

Вопросы атомной науки и техники, 2016 г.

Серия «Физика ядерных реакторов»

ВЫПУСК 4

УДК 621.039. 512:621.039.514

РАЗВЕРНУТЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ПОДКРИТИЧЕСКИХ СБОРКАХ КАСКАДНЫХ РЕАКТОРНЫХ СИСТЕМ

Н.В. Завьялов, Р.И. Илькаев, В.Ф. Колесов, И.А. Иванов, А.К. Житник, М.И. Кувшинов, Ю.Я. Нефедов, В.Т. Пунин, А.В. Тельнов, В.Х. Хоружий

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

Каскадные реакторы привлекают внимание возможностями улучшения с их помощью параметров импульсных реакторов и реализуемости электроядерных установок. В статье приведены результаты трех серий экспериментов на уран-нептуниевых каскадных сборках, выполненных в ИЯРФ ВНИИЭФ в 2003–2004 гг. Эксперименты подтвердили теоретические заключения о положительных свойствах каскадных бланкетов и эффективности нептуния-237 в качестве средства достижения односторонней связи секций.

Ключевые слова: каскадный реактор, каскадный бланкет, импульсный реактор, нептуний-237, электроядерная установка, реакторный эксперимент.

УДК 621.039. 514:621.039.58

ЗАПЛАНИРОВАННОЕ РАЗРУШЕНИЕ РЕАКТОРА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОЙ ЗОНОЙ: МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ АВАРИЙ И НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

С.В. Воронцов, М.И. Кувшинов, А.Т. Нарожный, В.А. Попов, В.П. Соловьев, В.И. Юферев

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

Во ВНИИЭФ был разработан и испытан реактор с разрушающейся активной зоной РИР, генерирующий импульс с выходом $\sim 1,5 \times 10^{19}$ делений и шириной на полувысоте $\sim 2,5$ мкс. В ходе работ был создан и отработан расчетно-экспериментальный метод лабораторной калибровки реактора, обеспечивающий высокую точность прогнозирования величины энерговыделения в реальном опыте при переходах выше мгновенной критичности $\sim 3\beta_{эф}$. Создана также транспортабельная защитная камера, обеспечивающая надежную локализацию продуктов взрыва активной зоны малогабаритных ядерных устройств и зарядов ВВ с эквивалентной массой до 100 кг ТНТ.

Ключевые слова: импульсный реактор, разрушающаяся активная зона, импульсы делений, калибровка реактора, транспортабельная защитная камера.

УДК 621.039.518.4

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КРИТМАССОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В РФЯЦ-ВНИИЭФ

А.В. Панин, С.В. Воронцов, А.А. Девяткин, Н.В. Завьялов, М.И. Кувшинов

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

Настоящая статья является краткой презентацией одного из важных научных направлений тематики РФЯЦ-ВНИИЭФ. В историческом аспекте рассмотрено создание установок для проведения экспериментальных исследований на критических сборках из металлических делящихся материалов (ДМ). Кратко представлены работы, выполненные в РФЯЦ-ВНИИЭФ в интересах создания новых ИЯУ, получения информации для тестирования интегральных ядерных данных; обеспечения ядерной безопасности при производстве, хранении и транспортировке металлических ДМ.

Ключевые слова: критмассовый эксперимент, критическая сборка, делящийся материал, ядерная безопасность, критический стенд, история критмассовых экспериментов.

УДК 621.039.5

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ СВЯЗАННЫХ РЕАКТОРОВ

В.Ф. Колесов

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

Прослежена история становления и практической реализации концепции связанных реакторных устройств, нашедших яркое воплощение в области аperiодических импульсных реакторов. Показано, что использование концепции связанных реакторных устройств существенно расширяет возможности проводимых на реакторах экспериментов.

Ключевые слова: концепция связанных реакторов, реализация связанных реакторов, импульсные реакторы, реакторные эксперименты.

УДК 621.039. 512:621.039.514

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ КАСКАДНЫХ РЕАКТОРОВ

В.Ф. Колесов, Н.В. Завьялов

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

Прослежена история развития концепции каскадных реакторов и разработки на ее основе проектов импульсных реакторных устройств с предельно короткой длительностью импульсов и бланкетов электроядерных установок с многократно сниженными требованиями к мощности ускорителя протонов. Показано, что значительный вклад в развитие концепции каскадных реакторов внесен сотрудниками ИЯРФ ВНИИЭФ.

Ключевые слова: каскадные реакторы, импульсные реакторные устройства, длительность импульса, электроядерные установки, бланкеты, ускоритель протонов.

УДК 621.039.52

ЕСТЕСТВЕННАЯ ТРАНСМУТАЦИЯ АКТИНОИДОВ РЕАКЦИЕЙ ДЕЛЕНИЯ В ЗАМКНУТОМ ТОРИЙ-УРАН-ПЛУТОНИЕВОМ ТОПЛИВНОМ ЦИКЛЕ

В.Е. Маршалкин, В.М. Повышев

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

Показано, что в замкнутом торий-уран-плутониевом топливном цикле при переработке одной тонны облученного топлива после каждой четырехлетней кампании радиоактивные отходы будут содержать ~54 кг продуктов деления, ~0,8 кг тория, ~0,10 кг изотопов урана, ~0,005 кг изотопов плутония, ~0,002 кг нептуния и «следовые» значения изотопов америция и юрия, что качественно упрощает обращение с высокоактивными отходами ядерной энергетики.

Ключевые слова: реактор типа ВВЭР, теплоноситель D₂O и его разбавление H₂O, замкнутый торий-уран-плутониевый топливный цикл, равновесный изотопный состав, трансмутация актиноидов реакцией деления.

УДК 621.039. 514:621.373.826

ПАРАМЕТРЫ ИМПУЛЬСНОГО РЕАКТОРА ДЛЯ НАКАЧКИ КРУПНОГАБАРИТНОГО ЛЯН

В.Ф. Колесов, В.Х. Хоружий, В.Б. Гречушкин, А.А. Пикулев

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

Предложена и обоснована расчетами конструкция быстрого импульсного реактора с большой осевой полостью, способной вмещать многоканальный лазерный модуль для генерирования мощных импульсов оптического излучения. Приведены результаты расчета параметров реактора, а также смещений и напряжений в его топливных стержнях. Сформулированы предварительные заключения относительно процедуры генерирования импульсов делений в предложенном реакторе.

Ключевые слова: импульсный реактор, полость в активной зоне, параметры реактора, многоканальный лазерный модуль, импульс оптического излучения.

УДК 621.039.55, 621.039.548

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА РЕАКТОРЕ БИГР

Д.Ю. Бардыгин, А.А. Девяткин, С.В. Кабанов, А.К. Лычагин, А.М. Пичугин, В.В. Сажнов, Н.А. Тесаловский

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

Представлена общая информация о проведении испытаний тепловыделяющих элементов на импульсном реакторе БИГР в условиях, моделирующих реактивную аварию. Описан ряд усовершенствований и модификаций в постановке облучательных экспериментов, относящихся к современному периоду работ.

Ключевые слова: реактор БИГР, импульсные облучения твэлов, моделирование реактивной аварии, облучательные устройства.

УДК 539.144.7:621.039.514

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ГИПОТЕТИЧЕСКИХ ИЗОМЕРНЫХ γ -РЕАКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ $^{178m2}\text{Nf}$

В.Ф. Колесов, С.Н. Абрамович, А.Е. Шмаров, Е.В. Интяпина

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

На примере ядерного изомера $^{178m2}\text{Nf}$ разработана методология описания кинетических явлений в изомерных γ -реакторах. Рассмотрение процессов в среде изомера основано на предположении, что в результате использования резонансного механизма НЕЕТ удастся переводить изомер в триггерное состояние и тем самым создавать условия для цепной реакции γ -распадов, подобной цепной реакции делений в нейтронных ядерных реакторах.

Ключевые слова: ядерный изомер, гафний, γ -реактор, методология расчетов, триггерное состояние, резонансный механизм, кинетика реакторов.

УДК 539.1.074.8:621.039.571

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ КНК-2-8М

А.С. Кошелев¹, Л.Е. Довбыш¹, М.А. Овчинников¹, Г.Н. Пикулина¹, Ю.М. Дроздов¹, С.В. Чукляев², Ю.Н. Пепельшев³

¹*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.*

²*АНО «НИИ технологии материалов», г. Москва*

³*Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна Московской обл.*

Дано краткое описание конструкции детектора быстрых нейтронов КНК-2-8М. Представлены результаты изучения детектора в режимах счета импульсов от деления ядер ^{238}U в радиаторе нейтронно-чувствительной секции и токовом с разделением секционных токов функциональных секций. Рассмотрены возможности определения эффективного числа ядер ^{238}U в радиаторе нейтронно-чувствительной секции.

Диагностические возможности детектора в счетном режиме продемонстрированы на примере анализа справочных данных по характеристикам нейтронных полей в рабочем зале реактора БР-1. Диагностические

возможности детектора в токовом режиме работы продемонстрированы на примере результатов измерения интенсивности делений ^{238}U в энергетических пусках реактора БР-К1, осуществленных в режиме генерирования импульсов деления на запаздывающих нейтронах, при размещении детектора во внутризонной полости реактора в условиях масштабного варьирования поля реакторных излучений.

Ключевые слова: газонаполненный детектор деления ^{238}U , поле реакторных излучений, счетно-токовый режим работы детектора, коррекция просчетов, аппаратурно-программный регистрационный комплекс.

УДК 621.039.54 + 621.039.542

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (ТВЭЛОВ) МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОЙ ПРОПИТКИ ГРАФИТОВЫХ БЛОКОВ ОРГАНИЧЕСКИМИ И ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРАМИ β -ДИКЕТОНАТА УРАНИЛА

*Л.Д. Данилин, И. В. Поленов, А.С. Королев, М.Ю. Максимов, И.А. Горелов, С.М. Карпунин
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.*

Предложен способ изготовления твэлов путем капиллярной пропитки графитовых блоков органическими и водно-органическими растворами бета-дикетоната уранила. Представлены основные результаты исследований. Изготовлена партия твэлов с массовой долей урана 0,45–0,55 %. Оценено распределение делящего элемента внутри графитовых блоков.

Ключевые слова: тепловыделяющий элемент, графитовый блок, β -дикетонат уранила, капиллярная пропитка, отжиг, органические растворители.

УДК 621.039.53

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ИМПУЛЬСНОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

И.А. Никитин

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

Описана конструкция пневматического исполнительного механизма, предназначенного для быстрого перемещения рабочего органа импульсного ядерного реактора. Проведен анализ динамических характеристик термодинамической и механической подсистем. Показана взаимосвязь этих подсистем в момент перемещения рабочего органа. Представлены расчетная модель одномерного нестационарного течения вязкой среды в цилиндрической трубе и обобщенная расчетная модель пневматического исполнительного механизма. Проведены расчеты динамических характеристик механизма. Показано, что обобщенную расчетную модель можно использовать для определения параметров оптимальной конструкции и характеристик пневматического исполнительного механизма на стадии проектирования.

Ключевые слова: импульсный ядерный реактор, пневматический исполнительный механизм, трубопровод, ламинарное и турбулентное течение, нестационарный поток.