

Рис. 5. Скопления веретенновидных выделений коффинита, отлагающиеся на протравленной поверхности мелкообломочного материала. Справа приведена точечно-кольцевая текстурированная микродифракционная картина коффинита, характеризующая эти выделения

Следует отметить, что высокое разрешение, достигаемое при использовании электронно-микроскопических методов, показывает целый ряд тонких особенностей состава и строения минеральных фаз тонкодисперсных руд в значительной степени определяющих поведение этих руд в технологических процессах. Информация по наноминералогии, в частности, упорного золотосодержащего и тонкодисперсного уранового сырья, в ближайшем будущем будет способствовать повышению эффективности переработки этих видов полезных ископаемых.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ СКАРНОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЮНЬЯГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Азарнова Л.А.

ФГУП «ВИМС», г. Москва

Юньягинское железорудное месторождение расположено на восточном склоне Полярного Урала (Ямало-Ненецкий АО). В тектоническом отношении оно находится в пределах Щучинского синклинория.

Месторождение приурочено к контакту эффузивно-осадочных пород с кислыми интрузиями и представлено довольно мощной и сложной зоной скарнированных пород и известковых скарнов, к которым приурочено магнетитовое оруденение. Предполагается, что месторождениями-аналогами для Юньягинского могут служить железорудные скарновые месторождения Тагильского прогиба (тагильский промышленный тип).

Характерными особенностями вещественного состава магнетитовых руд месторождений скарновой известковой формации, влияющими на эффективность процессов обогащения, являются разнообразие текстур руд, широкие вариации размеров магнетита и густоты его вкрапленности в пределах одного рудного тела, неоднородность магнетита, присутствие в ассоциации с магнетитом сульфидной минерализации, в том числе пирротиновой (до 5%), и соответственно повышенная сернистость руд.

При изучении керна рудных интервалов Юньягинского месторождения методами технологической минералогии предпринята попытка рассмотреть эти аспекты и дать прогноз обогатимости руды.

Магнетитовая руда представлена скарнами гранат-пироксен-магнетитового и гранат-пироксен-эпидот-магнетитового состава с хлоритом и амфиболом. Характерно непостоянство соотношения главных рудообразующих минералов. Визуально по содержанию магнетита выделяются относительно бедные и богатые магнетитом скарны, последние вплоть до сплошных руд. Более бедные руды имеют преимущественно

вкрапленные текстуры, более богатые – брекчиевидные и пятнистые, редко сплошные. Неравномерное распределение магнетита в руде в виде отдельных скоплений определяет возможную эффективность кускового и сухого обогащения.

При минерографическом анализе рудных скарнов установлено, что структуры магнетита преимущественно гранобластовые (образует отдельные зерна) и порфиroidные (более крупные кристаллы или их сростки на фоне более мелкой вкрапленности), реже сидеронитовые (проникает по трещинкам, границам кристаллов пироксена, редко граната, как бы пропитывает скарн). Характерны «ситовидные» кристаллы магнетита, характеризующиеся присутствием значительного количества силикатных включений, а также крупные интенсивно поддробленные монокристаллы.

По данным гранулометрического анализа (результаты анализа 11 аншлифов, проанализировано свыше 56 000 зерен), размер зерен магнетита колеблется от первых микрон до 1,7 мм. В целом зерна магнетита и фрагменты его порфирикristов субизометричны (значение удлинения¹ 2,10) со сложными извилистыми, неровными границами взаимопроникновения с железистыми силикатами и пиритом (среднее значение изрезанности² 0,40).

Количественно в руде преобладает дисперсный магнетит (в классе $-0,044$ мм содержится 85,3% минерала), составляя по массе 10,6%. Таким образом, теоретически максимально возможно извлечь из руды при ее измельчении до 0,044 мм не менее 89,4% минерала.

Как видно по гистограмме распределения магнетита по классам крупности (рис. 1), уже в классе $-1+0,5$ мм сосредоточено 25,7% магнетита по массе, что позволяет, в принципе, рекомендовать начальную крупность измельчения – 1 мм, чтобы избежать переизмельчения минерала. Однако наличие в магнетите силикатных включений, его пойкилитовые сростания с силикатами и пиритом, существенно влияют на тонину измельчения. Практически, магнетит в руде образует труднораскрываемые сростания с другими рудообразующими минералами, предопределяя необходимость тонкого измельчения для получения кондиционных концентратов.

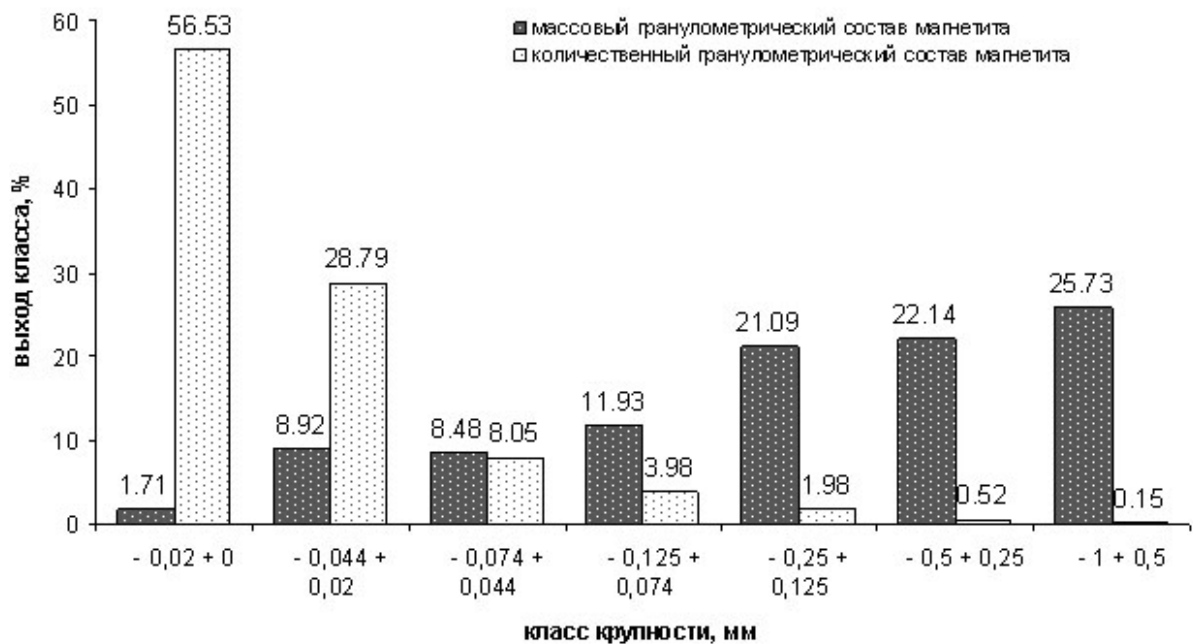


Рис. 1. Гистограмма распределения магнетита Юньягинского месторождения по классам крупности

Другую сложность при обогащении будут представлять сростки магнетита с пиритом. Так как пирит развивается преимущественно за счет магнетита, то он образует с ним как прямолинейные, так и весьма сложные сростания – сростания типа замещения, обусловленных замещением магнетита пиритом вплоть до полных псевдоморфоз). Такие сростания являются весьма труднораскрываемыми, что приведет, с одной стороны, к потерям пирита, а с другой – к засорению магнетитового концентрата серой пирита.

Гетерогенность магнетита и особенности его состава также непосредственно влияют на качество получаемого концентрата – на содержание в нем железа и других элементов. Содержание железа в изученном магнетите составляет по данным микрорентгеноспектрального анализа 70,9%.

Таким образом, при исследовании железных руд Юньягинского месторождения методами технологической минералогии установлено:

¹ Вычисляется как отношение длинной оси к короткой.

² Здесь отношение приведенного периметра к реальному и сравнивается с единицей (приведенный периметр=реальный периметр).

1. Магнетит характеризуется разнообразной морфологией (зерна от ультрамикроскопических до размера в первые миллиметры; вроски и «цемент» в силикатной матрице рудовмещающих скарнов) и неравномерно распределен в скарнах, что обуславливает контрастность руды и возможность применения методов крупнокускового обогащения и сухой магнитной сепарации;

2. Сложные сростания магнетита (пойкилитовые, мирмекитоподобные) как с рудными, так и нерудными минералами предопределяют необходимость применения тонкого измельчения до 0,044 мм для получения высококачественных железных концентратов, при этом теоретически максимально возможно извлечь из руды не менее 89,4% магнетита;

3. Присутствие сростаний магнетита с пиритом типа замещения определяют практическую невозможность их полного разделения при процессах измельчения, что обуславливает неизбежное засорение железного концентрата серой пирита;

4. Состав магнетита (содержание в нем железа 70,9%) определяет предельно возможное извлечение магнетитового железа в концентрат.

МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ Ni-Cu-Co РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШАНУЧ (КАМЧАТКА)

Левченко Е.Н., Максимюк И.Е.

ФГУП «ИМГРЭ», Москва

Минералогическая характеристика исходной руды

Минеральный состав пробы месторождения Шануч типичен для медно-никелевых месторождений и представлен, главным образом, пентландитом, пирротинном, виоларитом и халькопиритом. Кроме того, в руде присутствуют более 40 минералов второстепенных и редко встречающихся. Минералогические исследования руды проводились, главным образом, под микроскопом в полированных шлифах.

Результаты исследований минерального состава руд, вошедших в технологическую пробу ТХ-1, сведены в прилагающейся таблице 1.

Таблица 1

Минеральный состав Ni -Cu- Co руд, вошедших в технологическую пробу ТХ-1
(по наблюдениям в полированных и прозрачных шлифах)

Минеральный состав	Шлифы ТХ-1/1		Шлифы ТХ-1/6	
	Гранитоид с умеренно-сульфидным Cu-Ni оруденением. 3-7% сульфидов		Массивные сульфидные Cu-Ni руды в гнейсах. 60-85% сульфидов	
	Содержания минералов, %	Размеры зерен, мм	Содержания минералов, %	Размеры зерен, мм
Пирротин	1-2	0,п	До 45-65	До п и более
Пентландит	Около1	0,п	2-25	0,0п-5
Халькопирит	3-4	До 5	2-10	0,0п-4
Виоларит	0,1	Очень мелкий	До первых%%	Очень мелкий
Валлерит	Акцессорный*)	Очень мелкий	Акцессорный	0,0п-5
Пирит	Акцессорный*)	-«-	-	-
Марказит	Ед. зн.	-«-	-	-
«Шпинелиды»**)	Акцессорный	-«-	Акцессорный	0,00п-0,00п
Герсдорфит	Ед. зн.	0,03x0,04	Ед. зн.	0,00п-0,00п
Платина самор.(?)	-	-	Ед. зн.	0,002-0,003
Миллерит	-	-	То же	0,1x0,003
Сфалерит	-	-	-«-	0,075
Плагиоклаз	55-60	До 0,8-1,5	5-15	До 1,5-2
КПШ	(вместе с КПШ)	До 0,8-1,5	-	-
Кварц	35-40	0,0п-1,5	5-15	до 0,8-1
Амфибол	-	-	5-15	До 1,5-2
Флогопит	0,5-1	До 0,5	5-15	0,1-2
Хлорит	Акцессорный	0,1-0,2	Акцессорный	Мелкий
Сидерит	1-2	0,1-0,5	До 1-2	Микропрожилки
Апатит	Акцессорный	0,05-0,1	Акцессорный	До 0,2-0,6
Рутил	Акцессорный	До 0,05-0,2	Акцессорный	Очень мелкий
Серицит	До 0,5-1	Очень мелкий	До 0,5-1	Микропрожилки
Турмалин	-	-	Ед. зн.	Ед. зн.

Примечание: *) Акцессорные минералы встречаются в содержаниях 0,0п-0,3%; ед. зн. – находки одиночных зёрен. **) «Шпинелиды» – условно объединённые в одну группу изотропные минералы, имеющие в отраженном свете относительно повышенный рельеф, низкое отражение, серый цвет. Все они часто образуют хорошо оформленные кристаллы или изометричные зерна.