

В. А. ВАХРУШЕВ, А. Е. ВОРОНЦОВ, Л. А. СОЛОМОНОВА

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ МАГНЕТИТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

(Представлено академиком В. А. Кузнецовым 27 VII 1973)

Принято считать, что магнетиты железорудных месторождений юга Сибирской платформы характеризуются повышенным содержанием магния и относятся к магномагнетитам (¹⁻³) и др.). Содержание MgO в магнетитах этих месторождений, по данным предыдущих исследований, нередко составляет от 6 до 11 вес.%. Однако приводимые в литературе химические анализы магнетитов, на основании которых и сделано заключение о принадлежности к магномагнетитам, обычно дают повышенные количества SiO₂, CaO и некоторых других компонентов, которые вряд ли изоморфно входят в состав магнетита. Неоднородность анализируемого материала в отношении механических примесей по существу признается всеми авторами. Кроме того, вхождение магния в решетку магнетита не получило подтверждения другими методами, в частности локальным рентгеноспектральным анализом при помощи электронного микроскопа.

С целью уточнения состава магнетитов нами были проведены дополнительные исследования их с применением разнообразных методов (химического, спектрального, рентгено-структурного и др.), в том числе и количественного рентгеноспектрального микроанализа. Для этого были отобраны магнетиты из разных типов руд Коршуновского, Рудногорского, Нерюндинского и ряда других железорудных месторождений юга Сибирской платформы. Для сравнения также были изучены магнетиты (магнезиоферриты) Илимпейского железорудного района.

Химические анализы выполнены для 32 проб. Для получения наиболее однородного материала нами была предпринята попытка из проб, предварительно приготовленных при помощи магнитного сепаратора, выделить магнитную фракцию химическим путем. Для этой цели и использована методика выделения, основанная на различном отношении магнетита и ряда сопутствующих ему минералов к кислотной смеси HCl+HNO₃. В кислотной вытяжке с применением комплексометрических, спектрофотометрических и атомно-абсорбционных методов (⁴) определялись SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, P₂O₅, т. е. все основные компоненты магнитных фракций. Несмотря на принятую методику, химические анализы показали присутствие MgO и некоторых других компонентов, изоморфно не входящих в решетку магнетита, что обусловлено частичным растворением механических примесей, особенно хлорита и серпентина. Содержания основных компонентов в магнитных фракциях (в пересчете на катионы), полученные химическим анализом (аналитик Г. С. Гормашева), частично приведены в табл. 1 (результаты полных химических анализов всех проб будут опубликованы отдельно). Для подавляющего большинства проб содержание магнезиоферритовой молекулы, рассчитанной по данным химических анализов, не превышает 15%. При этом в магнетитах Коршуновского и Рудногорского месторождений, в том числе в магнетитах руд широко распространенной брекчиевидной текстуры, содержание магнезиоферритовой молекулы обычно па-

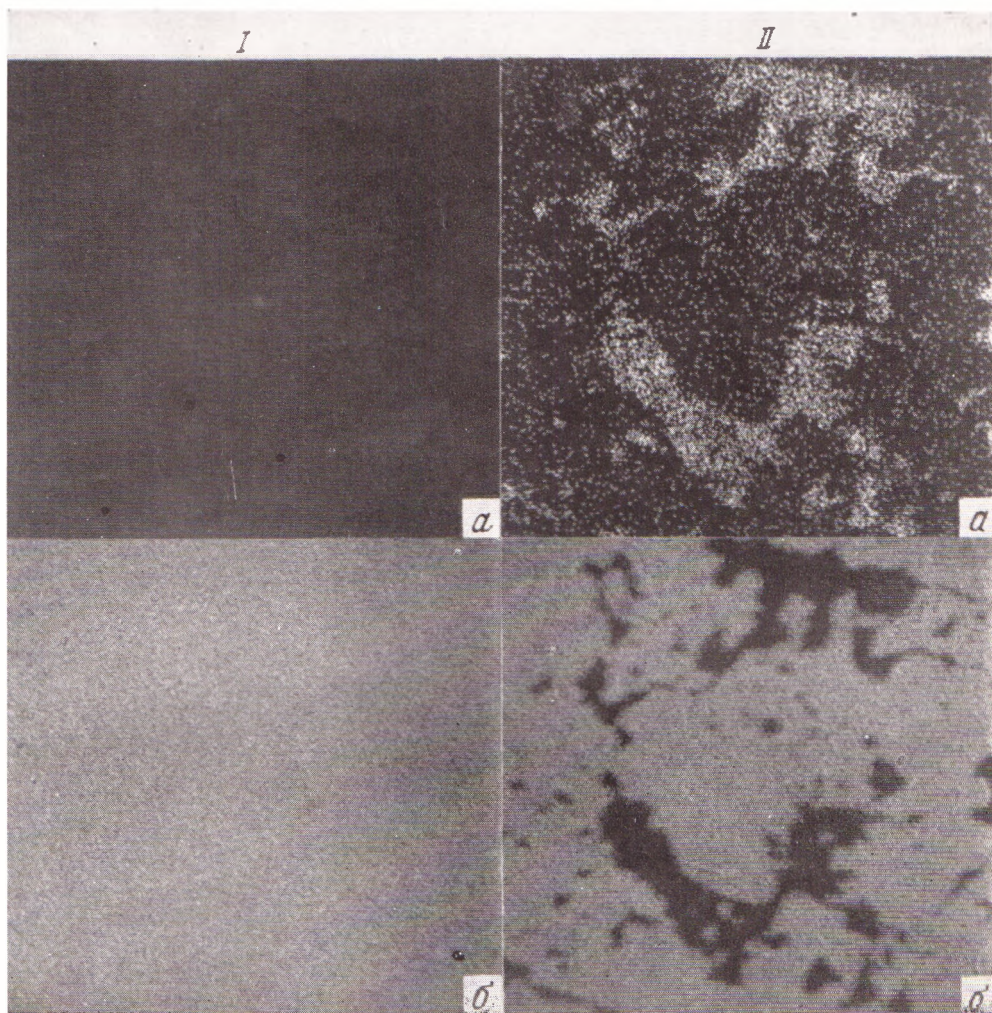


Рис. 1. Растровые снимки в K_{α} -рентгеновском излучении распределения магния (а) и железа (б) в магнезиоферрите р. Илимпей (I) и в магнетите Коршуновского месторождения (II). Масштаб снимков 300×300 мкм

ходится в пределах от 2 до 5%. Особенно чистыми в отношении магния оказались магнетиты оолитовых руд как Коршуновского, так и Рудногорского месторождений (обр. №№ 3 и 8). Уже по данным химического анализа можно сделать заключение, что в подавляющем большинстве случаев роль магния в составе магнетитов явно завышена.

Локальному рентгеноспектральному анализу при помощи электронного микронзонда на установке MS-46 было подвергнуто 14 образцов магнетита из разных типов руд и из разных месторождений. Результаты

Таблица 1

Результаты определения в магнетитах Mg, Al, Si и Fe при помощи электронного микронзонда и химического анализа (%)

№ обр.	Mg		Al		Si		Fe	
	э.мэ.	х.а.	э.мэ.	х.а.	э.мэ.	х.а.	э.мэ.	х.а.
1	0,97	0,78	0,44	0,32	0,01	0,12	69,67	68,72
2	1,13	3,87	0,58	0,72	0,54	0,15	68,0	60,11
3	0,62	0,64	0,77	0,39	0,05	0,13	69,90	67,18
4	0,89	2,39	1,29	1,96	0,94	0,14	Не опр.	63,48
5	0,98	1,98	0,78	0,45	0,05	0,06	69,80	67,40
6	0,31	1,55	0,61	0,20	0,04	0,07	68,1	67,78
7	0,50	4,56	0,69	1,98	0,14	0,08	69,76	59,75
8	0,25	0,64	1,23	0,55	0,14	0,12	Не опр.	66,90
9	0,48	1,92	0,12	1,51	0,07	0,14	» »	64,88
10	0,97	2,32	2,04	1,68	0,38	0,15	68,71	63,46
11	0,83	3,26	0,53	0,97	0,09	0,09	68,73	61,48
12	7,88	8,06	Не опр.	1,60	Не опр.	0,07	Не опр.	56,50
13	7,61	7,93	» »	1,88	» »	0,02	» »	57,32
14	6,78	6,89	» »	0,51	» »	0,07	» »	58,78

Примечание. Обр. №№ 1—7 — магнетиты Коршуновского месторождения; № 8 — магнетит Рудногорского месторождения; №№ 9, 10 — магнетиты Нерюндинского месторождения; № 11 — магнетит Красноярского месторождения; №№ 12—14 — железистые магнезиоферриты с р. Илимпей.

определения в них магния, алюминия, кремния и железа сведены в табл. 1. Для сопоставления в ней приведены и данные химических анализов магнетита тех же образцов. По материалам локального рентгеноспектрального анализа, содержание магния колеблется от 0,25 до 1,13%. Среднее содержание (11 определений) составляет 0,72 вес.%, что в пересчете на магнезиоферритовую молекулу составляет 5,6%. Содержание магния оказалось крайне незначительным в магнетитах из кальцифиров и магнезиальных скарнов (обр. №№ 2, 4 и 7), т. е. в тех магнетитах, в которых химические анализы показали повышенные количества магния (до 4,5%). Это обстоятельство определенно доказывает, что повышенные по данным химического анализа содержания MgO в магнитных фракциях этих образцов связаны не с изоморфным вхождением магния в решетку магнетита, а с неоднородностью анализируемого материала, а в данном случае с присутствием серпентина и хлорита.

Алюминий присутствует во всех образцах магнетитов в количестве от 0,12 до 2% (0,83% — среднее из 11 определений). Он обнаружен и в тех образцах магнетита (обр. №№ 1, 3 и 6), в которых по данным локального рентгеноспектрального (так же как и химического) анализа кремний практически отсутствует. Это говорит о том, что большая часть алюминия входит в состав магнетита. Показательны результаты анализа трех проб магнетита железорудных месторождений Илимпейского района (обр. №№ 12—14). По химическому составу магнетиты этих месторождений, как известно, относятся к железистым магнезиоферритам или к промежуточным разностям между магнезиомагнетитом и магнезиоферритом. Результаты их анализа при помощи электронного микронзонда полностью

подтвердили это заключение. Во всех трех пробах содержание магния оказалось очень высоким — от 6,78 до 7,88%. Среднее содержание магния, равное 7,42% в 10 раз выше по сравнению с таковым магнетитов Коршунского, Рудногорского, Нерюндинского и других железорудных месторождений юга Сибирской платформы. Из табл. 1 видно также, что для магнезиоферритов результаты определения магния при помощи химического анализа и электронного микрозонда практически совпали между собой.

Для установления однородности исследованного материала микрозондом на отдельных зернах проводилось профилирование, которое для магнезиоферритов с р. Илимпеи показало, что кривые концентрации отдельных элементов, и прежде всего Mg и Fe, в исследованных объектах изменяются в пределах точности анализа, что служит дополнительным подтверждением однородности анализированного материала. На это же указывают растровые снимки распределения магния и железа в рентгеновском K_{α} -излучении (рис. 1, I).

Совершенно иная картина наблюдается для магнетитов из Коршунского, Рудногорского, Нерюндинского и других железорудных месторождений юга Сибирской платформы. Профили имеют пики, указывающие на резкое изменение в концентрации Mg и Fe. При этом скачкообразное повышение концентрации магния постоянно сопровождается и повышением кремния. Присутствие включений магнийсодержащих силикатных минералов в зернах этих магнетитов отчетливо подтверждают снимки распределения магния и железа в рентгеновском K_{α} -излучении (рис. 1, II).

Размеры включений силикатного минерала находятся в пределах нескольких микрон, т. е. исключительно малы. Это и служит при обычных методах разделения непреодолимым препятствием для получения мономинеральных фракций магнетита для химического анализа.

Таким образом, магнетиты железорудных месторождений юга Сибирской платформы по химическому составу резко отличаются от магнезиоферритов р. Илимпеи. В свете приведенных данных следует считать, что укоренившиеся представления об их высокой магнезиальности ошибочны.

Авторы благодарны В. П. Афонину за содействие в проведении анализа магнетитов при помощи электронного зонда и обсуждение результатов.

Институт геохимии
Сибирского отделения Академии наук СССР
Иркутск

Поступило
20 VII 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Антипов, М. А. Иващенко и др., Ангаро-Илимпейские железорудные месторождения трапповой формации южной части Сибирской платформы, 1960. ² Н. В. Павлов, И. И. Чупрынина, Изв. АН СССР, сер. геол., № 10 (1960). ³ Н. В. Павлов, Магнетитовые месторождения района Тунгусской синеклизы Сибирской платформы, Изд. АН СССР, 1961. ⁴ Г. С. Гормашева, Л. Н. Матвеева, В. М. Новиков, Институт геохимии, Иркутск, Ежегодник по работам 1970 г.