

Чвилева Т. Н., Безсмертная М. С., Спиридонов Э. М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. Л.: Недра, 1988. 503 с.

Юминов А. М. Типы и условия образования пиррофиллитовой минерализации на Березовском рудном поле (Средний Урал). Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2001. 24 с.

Н. Н. Анкушева, В. В. Зайков
Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
ankusheva@ilmeny.ac.ru

Физико-химические условия формирования золото-кварцевых жил Улуг-Саирского месторождения (Западная Тува)

Улуг-Саирское месторождение расположено в Алдан-Маадырской золоторудной зоне в Западной Туве. Оно приурочено к конгломератам ордовикского возраста, смятым в антиклинальную складку. Детальное геологическое строение месторождения дано в материалах В. В. Зайкова с соавторами в настоящем сборнике.

Целью данной работы было определение физико-химических условий формирования золото-кварцевых жил в конгломератах ордовикского возраста. Для исследований флюидных включений применялся микротермометрический метод с использованием микрокриотермостоллика THMSG-600 (LINKAM), позволяющего производить измерения температур фазовых переходов в интервале $-196 \dots +600$ °С, с микроскопом Olympus (объектив 50^x). Управляющее программное обеспечение LinkSys 32. Точность измерений ± 0.1 °С в интервале температур $-20 \dots +80$ °С и ± 1 °С за пределами этого интервала. Солевой состав гидротермальных растворов во включениях оценивался по температурам эвтектик [Борисенко, 1977]. Температуры гомогенизации фиксировались в момент исчезновения газового пузырька при нагревании препарата в термокамере и приняты за минимальные температуры процесса минералообразования [Реддер, 1987]. Концентрации солей для включений без плотных газов в растворах рассчитывались по температурам плавления последних кристаллических фаз [Bodnar, Vityk, 1994]. Исследования проводились в лаборатории термобарогеохимии на геологическом факультете Миасского филиала ЮУрГУ. Золото во вмещающем кварце исследовалось на электронном микроскопе РЭММА-202МВ (аналитик В. А. Котляров).

Для термобарогеохимических исследований из образцов кварцевых жил месторождения было изготовлено 20 прозрачно-полированных шлифов, из которых результативными являются два, результаты исследования по которым приведены (образцы АЛ-18-5 и АЛ-5138).

Включения некрупные, имеют размеры порядка 10 мкм, изометричную, вытянутую форму, часто со сложными очертаниями или элементами кристаллографической огранки (типа «отрицательного кристалла»). Выбранные включения не имеют видимой связи с залеченными трещинами и, скорее всего, являются первичными. Они распределены неравномерно в минерале. По фазовому составу встречаются существенно газовые и газовой-жидкие включения. Исследовались двухфазные включения, состоящие из водного раствора и газового пузырька, газовые пузырьки занимают 15–20 % объема включения.

Образец АЛ-5138 отобран в южном борту антиклинали вблизи восточной выклинки жилы № 4 в восточном борту канавы 228. Вмещающими породами являются конгломераты и гравелиты. Образец представлен слабокавернозным белым кварцем с гнездами окисленного халькопирита и примазками малахита. Микроскопически кварц крупно-среднезернистый, прозрачный. Мощность жилы 20–25 м. Кварц содержит выделения золота размером 5–30 мкм субизометричной и вытянутой формы в ассоциации с лимонитизированным халькопиритом. Состав золота (мас. %): Au 64–72, Ag 28–34 (проба 901-8).

По температурам эвтектики установлено, что кварц образован существенно водными растворами с преобладающей солью NaCl в концентрациях 4–6 мас. %, что фиксируется по значениям температур плавления льда во включениях в интервале –2.5 ... –5.0 °С. Температурный режим формирования кварцевых жил составляет 200–230 °С (рис.).

Образец АЛ-18-5 отобран в развалах жилы № 18 в северном борту антиклинали вблизи замыкания складки в 300 м к СВ от образца АЛ-5138. На задернованной поверхности залегают глыбы кварца поперечником 1–1.2 м. Кварц белый мелкокристаллический с пленками малахита, полупрозрачный, участками окрашен окислами и гидроокислами железа в бурые цвета. В кварце содержатся полоски мелкокристаллического турмалина и редкие выделения гетита, развитого по халькопириту. Золото представлено овальными зернами размером 5–20 мкм следующего состава (мас. %): Au 94–96, Ag 4–5 (проба АЛ-18).

Значения температур эвтектики показали преобладание в водном растворе солей NaCl и MgCl₂. Интервал значений температур плавления льда во включениях составил –3.7 ... –6.1 °С, что соответствует концентрациям солей 6–10 мас. % NaCl-экв. По температурам гомогенизации флюидных включений установлено, что исследуемые жилы образовались при температурах 300–340 °С (рис.).

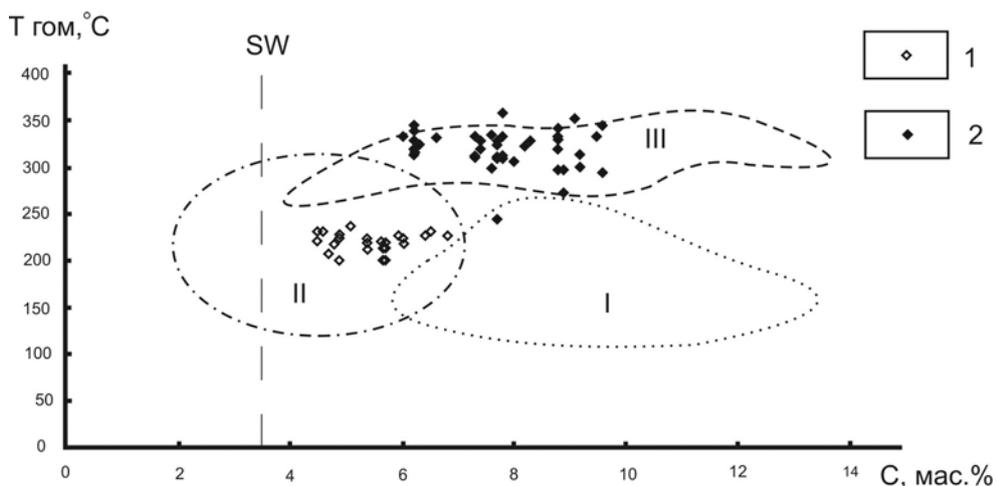


Рис. Соотношение температур гомогенизации ($T_{\text{гом}}$) флюидных включений и концентраций солей в растворах (C): 1 – образец АЛ-5138, 2 – образец АЛ-18-5.

Поля: I – месторождение Кызыл-Таш [Тереня и др., 2003], II – месторождение Кызыл-Таштыг [Симонов и др., 1999; Прудникова, Симонов, 1999], III – Березовское месторождение [Бакшеев и др., 1998]. SW – соленость морской воды при нормальных условиях (25 °С).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что минералообразование в исследуемых жилах происходило из растворов хлоридного Mg-Na состава. По концентрациям солей и температурам гомогенизации выделяются 2 группы включений: 1) с концентрациями солей в растворе 4–6 мас. % NaCl-экв. и температурами гомогенизации 200–230 °С и 2) с соленостью 6–10 мас. % NaCl-экв. и температурами гомогенизации 300–340 °С. Увеличение концентраций солей в растворах при температурах выше 300 °С может свидетельствовать о выкипании воды, а уменьшение их при более низких температурах, возможно, связано с разбавлением раствора слабоконцентрированными вадозными водами. Сложный состав растворов с присутствием солей магния и повышенная соленость указывают на участие в их составе магматических компонентов. Косвенным признаком этого также является наличие в минералообразующем растворе бора, отлагающегося в жиле в форме турмалина. Бор обычно накапливается в летучей фазе флюидно-магматических систем, его наличие свидетельствует о магматической природе раствора [Прокофьев и др., 2003].

Полученные параметры гидротермальных растворов Улуг-Саирского месторождения сопоставимы с данными по гидротермальной минерализации золото-кварцевых (Березовское, Кочкарское) месторождений Урала [Бакшеев и др., 1998; Прокофьев, Спиридонов, 2005]. Эти месторождения располагаются в Восточно-Уральской зоне и связаны с гранодиоритами и гранит-порфирами. Для них также характерны повышенные концентрации солей (8.4–17.0 и 6.3–15.7 мас. %, соответственно), в солевом составе растворов преобладают NaCl с примесью MgCl₂, что также интерпретируется как свидетельство магматогенного генезиса гидротермальных растворов на этих объектах (рис.). Температуры растворов 180–400 °С. На Березовском месторождении, как и на Улуг-Саирском, наблюдается турмалиновая минерализация в кварцевых жилах и лиственизация вмещающих пород, с которой сопряжены золотоносные кварцевые жилы.

Сравнение наших результатов с опубликованными данными по кобальт-арсенидным месторождениям Центральной Тувы [Борисенко и др., 1984] выявило существенные различия в температурах минералообразующих растворов. Для месторождений Хову-Аксы, Кызыл-Оюк и Акол определены температуры гомогенизации включений в скарновых минералах в интервале, в среднем, 40–100 °С.

Полученные результаты показали, что флюидные включения в кварце Улуг-Саирского месторождения отличаются по соотношению солености растворов и их температуре от таковых в кварце и барите из колчеданных месторождений Улугойской зоны в Туве (см. рис.). В жилах кварца из золотоносных габброидов серноколчеданного месторождения Кызыл-Таш в Восточной Туве в составе гидротермальных растворов определены хлорид магния, концентрации солей в них составляют 6.3–6.7 и 8.6–11.6 мас. %, а температуры несколько ниже – 180–200 °С [Тереня и др., 2003].

Сравнивая наши данные с данными по флюидным включениям в кварце ранних пирит-сфалеритовых руд колчеданно-полиметаллического месторождения Кызыл-Таштыг, наблюдаем сходства в параметрах растворов: в солевом составе определен хлорид натрия, интервал солености составил 7–10 мас. %, температуры – 300–400 °С [Melekestseva et al., 2007]. Для поздних барит-полиметаллических руд этого месторождения характерны растворы NaCl-KCl-состава с соленостью 3.8–7 мас. % NaCl-экв. и температурами 180–270 °С. [Симонов и др., 1999].

В задачи дальнейших работ будет входить продолжение термобарогеохимического изучения кварцево-жильной минерализации Улуг-Саирского месторождения для установления флюидного режима формирования гидротермальной системы месторождения, изучение типоморфных особенностей турмалина и золота, их взаимоотношений с жильным кварцем.

Требуется проверить наблюдение, что золото в жиле № 18 имеет более высокую пробу, для которой характерен более сложный состав и более высокотемпературный режим растворов по сравнению с жилой № 4.

Особо заслуживают внимания поиски и исследование физико-химических параметров кварцевых жил в гранитоидах Алдан-Маадырской зоны и массивах сютхольского комплекса для определения верхней границы оруденения.

Необходимо провести сопоставление результатов исследований с данными по месторождениям различных рудных районов и современных рудообразующих систем.

Авторы благодарны Р. В. Кужугету, А. В. Монгушу, И. Ю. Мелекесцевой за помощь в полевых работах. Исследования поддержаны РФФИ (07-05-00260-а), интеграционным проектом ученых УрО-СО РАН и ЮУрГУ.

Литература

Бакиев И. А., Прокофьев В. Ю., Устинов В. И. Условия формирования жильного кварца Березовского золоторудного поля, Средний Урал, по данным изучения флюидных включений и изотопным данным // Уральская летняя минералогическая школа-98. Екатеринбург: УГГГА, 1998. С. 41–49.

Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика, 1977. № 8. С. 16–28.

Борисенко А. С., Лебедев В. И., Тюлькин В. Г. Условия образования гидротермальных кобальтовых месторождений. Новосибирск: Наука, 1984. 170 с.

Прокофьев В. Ю., Перетяжко И. С., Смирнов С. З. и др. Бор и борные кислоты в эндогенных рудообразующих флюидах. М.: «Пасва», 2003. 192 с.

Прокофьев В. Ю., Спиридонов Э. М. Состав метаморфогенных флюидов и условия преобразования руд Кочкарского золоторудного месторождения (Южный Урал) // II Всероссийское петрографическое совещание «Петрография на рубеже XXI века». Т. 3. Сыктывкар, 2005. С. 88–90.

Прудникова А. Г., Симонов В. А. Физико-химические параметры гидротермальных процессов формирования рудопоявления Каровое Кызыл-Таштыгского рудного поля (Восточная Тува) // Металлогения древних и современных океанов-99. Миасс: ИМин УрО РАН, 1999. С. 86–87.

Реддер Э. Флюидные включения в минералах: в 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 560 с.

Симонов В. А., Зайков В. В., Ковязин С. В. Палеогеодинамические условия развития гидротермальных систем Кызыл-Таштыгского месторождения (Восточная Тува) // Металлогения древних и современных океанов-99. Миасс: ИМин УрО РАН, 1999. С. 16–23.

Тереня Е. О., Симонов В. А., Зайков В. В. Условия гидротермального минералообразования на серноколчеданном месторождении Кызыл-Таш (Восточная Тува) //

Металлогения древних и современных океанов-2003. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 120–128.

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.

Melekestseva I. Yu., Ankusheva N. N., Tret'yakov G. A., Zaykov V. V., Simonov V. A. Massive sulfides from ancient and modern margins of the Asian paleocean and Pacific: Textures, Mineralogy and fluid inclusion data // Abstracts of the 37th Underwater Mining Institute «Marine minerals of the Pacific: Science, Economics, and the Environment». Tokyo, 2007. P. 177–187.

А. Д. Чернова¹, Л. Д. Зорина², С. А. Горбачева³, В. Ю. Прокофьев^{1,3}

¹ – *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва*

mallotig@yandex.ru

² – *Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск*

³ – *ИГЕМ РАН, г. Москва*

Геохимические особенности лантаноидов в карбонатах золоторудных жил месторождения Дарасун (Восточное Забайкалье, Россия)

Редкие земли дают ценную информацию о геохимических особенностях геологических процессов, в том числе об особенностях гидротермального рудоотложения. Авторами настоящего сообщения изучены редкие земли в карбонатах рудных жил месторождения золота Дарасун (Восточное Забайкалье).

Дарасунский рудник в советское время являлся вторым по значимости золотодобывающим предприятием Читинской области. Во время перестройки он был консервирован. С 2004 г. добыча золотой руды возобновилась. В 2006 г. в связи с крупной аварией был закрыт на реконструкцию. На балансе рудника сейчас около 100 т Au, причем основные запасы сосредоточены преимущественно на месторождении Дарасун, по всем классификациям являющемся крупным месторождением, достойным подробного изучения.

Дарасунское месторождение образовано серией (более 200) протяженных крутопадающих золоторудных кварцевых жил и минерализованных зон, сконцентрированных вокруг Дарасунского каркасного интрузива высококалийных гранодиорит-порфиров. В краевых частях интрузива отмечаются трубообразные тела взрывных брекчий, сцементированных кварцем с турмалином и сульфидной минерализацией. Эти брекчии рассматриваются в качестве рудоподводящих каналов [Тимофеевский, 1972]. Руды месторождения богаты сульфидами и относятся к сложному сульфидно-сульфосольному минералогическому типу, получившему название «дарасунского». Основными минералами руд являются пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, блеклая руда, сфалерит, галенит, сульфосоли Cu, Ag, As, Bi, Pb (сульфиды составляют 40–60 %), минералы висмута и теллура, самородное золото. Жильные минералы – кварц, турмалин, карбонаты, гипс, ангидрит. Особенностью месторождения является большое количество арсенопирита в рудах, связанное с высокой активностью мышьяка. На месторождении известны находки самородного мышьяка в рудных жилах.