

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
Федеральное государственное бюджетное учреждение
**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ФГБУ «ЦНИГРИ»)**



Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1, Москва, 117545
Тел./факс: (495) 313-18-18; E-mail: tsnigri@tsnigri.ru; http://www.tsnigri.ru
ОГРН 1187746427230, ИНН 7726429427 КПП 772601001

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор ФГБУ «ЦНИГРИ»



А.И.Черных

3 февраля 2023 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Кудрина Максима Васильевича

«СТРУКТУРА, МИНЕРАЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОРОГЕННОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАНГАЛАС, ЯНО-КОЛЫМСКИЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ ПОЯС», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Золоторудные месторождения, локализованные в углеродисто-терригенных комплексах, содержат более половины всех запасов золота нашей страны. Основные перспективы расширения отечественной минерально-сырьевой базы этого благородного металла в первую очередь связаны с вероятностью обнаружения новых рудных объектов на обширных площадях распространения потенциально продуктивных толщ. К числу таких площадей относится Яно-Колымский золотоносный пояс, в пределах которого известны многочисленные рудопроявления и геохимические аномалии, требующие доизучения и заверки. Объектом диссертационного исследования М.В.Кудрина является типичное для данного пояса золото-кварцевое месторождение Хангалас. Полученные соискателем результаты комплексных геологических, минералого-геохимических, термобаро-геохимических и изотопных исследований позволяют существенно уточнить геолого-генетическую модель оруденения данного типа, обосновать новые поисково-оценочные критерии и, в конечном счете, повысить результативность геологоразведочных работ. Поэтому актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

В основу диссертации положены результаты личных полевых и лабораторных исследований автора, которые он на протяжении нескольких лет проводил на объектах Хангаласского золоторудного узла. Изучение геолого-структурных условий локализации оруденения сопровождалось отбором образцов и проб, которые были проанализированы при помощи широкого комплекса современных аналитических методов. В работе эффективно использованы минераграфические наблюдения, рентгеноспектральный микроанализ, LA-ICP-MS, микротермометрический анализ состава и свойств флюидных включений, а также результаты изотопных исследований (S, O, Re/Os).

Все аналитические данные в диссертации представлены в табличной форме (всего 19 табл.), дано достаточно полное описание использованных методик. Диссертация общим объемом 210 страниц состоит из Введения, пяти глав, Заключения, списка опубликованных и фондовых источников (335 наименований). Текст написан хорошим профессиональным языком и проиллюстрирован геологическими картами, схемами, фотографиями и микрофотографиями, диаграммами и графиками (всего 96 рис.)

В результате обобщения весьма обширного и представительного фактического материала автором сформулированы три защищаемые положения.

В первом положении охарактеризовано строение месторождения Хангалас и определена структурная позиция золотого оруденения. Обоснованию этого положения посвящена третья глава диссертации (стр. 49–84). В ней весьма наглядно показано, что золотоносные кварцевые жилы и прожилки, также как и на большинстве других месторождений и рудопроявлений района, на объекте приурочены к ранним разрывным структурам, сформированным во взбросо-надвиговом поле тектонических напряжений. Ранние деформации осложнены пострудными сдвигами, вначале левыми, затем правыми.

В целом вопрос о структурном контроле размещения оруденения проработан достаточно глубоко, выводы автора не противоречат данным, полученным предшественниками для большинства золото-кварцевых месторождений Верхне-Индибирского сектора Яно-Колымского пояса, поэтому обоснованность и достоверность первого защищаемого положения сомнений не вызывают.

Во втором положении приводится последовательность рудообразования, обоснованная материалами 4-й главы (стр. 85–131). По наблюдаемым взаимоотношениям с учетом данных по составу рудных минералов выделены пять последовательно сформированных парагенетических ассоциаций. Охарактеризован химический состав пирита и арсенопирита, присутствующих в жилах и околожилных породах. В сульфидах из околожилных пород методом LA-ICP-MS определены содержания «невидимого» золота.

Фотографии образцов, микрофотографии аншлифов, таблицы с данными рентгеноспектрального микроанализа и данными LA-ICP-MS-анализа примесей (в том числе Au) делают выводы автора достаточно убедительными.

К данному разделу диссертации есть два замечания.

1. Некоторые названные в составе руд минералы (фрейбергит, буланжерит, тетраэдрит, акантит) не подтверждены данными рентгеноспектрального микроанализа (стр. 108).

2. В работе приведены кристаллохимические формулы пирита всех генераций (стр. 116–117), за исключением золотоносного пирита-3, которому в защищаемом положении уделено особое внимание. Содержание Fe в этом пирите (обр. № 4, 9, 14, стр. 200–205) не превышает 46.6 мас.% (за исключением тех редких случаев, когда аналитическая сумма существенно выше 100 %). Почему автор считает содержание Fe в пирите-3 избыточным, непонятно.

Третье положение раскрывает основные элементы геолого-генетической модели месторождения (глава 5, стр. 132–161). По результатам исследования флюидных включений автором установлено, что золотоносная минерализация была сформирована при участии низкоконцентрированных растворов (2–5 % NaCl-экв.) в интервале температур от 340 до 150°C. Давление составляло около 300 бар, что соответствует глубинам 1–3 км от палеоповерхности. Вывод о магматогенном происхождении рудообразующих растворов сделан на основании данных по изотопному составу кислорода кварца, серы сульфидов и начальному изотопному составу осмия в самородном золоте. Полученная Re-Os датировка самородного золота (~137 млн. лет) позволяет автору обоснованно связать рудообразование с тектоническими и магматическими процессами позднеорогенного этапа развития Кулар-Нерского террейна.

Выполненная соискателем интерпретация изотопных и термобарогеохимических данных соответствует уровню кандидатской диссертации по специальности 1.6.10.

Для создания более полной геолого-генетической модели формирования месторождения Хангалас представляется необходимым рассмотреть возможности обогащения вмещающих кварцевые жилы пород золотом в период осадконакопления. Полагаем, такой подход в отношении рассматриваемого месторождения вполне оправдан. Золоторудные месторождения и рудопроявления Хангаласского рудного узла локализованы в пределах единого литолого-стратиграфического уровня в верхней части разреза пермских отложений. К этому же уровню приурочены другие месторождения Центральной Колымы, в формировании которых участие золотоносных гидротермально-осадочных систем конседиментационного этапа сначала предполагалось (Буряк и др., 2002), а затем было

установлено (Кряжев и др., 2014; Арифуров и др., 2017). Поэтому не исключено, что на месторождении Хангалас содержания золота в пирите-1 могут достигать десятков г/т, и именно он являлся основным источником рудного вещества при формировании рудных тел.

Высказанные замечания следует рассматривать как рекомендации автору для дальнейших исследований. Указанные замечания не снижают в целом высокую оценку выполненной работы, ее научную и практическую значимость. Все поставленные перед соискателем задачи решены. Защищаемые положения надежно обоснованы приведенными в диссертации фактическими данными.

М.В.Кудриным впервые дана комплексная геолого-структурная, минералого-геохимическая, изотопно-геохимическая и геохронологическая характеристика месторождения Хангалас, основанная на результатах полевых исследований и анализе метасоматитов и руд современными инструментальными методами. Получены и проинтерпретированы новые данные по химическому и микроэлементному составу сульфидов. Определены *РТХ*-параметры и вероятные источники рудообразующих растворов. Впервые установлен изотопный возраст самородного золота.

Научная и практическая ценность диссертации заключается во введении в научный и информационный оборот большого массива целенаправленно собранных и систематизированных минералого-геохимических, геохронологических, изотопно-геохимических и термобарогеохимических данных, имеющих под собой качественную геолого-структурную основу и характеризующих слабоизученный золоторудный объект Яно-Колымского металлогенического пояса. Эта информация имеет большое значение для дальнейшей разработки моделей рудообразующих процессов и совершенствования критериев прогноза и поисков золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах.

Результаты диссертационного исследования М.В.Кудрина рекомендуется использовать для уточнения прогнозно-поисковых моделей при планировании и проведении на территории Северо-Востока Якутии геолого-поисковых работ на рудное золото за счет средств Федерального бюджета. Недропользователям целесообразно учесть материалы диссертации при проектировании отработки месторождения Хангалас, оценке глубоких горизонтов и флангов Хангаласского рудного поля.

Материалы диссертации достаточно полно изложены в научных публикациях, в числе которых 10 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Результаты исследований доложены на нескольких всероссийских и международных конференциях.

Автореферат отражает основное содержание и выводы диссертации.

Диссертационная работа М.В.Кудрина является завершенной научно-квалификационной работой, в которой автор показал свой высокий профессиональный уровень как специалист в области геолого-структурных и минералого-геохимических исследований рудных месторождений.

В диссертации решена задача выявления закономерностей строения малоизученного золоторудного месторождения Хангалас и научного обоснования условий его формирования. Использование выводов и рекомендаций автора в практике прогнозно-поисковых работ будет иметь существенное значение для расширения минерально-сырьевой базы золота нашей страны. Полученные научные результаты имеют большое значение для дальнейшей разработки моделей эволюции рудообразующих систем, сформировавших золото-кварцевые месторождения в углеродисто-терригенных комплексах Яно-Колымской провинции.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842) для ученой степени кандидата наук, а её автор Кудрин Максим Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Отзыв на диссертацию М.В.Кудрина обсужден на заседании НМС отдела минералогии и изотопной геохимии ФГБУ «ЦНИГРИ», протокол № 1/23 от 02.02.2023 г., и принят в качестве официального отзыва ведущей организации.

Начальник отдела минералогии
и изотопной геохимии

ФГБУ «ЦНИГРИ», доктор геол.-мин. наук

С.Г.Кряжев

Ведущий научный сотрудник
отдела минералогии и изотопной геохимии

ФГБУ «ЦНИГРИ», кандидат геол.-мин. наук

С.С.Двуреченская

