

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД ПРОЯВЛЕНИЯ МЕДИ «ЛУЧИСТОЕ», ЮЖНЫЙ УРАЛ

Н.П. Сафина^{1,2}, Л.Я. Кабанова¹

Сульфидные руды проявления меди Лучистое, преобразованные в результате термального воздействия Мазарской гранитоидной интрузии, сходны по минералого-петрографическим особенностям с метаморфизованными рудами колчеданных месторождений Урала. На рудопроявлении установлены сплошные, вкрапленные и полосчатые руды с преобладанием пирита и халькопирита. Минералогическими особенностями изученных руд является присутствие шариковых текстур (округлые нерудные обособления в сульфидной матрице), характерных для интенсивно метаморфизованных сульфидных руд Алтая, Норвегии, Швеции и агрегатов рутил-ильменитового и ильменит-магнетитового составов, с которыми связано концентрирование акцессорных минералов: ксенотима-(Y), монацита-(Ce), апатита.

Ключевые слова: рудопроявление Лучистое, контактовый метаморфизм, руды, минералы, Урал.

Рудопроявление Лучистое находится в Домбаровском рудном районе Оренбургской области, который приурочен к южной части восточного крыла Магнитогорского погружения [8]. В строении рудопроявления участвуют породы джусинской свиты (D₂dz) мощностью 500–1300 м, состоя-

¹ Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миасс.

² Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс.

щей из лав, часто подушечного строения, преимущественно афировых, реже плагиофировых и пироксен-плагиофировых базальтов, с прослоями кремнистых пород, редко дацитов и риодацитов. Особенностью геологической позиции месторождения, является расположение рудной залежи непосредственно на контакте с Мазарским гранитным массивом, который является частью Краснинского габбро-диорит-гранодиорит-гранитового комплекса (D₃kr) [10].

Рудовмещающими породами на рудопроявлении являются антофиллит-кордиеритовые роговики, образовавшиеся по вулканогенно-осадочным породам. Оруденение представлено сплошными и прожилково-вкрапленными рудами, а с поверхности – бурыми железняками. Серия крутопадающих рудных тел линзообразной формы имеет северо-восточное простирание и северо-западное падение под углом 7–80°. Размеры рудных тел по простиранию достигают 100 м, а по падению 130–200 м. Средняя мощность рудных тел колеблется от 1–2 м до 15 м.

В настоящее время на рудопроявлении проводятся поисково-оценочные работы [10]. Руды в скважине 045 представлены тремя разновидностями: 1 – сплошными халькопирит-пиритовыми мелкозернистыми; 2 – вкрапленными пиритовыми; 3 – полосчатыми. Прерывистые полосы мощностью до 1 см, насыщенные рудными минералами (5–10 %), чередуются с полосами, содержащими единичные рудные вкрапленники.

Взаимоотношение между сплошными, вкрапленными и полосчатыми рудами неравномерное: в основном массивные руды чередуются с вкрапленными, но иногда рудные интервалы отделены породными интервалами. Породы сложены metabазальтами, риолитами и терригенными разновидностями [12].

Главным рудным минералом руд проявления Лучистое является пирит. Среди второстепенных минералов установлены халькопирит, сфалерит и ильменит; редкие минералы – пирротин, марказит, галенит, рутил, магнетит, молибденит [12]. Из нерудных минералов преобладают кварц, актинолит, хлорит, биотит, серицит; в меньшем количестве встречены: фаялит, плагиоклаз, лейкоксен, эпидот, кордиерит, циркон, монацит-(Ce) и ксенотим-(Y).

В процессе настоящих работ получены новые данные о строении руд и их минеральном составе. После исследования образцов в отражённом и проходящем свете с помощью микроскопа Olympus BX-51 состав минералов был определен на электронном микроскопе-микроанализаторе SEM VEGA3 TESCAN (аналитик И.А. Блинов).

Результаты исследований. Сплошная мелкозернистая халькопирит-пиритовая руда с признаками дробления пересекается халькопирит-пиритовым прожилком мощностью до 2 см. Для пирита из прожилка характерно отсутствие признаков наложенных процессов, что свидетельствует о позднем формировании минерала. В краевых частях прожилка порис-

тый пирит нарастает на трещиноватый и раздробленный пирит основной массы. Халькопирит в руде цементирует и замещает трещиноватые и брекчированные агрегаты пирита, а в прожилке развивается в виде ксеноморфных агрегатов.

На микроуровне отмечается присутствие трех морфологических разновидностей пирита: брекчированный пирит-1 с пластинчатым строением, пирит-2 с графической структурой, который заполняет трещины в пирите-1 и пирит-3 – колломорфно-зональный пирит в сростках с марказитом. Пирит-2 развивается исключительно в прожилке. Халькопирит характеризуется пластинчатым строением, трещиноват. Особенностью халькопирита является присутствие включений нерудных обособлений размером до 100 мкм, преимущественно сглажено-угловатой формы и неравномерным строением. Сложены такие обособления кварцем и поздним хлоритом с формированием сложных структур прорастания. Нередко удается обнаружить вкрапленники ильменита или магнетита, приуроченные к периферийным частям нерудных обособлений.

Присутствие изометричных вкрапленников в сульфидной матрице ранее было установлено в рудах колчеданных месторождений Тарньерское (Северный Урал) и проявления меди Западное (Полярный Урал), также метаморфизованных в условиях контактового метаморфизма [1; 9]. Нерудные обособления преимущественно изометричной формы (от 20 мкм до 3 мм) сложены кварцем, эпидотом, хлоритом (Тарньерское месторождение) и андезином, гранатом, ганитом, кварцем, амфиболом, биотитом в рудах Западного проявления [11]. Закономерностей в приуроченности их к определенному текстурному типу руд не установлено. Обособления располагаются в большинстве случаев неравномерно в сульфидном цементе. По отношению к сульфидам эти обособления являются ранними. В пользу этого свидетельствуют неровные контуры нерудных обособлений: ступенчатые (пирротин, пирит), заливчатые или занозистые (халькопирит, сфалерит). Иногда они полностью или частично замещаются хлоритом и сульфидами. В рудах Тарньерского месторождения такие обособления разбиты трещинами выполненными окружающими сульфидами (пирротин, халькопирит), реже хлоритом. С трещинами связаны выделения самородного золота (Au 56,64–58,30 мас., Ag 41,66–43,19 мас. %), не обнаруженные в окружающей сульфидной матрице и галенита.

В *полосчатых рудах*, прослой насыщенные рудными минералами сложены крупными сростками пластинчатых кристаллов пирита (пирит-1) и ксеноморфными зернами халькопирита. Особенностью руд является присутствие в пирите-1 включений ильменита в виде мономинеральных зерен, реже изометричных сростков с рутилом (до 30 мкм) или магнетитом и апатитом (до 50 мкм).

В прослоях с редкой рудной вкрапленностью в нерудной кварц-хлоритовой матрице распространены агрегаты магнетит-ильменитового состава размером от 10 до 60 мкм. При больших увеличениях отмечается их неоднородное строение. В зернах ильменита присутствуют тонкие ламели магнетита и хлорита толщиной до 2 мкм. В сростании с ильменит-магнетитовыми агрегатами обнаружены зерна апатита, ксенотима-(Y) и монацита-(Ce) размером до 10 мкм.

Подобные обособления рутил-ильменитового состава выявлены в порфиридных рудах Западного проявления (порфиробласты пирита в пирротине и халькопирите) [11]. В ассоциации с такими обособлениями отмечены зерна сфена и перовскита.

В составе *гнездово-вкрапленных* руд ксеноморфный пирит, нередко в ассоциации с халькопиритом, выполняет межзерновое пространство, подчеркивая реликтовое порфириновое строение исходной породы с равномерным размером вкрапленников (0,5–0,7 см). На микроуровне отмечается присутствие кварца, который имеет облик порфиринового вкрапленника, а основная ткань напоминает реликтовую микропойкилитовую структуру риолита. Кварцевые зерна интенсивно деформированы, содержат внутризерновые трещины, отличаются волнистым погасанием, по трещинкам в них развивается мусковит, местами хлорит. В кварце встречаются включения рутила и газовой-жидкие включения, формирующие длинные субпараллельные цепочки.

Обсуждение результатов. Полученные результаты характеризуют текстурно-структурные и минералогические особенности руд проявления меди Лучистое, регенерированные в результате внедрения Мазарской интрузии.

Детальное изучение руд проявления Лучистое и сопоставление с рудами подобных уральских месторождений свидетельствует об их глубоком метаморфизме, что выражается в формировании крупнозернистых (порфиридных) структур. Деформации, сопровождающие метаморфические преобразования, выражаются в появлении трещиноватости и брекчировании руд. Типоморфной минералогической особенностью регенерированных руд является присутствие гидротермально-метасоматического пирита с псевдоморфным пластинчатым или графическим строением, сростков рутил-ильменитового и ильменит-магнетитового составов, а также нерудных минералов, соответствующих процессам ороговикования.

Природа изометричных вкрапленников в рудах колчеданных месторождений может быть различная. В рудах Тарньерского колчеданного месторождения нерудные агрегаты изометричной и сглажено-угловатой формы, неравномерно распространённые в сульфидном цементе и сложенные кварцем, эпидотом, хлоритом, свидетельствуют в пользу исходного обломочного строения гидротермально-осадочных руд с примесью обломков

пород. Присутствие округлых, веретенovidных и линзовидных включений вмещающих пород и руд (шариковые текстуры) характерно для колчеданно-полиметаллических месторождений Швеции, Норвегии, Рудного Алтая и Забайкалья, подвергшихся интенсивным метаморфическим преобразованиям различных ступеней [2; 3; 5; 7; 15; 17]. Формирование таких текстур соответствует завершающим фазам процесса метаморфической мобилизации, вплоть до частичного плавления обломков рудного или нерудного материала [6]. На Западном проявлении меди присутствие в руде вкрапленников андезина, граната, ганита, кварца, амфибола и биотита отражает сульфидизацию и скарнирование обломочных фаций вулканогенно-осадочных пород [4]. В сплошных и полосчатых рудах проявления Лучистое редкие изометричные обособления являются обломками пород, что подтверждается в первую очередь их различной крупностью и морфологией. Во вкрапленных рудах – это реликты порфировой текстуры, характерной для вмещающих вулканогенных пород. Сульфидная минерализация во всех случаях носит наложенный характер.

Оксиды титана широко распространены в рудовмещающих породах метаморфизованных колчеданных месторождений Урала и Аппалачей [13; 14] и наблюдаются в ассоциации с пирротинном или пиритом. По данным П.Я. Яроша [13], формирование рутила обусловлено замещением пород с порфировой и миндалекаменной текстурами пиритом. Дальнейшее превращение рутила в ильменит происходило в результате освобождения железа при замещении пирита пирротинном или хлоритом. Другими авторами формирование рутила в породах месторождения Дактаун (Аппалачи) трактуется как разложение исходного ильменита на рутил и пирротин в условиях ставролитовой ступени метаморфизма [16]. В рудах Лучистого проявления пирротин присутствует в виде редких вкрапленников в пирите и халькопирите, зато широко проявлено замещение рудных и нерудных минералов хлоритом, включая и ильменит [12]. Такие процессы могли протекать при участии титансодержащего биотита, присутствующего в нерудной матрице.

Заключение. Основной вклад в концентрацию титана в преобразованных в условиях контактового метаморфизма колчеданных рудах вносят рутил и ильменит. Акцессорные минералы (сфен, перовскит, апатит, ксенотим-(Y), монацит-(Ce)) в ассоциации с рутилом и ильменитом являются продуктами единой стадии минералообразования. По отношению к основным сульфидам, которые образовались по обломочным породам, миндалекаменным и порфировым разностям являются наиболее поздними, связанными с процессами метаморфизма.

Работа выполнена при поддержке проекта № 1511523 Президиума УрО РАН.

Библиографический список

1. Буслаев, Ф.П. Тарньерское месторождение / Ф.П. Буслаев, П.Я. Ярош, В.Г. Ершова, Н.Н. Семенова // Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1988. – С. 171–182.
2. Викентьев, И.В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд / И.В. Викентьев. – М.: Научный Мир, 2004. – 344 с.
3. Дистанов, Э.Г. Колчеданно-полиметаллические месторождения Сибири / Э.Г. Дистанов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 206 с.
4. Кабанова, Л.Я. Анатексис или контактовый метасоматоз: минералогическо-петрографические особенности вмещающих пород рудопроявления Западного (Приполярный Урал) / Л.Я. Кабанова // Металлогения древних и современных океанов–2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. – С. 243–247.
5. Ковалев, К.Р. Шариковые текстуры в метаморфизованных сульфидных рудах Холоднинского месторождения / К.Р. Ковалев // Генетическая минералогия и геохимия рудных месторождений Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 86–99.
6. Кузнецова, Т.П. Шариковые руды в месторождениях колчеданного семейства / Т.П. Кузнецова // Материалы Годичной сессии МО РМО «Роль минералогии в познании процессов рудообразования». – М.: ИГЕМ РАН, 2007. – С. 225–227.
7. Лобанов, К.В. Медно-колчеданное оруденение Юго-Западного Алтая: автореф. дис. ... канд. г.-м.наук / К.В. Лобанов. – Новосибирск, 2012. – 16 с.
8. Лядский, П.В. Домбаровский рудный район / П.В. Лядский, А.Т. Полуэктов, Л.И. Губанов // Медноколчеданные месторождения: Геологические условия размещения. – Свердловск: УНЦ АН РАН. – 1985. – С. 179–184.
9. Петров, Г.В. Предварительные результаты прогнозно-поисковых работ на медь в пределах Западной площади / Г.В. Петров, А.Н. Глушков, А.И. Зубков, Г.Н. Огородников // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – ЮГРЫ. Т.1 (Одиннадцатая научно-практическая конференция). – Ханты-Мансийск, 2008. – С. 427–434.
10. Проект «Поисковые и оценочные работы на медно-колчеданные руды в пределах Курмансайской площади в 2010–2014 гг.» / Отв. исполн. П.В. Лядский / ГеоТехЦентр., Нежинка. – 2011. – 194 с.
11. Сафина, Н.П. Минералогическо-геохимические особенности сульфидных руд рудопроявления «Западное», Приполярный Урал / Н.П. Сафина, В.В. Масленников, С.П. Масленникова, А.Н. Глушков // XIII научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-ЮГРЫ». – Ханты-Мансийск, 2010. – С. 492–501.
12. Сафина, Н.П. Метаморфизованные сульфидные руды проявления меди Лучистое, Южный Урал / Н.П. Сафина, Л.Я. Кабанова, Д.А. Кузнецов, И.А. Блинов // Минералогия. – 2015. – № 4. – С. 79–90.
13. Ярош, П.Я. Диагенез и метаморфизм колчеданных руд на Урале / П.Я. Ярош. – М.: Наука, 1973. – 240 с.
14. Force, E.R. Geology of titanium mineral deposits / E.R. Force // Geological society of America special paper. – 1991. – № 259. – 112 p.

15. Geijer, P. Sulfidic «ball ores» and the pebble dikes / P. Geijer // Sveriges geologiska undersökning series. – 1971. – № 662. – Pp. 1–29.

16. Nesbitt, B.E. Metamorphic zonation of sulfides, oxides and graphite in and around the ore bodies at Ducktown, Tennessee / B.E. Nesbitt, W.C. Kelly // Economic geology. – 1980. – V. 75. – Pp. 1010–1020.

17. Vokes, F.M. «Ball textures» in sulphide ores / F.M. Vokes // Geologiska Foreningens i Stockholm Föreläsningar. – 1973. – V. 95. – Pp. 403–406.

[К содержанию](#)