

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Коршуновой Веры Александровны на тему: «Формы нахождения золота и сопутствующих элементов в рыхлом покрове на территориях лицензионной площади Пиилола (Финляндия) и месторождения Новые Пески (республика Карелия)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертация посвящена актуальной теме – совершенствованию методов геохимических поисков погребенных месторождений коренного золота в условиях развития мощных ледниковых отложений (Пиилола) с последующим образованием почв в умеренно-влажном климате, а также в отсутствие ледниковых отложений (Новые Пески).

Автор продемонстрировала достаточно хорошее владение региональной и локальной геологической ситуацией как на территории Финляндии, так и в российской Карелии. В работе применен адекватный набор геохимических методов, ряд методик адаптирован для конкретной геологической обстановки. Особое внимание было уделено выявлению особенностей взаимодействия золота с фульво- и гуминовыми кислотами и формам его переноса.

Проведенные исследования привели к получению новых знаний об основных формах нахождения золота и сопутствующих элементов и закономерностях их распространения на двух золотоносных участках. Практическая значимость работы несомненна, результаты могут быть применены как при поисковых работах, так и для интерпретации геохимических аномалий.

Работа выполнена на представительной коллекции проб, отобранных при непосредственном участии автора. Личный вклад также состоит в проведении практически всех экспериментов по стадийному выделению золота и элементов-спутников из проб и определению валовых содержаний золота.

Результаты опубликованы в достаточной мере в научной периодике и докладывались на конференциях различного уровня.

Замечания сводятся к следующему.

Во введении не вполне корректно сформулированы проблемы, стоящие перед поисковой геохимией, хотя актуальность работы сама по себе вопросов не вызывает. Недостаточно подробно проанализирована имеющаяся научно-практическая база поисковой геохимии. Вряд ли широкое применение поисков золота с использованием элементов-спутников по первичным и вторичным ореолам рассеяния введено в практику геологоразведочных работ в 2017 г., как это следует из ссылки автора на стр. 3 диссертации (Korshunova et al., 2017). Этот метод применяется уже много десятилетий и его основы изложены в учебниках и справочниках по поисковой геохимии, например в «Справочнике по геохимическим поискам полезных ископаемых» (Соловов и др., 1990). Кроме того, аномалии As, Cu, Hg, Ag, Se, Sb, Zn, Pb, Te, Bi, Mo могут быть смещены относительно золота не только в результате гипергенеза, но и иметь первичное происхождение. Не всегда указанные элементы имеют значимую положительную корреляцию с золотом.

При всей важности понимания форм нахождения золота в рыхлых отложениях, очень важным является выяснение причин (геологических, климатических...) формирования тех или иных форм переноса золота и анализ дальности их переноса, но эти вопросы автором не были разработаны в достаточной мере. Неясно, чем конкретно предложенные автором методы улучшают подходы геохимических поисков, которые

были реализованы ранее. Автор подчеркивает практическую направленность работ, но определение форм нахождения элементов при производстве рутинных геохимических изысканий является трудоемким и дорогостоящим делом. Рекомендаций, в какой мере и в каком статистически значимом количестве следует проводить такие работы при производстве геохимических поисков, автор не дает.

Обзор имеющейся литературы по геохимическим методом поисков золота неполный и сделан на основании достаточно старых публикаций. Ссылка на классический труд Рослякова 1981 г. уместна, но устарела. И в России и за рубежом поисковые работы на золото много лет проводились, да и проводятся до сих пор, при помощи метода спектрозолотометрии с предварительным концентрированием золота. Чувствительность этого метода позволила найти множество погребенных залежей. Сейчас существуют и более современные методы, результаты которых освещаются как в научной литературе, так и в отчетах производственных организаций, например *Gold-Silver Geochemical Anomalies Defined by Soil Sampling Program at El Zanjón, Argentina, 2020: Rugby Mining Limited*. Ряд публикаций, посвященных применению новых аппаратных методов, имеется в *Journal of Geochemical exploration* и *Geochemistry-exploration environment analysis*, включая результаты анализа ледниковых отложений, например (McClenaghan et al., *Indicator mineral and till geochemical signatures of the Broken Hammer Cu-Ni-PGE-Au deposit, North Range, Sudbury Structure, Ontario, Canada / Geochemistry-Exploration Environment Analysis 2020, 20(3): 337-356*).

Глава 2, посвященная геологической характеристике изученных объектов, носит компилятивный характер. Эта глава изложена достаточно сумбурно, нет единого подхода к описанию регионального положения, стратиграфии, геологической истории образования участков Пиилола (зеленокаменный пояс Кухмо) и Новые Пески (часть Хаутаваарского зеленокаменного пояса). Поскольку в работе изучено два объекта, было бы уместно поместить таблицу, в которой дается сопоставление различных характеристик этих объектов. На рисунке 7 нет полной легенды: что значат числовые обозначения? По тексту хорошо видно, что геологические карты, взятые из различных источников, не были каким-то образом проанализированы или упрощены.

Характеристика геологического строения объектов опробования приводится по весьма ограниченному количеству источников. Неясно, почему не был использован обзор золоторудных месторождений Финляндии, включая данные по тилловой съемке, доступный в сети Интернет «*FINGOLD – A public data base on gold deposits in Finland* (<http://en.gtk.fi/information-services/palvelukuvaukset/fingold.htm>)».

Вслед за В.И.Иващенко и В.И.Голубевым (авторами монографии о золоте и платине Карелии), В.А.Коршунова использует термин «орогенический», хотя общеупотребительным в русскоязычной литературе является термин «орогенный», который автор и использует – но уже в следующем разделе, например, на стр. 20. Уместно было бы проиллюстрировать этот раздел картой Фенноскандинавского щита с вынесенными точками месторождений. Кстати, такая карта доступна на сайте финской геологической службы (GTK). Эта карта необходима также для понимания, где именно располагается зеленокаменный пояс Кухмо, в котором локализована поисковая площадь Пиилола.

При описании геологии части работы, посвященной территории Финляндии, неясно, что имелось в виду под фразой «Потенциал территорий на наличие месторождений данных типов в значительной степени перекрыт» (стр. 20). Весьма вероятно, что в данном случае имеет место подстрочный перевод фразы из англоязычной статьи Eilu et al., 2009. Также не вполне ясно, что имеется в виду под термином «кварц-

сульфидная полосчатая железистая формация». Следовало бы подобрать аналог этой формации на русском языке, чтобы можно было сопоставить типы финских месторождений с месторождениями Карелии, приведенными в таблице, процитированной из монографии (Ивашенко, Голубев, 2011). Вообще, часть работы, посвященная описанию геологического строения пояса Кухмо, судя по всему, представляет реферат обзора Eilu et al., 2009.

Подрисуночные подписи не всегда адекватны изображению. На рисунке 6 не указано, схема геологического строения какого участка приведена. В названии рисунка явно пропущено определение «Хаутаваарского района (участка, площади, зеленосланцевого пояса...)». Район Хаутаваары в тексте нужно было бы называть единообразно – «площадью» или «зеленокаменным поясом». Золото, изображенное на рисунке 10, нельзя отнести к тонкодисперсному – его размеры позволяют выделить гравитационными методами.

Вместо многословного описания разреза месторождения Новые Пески следовало бы привести стратиграфическую колонку и геологическую карту. В таблице 2 месторождение Новые Пески отнесено к эпиптермальным, а позднее, орогенным, в тексте – к «...золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой минерализации в сульфидизированных метасоматитах зон дробления ...» (не имеющим никакой связи с эпиптермальными), позднее «к генетическому типу эндогенных гидротермальных золоторудных объектов в сдвиговых зонах с гипо-, мезотермальными рудами». Дальнейшее описание запутывает читателя еще больше. Здесь следовало бы воздержаться от отнесения минерализации к какому-то генетическому типу, тем более, что это не авторские результаты, а ограничиться указанием вещественного состава пород, от которого, собственно, и зависят формы переноса золота.

В целом, обзор золоторудных месторождений, применительно к теме диссертации, лучше было бы акцентировать на геоморфологических особенностях их залегания и первичных формах золота и элементов-спутников в рудах. Нужно подчеркнуть, что изложенные почти на 1/3 объема работы литературные данные о возрасте, геодинамической истории, изотопных характеристиках первичных золоторудных месторождений, не имеют прямого отношения к разрабатываемой проблематике, слабо обсуждаются и вполне могли бы быть значительно сокращены без ущерба для диссертации. В то же самое время, собственно рыхлым отложениям на территориях Финляндии и Карелии посвящено значительно меньше текста. Рыхлые отложения на участке Пиилола и непосредственно проявлении Йосиярви специально охарактеризованы не были, в отличие от участка Новые Пески, где такие отложения детально описаны.

Есть определенные трудности с геологическим лексиконом и стилистикой. Например, на стр. 28 углеродсодержащие «сульфидистые сланцы» безосновательно отнесены к результатам гидротермально-фумарольной деятельности. Рассланцевание в этих породах является результатом динамометаморфизма, который последовал за отложением первичных углеродсодержащих осадков. Участие фумарольной деятельности в формировании первичных осадков нуждается в доказательствах.

Есть претензии к формулировке защищаемых положений.

Защищаемое положение 1. В формулировке не указаны водорастворимые формы для элементов-спутников золота, однако их отсутствие, например, для цинка, мало вероятно. Водорастворимая подвижная форма золота, без уточнения состава водных растворов, также вызывает вопросы. Более корректно было бы говорить о формах золота, растворимых в водных растворах неорганических/органических кислот, электролитов...

В диссертации остались опечатки, что в фамилиях авторов недопустимо (Л.В. Кулешевич).

Результаты экспериментов с рыхлыми отложениями, выполненные собственно автором, изложены значительно более последовательно и корректно. Защищаемые положения 2 и 3 достаточно аргументированы. Особое значение имеют результаты экспериментов по сорбции золота гуминовыми кислотами и влиянии на процессы сорбции концентрации железа, а также установление относительной информативности различных горизонтов почвенного разреза.

Однако, с точки зрения рецензента, перед изложением результатов детального изучения распределения элементов в горизонтах рыхлого покрова, в диссертации уместно было бы привести карты площадного распределения элементов-спутников и собственно золота на исследованных площадях, тем более, что в главе 3 приводятся и комментируются схемы отбора проб, т.е. такие данные определенно имеются. Кроме того, полезно было бы привести статистические данные о взаимосвязи различных элементов в валовых пробах во вторичных ореолах и сравнить их для двух исследованных участков. В совокупности с данными о фазовом и гранулометрическом составе рыхлых отложений, это позволило бы аргументировать различия форм золота и элементов-спутников на изученных объектах.

Тем не менее, высказанные замечания, в основном, относятся к компилятивной части работы и не затрагивают суть проведенного исследования.

Диссертация Коршуновой Веры Александровны на тему: «Формы нахождения золота и сопутствующих элементов в рыхлом покрове на территориях лицензионной площади Пиилола (Финляндия) и месторождения Новые Пески (республика Карелия)» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Коршунова Вера Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Доктор геолого-минералогических наук,
доцент, заместитель директора по научным
вопросам Южно-Уральского федерального
научного центра минералогии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии
наук.



Белогуб
Елена Витальевна

10 мая 2021 г.



Зорин Витальевич В.В.

Заведующий
Заведующий
Тел. Зорова Г.А.
10.05.2021