

Чернышев И. В., Чугаев А. В., Сафонов Ю. Г., Сароян М. Р., Юдовская М. А., Еремина А. В. Изотопный состав свинца по данным высокоточного MC-ICP-MS-метода и источники вещества крупномасштабного благороднометалльного месторождения Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. № 6. С.550–559.

Condie K. C., Marais D. J. D., Abbott D. Precambrian superplumes and supercontinents: a record in black shales, carbon isotopes, and paleoclimates? // Precambrian Research. 2001. Vol. 106. P. 239–260.

Cuney M., Brouand M., Cathelineau M. et al. What parameters control the high grade-large tonnage of the Proterozoic unconformity related uranium deposits? // Proceedings of International Conference on Uranium Geochemistry. Nancy, France, 2003. P. 123–126.

Li Z. X., Zhong S. Supercontinent–superplume coupling, true polar wander and plume mobility: plate dominance in wholemantle tectonics // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2009. Vol. 176. P. 143–156.

Ю. И. Тарасова

*Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск
j.tarasova84@yandex.ru*

Вещественный состав руд и пород месторождения Чертово Корыто, Восточная Сибирь

Ленская золотоносная провинция является одной из крупнейших по запасам золота во всем мире. Здесь расположено гигантское месторождение Сухой Лог, крупные – Голец Высочайший, Вернинское и Чертово Корыто, а также ряд месторождений и рудопроявлений меньшего масштаба. Несмотря на значительный интерес к данной территории, вопрос генезиса месторождений золота, приуроченных к черносланцевым толщам Бодайбинского синклинория, до сих пор остается открытым. В настоящее время наиболее значимыми являются две основные концепции: 1) гидротермально-метаморфически-седиментационная модель [Немеров, 1989; Буряк, Хмельевская, 1997], согласно которой полезный компонент изначально аккумулировался в результате процессов осадконакопления, а рудные зоны были сформированы позднее при его катагенном и метаморфогенном перераспределении и 2) модель мезотермального рудообразования, по которой образование минерализованных зон связано с гранитоидами и процессами орогенного метаморфизма [Дистлер и др., 1996; Кучеренко, 2001]. В данной работе сопоставлены результаты минералогических, петрографических и геохимических исследований пород и руд месторождения Чертово Корыто с аналогичными параметрами месторождения-гиганта Сухой Лог.

Ленская золотоносная провинция приурочена к зоне сочленения двух крупных тектонических блоков: Сибирской платформы и Байкальской горной области. Одним из главных элементов ее геологического строения является Чуйско-Тонодско-Нечерский антиклинорий – региональная структура, контролирующая положение основных золотоносных районов и узлов в пределах структурно-металлогенической зоны. Положение осевой части антиклинория подчеркивают выступы пород раннепротерозойского возраста, в которых значительная площадь занята массивами гранитоидов.

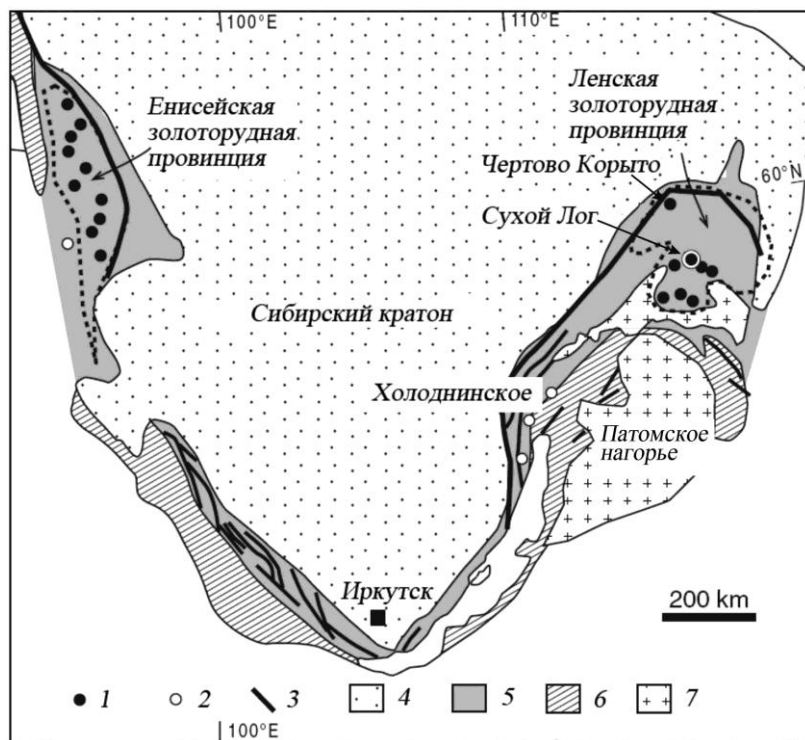


Рис. 1. Контроль Ленской и Енисейской золоторудных провинций рифтогенными зонами в краевой части Сибирского кратона и разломами (шовными зонами) по [Large et al., 2007] с изменениями.

1 – золоторудные месторождения, сопряженные с черными сланцами; 2 – свинцово-цинковые стратиформные месторождения; 3 – основные разломы (надвиги); 4 – Сибирский кратон; 5 – палеопротерозойские пассивные окраины; 6 – средне- и позднепротерозойские аккреционные образования; 7 – позднепротерозойские и палеозойские граниты.

Кевактинский рудный узел, перспективный на золотое и урановое сырье, приурочен к Тонодскому поднятию и представляет собой крупный (около 250 км²) тектонически нарушенный блок, заключенный между массивами гранитоидов: Кевактинским на юго-западе и Амандракским на востоке. Кевактинский узел располагается на севере Патомского нагорья в бассейне р. Большой Патом в 100 км к северу от месторождения Сухой Лог (рис. 1). Прогнозные ресурсы рудного золота узла оцениваются в 156 т по категории P₂, а балансовые запасы наиболее значимого здесь месторождения Чертово Корыто составляют 105 т [Золоторудное..., 2007ф].

Рудная зона месторождения мощностью 150 м и протяженностью 1.5 км приурочена к висячему боку складчато-разломной области, оперяющей Амандракский глубинный разлом. В пределах рудной зоны породы михайловской свиты представлены углеродсодержащими карбонатно-терригенными породами, в ходе метаморфизма превращенными в карбонат-полевошпат-хлорит-серицит-кварцевые сланцы с пирит-кварцевыми гнездами и прожилками кварца.

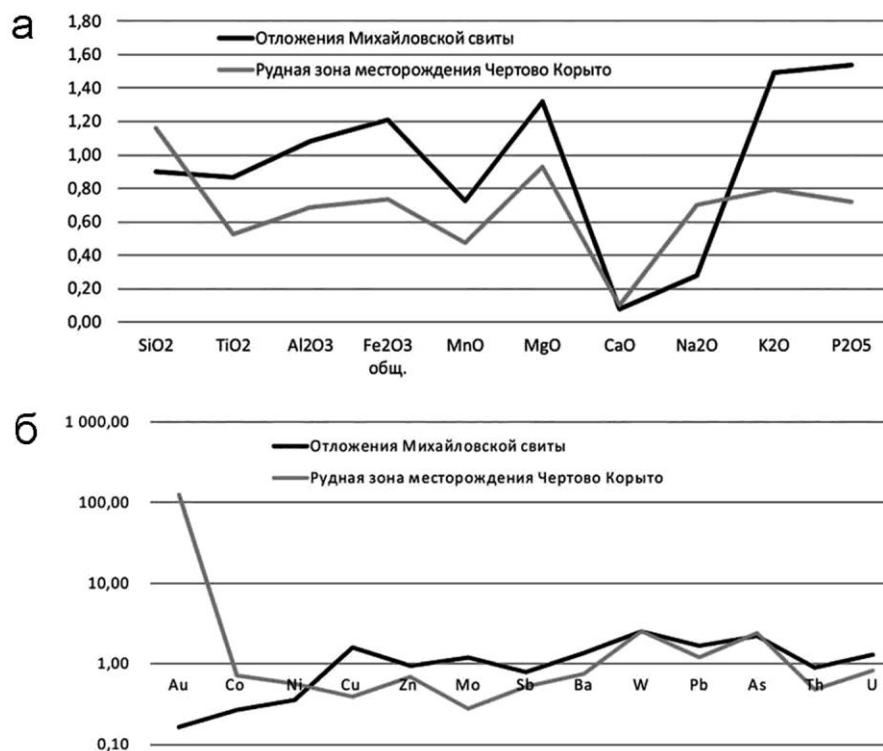


Рис. 2. Распределение породообразующих оксидов (а) и редких элементов (б) в породах михайловской свиты и рудной зоне месторождения Чертово Корыто.

Значения нормированы по стандартам PAAS [Condie, 1993] и СЧС-1 [Petrov et al., 2004].

Контуры рудных тел в пределах месторождения нечеткие и определяются по принимаемому в подсчетах запасов кондиционному бортовому содержанию золота 0,8 г/т. Рудные тела представляют собой серию сливающихся и разветвляющихся кварцевых жил и прожилков с участками прожилково-вкрапленной пирит-пирротин-арсенопиритовой минерализации. Из-за крайне неравномерного распределения золота внутреннее строение рудных тел характеризуется сложной морфологией с чередованием рудных и безрудных интервалов без какой-либо закономерности [Золоторудное..., 2007ф]. Выход минерализованной зоны на поверхность сопровождается первичным геохимическим ореолом мышьяка.

Для геохимического изучения пород и руд месторождения Чертово Корыто были отобраны пробы из рудной зоны и вмещающей михайловской свиты, минимально измененные рудными процессами (рис. 2). Содержания редких элементов определены методом ICP-MS, породообразующих оксидов – РФА. По сравнению с наиболее широко применяемыми стандартами терригенных отложений – PAAS (постаршейский глинистый сланец) [Condie, 1993] и СЧС-1 (черный сланец Байкало-Патомского нагорья) [Petrov et al., 2004], отложения михайловской свиты характеризуются повышенными содержаниями Al₂O₃ (до 33, среднее 20,44 мас. %), Fe₂O₃общ (среднее 7,86 мас. %), MgO (среднее 2,90 мас. %), K₂O (среднее 5,52 мас. %) и P₂O₅ (среднее 0,13 мас. %). Содержания практически всех оксидов в рудной зоне снижа-

ются за исключением SiO_2 , среднее содержание которого повышается от 62 мас. % во вмещающих неизменных породах михайловской свиты до 73 мас. % в рудной зоне месторождения (рис. 2а).

Распределение редких элементов повторяет закономерность, установленную для петрогенных элементов (рис. 2б). Наименее измененные породы михайловской свиты характеризуются повышенными (до трех раз) содержаниями Cu, Mo, Ba, W, As и Pb относительно значений PAAS и СЧС-1, в то время как в рудной зоне содержание практически всех редких элементов заметно снижается. Содержания W и As в рудной зоне практически не изменяются по сравнению с вмещающими толщами. Содержания Co и Ni четко коррелируют с рудными процессами, увеличиваясь в два и более раз в зоне окологрудных изменений. Максимальные концентрации Co и Ni отмечены в пробах с рудными содержаниями золота (7 проб): среднее содержание Au и Ag до 12.5 и 3.5 г/т, соответственно. Несмотря на общее увеличение количества пирита и пирротина в рудной зоне месторождения, содержание $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$ снижается, что обусловлено «разбавлением» всех элементов окварцеванием (содержание SiO_2 в ряде проб достигает 90 мас. %). Это также подтверждается резкой отрицательной корреляцией кремнезема с редкими элементами и породообразующими оксидами в пробах с наложенными рудными процессами.

Геохимические изменения пород рудной зоны подтверждаются минералогическими исследованиями. Основные рудные минералы месторождения Чертово Корыто – арсенопирит, пирротин, пирит, менее распространены халькопирит, галенит, сфалерит. Характерной чертой пирротина месторождения является его Co-Ni специализация. В единичных случаях в ассоциации со сфалеритом отмечены мельчайшие (первые микрометры) выделения гринокита. На месторождении выделяется рассеянная вкрапленность пирротина-1 с мелкими вытянутыми (до 0.7 см по длинной оси) вдоль расщепления линзами пирротина-2 и наложенная ассоциация золота с арсенопиритом. Арсенопирит представлен идиоморфными кристаллами размером от сотых долей миллиметра до 1 см. По зонам катаклаза крупных кристаллов развиваются аллотриоморфные включения золота совместно с пирротинном, реже галенитом. Редко самородное золото отмечается в крупных (до 1 см) идиоморфных кристаллах пирита. Кварцевые жилы, широко распространенные в рудной зоне, являются более поздними, т.к. рудная минерализация отмечается в них только в местах пересечения с рудными интервалами.

Минералого-геохимические характеристики месторождения Чертово Корыто сходны с таковыми месторождения-гиганта Сухой Лог. Оба месторождения приурочены к черносланцевым отложениям, метаморфизованным в условиях до серицит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации и характеризующимся сидерохалькофильной специализацией, приобретенной на стадии седиментации. Месторождения приурочены к ядерным частям антиклинальных складок. На месторождениях преобладает прожилково-вкрапленный золото-кварц-сульфидный тип минерализации и наблюдаются сходные формы выделений золота в ассоциации с арсенопиритом.

Различия между месторождениями выражаются в их приуроченности к разделенным во времени и в пределах разреза стратиграфическим единицам, которые, безусловно, формировались в различных геодинамических ситуациях. Различие видового состава рудной минерализации (преобладание арсенопирита на месторождении Чертово Корыто) связано со значительно большим содержанием As во вмещающих породах михайловской свиты относительно хомолхинской свиты дальнетайгинского горизонта, вмещающей месторождения Сухой Лог, Голец Высочайший и Вернинское [Yudovskaya et al., 2015].

В результате сопоставления можно сделать предположение о сходном процессе рудообразования на месторождениях благодаря влиянию одного палеозойского геодинамического события [Чернышев и др., 2009], что привело к формированию как разномасштабных самостоятельных месторождений золота, так и началу образования крупной золотоносной провинции.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ МК-4852.2016.5.

Литература

Буряк В. А., Хмелевская Н. М. Сухой Лог – одно из крупнейших золоторудных месторождений мира (генезис, закономерности размещения оруденения, критерии прогнозирования). Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с.

Дистлер В. В., Митрофанов Г. Л., Немеров В. К. и др. Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 6. С. 467–484.

Золоторудное месторождение Чертово Корято. Отчет ЗАО «Тонода» о поисково-разведочных работах за 1996–2007 г.г. с подсчетом запасов по состоянию на 01.09.2007. Бодайбо, 2007ф.

Кучеренко И. В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений Южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2001. Т. 304. № 1. С. 182–197.

Немеров В. К. Геохимическая специализация позднекембрийских черных сланцев Байкало-Патомского нагорья // Дис. на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Иркутск, 1989. 144 с.

Чернышев И. В., Чугаев А. В., Сафонов Ю. Г., Сароян М. Р., Юдовская М. А., Еремينا А. В. Изотопный состав свинца по данным высокоточного MC-ICP-MS-метода и источники вещества крупномасштабного благороднометалльного месторождения Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. № 6. С. 550–559.

Condie K. C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales // Chemical Geology. 1993. Vol. 104. P. 1–37.

Large R. R., Maslennikov V. V., Robert F., Danyushevsky L., Chang Z. Multi-stage sedimentary and metamorphic origin of pyrite and gold in the giant Sukhoi Log deposit, Lena Goldfield, Russia // Economic Geology. 2007. Vol. 10. № 2. P. 1233–1267.

Petrov L. L., Kornakov Yu. N., Korotaeva I. I. et al. Multi-element reference samples of black shale // Geostandards and Geoanalytical Research. 2004. Vol. 28. № 1. P. 89–102.

Yudovskaya M. A., Distler V. V., Prokofiev V. Yu., Akinfiev N. N. Gold mineralisation and orogenic metamorphism in the Lena province of Siberia as assessed from Chertovo Koryto and Sukhoi Log deposits // Geoscience Frontiers. 2015. doi:10.1016/j.gsf.2015.07.010.

Р. Х. Мансуров

*Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ), г. Москва
rinman81@bk.ru*

Рудопроявление Южное (Енисейский край): новый тип золотоносных минерализованных зон

Рудопроявление Южное выявлено в 2015 г. в ходе поисковых работ по госконтракту с Федеральным агентством по недропользованию Роснедра, направленных на выявление большеобъемного золотого оруденения в углеродисто-карбонатно-терри-