

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский технологический институт им. А. П. Александрова»

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

№ 2 (4) 2016 г.

Сосновый Бор
2016

Содержание

Выпуск № 2 (4) 2016

Предисловие	7
Моделирование и исследование нейтронно-физических и теплогидравлических процессов объектов с ЯЭУ	
М. В. Воробьева, А. А. Факеев, А. В. Садовников, А. Н. Лепехин Анализ безопасности РУ атомного лихтеровоза «Севморпуть» в авариях LOCA в обоснование продления срока эксплуатации	8
А. В. Ельшин Конечно-разностные уравнения гетерогенного реактора с пространственной кинетикой в методе поверхностных гармоник	24
В. Г. Артёмов, А. С. Иванов, А. Н. Кузнецов, Ю. П. Шемаев Моделирование потвэльного энерговыделения в маневренном режиме ВВЭР	36
Д. О. Грошев, В. В. Рассказов, В. П. Харин Анализ показаний детекторов нейтронов в переходном процессе изменения режима циркуляции теплоносителя в активной зоне реактора транспортной ЯЭУ	45
Исследование процессов при тяжелых авариях на объектах атомной энергетики	
В. И. Альмяшев, С. А. Витоль, В. С. Грановский, С. Ю. Котова, Е. В. Крушинов, А. А. Сулацкий, В. Б. Хабенский, В. В. Гусаров Экспериментальное исследование переходных процессов в трехжидкостной оксидно-металлической ванне расплава корнума	51
Информационные сообщения	
Д. И. Тригубов, К. П. Пукалов, А. Л. Дмитриев, И. Е. Батягин Комплексное использование остаточных тепловыделений активной зоны при техническом обслуживании паропроизводящей установки с большим сроком службы	62
И. В. Чистяков, И. К. Коленчикова, В. Н. Матвеев, Л. А. Годон, М. И. Козин, Л. И. Лошкова, Ж. В. Фокина, И. В. Тимченко, С. А. Алексеенко Создание унифицированного стенда для поверки и калибровки корабельных водно-химических лабораторий	66
Информация для авторов	
Правила подготовки и подачи материалов в редакцию	72

УДК 621.039.586

Анализ безопасности РУ атомного лихтеровоза «Севморпуть» в авариях ЛОСА в обоснование продления срока эксплуатации

М. В. Воробьева, А. А. Факеев, А. В. Садовников, А. Н. Лепехин

АО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород, Россия

Аннотация

Работа посвящена расчетному обоснованию безопасности РУ атомного лихтеровоза «Севморпуть» в авариях с потерей теплоносителя первого контура (ЛОСА) на этапе продления срока эксплуатации РУ до 150 тыс. часов и срока службы лихтеровоза до 35 лет. Расчетные исследования аварий проводились с использованием современных верифицированных и аттестованных кодов.

Ключевые слова: ЛОСА, анализ безопасности, РУ КЛТ-40, защитная оболочка, атомный лихтеровоз «Севморпуть», продление срока эксплуатации, программа УРОВЕНЬ-4, проектные аварии, запроектные аварии.

Конечно-разностные уравнения гетерогенного реактора с пространственной кинетикой в методе поверхностных гармоник

А. В. Ельшин

ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

Аннотация

В работе приведен вывод конечно-разностных (по пространству) уравнений, описывающих пространственно-зависимую кинетику гетерогенного реактора. Для вывода уравнений используется подход, называемый методом поверхностных гармоник (МПГ), который основан на отказе от гомогенизации и традиционно применяемого уравнения диффузии для описания поля нейтронов в реакторе. Уравнение для групповых плотностей потока нейтронов при некоторых приближениях аналогично уравнению, получаемому на основе конечно-разностной аппроксимации нестационарного уравнения диффузии. Формулы для вычисления коэффициентов этого уравнения (эффективные малогрупповые характеристики ячеек) естественным образом выводятся одновременно с получением уравнений.

Допускается возможность использования не диффузионного приближения для расчета реактора в целом. На тестовых стационарных задачах демонстрируется существенное улучшение точности решения при отказе от диффузионного приближения.

Ключевые слова: метод поверхностных гармоник, гетерогенный реактор, уравнения пространственно зависимой кинетики, диффузионное приближение.

Моделирование потвэльного энерговыделения в маневренном режиме ВВЭР

В. Г. Артёмов, А. С. Иванов, А. Н. Кузнецов, Ю. П. Шемаев

ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

Аннотация

В настоящей статье описана схема и результаты расчета потвэльного энерговыделения в процессе суточного маневрирования мощностью двумя различными методами в комплексе программ САПФИР_95&RC_ВВЭР. Данная работа является продолжением цикла работ, направленных на внедрение комбинированной схемы расчета потвэльного энерговыделения в новую версию комплекса программ САПФИР_95&RC_ВВЭР.

Ключевые слова: расчет энерговыделения, твэл, тепловыделяющий элемент с гадолинием (ТВЭГ), маневр мощности.

УДК 621.039.51

Анализ показаний детекторов нейтронов в переходном процессе изменения режима циркуляции теплоносителя в активной зоне реактора транспортной ЯЭУ

Д. О. Грошев, В. В. Рассказов, В. П. Харин

ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

Аннотация

Работа посвящена анализу экспериментальных данных, полученных на ЯЭУ, при смене режимов циркуляции теплоносителя от естественной до принудительной. Экспериментальные измерения проводились с использованием «быстрых» измерительных каналов с внутриреакторными детекторами прямого заряда с родиевыми эмиттерами, установленными в тепловыделяющих сборках с разной энерговыработкой. В данных измерительных каналах реализован алгоритм коррекции запаздывания сигнала в режиме реального времени.

Экспериментальные данные с детекторов прямого заряда сравнивались с показаниями штатных каналов контроля мощности реакторной установки. Анализ результатов показал, что при переходах с естественной на принудительную циркуляцию относительные изменения локальных значений плотностей потоков тепловых нейтронов и энерговыделения в отдельных тепловыделяющих сборках существенно превышают интегральные.

Результаты работы демонстрируют возможность учета локальных эффектов при контроле мощности во время быстрых переходных процессов при использовании локальной системы внутриреакторного контроля.

Ключевые слова: активная зона, внутриреакторный контроль, детекторы прямого заряда, штатные каналы контроля, переходной процесс, всплеск мощности, локальные эффекты.

УДК 621.039.586

Экспериментальное исследование переходных процессов в трехжидкостной оксидно-металлической ванне расплава кориума

*В. И. Альмяшев¹, С. А. Витоль¹, В. С. Грановский¹, С. Ю. Котова¹, Е. В. Крушинов¹,
А. А. Сулацкий¹, В. Б. Хабенский¹, В. В. Гусаров²*

¹ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

²Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Применительно к задаче удержания расплава в корпусе реактора, в опытах, проведенных на экспериментальной установке «Расплав-3» в рамках программы CORDEB, исследовались нестационарные физико-химические процессы в трехжидкостной ванне расплава прототипного кориума. По структуре исходно сформированная ванна состоит из поверхностного слоя «легкого» расплава нержавеющей стали, промежуточного слоя оксидного расплава, отделенного от расплава стали коркой, и нижнего слоя «тяжелого» металлического расплава. Установлено, что трехслойная структура ванны может сохраняться в течение некоторого времени, но перераспределение компонентов стального и оксидного расплавов через корку обуславливает трансформацию трехслойной структуры ванны в двухслойную структуру.

Ключевые слова: тяжелые аварии, индукционная плавка в холодном тигле, кориум, трехслойная структура ванны расплава, внутрикорпусное удержание расплава

Использование остаточных тепловыделений активной зоны при техническом обслуживании паропроизводящей установки с большим сроком службы

Д. И. Тригубов, К. П. Пукалов, А. Л. Дмитриев, И. Е. Батягин

ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

Аннотация

В сообщении представлена работа по созданию условий, необходимых для проведения технического обслуживания парогенерирующих блоков ЯЭУ транспортного назначения с большим сроком службы (т.е. имеющих наработку более 30 лет). При проведении гидравлических испытаний парогенерирующего блока предложено инженерное решение по использованию остаточных тепловыделений активной зоны реактора.

Ключевые слова: остаточные тепловыделения, гидравлические испытания, техническое обслуживание, паропроизводящая установка.

Унифицированный стенд для поверки и калибровки корабельных водно-химических лабораторий

*И. В. Чистяков, И. К. Коленчикова, В. Н. Матвеев, А. В. Надеев, Л. А. Годон, М. И. Козин,
Л. И. Лошкова, Ж. В. Фокина, И. В. Тимченко, С. А. Алексеенко*

ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

Аннотация

Приведены результаты разработки и изготовления унифицированного стенда (УСПР), предназначенного для метрологического обслуживания действующих водно-химических лабораторий приборного типа — ВХЛПТ-Р, используемых для контроля качества воды охлаждения второго контура ЯЭУ транспортного назначения.

Ключевые слова: водно-химическая лаборатория, унифицированный стенд, вода высокой чистоты, поверочные растворы, средство измерений военного назначения, периодическая поверка.