

Отзыв

Официального оппонента

на диссертационную работу Наидко Владимира Иванович «Геология и минералогическо-геохимические особенности Серчанского месторождения германиеносных лигнитов (среднее течение реки Енисей)», представленную на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (геолого-минералогические науки)

1. Актуальность темы диссертации

Исследование, представленное в диссертационной работе Наидко Владимира Ивановича посвящено весьма актуальной теме - выявлению закономерностей накопления германия в углифицированных древесных остатках, захороненных в осадочных континентальных отложениях. Германий весьма востребован в производстве современной высокотехнологичной аппаратуры, но является рассеянным элементом, среднее его содержание в земной коре оценивается различными авторами от 1.3-1.9 г/т [Taylor, McLennan, 1995; Höll et al. 2007; Rosenberg 2007; Hu and Gao 2008; Négrel et al. 2016]. Элемент практически не формирует собственных месторождений и добывается попутно. Одним из основных источников германия в мире являются бурые угли, среднее содержание в которых почти на 2 порядка превышает среднее содержание в земной коре и составляет 84 г/т [Ketris, Yudovich, 2009]. Повышенные концентрации германия в угольных разрезах (до 2500 г/т) расположены, как правило локально, и представляют собой маломощные пласты или отдельные зоны. Не взирая на многочисленные работы, обсуждающие закономерности обогащенности германием углей, причины накопления элемента, по-прежнему, дискутируются в мировой литературе, хотя большинство исследователей прослеживает взаимосвязь повышенных содержаний элемента в угленосных толщах с гидротермальными и/или вулканогенно-гидротермальными растворами. Как справедливо отмечает Владимир Иванович, Россия обладает значительными запасами германия в угольных отложениях, но месторождение, обсуждаемое в работе, отличается от традиционных, поскольку сложено исключительно углифицированными древесными остатками. Данный вид сырья в отечественной литературе называется «лигнитами», в отличие от зарубежных работ, определяющих его как «лигнитизированная древесина» (lignitized wood). Термин «lignite», обозначает буроугольные отложения без указания природы преобразованных органических остатков. Углифицированные остатки древесины, обогащенной германием, как правило содержатся в угольных пластах [Bernstein, 1985; Frenzel et al., 2014; Seredin and Finkelman, 2008; Yudovich, 2003], и редко наблюдаются

отдельно. Как и скопления Серчанского месторождения, самостоятельные залежи углефицированных древесных остатков (пней, стволов и т.д.) изучены значительно хуже, чем германиеносные слои угольных пластов [WoldeGabriel et al., 2014; Etschmann et al., 2017; Li et al., 2016; Vanner et al., 2018]. В связи со всем вышесказанным, следует отметить большую актуальность темы рассматриваемой диссертационной работы.

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

Научные положения, сформулированные в работе, основываются на исследовании 176 проб вещества, вмещающего древесные остатки (лигниты). Опробование проведено в естественных обнажениях и канавах с интервалом 0.5 м. Коллекция образцов вмещающих отложений и лигнитов проанализирована комплексом современных методов на содержание некоторых породообразующих и микроэлементов. Исследован минеральный состав отложений и характерные аутигенные минералы, сформировавшиеся в углефицированных остатках. Проведены изящные и интересные исследования распределения Ge, Si, Ti, Fe, K и Ca в цельных спилах древесных остатков. На основании проведенных исследований, обработки архивных материалов и литературных источников соискателем сформулированы три научные положения, отражающие содержание диссертации и автореферата.

Первое научное положение утверждает, что германиеносные лигниты Серчанского месторождения представляют собой углефицированные фрагменты ископаемой древесины, локализующиеся в слабо литифицированных песчаниках симоновской свиты апт-альбского яруса мелового возраста. Породы рудовмещающего горизонта характеризуются значительными вариациями рудообразующих (Ba, Cu, Ge, Pb, Rb, Sr, Ti, Zn, Zr) и петрогенных элементов (Fe, Ca, K). На всем протяжении лигнитоносной пачки устойчиво проявлены ореолы серебра, маркирующие рудоносный горизонт.

Положение обосновано схематическими картами и разрезами залегания древесных остатков в рудовмещающей толще, схемами распределения элементов в 12 колонках, и достаточным для статистической обработки количеством анализов.

Второе защищаемое положение утверждает, что распределение новообразованных минералов, а также германия и других химических элементов внутри отдельных фрагментов углефицированных древесных остатков свидетельствует о сорбции металлов из низкотемпературных растворов, дренирующих лигнитоносные слабо литифицированные песчаники. Воздействие последующих гидротермально-метасоматических растворов на германиеносные лигниты привело к разубоживанию первичных концентраций германия и привнесу в краевые части обломков ряда элементов (Si, Ti, Fe, K, Ca), обусловивших повышение зольности.

Положение обосновано данными о распределении элементов, полученными с использованием сканирующего рентгенофлуоресцентного спектрометра Itrax Multi Scanner (лаборатория биогеохимии экосистем, СФУ), составе и микроморфологии аутигенных минералов и структурных особенностях самой углифицированной древесины. Закономерности распределения элементов устойчиво повторяются в древесных остатках, что подтверждается анализом 4 образцов целых спилов углефицированного дерева и 2х фрагментов.

Третье защищаемое положение утверждает, что уровень содержания германия в лигнитах обратно пропорционален его зольности, которая, в свою очередь, зависит от крупности обломков – максимальная зольность и наименьшие концентрации германия свойственны мелким фракциям лигнитов.

Положение обосновано достаточным количеством данных о содержании элементов во фракциях крупнообъемной технологической пробы. Результаты приведены в таблицах и обобщены в графиках.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В результате проведенных исследований впервые показано постепенное снижение содержания германия от центра углифицированного фрагмента к краям от 1000 до 200 г/т. При этом крайне редко наблюдается прямая отрицательная корреляция с содержанием других исследуемых элементов, а в большинстве случаев обогащение краевых частей и трещин Ti, K и Si происходит вне зависимости от снижения содержания германия. Подобные закономерности изменения снижения Ge, Fe и As отмечались на примере углифицированных древесных остатков Belle Brooke (New Zealand) [Etschmann et al., 2017], однако реализованный авторами метод картирования не позволял описать закономерности с такой же точностью, как это показано в представленной диссертации.

Показанные закономерности распределения элементов впервые наглядно демонстрируют как минимум два этапа обогащения углифицированной древесины Серчинского месторождения элементами – в первом концентрировался германий, во втором по краям и трещинам обломков накапливались Fe, Ti, K и Si.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость работы состоит в получении новых данных для уточнения прогнозно-поисковых критериев обнаружения германиеносных лигнитов на территории Касской впадины и других регионов Российской Федерации.

Практическая значимость очевидна и заключается в подробном описании минералого-геохимических особенностей лигнитов и вмещающих их терригенных

отложений, которые могут быть использованы при проведении геологоразведочных работ на прилегающих территориях (участки Анцифировский и Усть-Питский), о чем свидетельствует прилагаемый к диссертации Акт внедрения.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные данные о минералого-геохимических и текстурно-структурных особенностях германиеносных лигнитов позволили автору сформулировать рекомендации по улучшению схемы обогащения, поскольку было показано, что только крупные фракции лигнитов (>6 мм) содержат основные запасы германием. Отсутствие необходимости извлекать из песчаных отложений тонкие фракции органического вещества значительно упростит схему предварительного обогащения.

6. Оценка содержания диссертации, её завершённость

Основные результаты диссертации Наидко Владимира Ивановича опубликованы в 6 работах, 4е из которых представляют материалы всероссийских и международных совещаний, и 2е научные статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК. Материалы исследования были доложены на престижных форумах и конгрессах. Работы проведены в рамках проекта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований. Автореферат и текст диссертации хорошо организованы, содержит все необходимые разделы: актуальность исследования; цель и задачи; состояние проблемы, которая обсуждается в достаточно обширном литературном обзоре; методы исследования; полученные результаты и личный вклад автора; степень новизны полученных результатов и описание практической значимости исследования. Содержание автореферата отражает основные положения исследования.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, высказать мнение о научной работе соискателя в целом

Текст диссертации и автореферата грамотно написаны и имеют хорошие иллюстрации. Приятное впечатление оставляет раздел «Состояние проблемы» в котором собраны современные сведения о типах руд с повышенным содержанием германия, германиеносных углях и лигнитах. Автор не стал останавливаться в своей работе на исследованиях, касающихся форм миграции элемента в растворах, или форм его фиксации в органических и неорганических соединениях, в связи с чем рекомендую познакомиться с работами Покровского Г.С. с соавторами [Pokrovski et al., 2000; Pokrovski and Schott, 1998]. Имея в виду гипотезу автора о накоплении/разубоживании германия в органических остатках в результате двух стадий взаимодействия с растворами, представляется логичным обсудить возможные концентрации элемента в растворах разных типов. Также крайне

интересным направлением современных исследований является выявление механизмов, позволяющих осуществлять фитодобычу различных элементов, в том числе германия [Wiche et al., 2018].

Весьма подробным выглядит раздел о геологической изученности германиеносных лигнитов, он содержит возможно даже более чем достаточное количество исторической информации, результатов, полученных предшественниками и подробностей генетических классификаций. К сожалению, не все полезные сведения, изложенные в данном разделе, используются автором позднее при интерпретации полученных результатов.

Текст диссертации, не лишён недостатков:

1. На странице 49 атомно-эмиссионной спектрометр iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, США) - поименован как ICP-MS, хотя метод имеет сокращение ИСП-АЭС или ICP-AES, в отличие от группы масс-спектрометров с индуктивно-связанной плазмой. Два метода объединяет использование индуктивно-связанной плазмы, но ICP-MS имеет намного ниже пределы обнаружения элементов.

2. В работе указаны приборы, на которых выполнялись анализы, но ни слова не говорится о методах разложения вещества, хотя в литературном обзоре упоминается, что методы подготовки к анализу имеют важное значение при исследовании германия.

3. Судя по тексту в разделе «Фактический материал и методика исследования» автором использовано несколько методов определения микроэлементов, но нигде не приводится сравнения результатов различных методов, или разные методы использованы для разного типа вещества, тогда это изложено не вполне понятно.

4. При описании объекта исследования не хватает обзорной геологической карты с указанием основных структурных элементов территории – Приенисейского прогиба, Касской впадины, основных разрывных нарушений и т.д.

5. В таблице 5.1 приведён минеральный состав терригенных отложений, полученный методом рентгенофазового анализа, не понятно, как установлено содержание минералов с точностью до десятых долей процента, данный метод имеет погрешность - первые проценты. Не следовало бы также приводить значения «0,0» в таблице, а достаточно было бы ограничиться сокращением н.о. (не обнаружено). Вызывает сомнение установление рентгенофазовым анализом именно рихтерита, да ещё и в количестве 0.78%. Такие утверждения требуют подтверждения присутствия минерала другими методами, например - сканирующей микроскопией.

6. Странным выглядит утверждение, что каолинит является индикатором гидротермальных процессов, как известно, минерал вполне успешно формируется в корях

выветривания, зонах окисления и т.д., т.е. в процессах, в которых не участвуют термальные растворы.

7. В разделе «Фактический материал и методика исследования» перечислено несколько методов анализа, но в таблицах (например 5.2) не указано, данные какого именно метода приведены.

8. Почему автор воспользовался значениями кларков по А.П. Виноградову (1962г.). За последние годы в мировой литературе проведено множество оценок и уточнений данной величины.

9. В тексте как диссертации, так и автореферата встречаются не точные, а местами и курьёзные определения. Почему Ва, Cu, Ge, Pb, Rb, Sr, Ti, Zn, Zr названы рудообразующими элементами, и в тексте диссертации (стр. 77), и в первом защищаемом положении. Судя по содержаниям, которые близки к средним содержаниям в земной коре, эти элементы вовсе не являются рудообразующими для данного типа отложений. Руда - понятие экономическое и обозначает вид полезных ископаемых, природное минеральное образование, содержащее соединения в концентрациях, делающих извлечение этих компонентов экономически целесообразным. Судя из текста работы – рудообразующим в случае изучаемых лигнитов является только германий. Если автор использует понятие «петрогенные» к основным породообразующим элементам, то следовало бы остальные называть редкими, рассеянными, или микроэлементами. На странице 90 кремний назван «металлическим» элементом. И совершенно не понятно, что автор имел в виду под термином «геохимические элементы»?

Хочется высказать пожелание автору в ходе защиты более четко аргументировать:

- Каким образом углистые аргилиты, подстилающие лиггитоносные отложения, и содержащие более высокие концентрации Ge, Zn, Pb, Fe, Ti свидетельствует о низкотемпературном гидротермальном преобразовании месторождения. В связи с этим возникает вопрос – как оценивали содержание германия в лиггитоносных слоях, учитывались ли органические остатки в среднем по слою?

- Почему автор считает, что фрамбоиды пирита образовались в результате вторичных гидротермальных преобразований, ведь известно, что аутигенный фрамбоидальный пирит формируется в органо-содержащих отложениях (озёрные осадки, торфа, угли и т.д.) в результате деятельности сульфат-редуцирующих бактерий и при низкотемпературных условиях.

И в конце хочется пожелать сделать более четкие предположения о составе и источниках растворов, участвующих в двух, выделенных автором стадиях – накопления германия углефицированными остатками и накопления Si, Ti, Fe, K, в краевых частях.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Не взирая на высказанные замечания, работа оставляет хорошее впечатление, и бесспорно соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертационным работам и по объему проделанной работы, и по проработке литературных источников, и по полученным результатам.

Диссертационная работа Наидко Владимира Иванович «Геология и минералого-геохимические особенности Серчанского месторождения германиеносных лигнитов (среднее течение реки Енисей)» соответствует паспорту специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (геолого-минералогические науки), имеет внутреннее единство завершённой научно-квалификационной работы.

Диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Наидко Владимира Иванович достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Старший научный сотрудник
лаборатории геохимии благородных
и редких элементов ИГМ СО РАН,
кандидат геолого-
минералогических наук

Лазарева Елена
Владимировна

18.10.2019г

Адрес: 630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3,
Тел. (383), e-mail: lazareva@igm.nsc.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИГМ СО РАН) Телефоны: +7 (383) 333-26-00; +7 (383) 373-03-28
Факсы: +7 (383) 333-27-92; +7 (383) 373-05-61
E-mail: director@igm.nsc.ru

Подпись Лазаревой Е.В. заверяю,
Ученый секретарь ИГМ СО РАН,
кандидат геолого-минералогических
наук



Самданов Дмитрий
Александрович