

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук
Фоминых Павла Андреевича
на тему: «Типохимизм и коренные источники самородного золота
россыпей Егорьевского рудно-россыпного района (СЗ Салаирский
кряж)»
по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых
полезных ископаемых, минерагения»

Актуальность избранной темы с точки зрения фундаментальной науки состоит в выявлении генетических и вещественных связей в системе «коренной источник - россыпь», а прикладные аспекты исследования заключаются в необходимости совершенствования принципов научного обоснования прогноза и поисков экзогенных и эндогенных месторождений золота, проводимых с целью выявления коренных источников золотых россыпей Егорьевского рудно-россыпного района (ЕРРР) для развития минерально-сырьевой базы региона.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертации, обоснованы как обширным фактическим материалом, легшим в основу диссертации, так и выполненным на высоком современном научном уровне комплексом аналитических исследований, а также методологически точным подходом к интерпретации полученных результатов.

На защиту вынесены три положения. Их формулировка позволяет аргументировано производить обсуждение содержащихся в них научных заключений. Они взаимосвязаны между собою общей структурой:

- первое опирается на результаты исследования химического состава и комплекса микровключений россыпного самородного золота ЕРРР, что позволило провести его классификацию в системе координат Au-Ag-Cu-Hg; на основании этого выделено пять главных типов россыпного золота и определена их пространственная привязка.

- второе защищаемое положение основано на интерпретации данных по содержанию микропримесей, полученные в результате масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией (ЛА-ИСП-МС), что позволило более детально охарактеризовать выделенные типы золота и указать на их связь с разными типами первичной минерализации.

- полученные данные по россыпному золоту в сочетании с изучением известных коренных месторождений и проявлений позволили охарактеризовать четыре типа коренных источников россыпного золота с их привязкой к выделенным россыпным типам (третье защищаемое положение).

Каждое из положений находит раскрытие в тексте диссертации, достаточное для обоснования выдвигаемых научных утверждений.

Отправной точкой систематики самородного золота настоящей работы является его первоначальный химический состав (как самый выдержанный и информативный параметр) наряду с морфологическими особенностями (размер и морфология самородного золота, раздел 3.1), а также данными по изучению микровключений рудных минералов, законсервированных в самородном золоте (раздел 3.8). Достоверность определения хим. состава определяется тщательным исследованием структуры частиц золота и выбором для анализа однородных участков во внутренней части зерен.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые была проведена систематизация всех накопленных данных о химическом составе самородного золота из аллювиальных россыпей, кор выветривания и эталонных коренных объектов СЗ части Салаирского кряжа. Установлены основные типы самородного золота и характерные для них наборы минеральных микровключений. Приведены новые данные о

микропримесном составе золота ЕРРР, установленные примеси Pd и Sb расширили систематические знания о самородном золоте. Полученные данные позволили локализовать поля распространения самородного золота различного состава и дать прогноз по формационной принадлежности и локализации коренных источников россыпного золота.

Практическая значимость

На основании интерпретации полученных данных о химическом и микропримесном составе золота установлен тип и пространственная привязка коренных источников самородного золота для изучаемых россыпных полей, а также дан прогноз по невыявленной золотой и золотосодержащей минерализации, что служит основой для создания поисковых моделей и позволяет существенно сократить затраты на площадные методы поиска. Проведенный комплексный анализ золота может использоваться при разработке поисково-оценочных критериев при геологоразведке и доразведке золоторудных и золотосодержащих месторождений и рудопроявлений.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций опирается на обширный материал, собранный и использованный автором в ходе полевых работ 2017 и 2019 гг.: изучено более 5000 частиц самородного золота из аллювиальных россыпей, кор выветривания и эталонных коренных объектов, расположенных на территории ЕРРР. Исследование образцов было проведено высокоточными методами на сертифицированном оборудовании, а обработка результатов осуществлена с применением современных научных методов статистической обработки данных – построение кумулятивных кривых содержаний и многомерных диаграмм, кластерный анализ методами дендрограмм и К-средних, итд.

Результаты исследований опубликованы в 11 научных работах, в т.ч. в 4 в изданиях, рекомендованных ВАК, а также докладывались на российских и международных конференциях, проходивших с 2018 по 2023 гг.

Вместе с тем, к работе имеется ряд замечаний.

1. Автор приводит кумулятивные кривые содержаний Ag по каждому из исследованных водотоков; изменение наклона и положение разрывов на кумулятивной кривой интерпретируются как указание на наличие различных источников самородного золота (с.30), в первую очередь, трех видов серебристого золота (умеренное, среднее и высоко-серебристое). Поскольку эти типы выделяются для всего ЕРРР (защищаемое положение 1), то было бы полезно дополнительно подтвердить сделанные выводы анализом диаграммы кумулятивных процентов не только по отдельным водотокам, а в суммарной выборке химического состава золота по всему району в целом.

2. Выделенные типы золота (в первую очередь, это относится к серебристым разностям II, III и IV) интерпретируются как показатели различных источников. Но даже в заведомо одном источнике (к примеру, Новолушниковское месторождение, рис. 17) состав золота крайне неоднороден, поэтому интерпретация однородности выборок по хим.составу россыпного золота как показателя отдельного источника не является обоснованной.

3. Указано, что «золото характеризующееся содержанием Cu более чем 0,5 мас.%, как правило, содержит Hg не более 5 мас.%. В ртутистом самородном золоте (Hg более 10 мас.%), напротив, значимых концентраций меди не обнаруживается» (с.55). Из этого следует, что между Cu и Hg присутствует отрицательная корреляция, но количественное подтверждение этого вывода отсутствует. Было бы более убедительно подтвердить этот вывод расчетом коэффициента корреляции.

4. Принимая во внимание, что россыпи района были переработаны (некоторые – неоднократно), и их первичный состав и положение были существенно изменены, для интерпретации связей в системе «коренной источник – россыпь» было бы полезно (насколько это возможно) описать литологию и геоморфологическое положение россыпей; в частности – для выявления возможных промежуточных коллекторов.

5. Автор совершенно справедливо замечает, что «Долговременное пребывание самородного золота в условиях россыпи или же в проявлениях, относимых к формации кор выветривания, «стирает» первичные характеристики состава» (с.57). То есть, для реконструкции первичного состава надо хорошо понимать историю самородного золота в зоне гипергенеза (продолжительность существования в корах выветривания и/или промежуточных коллекторах). Именно гипергенные каймы несут такую информацию, и их исследование всегда является важной частью изучения самородного золота в россыпях. В количественном выражении этот процесс иллюстрируется коэффициентом неоднородности – соотношением содержаний золота в кайме и центре зерна. Этот коэффициент используется в ряде классификационных и генетических диаграмм (Lalomov et al., 2017, 2023).

К сожалению, эта особенность самородного золота никак не отражена в содержании диссертации, хотя такая работа (изучение состава золота в краевой и центральной части зерен) проводилась еще на стадии выбора однородных участков для дальнейшей постановки ЛА-ИСП-МС. Единственная фраза «В ряду случаев различия в составе между центральной и краевой частью были незначительны, Ag 0,1 мас. % и 0,5 мас. % соответственно» (с.57) не вносит никакой ясности: из нее совершенно непонятно, чему равно различие в содержании Ag между центральной и краевой частью - 0,1 мас. % или 0,5 мас. %. И это «в ряду случаев», а в целом по выборке? И как этот параметр изменяется по разным типам золота и районам? Тем более, что анализ структуры частиц золота был проведен и необходимые материалы у автора имеются.

5. Трудно согласиться с утверждением, что «С привлечением ЛА-ИСП-МС метода к анализу микроэлементного состава самородного золота «классическая» четырехэлементная (Au-Ag-Cu-Hg) система теряет свою актуальность» (с.66). Выделенные микропримеси (Pd, Pt, Sn, Bi, Pb и Te) не заменяют классическую классификацию, но дополняют и уточняют ее.

6. На детализированной диаграмме Ag-Sb только 2 зерна золота V типа попадают в область руд Новолушниковского месторождения. Этого явно недостаточно для вывода, что оно является коренным источником аллювиального золота V типа.

Помимо указанных смысловых, имеется ряд замечаний, скорее, редакторского плана:

7. В разделе «Фактический материал» указано, что «в работе задействовано более 5000 частиц самородного золота». Более детальная информация присутствует в Приложениях, но чтобы хорошо представлять объём проведенных исследований, было бы лучше разместить их в отдельной таблице в разделе «Фактический материала»

8. На с. 21 указано, что «Оруденение в том числе и россыпи, ... локализуется в нижнекембрийских терригенно-вулканогенно-карбонатных отложениях кинтерпских и суенгинстких свит». В районе действительно есть ископаемые нижнекембрийские россыпи?

9. С.55 (раздел 3.9.1) Суммируя данные по химсоставу золота, автор указывает, что «Основываясь на поведении кумулятивной кривой были выделены основные интервалы и изменения угла наклона, отвечающие содержанию Ag: до 5 мас.%, 10–12 мас.%, 12–25 мас.% и более 25 мас.%». А в какую категорию попали зерна из интервала 5–10% Ag?

Выявленные замечания в большинстве своем относятся к области возможного улучшения работы, и ни к какой мере не ставят под сомнение сделанные выводы и соответствие работы уровню кандидатской диссертации.

Таким образом, соискатель Фоминых Павел Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по

специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук

Ведущий научный сотрудник Лаборатории геологии рудных месторождений

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и

геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

Лаломов Александр Валерианович

Дата 18.04.2024 

(подпись)

Контактные данные:

тел.: 7(916)9358673, e-mail: lalomov@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 25.00.11. – «Геология, поиски и разведка твердых полезных
ископаемых, минерагения».

Адрес места работы: 199017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 35,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и

геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

Лаборатория геологии рудных месторождений

Тел.: +7 (499) 2308426; e-mail: lalomov@mail.ru

Подпись сотрудника
удостоверяю:

Подпись руки Лаломова А.В.
удостоверяется.
Заслуживший канцелярской Федерации государственного
бюджетного учреждения науки Института геологии
месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
Российской академии наук ИГЕМ РАН

