

Ф. Н. ШАХОВ и В. С. ПОПОВ.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ МАГНЕЗИОФЕРРИТА В РАЙОНЕ Н. ТУНГУСКИ.

1. Введение.

Летом 1932 года партией инж. В. С. Попова, работавшего по заданию Комсеверопути, в районе Н. Тунгуски были осмотрены частично ранее известные ¹⁾, а также и вновь им открытые (Аянские) месторождения железных руд, очень близко напоминающие по геологической обстановке и составу известные месторождения Ангаро-Илимского района, на рудах которого работал Николаевский завод ²⁾. Оптическим обследованием было установлено, что по диагностическим признакам магнетит этих месторождений значительно отличается от нормальных магнетитов, встречающихся в рудах обыкновенных контактовых месторождений. Поэтому, с одной стороны, нами были организованы химические анализы этих руд, а с другой—проведены исследования магнитных руд Игирминского месторождения, каковые были доставлены в кабинет рудных месторождений студентом Г. Ф. Кулаковым, отбывавшим в 1931 году практику в Ангаро-Илимском районе. Во всех случаях анализы обнаружили в составе магнитных железняков значительное количество магния, что заставило нас отнести магнетит этих месторождений к группе магнезиоферрита, установив предварительно диагностические свойства этого до сих пор редкого минерала.

Настоящая статья составлена на основании материалов В. С. Попова Ф. Н. Шаховым; им же произведены и исследования магнезиоферрита в отраженном свете. Химические анализы минерала проводились в лаборатории Сиб. Хим. Института А. П. Калишевым и в лаборатории Зап. Сиб. ГРТ—А. И. Кутониным. Удельный вес минералов определен под руководством В. С. Попова прорабом Илимпейской партии Комсеверопути Ф. И. Кузнецовым

2. Месторождения магнезиоферрита.

Жилы магнезиоферрита, из которых были взяты образцы для исследования, находятся в следующих пунктах. На правом берегу р. Н. Тунгуски, в 150 км ниже села Ербогочен расположено Хома-

¹⁾ В. С. Соболев. К вопросу о распределении месторождений магнетита на сибирской платформе.—Изв. ВГРО, 1931, стр. 1551.

²⁾ С. А. Докторович-Гребницкий. Очерк железных месторождений Николаевского завода Иркутской губернии.—Тр. ГГРУ, вып. 33, 1931.

С. С. Смирнов. Железорудные м-ния Восточно-Сибирского края.—Иркутск, 1932, 13—31.

карское месторождение. Выхода Давакитской жилы обнаружены на левом берегу р. Н. Тунгуски, в 60 км выше устья р. Илимпеи, и месторождения Сверкающий Яр и Аянское находятся на р. Илимпее; первое, примерно, в 240, а второе—в 300 км от ее устья.

По характеру руд и строению рудных тел месторождения очень похожи одно на другое. Особенно хорошо обнажается „жила“ Давакитского месторождения в высоком берегу Н. Тунгуски, что позволяет наиболее полно охарактеризовать состав и строение рудного тела.

Из приложенного схематического разреза легко усмотреть, что жила Давакинского месторождения вскрывается рекой на глубину 80 м, обладая средней мощностью около 8 м. Это позволяет, если принять во внимание размеры месторождений Ангаро-Илимского района, отнести ее к крупным месторождениям этого типа ¹⁾. Вмещающими породами являются полого залегающие пермского возраста туффиты, в состав которых в значительном количестве входят обломки траппов. Жила обладает хорошо выраженной поясовой текстурой. Периферические участки состоят из массивных мелко, реже, тонко-зернистых и, в этом случае, волокнистых агрегатов, магнезиоферрита. Центральные участки сложены крупно—иногда грубозернистыми агрегатами магнезиоферрита шестоватой текстуры, причем своеобразные вытянутые шестоватые индивиды минерала располагаются перпендикулярно к зальбандам жилы. Наиболее поздним образованием следует считать красного цвета прожилки железосодержащих карбонатов, пересекающих тонкозернистые разности руд и имеющих тенденцию располагаться в зальбандах и по границе между поясами, сложенными грубощестоватыми и мелкозернистыми разностями описываемых руд. В шлифах в карбонатных рудах заметны лишь в очень небольшом количестве мелкие зерна магнезиоферрита; гематит отсутствует. Красная окраска руды, повидимому, связана с окислением железосодержащих карбонатов.

3. Химический состав исследованных руд.

Магнезиоферрит является в этих месторождениях главным рудообразующим минералом. Особенно чистыми по составу являются разности руд, обладающие грубозернистой шестоватой текстурой. Просмотром в отраженном свете отданного на химический анализ материала не обнаружено в руде значительных количеств посторонних минеральных примесей, в том числе и гематита. Данные химических анализов, выполненных лабораторией Сиб. Химико-Технологического Института под руководством А. П. Калишева, сведены в таблице.

О химическом составе минералов можно, на основании приведенного в таблице материала, составить следующее представление:

¹⁾ В районе Ангары обычно мощность жил не велика и редко превышает 4 м. Наиболее крупная сложная жила Красноярского месторождения обладает суммарной средней мощностью в 19 м, и запасы его оцениваются в 50 млн т. С. С. Смирнов, цит. выше, стр. 21—22.

а) MgO содержится в руке в слишком большом количестве; чтобы его можно было связать с посторонними минеральными примесями в рудной массе;

б) количество FeO в руде мало для построения формулы магнетита¹⁾, и лишь в сумме с MgO цифра, характеризующая количество этих окислов, может заменять в этой формуле FeO;

в) количество MgO меняется в различных образцах, и надо полагать, что это изменение нельзя приписать неточности анализа, т. к. с увеличением MgO уменьшается удельный вес минерала, приближаясь к таковому магнезиоферрита²⁾. Основываясь на данных химических анализов, мы необходимо приходим к выводу, что в наших руках MgO частично замещает в молекуле магнетита FeO, причем в данном случае величина этого замещения не превышает 50% всего количества FeO в молекуле магнетита.

Таким образом, исследованный минерал по химическому составу представляет магнетит, у которого часть FeO замещена MgO. Из группы шпинелей единственным подходящим минералом является магнезиоферрит, встреченный в небольших количествах в продуктах фумаролл извержения Везувия 1855 года. Существенными отличительными чертами нашего минерала является развитие его в больших массах и неполное замещение закиси железа—MgO. Последнее обстоятельство, как будто, дает право на особое выделение этого минерала в группе шпинелей, но, принимая во внимание колебание в составе этого минерала количеств MgO и обычное присутствие в составе магнетитов MgO³⁾, мы склоняемся к мнению, что магнетит и магнезиоферрит являются лишь конечными членами изоморфного ряда магнетит—магнезиоферрит, и исследованный минерал является одним из членов этого ряда.

4. Основные диагностические признаки магнезиоферрита из месторождений Н. Тунгуски.

Химический состав и удельный вес минералов уже выше были отмечены. Просмотр имеющегося в коллекции материала позволяет установить, что в пределах данных месторождений наиболее распространенной кристаллографической формой у этого минерала

	Аян	Сверк. яр	Хомакар
	в процентах		
SiO ₂	1.03	0.65	1.21
FeO	11.33	12.96	10.68
Fe ₂ O ₃	68.32	66.87	71.71
Al ₂ O ₃	0.84	4.22	1.00
CaO	1.02	1.04	1.14
MgO	13.32	12.07	11.72
TiO ₂	0.07	0.07	0.05
S	следы	0.13	0.05
P	следы	следы	следы
MnO	следы	следы	следы
Уд. в.	4.56	4.62	4.64
Текстура и структура руд	Массивная ровная нозерн. руда	Массивная ровная нозерн. руда	Шестоватые руды

¹⁾ Особенно если учесть отсутствие в руде гематита.

²⁾ E. Dana. The System of Mineralogy.—New-York, 1900, p. 226. Уд. вес—4.568—4.654.

³⁾ Rosenbusch-Mügge. Mikroskopische Physiographie, I Bd., 2 Hälfte. Stuttgart, 1927, S. 16.

является октаэдр в комбинации с ромбическим додекаэдром, причем грани последнего в некоторых случаях преобладают. Окраска минерала стальносерая с более сильным, чем у магнетита, металлическим блеском. Черта черносерая светлее таковой магнетита, и для некоторых разностей в окраске ее можно подметить слабые буроватые оттенки. Резко магнитен.

При исследовании в отраженном свете выявились диагностические признаки, позволяющие легко отличать этот минерал от магнетита. Твердость шлифования необычно высокая. Полируется с большим трудом, и только после предварительной обработки шлифа на коже, грубом и тонком полотне удается длительной (до 0,5 часа) полировкой на фетре с глиноземом получить сносно отполированную поверхность.

Отражательная способность подобна таковой магнетита и франклинита. Окраска серая. В тонких углублениях, всегда остающихся на заполированной поверхности, при внимательном рассмотрении с применением высокого увеличения иммерсионных объективов наблюдается красноватой окраски внутренний рефлекс, напоминающий по характеру таковой франклинита, только еще слабее и с буроватожелтыми оттенками. Изотропен. В скрещенных николях наблюдается почти полная темнота с очень слабым просветлением при применении сильного освещения.

50% HNO_3 , 50% HCl , KCN , FeCl_3 , KOH и HgCl_2 на минерал в течение двух минут не действуют совершенно. Структура травлением HF и раствором SnCl_2 в HCl не выявляется. Необходимо отметить, что в течение 5 минут травление поверхности шлифа этими реактивами выявило лишь трещины в минерале и царапины от шлифовки. Контуров зерен, внутренней структуры отдельных индивидов и вообще следов какого-либо химического воздействия, кроме слабого растворения, получить не удалось. Лишь в некоторых шлифах от воздействия раствора SnCl_2 в HCl было заметно кое-где, около отверстий и трещин слабое побурение.

5. Исследование магнетита из Игирминского месторождения (Ангари-Илимский район).

Руды месторождений Николаевского завода были исследованы Е. Е. Гуткиной¹⁾, которая отметила особую устойчивость при структурном травлении магнетита, входящего в состав этих руд. Кроме того, С. С. Смирнов при разборе химических анализов руд, по данным лаборатории Николаевского завода, отметил несоответствие содержания окиси и закиси железа относительно наблюдающихся в рудах количеств магнетита и гематита²⁾. Наконец, в трех

¹⁾ Докторович-Гребницкий, цит. выше, стр. 76.

²⁾ С. С. Смирнов, цит. выше. На стр. 23 имеем следующее примечание: „Соотношение окиси и закиси определено вряд ли верно. По анализам руда наполовину состояла из магнетита и гематита, между тем как последнего вообще немного“.

Настоящая статья была написана в начале 1933 года и опубликование ее по ряду причин затянулось. В конце 1933 года С. С. Смирновым была опубликована работа (Пробл. Сов. Геол., 1933, 10, стр. 97—121), в которой он отмечает присутствие магния в составе магнетитов из руд Ангари-Илимских м-ний.

из пяти приведенных им анализов количество MgO в рудах превышает 6%. Все эти данные заставили нас обратить внимание на эти руды, генезис которых, кстати, является идентичным таковому месторождений Н. Тунгуски.

Из имеющихся коллекций в кабинете рудных месторождений Томского индустриального института был отдан на анализ образец массивной руды Игирминского месторождения, состоящей, как показали исследования в отраженном свете, из магнетита радиально-лучистой текстуры с примесью в крайне незначительном количестве тонких иголочек (0.002 мм) гематита. Химический анализ, произведенный в лаборатории З. Сиб. Геол. Разв. Треста А. И. Кутониным, показал присутствие в руде 5.3% MgO . Удел. вес руды 4.87. Внешний облик и черта идентичны нормальным магнетитам.

Магнитные железняки этих месторождений полируются много легче магнетиоферритов Н. Тунгуски и подобно нормальным магнетитам позволяют без особого труда получать ровную заполированную поверхность. Отражательная способность и окраска сходны с нормальным магнетитом. В сравнении с магнетиоферритом иногда кажется более буроватым. HNO_3 (50%), HCl (50%), KCN , $FeCl_3$, KOH , $HgCl_2$ в течение одной минуты не действуют. Травление раствором $SnCl_2$ в конц. HCl в течение одной минуты выявляет сравнительно слабую структуру минеральных агрегатов. При травлении HF (одна минута) довольно четко выступают границы зерен и местами зонарное строение отдельных индивидов. В сравнении с обычными магнетитами последняя реакция протекает медленно. Так, в магнетитах из месторождений Темир-Тау и Абакана травлением HF выявляется четкая структура через 20—30 сек. Таким образом, и в этом случае данные химического анализа сочетаются со свойствами минерала (уд. в. и диагност. травление,) почему мы склонны рассматривать и эти магнетиты, как MgO сод. шпинели изоморфного ряда магнетит—магнетиоферрит.

6. Заключение.

1. В районе Н. Тунгуски известные и вновь обнаруженные железорудные месторождения идентичны по генезису с таковыми Ангара-Илимского района и принадлежат к группе контактовых, генетически связанных с инъекцией траппов.

2. Магнитные руды месторождений состоят существенно из минерала группы магнетиоферрита; в исследованных рудах этот минерал нужно рассматривать как магнетит, в котором FeO почти на 50% замещается MgO . Количество MgO в минерале, по данным химического анализа, колеблется от 11% до 13%.

3. По внешнему виду минерал очень похож на магнетит, но отличается от этого последнего следующими характерными признаками: а) уд. вес изменяется от 4.56 до 4.64; б) более светлая стальная серая черта; в) более высокая твердость шлифования; г) диагностически и структурно обычными реактивами не травится, в течение 5-ми минут на него совершенно не действует HF и раствор $SnCl_2$ в конц. HCl .

4. Можно предполагать, что присутствие MgO в магнетите вообще характерно для всех месторождений этого типа. Исследование руд из Игирминского месторождения Ангаро-Илимского района обнаружило наличие в магнетите MgO в размере 5.3%. Минерал по свойствам приближается к магнетиту: а) уд. вес—4.87; б) черта и твердость, как у магнетита; в) травится после сравнительно длительного (одна минута) воздействия на изолированную поверхность HCl и раствора $SnCl_2$ в конц. HCl .

5. Колебания MgO в составе рассмотренных магнетитов в сочетании с изменением свойств данных минералов заставляют предполагать о существовании непрерывного изоморфного ряда магнетит—магнезиоферрит, отдельными членами которого являются исследованные нами минералы.

6. Находка магнезиоферрита представляет известный интерес с точки зрения описательной и генетической минералогии, так как данный минерал обнаружен был прежде лишь в небольших количествах, как продукт деятельности фумаролл при извержении Везувия. Но так как в данном случае скопления этого минерала найдены в количествах, заслуживающих промышленного интереса, то обнаружение MgO в составе молекулы магнетита имеет серьезное значение уже и с точки зрения технологии железных руд. На основании проведенных исследований уже можно говорить об отличной от нормальных магнетитов химической активности исследованного минерала. Трудно думать, чтобы, в связи с вхождением MgO в состав магнетита, не имело места и изменение таких его свойств, как температур плавления и кристаллизации. Может быть, исследование минерала с этой точки зрения не только окажется полезным для правильного расчета технологического процесса, но и увяжет специфичность состава этих руд с специфичной для них текстурой, оолитово-подобный характер которой остается до сих пор не разрешенной загадкой.

7. Наконец, необходимо отметить, что до сих пор на химический состав магнетитов контактовых месторождений вообще обращалось очень слабое внимание, между тем, как показывает выше изложенный материал, состав этих минералов, повидимому, гораздо сложнее, чем это кажется на первый взгляд. Кроме MgO , в состав молекулы магнетита могут входить MnO , TiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , что во многих случаях, видимо, можно связывать с специфичностью состава материнской магмы. Кроме того, по нашему мнению, анализы магнетитов, особенно месторождений важных для промышленности, могут дать ряд ценных данных, интересных не только для решения генетических вопросов, но и для металлургических расчетов.

SUMMARY.

1. The explored as well as the discovered iron-ore deposits in the district of the riv. L. Tungooska are identical by their genesis to those of the Angaro-Ilimsky Region and belong to the group of contact ones being genetically dependent on the intrusion of traps.

2. The magnetic ores of these deposits consist essentially of a mineral belonging to the group of magnesium-ferrite. In the studied ores this mineral is to be considered as magnetite, in which FeO is partly replaced by MgO. The amount of MgO in the mineral according to the data of a chemical analysis ranges from 11 to 13 p. c.

3. By its outward appearance this mineral is very similar to magnetite, but it differs from the last by the following characteristic features: a) the specific gravity varies from 4.56 to 4.64; b) it has a lighter steel-gray streak; c) it is harder in polishing; d) it cannot be etched diagnostically or with regard its structure by means of common reagents: HF and the solution of SnCl₂ in the concentr. HCl have no effect on it during 5 minutes.

4. It is possible to suggest that the presence of MgO in the magnetite is characteristic for all the deposits of this type. The study of ores from the Iggirminsky deposit of the Angaro-Ilimsky district discovered the presence of MgO in the magnetite amounting to 5.3 p.c. The mineral approaches to magnetite by its properties: a) its specific gravity is 4.87; b) its streak and hardness are identical to those of magnetite; c) it is etched after a long (one minute) action of HF and of SnCl₂ in the concentr. HCl on its polished surface.

5. The variations of the content of MgO in the composition of the examined magnetites together with the alteration of properties of the given minerals make us suggest the existence of an unbroken isomorphous range magnetite—magnesium-ferrite, the minerals studied being separate members of this row.

6. The finding of magnesium-ferrite presents a certain interest from the point of view of the descriptive and genetic mineralogy, for the mentioned mineral was formerly discovered only in small amounts as a product of the activity of fumaroles at the eruption of Vesuvium. But, since in this case the accumulations of this mineral were found in quantities worth of economic interest, the discovery of MgO in the composition of the molecules of magnetite is of a considerable importance even from the point of view of the technology of iron-ores only.

7. It is to be mentioned, at last, that in general very little attention has been as yet paid upon the chemical composition of magnetite of contact deposits, whilst the above given material of study proves that the composition of these minerals is apparently much more complicate than it seems to be from the first sight. Other oxides too as MnO, TiO₂, Al₂O₃ and Cr₂O₃ may enter into the composition of a molecule of magnetite, besides MgO.

Translated by B. Gootovskaya.