

## АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия»

**БАКИРОВА АЛТЫНСАРЫ ГАЗИЗОВИЧА**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА И ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ**

**Актуальность темы диссертационной работы.** Возможным источником извлечения полезных компонентов и глинозема могут служить золошлаковые отходы тепловых электростанции топливно-энергетического комплекса. Золошлаковые отходы, содержат 25–30 %  $Al_2O_3$ , 5–7 %  $Fe_2O_3$ , 50–60 %  $SiO_2$ , 0,2–0,7 %  $Na_2O$ , 0,7–1,5 %  $TiO_2$ , 0,010 %,  $V_2O_5$ , 36 г/т галлия, недожог 6–14 %.

Для Казахстана и всего мира вовлечение в переработку нетрадиционных источников глиноземсодержащего сырья, в том числе (ЗШО) является актуальным. По оценке геологических данных, запасы бокситовых месторождений Казахстана рассчитаны на 50–60 лет. Тургайский бокситовый рудник перестал функционировать как месторождение.

С каждым годом все усложняются технологические переделы переработки бокситов, это связано с увеличением большего количества примесей в исходных бокситах, такие как органические примеси, хлориты, карбонаты, сульфаты). Эти факторы негативно влияют на технологические показатели и переделы производства глинозема. Данная предлагаемая технология позволит создать альтернативу производству глинозема из нефелинов по способу спекания. Разработка эффективной безотходной технологии переработки золошлаковых отходов тепловых электростанции с извлечением глинозема и полезных компонентов является весьма актуальной.

**Целью диссертационной работы** является исследование и разработка технологии извлечения глинозема и полезных компонентов из золошлаковых отходов с применением предварительной активации.

#### **Научная новизна полученных результатов:**

- впервые получены новые данные по термодинамике реакций взаимодействия компонентов золошлаковых отходов с  $NaHCO_3$  при химической активации в интервале температур 60–200 °С. Показана возможность разложения муллита, силлиманита, связанного кремнезема с образованием аморфных фаз муллита, свободного кремнезема.

- впервые разработан метод флотационного обогащения с применением

предварительно активированных золошлаковых отходов, включающий выделение углеродистого концентрата и алюмосиликатных микросфер, что позволило извлекать углеродистый концентрат с содержанием углерода 65 % при использовании реагентов керосина и метилизобутилкарбинола;

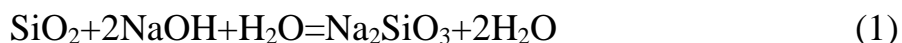
- определено, что при химической активации происходят изменения в муллите в сторону уменьшения содержания в нем кремнезема, увеличивается содержание свободного кремнезема с 8,7 до 36,1 % и образуется фаза кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ).

- установлено, что оптимальной температурой химической активации является 150 °С, дальнейшее увеличение температуры приводит к незначительным изменениям фазового состава.

Впервые изучена возможность извлечения щелочно растворимых форм золошлаковых отходов с применением химической активации в растворе гидрокарбоната натрия с содержанием 120 г/дм<sup>3</sup>. Применение предварительно активированных золошлаковых отходов, показало увеличение извлечения кремнезема практически при всех параметрах температуры и концентрации NaOH. При концентрации NaOH 100 г/л (120 °С) извлечение кремнезема в обычных условиях достигло 52,1 %. Применение предварительно активированных золошлаковых отходов в аналогичных условиях увеличило извлечение кремнезема до 68,3 %.

- получено, что после применения предварительно активированных золошлаковых отходов происходит интенсификация процесса обескремнивания с уменьшением продолжительности с 300 мин на 120 мин;

Впервые исследованы кинетические особенности реакций



взаимодействия свободного и связанного кремнезема с гидроксидом натрия (NaOH) при обескремнивании ЗШО.

- определено, что при обескремнивании золошлаковых отходов энергия активации составила 38,1 кДж/моль, в таких же условиях с применением предварительно активированных золошлаковых отходов энергия активации составила 33,5 кДж/моль.

Исследована возможность спекания золошлаковых отходов в трехкомпонентных шихтовых системах с получением саморассыпающихся спеков.

- установлено, что оптимальной температурой спекания золошлаковых отходов является 1200 °С при продолжительности 60 мин извлечение глинозема ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) составило – 90,2 %;

- установлено, что в данной области  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  основными глиноземсодержащими фазами являются  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  и

$12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ , которые хорошо растворимы в содощелочных растворах при выщелачивание алюмокальциевых спеков при температуре 70 °С.

Методом вероятностно-детерминированного планирования эксперимента получены частные зависимости процесса обескремнивания золошлаковых отходов с NaOH, устанавливающая влияние продолжительности и температуры на степень перехода кремнезема в раствор, а также проведена оптимизация процесса обескремнивания.

**Новизна результатов исследовательской работы** также подтверждается патентом на полезную модель РК № 7243 от 01.07.2022 «Способ переработки золошлаковых отходов тепловых электростанции». Способ переработки золошлаковых отходов тепловых электростанции, включающий выделение углеродистого концентрата (несгоревшего углерода) и алюмосиликатных продуктов (микросфер), отличающийся тем, что перед выделением несгоревшего углерода из золошлаковых отходов выполняют операцию химической активации путем обработки раствором содержащего 120 г/дм<sup>3</sup> гидрокарбоната натрия, при температуре 150 °С в течении 60 минут в автоклаве.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

- новые данные по термодинамическому анализу реакций взаимодействия компонентов золошлаковых отходов с гидрокарбонатом натрия;
- результаты флотационного обогащения предварительно активированных золошлаковых отходов;
- результаты исследования кинетики и механизма обескремнивания предварительно активированных золошлаковых отходов щелочным раствором (NaOH);
- результаты лабораторных исследований спекания золошлаковых отходов на трех компонентных шихтовых систем;
- результаты укрупнено-лабораторных испытаний гидromеталлургической и пирометаллургической переработки золошлаковых отходов.

#### **Практическая значимость работы**

Результаты исследований и испытаний будут использованы в отраслях энергетики и металлургии с разработкой технологического регламента на основе которого будет выдана технико-экономическая оценка строительства глиноземного завода из золошлаковых отходов тепловых электростанции в Павлодарской области.

**Публикации и апробация работы.** По результатам диссертационной работы опубликованы четыре статьи, в том числе:

- одна статья в журнале, входящем в базу данных Scopus (Q3, 38 процентиль);

- Bakirov A.G., Abdulina S.A., Zhunusov A.K., Oleinikova N.V., 2021, Preliminary chemical activation of ash waste with release of carbon concentrate, Chemical Engineering Transactions, 88, P. 973–978. DOI: 10.3303/CET2188162.

- три статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в

сфере высшего образования и науки Министерства высшего образования и науки Республики Казахстан.

- Бакиров А.Г., Абдулина С.А., Жунусов А.К. (2019) «Исследование химико-минералогического состава золошлаковых отходов Аксуской энергетической компании». «Вестник ВКГТУ» № 2, С. 25–29

- Бакиров А.Г., Жунусов А.К., Абдулина С.А., Ибраева Г.М. (2020) Исследование алюмосиликатных микросфер из золошлаковых отходов Аксуской ГРЭС, использующей Экибастузские угли «Вестник ВКТУ» № 4, С.72–77

- Бакиров А.Г., Жунусов А.К., Абдулина С.А., Буленбаев М.Ж. (2022) Технология переработки золошлаковых отходов ТЭС способом спекания. «Труды университета» Караганда, КарТУ, № 4, С. 103–107.

- получен патент на полезную модель РК «Способ переработки золошлаковых отходов тепловых электростанции».

Основные положения и результаты работы апробированы на трех международных конференциях в виде устных докладов:

- Бакиров А.Г., Абдулина С.А., Жунусов А.К., Олейникова Н.В. (2019) «Анализ образования золошлаковых отходов и переработка их различными способами» Материалы научно - практической конференции посвященной 120-летию К.И. Сатпаева. С. 186 –189;

- Бакиров А.Г., Абдулина С.А., Жунусов А.К., Олейникова Н.В. (2019) «Комплексная переработка золошлаковых отходов ГРЭС» Сборник докладов одиннадцатого международного конгресса «Цветные металлы и минералы» - Красноярск (РФ), С. 1014–1018.

- Altynsary Bakirov. 24 th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction. PRES'21.0037 Preliminary chemical activation of ash and slag waste with the release of carbon concentrate. 31st October to 3 rd November 2021, in Brno, Czech Republic (Online)

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и семи приложений. Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, содержит 57 таблиц, 76 рисунка. Список использованных источников включает 140 наименований.