Кобелев Антон Михайлович Комбинированный способ переработки реакторного графита в водяном паре и оксидно-солевых расплавах

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Кобелев Антон Михайлович

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ГРАФИТ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА И СПОСОБЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

1.1 Характеристика графита ядерного реактора

1.2 Источники загрязнения реакторного графита

1.3 Радиационное состояние графита ядерного реактора

1.4 Радиоактивный изотоп углерода в окружающей среде, факторы загрязнения

1.5 Способы переработки реакторного графита

ГЛАВА 2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАГРЕВАНИЯ

РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА В РАЗНЫХ СРЕДАХ

2.1 Метод термодинамического анализа

2.2 Результаты термодинамического анализа

2.2.1 Термодинамическое моделирование термических процессов при нагреве реакторного графита в парах воды

2.2.2 Термодинамическое моделирование термических процессов при нагреве реакторного графита в оксидно-солевых системах в разных средах

2.2.3 Определение основных реакций и констант равновесия при нагреве реакторного графита в оксидно-солевых системах в разных средах

ГЛАВА 3. ТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА С ОКСИДАМИ МЕТАЛЛОВ И СОЛЕВЫМИ РАСПЛАВАМИ

3.1 Анализ работ по восстановлению оксидов металлов углеродом

3.2 Восстановление окислов меди графитом

3.3 Восстановление окислов никеля графитом

3.4 Определение плотности экспериментального реакторного графита

3.5 Технология проведения эксперимента

3.6 Результаты термического анализа

3.6.1 Термограммы нагрева чистых веществ

3.6.2 Термограммы нагрева систем без углерода

3.6.3 Термограммы нагрева систем с углеродом

3.7 Сравнительный анализ тепловых эффектов, полученных по результатам теоретических расчетов и термограммам

3.8 Определение теплового эффекта реакции эталонных смесей

3.8.1 Определение теплового эффекта и расчет коэффициента теплоемкости карбоната натрия ^2СОз

3.8.2 Определение теплового эффекта и расчет коэффициента теплоемкости карбоната натрия К2СО3

3.8.3 Определение теплового эффекта и расчет коэффициента теплоемкости хлорида натрия №С1

3.8.4 Расчет теплового эффекта по коэффициенту теплоемкости №2СО3

3.8.5 Расчет теплового эффекта по коэффициенту теплоемкости К2СО3

3.8.6 Расчет теплового эффекта по коэффициенту теплоемкости №С1

3.9 Расчет энтальпии реакций, протекающих при нагревании систем без участия графита

3.10 Расчет энтальпии реакций, протекающих при нагревании систем с участием графита

3.11 Расчет статистических характеристик, полученных данных

ГЛАВА 4. ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА

ОКИСЛЕНИЯ ГРАФИТА В ОКСИДНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМАХ

4.1 Краткий обзор термических методов анализа

4.2 Кинетика восстановления оксида никеля и меди углеродом

4.3 Методика проведения эксперимента

4.4 Результаты термогравиметрического исследования

4.5 Анализ теоретических(расчетных) и экспериментальных данных для оксидов меди и никеля при их взаимодействии с углеродом

4.6 Исследование механизма протекаемых реакций в системах с оксидами меди и никеля

ГЛАВА 5. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ РЕАКТОРНОГО

ГРАФИТА

5.1 Переработка реакторного графита в расплаве солей

5.2 Технологическая схема переработки реакторного графита комбинированным способом (Ч.1)

5.3 Предлагаемая схема солевой установки

5.4 О газогенераторной переработке углеродосодержащих материалов

5.5 Существующие схемы газификации углеродосодержащих материалов

5.6 О газогенераторной переработке реакторного графита

5.7 Определение оптимальной температуры газогенераторной переработки реакторного графита

5.8 Технологическая схема переработки реакторного графита комбинированным способом (Ч.2)

5.9 Предлагаемая схема газогенераторной установки

5.10 Расчет активности радиоактивного газа

5.11 Расчет количества радиоактивных отходов, получаемых после переработки реакторного графита комбинированным способом

5.12 Описание программного обеспечения «Модель процесса переработки радиоактивного графита в газогенераторной печи (ГРАФИТ-ГАЗ)»

5.13 Математическая модель процесса переработки радиоактивного графита в газогенераторной установке

5.14 Расчет тепловых эффектов для реакций газогенерации

5.14.1 Расчет тепловых эффектов реакций для стандартных условий

5.14.2 Расчет тепловых эффектов реакций для температуры 873 К с применением уравнения Кирхгофа

5.14.3 Расчет тепла, затрачиваемого на нагрев водяного пара

5.14.4 Расчет теплоты сгорания полученного генераторного газа

5.15 Технико-экономические оценки производства электрической энергии газотурбинной и газопоршневой установками при использовании генераторного газа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение А. Температурные интервалы фазового распределения

радионуклидов для разных систем

Приложение Б. Основные реакции и соответствующие им константы равновесия для разных систем

Приложение В. Термограммы нагрева различных систем

Приложение Г. Температурные точки взаимодействия оксидов металлов с

углеродом

Приложение Д. Результаты вычислений статистических характеристик

Приложение Е. Зависимость окисления графита от времени при разных

температурах для различных систем

Приложение Ж. Зависимость скорости окисления графита от времени при разных температурах для разных систем

Приложение И. Предлагаемая схема солевой установки по переработке

реакторного графита

Приложение К. Матрица сравнения показателей различных газогенераторов

Приложение Л. Предлагаемая схема газогенераторной установки по переработке реакторного графита

Приложение М. Внедрение результатов работы