — |
| 9 | слаб. | 4,97 | 9 | 5,05 | — | — | 5 | 5,04 | — | — |
| 10 | — | — | 1 | 4,84 | 1 | 4,83 | — | — | 4 | 4,80 |
| 11 | слаб. | 4,67 | — | — | 1 | 4,64 | — | — | — | — |
| 12 | — | — | 3 | 4,40 | 1 | 4,34 | 2 | 4,38 | 2 | 4,39 |
| 13 | слаб. | 4,25 | 4 | 4,15 | 1 | 4,19 | 3 | 4,12 | — | — |
| 14 | — | — | 1 | 4,04 | — | — | — | — | 1 | 4,09 |
| 15 | слаб. | 3,86 | 1 | 3,79 | — | — | 1 | 3,81 | 2 | 3,73 |
| 16 | — | — | 2 | 3,67 | — | — | 1 | 3,63 | — | — |
| 17 | — | — | 1 | 3,54 | 3 | 3,58 | — | — | — | — |
| 18 | о. слаб. | 3,45 | 9 | 3,42 | 1 | 3,43 | 5 | 3,40 | 5 | 3,41 |
| 19 | " " | 3,33 | — | — | 2 | 3,37 | — | — | — | — |
| 20 | — | — | 8 | 3,24 | — | — | 10 | 3,22 | 1 | 3,28 |
| 21 | о. сильн. | 3,14 | 10 | 3,17 | 10 | 3,18 | 3 | 3,19 | 3 | 3,18 |
| 22 | слаб. | 3,08 | — | — | — | — | — | — | 8 | 3,06 |
| 23 | " | 2,99 | 4 | 3,01 | 3 | 3,02 | 4 | 3,01 | — | — |
| 24 | — | — | — | — | 1 | 2,94 | — | — | — | — |
| 25 | — | — | 5 | 2,88 | 1 | 2,85 | 4 | 2,88 | — | — |
| 26 | — | — | 2 | 2,81 | — | — | — | — | 1 | 2,81 |
| 27 | средн. | 2,71 | — | — | 3 | 2,76 | — | — | 3 | 2,72 |
| 28 | " | 2,62 | 3 | 2,64 | 2 | 2,67 | 2 | 2,64 | — | — |
| 29 | " | 2,52 | 2 | 2,58 | 3 | 2,59 | — | — | 2 | 2,56 |
| 30 | " | 2,39 | 5 | 2,44 | 5 | 2,42 | 3 | 2,44 | 1 | 2,41 |
| 31 | " | 2,32 | 1 | 2,38 | 1 | 2,33 | — | — | 2 | 2,31 |
| 32 | — | — | 2 | 2,29 | 2 | 2,26 | — | — | — | — |
| 33 | средн. | 2,20 | 2 | 2,23 | 1 | 2,23 | — | — | 1 | 2,22 |
| 34 | — | — | 1 | 2,16 | 1 | 2,16 | — | — | — | — |
| 35 | средн. | 2,13 | 6 | 2,11 | — | — | 6 | 2,11 | 2 | 2,11 |
| 36 | слаб. | 2,06 | 4 | 2,07 | 3 | 2,06 | 2 | 2,06 | 1 | 2,06 |
| 37 | — | — | 1 | 2,02 | 2 | 2,02 | — | — | — | — |
| 38 | средн. | 2,00 | 1 | 2,00 | — | — | 2 | 2,01 | 2 | 1,99 |
| 39 | — | — | 3 | 1,95 | 3 | 1,96 | 1 | 1,96 | 1 | 1,97 |
| 40 | — | — | — | — | 1 | 1,94 | — | — | — | — |
| 41 | сильн. | 1,90 | 1 | 1,92 | 2 | 1,90 | — | — | 1 | 1,92 |
| 42 | о. сильн. | 1,85 | 1 | 1,86 | 3 | 1,84 | — | — | 1 | 1,87 |
| 43 | о. сильн. | 1,82 | 1 | 1,83 | — | — | — | — | 1 | 1,81 |
| 44 | — | — | 1 | 1,81 | 1 | 1,80 | — | — | — | — |
| 45 | о. сильн. | 1,77 | 1 | 1,77 | — | — | — | — | 1 | 1,79 |
| 46 | — | — | 1 | 1,75 | 1 | 1,75 | — | — | 1 | 1,74 |
| 47 | о. сильн. | 1,73 | 1 | 1,73 | — | — | 1 | 1,73 | 1 | 1,71 |
| 48 | — | — | 1 | 1,68 | 1 | 1,69 | — | — | — | — |
| 49 | слаб. | 1,67 | 1 | 1,66 | — | — | — | — | 1 | 1,67 |
| 50 | — | — | 1 | 1,63 | 1 | 1,64 | — | — | 1 | 1,65 |
| 51 | слаб. | 1,61 | 1 | 1,62 | — | — | 1 | 1,61 | — | — |
| 52 | — | — | — | — | 8 | 1,59 | 3 | 1,58 | 1 | 1,59 |
| 53 | слаб. | 1,56 | — | — | 1 | 1,55 | — | — | 1 | 1,56 |
| 54 | " | 1,53 | — | — | 1 | 1,53 | 1 | 1,53 | 1 | 1,53 |
| 55 | сильн. | 1,50 | — | — | 1 | 1,51 | — | — | 1 | 1,51 |
| 56 | слаб. | 1,48 | — | — | 1 | 1,48 | 1 | 1,49 | 1 | 1,49 |
| 57 | " | 1,45 | — | — | 1 | 1,46 | — | — | 2 | 1,46 |
| 58 | о. сильн. | 1,34 | — | — | 1 | 1,39 | — | — | 1 | 1,32 |
| 59 | о. сильн. | 1,30 | — | — | 3 | 1,29 | — | — | 1 | 1,28 |
| 60 | — | — | — | — | 2 | 1,26 | — | — | — | — |
| 61 | — | — | — | — | 1 | 1,24 | — | — | — | — |
| 62 | — | — | — | — | 1 | 1,15 | — | — | — | — |

весь марганец в виде MnO . К этой же группе относятся и следующие минералы (1):

| | |
|------------|--|
| дюфренит | $Fe^{II} Fe_4^{III} (PO_4)_3 (OH)_5 \cdot 2H_2O$ |
| рокбриджит | $(Fe, Mn)^{II} Fe_4^{III} (PO_4)_3 (OH)_5$ |
| фронделит | $(Mn, Fe)^{II} Fe_4^{III} (PO_4)_3 (OH)_5$ |
| лаубманнит | $Fe_3^{II} Fe_6^{III} (PO_4)_4 (OH)_{12}$ |
| бераунит | $Fe_5^{III} (PO_4)_3 (OH)_6 \cdot 2H_2O$ |

По своим оптическим свойствам (знак, характер плеохроизма, показатели преломления) крыжановскит ближе всего подходит к берауниту, но дебаеграмма его резко отлична как от бераунита, так и от всех других минералов этой группы (табл. 2).

Условия нахождения и генезис. Крыжановскит—типичный минерал зоны окисления пегматитовых жил, содержащих трифилин, и представляет собой продукт изменения последнего. Он встречается в тесной парагенетической ассоциации с литиевым фосфатом—сиклеритом $Li_2O \cdot 4(MnO + Fe_2O_3) \cdot 2P_2O_5$ и рокбриджитом, а также с гюролитом $5(Mn, Fe)O \cdot 2P_2O_5 \cdot 5H_2O$ и стюартитом $3(Mn, Fe)O \cdot P_2O_5 \cdot 4H_2O$. Образуется он либо путем окисления последнего, поскольку при пересчете в анализе крыжановскита всего Fe_2O_3 на FeO получается формула, близкая к стюартиту— $3(Mn, Fe)O \cdot P_2O_5 \cdot 2H_2O$, либо же при выносе Li_2O из сиклерита и гидратации его. В последнем случае крыжановскит явно развивается по сиклериту и в нем под микроскопом можно наблюдать большое количество остатков последнего. При изменении крыжановскит переходит в колломорфные фосфатные железистые гели.

Минералогический музей
Академии наук СССР

Поступило
4 IV 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ C. Frondel, Am. Mineralogist, No. 7—8 (1949).