

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Казанцева Якова Викторовича «**Выделение редких элементов из лигнита и углеродсодержащих отходов алюминиевого производства**», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

Актуальность диссертационной работы Казанцева Я.В. обусловлена с одной стороны постоянно растущим спросом на редкие элементы и поиском новых источников этих элементов, а с другой стороны необходимостью развития независимого производства германия, галлия и редкоземельных металлов от внешних источников, что является стратегической проблемой развития промышленности нашей страны. Данная работа является актуальным диссертационным исследованием, направленным на разработку способов и последовательности технологических операций и процессов переработки лигнита и углеродсодержащих отходов алюминиевой промышленности с выделением германия, галлия и редкоземельных металлов.

Содержание и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 116 страницах, содержит 24 таблицы и 32 рисунка, оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Диссертация имеет традиционную структуру и состоит из введения, трёх глав, выводов, списка литературы из 175 наименований и пяти приложений.

Во введении обоснована актуальность работы, степень её разработки, обозначена её научная новизна и практическая значимость, сформулирована цель и основные задачи исследования, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводится информация о состоянии минерально-сырьевой базы германия, галлия и редкоземельных металлов в РФ и в мире; представлены физико-химические основы процессов термической переработки углеродсодержащего редкометалльного сырья.

На основе представленного анализа литературных источников обоснован выбор темы, цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе охарактеризовано аналитическое оборудование и перечислены экспериментальные методики, необходимые для получения полноты данных о составе и физико-химических свойствах объектов исследования и продуктов их переработки. Показана конструкция



лабораторной установки, в которой проводилось сжигание углеродного сырья в кипящем слое.

В **третьей главе** приведены результаты исследования и их обсуждение. Представлены сведения о составе и свойствах лигнита Серчанского месторождения и углеродсодержащих отходов алюминиевого производства; показаны новые данные о содержании и формах нахождения германия, галлия и редкоземельных металлов в сырьевых материалах; представлены и описаны закономерности процессов извлечения германия, галлия и редкоземельных металлов из лигнита и углеродного концентрата.

По результатам работы сформулированы выводы.

В приложениях представлены принципиальные схемы переработки лигнита с выделением германия и редкоземельных металлов, и углеродного концентрата – с выделением галлия и германия. Проведено сравнение результатов исследования с мировыми достижениями. Показано, что по ряду параметров результаты диссертационного исследования соответствуют мировым достижениям, а по некоторым показателям превосходят их.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертационной работы. В автореферате отражены основные результаты исследования, представлены выводы и приведён список публикаций автора.

Научная новизна исследования

Показано, что углеродный концентрат можно использовать в качестве сырья для получения галлия и германия. Установлены механизм накопления и формы присутствия галлия и германия в углеродном концентрате.

Впервые предложен способ сжигания углеродного концентрата и развиты его теоретические основы, обеспечивающие получение золы-уноса, обогащённой германием, и зольного остатка – концентрата галлия.

Выявлены закономерности горения лигнита и углеродного концентрата, необходимые для разработки химико-технологических процессов их переработки.

Установлены закономерности выщелачивания редкоземельных металлов и галлия из зольных остатков лигнита и углеродного концентрата.

Теоретическая и практическая значимость работы

Результаты проведённых исследований вносят вклад в развитие теоретических основ технологий комплексной переработки

углеродсодержащего сырья и могут быть использованы для извлечения германия, галлия и редкоземельных металлов из лигнитов Нижнего Приангарья и углеродного концентрата, – разновидности отходов алюминиевого производства.

Разработан способ и установлены оптимальные условия сжигания лигнита и углеродного концентрата с получением обогащённых германием золы-уноса, а также концентратов галлия и редкоземельных металлов в виде зольных остатков.

Предложен способ перевода галлия в раствор путём спекания зольного остатка углеродного концентрата с щелочными плавнями и последующего их растворения в воде с получением богатого по галлию раствора.

Разработаны рекомендации по использованию различных реагентов для эффективного выщелачивания германия, галлия и редкоземельных металлов из золы-уноса и зольных остатков, обеспечивающих извлечение ценных компонентов на уровне 90%.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием широкого ряда современных физико-химических методов анализа и обширным набором экспериментальных данных, полученных в ходе выполнения работы.

Значение результатов диссертации для науки и производства

Результаты работы вносят вклад в развитие теоретических основ высокоэффективных и экологически безопасных химико-металлургических процессов глубокой переработки природного и техногенного углеродсодержащего сырья (лигнитов и углеродных отходов алюминиевого производства), обеспечивающих его комплексное использование.

Научные и прикладные результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских институтах и высших учебных заведениях химического, химико-технологического профиля при решении задач, связанных с разработкой технологий концентрирования и выделения редкометалльного сырья, а также прикладных исследований таких организаций как: ФГБУ «ВИМС» (г. Москва), ИОНХ РАН (г. Москва), ФГБУН ИГЕМ РАН (г. Москва), ФГУП ИГИ (г. Москва), АО «ГИРЕДМЕТ» (г. Москва), ИХТРЭМС КНЦ РАН (г. Апатиты) и др.

Тем не менее, несмотря на фундаментальную и прикладную значимость работы, по тексту работы возникает ряд **вопросов и замечаний**:

1. Согласно приведенной схеме переработки лигнита с выделением германия и РЗМ, а также общей схеме выделения галлия и германия из углеродного концентрата, проводились ли количественные эксперименты с учетом баланса основных компонентов (Ga, Ge, РЗМ) в исходном сырье, отходах и продуктах с учетом всех стадий. Как Вы считаете, насколько реализуемы данные схемы на практике в укрупнённом масштабе.

2. Какой из указанных на стр. 84 диссертации способов извлечения галлия из зольного остатка является экономически целесообразным – сплавление зольного остатка с щелочными плавнями или выщелачивание раствором гидроксида натрия;

3. Не совсем понятным остается выбор исследованного в работе соотношения Т:Ж в процессах выщелачивания РЗМ. Отсутствуют данные об исследованиях других соотношений помимо Т:Ж=1:20.

4. На чём основан механизм извлечения Ge и Ga при сжигании углеродного концентрата.

- по тексту диссертации имеется ряд незначительных опечаток.

Заключение

Диссертация Казанцева Якова Викторовича на тему «Выделение редких элементов из лигнита и углеродсодержащих отходов алюминиевого производства» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследования изложены новые научно-обоснованные технологические решения по основным физико-химическим закономерностям процессов выделения редких элементов из лигнита и углеродсодержащих отходов алюминиевого производства. Совокупность полученных в диссертационной работе результатов можно квалифицировать как решение задачи, имеющей важное значение в области технологии неорганических веществ.

По теме диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых международных журналах, входящих в список ВАК, 1 патент РФ. Результаты работы доложены на конференциях различного уровня и опубликованы в 7 тезисах докладов.

Диссертация соответствует паспорту заявленной специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ (п. 1 Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты и п. 4 Способы и последовательность технологических операций и процессов переработки

сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты).

Диссертация Казанцева Я.В. «Выделение редких элементов из лигнита и углеродсодержащих отходов алюминиевого производства» полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Казанцев Яков Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Я, Кузьмин Дмитрий Владимирович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент – Кузьмин Дмитрий Владимирович, кандидат химических наук (специальность 05.17.01 – Технология неорганических веществ), старший научный сотрудник, Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

«16» декабря 2024 г. _____ Дмитрий Владимирович Кузьмин

Подпись к.х.н., с.н.с. Д.В. Кузьмин _____

Ученый секретарь ИХХТ С _____ С.А. Воробьев

Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук» (Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук) (ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН), Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, д. 50, стр. 24,

8 (391) 205-19-50,

<http://www.icct.ru>, chem@icct.ru