

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Кырчикова Алексея Владимировича
«Исследование твердофазных взаимодействий компонентов боксита со щелочью при
получении глинозема по способу низкотемпературного спекания», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 Metallургия
черных, цветных и редких металлов

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы. Диссертация изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 61 рисунок и 31 таблицу, 1 приложение.

Список использованной литературы включает 80 источников. Имеются ссылки как на работы отечественных, так и зарубежных ученых.

По структуре и объему работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация написана ясным языком и стилем, характеризуется внутренним единством, содержит весь необходимый материал для понимания сущности исследования. Полученные результаты отвечают поставленным целям и задачам. Автореферат диссертационной работы и опубликованные работы достаточно полно отражают ее содержание.

Актуальность темы исследования

В связи с создавшейся ситуацией и санкциями, принятыми в отношении России в настоящий момент, сократились поставки бокситового сырья из Австралии и других стран. Таким образом, наша глиноземная промышленность должна ориентироваться на свои внутренние ресурсы. В настоящий момент современное состояние алюминиевой промышленности России характеризуется дефицитом 60% производимого глинозема. В связи с этим возникает необходимость переработки все большего количества низкокачественных бокситов, при переработке которых увеличивается количество получаемых техногенных отходов – красных шламов. В начале XXI века введен в промышленную эксплуатацию ряд месторождений бокситов Среднего Тимана, которые по своим технологическим характеристикам являются сырьем относительно невысокого качества. Применение на российских глиноземных заводах данных бокситов, добываемых открытым способом, несколько снижает себестоимость выпускаемой продукции. В связи с этим для достижения конкурентоспособности производства необходимо добиваться снижения издержек на стадии переработки боксита на глинозем на заводах Урала, выпускающих в настоящий момент для алюминиевой промышленности. На долю предприятий УАЗ и БАЗ приходится более 75 % глинозема производимого в России.

Кроме того, одной из проблем, обсуждаемой в научном сообществе, является снижение углеродного следа в технологических процессах, поиск новых производственных технологий, совершенствование существующих производственных процессов. Таким образом, **актуальность работы** заключается во влечении в переработку низкокачественного сырья, минимизации при этом энергетических затрат на этапе спекания бокситов с соединениями натрия, снижения потерь глинозема и щелочи в условиях выщелачивания

спека и комплексном использовании продуктов глиноземного производства, а также снижение углеродного следа в технологическом цикле спекания бокситового сырья.

Научная новизна.

Основной идеей диссертационной работы Кырчикова А.В. является научное обоснование и разработки технических решений, обеспечивающих совершенствование способа переработки бокситового сырья по существующей технологии, применяемой на уральских глиноземных заводах. В способе спекания бокситов предлагается соду заменить на натриевую щелочь, при этом существенно снижается температура спекания с 1200 °С до 300°С.

В работе показано поведение индивидуальных компонентов боксита со щелочью в процессе спекания и выщелачивания.

Впервые выявлены диапазоны температур спекания и выщелачивания спека при которых в получаемом красном шламе основная масса железа находится в виде маггемита. Шлам имеет высокую удельную площадь поверхности ($62,6 \text{ м}^2/\text{г}$) и магнитные свойства.

Изучены кинетические закономерности спекания основных компонентов боксита с каустической щелочью, в том числе с использованием уравнения Ерофеева-Колмогорова, которые показали, что данные реакции являются топохимическими, а лимитирующей стадией при температурах ниже 350 °С является диффузия.

Экспериментально выявлены условия спекания красного шлама в присутствии извести с каустической щелочью, позволяющие снизить содержание оксида натрия в красном шламе до 0,15 %.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Определены оптимальные условия процесса, позволяющие максимизировать извлечение глинозема в раствор с получением бесщелочного высокожелезистого красного шлама.

Предложена технология комплексной переработки бокситов с применением низкотемпературного спекания. Технология позволяет перерабатывать глиноземсодержащее сырье при пониженных температурах (200-400 °С) с высокой интенсивностью протекания процесса, что позволяет снизить расход природного топлива.

Получаемый по предлагаемой технологии красный шлам рассматривается как железосодержащий продукт ($> 70 \% \text{ Fe}_2\text{O}_3$), который может быть использован для получения сорбентов, пигментов и концентрата для извлечения редкоземельных элементов и железа.

Показана принципиальная возможность снижения углеродного следа в технологии спекания боксита с каустической щелочью.

Полученные закономерности могут быть спроецированы на переработку отвальных красных шламов процесса Байер-спекание.

Степень обоснованности и достоверности научных положений в работе обусловлена применением современного научно-исследовательского оборудования с обработкой результатов на соответствующем программном обеспечении фирм изготовителей аналитических приборов. Одновременное применение разных методик определения характеристик продуктов позволяет увеличить достоверность результатов исследований. Выявленные в работе закономерности химических взаимодействий не находят противоречий в рамках современных представлений о законах термодинамики и физической химии.

Предложения по расширенному использованию.

Материалы диссертации представляют интерес для специалистов отечественной глиноземной промышленности - Богословский алюминиевый завод и Уральский алюминиевый завод, и в целом для научно-инженерных подразделений компании РУСАЛ.

Научные результаты были использованы при подготовке учебного пособия «Производство глинозема»: учебное пособие / И. В. Логинова, А. В. Кырчиков; [под общ. ред. И. В. Логиновой]; Мин-во науки и высш. образования РФ. — 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 224 с. ISBN 978-5-7996-3125-3. Данное учебное пособие прошло экспертизу по учебной литературе с получением грифа организации: «Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлению 22.03.02, 22.04.02 – Металлургия».

Научные результаты включены в изучаемый материал при проведении лекционных занятий по дисциплине «Производство глинозема и сопутствующих элементов». Учебное пособие используется студентами при написании курсовых проектов и выпускных квалификационных работ.

Вопросы и замечания по диссертационной работе Кырчикова А.В.:

1. В работе не корректно сформулирована новизна. В чем заключается новаторское предложение?
2. В чем отличие предложенного способа от традиционного. Есть ли другие работы и материалы о применении щелочи при спекании?
3. Структурно раздел 1.3.2. в работе располагается нелогично. Предлагаемая технология следует сразу за литературным обзором без обоснований.
4. Что именно предлагается для достижения нулевого углеродного следа?
5. Чем обусловлено применение щелочи для процесса?
6. Объясните ход кривой для изменения энергии Гиббса для гематита, кривая существенно отличается от остальных минералов.
7. Чем обусловлено использование золы уноса в экспериментах?
8. На рисунках 2.25-2.27 даны рентгенограммы без расшифровки.
9. На рисунках 2.28-2.29 не представлена температура и не наблюдаются термические эффекты, нет соответствия с фазовыми переходами.
10. В разделе 3.4 не дана методика эксперимента определения намагниченности шлама.
11. В разделе 3.5.1 не приводится методика магнитной сепарации. Каким образом связанная щелочь замещается на CaO в процессе спекания?
12. В разделе 3.6, в выводе 6 указано, что маггемит образуется в интервале температур 300-600 °С. Известно, что он неустойчив к нагреву и разлагается свыше 300 °С.
13. Каким образом предлагается использовать красный шлам в черной металлургии?
14. В главе 4 дается перечень операций без материального баланса и технико-экономической оценки.

Высказанные в отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая является законченной научно-квалификационной работой.

Апробация работы

Материалы диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, а также достаточно полно опубликованы в научных журналах и сборниках.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 10 научных работах, из них 5 статей – в изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; 1 патент РФ на изобретение.

Соответствие паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.6.2 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов по п. 9. «Энергосбережение, утилизация отходов металлургического производства, снижение выбросов, в том числе парниковых газов», п. 3. «Твердофазные процессы в металлургических системах» и п.16. «Твердофазные процессы в получении черных, цветных и редких металлов».

Заключение по диссертации

Диссертация «Исследование твердофазных взаимодействий компонентов боксита со щелочью при получении глинозема по способу низкотемпературного спекания», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов» отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кырчиков Алексей Владимирович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент,
Заведующий лабораторией химии
гетерогенных процессов, ФГБУН Института
химии твердого тела Уральского отделения
Российской академии наук, доктор
технических наук, старший научный
сотрудник

«10» ноября 2022

Сабирзянов Наиль Аделевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук

620990, г.Екатеринбург, ул. Первомайская, 91;
e-mail: sabirzyanov@ihim.uran.ru
Телефон: тел. 8(343) 374-53-14.

Подпись Сабирзянова Н.А. заверяю.
Уч. секретарь ИХТТ УрО РАН, к.х.н.

Е.А. Богданова

