Петровский Алексей Анатольевич Технология получения фтористых солей из огнеупорных материалов электролитического получения алюминия

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Петровский Алексей Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ.................................................................................... 5

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ......................... 12

1.1 Обзор способов производства первичного алюминия........................ 12

1.2 Побочные продукты производства первичного алюминия.................. 16

1.3 Катодная футеровка электролизера производства алюминия............ 18

1.4 Процессы изменения состава огнеупорной части футеровки при эксплуатации электролизеров производства алюминия........................... 21

1.5 Существующие способы переработки отработанной футеровки электролизеров.............................................................................. 24

1.5.1 Переработка углеродсодержащей части отработанной футеровки..... 25

1.5.2 Переработка огнеупорной части отработанной футеровки.............. 31

1.6 Способы получения фтористых солей из техногенного сырья алюминиевого производства............................................................................ 34

1.7 Выводы по главе 1...................................................................... 43

ГЛАВА 2. ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ......................... 46

2.1 Отбор и подготовка проб.............................................................. 46

2.2 Методы и методики проведения исследований.................................. 47

2.3 Изучение химического состава образцов огнеупорной части отработанной футеровки................................................................... 50

2.4 Характеристика свойств компонентов огнеупорной части отработанной футеровки...................................................................................... 54

2.5 Термодинамический анализ взаимодействия компонентов отработанной футеровки электролизеров с растворами гидроксида, карбоната

и гидрокарбоната натрия................................................................... 61

2.6 Выводы по главе 2...................................................................... 65

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРИСТЫХ СОЛЕЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ............... 68

3.1 Методика проведения экспериментов.............................................. 69

3.2 Исследование взаимодействия компонентов огнеупорной части отработанной футеровки с водой.......................................................... 70

3.2.1 Изучение влияния гранулометрического состава и Ж:Т на параметры выщелачивания........................................................................................................................73

3.2.2 Изучение влияния продолжительности и температуры выщелачивания фтора из огнеупорной части отработанной футеровки 76

3.3 Изучение влияния рН, температуры и продолжительности процесса на содержание кремнезема в растворах выщелачивания............................... 84

3.4 Использование шламовых вод и растворов газоочистки для выщелачивания фтора из огнеупорной части отработанной футеровки......... 87

3.5 Изучение основных параметров получения криолита из растворов фторида натрия................................................................................... 90

3.6 Разработка процесса регенерации криолита из растворов выщелачивания................................................................................ 94

3.7 Поиск путей повышения качества криолита....................................... 98

3.8 Исследование возможности использования обработанной водой огнеупорной части отработанной футеровки в составе сырьевой смеси для получения цементного клинкера......................................................... 100

3.9 Выводы по главе 3....................................................................... 104

ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ КРИОЛИТА

ИЗ РАСТВОРОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО

ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ.............................................................. 105

4.1 Технологическая схема получения регенерационного криолита............. 106

4.2 Технологическая схема получения низкомодульного криолита............... 114

4.3 Результаты промышленных испытаний............................................ 116

4.4 Эколого-экономическая оценка эффективности технологии переработки огнеупорной части отработанной футеровки с получением криолита............ 119

4.5 Выводы по главе 4....................................................................... 120

ЗАКЛЮЧЕНИЕ............................................................................... 121

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.................................................................. 126

Приложение А. Экспериментальные и расчетные данные при разработке

математической модели процесса извлечения фтора................................ 144

Приложение Б. Патенты на изобретения................................................ 145

Приложение В. Акт промышленных испытаний..................................... 146

Приложение Г. Расчет экономии кальцинированной соды........................ 150

Приложение Д. Акт внедрения в учебный процесс................................... 151