АННОТАЦИЯ

диссертация на соискание ученой степени доктора философии PhD
по образовательной программе 8D07203 «Металлургия»

Сидорина Елена Анатольевна

Исследование и разработка технологии получения футеровки с высокими эксплуатационными свойствами для металлургических агрегатов

Актуальность работы

Актуальность работы определяется объективно возникшей необходимостью вовлечения образующихся в производстве первичного алюминия углеродных фторсодержащих отходов в металлургическое и энергетическое производства в качестве дешевых энергоресурсов и восстановителей.

Например, с АО «Казахстанский электролизный завод» (г. Павлодар) ежегодно удаляется до 1500 т отходов углеродистой огнеупорной футеровки электролизёров и до 25 000 т огарков обожжённых анодов с содержанием углерода не менее 85 мас. %, пропитанных компонентами криолит-глиноземного расплава. Содержание в отходах значительных количеств щелочных катионов (Na^+, K^+), а также чрезвычайно вредного F^- и S^{2-} не позволяет просто складировать их на шламовых полях и требует постоянных затрат на специальные условия хранения. Предложен простой и эффективный способ переработки таких отходов как их применение в металлургической промышленности в качестве комплексного компонента шихты: одновременно и топлива взамен дорогого и дефицитного кокса, и разжижителя металлургического шлака, когда щелочные и фтористые соли заменяют флюоритовые модификаторы шлака.

Переработка щелоче- и фторсодержащих углеродистых отходов в металлургии и энергетики вместо дорогого хранения, будет способствовать повышению конкурентоспособности продукции и производств Республики Казахстан, её регионов и конкретных акционерных обществ. Основным препятствием такой переработки является проблема снижения стойкости футеровки тепловых агрегатов при воздействии на нее щелоче- и фторсодержащих агентов, выделяющихся из таких отходов в процессе переработки.

Для разработки огнеупорных материалов и изделий, обладающих повышенной стойкостью к щелоче- и фторсодержащим расплавам и газам, позволяющих обеспечить оптимальную стойкость тепловых агрегатов металлургии и энергетики при переработке вышеуказанных отходов, необходимо изучить механизмы разрушения алюмосиликатных огнеупоров щелоче- и фторсодержащими.

Хотя, до настоящего времени алюмосиликатные огнеупоры с повышенной стойкостью к щелоче- и фторсодержащим корродиентам не

производились и не разрабатывались, но проведённые теоретические и практические исследования позволили с новых позиций подойти к решению этой проблемы.

Предмет исследования – алюмосиликатные огнеупоры, применяемые для футеровки тепловых агрегатов, устойчивые к воздействию фторсодержащих шлаков и газовой фазы.

Объектом исследования является технология получения высокоплотных химически стойких алюмосиликатных огнеупоров, предназначенных для футеровки тепловых агрегатов при воздействии на них фторсодержащих корродиентов.

Цель работы – анализ механизмов разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими реагентами (шлаками, газами) и разработка состава и технологии производства алюмосиликатных огнеупоров, стойких к фторсодержащим реагентам.

Для достижения поставленной цели намечалось решение следующих задач:

1. Проведение комплексных исследований механизмов и кинетики разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими корродиентами металлургического производства.
2. Исследование физико-химических и технологических свойств алюмосиликатного огнеупорного сырья Республики Казахстан;
3. Разработка состава и технологии производства алюмосиликатных огнеупоров повышенной плотности на основе минерального сырья Республики Казахстан, для тепловых агрегатов, перерабатывающих фторсодержащие углеродистые материалы.
4. Выпустить и испытать опытно-промышленную партию алюмосиликатных огнеупоров, стойких к воздействию фторсодержащих корродиентов.

Научная новизна. В работе впервые:

- определена зависимость характера протекания физико-химических процессов (синтез муллита и инверсия кварца) при воздействии фторсодержащих агентов в интервале температур 450-1350 °С от минерального состава алюмосиликатного сырья;
- экспериментально установлено, влияние количества фтора на стойкость алюмосиликатного огнеупора определяется его количеством, малые добавки – как минерализатор, при больших – как плавень, через реологические и реакционные свойства силикатного расплава;
- разработана новая технология производства особоплотных алюмосиликатных огнеупоров с повышенной химической стойкостью;
- установлено, что повышение химической стойкости сверхплотных алюмосиликатных огнеупоров против фтор- и щелочесодержащих реагентов (расплавов и газовой фазы) обусловлено как снижением поверхности взаимодействия реагента на огнеупор, так и процессами вторичного муллитообразования на контактной границе.

Практическая ценность работы. Установлена возможность

комплексного использования сырья Республики Казахстан для получения особо плотных алюмосиликатных огнеупоров с повышенной химической и термической стойкостью к фтор- и щелочесодержащим реагентам тепловых процессов.

Разработаны составы и технология производства особоплотных алюмосиликатных огнеупорных изделий, имеющих повышенную стойкость к фторсодержащим корродиентам, для использования в металлургических и энергетических тепловых агрегатах при использовании в качестве топлива фторсодержащих отходов алюминиевого производства. Результаты работы внедрены на ТОО «Мэйкер» Карагандинском литейно-машиностроительном заводе.

Полученные на основании проведенных научных и технологических исследований алюмосиликатные огнеупорные изделия могут производиться на ТОО «Казогнеупор», г. Рудный или любом другом производстве алюмосиликатных огнеупорных изделий и использованы на отечественных металлургических предприятиях и тепловых ТЭЦ при использовании в качестве топлива и восстановителя фторсодержащих углеродистых отходов алюминиевого производства.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовались следующие методы: химический рентгенофлюорисцентный анализ, рентгенофазовый анализ, дифференциально – термический анализ с масс-спектроскопией от- ходящих газов, метод определения огнеупорности, метод определения температуры начала деформации под нагрузкой, оптическая и электронная микроскопия, методы определения керамических и механических свойств (водопоглощение, открытая пористость, кажущая плотность, истинная плотность, предел прочности при сжатии), метод определения остаточных изменений размеров при нагреве, метод определения спекаемости, метод определения пластичности глин, лазерный седиментационный метод определения гранулометрического состава, метод определения связующей способности глин и каолинов, метод определения чувствительности глин к сушке, метод определения шлакоустойчивости.

Положения, выносимые на защиту:

- механизм разрушения алюмосиликатных огнеупоров под действием фтор- и щелочесодержащих корродиентов металлургического производства;
- состав шихты и технология производства особо плотных алюмосиликатных огнеупоров из сырьевых материалов Республики Казахстан;
- результаты исследования процессов и кинетики взаимодействия разработанных огнеупоров с фторсодержащими шлаками.

Место проведения научно-исследовательской работы. Работа выполнялась на кафедре «Металлургия и новые материалы» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова и в лаборатории кафедры «Химической технологии керамики и огнеупоров» Института новых материалов и технологий Уральского Федерального университета им. Первого Президента России Б.Н.Ельцина.

Личный вклад докторанта в написание диссертации

Автор участвовал в определении цели работы и постановке задач исследования, а также в написании статей и тезисов докладов. Лично автором получена основная часть научных и практических результатов работы, определяющие как научную новизну, так и практическую ценность работы в целом. Автор выполнил весь комплекс прикладных работ по исследованию механизма разрушения в фторсодержащих корродиентах, сырьевых материалов, разработке составов и технологии производства и исследованию свойств особо плотных алюмосиликатных огнеупорных изделий.

Апробация работы. Основные научные результаты диссертационной работы отражены в 10 публикациях:

- 1 статья в журнале, входящих в базу Scopus («CIS Iron and Steel Review» (Russia) – процентиль 62;
- 3 статьи в журнале, входящих в базу Scopus Refractories and Industrial Ceramics» (Russia) – процентиль 19;
- 3 статьи в журналах рекомендованных КОКНВО МНВО РК: («Труды Университета, № 3(88) (Караганда, Казахстан), «КИМС», № 325 (2), № 335 (4) (Алматы, Казахстан);

Основные результаты доложены на 3 международных конференциях:

- 1 тезис доклада на конференции молодых ученых, Техноген 2021 «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований», (Екатеринбург, РФ);
- 1 тезис доклада на научной конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ», (Переяслав);
- 1 тезис доклада на Международной конференции «Огнеупорщиков и металлургов», (Россия, Москва).

По результатам проведенных промышленных испытаний были получены акты:

– акт о проведении опытно-промышленных испытаний особоплотных шамотных огнеупорных изделий ТОО «Казогнеупор» в плавильной вагранoчной печи ООО «ПЗГО»;

– акт промышленных испытаний на основе комплексных исследований механизмов и кинетики разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими корродиентами металлургического производства в условиях ТОО «Maker (Мэйкер)».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, основной части из 5 глав, заключения и приложений. Объем диссертации составляет 126 страницы текста, работа содержит 56 рисунков, 36 таблиц, список использованных источников, включающий 83 наименований.