

М. Е. Пritchин, Е. И. Сорока, О. Л. Галахова, С. П. Главатских
Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
pritchin@igg.uran.ru

Брейнерит в околорудных породах Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал)

Сафьяновское медноколчеданное месторождение находится в 10 км северо-восточнее г. Реж (Свердловская область) и приурочено к южной части Режевской структурно-формационной зоны [Язева и др., 2001]. Массивные колчеданные и медно-цинковые руды месторождения локализованы в измененных вулканитах кислото-среднего состава и обрабатываются карьером, глубина которого в настоящее время приближается к 200 м. Прожилково-вкрапленные руды составляют половину запасов месторождения и будут обрабатываться шахтным способом.

Метасоматический ореол месторождения имеет субмеридиональное простирание и крутое падение на запад. Его длина более 1 км, мощность по латерали более 200 м, по вертикали 500 м [Коровко и др., 1991]. Карбонатизация прослеживается в околорудных породах и в метасоматитах подрудной зоны [Грабежев и др., 2001; Грабежев, 2004]. В околорудных породах выделены зоны каолинит-карбонат-кварцевых метасоматитов, хлорит-гидросерицит-кварцевых, карбонат-гидросерицит-хлорит-кварцевых и кварцевых метасоматитов. В карбонат-гидросерицит-хлорит-кварцевых метасоматитах встречаются доломит, магнезит и кальцит. В надколчеданной части

месторождения отмечены частично измененные кислые вулканогенно-осадочные породы с участками диккит-каолинит-анкерит-кварцевых метасоматитов [Грабежев и др., 2001]. На северном фланге месторождения карбонатно-хлоритовые (доломитсодержащие) метасоматиты ассоциируют с медно-цинковыми вкрапленными рудами, а кварц-хлоритовые метасоматиты – с медными штокверковыми [Язева и др., 1991]. Установлено зональное распределение карбонатов в пределах этого ореола: по мере приближения к богатым медным рудам доломит сменяется брейнеритом, затем – пистомезитом и сидероплезитом [Язева и др., 1991].

Нами исследована карбонатная минерализация околорудных пород юго-восточного борта карьера. По данным рентгенофазового анализа (анализ выполнен на дифрактометре XRD-7000 (Shimadzu) в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН, оператор О. Л. Галахова), вмещающая порода состоит преимущественно из кварца, железистого хлорита, гидрослюд, карбоната (магнезит-доломит). Магнезит представлен железистой разновидностью – брейнеритом. В результате микроскопических исследований в изучаемых породах выявлено три типа брейнерита.

Первый тип представлен вкрапленниками размером не более 0.5 мм, равномерно распределенными в основной массе вмещающей породы. Вкрапленники имеют округлую форму с зазубренными краями и содержат многочисленные микровключения кварца и каолинита. По мере увеличения размера они полностью очищаются от включений. Вкрапленники состоят из тонкозернистого брейнерита, который образует изоморфный ряд с сидеритом $MgCO_3-FeCO_3$. Содержание железа в брейнерите колеблется от 12.5 до 20 ат. %.

Второй тип представлен тонкими (до 0.6 мм) протяженными (до нескольких сантиметров) прожилками брейнерита в породе (обр. 48/2). В прожилках содержание Fe возрастает от 5–6 ат. % на контакте с вмещающими породами и до 17–19 ат. % – в центре прожилка (рис.). Нередко центральная часть прожилков выполнена кварцем.

Третий тип представлен жилами мощностью до первых сантиметров, выполняющими трещины отрыва и скалывания в измененных вулканитах юго-восточного борта карьера (горизонты 100.0–82.0 м, отсчет от забоя). Жилы выполнены доломитом и магнезитом. Их основные пики хорошо проявлены на дифрактограмме: для магнезита – 2.754; 2.517; 2.111; 1.945; 1.708 Å; для доломита – 2.888; 2.194; 2.017; 1.805 (обр. 48/2a). По результатам рентгеноструктурного анализа определены параметры кристаллической решетки, которые несколько больше обычных: для магнезита – $a = 4.64$ Å, $c = 15.08$ Å, для доломита – $a = 4.81$ Å, $c = 16.05$ Å, что свидетельствует об изменчивости состава в результате изоморфных замещений Mg–Fe.

Карбонатные жилы имеют отчетливое зональное строение. Первоначально стенки трещин были инкрустированы кристаллами магнезита с ярко выраженным геометрическим отбором роста. Размер зерен магнезита составляет около 5 мм при соотношении длины к ширине 7:1. Внутренняя часть жил выполнена крупнозернистыми гипидиоморфными зернами доломита размером до 1 см. По данным электронной микроскопии (обр. 48/12, 49/12), содержание Fe в магнезите колеблется от 2 до 8 ат. %. Содержание Ca и Mg в доломите равномерно во всем объеме зерен и составляет 24 ат. %, содержание Fe в доломите – от 0 до 0.8 ат. %. Жилы нередко подвержены дроблению и характеризуются наложенной кварц-брейнеритовой минерализацией. Брейнерит представлен мелкозернистым агрегатом удлинённых зерен размером не более 1 мм, пустоты между которыми заполнены кварцем. Содержание Fe в брейнерите колеблется в узком интервале 4.5–6 ат. %.

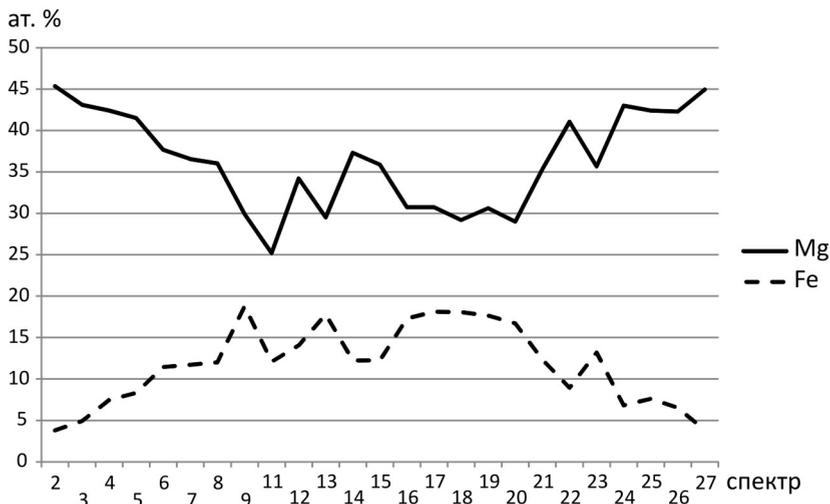


Рис. Изменение содержаний Fe и Mg вкрест карбонатного прожилка (обр. 48/2) по данным электронной микроскопии (СЭМ JSM-6390LV (JEOL) с ЭДС-спектрометром Inca Energy 450).

Результаты макро- и микроскопического исследований, а также особенности химического состава карбонатов указывают на то, они являются естественным продолжением пострудных преобразований вмещающих пород и их тектонического разрушения при релаксации внутренних напряжений [Кисин, Притчин, 2011]. Результатом релаксации стала многочисленная микропрожилковая минерализация, на которую, в свою очередь, наложены многофазные брейнерит-доломитовые жилы, контролируемые тектоническими зонами небольшой протяженности. Изучение взаимоотношений карбонатных вкрапленников, прожилков и жил установило последовательное отложение нескольких минеральных фаз, а также нестабильность режима минералообразования. В общем, последовательность образования карбонатов следующая: 1) ранняя – вкрапленный брейнерит; 2) прожилки брейнерита; 3) инкрустационный брейнерит в крупных трещинах; 4) доломит в пустотах крупных карбонатных жил; 5) поздняя, наложенная на крупные жилы кварц-брейнеритовая минерализация. Нужно отметить, что в работе [Мурзин и др., 2010], где рассматриваются условия минералообразования барит-сульфидных жил Сафьяновского месторождения, также отмечается влияние деформаций на смену условий минералообразования.

Согласно экспериментальным данным [Зарайский, 1989], карбонаты ряда магнетит-сидерит образуются в результате воздействия растворов с углекислотой в относительно низкотемпературных условиях (250–270 °С). Распределение железа в экспериментах между железистым доломитом и брейнеритом происходит в пользу последнего. С понижением температуры от 300 до 250 °С количество брейнерита увеличивается, а его железистость возрастает. При температурах выше 300 °С брейнерит отсутствует, а анкерит (железистый доломит) становится более магниезальным и приближается к маложелезистому доломиту [Зарайский, 1989]. Таким образом, можно предположить, что образование брейнерита в околорудных породах Сафьяновского месторождения происходило при температуре не выше 260 °С.

Для колчеданных месторождений характерно, что в процессе рудообразования Mg выносится из зоны развития серицит-кварцевых пород (рудоподводящего канала) и концентрируется в хлоритсодержащих метасоматитах по периферии зоны серицит-кварцевых пород [Медноколчеданные..., 1992]. Нужно отметить, что брейнерит известен в околорудных породах ряда колчеданных месторождений Урала, в частности, Узельгинского рудного поля (Южный Урал). Предполагается, что ореол околорудной карбонатизации также имеет зональное строение, обусловленное изменением состава карбонатов относительно рудных тел [Исмагилов, 1989]. В общих чертах околорудная карбонатизация пород Сафьяновского месторождения подобна той, что проявлена в породах Узельгинского рудного поля. Однако для Сафьяновского месторождения нужно отметить влияние пострудных тектонических подвижек, способствующих образованию наложенных жильных карбонатов: железистого магнетита (брейнерита) и доломита.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Современные низкотемпературные рудоносные гидросистемы колчеданных месторождений Урала, их роль в балансе запасов руды и использование в прогнозно-поисковых целях» (№ 12-И-5-2060).

Литература

- Грабежьев А. И., Молошаг В. П., Сотников В. И.* Метасоматический ореол Сафьяновского Zn-Cu-колчеданного месторождения, Средний Урал // Петрология. 2001. № 3. С. 294–312.
- Грабежьев А. И.* Подрудные метасоматиты цинк-медно-колчеданных месторождений Урала (на примере Гайского и Сафьяновского месторождений) // Литосфера. 2004. № 4. С. 76–88.
- Зарайский Г. П.* Зональность и условия образования метасоматических пород. М.: Наука, 1989. 341 с.
- Исмагилов М. И.* Зональность ореола околорудной карбонатизации медноколчеданных месторождений Узельгинского рудного поля // Метасоматиты эндогенных месторождений Урала. Свердловск: УрО РАН, 1989. С. 37–44.
- Кисин А. Ю., Притчин М. Е.* Современные низкотемпературные гидротермальные системы на колчеданных месторождениях Урала (по результатам дешифрирования космоснимков) // Вулканизм и геодинамика. Мат-лы V Всеросс. симп. по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 528–530.
- Коровко А. В., Двоеглазов Д. А., Лещев Н. В. и др.* Сафьяновское медно-цинковое колчеданное месторождение (Средний Урал) // Геодинамика и металлогения Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. С. 152–153.
- Медноколчеданные месторождения Урала: условия формирования / Отв. ред. С. Н. Иванов, В. А. Прокин. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. 312 с.
- Мурзин В. В., Варламов Д. А., Ярославцева Н. С., Молошаг В. П.* Минералогия и строение барит-сульфидных жил Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Уральский минералогический сборник № 17. Миасс–Екатеринбург: УрО РАН, 2010. С. 12–19.
- Язева Р. Г., Молошаг В. П., Бочкарев В. В.* Геология и рудные парагенезисы Сафьяновского колчеданного месторождения в среднеуральском ретрошарьяже // Геология рудных месторождений. 1991. Т. 33. № 4. С. 47–58.