

Серия «Физика ядерных реакторов»

ВЫПУСК 4

УДК 621.039.52

О РАВНОВЕСНОМ ИЗОТОПНОМ СОСТАВЕ ТОРИЙ-УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

В. Е. Маршалкин, В. М. Повышев

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

Выполнены оценки равновесных значений изотопного состава и времен выхода в равновесие при рециклировании торий-уран-плутониевого оксидного топлива в реакторах типа ВВЭР с использованием тяжелой воды и ее разбавления легкой водой. Показано, что и в равновесном режиме реактор может работать с самовоспроизводством активных изотопов.

Ключевые слова: кинетика реакторов, водо-водяные реакторы со смесью тяжелой и легкой воды, торий-уран-плутониевое оксидное ядерное топливо, расширенное воспроизводство, равновесный изотопный состав.

УДК 621.039

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕСТОВЫХ (BENCHMARK) СФЕРИЧЕСКИХ КРИТИЧЕСКИХ СБОРОК С АКТИВНОЙ ЗОНОЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПЛУТОНИЯ (^{239}Pu (98 %)) В δ -ФАЗЕ И СОСТАВНЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ, СОДЕРЖАЩИМ СЛОИ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА И СТАЛИ

М. И. Кувшинов, С. В. Воронцов, В. Х. Хоружий

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

Представлены результаты анализа выполненных ранее в РФЯЦ-ВНИИЭФ на установке ФКБН критических экспериментов на сборках с активной зоной (АЗ) из металлического ^{239}Pu ($\approx 98\%$) в δ -фазе и составным отражателем, содержащим слои из полиэтилена и стали. Эти эксперименты были проведены М. И. Кувшиновым, А. А. Малинкиным и В. П. Егоровым в РФЯЦ-ВНИИЭФ на установке ФКБН в 1963 году.

Определены критические ($k_{эф} = 1 \pm 0,0016$) параметры для АЗ и отражателя. Экспериментальные значения $k_{эф}$ сравнивались с расчетными, полученными с использованием различных библиотек ядерных данных (BAS-78, ENDF/B-7.1, JENDL-4, JEF-3, CENDL-2). Критические сборки могут быть рекомендованы в качестве тестовых (Benchmark) для включения их в международный Справочник по ядерной безопасности.

Ключевые слова: нейтрон, критическая сборка, активная зона, плутоний, отражатель, полиэтилен, тестовые параметры, реактивность, эффективный коэффициент размножения, метод Монте-Карло, библиотеки ядерных данных.

УДК 621.039

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕСТОВЫХ (BENCHMARK) СФЕРИЧЕСКИХ КРИТИЧЕСКИХ СБОРОК С АКТИВНОЙ ЗОНОЙ ИЗ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО» МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПЛУТОНИЯ (^{239}Pu (88 %)) В α -ФАЗЕ И ОТРАЖАТЕЛЕМ ИЗ БЕРИЛЛИЯ

М. И. Кувшинов, С. В. Воронцов, В. Х. Хоружий

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

Представлены результаты анализа критических экспериментов с металлическими сборками, имеющими активную зону (АЗ) из ^{239}Pu ($\approx 88\%$) в α -фазе и отражатель из Be. Эти эксперименты были проведены М.И. Кувшиновым, А.А. Малинкиным и В.П. Егоровым в РФЯЦ-ВНИИЭФ на установке ФКБН в 1965 году.

Определены критические ($k_{эф} = 1 \pm 0,0016$) параметры для АЗ и отражателя. Экспериментальные значения $k_{эф}$ сравнивались с расчетными, полученными с использованием различных библиотек ядерных данных (БАС, ENDF/B-7, JEF3, JENDL3.3, CENDL). Критические сборки могут быть рекомендованы в качестве тестовых (Benchmark) для включения их в международный Справочник по ядерной безопасности.

Ключевые слова: нейтрон, критическая сборка, активная зона, плутоний, отражатель, бериллий, тестовые параметры, реактивность, эффективный коэффициент размножения, метод Монте-Карло, библиотеки ядерных данных.

УДК 539.1.074.8:621.039.571

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОРУК-РЕАКТИМЕТРА С ТОКОВЫМ ДЕТЕКТОРОМ НЕЙТРОНОВ

А. С. Кошелев, А. В. Арапов, М. А. Овчинников

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

Приведены результаты файл-апробации ОРУК-реактиметра на базе действующего аппаратурно-измерительного комплекса с токовым детектором нейтронов КНК-4. Обработка файлов регистрации мощности реакторов БР-1М, БР-К1 и ВИР-2М ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» с использованием Excel-моделирования ОРУК-формализма показала возможность осуществления контроля реактивности при работе перечисленных реакторов на стационаре с уровня $\sim 5 \cdot 10^{-4} \beta_{эф}$.

Ключевые слова: реактор, стационарная мощность, реактивность, обращенное решение уравнений кинетики, токовый детектор нейтронов, цифровой регистратор тока.

УДК 621.039.571

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ, СТРУКТУРНО ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ КАНАЛ КОНТРОЛЯ ПАСПОРТИЗОВАННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕАКТОРОВ С КОМПАКТНОЙ АКТИВНОЙ ЗОНОЙ

А. С. Кошелев, К. Н. Ковшов, М. А. Овчинников, Г. Н. Пикулина, А. Б. Соколов

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

Представлены результаты апробации на реакторе БР-К1 ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» варианта технического решения канала контроля паспортизованной мощности реактора с компактной активной зоной, выполненного с использованием в качестве детекторов нейтронов счетчика СНМ-11 и промышленных компенсационных камер КНК-4 и КНК-3, а в качестве измерительной аппаратуры – сертифицированных измерительных модулей ИМСН и ИМТК под управлением персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. Рассмотрены особенности метрологического обеспечения градуировки канала в необходимом формате контроля мощности реактора.

Ключевые слова: реактор, паспортизованная мощность, контроль паспортизованной мощности, счетчик нейтронов, нейтронная токовая камера, рабочий диапазон контроля мощности.

УДК 621.039.51

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ГЕНЕРАЦИИ МГНОВЕННЫХ НЕЙТРОНОВ ИМПУЛЬСНОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВИР-2М

Л.Ю. Глухов², С.П. Котков², М.С. Кузнецов¹, С.С. Чурсин¹

¹ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск

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

Проведено измерение времени генерации мгновенных нейтронов в активной зоне исследовательского ядерного реактора ВИР-2М. Измерения проводились в подкритическом состоянии реактора с помощью метода Бабала. Дано краткое описание устройства реактора ВИР-2М и использованного экспериментального оборудования, представлена методика проведения и обработки результатов экспериментов. Показано, что время генерации мгновенных нейтронов при незагруженных экспериментальных каналах равно 35 ± 1 мкс.

Ключевые слова: время жизни мгновенных нейтронов, импульсный ядерный реактор, метод Бабала, растворный импульсный реактор ВИР-2М.

УДК 550.06, 519.688

СПОСОБ ДООЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ

В.И. Сергеев¹, Н.Ю. Степанова², А.В. Савенко¹, А.Д. Ковтун³, Ф.Г. Шалата³

¹МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБУ «Научный и информационно-методический центр "Базис"»

Министерства образования и науки РФ

³ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Предлагаемый способ доочистки жидких радиоактивных отходов на различных предприятиях «Росатома» основан на использовании сорбирующих экранов высокой проницаемости и опирается на единый методический подход к установлению предельно допустимой скорости фильтрации жидких радиоактивных отходов через этот экран и к определению его конструктивных параметров (площади и мощности). Способ позволяет осуществлять очистку требуемого объема отходов до концентрации радионуклидов, не превышающей предельно допустимый уровень, на протяжении заданного времени без какой-либо дополнительной обработки и практически без участия обслуживающего персонала.

Ключевые слова: доочистка промышленных отходов, сорбирующий экран высокой проницаемости, миграционные параметры.

УДК 539.12.164; 519.2

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СПЕКТРОВ И СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ НЕЙТРОНОВ В БЫСТРЫХ КРИТИЧЕСКИХ СБОРКАХ

В.Ф. Колесов, А.А. Малинкин

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

Дано описание метода определения локальных спектров и средних скоростей нейтронов в быстрых критических сборках, основанного на представлении искомым спектров в виде суммы модельных спектров и уравнивания слагаемых в сумме на базе метода наименьших квадратов и измеренных сечений энергочувствительных детекторов.

Ключевые слова: спектр нейтронов, модельные спектры нейтронов, энергочувствительные детекторы, нейтронные сечения, быстрые критические сборки, метод наименьших квадратов.

УДК 621.039.512; 621.039.526

ПАРАМЕТРЫ УРАН-ГРАФИТОВОГО БЫСТРОГО ИМПУЛЬСНОГО РЕАКТОРА (РЕАКТОР БИГР)

В. Ф. Колесов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Саров Нижегородской обл.

Расчетно обоснована возможность сооружения действующего по принципу теплового расширения цилиндрического уран-графитового быстрого импульсного реактора с рекордно высокими флюенсом и плотностью потока нейтронов. Показано, что наиболее эффективным материалом активной зоны такого реактора является твердая смесь карбида урана с графитом при отношении чисел ядер углерода и урана-235 в пределах от 2 до 40. Разработана принципиальная конструкция реактора, получившего название БИГР (быстрый импульсный графитовый реактор).

Ключевые слова: импульсный реактор, реактор БИГР, уран-графитовый материал, карбид урана, графит, флюенс нейтронов, плотность потока нейтронов, конструкция реактора.