

ОТЗЫВ

на диссертацию Фоминых Павла Андреевича

«Типохимизм и коренные источники самородного золота россыпей Егорьевского рудно-россыпного района (СЗ Салаирский кряж)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

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

Диссертационная работа П.А. Фоминых посвящена исследованию некоторых типоморфных характеристик самородного золота россыпей Егорьевского рудно-россыпного района северо-западной части Салаирского кряжа и выявлению его коренных источников. Фундаментальной проблемой россыпной геологии является прогноз, поиск и выявление коренных источников самородного золота. Диссертант особое внимание уделил изучению химического состава и минералов-микровключений самородного золота. Химические и минералогические особенности россыпного золота успешно используются при разведке коренных источников золота. Актуальность выбранной темы исследований не вызывает сомнений как в теоретическом, так и практическом плане, поскольку коренные источники россыпной золотоносности северо-западной части Салаирского кряжа достоверно не были выявлены и остаются до сих пор дискуссионными.

В работе изучена весьма представительная коллекция самородного золота Егорьевского рудно-россыпного района (СЗ Салаирский кряж), имеющаяся у сотрудников ИГиМ СО РАН и дополненная образцами, отобранными в ходе полевых работ 2017 и 2019 г. в составе отряда лаборатории Рудообразующих систем ИГМ СО РАН при непосредственном участии диссертанта. Им выполнен колоссальный объём аналитических работ. Методами рентгеноспектрального микроанализа и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией (ЛА-ИСП-МС) получены большие массивы аналитических данных. Впервые охарактеризован комплекс минеральных микровключений и макро- и микропримесный состав самородного золота четырех россыпных полей, трех участков формации золотоносной коры выветривания, метасоматических и кварцево-жилных руд Новолушниковского и Егорьевского месторождений, рудопроявления Суенга-1. Систематизация и обработка огромного массива данных – не простая задача. Диссертанту удалось установить основные типы самородного золота, характерные для них наборы минеральных микровключений, обосновать коренные источники самородного золота для изучаемых россыпных полей (Иковское, Суенгинское, Бердское и Иковское).

Основные научные результаты и материалы исследования опубликованы в 4 рецензируемых журналах, входящих в список ВАК. Одна статья, в которой диссертант первый автор, опубликована в высокорейтинговом зарубежном журнале Q1 Ore Geology Reviews.

К диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. **Объём автореферата неоправданно краток.** Он не превышает 20 страниц вместо 23 разрешенных правилами ВАК. В него следовало бы включить информацию, касающуюся методик РСМА и ЛА-ИСП-МС - погрешность измерений при определении основных и примесных элементов и пределы определения примесей и микропримесей, режимы накопления спектров, выбранные характеристические излучения для элементов.

2. В тексте диссертации методики исследования состава самородного золота приведены в сокращенном виде и не содержат в полном объеме требуемые данные, подтверждающие достоверность полученных результатов. Время накопления спектров в 10 секунд явно занижено как при использовании метода EDS, так и WDS, что снизило точность полученных данных.
3. В Приложениях 1.1 – 1.11 диссертации для содержаний ртути и меди приведены данные ниже предела обнаружения. Какой критерий при вычислении предела обнаружения (1, 2 или 3 сигмы)?
4. Отсутствие золотого стандарта при обработке данных, полученных методом ЛА-ИСП-МС в настоящей работе, вызывает сомнение в надежности аналитических результатов. Некорректность такая же, как если, например, не использовать сульфидный стандарт при изучении микропримесей в составе сульфидов. Следует отметить, что полученные данные с использованием метода ЛА-ИСП-МС опубликованы только в сборниках конференций, что вполне понятно. Во всех публикациях зарубежных исследователей результаты по микропримесному составу самородного золота получены с использованием золотого стандарта с микропримесями для 18 элементов. Как показывает опыт авторов отзыва, использование двух силикатных стандартов и данных по составу макропримесей в исходных анализируемых образцах недостаточно для определения микропримесей в составе самородного золота методами ЛА-ИСП-МС. Тем не менее, диссертант утверждает, что «...результаты обладали высокой воспроизводимостью и точностью» (стр. 67 диссертации) на основании внутреннего контроля качества измерений путём сравнения концентраций Cu и Hg, полученных микрозондовым и ЛА-ИСП-МС методами. Отметим, что сопоставления содержаний только двух элементов явно недостаточно для вывода о качестве используемой методики.
5. Авторы настоящего отзыва попытались сами сравнить содержания Cu и Hg, найденные электронно-зондовым и ЛА-ИСП-МС методами анализа, с использованием приведённых в диссертации данных. Однако оказалось, что из 20-ти анализов золота методом ЛА-ИСП-МС (Приложение 1.12) россыпи Матвеевка Бердского россыпного поля и 139-ти анализов методом РСМА (Приложение 1.4) золота этой же россыпи выявилось только одно совпадение по содержаниям серебра (7.63%), анализы № 4 (Hg – 836 ppm, Cu – 467 ppm) и № 29 (Hg – 0.52%, Cu – 0.03%) соответственно. Таким образом, содержание ртути по методу ЛА-ИСП-МС в 6 с лишним раз ниже данных электронно-зондового микроанализа, а содержание меди по микрозондовому методу ниже предела обнаружения. И это «высокая точность»? Интересно также, на какое содержание серебра нормировались остальные 19 результатов анализа золота этой россыпи методом ЛА-ИСП-МС, если для них нет данных электронно-зондового микроанализа? Очень похоже, что нормализация результатов на «микрозондовое» содержание серебра, если и выполнялась, то в исключительно редких случаях, так как в Приложениях 1.12-1.16 часто содержания серебра по данным ЛА-ИСП-МС приведены с точностью до десятков ppm, в то время как данные РСМА приводятся в соответствующих таблицах с точностью до сотен ppm и отличаются на порядок.
6. Не совсем понятно, почему диссертант не приводит сведения о ширине и составе высокопробных кайм россыпного золота. Для количественной характеристики преобразования самородного золота обычно используют коэффициент неоднородности, степень окатанности золотинок, коэффициент уплощения (Тищенко, 1981; Knight et al., 1999; Townley et al., 2003; Lalomov et al.,

2017; 2023). Степень окатанности и уплощенности позволяет предположить дистанцию сноса для большинства россыпей, согласно данным (Townley et al., 2003). К сожалению, эти важные характеристики оказались вне внимания диссертанта.

7. В автореферате и диссертации крайне мало представлены оптические (в отраженном свете) и СЭМ фото самородного золота. Отсутствуют фото типичных золотин исследуемых россыпных полей и участков коры выветривания, которые бы показывали его особенности структуры и морфологии. В автореферате на рис.7 помещены два оптических фото и 6 СЭМ фото неоднородного золота с микровключениями минералов без ссылок на конкретный исследуемый объект, что затрудняет восприятие представленного материала.

Высказанные замечания не снижают научной ценности и практической значимости полученных результатов. Автореферат отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, его автор – Фоминых Павел Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Карманов Николай Семёнович



подпись

Старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук,
лаборатория рентгеноспектральных методов анализа,
Институт геологии и минералогии СО РАН;
Почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3;
e-mail: krm@igm.nsc.ru; м.т.: 9139468018

Я, Карманов Николай Семёнович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«27» мая 2024 г.



Пальянова Галина Александровна



подпись

главный научный сотрудник, доктор геолого-минералогических наук,
лаборатория прогнозно-металлогенических исследований,
Институт геологии и минералогии СО РАН;
Почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3;
e-mail: palyan@igm.nsc.ru; м.т.: 89137859059

Я, Пальянова Галина Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«27» мая 2024 г.



(подпись)

Подпись ФИО автора отзыва заверяю М.П.



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ИЗУРКО К.В.
27.05 2024