Еремин Роман Николаевич Повышение устойчивости графитированных анодов магниевых электролизеров к высокотемпературному окислению

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Еремин Роман Николаевич

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ГРАФИТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МАГНИЯ

1.1 Общие сведения о производстве магния электролитическим способом

1.1.1 Теоретические основы получения магния электролизом

1.1.2 Конструкции электролизеров для получения первичного магния

1.1.3 Общие сведения об анодах магниевых электролизеров

1.1.4 Причины разрушения анодов магниевых электролизеров

1.1.5 Способы снижения износа анодов магниевых электролизеров

1.2 Особенности разрушения электродного графита в высокотемпературных окислительных средах

1.2.1 Особенности окисления графита

1.2.2 Факторы, определяющие стойкости к окислению электродного графита

1.2.3 Лимитирующие стадии в процессе окисления электродного графита

1.3 Способы повышения устойчивости электродного графита к высокотемпературному окислению

1.3.1 Общие принципы и подходы к увеличению окислительной стойкости графита в высокотемпературных средах

1.3.2 Повышение стойкости к высокотемпературному окислению путем создания покрытий

1.3.3 Повышение стойкости к высокотемпературному окислению электродного графита путем пропитки

1.4 Выводы по главе

ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОДНОГО ГРАФИТА К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ОКИСЛЕНИЮ И ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

2.1 Испытания электродного графита в условиях электролитического производства магния в лабораторном масштабе

2.1.1 Анализ существующего опыта разработки лабораторных электролитических ячеек для производства магния

2.1.2 Разработка конструкции лабораторной ячейки для испытания графитированных электродов в условиях электролитического производства магния

2.2 Методика проведения комплексного термического анализа исследуемых материалов

2.3 Метод испытания электродного графита на устойчивость в окислительных высокотемпературных средах

2.3.1 Разработка установки для оценки устойчивости электродного графита к высокотемпературному окислению в постоянном потоке воздуха

2.3.2 Разработка методики оценки стойкости электродного к окислению в высокотемпературных условиях

2.3.3 Метод сравнительного серийного анализа устойчивости образцов электродного графита к высокотемпературному окислению

2.4 Методика обработки образцов электродного графита для повышения их окислительной стойкости в высокотемпературных средах

2.4.1 Выбор ПАВа для повышения смачиваемости графита пропиточными растворами

2.4.2 Методы анализа характеристик пропитки образцов электродного графита71

2.4.3 Разработка установки для пропитки образцов электродного графита

2.4.4 Сушка образцов электродного графита после пропитки

2.4.5 Подготовка укрупненных образцов к анализу на окислительную стойкость в высокотемпературных условиях

2.5 Методы анализа структуры образующихся на электродном графите покрытий

2.6 Методы анализа основных компонентов пропиточного раствора

2.6.1 Контроль содержания катионов Zn2+, Al3+ в пропиточном растворе

2.6.2 Контроль содержания анионов (PO4)3- в пропиточном растворе

2.6.3 Контроль содержания ПАВ в пропиточном растворе

2.6.4 Контроль концентрации взвешенных частиц графита в пропиточном растворе

2.6.5 Методика проведения лабораторных испытаний по сгущению

2.7 Выводы по главе

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТОЙКОСТИ ЭЛЕКТРОДНОГО ГРАФИТА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СРЕДАХ

3.1 Анализ свойств пропиточных растворов

3.1.1 Приготовление пропиточного раствора и его параметры

3.1.2 Анализ превращений при нагреве растворов

3.1.3 Исследование структуры пропиточного раствора, образующейся после его сушки

3.2 Исследование оптимальных условий пропитки образцов

3.2.1 Обоснование целесообразности использования и выбор ПАВ

3.2.2 Определение оптимальных условий пропитки модельных образцов

3.2.3 Определение оптимальных условий пропитки укрупненных образцов

3.2.4 Оценка глубины проникновения пропиточного раствора на укрупненных образцах

3.3 Исследование оптимальных условий сушки образцов после пропитки

3.3.1 Определение оптимальных условий сушки модельных образцов

3.3.2 Определение оптимальных условий сушки укрупненных образцов

3.4 Исследования окислительной стойкости электродного графита

3.4.1 Исследование стойкости к окислению исходного электродного графита с помощью разработанной установки

3.4.2 Исследование устойчивости к окислению пропитанных модельных образцов

3.4.3 Исследование устойчивости к окислению отдельных частей укрупненных образцов

3.5 Определение эксплуатационных показателей пропиточного раствора

3.5.1 Исследование возможности циклирования пропиточного раствора

3.5.2 Исследование возможности очистки пропиточного раствора от взвешенных примесей графита

3.6 Выводы по главе

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРОСТОЙКИХ ГРАФИТИРОВАННЫХ АНОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАГНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

4.1 Описание технологического процесса получения устойчивого к окислению электродного графита с использованием разработанной аппаратурно-технологической схемы

4.2 Оценка экономической эффективности от внедрения разработанного способа

4.3 Выводы по главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ