

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт
геологии и минералогии им. В.С. Соболева сибирского отделения
Российской академии наук (ИГМ СО РАН)

Отзыв

официального оппонента

Актуальность исследований. В результате исследований последних десятилетий во многих регионах: в Китае, Польше, Германии, Финляндии, Замбии, Канаде, России, – обнаружено разновозрастное комплексное золото-платинометалльное оруденение, связанное с металлоносными черносланцевыми формациями для которых платинометалльная ассоциация считалась нехарактерной, в связи с отнесением этих металлов к весьма инертным в низкотемпературных геологических процессах. Прежде всего, это руды, сформировавшиеся в экзогенной обстановке, часто при существенном влиянии гидротермальных процессов, содержащие в своем составе некарбонатный углерод и распространенные среди металлоносных углеродистых отложений, так называемой черносланцевой формации.

В качестве причин возникновения высоких концентраций и источников металлов рассматриваются: морская вода, гидротермальные системы морских бассейнов, растворенный и дисперсный материал, снесенный с континентов в процессах выветривания и денудации, импактные события (падение крупных космических тел, которые либо являются сами источником полезных компонентов, либо стимулируют проявление масштабных процессов перераспределения вещества), а также плюмовый магматизм, формирующий крупные изверженные провинции, с временем проявления которых хорошо коррелируют периоды накопления металлоносных черносланцевых толщ. Выяснение причин и геологических, минералогическо-геохимических, физико-химических условий формирования металлоносных углеродсодержащих отложений и связанного с ними благороднометалльного оруденения является важной проблемой.

Целью работы Ярослава Юрьевича Фадына являлось установление закономерностей распределения и форм нахождения благородных металлов с сопутствующими элементами в черных сланцах раннепалеозойского возраста, широко распространенных в Прибалтийском палеобассейне, на северо-западе Восточно-Европейской платформы, для оценки перспектив их использования в качестве комплексного источника рудного сырья, что определяет актуальность исследований.

Научная новизна и результаты работ. Автором, впервые, был применен комплекс современных аналитических методов, в частности, ИСП-МС, ЛА-

№ 25-10
от 24.01.2019

ИСП-МС, сканирующей электронной микроскопии, микронзондового (микрорентгеноспектрального) анализа, конфокальной микроскопии, лазерной гранулометрии, для установления распределения благородных металлов и сопутствующих элементов в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна. Такой научный подход позволил дать количественную характеристику распределения благородных металлов и элементов-спутников в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна, определить в них минеральный состав различных гранулометрических классов, органического вещества, аутигенных образований, в частности, конкреций и выявить формы нахождения и минералы-концентраторы благородных металлов. Автором, на основании опробования серии разрезов черных сланцев в Ленинградской области, Эстонии и Швеции показано распределение благородных металлов и сопутствующих элементов в раннепалеозойских черных сланцах по латерали; оценена роль органического, глинистого и сульфидного вещества в распределении благородных и сопутствующих элементов; выявлены горизонты максимального накопления металлов в разрезах черносланцевой толщи; впервые в черных сланцах зафиксированы очень высокие содержания рения (до 3,6 г/т Re).

Кроме того, автором был использован метод выделения коллоидно-солевой составляющей, позволивший выявить существование легкоподвижной фракции (названной, коллоидно-солевой составляющей) в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна, с которой связаны значительные количества благородных металлов. Данные о нахождении, в частности, благородных металлов в легко-извлекаемой (водоизвлекаемой) форме в черных сланцах, могут быть использованы в технологических процессах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяются: данными фотодокументации опробования обнажений вдоль природного уступа - глинта, горных выработок (карьером, штольни), а также кернового материала из скважин, пробуренных на Кайболово-Гостилицкой площади и на территории Эстонии (районы Пакри и Сака); достаточным количеством отобранных проб черных сланцев по простиранию пласта черных сланцев и по вертикальным разрезам; высоким качеством аналитического комплекса и разнообразием использованных методов, метрологические характеристики которых соответствуют нормативным требованиям; апробацией полученных результатов на российских и международных совещаниях и конференциях.

К диссертации имеется ряд замечаний разного уровня значимости:

1. Выводы о том, что «Au, МПГ и их элементы-спутники в пределах Прибалтийского палеобассейна распределены по разрезу толщи неравномерно

и не накапливаются в отдельных горизонтах» противоречат графикам распределения благородных металлов в разрезах черносланцевых толщ Ленинградской области, Эстонии и Швеции (в автореферате отсутствуют единицы измерения элементов). Судя по диссертации содержания элементов на графиках выражены в г/т, то совершенно определенно устанавливаются интервалы в разрезах черных сланцев с относительно высокими концентрациями золота (до $2,5-3,3 \cdot 10^{-6} \% \text{ Au}$), металлов платиновой группы (до $2-10 \cdot 10^{-6} \%$) и других элементов, а для урана фиксируются горизонт с «рудными» содержаниями (более $0,035\% \text{ U}$).

2. На карте в автореферате и на рис. 4 диссертации отсутствует масштабная шкала; знак кембрийского периода почему-то обозначен буквой Э. Следует отметить, что в самой диссертации знак кембрия написан правильно.

3. Определение благородных металлов (Au, Ag, PGE) осуществлялось методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пределами обнаружения: Pt, Pd, Os - 1 ppm; Ir - 2 ppm; Ru - 0,7 ppm; Rh - 0,1 ppm; Au - 0,2 ppm; Re - 10 ppm; Ag - 0,004 ppm, то есть для большинства благородных металлов они высоки и недостаточны для проведения качественных (высокого уровня) геохимических исследований. В то же время, на всех графиках и в автореферате, и в самой диссертации приведены гораздо более низкие содержания золота и металлов платиновой группы. Чем это можно объяснить.

4. При геохимических исследованиях обязателен контроль качества аналитических данных, который осуществляется параллельным анализом одних и тех же элементов разными методами и в разных лабораториях, а также сравнением с результатами полученные по стандартным образцам. В работе отсутствуют данные о проведении такого контроля. Свообразным способом, в виде сравнения парных коэффициентов корреляции, приводятся данные о сопоставимости результатов анализа черных сланцев в 10 пробах черных сланцев, ИСП-МС и ЛА-ИСП-МС методами, но они слабо показательны. Создалось впечатление, что Я.Ю. Фадин по какой-то причине стесняется приводить в диссертации первичные фактические данные, в частности результаты определения элементов в черных. Это можно было сделать в приложении. А то, большая часть данных показана в виде средних, минимальных и максимальных значений, коэффициентов корреляции и других статистических параметров. Нигде не представлены, например, на графиках, соотношения элементов. Это замечание не касается характеристики экспериментов, которые представлены в полной мере.

5. На рис. 46 написано, что МПГ и Au анализировались на приборе Agilent 7700 (ИСП-МС), а в главе «Полевые и камеральные методы исследования» говорится, что благородные металлы в черных сланцах определялись методом

атомно-абсорбционной спектрометрии на приборах «Aanalyst-600» и «Aanalyst-800». В этом же разделе отсутствуют данные о способе опробования и типе проб (бороздовые, штуфные, сколковые, задирковые).

6. Автор, на основании анализа фракции, представленной гуминовыми кислотами, приходит к выводу, что главным концентратом большинства элементов являются дисперсная фракция, состоящая из глинистых минералов, а органическое вещество не является концентратом. Глинистая фракция выделялась из проб черных сланцев седиментационным методом (метод отмучивания). Каким способом отделялась углеродистая составляющая от глинистой и анализировалось ли нерастворимое рассеянное органическое вещество пород на благородные и сопутствующие элементы?

7. В главе 7 приведены многочисленные расчеты. В одном случае говорится, что рассчитывался «геохимический потенциал», здесь же пишется о «геохимическом ресурсе», чуть ниже – о просто «ресурсах», а также о «расчете запасов для субмикронной фракции», «прогнозных ресурсах СМФ» (субмикронной фракции), «прогнозных ресурсах». Судя по вводной части к этой главе речь идет, по-видимому, об «оценке прогнозных ресурсов» различных металлов в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна? Тогда по какой категории оценивались прогнозные ресурсы? Каково соотношение между понятиями «прогнозные ресурсы», «геохимический потенциал», «геохимический ресурс»?

В целом, следует отметить, что диссертация и автореферат хорошо оформлены с многочисленными цветными рисунками, схемами, графиками, написаны хорошим понятным языком, содержат большое количество не только новых, полученных автором и при его участии данных, но и полезной исторической информации о степени геологической изученности раннепалеозойских черных сланцев Прибалтийского палеобассейна. Список литературы состоит из 287 наименований, отражает проблему и характеризует уровень изученности рассмотренных объектов. Незначительные недостатки оформления работы, прежде всего, сводятся к наличию опечаток и мелких ошибок.

Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.


Таким образом, диссертация «Благородные металлы в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна» соответствует критериям, установленным для кандидатских диссертаций Положением о порядке присуждения ученых степеней, а именно: диссертация является научно-квалификационной работой высокого уровня, в которой, с применением современных аналитических методов и подходов, приведены результаты детальных исследований распределения благородных металлов в углеродистых отложениях

Прибалтийского палеобассейна; диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений о благороднометалльном потенциале черных сланцев Прибалтийского палеобассейна, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в разрабатываемую научную проблему; сделанные автором выводы строго аргументированы и критически оценены в сравнение с другими известными данными, ссылки на которые приведены в списке использованной литературы; основные научные результаты диссертации опубликованы в 16 научных изданиях, в том числе в 3 статьях в реферируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 1 статье в материалах конференции, 1 патенте и 11 тезисах докладов. Полученные результаты и выводы имеют существенное значение для выявления роли различных процессов в формировании металлоносных углеродистых отложений, определения степени концентрирования благородных и сопутствующих элементов рассеянным органическим веществом и дисперсными глинистыми минералами, а также оценки потенциальной рудоносности черных сланцев с рекомендацией их использования в качестве комплексного сырья.

Представленная работа «Благородные металлы в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна» соответствует уровню, критериям и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фадин Ярослав Юрьевич демонстрирует высокую квалификацию и заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Я, Жмодик Сергей Михайлович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 3. Тел: +7 (383) 373-05-26, доп.3-35; моб. 8 (913) 8912257; эл. Почта: zhmodik@igm.nsc.ru

Главный научный сотрудник Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН, Новосибирск, доктор геол.-мин. наук, старший научный сотрудник  Сергей Михайлович Жмодик

21.01.2019

