

Особенности магматизма и оруденения Култуминского золото-медно-железо-скарнового месторождения в Восточном Забайкалье

© Ю. А. Калинин¹, К. Р. Ковалев¹, О. М. Туркина¹, О. В. Гимон¹, Б. Н. Абрамов²

¹ Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: kalinin@igm.nsc.ru

² Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия. E-mail: b_abramov@mail.ru

Култуминское месторождение приурочено к одноименному интрузивному массиву средне-верхнеюрского возраста, представленному породами субщелочной серии от кварцевых монзонитов и кварцевых сиенитов до гранитов и дайками монцодиоритов. Дайки позднеюрского возраста представлены субщелочными габбро. Анализ трендов фракционирования петрогенных и редких элементов позволяет предположить, что образование доминирующих в Култуминском массиве и дайковом комплексе монзонитоидов происходило путем дифференциации субщелочного базитового расплава из обогащенного мантийного источника. Процесс формирования золото-медно-железо-скарнового и прожилково-вкрапленной среднетемпературной полисульфидной и эпитеpmальной Ag-Te-Bi-минерализации, железо-магнезиальных и кремнещелочных метасоматитов имел длительное многостадийное развитие и протекал в аспекте общей эволюции рудно-магматической системы.

Ключевые слова: Култуминское месторождение; Восточное Забайкалье; магматизм; петрогеохимия; Au-Cu-Fe-скарны; полисульфидная и эпитеpmальная Ag-Te-Bi-минерализация.

Features of magmatism and mineralization Kultuminsky gold-copper-iron skarn Deposit, Eastern Transbaikalia

Yu. A. Kalinin¹, K. R. Kovalev¹, O. M. Turkina¹, V. O. Gimion¹, B. N. Abramov²

¹ V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk, Russia. E-mail: kalinin@igm.nsc.ru

² Institute of Natural resources, Ecology, and Cryology, SB RAS, Chita, Russia. E-mail: b_abramov@mail.ru

The Kultuminsky field is associated with the Middle-Upper Jurassic Kultuminsky intrusive massif composed of alkaline series rocks ranging from quartz monzonite and quartz syenite to granite and monzodiorite dykes. Dykes of the Late Jurassic age are composed of subalkaline gabbro. Trend analysis of fractionation of major and rare elements suggests that formation of monzonitoids dominant in the Kultuminsky massif and dyke complex occurred during differentiation of the subalkaline basalt melt from enriched mantle source.

The process of formation of the gold-copper-iron-scarn and medium temperature polysulfide veinlet-disseminated and epithermal Ag-Te-Bi mineralization, as well as of iron-magnesia and silica-alkaline metasomatites was long and multi-stage from the viewpoint of the total evolution of the ore-magmatic system.

Keywords: Kultuminsky deposit; Eastern Transbaikalia; magmatism; petrogeochemistry; Au-Cu-Fe skarns; polysulfide and epithermal Ag-Te-Bi mineralization.

Култуминское месторождение располагается в пределах Газимуровской металлогенической зоны в Восточном Забайкалье, контролируемой Газимуровским глубинным разломом. Возникновение его связано с коллизионными процессами в ранне-среднеюрское время при столкновении Сибирского и Монголо-Китайского континентов и сопровождалось широким проявлением коллизионного и пост-коллизионного магматизма [1]. Месторождение приурочено к Култуминскому гранитоидному массиву и представлено зонально расположенными структурно-минеральными типами руд. Массив контролируется глубинными разломами северо-восточного и северо-западного направлений, имеет сложные взаимоотношения с вмещающими терригенно-карбонатными породами ернической (Є₁₋₂) и быстринской (Є₁) свит. По геофизическим данным, он имеет лапполитообразную форму с подводящим каналом [2]. Породы массива относятся к третьей фазе шахтаминского интрузивного комплекса (J₂₋₃š), возраст которого определяется в интервале 167–155 млн лет. Интрузивный массив пересекается дайками монцодиоритовых порфириров и дайками долеритов, условно относимых к нерчинско-заводскому комплексу (J₃nz).

Породы массива, имеющие равномернозернистое и порфировое строение, характеризуются широким диапазоном SiO₂ (60.4-69.5%), относятся к субщелочной серии и представлены рядом от преобладающих кварцевых монзонитов и кварцевых сиенитов до гранитов. Повышенное содержание K₂O определяет их принадлежность к высококаалиевой/шошонитовой сериям. Породы дайкового комплекса представлены субщелочными габбро и монцодиоритами. Монцодиориты дайкового комплекса образуют общие тренды петрогенных компонентов относительно SiO₂ с породами массива,

тогда как субщелочные габбро отклоняются от общих трендов и резко обогащены TiO_2 (1.7–1.6%) и P_2O_5 (0.71–0.86%). Породы Култуминского массива и дайкового комплекса обладают высоким содержанием Ba (500–1200 ppm) и Sr (350–710 ppm), что является типичным для пород монцонитового ряда. Кварцевые монцониты и кварцевые сиениты интрузии характеризуются умеренно фракционированными спектрами РЗЭ $(\text{La}/\text{Yb})_n=17\text{--}35$ со слабым европейским минимумом ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.89\text{--}0.64$). Аналогичные спектры РЗЭ имеют монцодиориты дайкового комплекса $(\text{La}/\text{Yb})_n=14\text{--}33$, $\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.74\text{--}0.8$). Мультиэлементные спектры как монцонитоидов массива, так и дайкового комплекса близки и характеризуются отрицательными аномалиями Nb, P, Ti и положительными Sr и Zr. Субщелочные габбро отчетливо обогащены легкими РЗЭ, Zr, Nb, Y. Анализ трендов фракционирования петрогенных и редких элементов позволяет предположить, что в образовании Култуминского массива и ассоциирующего дайкового комплекса участвовало три типа расплавов. Доминирующие в массиве кварцевые монцониты и кварцевые сиениты, а также монцодиориты дайкового комплекса, вероятно, являются продуктами дифференциации субщелочного базитового расплава. Геохимические характеристики гранитов свидетельствуют о формировании из самостоятельного расплава корового происхождения. Образование их могло быть связано с плавлением палеозойских субдукционных базальтов в основании островной дуги. Субщелочные габбро дайкового комплекса, вероятно, имели более обогащенный мантийный источник и предположительно связаны с более поздним рифтогенным этапом.

В последнее время рассматривается связь Au-Cu-Fe-скарновых месторождений с адакитами [3, 4]. Повышенные отношения $(\text{La}/\text{Yb})_n$ и Sr/Y для исследованных пород обнаруживаются некоторое сходство с адакитами, но содержание тяжелых РЗЭ и Y ($\text{Yb}=1.8\text{--}1.1$ ppm, $\text{Y}=18\text{--}15$ ppm) в наиболее меланократовых разностях выше, чем в адакитах ($\text{Yb}=0.9\text{--}0.6$ ppm, $\text{Y}=9.5\text{--}6.0$ ppm). Принципиальное отличие пород Култуминской интрузии и дайкового комплекса от адакитов состоит в их принадлежности к субщелочной калиевой серии и обогащении Ba, Rb, Th, что отражает их формирование путем дифференциации субщелочного базитового расплава из обогащенного мантийного источника. Напротив, для низкокалиевых адакитов как субдукционного, так и коллизионного происхождения предполагается плавление низкокалиевых метабазитов, при повышенном давлении.

Непосредственно к интрузивному массиву и к его периферии тяготеют различные минеральные типы оруденения, связанные с процессами контактово-метасоматических и гидротермально-метасоматических преобразований, контролируемых глубинными разломами, реактивированными после внедрения интрузивного массива. В центральной части массива проявлены редкая жильная кварц-калишпат-молибденитовая и касситеритовая минерализации. Основные промышленные субпластовые залежи золото-халькопирит-магнетит-скарновых руд тяготеют к эндо- и экзоконтактовым зонам северо-восточного простирания в восточной части интрузивного массива. К северо-восточным нарушениям чаще приурочены продукты железо-магнезиального метасоматоза, проявленного в виде серпентинизации, флогопитизации, биотитизации, Mg-хлоритизации и Fe-Mg карбонатизации. В зонах северо-западного простирания в интрузивном массиве и в ороговикованных вмещающих терригенных породах проявлена гидротермально-метасоматическая прожилково-вкрапленная золото-халькопирит-пирит-арсенопиритовая и сульфосолюно-полиметаллическая, а также Ag-Te-Bi типы минерализации. Они сопровождаются процессами окварцевания, березитизации, серицитизации и карбонатизации. По периферии интрузивного массива преимущественно в карбонатных породах представлена гидротермальная жильная серебро-сфалерит-галенитовая минерализация. Процессы метасоматоза и рудоотложения на месторождении носили многостадийный характер [5], проявившийся в отложении нескольких генераций рудных минералов. Всё это сопровождалось неоднократной реактивацией тектонических подвижек, катакластическими и пластическими преобразованиями ранее отложенных минералов и совмещением в пространстве разнотемпературных минеральных ассоциаций от скарновых высокотемпературных до эпитермальных низкотемпературных. Золото встречается во всех минеральных ассоциациях руд месторождения и только в самородной форме. Типовыми минералами ранней высокотемпературной ассоциации являются халькопирит, марматит, магнетит, пирротин, кубанит, борнит, минералы кобальта и никеля — карролит, флетчерит, виллиамит, кобальтин, Со-пирит, среднетемпературной ассоциации — галенит, сфалерит, теннантит, тетраэдрит, буланжерит. Эпитермальная Ag-Te-Bi минерализация в рудах представлена редко, но минералогически достаточно разнообразно — как в виде гессита, висмутина и тетрадимита, так и в виде минералов системы Cu-Ag-Pb-Te-Bi — ходрушита, гладита, крупкоита, паарита, эмплектита, хамамрита и двух недиагностированных фаз состава (мас. %): Cu – 9.84; Ag – 11.25; Pb – 4.45; Bi – 56.36; S – 17.46 и Cu – 10.24; Ag – 9.63; Bi – 59.23; S – 18.3. Утяжеленный изотопный состав серы основных сульфидов руд пирита и халькопирита ($\delta^{34}\text{S}$ 4.7–14.4‰) позволяет предполагать вовлечение в процесс рудоотложения сульфатной серы вмещающих терригенных пород. Особенностью Култуминской

рудно-магматической системы является флюидонасыщенность и обогащенность такими элементами как F, Cl, B и P, присутствующими в виде примесей и самостоятельных минералов.

Таким образом, процесс формирования высокотемпературного золото-медно-железо-скарнового оруденения, прожилково-вкрапленной среднетемпературной золото-халькопирит-пирит-арсенопиритовой и сульфосолюно-полиметаллической и эпитепиритальной Ag-Te-Bi минерализации, а также железо-магнезиальных и кремнещелочных метасоматитов имел длительное многостадийное развитие и протекал в аспекте общей эволюции рудно-магматической системы.

Авторы признательны А. В. Кузнецову, А. Х. Шафикову, А. П. Берзиной, А. Н. Берзиной и О. В. Шемелиной за предоставленные материалы.

Работа выполнена в рамках госзаданий (проект 0330-2016-0001, IX.137.1.2 № АААА-А17-117011210077-2), при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00353).

Литература

1. Геодинамика западной части Монголо-Охотского складчатого пояса и тектоническая позиция рудных проявлений золота в Забайкалье / Ю. А. Зорин [и др.] // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 11. С. 1578–1586.
2. Салихов В. С., Груздев Р. В. Геолого-структурные особенности Култуминского гранитоидного массива (Юго-Восточное Забайкалье) // Вестник ЧитГУ. 2013. № 06 (97). С. 48–55.
3. Федорова А. А., Салихов В. С. Минеральный состав руд Култуминского месторождения (Восточное Забайкалье): тезисы докл. IX всеросс. конф. «Кулагинские чтения». Чита: ЧитГУ. 2009. Ч. 7. С. 115–119.
4. Крупное Быстринское Cu–Au–Fe-месторождение (Восточное Забайкалье) — первый в России пример ассоциированной с адакитами скарново-порфировой рудообразующей системы / В. А. Коваленкер [и др.] // ДАН. 2016. Т. 468. № 5. С. 547–552.
5. Zhang X., Yang X., Pirajno F. Recycling of paleo-Pacific subducted oceanic crust related to a Fe–Cu–Au mineralization in the Xu-Huai region of North Anhui-Jiangsu, East China: geochronological and geochemical constraints // International Geology Review. 2017. № 1. P. 1–23.

Калинин Юрий Александрович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск.