

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

Условия преобразования кластогенных руд Шемурского колчеданного месторождения (Северный Урал)

Введение. Известно, что флюидные включения (ФВ) отражают состав минералообразующей среды и являются показателями условий первичных и наложенных процессов. Настоящая работа выполнена с целью определения условий постседиментационного преобразования кластогенных руд Шемурского медноколчеданного месторождения. Месторождение располагается в северо-западной части одноименной вулcano-тектонической депрессии на северном замыкании Тагильской мегазоны [Трякина, 1979]. Рудные тела залегают в кислых вулканитах нижнешемурской толщи, прорванных разновозрастными дайками основного и кислого составов. На месторождении изучена и охарактеризована кровля основного рудного тела 600 м длиной при ширине 150–300 м [Сафина и др., 2010]. Руды характеризуются неясно-полосчатыми

текстурами. Признаки обломочного происхождения в них затушеваны постседиментационными процессами с наложенным пиритом.

Минералогия руд. Главным минералом является пирит, реже встречаются сфалерит и магнетит. В составе цементирующей матрицы широко распространен кварц, менее – халцедон. Пирит образует диагенетические и катагенетические конкреции и эвгедральные кристаллы. Конкреции представлены линзовидными агрегатами размером от 2 мм до 2 см, которые замещаются сдвойникованным сфалеритом, затем магнетитом и кварцем. Единичные крупные кристаллы пирита размером 100–200 мкм содержат включения фрамбоидов и окружены каймой из халцедона. Кристаллы пирита размером до 50 мкм образуют цепочки по зонам роста или по контурам зерен кварца. Кристаллы пирита не замещаются кварцем, что позволяет считать кристаллический пирит наиболее поздним.

Кристаллы кварца характеризуются изометричной или угловатой формой и зональностью, подчеркнутой микровключениями органического вещества или кристаллов пирита. Зазубренные регенерационные границы между зернами кварца (рис. 1а) (сутурные контакты по [Япаскурт, 2008]) образовались в результате гравитационного уплотнения осадка в условиях катагенеза. В кварце присутствуют органические остатки. Они представлены трубками длиной до 1 мм, которые состоят из вытянутых колец, скрепленных в цепочки. В ассоциации с трубками встречаются желто-бурые до черного обособления с сотовой структурой в виде пятен (50–200 мкм) с заливчатыми очертаниями, напоминающие колонии трубчатых организмов. Нередко вокруг таких колоний сохраняются фрагменты каймы с шестоватым строением и ориентировкой индивидов перпендикулярно ядру.

Методика работ. Для оценки температурного режима минералообразования, состава и солёности растворов, участвовавших в формировании кварца, использовались стандартные методы крио- и термометрии. Микротермометрические исследования выполнялись в лаборатории термобарогеохимии на геологическом факультете Южно-Уральского государственного университета, г. Миасс с помощью микротермомостоллика THMSG-600 (Linkam), микроскопа Olympus, видеокамеры и управляющего компьютера. Солевой состав растворов во включениях оценивался по измеренным температурам эвтектик [Борисенко, 1977]. Концентрации солей в растворах рассчитывались по температурам плавления последних кристаллических фаз [Воднар, Vityk, 1994]. Температуры гомогенизации фиксировались в момент исчезновения газового пузырька. Поправки на давление рассчитывались по [Brown et al., 1989].

Результаты исследований. Кварц в изученных образцах мелкозернистый, в основном дымчатый до черного с участками белого полупрозрачного. Встречаются зерна со сдвойникованным строением и следами скольжения. В кварце установлены однофазные и двухфазные включения. Наиболее распространенные однофазные газовые включения (тип I) округлой формы размером до 5 мкм, которые образуют цепочечные скопления по границам кристаллов кварца или сдвойникованных пластин.

Двухфазные включения имеют размер от 5 до 40 мкм и подразделяются на два типа. Наиболее крупные первичные двухфазные включения (тип IIa) размером 20–40 мкм встречаются редко. Они объемные и имеют четкие границы, прямоугольную или пластинчатую форму. По фазовому составу они разделяются на два подтипа: 1) существенно газовые с небольшой каймой водного раствора и 2) включения с темным газовым пузырьком и светлой жидкостью. Температуры гомогенизации единичных крупных включений не измерялись, чтобы избежать декрепитации всех ФВ.

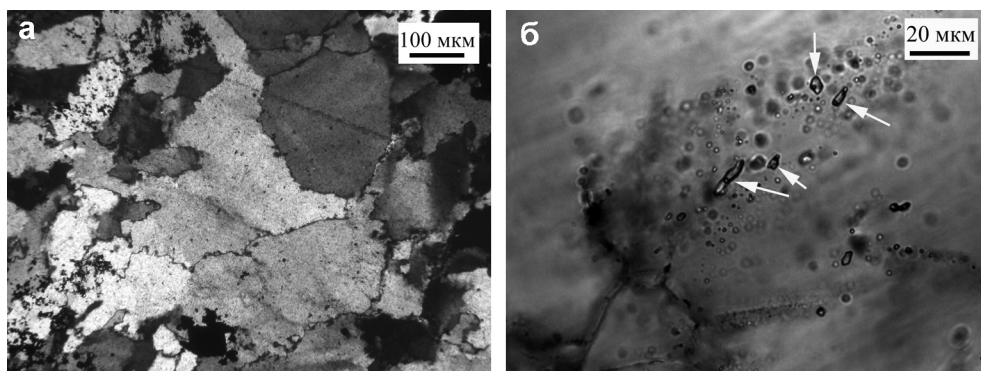


Рис. 1. Кристаллические агрегаты кварца с регенерационными контурами (а) с однофазными (тип I) и двухфазными (тип IIб, показано стрелками) флюидными включениями (б). Проходящий свет, николи скрещены (а) и параллельны (б).

Угловатые, изометричные, вытянутые, иногда с кристаллографическими очертаниями, включения (тип IIб) размером 5–12 мкм отнесены ко вторичным, т.к. они располагаются группами по 2–4 включения в центральных частях кристаллов или трассируют грани кристаллов в ассоциации с ФВ типа I (рис. 1б). Включения типа IIб маркируют заключительный момент роста кристаллов кварца и преобразование исходных обломочных руд. В пределах одной группы присутствуют ФВ различной морфологии. Часть пузырьков подвижна при комнатной температуре. Объем пузырьков изменяется от 10 до 40 %. Температуры гомогенизации определены для 100 включений.

Гомогенизация ФВ типа IIб в жидкую фазу происходит в интервале от 80 до 290 °С, а основное количество включений гомогенизируется в диапазоне 100–160 °С (рис. 2а). При таких температурах ФВ типа IIа не меняют своего состояния, что позволяет на данном этапе исследований предполагать их более высокие температуры гомогенизации. В одном случае при температуре 273 °С газовый пузырек уменьшился в размере и переместился к центру. При температуре 200 °С и выше отмечается растрескивание, изменение морфологии и размеров органических остатков. Корректировка температур гомогенизации с учетом поправки на давление (на основании минимальной глубины медно-колчеданного рудообразования в 1.5 км [Масленников, 2006]) показала, что преобладающие температуры минералообразования в неясно-полосчатых рудах Шемурского месторождения достигали 120–180 °С (для всего интервала – 100–310 °С).

Включения замерзают при температурах –45...–50 °С. Температуры эвтектики варьируют в пределах –22.9...–27.0 °С (10 замеров), что соответствует солевой системе NaCl–KCl–H₂O. В одном ФВ при размораживании и температуре 11 °С появился подвижный маленький второй пузырек. Температуры гомогенизации двух пузырьков отличаются: 170 °С для первого и 110 °С для второго. Последние кристаллики льда в растворах включений исчезают в интервале температур –3.0...–6.1 °С (12 определений), что соответствует солёности растворов 5.5–9.5 мас. % NaCl-экв. (рис. 2б). ФВ различной морфологии одного участка незначительно отличаются по температурам гомогенизации и солёности.

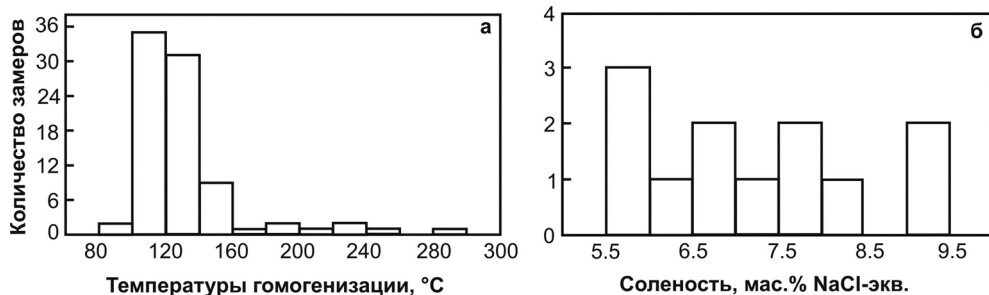


Рис. 2. Распределение температур гомогенизации (а) и солености (б) в кварце из неясно-полосчатых руд Шемурского месторождения.

Обсуждение и выводы. В результате работ получены данные о физико-химических условиях преобразования обломочных руд Шемурского месторождения, распространенных в кровле сильно разрушенного холма «черного курильщика» [Масленников, 2006]. Образование кварца и сингенетичных кристаллов пирита происходило в закрытой системе из растворов, пересыщенных кремнеземом и рудными элементами. Механизм образования кварца в обломочных прослоях и гидротермальных рудах отличается. В обломочных рудах затравками для кристаллов кварца могли служить обломки гидротермального кварца, вокруг которых нарастает аутигенный кварц при диагенезе осадка. Включения в большинстве случаев образуются внутри кристалла вследствие сегрегации распыленных или химически связанных частиц минералообразующей среды растущими гранями. Включения, которые отражают условия протекания эпигенетических процессов (в нашем случае диагенеза и катагенеза), было предложено называть диагенетическими [Кульчицкая и др., 2012].

Формирование кварца происходило при температурах от 100 до 310 °C из натрий-калий-хлоридных растворов со значениями солености от 5.5 до 9.5 мас. % NaCl-экв. Температуры гомогенизации основной группы вторичных включений (120–180 °C) в кварце совпадают с температурами катагенетических преобразований осадочных пород [Япаскорт, 2008]. Установленные температуры сопоставимы с температурами фоссилизации фауны на разновозрастных колчеданных объектах, например, месторождении Яман-Касы (Южный Урал, силур) или Киллик (Понтиды, мел) [Maslennikov et al., 2012]. Соленость растворов почти в два раза выше значений морской воды (~3.5 мас. % NaCl-экв.), что может быть связано с ее преобразованием в минералообразующий раствор в результате реакций гидратации при диагенезе осадка [Бортников и др., 2004]. Этот вывод объясняет отсутствие корреляции между температурами гомогенизации и соленостью растворов.

Авторы выражают благодарность заведующему лабораторией термобарогеохимии Геологического факультета ЮУрГУ в г. Миассе А. М. Юминову за содействие при выполнении работы. Исследования поддержаны совместным интеграционным проектом УрО и СО РАН (№ 12-С5-1010).

Литература

Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газово-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика. 1977. № 8. С. 16–18.

Бортников Н. С., Симонов В. А., Богданов Ю. А. Флюидные включения в минералах из современных сульфидных построек: физико-химические условия минералообразования и эволюция флюида // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 1. С. 74–87.

Кульчицкая А. А., Возняк Д. К., Черныш Д. С. Диагенетические включения и их место в генетических классификациях // Мат. XV Всерос. конф. по термобарогеохимии. М.: ИГЕМ РАН, 2012. С. 48–49.

Масленников В. В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. 384 с.

Сафина Н. П., Аюпова Н. Р., Жуков И. Г., Антикеев Е. Р. Текстурно-структурная и минералогическая характеристика кластогенных руд Шемурского месторождения // Материалы Уральской минералогической школы–2010. Екатеринбург, 2010. С. 154–158.

Трякина Н. П. Некоторые особенности геологического строения и зональности руд Шемурского месторождения // Вопросы генезиса эндогенной зональности колчеданных месторождений. Тр. ЦНИГРИ. Вып. 148. М., 1979. С. 62–65.

Янаскурт О. В. Стадиальный анализ садочного процесса // Литосфера. 2008. № 4. С. 364–377.

Maslennikov V. V., Ankusheva N. N., Maslennikova S. P. et al. Near vent biomineralization in Mesozoic “black smokers” systems of the Pontides arc basin // Joint Intern. Conf. “Minerals of the Ocean-6 & Deep-Sea Minerals and Mining-3”. St.-Petersburg: VNIIOceangeologia, 2012. P. 116–118.

Bodnar R. J., Vityk M. O. Interpretation of microthermometric data for H₂O–NaCl fluid inclusions // Fluid inclusions in minerals: methods and applications. Pontignana-Siena, 1994. P. 117–130.

Brown P. E., Lamb W. M. P–V–T properties of fluids in the system H₂O plasm; CO₂ plasm; NaCl: new graphical presentations and implications for fluid inclusion studies // *Geochemica et Cosmochimica Acta*. 1989. Vol. 53. № 6. P. 1209–1222.