

тетраэдрите – до 22.76 мас. %, аргентотетраэдрите – до 40.86 мас. %, аргентотеннантит-тетраэдрите – до 50.05 мас. %. Серебристые разности блеклых руд широко развиты в наименее эродированном участке V.

Авторы благодарны В. В. Зайкову за помощь в проведении исследований. Исследования выполнены при финансовой поддержке Гранта Председателя Правительства Республики Тыва для молодых учёных и экспедиционных грантов Президиума СО РАН.

Литература

Васильев Б. Д., Дружков В. П., Красиков А. И., Боярко Г. Ю. Ревизионно-оценочные работы на золото в Алашском и Эйлиг-Хемском районах Западной Тувы. Заключительный отчет ТувГРЭ КГУ. Кызыл, 1977. 337 с.

Зайков В. В., Куликов С. С., Онуфриева (Зайкова) Е. В. Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Хемчик–Ак-Суг. Кызыл, 1966. 340 с.

Зайкова Е. В., Зайков В. В. О золотом оруденении в Западной Туве, связанном с девонским магматизмом // Материалы по геологии Тувинской АССР. Кызыл, 1969. С. 72–76.

Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А. и др. Алдан-Маадырская золоторудная зона на западном фланге Саяно-Тувинского разлома // Металлогения древних и современных океанов–2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С. 123–127.

Рудные формации Тувы / Отв. ред. В. А. Кузнецов. Новосибирск. Наука, 1981. 201 с.

Кононенко Н. Б. Ревизионные поисковые работы на рудное золото в пределах наиболее перспективных рудных узлов Республики Тыва. Отчет о результатах работ ОАО «Красноярскгеолсъемка». Красноярск, 2012. 252 с.

Кужугет Р. В., Монгуш А. А., Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А. Морфология и геохимия самородного золота Хаак-Саирского месторождения (Западная Тува) // Геология Западного Забайкалья: материалы всероссийской молодежной конференции. Улан-Удэ: БГУ, 2011. С. 81–85.

Монгуш А. А., Кужугет Р. В., Дружкова Е. К. Особенности состава магматических пород и ^{40}Ar – ^{39}Ar данные о возрасте базитовых даек Алдан-Маадырской золоторудной зоны (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов–2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. С. 262–268.

Н. Н. Анкушева^{1, 2}, Р. В. Кужугет³

*¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
ankusheva@ilmeny.ac.ru*

² – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

*³ – Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
г. Кызыл*

Условия формирования золото-кварцевых жил рудопроявления Душкуннуг (Западная Тува) по результатам изучения флюидных включений

В работе представлены результаты исследований флюидных включений в золотоносном кварце Душкуннугского рудопроявления, расположенного в южной части Алдан-Маадырской зоны, Западная Тува. Рудопроявление было открыто Е. В. Ону-

фриевой (Зайковой) [Зайкова, Зайков, 1969]. Зона вмещает несколько золото-кварцевых месторождений и рудопроявлений в конгломератах и алевролитах, лиственитах, березитах и риолитах, которые приурочены к субширотным узким антиклинальным зонам, рассеченным разломами северо-восточного простирания. Ранее нами были получены данные по температурам образования, составу и солёности растворов объектов Алдан-Маадырской зоны в осадочных породах, лиственитах и березитах. Целью данного исследования стало определение условий формирования золото-кварцевых жил Душкуннугского золото-березитового рудопроявления.

Душкуннугское рудопроявление расположено в низовьях одноименного лога на левобережье р. Хемчик в южном крыле Акдагской антиклинальной структуры, сложенной серицит-глинистыми сланцами и рассланцованными алевролитами нижнечергакской подсвиты силура. Оруденение приурочено к березитизированной дайке риолитов (кварцевых порфиров) мощностью в среднем 1.1 м и длиной 5 км I фазы баянкольского комплекса (D_{2-3bn}), секущей силурийские сланцы. Золото-кварцевые лестничные жилы мощностью в раздувах до 30 см, в среднем, 15–20 см пересекают дайку и реже – силурийские алевролиты. По данным пробирного анализа бороздовых проб, содержания Au составляют 0.1–37.2 г/т, Ag – 15.4–72.6 г/т.

Материал для исследования (обр. ДШ-3-1) был отобран Р. В. Кужугетом из лестничной кварцевой жилы мощностью 15 см, секущей дайку риолитов. Кварц в жиле слабокавернозный, полупрозрачный, белый. Золото образует тонкие вкрапления размером до 0.9 мм в кварце в ассоциации с хлоритом и чеховичитом ($Bi_2Te_4O_{11}$). Золото образует трещинно-прожилковые, дендритоидные, комковидно-ветвистые агрегаты и редкие изометричные кристаллы с комбинацией форм куба и октаэдра либо с преобладанием октаэдра. Поверхность золотин шагреньевая и мелко-ямчатая, ямчато-бугорчатая, иногда ровная. Часто золото сростается с хлоритом. Состав золота в образце (мас. %): Au 85.75–93.15, Ag 6.92–13.24, Cu 0.01–0.08, Hg 0.00–0.24, Te 0.00–0.04.

Флюидные включения в кварце изучались методами криометрии и термометрии [Борисенко, 1977; Реддер, 1987]. Подготовка препаратов с включениями (прозрачно-полированные шлифы, толщина 0.2–0.3 мм) производилась в шлифовальной мастерской Института минералогии УрО РАН (г. Миасс). Микротермометрические исследования проводились в лаборатории термобарогеохимии ЮУрГУ (г. Миасс) в микробиотермокамере THMSG-600, Linkam, позволяющей измерять температуры фазовых переходов в интервале температур –196 до 600 °С, с использованием микроскопа OLYMPUS. Гомогенизация включений происходила в жидкую фазу. Управляющее программное обеспечение LinkSys V-2.39. Точность измерений составляет ± 0.1 °С в интервале температур –20...+80 °С и ± 1 °С за пределами этого интервала. Концентрации солей в растворе оценивались по температуре плавления льда в пересчете на систему $H_2O-NaCl$ по данным [Bodnar, Vityk, 1994]. Фазовый состав солевых систем определялся по данным [Борисенко, 1977]. Обработка результатов измерений выполнена в программе STATISTICA 6.1.

Микроскопически кварц – белый, в тонком сколе прозрачный, среднезернистый. Флюидные включения размером до 10 мкм наблюдаются в светлых, прозрачных изометричных зернах, располагаются группами по 2–3 включения, не связаны с трещинами в минерале. Изучались двухфазные включения, состоящие из прозрачной светлой жидкости и газового пузырька. При нормальных условиях (25 °С) газовый пузырек занимает до 20 % объема включения.

Температуры эвтектики фиксируют следующие солевые системы (24 определения): $NaCl-KCl-H_2O$ ($T_{эвт} -23.1...-23.9$ °С), $MgCl_2-NaCl-H_2O$ и $FeCl_2-H_2O$ ($T_{эвт} -$

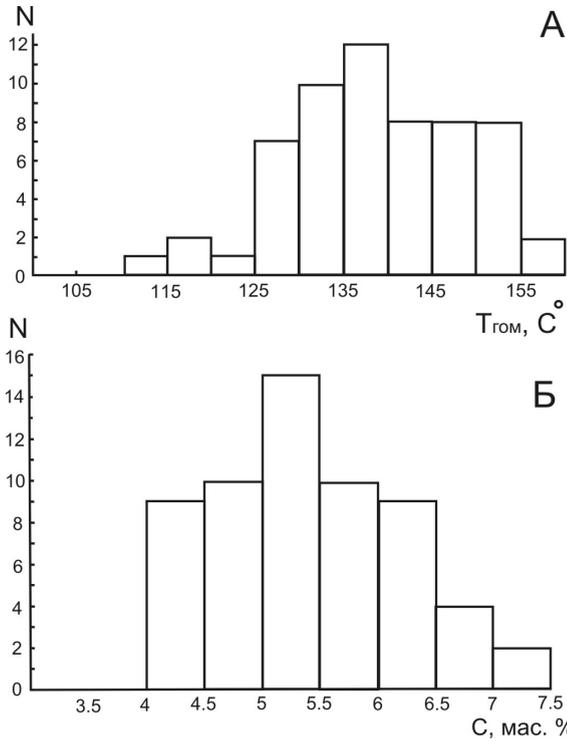


Рис. 1. Гистограммы распределения температур гомогенизации ($T_{\text{гом}}$, °C) (А) и концентраций солей (С, мас. %) (Б) во флюидных включениях в кварце Дуушкунныгского рудопроявления.

35.1...–35.7 °C) и $\text{FeCl}_3\text{--H}_2\text{O}$ ($T_{\text{эвт}}$ –36.0...–36.7 °C). Интервал значений концентраций солей в пересчете на NaCl составил 4.1–7.5 мас. % (60 определений) с пиком 4–6.5 мас. %. Температуры гомогенизации составили 110–160 °C с пиком 125–155 °C (60 определений) (рис. 1). Зависимость между температурами гомогенизации и соленостью не наблюдается.

По значениям солености кварц Дуушкунныгского рудопроявления сходен с кварцем Арысканского месторождения, жилами верхней алевролитовой толщи и жилой с серебристым

золотом в конгломератах Улуг-Саирского месторождения (рис. 2). По температурам гомогенизации включений, а также сложному составу растворов полученные значения

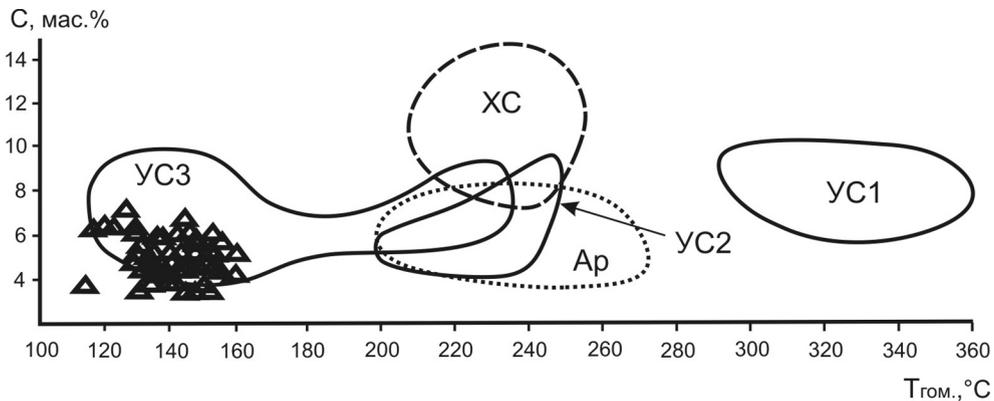


Рис. 2. Соотношение температур гомогенизации ($T_{\text{гом}}$, °C) флюидных включений и концентраций солей в растворах (С, мас. %) в кварце Дуушкунныгского рудопроявления.

Поля месторождений Алдан-Маадырской зоны: XC – Хаак-Саирское месторождение [Melekestseva et al., 2011]; UC – Улуг-Саирское месторождение: UC_{1,2} – Au-турмалин-кварцевые жилы в нижней конгломератовой толще; UC₁ – жила № 18 с высокопробным золотом, UC₂ – жила № 4 с серебристым золотом [Анкушева, Зайков, 2009]; UC₃ – Au-турмалин-кварцевые жилы в верхней алевролитовой толще (жила № 33 и «Пиритовая») [Анкушева и др., 2012]; Ar – Арысканское месторождение [Анкушева, Кужугет, 2012].

для душкуннугского кварца совпадают с таковыми для кварца из жил верхней толщи Улуг-Саирского месторождения. Сложный состав растворов с участием солей магния и железа может быть обусловлен влиянием растворов магматического происхождения [Бортников, 2006].

Таким образом, Душкуннугское рудопроявление, которое залегает стратиграфически выше остальных объектов Алдан-Маадырской гидротермальной системы, характеризуется наименьшими температурами формирования золоторудного кварца, что, скорее всего, отражает остывание гидротермальных растворов по мере их продвижения к поверхности. В целом, для объектов Алдан-Маадырской гидротермальной системы установлена тенденция уменьшения температур минералообразования от нижних уровней (от 360 °С в конгломератовой толще Улуг-Саирского месторождения [Анкушева и др., 2012]) к верхним (до 120 °С, Душкуннугское рудопроявление).

Авторы благодарят И. Ю. Мелекесцеву, В. В. Зайкова (ИМин УрО РАН, г. Миасс) за консультации в ходе работ и помощь в обсуждении результатов работы и А. А. Монгуша (ТувИКОПР СО РАН, г. Кызыл) за помощь в полевых работах. Исследования проведены при поддержке грантов РФФИ (№ 11-05-00187) и председателя правительства Республики Тыва для молодых ученых и интеграционного проекта СО-УрО РАН (№ 98).

Литература

- Анкушева Н. Н., Зайков В. В.* Условия формирования золото-кварцевых жил Улуг-Саирского месторождения (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов–2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН. С. 127–131.
- Анкушева Н. Н., Кужугет Р. В.* Условия формирования кварца из жил Арысканского золото-кварц-березитового месторождения (Западная Тува) по данным изучения флюидных включений // Металлогения древних и современных океанов–2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. С. 213–217.
- Анкушева Н. Н., Мелекесцева И. Ю., Зайков В. В., Котляров В. А.* Физико-химические параметры флюидов при формировании Улуг-Саирского золоторудного месторождения (Западная Тува) // Уральская минералогическая школа-2012. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. С. 21–23.
- Борисенко А. С.* Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика. 1977. № 8. С. 16–28.
- Бортников Н. С.* Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах с тектонически активных зонах // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48. № 1. С. 3–28.
- Зайкова Е. В., Зайков В. В.* О золотом оруденении в Западной Туве, связанном с девонским магматизмом // Материалы по геологии Тувинской АССР. Кызыл, 1969. С. 72–76.
- Реддер Э.* Флюидные включения в минералах: в 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 560 с.
- 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., Ankusheva N., Zaykov V. et al.* Formation conditions of the Khaak-Sair and Sarytash gold deposits in listvenites, Western Tuva: evidences from fluid inclusions // International Symposium “Large Igneous Provinces of Asia, mantle plumes and metallogeny”. Irkutsk: IEC SB RAS, 2011. P. 162–165.