

С. Б. АБОВЯН

О ЯВЛЕНИЯХ МЕТАМОРФИЗМА В ХРОМШПИНЕЛИДАХ АРМЕНИИ

Внимание на явления метаморфизма хромшпинелидов впервые было обращено А. Г. Ветехтиным [1]. Предложенное им объяснение процесса метаморфизма впоследствии подтвердилось исследованиями С. А. Кашина [2] на хромитовых месторождениях Верблюжьих гор на Южном Урале.

При изучении месторождений хромистого железняка Армении автор столкнулся с процессом метаморфизма хромовых руд. На некоторых из месторождений явления метаморфизма были описаны ранее А. А. Луйком [3].

Месторождения хромистого железняка в Армении приурочены к Севано-Амасийской зоне ультраосновных пород и концентрируются главным образом на северо-восточном побережье озера Севан. Здесь с СЗ на ЮВ расположены следующие группы месторождений и проявлений: Шоржинская, Джильская, Бабаджанская, Памбакская, Даринская, Кясаманская, Джанахмедская и Инакдагская. При этом первые пять групп приурочены исключительно к дунитовым, а последние две — к перидотитовым участкам.

Хромшпинелиды, слагающие перечисленные группы месторождений и проявлений, в той или иной степени подвержены процессу метаморфизма независимо от состава их материнских пород. Исключительно сильное развитие метаморфизма наблюдается на Даринской группе месторождений. Характерно, что вкрапленные руды охвачены процессом метаморфизма в большей степени, чем массивные руды.

Макроскопически руды, сложенные метаморфизованными хромшпинелидами, ничем не отличаются от руд, сложенных свежими хромшпинелидами. Природа метаморфизованных руд выявляется только под микроскопом.

В проходящем свете метаморфизованные участки обычно непрозрачны, тогда как свежие участки просвечивают в различных тонах оранжевато-красного, желтовато-бурого и др. цветов. Как правило, метаморфизм развивается по краям зерен и вдоль тонких трещинок,

в центре же зерен сохраняются остатки свежих хромшпинелидов. Нередко в различных частях одного и того же рудного тела можно наблюдать все переходы от слабо измененных разностей до полностью измененных, совершенно непрозрачных зерен.

В отраженном свете метаморфизованные участки, в отличие от свежих, характеризуются более светлыми оттенками серого цвета. Отражательная способность метаморфизованных участков, как показали измерения на целевом микрофотометре [4], заметно выше отражательной способности свежих участков и довольно близко подходит к отражательной способности магнетита.

Здесь необходимо отметить разницу между зернами метаморфизованных хромшпинелидов и хромшпинелидов, обросшихся магнетитом, т. к. по отражательной способности они довольно близко подходят друг к другу. По мнению А. Г. Ветехтина [1], в метаморфизованных хромшпинелидах наружные очертания кайм представляют собой реликтовые кристаллические грани или очертания первоначальных зерен хромшпинелидов, а внутренняя граница кайм является неправильной (рис. 1а), а в хромшпинелидах, обросшихся магнетитовыми

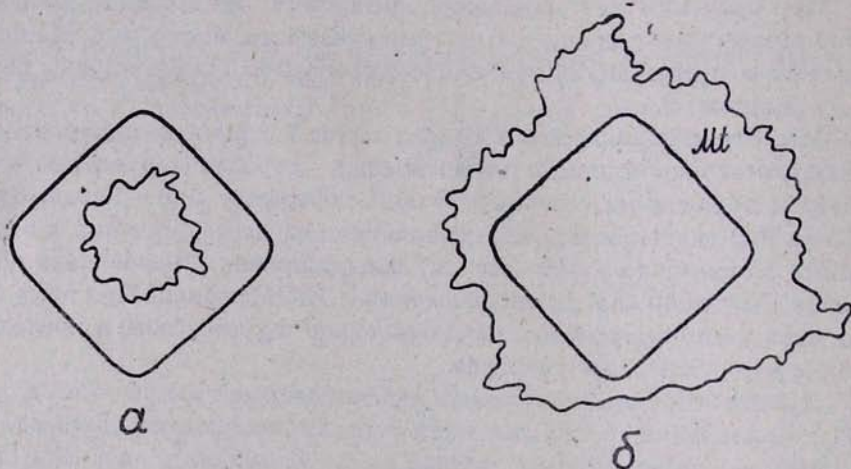


Рис. 1

каймами наблюдается обратная картина—наружные очертания магнетитовых «венчиков» имеют иззубренные линии (рис. 1б).

Другим отличием, которое также необходимо иметь в виду, является приобретение хромшпинелидовым веществом магнитных свойств. Как правило, метаморфизованные хромшпинелиды обладают заметными магнитными свойствами, тогда как свежие хромшпинелиды лишены их.

Далее, метаморфизованные участки одного и того же зерна характеризуются меньшей твердостью, чем свежие участки.

Наконец, наблюдается разница и в химическом составе этих

хромшпинелидов, выражающаяся в том, что в метаморфизованных разностях уменьшается содержание Al_2O_3 и MgO и увеличивается Fe_2O_3 за счет окисления FeO , что приводит к отношению суммы молекулярных количеств трехвалентных окислов к сумме молекулярных количеств двухвалентных окислов большему, чем 1. В неизмененных же рудах отношение R_2O_3 к $RO=1$.

Интересно отметить, что метаморфизм хромшпинелидов в различных месторождениях проявляется различно. Рассмотрим все те формы, в виде которых проявился процесс метаморфизма в хромовых рудах Армении.

В одних случаях мы имеем дело с гладкополирующимися агрегатами зерен с хорошо сохранившимися кристаллическими очертаниями. Метаморфизованные участки в виде кайм ограничивают отдельные зерна. А. Г. Бетехин [1] считает, что здесь проявляется типичный пример явления цементации в том смысле, как ее понимают металлурги, т. е. диффузию тех или иных элементов в среду данного вещества с образованием твердого раствора или химических соединений. Рудами, обладающими гладкополирующимися агрегатами зерен, характеризуются Шоржинское, часть Бабаджанской, Даринское и Джанахмедское группы месторождений.

Характерен химический анализ образца такой метаморфизованной массивной руды (№ 259) из Даринской группы месторождений, приведенный в табл. 1. Как видно из данных пересчета на молекулярные количества, после исключения нерудных минералов¹, отношение суммы полуторных окислов к сумме двухвалентных окислов равно 1,1, что, вероятно, связано с переходом закисного железа в окисное и выносом глинозема и окиси магния из состава первоначального хромшпинелидового вещества при процессе метаморфизма.

В других случаях вместо гладкополирующихся кайм наблюдается выделение хлоритов, вследствие чего метаморфизованные участки резко выделяются от свежих. Образование выделений хлорита объясняется, по-видимому, реакцией между глиноземом, входившим в состав хромшпинелида, и серпентиновым веществом. Очень часто, в результате этой же реакции, обычно в прозрачных шлифах, видно, как хромшпинелиды обрастают хлоритом. Нередко наряду с хлоритом наблюдается также развитие мелких включений серпентина, вследствие чего в прозрачных шлифах они принимают облик губкоподобной массы. Рудами, обросшими хлоритом, характеризуются Шоржинская и Бабаджанская группы месторождений, а одновременно хлоритом и серпентином — часть Джильской (Ефимовское и Чатын-Даринское месторождения) и Памбакская группы месторождений.

Химический анализ образца густокрапленной метаморфизованной руды (№ 263) одного из месторождений Джильской группы (ме-

¹ При пересчете исключен серпентин.

сторождения Чатын-Дара) приведен в табл. 1. Данные пересчета на молекулярные количества, после исключения нерудных минералов¹, показывают, что в результате процесса метаморфизма здесь произошло окисление двухвалентного железа в трехвалентное, вследствие чего отношение R_2O_3 к $RO=1,13$. Повышенное содержание глинозема и кремнезема, по-видимому, связано с новообразованными силикатами — хлорита и серпентина.

Далее, очень интересно развитие довольно редкого вида метаморфизма на Нижне-Даринском месторождении. Характерным здесь является то, что иногда в нацело метаморфизованных зернах замещение хромшпинелидового вещества силикатом происходит по трем направ-



Рис. 2

лениям, отвечающим спайности хромшпинелидов (рис. 2). Как показывает химический анализ образца такой метаморфизованной руды (№ 260, табл. 1)², отношение молекулярных количеств R_2O_3 к молекулярным количествам $RO=1,1$, по-видимому, также связано с переходом закисного железа в окисное.

Наконец, необходимо отметить случай, когда зерна хромшпинелидов метаморфизованы вдоль многочисленных трещин, в результате чего образуется картина, напоминающая сетчатую структуру (рис. 3).

По отношению к свежим участкам метаморфизованные участки характеризуются более низким рельефом. Метаморфизм здесь обычно

¹ При пересчете исключены серпентин и хлорит (по оптическим данным пеннин).

² При пересчете исключен серпентин.

Таблица 1¹

Компоненты	Образец № 259		Образец № 263		Образец № 260	
	вес в %	молек. кол.	вес в %	молек. кол.	вес в %	молек. кол.
SiO ₂	3.50	—	4.80	—	4.52	—
Al ₂ O ₃	7.50	074	25.80	237	6.34	062
Cr ₂ O ₃	47.80	314	29.48	194	43.52	286
Fe ₂ O ₃	12.55	078	8.60	054	8.67	054
FeO	11.33	157	10.80	150	14.33	199
MgO	14.12	235	16.20	277	10.10	152
CaO	0.50	—	0.46	—	0.92	—
П. п. п.	не опр.	—	не опр.	—	не опр.	—
Сумма	97.30	—	96.14	—	88.40	—
R ₂ O ₃ : RO	1.1:1	—	1.13:1	—	1.1:1	—

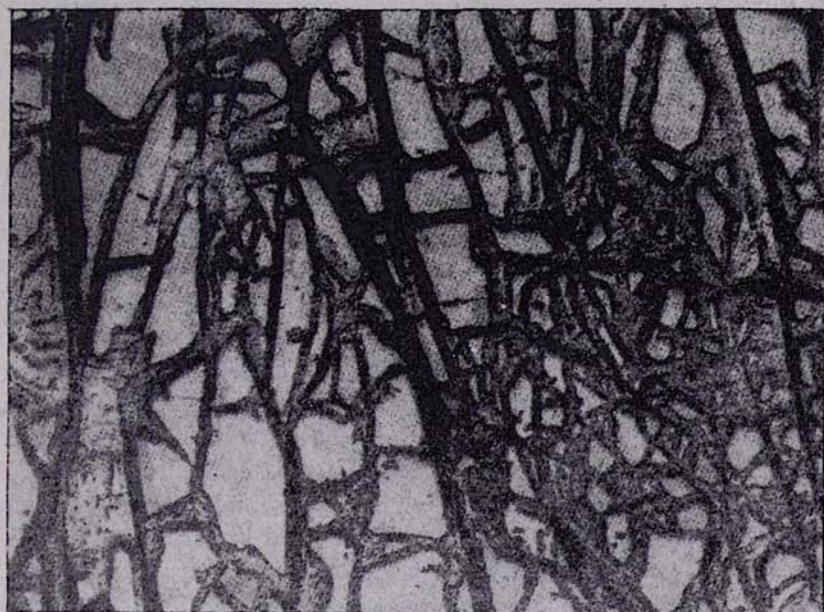


Рис. 3

сопровождается выделением новообразований серпентина и мельчайших зерен сульфидов никеля. По-видимому, серпентин замещает ранее измененные участки хромшпинелидов, что говорит о более глубоко зашедшем процессе метаморфизма. Рудами такого типа мета-

¹ Анализы выполнены в химлаборатории ИГН АН Арм. ССР аналитиками А. А. Петросян и А. К. Иваняном.

морфизма хромшпинелидов характеризуется Верхне-Даринское месторождение. К сожалению, химический анализ образцов этих руд отсутствует, но принадлежность их к метаморфизованным разностям подтверждается также и в проходящем свете, где они совершенно не просвечивают.

Рассматривая процесс метаморфизма хромшпинелидов в рудах перечисленных групп месторождений в целом, можно отметить следующее.

1. Степень метаморфизма хромовых руд в различных месторождениях различна. Наряду со слабо метаморфизованными рудами (Шоржинская и Джанахмедская группы месторождений) мы имеем руды с интенсивным развитием процесса метаморфизма (Джилъская и Даринская группы месторождений). В начальных стадиях метаморфизма происходит изменение зерен хромшпинелидов по краям и вдоль трещин. В конечных же стадиях внутри измененных участков появляются новообразования серпентина, хлорита и реже мельчайших зерен сульфидов никеля. Характерно, что неравномерность развития процесса метаморфизма наблюдается даже в пределах одного и того же рудного тела—в контактовых частях хромшпинелиды сильно метаморфизованы, а в центральных частях—слабо. Наблюдается прямая зависимость изменения рудных тел от степени изменения вмещающих их пород: чем сильнее изменены вмещающие породы, тем сильнее изменены руды. Последнее обстоятельство говорит о том, что как рудные тела, так и вмещающие их породы метаморфизованы одними и теми же агентами. Изменение руд, по-видимому, связано все с тем же гидротермальным процессом массовой серпентинизации ультраосновных пород.

2. Далее, характер проявления процесса метаморфизма зависит от особенностей химического состава хромшпинелидов и степени метаморфизма. Общеизвестно, что хромит с теоретической формулой FeCr_2O_4 может быть встречен только в метеоритах, на практике же мы обычно имеем дело со значительными количествами изоморфных примесей других окислов Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , ZnO и др. В этом отношении применение термина «хромит» ко всяким хромовым рудам без учета вышеуказанных изоморфных примесей является неверным. По-видимому, при процессе метаморфизма важную роль играют и изоморфные примеси, которые входят в химическое взаимодействие с метаморфизующими агентами. Таким образом, здесь протекает сложный химический процесс, при котором происходит:

а) окисление закисного железа хромшпинелидов в окисное, подобно тому как это наблюдается в процессе мартитизации магнетита. И действительно, в рудах Бабаджанской группы месторождений А. А. Луйком [3] отмечены редкие выделения мельчайших зерен гематита, наблюдающиеся лишь с помощью иммерсионного масла. Такая же

картина наблюдается и в метаморфизованных хромшпинелидах Уральских месторождений;

б) вынос из хромшпинелидов глинозема и окиси магнезия, вследствие чего метаморфизованные разности бедны этими окислами и соответственно обогащены окисью хрома.

3. В связи с такими сложными химическими изменениями соответственно происходит нарушение в строении кристаллической решетки и переход хромшпинелидов в коллоидное или скрытокристаллическое состояние. Так, некоторые метаморфизованные разности Памбакской группы месторождений после травления парами концентрированной азотной кислоты обнаруживают колломорфную микротекстуру [3]. Об этом же говорят данные рентгенометрического анализа, полученные С. А. Кашиным [2] в результате изучения метаморфизованных руд Верблюжьих гор, из которых вытекает:

а) размеры решеток слабо метаморфизованных хромшпинелидов занимают место между размерами решеток чистого магнетита и магнезиальной шпинели;

б) с возрастанием степени изменения хромшпинелидов наблюдается некоторое расширение решетки;

в) в сильно измененных разностях происходит распад кристаллического вещества и переход его в аморфное состояние.

Из вышеизложенного вытекают следующие выводы:

1. Метаморфизм хромовых руд и вмещающих их пород связан с одним и тем же гидротермальным процессом массовой серпентинизации ультраосновных пород.

2. С химической точки зрения метаморфизм хромшпинелидов представляет сложный процесс, при котором происходит переход FeO в Fe_2O_3 и вынос Al_2O_3 и MgO , вследствие чего происходит естественное обогащение руд окисью хрома.

3. При метаморфизме происходит нарушение кристаллической решетки и переход хромшпинелидов в коллоидное или скрытокристаллическое состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г., К изучению месторождений хромистого железняка, Зап. Ленингр. горного института, 8, 1934.
2. Кашин С. А., Метаморфизм хромшпинелидов в хромитовых месторождениях Верблюжьих гор (на Южном Урале), Хромиты СССР, т. I, Изд. АН СССР, 1937.
3. Луйк А. А., О явлениях метаморфизма хромшпинелидов некоторых месторождений Закавказья, Хромиты СССР, т. II, Изд. АН СССР, 1940.
4. Абовян С. Б., О некоторых физических свойствах хромшпинелидов Армении, Изв. АН Арм. ССР, Серия геологич. и географич. наук, т. X, № 3, 1957.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
CHICAGO, ILL.