Осипов Алексей Михайлович Моделирование аварийных процессов с нарушением теплоотвода в хранилище отработавшего ядерного топлива РБМК

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Осипов Алексей Михайлович

Введение

Глава 1. Особенности анализа аварийных процессов на ХОЯТ РБМК-1000

1.1 Историческая справка

1.2 Описание системы хранения отработавшего ядерного топлива

1.3 Состояние вопроса исследования

1.4 Основные проблемы расчетного моделирования запроектной аварии на ХОЯТ РБМК-1000

1.5 Выводы по Главе

Глава 2. Основные физические процессы в ходе аварийных событий на ХОЯТ РБМК-1000

2.1 Безразмерные параметры, характеризующие процессы конвективного теплообмена

2.1.1 Параметры, определяющие значение безразмерных комплексов

2.1.2 Оценка значений безразмерных комплексов для условий аварийного процесса с нарушением теплоотвода в ХОЯТ

2.1.3 Конвекция в пеналах с ОТВС

2.2 Коэффициент теплоотдачи Ыы при свободной конвекции

2.3 Теплообмен излучением

2.4 Влияние массопереноса

2.5 Кипение воды в отсеках ХОЯТ

2.6 Конденсация воды на элементах конструкции ХОЯТ

2.7 Верификация модели конденсации

2.8 Выводы по Главе

Глава 3. Методология анализа аварийных процессов с нарушением теплоотвода в ХОЯТ РБМК-1000

3.1 Существующий подход к анализу аварийных процессов с нарушением теплоотвода в ХОЯТ РБМК-1000

3.2 Опыт анализа аварийных процессов с нарушением теплоотвода в ХОЯТ

3.3 Роль процесса испарения в ХОЯТ

3.4 Оценка энерговыделения в ХОЯТ

3.5 Анализ реальной загрузки ХОЯТ Ленинградской АЭС на 2018 год

3.6 Изменение энерговыделения в ХОЯТ из-за ввода системы сухого хранения ОЯТ

3.7 Энерговыделение за счет окисления циркония и стальных элементов конструкций

3.8 Выводы по Главе

Глава 4. Разработка расчетных моделей для анализа аварийных процессов с нарушением теплоотвода ХОЯТ РБМК

4.1 Модель для расчета первой стадии аварии с нарушением теплоотвода в ХОЯТ

4.1.1 Экспериментальное исследование

4.1.2 Описание экспериментальной установки

4.1.3 Сравнение расчетных и экспериментальных данных

4.1.4 Обоснование принимаемых урощений

4.1.5 Расчетная модель ХОЯТ с учетом испарения и конденсации

4.2 Моделирование разогрева ХОЯТ после начала кипения воды в бассейнах

4.2.1 Описание расчетной одиночного бассейна ХОЯТ

4.2.2 Описание расчетной модели бассейновой части ХОЯТ

4.2.3 Моделируемые группы пеналов с ОТВС

104

4.3 Теплофизические свойства материалов

4.4 Степень черноты

4.5 Критерий обеспечения сохранности барьеров безопасности

4.6 Выводы по Главе

Глава 5. Результаты моделирования аварийного процесса с нарушением теплоотвода в ХОЯТ РБМК-1000

5.1 Первая стадии аварии

5.1.1 Разогрев ХОЯТ с учетом воды в бассейнах и пеналах (полное обесточивание) при закрытых крышках щелевого перекрытия

5.1.2 Разогрев ХОЯТ с учетом воды в бассейнах и пеналах при открытых крышках щелевого перекрытия

5.1.3 Разогрев ХОЯТ при обезвоживании

5.1.4 Выводы по итогам моделирования первой стадии аварии с нарушением теплоотвода от ОТВС в ХОЯТ

5.2 Вторая стадия аварии

5.3 Третья стадия аварии

5.3.1 Моделирование разогрева ХОЯТ

5.3.2 Разогрева ХОЯТ с учетом реакции окисления

5.3.3 Моделирование противоаварийных действий

5.4 Верификация расчетной модели и результатов расчета

5.4.1 Распределение температуры в обезвоженном пенале

5.4.2 Сравнение результатов разогрева обезвоженного бассейна ХОЯТ

5.4.3 Сравнение скорости испарения

5.5 Выводы по Главе

Заключение

Список сокращений

Список литературы