

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

№ 1 (19) 2020

Сосновый Бор
2020

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Периодический рецензируемый научно-технический сборник

№ 1 (19) 2020

Издается с 2015 года

Сборник распространяется на территории Российской Федерации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — **В.А. Василенко**, профессор, доктор технических наук, генеральный директор ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

- В.Р. Аксенов**, (ответственный редактор), кандидат технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- В.И. Альмяшев**, кандидат химических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- А.Я. Благовещенский**, доктор технических наук, профессор ВУНЦ-ВМФ «Военно-морская академия», Военно-морской политехнический институт, Санкт-Петербург.
- В.И. Бурсук**, доктор технических наук, директор центра сервиса АО «Концерн «НПО «Аврора», Санкт-Петербург.
- В.С. Гурский**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- А.В. Ельшин**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- А.А. Ефимов**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- В.Н. Зимаков**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- Ю.В. Крюков**, (ответственный секретарь), кандидат технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- Ю.А. Мигров**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- Л.Н. Москвин**, доктор химических наук, Санкт-Петербургский государственный университет.
- Е.Б. Панкина**, кандидат технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- С.А. Петров**, доктор технических наук, НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ, Санкт-Петербург.
- О.Ю. Пыхтеев**, кандидат химических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.
- О.Б. Самойлов**, доктор технических наук, АО «ОКБМ Африкантов», г. Нижний Новгород.
- В.Б. Хабенский**, доктор технических наук, ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор.

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

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-58865 от 28.07.14.

Адрес редакции: 188540 Россия, Ленинградская область, г. Сосновый Бор, Копорское шоссе 72,
ЦФЯО ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова».

Телефон: 8 (813-69) 6-01-43 — отв. секретарь редколлегии.
Факс: 8 (813-69) 2-36-72. E-mail: foton@niti.ru; Интернет сайт: www.niti.ru.

Подписной индекс 43300 в объединенном каталоге «Пресса России».

Научно-технический сборник включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальности 05.14.03 — Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации (технические науки).

При перепечатке ссылка на периодический рецензируемый научно-технический сборник
«Технологии обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок» обязательна.

Содержание

Выпуск № 1 (19) 2020

Дискуссионные вопросы развития атомной энергетики

А.Я. Благовещенский, Л.Б. Гусев

Перспективы реализации атомного теплоснабжения в России 13

Стендовые испытания транспортных ЯЭУ

О.Б. Самойлов, В.С. Кууль, Д.Г. Преображенский, О.А. Морозов, П.А. Бочаров

Опыт эксплуатации систем воздействия на реактивность стенда КВ-1 21

Моделирование и исследование нейтронно-физических и теплогидравлических процессов объектов с ЯЭУ

В.Г. Артемов, А.С. Иванов, П.А. Михеев, Н.С. Нерсесян

Подготовка и верификация модели для расчёта нейтронно-физических характеристик активных зон реакторов с быстрым спектром нейтронов и газовым теплоносителем 29

Ю.В. Юдов, С.Н. Румянцев, С.С. Чепилко, Д.С. Кастерин

Расчёты по коду КОРСАР/CFD процессов перемешивания пробки конденсата при пуске циркуляционного насоса в модели реактора ВВЭР-1000 на стенде ОКБ «ГИДРОПРЕСС» 40

Исследование процессов при тяжелых авариях на объектах атомной энергетики

С.В. Бешта, Е.В. Крушинов, С.А. Витоль, В.Б. Хабенский, С.Ю. Котова, А.А. Сулацкий, В.И. Альмяшев, В.В. Гусаров, В.В. Безлепкин

Исследование выхода продуктов деления из расплава кориума 54

УДК 621.039:658.264

Перспективы реализации атомного теплоснабжения в России

А.Я. Благовещенский, Л.Б. Гусев

Военно-Морской Политехнический Институт ВУНЦ ВМФ «Военно-Морская Академия»,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению важного направления использования атомной энергии для решения вопросов бытового теплоснабжения. Отражена ретроспектива данного направления от «доперестроечного» периода в СССР, когда была построена и доведена до состояния готовности к пуску атомная станция теплоснабжения проекта АСТ-500, до наших дней, когда эти объекты практически разрушены и работы по данному направлению прекращены. Авторы обращают внимание читателей, что целесообразность возрождения неэлектрогенерирующего направления атомной энергетики и его дальнейшего развития отмечается в принятой в 2018 году Госкорпорацией «Росатом» стратегии развития ядерной энергетики России до 2050 года и на период до 2100 года.

Ключевые слова: реактор, атомное теплоснабжение, интегральная компоновка, естественная циркуляция теплоносителя, тяговые трубы, самопрофилирование расхода теплоносителя.

УДК 621.039.56

Опыт эксплуатации систем воздействия на реактивность стенда КВ-1

О.Б. Самойлов, В.С. Кууль, Д.Г. Преображенский, О.А. Морозов, П.А. Бочаров

АО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород, Россия

Аннотация

В статье представлен анализ опыта эксплуатации систем воздействия на реактивность стенда ядерной энергетической установки стенда-прототипа КВ-1. Показаны основные конструктивные и функциональные решения систем компенсирующих групп и аварийной защиты. Календарный срок службы составил свыше сорока лет, достигнутые ресурсные характеристики оборудования представляют уникальную содержательную базу данных для обоснования систем воздействия на реактивность транспортных реакторов.

Ключевые слова: стенд КВ-1, компенсирующая группа, аварийная защита, поглощающие элементы, межканальное пространство, направляющая трубка, стержень КГ, стержень АЗ, гильза АЗ.

УДК 621.039.51:006.91

Подготовка и верификация модели для расчёта нейтронно-физических характеристик активных зон реакторов с быстрым спектром нейтронов и газовым теплоносителем

В.Г. Артемов, А.С. Иванов, П.А. Михеев, Н.С. Нерсесян

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

Аннотация

Приведено описание нейтронно-физической модели, подготовленной с использованием комплекса программ САПФИР_РФ&РС, для расчёта малогабаритных реакторов с быстрым спектром нейтронов. Представлены результаты верификации расчётной модели при моделировании нейтронно-физических характеристик быстрой критической сборки: коэффициентов размножения, эффективности органов регулирования и распределений энерговыделения по активной зоне. Результаты расчётов, полученные с использованием комплекса программ САПФИР_РФ&РС, сопоставляются с реперными расчётами.

Ключевые слова: реактор на быстрых нейтронах, критический стенд, нейтронно-физический расчёт, комплекс программ САПФИР_95&РС

УДК 532.542: 004.942

Расчёты по коду КОРСАР/CFD процессов перемешивания пробки конденсата при пуске циркуляционного насоса в модели реактора ВВЭР-1000 на стенде ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

Ю.В. Юдов, С.Н. Румянцев, С.С. Чепилко, Д.С. Кастерин

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

Аннотация

Представлено сопоставление результатов расчётов по коду КОРСАР/CFD с данными первой серии экспериментов, проведенных на модели реактора ВВЭР-1000 четырёхпетлевого стенда ОКБ «ГИДРОПРЕСС». Эксперименты моделируют процессы перемешивания в случае проникновения в активную зону через напорную камеру реактора пробки конденсата с пониженной концентрацией борной кислоты из гидрозатвора холодной нитки при пуске одного циркуляционного насоса. Показано влияние картины течения теплоносителя в кольцевой области камеры на распределение концентрации борной кислоты на входе в активную зону.

Ключевые слова: реакторная установка, напорная камера, теплоноситель, концентрация, эксперимент, расчётный код, расчётная сетка, вычислительная гидродинамика.

УДК 621.039.586

Исследование выхода продуктов деления из расплава кориума

¹С.В. Бешта, ²Е.В. Крушинов, ²С.А. Витоль, ²В.Б. Хабенский, ²С.Ю. Котова,
²А.А. Сулацкий, ^{2,3}В.И. Альмяшев, ⁴В.В. Гусаров, ⁵В.В. Безлепкин

¹ Королевский технологический институт, Стокгольм, Швеция;

² ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия;

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ»», Санкт-Петербург, Россия;

⁴ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия;

⁵ АО «АТОМПРОЕКТ», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментов по исследованию влияния температуры и индекса окисленности расплава кориума на скорость выхода малолетучих продуктов деления. Проведено термодинамическое моделирование состава газовой фазы и сопоставление полученных оценок с экспериментальными данными. Результаты работы могут быть использованы при оценке распределения продуктов деления в условиях тяжелых аварий на АЭС.

Ключевые слова: тяжелые аварии, расплав кориума, продукты деления, фазовые равновесия.