

погрешность анализа из-за влияния вмещающей матрицы (пирита) – формулы, полученные для более тонких выделений пирита более дефицитны.

Литература

1. Амплиева Е. Е. Особенности состава карбонатов Талганского колчеданного месторождения (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы. Миасс: ИМин УрО РАН. 2007. С. 172–176.
2. Медноколчеданные месторождения Урала: геологическое строение // Прокин В. А., Серавкин И. Б., Буслаев Ф. П. и др. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.
3. Пшеничный Г. Н. Гипогенный борнит и его минеральные парагенезисы в рудах колчеданных месторождений Южного Урала // Новые и малоизученные минералы и минеральные ассоциации Урала. Свердловск, 1986. С. 125–127.
4. Пшеничный Г. Н. Текстуры и структуры руд месторождений колчеданной формации южного Урала. М.: Наука, 1984. 208 с.
5. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. Москва: изд-во иностранной литературы, 1962. 1132 с.

Е. А. Арсентьева¹, В. А. Симонов², В. В. Масленников³

¹ – Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск

² – Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

simonov@uiggm.nsc.ru

³ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

Параметры гидротермальных растворов, сформировавших сульфидные трубы на Валенторском колчеданном месторождении (Северный Урал)

Валенторское медно-цинково-колчеданное месторождение располагается в северной части Тагило-Сакмарской зоны с силурийским риолит-базальтовым комплексом и приурочено к северному борту Валенторской полукольцевой кальдеры. Здесь в локальной депрессии расположены основные рудные тела месторождения [Медноколчеданные..., 1988].

В разрезе месторождения выделяются три толщи: подушечные базальты, диабазы, гиалокластиты, яшмы и силициты; андезиты и дациты, иногда с телами базальтов и колчеданными залежами; надрудные гематитизированные риодациты. Наиболее крупное рудное тело залегает на верхнем уровне под гематитизированными риодацитами. Рудная залежь реконструируется как слабозрушенный сульфидный холм [Масленников, 2006]. Нижняя часть холма сложена массивным крупнозернистым пиритом с реликтами первичных участков сфалерита со сросшимися палеогидротермальными халькопирит-сфалеритовыми и халькопиритовыми трубами и каналами. В средней части в ядре тела преобладают богатые халькопирит-пиритовые руды. В верхних горизонтах рудной залежи располагаются, в основном, пятнистые руды и сульфидные брекчии.

Сульфидные трубы, соответствующие по зональности трубам современных «черных курильщиков», концентрируются в осевой части холма [Масленникова, Масленников, 2007]. Оболочка валенторских сульфидных труб состоит из сфалерита, реже – агрегатов пирита, частично замещенных халькопиритом. Внутренние стенки труб крустифицированы друзовым халькопиритом. Осевые каналы труб либо полые, либо заполнены сфалеритом, пиритом, кварцем или баритом.

В ходе экспедиционных работ на Валенторском месторождении были отобраны образцы основных типов руд, слагающих сульфидный холм: 1. Нижние сульфидные брекчии, образовавшиеся до основной медной руды. 2. Слоистые осадочные руды с ритмичным переслаиванием. 3. Нижние массивные сфалеритовые руды. 4. Руды с подводными каналами (заполненными кварцем), находящиеся в нижней части сульфидной постройки. 5. Сульфидные трубы с центральными каналами (заполненными кварцем), приуроченные к верхней части сульфидной постройки. 6. Руды с гидротермальными кварцевыми жилами, наиболее поздними, но являющимися составной частью гидротермальных систем Валенторского месторождения [Симонов и др., 2007].

Для определения параметров гидротермальных растворов методами термобарогеохимии были исследованы флюидные включения в кварце из подводных каналов и из сульфидных труб [Ермаков, Долгов, 1979; Реддер, 1987]. Часть данных по подводным каналам опубликована ранее [Симонов и др., 2007]. Эксперименты с флюидными включениями проводились в среднетемпературной микротермокамере и в криокамере оригинальных конструкций [Симонов, 1993].

Наиболее детально были изучены флюидные включения в кварце образца № С-106-06 из сульфидной трубы Валенторского месторождения. Включения (размерами 2–12 мкм) располагаются в кварце по системам пересекающихся залеченных трещин. В основном, это вторичные включения, но часть из них может быть мимовторичными. Формы включений преимущественно округлые, равновесные, иногда с некоторой огранкой. Есть включения с угловатыми очертаниями. Преобладают двухфазные включения – светлая жидкость + газовый пузырек. Однофазные включения жидкости более редки.

В ходе экспериментов в микрокриокамере было выяснено, что содержимое двухфазных включений замерзает при -30 – -36 °С. Температуры эвтектики варьируют в пределах -21 – -22.5 °С, т.е. в составе растворов, кроме преобладающего NaCl, возможно присутствие примеси Na₂SO₄. Большинство последних кристалликов льда в растворах включений исчезает в интервале температур -0.3 – -4.4 °С. Соответственно, выделяется одна группа включений с соленостью растворов: 0.5–7 мас. %. Эти значения частично совпадают с данными по флюидным включениям в минералах из «черных курильщиков» задугового бассейна Манус (Тихий океан) и соответствуют группе включений с пониженной соленостью в кварце колчеданного месторождения Яман-Касы на Южном Урале [Симонов и др., 2002; 2006].

Термометрические исследования показали, что основная группа включений имеет температуры гомогенизации в интервале 106–170 °С. Наблюдаются единичные более высокие значения температур – до 200 °С. Эти характеристики совпадают с параметрами включений на месторождении Яман-Касы и существенно ниже данных по флюидным включениям в минералах сульфидных построек бассейна Манус [Симонов и др., 2002; 2006]. Вводя поправки на давление, по аналогии с предыдущими расчетами для подводных каналов Валенторского и сульфидных построек Яман-

Касинского месторождений [Симонов и др., 2007; Симонов и др., 2006], получаем истинные температуры гидротермальных растворов, циркулировавших по трубам месторождения Валенторское – 125–190 °С.

По соотношению температур гомогенизации и концентраций солей в растворах включения в кварце сульфидных труб месторождения Валенторское отчетливо разбиваются на две группы. Низкотемпературная (105–140 °С) группа характеризуется широкими вариациями и максимальными значениями солености – 2.5–9 мас. %. Для включений второй группы характерны большие значения температур гомогенизации (125–200 °С), меньшие содержания солей (1–4.4 мас. %) и явная прямая корреляция этих характеристик. Точки включений обоих типов располагаются в поле включений в кварце из сульфидных руд месторождения Яман-Касы и хорошо отличаются от данных по включениям в минералах сульфидных построек задугового бассейна Манус (рис.).

Сравнивая полученные параметры рудообразующих растворов, формировавших сульфидные трубы и циркулировавших по подводящим каналам [Симонов и др., 2007], видим существенные отличия гидротермальных систем, действовавших в нижних частях и в верхних горизонтах Валенторского месторождения. На более глубоких уровнях установлены процессы вскипания, в то время как сульфидные трубы на поверхности дна палеобассейна формировались преимущественно из гомогенных растворов. Глубинные гидротермы обладают повышенными значениями солености

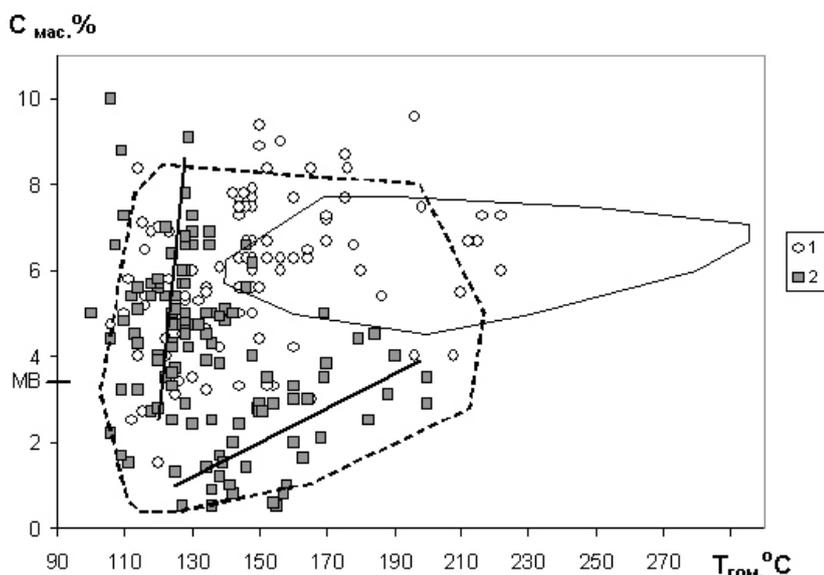


Рис. Соотношение концентраций солей в растворах флюидных включений в кварце с температурами их гомогенизации: 1 – подводящих каналов месторождения Валенторское; 2 – сульфидных труб месторождения Валенторское. Поля: сплошная линия – гидротермальных построек задугового бассейна Манус (Тихий океан); пунктирная линия – месторождения Яман-Касы. Жирными линиями показаны тренды различных групп включений в кварце сульфидных труб месторождения Валенторское. МВ – соленость морской воды. Диаграмма построена по данным авторов с использованием [Симонов и др., 2007; Симонов и др., 2002].

(3–8.9 мас. %) и температур (135–200 и до 240 °С) в отличие от растворов на поверхности дна морского бассейна (0.5–7 мас. % и 125–190 и до 220 °С соответственно). Есть различия и по солевому составу. Если для гидротермальных систем в подводных каналах преобладал NaCl с примесью KCl, то в сульфидных трубах на фоне преобладающего NaCl присутствует Na₂SO₄, т.е. при подъеме в верхние горизонты в рудообразующих растворах повышалась роль серы.

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта СО-УрО РАН (№ 6.8), Минобрнауки РФ (РНП.2.1.1.1840).

Литература

1. *Ермаков Н. П., Долгов Ю. А.* Термобарогеохимия. М.: Недра, 1979. 271 с.
2. *Масленников В. В.* Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. 384 с.
3. *Масленникова С. П., Масленников В. В.* Сульфидные трубы палеозойских «черных курильщиков» (на примере Урала). Екатеринбург-Миасс: УрО РАН, 2007. 312 с.
4. Медноколчеданные месторождения Урала: геологическое строение. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.
5. *Реддер Э.* Флюидные включения в минералах. М.: Мир, 1987. 632 с.
6. *Симонов В. А.* Петрогенезис офиолитов (термобарогеохимические исследования). Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1993. 247 с.
7. *Симонов В. А., Арсентьева Е. А., Масленников В. В.* Фазовая сепарация рудообразующего флюида в гидротермальных системах Валенторского колчеданного месторождения (Северный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы. Миасс: ИМин УрО РАН. 2007. Т. I. С. 123–128.
8. *Симонов В. А., Бортников Н. С., Лисицын А. П., Викентьев И. В., Богданов Ю. А.* Физико-химические условия минералообразования в современной гидротермальной постройке «Венский лес» (задуговой бассейн Манус, Тихий океан) // Металлогения древних и современных океанов–2002. Формирование и освоение месторождений в офиолитовых зонах. Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. С. 61–68.
9. *Симонов В. А., Ковязин С. В., Тереня Е. О., Масленников В. В., Зайков В. В., Масленникова С. П.* Физико-химические параметры магматических и гидротермальных процессов на колчеданном месторождении Яман-Касы, Южный Урал // Геология рудных месторождений, 2006. Т. 48. № 5. С. 423–438.