

Н. П. Сафина
Институт минералогии УрО РАН,
Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс
safina@ilmeny.ac.ru

Текстурно-минералогическая характеристика сульфидных руд Тарньерского медно-цинково-колчеданного месторождения (Северный Урал)

Введение. Тарньерское колчеданное месторождение располагается в области северного замыкания Сакмарско-Тагильской металлогенической зоны [Медноколчеданные..., 1988]. Месторождение находится в Ивдельском рудном районе, на расстоянии более 100 км от хорошо изученных районов Сакмарско-Тагильской мегазоны (Карпинский, Красноуральский, Кабанский и др.). Целью настоящей исследования явилось выявление первичных признаков литогенеза в метаморфизованных сульфидных рудах Тарньерского месторождения. Задачи исследований включали изучение текстур, структур и минералогии руд, а также сравнительный анализ полученных результатов.

В 2010 г. автором было проведено картирование текстурно-минералогических типов руд Тарньерского месторождений в пределах действующего карьера. Применение рудно-фациального анализа [Масленников, Зайков, 2006] позволило классифицировать руды по механизму их формирования. Дальнейшие исследования проводились в лаборатории минералогии рудогенеза ИМин УрО РАН с применением методов оптической микроскопии, дополненных структурным травлением, магнитной порошкографией и методом термо-ЭДС.

Геологическое строение месторождения. Тарньерское месторождение приурочено к одноименной вулканотектонической депрессии в силурийско-ордовикских породах в северо-восточном экзоконтакте Помурской интрузии [Медноколчеданные..., 1988]. Структурное положение месторождения определяется субширотной контактовой зоной интрузии с вмещающими вулканогенными породами. Вмещающая толща представлена ороговикованными порфиритами андезитового и дацитового (риодацитового) состава, кварц-плагиоклазовыми и пирит-серицит-кварцевыми породами. Роговики принадлежат амфиболитовой фации метаморфизма. Рудная зона близка к вертикальному падению и включает 7 рудных тел. Внедрение интрузии, а также связанных с нею жил габброидов, диабазовых порфиритов, диоритов, микродиоритов, плагиогранитов, кварц-полевошпатовых пегматоидов [Кусков, Нестеров, 1970ф] привели к нарушению первичного залегания рудной залежи и регенерации руд. Средние содержания Cu и Zn в рудах месторождения составляют 1.44 % и 5.47 % соответственно. Содержания Au выше 1 г/т и Ag до 80 г/т связаны с внутрирудными и околорудными дайками [Белогуб, Новоселов, 2008ф].

Главными минералами руд Тарньерского месторождения является пирит, пирротин, сфалерит и халькопирит [Ярош, 1973; Медноколчеданные..., 1988]. Второстепенные минералы представлены марказитом, галенитом, молибденитом и магнетитом. Набор аксессуарных минералов дополнен находками самородного висмута, козалита, цумоита, свинцовистого цумоита и шпинели [Белогуб и др., 2010].

Типы руд. В июне 2010 года глубина карьера составляла 100 м. В его центральной части было вскрыто рудное тело № 3, в небольшом объеме обнаружены

выходы рудных тел №№ 1 и 2. Рудные тела представлены близко расположенными субвертикальными линзами. В их составе преобладают порфиroidные неяснополосчатые руды при подчиненном развитии пятнистых, массивных и обломочных разновидностей.

В рудном теле № 1 неяснополосчатые руды характеризуются чередованием линзовидных полос пирротина в сфалеритовой матрице с редкими порфиroidными кристаллами пирита и их сростками размером 1–2 см. Кристаллы пирита огибаются агрегатами сфалерита и пирротина. В прослоях, насыщенных пиритом (до 50 %), появляется халькопирит, образующий оторочки вокруг пиритовых агрегатов размером от 0.2 до 1 см. Исключительно на границе между различными по минеральному составу прослоями размеры пиритовых зерен достигают 1 см.

В составе рудного тела № 2 были обнаружены пятнистые руды пирит-сфалерит-халькопирит-пирротинового состава. Нечеткие халькопирит-пиритовые агрегаты размером до 3 см образуют пятна на фоне пирротина с ксеноморфными включениями сфалерита и халькопирита. В юго-восточной части карьера на выклинке этого рудного тела в пятнистых рудах преобладают сфалерит и халькопирит при подчиненном развитии пирротина. Сдвойникованные сростки сфалерита с рваными контурами, реже – изометричными очертаниями размером до 1 см располагаются в пирротин-халькопиритовых агрегатах. Отмечается коррозия и пересечение зерен сфалерита цементирующей матрицей.

Рудное тело № 3 сложено неяснополосчатыми, полосчатыми и массивными рудами, сменяющими друг друга по латерали. На юго-востоке рудного тела преобладают неяснополосчатые халькопирит-пирит-сфалерит-пирротинные руды, в центральной части – полосчатые халькопирит-сфалерит-пиритовые и в северо-западной части – массивные пирит-пирротинные. Особенностью неяснополосчатых руд является ритмичность в чередовании прослоев пирротина с ксеноморфными включениями сфалерита и пирита с оторочкой халькопирита в сфалеритовой матрице. Мощность прослоев изменяется от 0.5 до 2 см. Полосчатые руды из центральной части сложены пиритовыми и пирротин-сфалерит-пиритовыми прослоями мощностью 1–10 см. Для первых характерно равномернозернистое строение. Пирит представлен округлыми, часто катаклазированными зернами размером 0.7–1 см, сцементированными халькопиритом и сфалеритом. В пирротин-сфалерит-пиритовых прослоях пирит представлен угловатыми, реже изометричными зернами размером до 0.5 см. Содержание сфалерита в матрице возрастает до 30 %, отмечается наложенный характер пирротина. Между прослоями отмечаются четкие волнистые границы. В массивных пирротинных рудах присутствуют включения нерудных минералов и участки округлых пиритовых зерен.

Важными для классификации руд по механизму их формирования являются находки обломочных руд, обнаруженные в негабаритных образцах на небольшом удалении от коренных выходов рудного тела № 3 (ранее они были отмечены в составе рудного тела № 2 [Белогуб, Новоселов, 2008ф]). Обломочные руды характеризуются полосчатой текстурой с градиционной сортировкой сульфидного материала. Мощность прослоев напрямую связана с крупностью слагающего их материала. Границы между прослоями четкие, заливчатые. Прослои различаются по степени их насыщенности пиритом и сфалеритом. С уменьшением мощности от 15 до 3 см количество сфалерита, цементирующего угловатые зерна пирита размером до 0.5 см, возрастает. В подошве пирит присутствует в виде трещиноватой сплошной массы, пронизанной сфалеритом и нерудными минералами. В подстилающем прослое мощностью 1 см количество сульфидов снижается до 70 % и возрастает роль нерудного ма-

териала. Размер угловатых пиритовых обломков не превышает 0.2 см. Халькопирит образует линзовидные фрагменты, вытянутые согласно напластованию. Сортировка сульфидного материала не наблюдается. Наложенные деформации проявляются в дроблении халькопирит-сфалерит-пирротиновых прослоев, смещении их частей и цементации более поздним агрегатом кристаллического пирита и халькопирита.

Особенности пирита и пирротина. Порфиридные кристаллы пирита, широко распространенные в рудах Тарьнерского месторождения, не поддаются травлению. Однако с помощью метода термо-ЭДС были получены данные, свидетельствующие об их различии. Так, в неяснополосчатых рудах единичные сростки кристаллического пирита в пирит-сфалерит-пирротиновой ассоциации характеризуются исключительно отрицательными значениями (от -182 до -262 мВ/°С). В халькопирит-пирротин-сфалерит-пиритовой ассоциации зерна пирита отчетливой эллипсоидной формы и выдержанных размеров часто трещиноваты, и по трещинам развивается халькопирит. Показатели термо-ЭДС такого пирита r-типа сильно варьируют от $+135$ до $+396$ мВ/°С. В пирит-сфалеритовой ассоциации округлые и угловатые агрегаты пирита, имеющие r-тип проводимости, характеризуются высокими значениями термо-ЭДС (от $+109$ до $+258$ мВ/°С). Положительные значения термо-ЭДС ($+66...+133$ мВ/°С) также были отмечены для сростков кристаллического пирита в пятнистых рудах сфалерит-халькопирит-пирит-пирротиновой ассоциации. Порфиридные вкрапленники кристаллического пирита до 2 см в сечении сосредоточены в пирротине с ксеноморфными включениями халькопирита и сфалерита. Пирит катаклазирован, имеет пластинчатое строение. Пирит в аналогичной минеральной ассоциации установлен в пирит-пирротиновых рудах сульфидно-скарнового Западного рудопоявления (Полярный Урал) [Сафина и др., 2010]. Зафиксированные значения термо-ЭДС в пирите Западного рудопоявления изменяются от $+100$ до $+151$ мВ/°С.

Методом магнитной порошкографии установлено наличие двух разновидностей пирротина – немагнитной гексагональной и магнитной моноклинной. Округлые и угловатые агрегаты, а также сростки кристаллического пирита сосредоточены в гексагональном пирротине с ксеноморфными включениями халькопирита и сфалерита. С помощью структурного травления в пирротине выявлены двойники деформации в виде изогнутых пластин и участки, сложенные мелкозернистым пирротинном, состоящим из изометричных зерен. Магнитная суспензия притягивается к трещинам, а также концентрируется вокруг кристаллов пирита.

Таким же образом был исследован пирротин метаморфизованных Западного рудопоявления, Маукского и Юлукского колчеданных месторождений (Средний и Южный Урал, соответственно) [Сафина, Аптикеев, 2010]. Установлено, что пластинчатый пирротин из сфалерит-халькопирит-пирротиновых руд Западного рудопоявления характеризуется присутствием двух модификаций в равных соотношениях. Пирротин Маукского месторождения, слагающий полосчатые пирит-пирротиновые руды, отличается кристаллическим строением. В центре субгедральных кристаллов присутствует немагнитный гексагональный пирротин, окруженный прерывистой каймой магнитного моноклинного пирротина. Для пирит-халькопирит-пирротиновых руд Юлукского месторождения характерны три разновидности кристаллического пирротина, с преобладанием первой и второй немагнитных модификаций. Магнитный пластинчатый пирротин, как и на Маукском месторождении, слагает каймы вокруг второй разновидности.

Выводы. В целом, текстурно-минералогический анализ руд Тарьнерского месторождения показал, что существуют ранние и поздние руды. Ранние характеризу-

ются обломочной текстурой, а поздние отличаются наложенной сульфидной минерализацией и характеризуются неяснополосчатой и порфирированной текстурами. Признаки обломочного происхождения затушеваны поздними процессами, вследствие чего обломки приобретают вид пятен, округлых зерен или кристаллов. Ритмичность в чередовании прослоев, различающихся по минеральному составу и крупности пиритовых зерен, и присутствие четких и волнистых границ между прослоями позволяют предполагать, что неяснополосчатые разности являются представителями рудокластических фаций, широко распространенные на слабо- и умереннометаморфизованных колчеданных объектах Урала.

Пирит из неяснополосчатых руд, входящий в состав различных минеральных ассоциаций, отличается типом проводимости и значениями термо-ЭДС. В разностях, обогащенных железистым сфалеритом и пирротинном, пирит характеризуется электронной проводимостью с высокими отрицательными значениями термо-ЭДС. В ассоциации с пирротинном и/или сфалеритом распространен пирит, имеющий дырочный r-тип проводимости с положительными значениями термо-ЭДС. При этом небольшое понижение значений термо-ЭДС зафиксировано для пластинчатого пирита, ассоциирующего с пирротинном и халькопиритом.

Результаты исследования пирротина в рудах как контактово-метаморфизованных (Тарньерское и Западное), так и регионально-метаморфизованных (Маукское, Юлукское) объектов указывают на то, что сначала была образована его ранняя гексагональная (немагнитная) модификация и на более поздней стадии – моноклинная (магнитная).

Автор благодарит главного геолога ОАО «Святогор» В. В. Зверева за содействие в организации полевых работ. Работа проводилась при финансовой поддержке Минобрнауки (ГК П237).

Литература

Белогуб Е. В., Новоселов К. А. Минералого-петрографическое картирование карьера Тарньерского месторождения. Отчет по договору № 15/5-08. Миасс: ИМин УрО РАН, 2008ф. 95 с.

Белогуб Е. В., Молошаг В. П., Новоселов К. А., Котляров В. А. Самородный висмут, цумоит и свинцовистая разновидность цумоита из Тарньерского медно-цинково-колчеданного месторождения (Северный Урал) // Записки РМО. 2010. Ч. 139. Вып. 6. С. 82–93.

Кусков И. Н., Нестеров В. Н. Тарньерское колчеданное месторождение медно-цинковых руд. Отчет Лангурской партии на 1965–1970 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 1 июня 1970 г. Ивдель, 1970ф.

Масленников В. В., Зайков В. В. Метод рудно-фациального анализа в геологии колчеданных месторождений: учебное пособие. Челябинск: ЮУрГУ, 2006. 224 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение / В. А. Прокин, Ф. П. Буслаев, М. И. Исмагилов и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1988. 241 с.

Сафина Н. П., Антипеев Е. Р. Исследование пирротинных метаморфизованных руд методом магнитной порошкографии // Мат. II Всерос. молодежн. науч. конф. «Минералы: строение, свойства, методы исследования». Миасс: ИМин УрО РАН, 2010. С. 319–322.

Сафина Н. П., Масленников В. В., Масленникова С. П., Глушков А. Н. Минералого-геохимические особенности сульфидных руд рудопроявления Западное, Приполярный Урал // Мат. 13-й научно-практ. конф. «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – ЮГРБ». Ханты-Мансийск, 2010. Т. 2. С. 492–500.

Ярош П. Я. Диагенез и метаморфизм колчеданных руд на Урале. М.: Наука, 1973. 240 с.