

УДК 539.411.5

Комплексный расчет перспективного растворного импульсного реактора

Н.В. Лопухов, С.А. Картанов, С.А. Кораблев, А.А. Пикулев, К.Г. Плузян, Д.Н. Ткаченко,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37

В работе представлены результаты комплексного расчетного исследования перспективного импульсного ядерного реактора (ИЯР), который является продолжением развития растворных реакторов серии ВИР (ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ»). Для расчетного определения параметров импульса и нагрузок на корпус реактора разработана математическая модель динамики топливного раствора, которая позволяет учитывать радиальное смещение раствора, связанное с неоднородным распределением энерговыделения по объему активной зоны и с изменением поперечного сечения корпуса по высоте. Проведен комплекс расчетов напряженно-деформированного состояния корпуса реактора с целью повышения его прочностных характеристик. Расчеты проводились для двух режимов работы: импульсного (динамические нагрузки) и длительного статического (термомеханические нагрузки). Определены предельно допустимые параметры работы реактора в данных режимах.

Ключевые слова: комплексное расчетное исследование, активная зона, перспективный ядерный реактор, математическая модель, динамика топливного раствора, энерговыделение, корпус реактора, оптимизационные расчеты, прочностные характеристики, импульсный режим, длительный статический режим, топливный раствор, напряженно-деформированное состояние.

УДК 539.411.5

Расчеты динамического деформирования блока НБ-1п реактора БР-К1М

Д.Н. Ткаченко, Н.В. Лопухов, К.Г. Плузян,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37

В работе представлены результаты численного исследования нестационарного термомеханического состояния активной зоны быстрого импульсного реактора при действии импульса делений длительностью 600 мкс с учетом физической и геометрической нелинейности процесса деформирования материалов, контактного взаимодействия и зависимости прочностных характеристик топливных колец от температуры. В работе впервые на основе трехмерного численного моделирования динамики составных частей реактора БР-К1М и последующего анализа напряженно-деформированного состояния блока в условиях нестационарного (импульсного) гомогенного разогрева топливных элементов исследована динамика структурных узлов блока НБ-1п в процессе развития импульса делений. Анализ результатов показал отсутствие ударного контактного взаимодействия между функциональными узлами блока НБ-1п в импульсном режиме работы.

Ключевые слова: быстрый импульсный реактор, бустер-реактор, топливные кольца, численное исследование, активная зона, математическая модель, энерговыделение, корпус реактора, прочностные характеристики, импульсный режим, длительный статический режим, напряженнодеформированное состояние.

УДК 621.039.514.4

О неприменимости метода моментов в кинетике реакторов со слабым источником

В.Ф. Колесов, А.Н. Ганичев,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37

В статье предпринята попытка решения стохастических задач из области кинетики реакторов с помощью метода моментов. Моменты распределений вероятности для представительных величин реакторной кинетики легко выводятся из первичных дифференциальных уравнений, и это обстоятельство явилось серьезным стимулом проведения намеченной работы. Казалось, что полуаналитический новый алгоритм не потребует разработки сложной вычислительной программы и проведения каких-либо калибровок результата. Указанные оптимистичные ожидания, однако, не оправдались. Как показано, метод моментов в применении к рассматриваемой задаче или не гарантирует единственности решения, или вообще не позволяет получить физически приемлемого результата. Неприменимость метода моментов к рассматриваемой в статье задаче подтверждена строгим доказательством, выполненным на основе теоремы Карлемана.

Ключевые слова: реактор со слабым источником, распределение вероятностей, импульсный реактор Godiva-II, метод моментов, теорема Карлемана, существование и единственность решения задачи.

УДК 621.039.51

Оценка эффективного коэффициента размножения и постоянной размножения мгновенных нейтронов в быстрых системах

Л.С. Ершова, А.В. Лукин,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», г. Снежинск Челябинской обл.

Рассмотрены простые аналитические зависимости от размеров, плотности и зазора между частями размножающей системы интегральных параметров – эффективного коэффициента размножения и постоянной размножения мгновенных нейтронов. Дано сравнение результатов расчетов по формулам и методом Монте-Карло для шаров и цилиндров из ^{235}U .

Ключевые слова: эффективный коэффициент размножения нейтронов, постоянная размножения мгновенных нейтронов, размножающая система.

УДК 621.039.51

Рассмотрение эволюции ограниченных цепей делений в вопросе исследования вероятностных нейтронных процессов в размножающей системе

А.В. Луценко,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ, им. академика Е. И. Забабахина», г. Снежинск Челябинской обл.

Для разработки научно-технического подхода и методов получения в лабораторных условиях экспериментальных данных с целью верификации моделей вероятностных нейтронных процессов в размножающих системах рассмотрена эволюция ограниченных цепей делений с помощью теории ветвящихся процессов.

Ключевые слова: размножающая нейтроны система, цепь делений ядер под действием нейтронов, ветвящийся процесс, производящая функция, метод Росси-а.

УДК 621.038.05

Разработка автоматизированного комплекса дистанционного контроля и управления полномасштабного макета системы каталитической рекомбинации растворного ядерного реактора

И.А. Сеницын¹, Д.А. Юнин², А.А. Кубасов², А.Р. Дягель²

¹ СарФТИ НИЯУ МИФИ, г. Саров Нижегородской обл.

² ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

В статье представлены результаты разработки программы управления макетом системы каталитической рекомбинации (СКР) гремучего газа, образующегося в надтопливном пространстве во время работы растворного исследовательского ядерного реактора ВИР-2М. Для макета СКР определен облик измерительно-управляющей системы, а также осуществлен подбор измерительноуправляющего оборудования. В статье представлены условия работоспособности полномасштабного макета СКР, которые определены исходя из параметров работоспособности при работе в статическом режиме на мощности до 30 кВт.

Ключевые слова: растворный ядерный реактор, радиолиз воды, система каталитической рекомбинации, измерительная система, аварийные и предупредительные уставки.

УДК 536.911

Исследования радиационной безопасности и облучательных возможностей гамма-установки

Е.И. Валекжанина, С.А. Демьянов, С.А. Картанов, А.В. Машагин, П.В. Опёнышев,

К.Г. Плужан, К.А. Попикова,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл.

Для обеспечения испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) на стойкость к воздействию ионизирующего излучения космического пространства в ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» ведутся работы по созданию синхротронного комплекса. Одной из установок комплекса является гамма-установка (ГУ) на основе закрытого радионуклидного источника (ЗРИ) ⁶⁰Со. Данная установка разрабатывается в двух конструктивных исполнениях: низкой и средней интенсивностей. В работе представлены результаты расчета мощности дозы на расстоянии 1 м от составных частей ГУ и за стеной зала дозовых облучений. Рассчитана карта радиационных полей в зале дозовых облучений. Приведены результаты расчета пространственного распределения мощности дозы и неоднородности поля излучения в предполагаемом месте расположения ЭКБ.

Ключевые слова: гамма-установка, радиационная безопасность, облучательные возможности.

УДК 621.039.51

Сравнение результатов определения времени жизни мгновенных нейтронов в АЗ ИЯУ ЯГУАР и ИГРИК-2 статистическими методами

В.В. Захаров, О.А. Мингазов, В.И. Черашев, И.А. Жиховский, С.В. Шугаев,

С.Г. Порубов, А.А. Манаков, А.А. Кузинская,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», г. Снежинск Челябинской обл.

Представлены результаты определения времени жизни мгновенных нейтронов в реакторах ЯГУАР и ИГРИК-2 тремя различными статистическими методами. Кратко описана экспериментальная установка и приведена схема эксперимента. Проведено сравнение результатов,

полученных методами Бабала, Фейнмана и автокорреляционного анализа. Сделаны выводы о применимости этих методов.

Ключевые слова: импульсный ядерный реактор, время жизни мгновенных нейтронов, реактивность, константа Росси- α , метод Бабала, метод Фейнмана, автокорреляционный анализ.

УДК 621.039.56

Импульсный режим на реакторе БАРС-5М с новым механизмом управления реактивностью

А.В. Луценко, Ю.В. Осеев, В.В. Сукневич, В.И. Черашев, М.Ю. Эверт,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», г. Снежинск Челябинской обл.

Приведены результаты генерирования импульсов делений в связанной системе реактора БАРС-5М с новым механизмом управления реактивностью в режиме «с мощности». Отмечены недостатки механизма управления реактивностью, в частности: нестабильность синхронизации движения двух независимых регуляторов реактивности в активных зонах реактора и, как следствие, ненадежность прогнозирования параметров импульса. Рассмотрены пути его усовершенствования.

Ключевые слова: импульсный реактор, активная зона, реактивность.

УДК 536.21

Численное моделирование радиационного разогрева конструктивных элементов гамма-установки

К.А. Щербакова, К.В. Шарафетдинова, К.Г. Плужан, С.А. Картанов,
Е.И. Валекжанина, С.А. Демьянов,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37

Гамма-установка (ГУ) является составной частью облучательного комплекса для обеспечения и проведения испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) на стойкость к воздействию ионизирующих излучений. Испытания ЭКБ и приборов на стойкость к накопленной дозе учитывают воздействие электронов и протонов и генерируемое ими тормозное излучение, а также космическое излучение, вносящее незначительный вклад в интегральные показатели. Для испытаний на стойкость к накопленной дозе, в том числе, используют ГУ на основе различных радионуклидов с эффективной энергией в спектре не менее 0,6 МэВ. Под эффективной энергией в спектре будем понимать среднее значение энергии квантов. Такая энергия гамма-квантов обеспечивает физическую близость моделируемым базовым радиационным процессам:

- нарушению структуры полупроводников и диэлектриков;
- генерации неравновесных свободных носителей заряда в объеме узлов ЭКБ и приборов;
- накоплению объемного заряда на ловушечных центрах.

В данной работе представлены результаты расчетного определения температуры узлов конструкции гамма-установки в условиях радиационного разогрева. На основе расчетных данных о величине энерговыделения в составных узлах ГУ определена температура основных элементов в процессе эксплуатации установки. Результаты проведенных исследований позволили обосновать конструктивные решения, принятые в процессе разработки ГУ.

Ключевые слова: активность источника, гамма-излучение, закрытый радионуклидный источник, ионизирующее излучение, радиационный разогрев, максимальная рабочая температура, мощность экспозиционной дозы, облучательный комплекс, электронная компонентная база, энерговыделение.