

УДК 553.411(571.52)

ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТО-КВАРЦ-КАЛЬЦИТОВЫХ ЖИЛ ТАРДАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ВОСТОЧНАЯ ТУВА

Анкушева Н.Н., Кужугет Р.В.

Получены первые данные по условиям формирования золотоносных минеральных ассоциаций Тарданского месторождения в Восточной Туве. По результатам термобарогеохимии золото-кварц-кальцитовые жилы образовались при участии Mg-K-NaCl растворов с концентрациями 6–9 мас. % и температурах не менее 250 °С.

Ключевые слова: флюидные включения, золото-кварц-кальцитовые жилы, золото, Тарданское месторождение, Тува.

Республика Тыва является уникальной металлогенической провинцией, где проявлены месторождения цветных, редких и благородных металлов, каменного угля, железных руд, нерудного сырья для стройиндустрии, пресных и минеральных вод. Богатство и разнообразие видов полезных ископаемых республики в значительной степени определяют перспективы экономического развития региона, которое может превратить его в регион с развитым горнопромышленным комплексом

Золоторудные объекты в скарнах достаточно широко распространены в структурах Восточной Тувы, но их промышленная оценка всегда сопряжена со значительными трудностями. Из-за слабой изученности генезис этих объектов однозначно не определен. Их рудные тела, как правило, характеризуются высокими концентрациями хорошо извлекаемого золота, но имеют сложную морфологию и небольшие размеры. В этих условиях объективная оценка новых рудопроявлений возможна только с использованием комплексных минералого-геохимических критериев, разработанных и апробированных на хорошо изученных месторождениях.

Тарданский рудный узел расположен на юге Алтае-Саянской складчатой области в пределах Восточно-Тувинской структурно-фациальной зоны. Золоторудные объекты приурочены к зоне контакта Копто-Байсютского тоналит-плагиогранитного массива таннуольского комплекса ордовика с вулканогенно-карбонатными породами туматтайгинской свиты нижнего кембрия. Золотое оруденение контролируется структурами Каахемского глубинного разлома [1, 2].

На площади рудного узла поисковыми работами 1963–1965 гг. выявлены золоторудные объекты в скарнах (Тардан, Копто, Соруглуг-Хем, Барсучий) и березитах (Тардан-2), а также ряд мелких проявлений и многочисленные пункты минерализации золота.

Рудное поле Тарданского месторождения площадью около 5 км² охватывает зону контакта гранодиоритов и кварцевых диоритов таннуольского комплекса с вулканогенно-карбонатными отложениями туматтайгинской свиты. В экзоконтакте интрузии вмещающие карбонатные породы мраморизованы и скарнированы. В зонах дробления и рассланцевания установлены постскарновые метасоматиты серпентинового, тремолит-актинолит-хлоритового и актинолит-магнетит-гематитового состава, развивающиеся как по скарнам, так и вне их. В скарнах и постскарновых метасоматитах отмечается наложенная золоторудная минерализация.

Образование золота на месторождении связано с метасоматитами березит-лиственитовой формации и сопутствующей золото-теллуридно-кварц-сульфидной минерализацией, наложенной на скарны и вулканогенно-осадочные породы в тектонических зонах дробления с образованием минерализованных зон.

Целью данной работы было установление условий формирования золотоносных ассоциаций месторождения Тардан по данным термобарогеохимии флюидных включений.

С учетом работ предшественников и собственных наблюдений, на Тарданском месторождении выделены 3 продуктивные стадии: 1) золото-кварц-кальцитовая (с весьма высокопробным золотом с содержаниями Ag от 0.93 до 3.53 мас. %, Cu до 0.9 мас. %, Fe до 0.62 мас. %, средняя пробность золота 972 ‰ при вариациях от 987 до 961 ‰); 2) золото-теллуридно-кварц-сульфидная (со среднепробным золотом с содержаниями Ag от 11.07 до 18.04 мас. %, Cu до 0.69 мас. %, средняя пробность золота 857 ‰ при вариациях от 888 до 818 ‰); 3) золото-сульфидно-кварцевая (с низкопробным золотом с содержаниями Ag от 20.06 до 25.34 мас. %, Cu до 0.35 мас. %, средняя пробность золота 773 ‰ при вариациях от 796 до 746 ‰).

Исследования флюидных включений проводились в микротермокамере TMS-600 (Linkam) с микроскопом Olympus BX51, позволяющей производить измерения температур фазовых переходов в интервале температур –196...+600 °С, в лаборатории термобарогеохимии Южно-Уральского государственного университета (Геологический факультет, филиал в г. Миассе). Солевой состав растворов оценивался по температурам эвтектик [4]. Концентрации солей в растворах рассчитывались по температурам плавления последних кристаллических фаз [5]. Были проанализированы флюидные включения в кварце и кальците из магнетит-актинолит-кальцитовых жил продуктивной золото-кварц-кальцитовой стадии. Кварц представлен мелкими изометричными прозрачными или полупрозрачными зернами или тонкими прожилками в мелкозернистой массе кальцита с характерным двупреломлением. Флюидные включения в кальците анализировались в крупных прозрачных зернах. Двухфазные флюидные включения имеют размер 10–15, реже до 20 мкм, образуют группы по 2–3 включения в цен-

тральных частях зерен и не имеют видимой связи с трещинами в минералах. Согласно классификации Н.П. Ермакова [6] и Э. Реддера [7], такие включения являются первичными или псевдоторичными.

Включения в кварце и кальците имеют сходные термобагеохимические параметры и содержат растворы с температурами эвтектики $-31,0 \dots -37,8^\circ\text{C}$, что указывает на присутствие в водно-солевом растворе MgCl_2 , NaCl и KCl . Температуры плавления последнего кристалла льда во включениях составляют $-3,8 \dots -6,0^\circ\text{C}$. В соответствии с ними солёность варьирует от 6.1 до 9.2 мас. % NaCl -экв. Включения гомогенизировались при температурах от 220 до 250°C .

По данным электрум-сфалеритового геотермометра [8], более поздние золото-теллуридно-кварц-сульфидные жилы отлагались при температурах $350\text{--}380^\circ\text{C}$.

Повышенные концентрации солей (до 9 мас. %) и сложный хлоридный состав предполагают глубинный источник рудообразующих растворов.

В дальнейшем полученные данные о солевом составе и температурах будут дополнены новыми результатами термобарогеохимических, изотопных и минералого-геохимических исследований.

Исследования поддержаны РФФИ (№ 17-45-170970p_a) и Правительством РФ (постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

Библиографический список

1. Коробейников, А.Ф. Закономерности проявления золотого оруденения в геолого-геохимических и физических полях контактовых ореолов гранитных интрузий / А.Ф. Коробейников, Г.Г. Номоконова, Л.Я. Ерофеев // Геология рудных месторождений. – 1987. – Т. 29. № 2. – С. 58–70.
2. Коробейников, А.Ф. Закономерности формирования месторождений золото-скарновой формации / А.Ф. Коробейников, И.А. Зотов. – Томск, 2006. – 234 с.
3. Гаськов, И.В. Стадийность и длительность формирования золоторудной минерализации на медно-скарновых месторождениях (Алтае-Саянская складчатая область) / И.В. Гаськов, А.С. Борисенко, В.В. Бабич, Е.А. Наумов // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 49. № 10. – С. 1399–1412.
4. Борисенко, А.С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии / А.С. Борисенко // Геология и геофизика. – 1997. – № 8. – С. 16–28.
5. Bodnar, R.J. Interpretation of microthermometric data for $\text{H}_2\text{O}\text{--}\text{NaCl}$ fluid inclusions / R.J. Bodnar, M.O. Vityk // Fluid inclusions in minerals: methods and applications. Pontignana-Siena. Pp. 117–130.
6. Ермаков, Н.П. Геохимические системы включений в минералах / Н.П. Ермаков. – М.: Недра, 1972. – 376 с.
7. Реддер, Э. Флюидные включения в минералах / Э. Реддер. – М.: Мир, 1978. – Т. 1. – 360 с.

8. Shikazono, N. A comparison of temperatures estimated from the electrum-sphalerite–pyrite-argentite assemblage and filling temperatures of fluid inclusions from epithermal Au-Ag vein-type deposits in Japan / N. Shikazono // Economic Geology. – 1985. – V. 80. № 5. – Pp. 1415–1424.

[К содержанию](#)