УДК 551,461 + 553,491:321,6(470,5)

М.С.ЛУФТ
Уральский государственный горный университет

СОСТАВ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХРОМИТОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ВЕРШИНА Р.АЛАПАИХИ»

Рассмотрен состав хромитовых руд месторождения «Вершина р.Алапаихи». Рассмотрено геологическое строение месторождения, выявлены основные закономерности в строении отдельных рудных тел. Определен первичный состав руд. Показано широкое развитие вторичных изменений хромшпинелидов и дана его характеристика. Установлено, что в процессе метаморфизма происходит распад хромшпинелидов на высокохромистый хромшпинелид и глиноземистый хлорит. Выявлена существенная неоднородность хромитовых руд в пределах месторождения.

The structure of chromite ores of the Vershina deposit at the Alapaihi River is studied. Geological structure of the deposit is considered and basic regularities in the structure of separate ore bodies are revealed. The primary structure of the ores is determined. Wide development of deuteric alteration in chromospinelides is shown and its characteristic is given. It is established that during the process of metamorphism chromospinelides are disintegrated into high-chromium chromespinelides and chlorites. Essential heterogeneity of chrome-ores is revealed within the deposit.

Вопросы происхождения и метаморфизма хромитовых руд в настоящее время являются предметом интенсивного спора среди геологов. Не вдаваясь в общие закономерности, попробуем привести характеристику первичных и измененных руд одного из уральских объектов – месторождения «Вершина р.Алапаихи» в пределах Алапаевского массива (Средний Урал). Месторождение представляет собой несколько сближенных жилообразных тел в интенсивно серпентинизированных гарцбургитах. Некоторые из них окружены маломощными оторочками дунитов. Преобладают массивные разновидности руд, в краевых частях жилообразных тел встречаются вкрапленные разности*.

Установлено, что хромиты обладают существенной неоднородностью в зависимости от их положения в рудном теле и степени вкрапленности. Выделяется ряд закономерностей:

1. Зависимость трещиноватости от степени вкрапленности хромитов. Массивные руды обладают повышенной степенью трещиноватости по сравнению с вкрапленными. Это связанно с тем, что серпентин вмещающих пород – пластичный минерал и не реагирует на напряжение так, как хрупкий хромит. Наблюдается слабо выраженное увеличение размерности зерен хромшпинелидов от периферии рудного тела к центру.

2. Изучение рудных аншлифов и микрозондовый анализ позволили выявить существенную неоднородность в составе рудообразующих хромшпинелидов, структуре и текстуре руд, как в пределах отдельных зерен хромшпинелидов, так и рудного тела в целом.

Первичные руды встречаются в краевых частях рудных тел. Зерна хромшпинелидов однородны по внутреннему строению, характеризуются панидиоморфной структурой. Роль цемента выполняет серпентин (лизардит). Из акцессорных минера-

* *Татаринов П.М.* Алапаевская интрузия ультраосновных пород на Урале и ее месторождения хромистого железняка / П.М.Татаринов, Г.М.Красновский; Тр. ЦНИГРИ. Вып.120. М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1940. 144 с.

Состав хромшпинелидов из месторождения «Вершина р.Алапаихи»

Номер образца	А-41 (периферия рудного тела, лежачий бок)			А-42 (центр рудного тела)				А-40 (периферия рудного тела, висячий бок)		
Формационный тип руд	Первичный верблюжьегорский			Вторичный хабарнинский				Первичный верблюжьегорский		
Место анализа зерна	Центр	Периферия	Дворик	Центр	Периферия	Центр	Периферия	Центр	Периферия	Центр
TiO_2	0,35	0,28	0,38	0,33	0,30	0,33	0,33	0,35	0,38	0,37
Al_2O_3	19,29	18,74	17,95	7,58	8,16	7,48	6,54	15,93	15,51	15,63
Cr_2O_3	48,11	47,91	49,06	62,13	61,28	62,31	60,13	56,37	55,51	55,63
Fe_2O_3	2,72	2,33	0,53	0,91	0,06	0,82	1,39	1,49	1,02	0,87
FeO	13,26	13,21	15,49	27,25	25,05	25,77	23,84	13,12	13,46	13,04
MnO	0,18	0,20	0,20	0,68	0,53	0,57	0,65	0,2	0,28	0,16
MgO	13,88	13,46	11,82	4,36	5,44	5,24	5,47	14,49	13,78	13,85
ZnO	–	–	–	–	–	–	–	0,00	0,02	0,06
Σ	97,79	96,13	95,43	103,24	100,82	102,52	98,35	101,97	99,94	98,54
Кристаллохимическая формула										
Ti^{2+}	0,066	0,054	0,075	0,067	0,062	0,067	0,070	0,065	0,072	0,071
Al^{3+}	5,743	5,687	5,557	2,413	2,628	2,383	2,172	4,622	4,606	4,692
Cr^{3+}	9,608	9,753	10,188	13,268	13,237	13,316	13,393	10,972	11,057	11,000
Fe^{3+}	0,517	0,452	0,105	0,185	0,012	0,167	0,296	0,276	0,193	0,166
Fe^{2+}	2,802	2,845	3,403	6,156	5,723	5,825	5,618	2,701	2,837	2,778
Mg^{2+}	5,226	5,166	4,628	1,755	2,216	2,111	2,297	5,318	5,175	5,259
Основные минеральные группировки, %										
Ульвошпинель	0,83	0,68	0,94	0,84	0,77	0,84	0,87	0,81	0,90	0,89
Шпинель	35,98	35,54	34,73	15,08	16,42	14,89	13,57	28,89	28,79	29,33
Магнохромит	29,43	29,03	23,12	6,80	11,27	11,50	15,14	37,58	35,90	36,41
Хромит	30,62	31,92	40,56	76,06	71,46	71,73	68,56	31,00	33,20	32,34
Магнетит	3,23	2,82	0,66	1,15	0,07	1,04	1,85	1,72	1,21	1,04
Основные расчетные параметры, %										
F'	38,8	39,0	43,1	78,3	72,1	73,9	72,0	35,9	36,9	35,9
F	34,9	35,5	42,4	77,8	72,1	73,4	71,0	33,7	35,4	34,6
Y	62,6	63,2	64,7	84,6	83,4	84,8	86,0	70,4	70,6	70,1
Z	3,3	2,8	0,7	1,2	0,1	1,1	1,9	1,7	1,2	1,0

лов хромитовых руд встречаются единичные зерна сульфидов (пирит, халькопирит, миллерит) в виде включений в хромшпинелидах или серпентине. Состав руд, определенный по диаграмме В.Н.Павлова, отвечает магнезиальному алюмохромиту (см. таблицу). На периферии рудных тел встречаются слабоизмененные руды, представленные хромшпинелидами со светлыми, окисленными каймами, развивающимися как вокруг рудных зерен, так и по трещинам в них. В каймах наблюдаются многочисленные вростки микронных зерен хлорита. Также иногда встречаются цепочечные выделения сульфидов (преимущественно миллерит), фиксирующие границу раздела первичное зерно – измененная кайма.

Данные микрозондовых анализов состава хромшпинелидов (см. таблицу) показывают увеличение содержания Cr_2O_3 (на 4 %), MgO (на 6 %), Al_2O_3 (на 3 %) от периферии к центру зерна хромшпинелида и, соответственно, уменьшение FeO (на 6 %) и MnO (на 2 %). Реликты первичных зерен хромшпинелидов остаются однородными по составу. Измененные каймы характеризуются сильной неоднородностью, выраженной в увеличении доли хрома и железа к краю

зерна. Хлорит по составу отвечает клинохлору. Соотношение хромит – хлорит составляет примерно 3:1.

В центральной части тел руды характеризуются наибольшей степенью изменений. Микроскопически это проявляется в формировании по первичным относительно идиоморфным зернам хромшпинелидов скелетных форм в виде дендритовидного каркаса хромшпинелида с включениями более или менее крупных зерен хлорита. Соотношение хромит – хлорит доходит до 1:1. Достаточно часто наблюдаются реликты первичных зерен хромшпинелидов.

Микрозондовый анализ показал, что реликты полностью отражают первичный состав руд. Единственное исключение – они практически стерильны по содержаниям примесных элементов (Ni, Co, Cu и пр.). Измененные части зерен хромшпинелидов характеризуются существенным повышением доли хрома и железа (и марганца) за счет уменьшения содержаний магния и алюминия. Наиболее измененные участки по составу близки к идеальному хромиту с формулой $FeCr_2O_4$.

Количество сульфидов в таких рудах возрастает в два-три раза по сравнению с неизмененными. Они представлены тонкой, пылевидной вкрапленностью, рассеянной по измененным частям хромшпинелидов. Сульфиды также представлены миллеритом, халькопиритом, реже встречаются герсдорфит, хизлевудит и пр.

Изредка в хромшпинелидах встречаются дворики, имеющую форму, близкую к прямоугольнику. Их появление связанно с процессами спонтанной перекристализации хромитов, т.е. они являются зародышами новых кристаллов хромшпинелидов по составу близких к матрице (вмещающему хромиту).

С целью выяснения зональности хромшпинелидов в рудном теле было отобрано несколько образцов вкрест его простирания из центра и краевых частей (см. таблицу). Оказалось, что распределение элементов в хромшпинелиде и рудном теле резко неравномерно. От края к центру рудного тела в нем увеличивается содержание Cr_2O_3 на 15 %, FeO на 14 % и MnO на 0,5 % и, соответственно, уменьшается Al_2O_3 на 12 % и MgO на 9,5 % при инертном поведении TiO_2. Помимо того, содержание Cr_2O_3 в хромшпинелидах в висячем боку значительно выше, чем в лежачем.

По результатам полевых наблюдений отмечается наличие проницаемой зоны в центре рудного тела, которая может интерпретироваться как канал проникновения метаморфизующих агентов. Из-за небольшой мощности рудного тела (до 2 м) очевидно, что зона изменения руд невелика. Большая степень изменения висячего бока объясняется воздействием восстающих гидротермальных растворов из зон разлома. Таким образом, источник метаморфизующих агентов лежит на глубине и степень его воздействия невелика.

Приведенные данные позволяют говорить о существенных вторичных преобразованиях хромитовых руд[*]. Они обусловлены воздействием метаморфизующих флюидов из сторонних источников (в нашем случае – более молодой габброидной интрузии). Метаморфические изменения заключаются в удалении из хромшпинелидов магния и алюминия и накоплении в остатке, соответственно, хрома и железа вплоть до формирования чистого хромита.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *И.А.Малахов*

[*] *Малахов И.А.* Особенности высокотемпературного метаморфизма хромитовых руд в альпинотипных массивах Урала, сопровождающегося повышением их качества // Петрология магматических и метаморфических комплексов / ЦНТИ. Томск, 2001. С.306-311.