

В. В. ПЛОШКО, Г. А. СИДОРЕНКО, С. А. ГОРБАЧЕВА,
Е. С. РУДНИЦКАЯ, Н. В. ТРОНЕВА

КРОССИТ ИЗ АПАТИТОВЫХ РУД КАВКАЗА

(Представлено академиком Ф. В. Чузровым 27 VI 1974)

Еще в 1956 г. при исследовании апатитовых рудопроявлений Уруштен-Маркопидж-Блыбского района Кавказа В. В. Плошко^(3, 4) был обнаружен в них щелочной амфибол группы рибекита. Более точная диагностика амфибола была затруднена из-за интенсивного прорастания его карбонатами. Применение микроанализатора (Н. В. Тронева) с последующим контрольным определением некоторых компонентов химическим анализом (С. А. Горбачева), а также детальное рентгенографическое изучение этого амфибола (Г. А. Сидоренко) позволило диагностировать его в настоящее время как редко встречающийся в природе кроссит. На Кавказе он установлен впервые.

Известно^(1, 3, 4), что апатитообразование на Кавказе обусловлено проникновением с глубины постмагматических растворов в заключительные стадии внедрения девонских (абсолютный возраст 360 млн лет) плагиограпитных интрузий, метасоматически преобразующих гипербазиты. Появление амфибола * в апатитовых рудах связано с привнесением кальция, алюминия, частично железа, а также натрия и калия.

Кроссит встречается в апатитовых рудах в виде мелких (менее 0,3 мм в поперечнике) «пятен» или неправильных участков в гастингситах и нередко развивается по краям его зерен (р. Маркопидж, рис. 1), иногда образуя самостоятельные индивиды размером до 1,5 мм в длину (Третья рота). Границы кроссита с гастингситом четкие, что обусловлено различной окраской минералов, наблюдаемой под микроскопом (сине-зеленой у гастингсита и фиолетовой у кроссита). Ассоциирует кроссит с карбонатами, апатитом, ильменитом, флогопитом (биотитом), сфеном, цирконом, ортитом, рутилом, лейкоксером, иногда баритом.

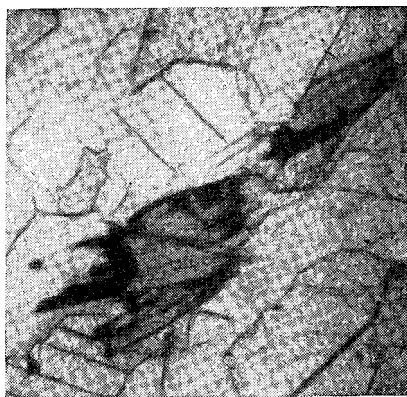


Рис. 1. Развитие кроссита по гастингситу. Апатитовые руды, р. Маркопидж. 30× без анализатора

Цвет кроссита в штуфе — черный, в тонких осколках темно-зеленый. Под микроскопом отмечается резкий плеохроизм (по N_g синева-зеленый, по N_m зеленовато-фиолетовый, по N_p серовато-желтый); схема адсорбции: $N_g = N_m > N_p$. Отмечаются дисперсия осей индикатрисы и очень сильная дисперсия угла оптических осей ($r < v$), вследствие чего затрудняется исследование оптических свойств минерала.

* Характерно, что амфиболы из этих руд и ассоциирующих с ними метасоматитов относятся к сине-зеленым роговым обманкам и обычно содержат несколько повышенное количество щелочей⁽⁴⁾.

В электронном микроскопе (В. С. Яровая) мелкие частички кроссита имеют форму неправильных призм или удлинённых брусочков с неровными краями.

Инфракрасный спектр кроссита (В. С. Рудницкая) характеризуется сильной основной полосой валентных колебаний Si—O с максимумом, представляющим собой нечеткий дуплет $1010-990\text{ см}^{-1}$. Степень на высокочастотном плече основной полосы — также дуплет $1115-1085\text{ см}^{-1}$ (рис. 2). Далее идет узкая слабая полоса 790 см^{-1} , слабый триплет $690-670-645\text{ см}^{-1}$ и интенсивная полоса деформационных колебаний Si—O с максимумом 465 и ступеньками 540 и 510 см^{-1} . Слабая полоса около 1450 см^{-1} , максимум 885 см^{-1} на низкочастотном плече основной полосы и максимум 700 см^{-1} принадлежит примеси карбонатов.

Общий характер и.к. спектров кроссита и гастингсита одинаковый. Отличия заключаются в том, что в спектре кроссита степень около 1100 см^{-1} и основной максимум раздвоены, а в спектре гастингсита слабо выражена полоса 760 см^{-1} , а триплет $690-670-645\text{ см}^{-1}$ размыт (см. рис. 2).

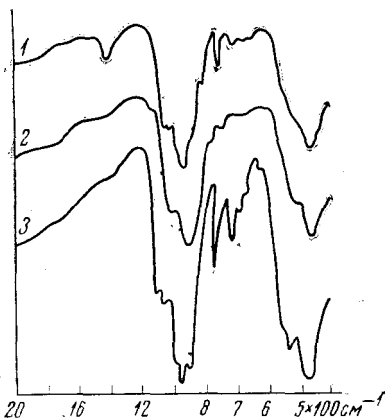


Рис. 2. Инфракрасные спектры амфиболов Кавказа. 1 — кроссит, 2 — гастингсит, 3 — актинолит по (4)

В целом, по характеру поглощения и форме полос и.к. спектр кроссита подобен спектру не щелочных амфиболов, а актинолита (см. рис. 2). Однако по сравнению с последним положением всех максимумов кроссита незначительно сдвинуто в сторону более высоких частот, что, вероятно, связано с наличием в составе кроссита более легких щелочных катионов Na. В области валентных колебаний OH ($3700-3000\text{ см}^{-1}$) кроссита никаких максимумов не наблюдается, возможно из-за его малых количеств.

По остальным физическим свойствам (табл. 1) кроссит близок к гастингситу, по которому развивается, и лишь удельный вес и cNg его несколько меньше, чем у гастингсита.

Химический состав кроссита (см. табл. 1) отличается от такового для гастингсита присутствием фтора, повышенным содержанием натрия и железа и пониженным — кальция, магния и алюминия.

Кавказский кроссит по химическому составу наиболее близок к кросситу Нового Уэльса, несколько приближаясь также к метасоматическому родуситу Кривого Рога. От последнего изученный кроссит отличается главным образом относительно высоким содержанием алюминия (см. табл. 1).

Как известно (2), рентгенографически кроссит не диагностируется как самостоятельный минеральный вид, приближаясь по типу кристаллической решетки к глаукофану или к магнизальному рибекиту (родуситу). В данном случае линейные параметры элементарной ячейки кроссита (табл. 2) типичны для серии родусит — глаукофан. Эти параметры определяются главным образом составом M_1 , M_2 , M_3 и тетраэдрических катионов, позволяющим рассматривать изученный амфибол как типичный кроссит. Однако состав катионов позиции M_4 несколько необычен для щелочного амфибола: Na частично замещен на Ca (как и у кроссита Нового Уэльса, см. табл. 1), а именно катионы M_4 определяют величину угла моноклинности, который у кавказского кроссита выше, чем наблюдаемый в серии родусит — глаукофан (см. табл. 2).

Кавказский кроссит, как и родусит Кривого Рога (5), метасоматический. Генезис его связан с частичным замещением гастингсита (р. Маркопидж) в промежуточную стадию пневматолито-гидротермального процес-

Таблица 1

Химический состав (вес.%) и физические свойства кроссита и гастингсита Кавказа, кроссита Нового Уэльса и родусита Кривого Рога

	1	1 ^a	2	3	4	5
SiO ₂	53,58	—	—	47,0	50,41	54,61
TiO ₂	0,27	—	—	0,5	1,66	0,08
Al ₂ O ₃	7,43	7,87	—	13,1	7,82	0,38
Fe ₂ O ₃	—	9,71	—	—	8,73	15,95
FeO	18,41	7,91	—	10,1	10,81	3,56
MnO	0,06	—	—	0,3	0,14	0,07
MgO	8,79	—	—	13,8	7,39	15,20
CaO	4,38	5,92 ¹	—	9,8	3,99	2,55
Na ₂ O	6,05	—	5,89	2,9	7,04	4,51
K ₂ O	0,10	—	0,18	0,6	0,57	0,52
F	—	0,51	—	—	—	—
H ₂ O ⁻	—	не обн.	—	не обн.	0,10	} 2,44
H ₂ O ⁺	—	1,34	—	1,95	1,17	
Сумма	98,52	—	—	100,05	99,83	99,87
<i>n_g</i>		1,675	—	1,674	1,657	1,668
<i>n_m</i>		1,666	—	1,668	1,656	1,662
<i>n_p</i>		1,656	—	1,661	1,649	1,654
<i>n_g - n_p</i>		0,019	0,020	0,013	0,008	0,014
<i>cNg</i>		11	13	22	11	17-30 ²
2 <i>V</i> , град.		-74	-72	-80	-17	—
Уд. вес.		2,60	—	3,01	3,206	—
<i>fm</i>		47,1	—	30,8	27,6	40,0

Примечание. 1, 1^a — кроссит из апатитовых руд Третьей роты; 2 — то же, р. Маркопидж; 3 — гастингсит из апатитовых руд р. Маркопидж, Кавказ; 4 — кроссит Нового Уэльса (по У. А. Диру и др.); 5 — родусит Кривого Рога (5). Анализы 1, 1^a, 3 выполнены: 1, 3 — на микроанализаторе М-46 «Самеса» в рентгеноспектральной лаборатории Н. В. Троневой, 1^a — микрометодом в Центральной химической лаборатории С. А. Горбачевой; фтор в анализе 1^a определен Т. Прилупкой. Удельный вес минералов найден гидростатическим методом из микронавески В. С. Амелиной.

¹ Завышено в связи с попаданием в анализ вростков карбонатов. ² *cN_m*.

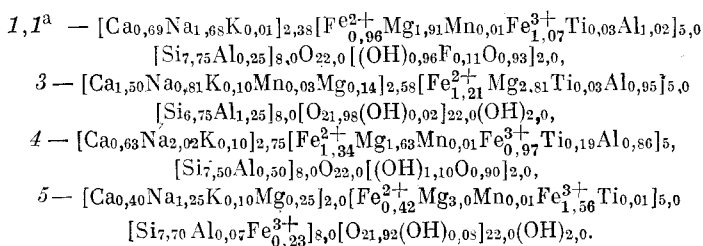


Таблица 2

Параметры элементарной ячейки амфиболов *

	1	2	3	4
<i>a</i> , Å	9,708±0,002	9,92	9,74	9,72
<i>b</i> , Å	17,94±0,04	18,02	17,82	17,89
<i>c</i> , Å	5,34±0,009	5,32	5,27	5,37
β, град.	103°55'±15' (76°05')	105°51' (74°09')	105°44' (74°16')	104°40' (75°50')

* 1 — кроссит, Третья рота; 2 — гастингсит, р. Маркопидж, Кавказ; 3 — магнезиальный рибекит, Казахстан; 4 — глаукофан, Церматт, Швейцария; 3, 4 — цитируется по (2).

са плагиогранитных интрузий⁽³⁾ в связи с привнесом щелочей, предшествующим появлению апатита. Локально (Третья рота) этот процесс проявлен более интенсивно, вплоть до полного замещения гастингсита. В данном случае изменение количественного содержания натрия в процессе метасоматоза влияет на качественное изменение структуры минерала с появлением в апатитовых рудах щелочного амфибола — кроссита. Специфичность условий кристаллизации кроссита, в отличие от гастингсита, подчеркивается участием фтора в строении кристаллической решетки кроссита.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
25 VI 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Д. Афанасьев, В. В. Плошко и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 6 (1971).
² П. В. Гинзбург, Г. А. Сидоренко, Д. Л. Рогачев, Тр. Мин. музея, в. 12 (1961). ³ В. В. Плошко, Уруштенский комплекс Северного Кавказа, «Наука», 1965. ⁴ В. В. Плошко, Г. А. Сидоренко и др., Сб.: Минералы базитов в связи с вопросами петрогенезиса, «Наука», 1970. ⁵ Ю. И. Половинкина, Мп. сб. Львовск. геол. общ., № 7 (1953).