

АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07201 – Metallургия

ЖУНУСОВА АЙГУЛЬ КАИРГЕЛЬДИНОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АГЛОМЕРАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ПЕСКОВ ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГЛОМЕРАТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСПЛАВОВ

Актуальность темы диссертационной работы. В Республике Казахстан производство глинозема осуществляется из бокситов комбинированным последовательным способом Байер-спекание с предварительным обогащением бокситов на базе АО «Алюминий Казахстана» с годовой производительностью 1,5 млн. тонн в год.

Основным сырьем для этого процесса являются казахстанские бокситы, отличающиеся высоким содержанием железа. В связи с этим на начальной стадии гидрометаллургической переработки из них удаляют железистую часть, формирующую так называемые железистые пески. Эти отходы, содержащие до 65 % Fe_2O_3 , не вовлекаются в металлургические переделы и по существующей схеме складированы на шламовых полях предприятия. Несмотря на высокое содержание железа, прямое использование железистых песков затруднено. Этому препятствует их неблагоприятный гранулометрический состав, присутствие щёлочи и отсутствие глинистых компонентов. Однако, применение технологии окускования, в частности агломерации, позволяет превратить данные отходы в железорудный агломерат, пригодный для выплавки чугуна и ферросилиция.

Цель диссертационной работы. Исследование физико-химических основ и разработка технологии агломерации железистых песков – отходов глиноземного производства и применение полученного агломерата для выплавки чугуна, ферросилиция.

Научная новизна полученных результатов: В настоящей работе впервые:

– установлена динамика изменения фазового состава агломерата офлюсованного оксидом магния, выявлено образование промежуточных фаз магнезиоферрита ($MgFe_2O_4$), форстерита ($2MgO \cdot SiO_2$) и монтичеллита ($CaMgSiO_2$) в офлюсованном агломерате в процессе агломерации, наличие новых фаз позволило обосновать механизмы повышения температуры плавления конечных шлаков при плавке чугуна;

– впервые был проведён комплексный анализ влияния оксида магния (MgO) на физико-химические характеристики и фазовый состав офлюсованного агломерата, исследование позволило обосновать оптимальный расход MgO , равную 3,0 %, для спекания железистых песков,

что открывает возможность более рационального использования техногенного сырья в металлургии;

– впервые показано, что процессы термического разложения минералов в железистых песках – отходов глиноземного производства при их спекании имеют определенную последовательность и сопровождаются образованием магнезиоферрита $MgFe_2O_4$, форстерита ($2MgO \cdot SiO_2$) и монтичеллита ($CaMgSiO_2$), что расширяет представления о закономерностях фазообразования в многокомпонентных оксидных системах.

Новизна результатов исследовательской работы: Исследованиями установлена патентоспособность научно-технических разработок. Новизна подтверждена получением патента: «Патент на полезную модель 8362. Республика Казахстан. С22В В1/16 (2006.01). Шихта для производства железорудного агломерата [Текст] / Жунусова А.К., Быков П.О., Жунусов А.К., Кенжебекова А.Е. – № 2023/0322.2; заявл.31.03.2023; опубл.18.08.2023, бюл. № 33.

Основные положения, выносимые на защиту:

– результаты анализа термодинамических данных и моделирования фазовых равновесий в многокомпонентных оксидных системах, выполненные с помощью термодинамически-диаграммного анализа;

– результаты компьютерного термодинамического моделирования в Chemistry 9.0 для реакций взаимодействия флюсов с металлом и включениями;

– результаты исследования, включающие анализ дериватограмм, рентгенограмм, петрографических данных и микроанализ для определения качественного и количественного элементного состава как железорудного, так и офлюсованного агломерата.

– результаты экспериментального изучения влияния отсевов доломита (MgO) на процесс агломерации железистых песков – отхода глиноземного производства, металлургические свойства и прочность агломерата, исследований при спекании железистых песков;

– результаты крупно-лабораторных испытаний технологии выплавки ферросилиция в руднотермической печи мощностью 80 кВА с использованием агломерата в качестве заменителя стальной стружки.

Практическая ценность работы. На основании полученных в диссертации результатов предложено решение проблемы утилизации металлургических отходов путем разработки рациональной технологии агломерации с учетом особенностей состава и свойств железистых песков – отхода глиноземного производства с получением железорудного и офлюсованного агломерата. Технология агломерации железистых песков разработано и предусмотрено для двух направлений в черной металлургии:

1) получение железорудного агломерата для использования при восстановительной плавке ферросилиция в рудно-термической печи;

2) получение офлюсованного агломерата с вводом в состав шихты 3 % отсевов доломита (MgO) для выплавки чугуна.

В лабораторных условиях получен литейный чугун марки Л-6

(муфельная печь *SX2 Series High* до 1700 °С).

Крупно-лабораторные плавки ферросилиция проведены с применением железорудного агломерата в качестве заменителя стальной стружки. Замена стальной стружки железорудным агломератом 50 % позволяет улучшить технико-экономические показатели и технологический режим плавки ферросилиция при экономии дорогой стальной стружки.

Публикации и апробация работы. Результаты диссертационной работы опубликованы в пяти статьях, в том числе:

– одна статья в журнале, входящих в базу Web of Science (Квартиль Q3):

1) Zhunussova A., Bykov P., Zhunusov A., Kenzhebekova A. Research of the production of iron ore sinter from bauxite processing waste. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*. 2024; 329(2):73-81.

– одна статья в журнале, входящих в базу Scopus (Процентиль 53):

2) Zhunusova A., Bykov P., Zhunusov A., Bakirov A., Zayakin O., Kenzhebekova A. Research of physicochemical properties of ferrous sands from alumina production. *Acta Metallurgica Slovaca*. 2024. 30(4).161-166.

– три публикации в журналах из перечня изданий, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в науке и высшем образовании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности:

3) Жунусова А.К., Быков П.О., Жунусов А.К., Заякин О.В., Кенжебекова А.Е. Исследование физико-химических свойств железорудного агломерата. *Наука и техника Казахстана*, 2024. - № 1. – С.162-174.

4) Быков П.О., Жунусова А.К., Куандыков А.Б., Муканов Р.Б., Сименс Э. Сравнительные исследования по доизвлечению железа из бокситов Казахстана альтернативными восстановителями (восстановление углеродом). *Наука и техника Казахстана*, 2024. – №3. – С.153– 161.

5) Zhunusova A., Bykov P., Zhunusov A., Zayakin O., Bakirov A., Kenzhebekova A. Features of mineral formation in the structure of iron ore materials from the position of the state diagram of the system $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. *Engineering Journal of Satbayev University*, 2025. 147 (3). 14-19.

– получен патент на полезную модель РК:

б) Патент на полезную модель 8362. Республика Казахстан. С22В В1/16 (2006.01). Шихта для производства железорудного агломерата [Текст] / Жунусова А.К., Быков П.О., Жунусов А.К., Кенжебекова А.Е. – № 2023/0322.2; заявл.31.03.2023; опубл.18.08.2023, бюл. № 33.

– основные положения и результаты работы апробированы и доложены на двух Международных конференциях в виде доклада:

б. Жунусова А.К., Быков П.О., Жунусов А.К., Кенжебекова А.Е. Отработка оптимального параметра по влажности шихты при спекании железистых песков // Сб.докладов по материалам Междунар. науч.практ. конф. «XIV Торайгыровские чтения» (28 октября 2022). – Павлодар: Toraighyrov University, 2022. – Т.3. – С.273-278.

7. Жунусова А.К., Быков П.О., Жунусов А.К., Заякин О.В. Отходы металлургического производства как альтернативные минерально-сырьевые ресурсы // Материалы Междунар. науч.практ.конф. посвященной 40-летию образования кафедры «Металлургия»: «Проблемы и перспективы металлургической отрасли: теория и практика». – Павлодар: Toraighyrov University, 2023. – С.106-112.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа составляет 150 страниц, что позволило детально представить результаты в пяти разделах, дополненных введением и заключением. Информативность работы подчеркивается обширным библиографическим списком (183 источника), 69 рисунками, 50 таблицами и 8 приложениями.