

УДК 539.125.5

Измерение спектральных индексов в критической цилиндрической урановой системе с торцевым отражателем из гидрида лития

А. А. Вайвод, С. С. Бесов, А. А. Юдов, М. А. Демиденко, В. И. Литвин, С. А. Андреев,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», 456770, г. Снежинск

В работе описаны результаты прецизионных экспериментов по прохождению нейтронов через слои гидрида лития-7. В экспериментах определялись активационные интегралы нейтронно-активационных детекторов, расположенных в различных точках сборного отражателя из гидрида лития-7, установленного на торце урановой размножающей системы. На основе полученных данных вычислялись спектральные индексы.

Ключевые слова: бенчмарк-эксперименты, урановые размножающие системы, нейтронно-активационный метод, активационный интеграл, спектральные индексы.

УДК 621.039

Оценка температурного эффекта реактивности в компактных плутониевых системах

А. А. Вайвод, С. С. Бесов, А. А. Юдов, С. А. Андреев, А. В. Лукин,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», 456770, г. Снежинск

В работе исследовалось влияние изменения температуры плутониевых размножающих систем (РС) на их реактивность и критические параметры при проведении интегральных критических экспериментов во ВНИИТФ. Температурные коэффициенты реактивности (ТКР) РС $\frac{\partial \rho}{\partial T}$ оценивались по зависимости коэффициента умножения Q от температуры РС и по изменению постоянной спада α . Проводилось сравнение экспериментальных и расчетных (полученных с применением численного моделирования методом Монте-Карло) значений ТКР. Произведено измерение критических зазоров РС при различных температурах (в режимах работы с естественным теплоотводом и с использованием системы воздушного охлаждения).

Ключевые слова: бенчмарк-эксперименты, плутониевые размножающие системы, корреляционные эксперименты, температурный коэффициент реактивности, асимптотическая постоянная спада.

УДК 621.039.52

Преимущества замкнутого торий-уран-плутониевого топливного цикла ядерной энергетики будущего над сегодняшним уран-плутониевым циклом

В. Е. Маршалкин,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Делящиеся материалы первого поколения уран и плутоний исчерпали свои возможности в открытом уран-плутониевом топливном цикле и не позволяют решить выявившиеся при этом проблемы современной ядерной энергетики. Предлагается заменить при переходе от открытого топливного цикла к закрытому не тип реактора (тепловой на быстрый), а делящиеся материалы $^{238}\text{U} - ^{239}\text{Pu}$ на более подходящие для ядерной энергетики $^{232}\text{Th} - ^{233}\text{U}$, то есть перейти на материалы второго поколения. Это позволяет повысить на ~ 2 порядка топливный ресурс; качественно упростить обращение с

радиоактивными отходами; понизить ядерную опасность реактора типа ВВЭР; создать технологический барьер на пути распространения расщепляющихся материалов и ядерных технологий.

Ключевые слова: реактор типа ВВЭР; ^{232}Th и $^{233\text{U}}$ -изотопы второго поколения; тяжелая вода – теплоноситель и ее разбавление легкой водой; самообеспечение топлива активными изотопами; замкнутый торий-уран-плутониевый топливный цикл; утилизация высокообогащенного урана; естественная трансмутация актиноидов реакцией деления, упрощение обращения с радиоактивными отходами.

УДК 621.039.14

Абсолютизация уровней подкритичности, измеряемых с помощью методики размножения нейтронов источника и методики площадей

В. Ф. Колесов,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Рассмотрены версии методики размножения нейтронов источника, использующей реактивность «референс»-уровня, разработанной в зарубежных институтах в целях определения реактивности глубоко подкритичных реакторов. Обсуждены также результаты использования в указанной методике и в методике площадей способа расчетного моделирования эксперимента, позволяющего получать достаточно точные данные и без привлечения «референс»-уровня. Обоснована целесообразность использования способа расчетного моделирования эксперимента в версиях методики размножения нейтронов источника, применяемых в ряде институтов России в процедуре критмассовых измерений.

Ключевые слова: реактивность, реактор, критическая сборка, размножающая система, методика размножения нейтронов источника, методика площадей, способ расчетного моделирования эксперимента, критмассовые измерения.

УДК 621.375.8

Основные результаты работ по исследованию лазеров с ядерной накачкой во ВНИИЭФ

***А. А. Пикулев, А. А. Синянский, С. П. Мельников, В. М. Цветков, С. Л. Турутин,
А. Н. Кузнецников,***

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Представлен краткий обзор исследований лазеров с ядерной накачкой, проведенных во ВНИИЭФ.

Ключевые слова: лазер, ядерная накачка, исследовательский ядерный реактор.

УДК 621.375.8

Определение энерговклада в кюветах лазеров с ядерной накачкой

А. А. Пикулев, Г. В. Влох, С. В. Фролова, В. М. Цветков, Ю. М. Лимарь,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Представлен обзор результатов экспериментальных исследований, посвященных определению энерговклада в кюветах лазеров с ядерной накачкой. Рассмотрены следующие методы: 1) метод скачка давления; 2) интерферометрический метод; 3) метод струнных калориметров. Проведен сравнительный анализ результатов экспериментов и расчетов по определению энерговклада осколков деления.

Ключевые слова: интерферометр, струнный калориметр, лазер, ядерная накачка.

УДК 621.039.54

Оптические неоднородности в лазерах с ядерной накачкой

А. Н. Сизов,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Изложены основные этапы расчетных исследований оптических неоднородностей в лазерах с ядерной накачкой.

Ключевые слова: лазер, ядерная накачка, оптические неоднородности.

УДК 621.039.55

Модельное описание импульсных реакторов, используемое при расчетном сопровождении облучательных экспериментов

И. Ю. Дроздов, П. В. Устюжанин,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

В работе представлены верифицированные по набору экспериментальных данных расчетные модели реакторных установок Института ядерной и радиационной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ). Использование данных моделей позволило получить необходимую априорную информацию о нейтронных спектрах для задач диагностики нейтронных полей активационными методами. Показана возможность использования расчетных моделей для планирования облучательных экспериментов.

Ключевые слова: ядерно-физическая установка, метод Монте-Карло, активационный интеграл, энергетический спектр нейтронов, доза гамма-излучения, планирование эксперимента.

УДК 621.039.5:539.17:519.6

Метод расчета числа делений в реакторе ВИР-2М по выходу продуктов деления

С. П. Котков, С. О. Табаков, А. В. Шуркаев,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Описан метод расчета числа делений урана в растворном ядерном реакторе ВИР-2М за длительный период, метод основан на результатах спектроскопического анализа проб топливного раствора. Приведены результаты расчетов по данному методу за период 17 лет. Показано, что в активной зоне ядерного реактора ВИР-2М на 1 МДж выделенной энергии приходится $3,13 \cdot 10^{16}$ делений урана.

Ключевые слова: импульсный реактор, водный раствор уранилсульфата, число делений, продукты деления (ПД), ядерный распад.

УДК 621.031.585

Результаты исследования интенсивности распыления тонких углеродных пленок осколками деления урана

В. А. Бродская, Г. В. Влох, В. Ю. Волгутов, С. В. Фролова,

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

В работе представлены результаты исследований распыления осколками деления урана тонких углеродных пленок, изготовленных методом термического вакуумного напыления. Согласно проведенным исследованиям интенсивность распыления углеродных пленок в расчете на один осколок деления не превосходит ~ 50 атомов, что говорит о возможности их использования в качестве защитных покрытий урановых слоев.

Ключевые слова: защитное покрытие, углеродные пленки, распыление осколками деления, атомно-силовая микроскопия.

УДК 621.375.8

**Расширение облучательных возможностей ИЯР ВИР-2М
при работе в импульсном режиме**

Л. Ю. Глухов, С. П. Котков, А. А. Кубасов, С. Ф. Мельников, О. В. Оловянный,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Исследованы новые режимы работы реактора ВИР-2М, которые позволили существенно расширить облучательные возможности реактора. Применительно к импульсному режиму разработаны новые алгоритмы управления реактором, позволяющие реализовывать гамма-нейтронные пуски специфической формы с характерным временем воздействия 1 – 20 с. Исследована возможность генерирования так называемого импульса с мощности, позволяющего проводить облучения в диапазоне значений энерговыделения за импульс от 1 до 25 МДж (диапазон значений «полуширины» импульса от 5 до 100 мс).

Ключевые слова: импульсный ядерный реактор, гамма-нейтронный импульс, квазиимпульс, импульсный стержень, топливный раствор, реактивность.

УДК 621.039.53

Модернизация системы управления и защиты импульсного реактора БАРС-5М

М. Ю. Эверт, А. В. Луценко, Ю. В. Осеев, С. Ю. Касьянов, С. А. Андреев,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», 456770, г. Снежинск

Описываются технические решения, применяемые для модернизации системы управления и защиты реактора БАРС-5М. Даны структурная схема СУЗ, описание ее устройства и принципа действия.

Ключевые слова: модернизация системы управления и защиты, импульсный реактор, структурная схема СУЗ.

УДК 621.039.57

**Сравнение расчетных и экспериментальных результатов по определению
чисел реакций в детекторах из урана и никеля на комплексе БАРС-5М+РУН-2**

В. И. Литвин, Л. Ю. Самойлова, Д. В. Зайцев, А. Л. Подъезжих, Д. В. Хмельницкий,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», 456770, г. Снежинск

В реакторном комплексе ТИРАН проведены измерения чисел реакций нейтронных детекторов из никеля и урана, установленных в различных точках активных зон. Параллельно методом Монте-Карло по программе ПРИЗМА-Д с нейтронными константами библиотеки ENDF-BVI проведен расчет значений чисел реакций для этих детекторов. Сравнение полученных данных показало хорошую сходимость эксперимента и расчета. На основании проведенной работы уточнены значения коэффициентов связи между энерговыделением в АЗ комплекса и показаниями нейтронно-активационных мониторов из никеля.

Ключевые слова: реактор, энерговыделение, число делений, активационные детекторы, библиотека нейтронных констант ENDF-BVI, программа ПРИЗМА-Д, метод Монте-Карло.

УДК 539.125.5

**Обеспечение единства нейтронных измерений на ядерно-физических установках
РФЯЦ-ВНИИТФ**

В. И. Литвин, А. А. Снопков, Д. В. Зайцев, В. В. Мироненко, А. Л. Подъезжих,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», 456770, г. Снежинск

Рассмотрены основные принципы и средства измерений метрологического обеспечения нейтронных измерений на ЯФУ РФЯЦ-ВНИИТФ. Приведена локальная поверочная схема средств измерений флюенса и плотности потока нейтронов ЯФУ. Описаны элементы поверочной схемы – опорное и моделирующее поле нейтронов на базе реактора ТИРАН, источники нейтронов на реакторах ЯГУАР, ИГРИК-2, ЭБР-Л, моделирующее поле на нейтронном генераторе НГ-12И, комплекс средств измерений числа реакций нейтронно-активационных и делительных детекторов нейтронов.

Ключевые слова: ядерно-физические установки, метрологическое обеспечение, флюенс нейтронов, нейтронно-активационные детекторы, погрешность измерений.

УДК 621.039.5

**Исследование поведения топлива и оболочки модельных твэлов быстрых реакторов
в условиях воздействия нейтронного излучения импульсного исследовательского
реактора БАРС-6**

О. А. Еловский, О. Ф. Кухарчук, А. А. Суворов,
АО «ГНЦ ФЭИ им. А. И. Лейпунского», 249033, г. Обнинск

Работа посвящена расчетно-экспериментальным исследованиям термомеханических процессов в твэлах быстрых реакторов, актуальным для обоснования их безопасности. Эксперименты проведены на импульсном исследовательском реакторе (ИИР) БАРС-6 с использованием модельных твэлов, имитирующих твэлы быстрых реакторов. Обработка экспериментальных данных показала, что в результате действия нейтронного импульса ИИР БАРС-6 максимальная средняя температура топлива на периферии уранового слоя достигает 2700 К и близка к температуре плавления диоксида урана.

Ключевые слова: быстрый импульсный реактор, реактор БАРС-6, модельный твэл, топливо и оболочка модельного твэла, нейтронное излучение, термомеханический процесс, диоксид урана.

УДК 621.039.5

Исследование влияния элементов внешнего окружения на параметры ИИР БАРС-6

Н. С. Гаранин, О. Ф. Кухарчук, Ю. А. Прохоров,
АО «ГНЦ ФЭИ им. А. И. Лейпунского», 249033, г. Обнинск

В работе представлены результаты расчетов влияния конструкционных материалов экспериментальных устройств, находящихся вблизи реактора БАРС-6, на среднее время жизни нейтронов. Расчеты проводились при различных расстояниях между активными зонами реактора, при различных толщинах полиэтиленового замедлителя в экспериментальном устройстве. Рассчитывалось влияние модели тела человека на реактивность при проведении плановых работ на реакторе.

Ключевые слова: импульсный реактор БАРС-6, время жизни нейтронов в реакторе, воздействие на время жизни нейтронов окружающих предметов, расчет зависимости воздействия от типа и геометрии окружающих предметов.

УДК 621.039.53

**Пневматический привод исполнительного механизма системы управления
исследовательским импульсным реактором БР-К1**

А. Н. Ганичев, Н. И. Волокитин, Н. И. Москвин,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Рассмотрен пневматический привод, предназначенный для перемещения рабочего органа системы управления импульсного ядерного реактора БР-К1. Проведен анализ различных конструктивных схем высокоскоростных пневматических систем. Выбран наиболее перспективный вариант конструктивной схемы, отвечающий требуемым параметрам. Представлена обобщенная модель, описывающая режим работы предпочтительной схемы. Выполнен расчет данной схемы. Результаты расчетов хорошо согласуются с результатами испытаний.

Ключевые слова: импульсный реактор, система управления и защиты, пневматическая система.

УДК 621.039.53

**Вопросы определения теплофизических и динамических параметров газовой среды
в топливных блоках аperiodического импульсного реактора БР-К1**

И. А. Никитин, Л. С. Богомолова, В. Х. Хоружий, А. В. Богомолов,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Представлена термодинамическая система сброса избыточного давления в топливных блоках активной зоны реактора БР-К1 после генерирования импульса делений на мгновенных нейтронах. Показаны физические явления, влияющие на изменения давления в блоках активной зоны. Приведена аналитическая модель учета данных эффектов. Проведены расчеты, определены термодинамические параметры в блоках после генерирования импульса делений. Показано, что термодинамические процессы в блоках активной зоны реактора быстротечны, составляют десятки миллисекунд. Представленный материал может быть полезен для специалистов, связанных с проектированием и эксплуатацией АИР.

Ключевые слова: реактор, импульс делений, давление, температура, газовая прослойка.

УДК 621.039.564:539.1.084

**Фединг-коррекция показаний твердотельных стеклянных дозиметров
гамма-излучения типа СО ПД (ДТС)-0.05/10 в интервале постоблучательных
измерений от 1 до 100 суток**

А. С. Кошелев, Е. Ю. Тарасова, П. Ю. Лапин, А. Е. Никифоров,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров

Представлены результаты экспериментального исследования постоблучательного изменения (фединга) показаний дозиметров типа СО ПД (ДТС) в интервале от 1 до 100 суток после радиационного нагружения реакторными (БР-К1) и тормозными (ЛУ-10-20) гамма-квантами в интервале поглощенных доз от 50 Гр (вода) до 10 кГр (вода). Предложен формализм коррекции фединга дозовых показаний дозиметров, основанный на использовании степенной и логарифмической форм функциональной зависимости для отношений коэффициента светопропускания, обусловленного радиационной нагрузкой, и его значениями, определяемыми в произвольные моменты времени по окончании облучения.

Ключевые слова: твердотельный стеклянный дозиметр СО ПД (ДТС)-0.05/10, постоблучательное изменение показаний дозиметра (фединг), спектрофотометр цифровой, коэффициент светопропускания, функционал изменения коэффициента светопропускания, функционал коррекции изменения коэффициента светопропускания.