

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

№ 4 (6) 2016 г.

Сосновый Бор
2016

Содержание

Выпуск № 4 (6) 2016

Предисловие	7
<i>Моделирование и исследование нейтронно-физических и теплогидравлических процессов объектов с ЯЭУ</i>	
Ю.А. Мигров, А.Н. Гудошников Анализ процессов пассивного расхолаживания энергоблока АЭС с ВВЭР-640 в авариях с потерей теплоносителя	8
С. В. Синегрибов, А. В. Курындин, А. М. Киркин Результаты расчета эффективного коэффициента размножения нейтронов различных бенчмарк-экспериментов в рамках верификации SERPENT	23
Н. М. Жылмаганбетов Выбор конечного состояния системы для расчетного моделирования измерения реактивности методом сброса.	34
<i>Химические технологии обеспечения жизненного цикла ЯЭУ, радиохимические и материаловедческие исследования</i>	
И. С. Орленков, Б. А. Гусев, А. А. Ефимов, Л. Н. Москвин, А. М. Алешин Безреагентная технология удаления «рыхлых» коррозионных отложений из первого контура стенда-прототипа транспортной ЯЭУ	45
<i>Исследование процессов при тяжелых авариях на объектах атомной энергетики</i>	
В. И. Альмяшев, С. В. Бешта, С. А. Витоль, В. В. Гусаров, Е. В. Крушинов, Д. Б. Лопух, А. П. Мартынов, В. Б. Хабенский Экспериментальное исследование и термодинамический анализ фазовых равновесий в системах ZrO_2-FeO и UO_2-FeO_2	59
<i>Информация для авторов</i>	
Правила подготовки и подачи материалов в редакцию	75

Анализ процессов пассивного расхолаживания энергоблока АЭС с ВВЭР-640 в авариях с потерей теплоносителя

Ю. А. Мигров, А. Н. Гудошников

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

Аннотация

Для учета взаимного влияния теплогидравлических процессов в контейнменте и главном циркуляционном контуре (ГЦК) энергоблока с реактором ВВЭР при расчетном моделировании аварий с течами первого контура в ФГУП НИТИ была разработана технология объединения расчетных кодов КОРСАР и КУПОЛ. На основе этой технологии был создан РК КОРСАР/ГП, позволяющий учитывать взаимное влияние внутриконтурных и контейментных процессов, в том числе и связанных с переносом, растворением и выделением неконденсирующихся газов в теплоносителе.

В статье представлены результаты сквозного расчета по РК КОРСАР/ГП аварийного режима «Большая течь холодной нитки ГЦК» РУ с ВВЭР-640.

Расчетный анализ РУ с ВВЭР-640 был проведен для аварийного режима с большой течью (Ду620) холодной нитки главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) с наложением полного обесточивания энергоблока. В расчете моделировалось поступление теплоносителя первого контура через разрыв ГЦК в модель аварийного бассейна, работа клапанов арматурного блока разгерметизации (АБР), взаимодействие топливного и аварийного бассейнов, работа СПОТ ПГ и СПОТ ГО, а также учитывалось противодействие в точке разрыва со стороны контеймента и моделировалось испарение воды из аварийного и топливного бассейнов и стекание в них конденсата, образующегося в результате охлаждения пара на защитной оболочке.

Показано, что в обеспечение надежного охлаждения ТВС а.з. при длительном пассивном отводе остаточного тепла необходимо согласовывать во времени опорожнение баков САОЗ и расхолаживание второго контура парогенераторов (ПГ).

Ключевые слова: энергоблок, расчетный анализ, пассивное расхолаживание, взаимное влияние теплогидравлических процессов.

УДК 539.125.5.03:004.415.5

Результаты расчета эффективного коэффициента размножения нейтронов различных бенчмарк-экспериментов в рамках верификации SERPENT

С. В. Синегрибов, А. В. Курындин, А. М. Киркин

ФБУ «НТЦ ЯРБ», Москва, Россия

Аннотация

Статья посвящена работе по верификации программного средства (ПС) SERPENT, используемого для проведения нейтронно-физических расчетов систем, содержащих ядерные делящиеся материалы. В статье приведено описание основных особенностей ПС SERPENT, а также представлены результаты проведенных с её использованием расчетов эффективного коэффициента размножения нейтронов $K_{\text{эфф}}$ для систем, содержащих ядерное топливо, аналогичное топливу российских ядерных энергетических установок. В рамках работы по верификации подготовлены материалы для составления верификационного отчета и оценки систематической погрешности ПС SERPENT при расчетах параметров ядерной безопасности для объектов использования атомной энергии. Результаты работы использовались при проведении процедуры аттестации программного средства, а также в дальнейшем будут применяться при выполнении научно-исследовательских работ и альтернативных расчетов ядерной безопасности в ходе проведения экспертизы обоснований безопасности.

Ключевые слова: SERPENT, верификация, ядерная безопасность, эффективный коэффициент размножения нейтронов, ядерное топливо.

Выбор конечного состояния системы для расчетного моделирования измерения реактивности методом сброса

Н. М. Жылмаганбетов

ФБУ «НТЦ ЯРБ», г. Москва

Аннотация

В статье представлены результаты расчетного моделирования измерения реактивности на минимально контролируемом уровне мощности РУ ВВЭР-1000 энергоблока № 3 Ростовской АЭС. Получены оценки эффективности отдельных органов регулирования системы управления и защиты (ОР СУЗ) при имитации эксперимента с «застреванием» одного наиболее эффективного ОР СУЗ и оценка эффективности аварийной защиты. Полученные результаты сравнивались с результатами измерений реактивности на этапе физического пуска указанного энергоблока. Приводятся рекомендации по сопоставлению измеренной реактивности и реактивности, полученной в результате расчетного моделирования.

Ключевые слова: ВВЭР, аварийная защита, реактивность, моделирование эксперимента, ионизационная камера, обоснование безопасности.

УДК 620.179.152

Безреагентная технология удаления «рыхлых» коррозионных отложений из первого контура стенда-прототипа транспортной ЯЭУ

¹И. С. Орленков, ¹Б. А. Гусев, ¹А. А. Ефимов, ²Л. Н. Москвин, ¹А. М. Алешин

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

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», институт химии, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты системного анализа эффективности дезактивации поверхностей внутриконтурного оборудования стенда-прототипа транспортной ЯЭУ с использованием технологий двух видов: традиционной технологии с использованием растворов с химическими реагентами с низкими концентрациями [на уровне (0.5–1.0)%] и вновь разработанной безреагентной технологии с использованием гидродинамического возмущения контура с последующим выведением на штатных фильтрах переведенных в теплоноситель слабофиксированных на поверхности «рыхлых» коррозионных (активированных) отложений. Результаты наблюдений, специально организованных в рамках коррозионного мониторинга оборудования стенда ЯЭУ для контроля за изменением химического, дисперсного и радионуклидного состава продуктов коррозии в пробах теплоносителя, свидетельствуют об эффективности обоих видов технологий дезактивации и отсутствии образования жидких радиоактивных отходов при использовании безреагентной технологии дезактивации.

Ключевые слова: радиационная безопасность, безреагентная дезактивация, теплоноситель, раствор реагентов, жидкие радиоактивные отходы, оборудование первого контура реакторной установки, спектроскопия, коррозионный мониторинг.

УДК 544.344.2

Экспериментальное исследование и термодинамический анализ фазовых равновесий в системах ZrO_2-FeO и UO_2-FeO

¹ В. И. Альмяшев, ² С. В. Бешта, ¹ С. А. Витоль, ³ В. В. Гусаров, ¹ Е. В. Крушинов, ⁴ Д. Б. Лопух, ⁴ А. П. Мартынов, ¹ В. Б. Хабенский.

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

² Королевский технологический институт (КТН), Стокгольм, Швеция

³ Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В. И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментального исследования и термодинамического анализа фазовых диаграмм систем ZrO_2-FeO и UO_2-FeO . Результаты термодинамической оптимизации показали необходимость экспериментальной проверки проведенного прогноза фазовых равновесий в системе ZrO_2-FeO . Результаты работы актуальны для повышения точности прогнозирования сценариев внутрикорпусной стадии тяжелой аварии на АЭС при высоких степенях окисления расплава.

Ключевые слова: тяжелая авария, индукционная плавка в холодном тигле, расплав активной зоны, диоксид урана, диоксид циркония, оксид железа (II), фазовые равновесия, фазовая диаграмма, термодинамическая оптимизация.