

Аннотации статей
журнала "Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов".
вып. № 4, 2014 г.

УДК 519.6: 621.039.51

Некоторые методы расчёта возмущений в ядерных реакторах

Абрамов Б.Д.

ФГУП "ГНЦ РФ-ФЭИ", 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, 1

Рассматриваются методы расчёта локальных возмущений полей нейтронов и сопутствующих им эффектов реактивности. Формулируются сведения о существовании, единственности, свойствах и методах отыскания решений рассматриваемых задач.

Ключевые слова: теория переноса нейтронов, теория возмущений, эффекты реактивности в ядерных реакторах.

УДК 621.039

Оценка методом Монте-Карло влияния неопределённости исходных данных на решение уравнения переноса по программе MCU

Олейник Д.С.

НИЦ "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Разработана новая версия регистрационного модуля программного комплекса MCU, в котором реализована методика прямого учёта неопределённости исходных данных, рекомендованная международным стандартом по оценке неопределённости результатов измерений (ISO 13005). Новый модуль позволяет оценить влияние на нейтронно-физические характеристики реактора неопределённости исходных данных, вызванной технологическими допусками при изготовлении конструктивных элементов активных зон. Разработанное программное обеспечение адаптировано к параллельным вычислениям с использованием многопроцессорных компьютеров, что значительно снижает расчётное время: коэффициент распараллеливания практически равен 1. Тестирование проводилось на примерах решения задачи на критичность для бенчмарк-эксперимента Godiva, а также для бесконечной решётки тепловыделяющих сборок ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200. Результаты расчётов неопределённости нейтронно-физических характеристик (эффективный коэффициент размножения, скорости реакции деления), обусловленной неопределённостями исходных данных, вызванными технологическими допусками, сравнивались в первом случае с опубликованными результатами, полученными по прецизионной программе MCNP5, а во втором – с результатами инженерной программы РАДАР. Во всех случаях получено хорошее согласие результатов.

Ключевые слова: программа MCU, метод Монте-Карло, неопределённость.

УДК 621.039.51

Обоснование параметров геометрической модели активной зоны исследовательского реактора при расчёте методом Монте-Карло

А.И. Радаев, М.В. Щуровская

НИЯУ "МИФИ", 115409, Москва, Каширское ш., 31

Описан выбор пространственного разбиения для расчёта распределения энерговыделения и выгорания по активной зоне исследовательского реактора с ТВС типа ИРТ-3М и ВВР-КН по программе, основанной на методе Монте-Карло. Исследовано влияние пространственного разбиения на результаты расчёта основных нейтронно-физических характеристик и на время, затрачиваемое на расчёт.

Ключевые слова: исследовательский реактор, распределение энерговыделения, выгорание, программа расчёта методом Монте-Карло.

УДК 621.039

Экспериментальное исследование нейтронно-физических характеристик реактора ИР-8 с целью подтверждения результатов расчётов по программе MCU-PTR

А.В. Сурков, В.Н. Кочкин, Ю.Е. Песня, В.А. Насонов, В.И. Вихров, Д.Ю. Ерак

НИЦ "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Приведено сравнение результатов экспериментального и расчётного определения нейтронно-физических характеристик (плотность потока быстрых нейтронов и скорость деления ^{235}U) в активной зоне и отражателе реактора ИР-8. В рамках эксперимента подготовлены облучательные устройства, оснащённые нейтронно-активационными детекторами. Определение плотности потока быстрых нейтронов проводилось с использованием реакций $^{54}\text{Fe}(n, p)$ и $^{58}\text{Ni}(n, p)$, а для измерения скорости деления ^{235}U применялся диоксид урана с 10 % обогащением по ^{235}U . Измерение удельных активностей нуклидов в детекторах проводилось по интенсивностям характеристических гамма-линий с помощью гамма-спектрометрической установки ORTEC. Расчёт нейтронных полей в активной зоне и отражателе реактора ИР-8 выполнялся с помощью программы MCU-PTR.

Ключевые слова: реактор ИР-8, плотность потока нейтронов, нейтронно-активационные измерения, программа MCU-PTR.

УДК 621.3.002

Восстановление полей энерговыделения по показаниям ДПЗ в активной зоне ВВЭР-1000 на уровнях мощности, близких к МКУ

В.М. Чапаев, В.А. Хватов

Филиал ОАО Концерн Росэнергоатом "Калининская атомная станция", 171841, г. Удомля, Тверской обл.

А.Ю. Курченков, Н.В. Мильто

НИЦ "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Представлены результаты регистрации показаний датчиков прямого заряда (ДПЗ) в режимах работы реакторной установки с ВВЭР-1000 на очень низком уровне мощности. Показано, что в этих режимах показания ДПЗ являются устойчивыми и представительными. Проведено сравнение показаний ДПЗ с результатами имитационных расчётов этих режимов, выполненных по программе "Имитатор реактора (ИР)".

Ключевые слова: ДПЗ, система внутриреакторного контроля.

УДК 621.039.51

Новый метод исследования перемешивания теплоносителя на действующих энергоблоках ВВЭР

Г.Л. Пономаренко, М.А. Быков, В.Я. Беркович

ОАО ОКБ “ГИДРОПРЕСС”, 142103, г. Подольск Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21

В работе [1] описан уникальный способ и основные результаты экспериментального исследования перемешивания теплоносителя, проведенного на действующем энергоблоке ВВЭР-1000 АЭС “Бушер”. Способ характеризуется применением системы аварийного ввода бора для создания неравномерного распределения индикатора (трассера), а также использованием всех штатных систем нейтронного и температурного мониторинга для повышения достоверности. Способ показал высокую надёжность, эффективность, перспективность и гибкость. Получен соответствующий патент на изобретение нового способа [2]. В настоящей работе приведена дополнительная информация и некоторые результаты пост-тестового расчётного моделирования по программе КОРСАР/ГП.

Ключевые слова: нейтронные детекторы, температурные детекторы, диссипация индикатора, измерение и обработка слабых сигналов, коэффициенты перемешивания, закрутка петлевых потоков.

УДК 621.039.5

Результаты верификации программ расчёта нейтронно-физических характеристик активной зоны реактора типа БН-1200

С.Б. Белов, А.В. Киселёв, Е.В. Марова, М.Р. Фаракин, В.М. Фролов

ОАО “ОКБМ Африкантов”, 603074, г. Н. Новгород, Бурнаковский пр., 15,

И.В. Малышева, А.А. Перегудов, М.Ю. Семёнов, В.Ю. Стогов, А.М. Цибуля

ФГУП “ГНЦ РФ-ФЭИ”, 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, 1,

П.Н. Алексеев, В.Ф. Бояринов, М.Н. Зизин, В.А. Невиница, А.В. Тимошинов,

П.А. Фомиченко

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Представлены результаты нейтронно-физических расчётов по инженерным программам и программам на основе метода Монте-Карло полномасштабной тестовой модели активной зоны реактора типа БН-1200, которая отражает основные компоновочные и конструктивные решения, предназначена для исследования нейтронно-физических характеристик и обеспечивает проведение согласованных расчётов с гомогенным и гетерогенным представлениями сборок активной зоны со смешанным нитридным и МОКС топливом.

Ключевые слова: реактор типа БН, тестовые расчёты, нейтронно-физические характеристики, коэффициент размножения, эффекты реактивности, эффективность стержней СУЗ, отклонения.

УДК 621.039.5

Результаты тестовых расчётов нейтронно-физических процессов при движении одиночных стержней СУЗ в реакторе типа БН-1200

С.Б. Белов, А.В. Киселёв, Е.В. Марова, М.Р. Фаракишин

ОАО “ОКБМ Африкантов”, 603074, г. Н. Новгород, Бурнаковский проезд, 15

М.Н. Зизин, П.А. Фомиченко

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

К.Ф. Раскач, М.Ю. Семёнов

ФГУП “ГНЦ РФ-ФЭИ”, 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, 1

Представлены результаты нестационарных нейтронно-физических расчётов активной зоны реактора типа БН-1200 с несимметричным движением стержней СУЗ по программам RADAR3D и ShIPR. При проведении расчёта использовалась полномасштабная тестовая модель активной зоны реактора типа БН-1200, которая отражает основные компоновочные и конструктивные решения. Дополнительно проводились стационарные расчёты по программе JARFR.

Ключевые слова: реактор типа БН, нейтронно-физические характеристики, пространственная нейтронная кинетика, движение одиночного стержня, возмущение распределения нейтронного потока, нейтронный контроль, тестовые расчёты.

УДК 621.039.543.6

Радиационные характеристики транспортных упаковок с остеклованными высокоактивными отходами

С.А. Богатов

ОАО “ВНИПИПромтехнологии”, 115409, Москва, Каширское шоссе, 33

Е.Ф. Митенкова, Н.В. Новиков

ИБРАЭ РАН, 115191, Москва, Большая Тульская ул., 52

Предложен метод расчёта числа нейтронов в (α, n) -реакции для гомогенного материала произвольного состава. Показано, что использование кода ORIGEN 2 без учёта реального элементного состава остеклованных высокоактивных отходов (ОВАО) приводит к существенному занижению числа нейтронов от (α, n) -реакции. Проведены сравнительные оценки нейтронного потока для ОВАО и отработавшего ядерного топлива ВВЭР. Оценены толщины защитных материалов для перегрузочного и транспортного контейнеров с ОВАО.

Ключевые слова: отработавшее ядерное топливо, высокоактивные отходы, транспортный контейнер, радиационная безопасность.

УДК 621.039.586

Расчёт температур в обезвоженном бассейне выдержки отработавшего топлива РБМК

А.В. Краюшкин, И.Н. Гераскин, Г.Б. Давыдова, Л.Н. Захарова,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Для расчёта температур в запроектной аварии с обезвоживанием бассейна выдержки отработавшего топлива требуется решить трёхмерную задачу теплообмена топливных сборок друг с другом и окружающими их конструкциями – стенами, дном и верхним перекрытием бассейна. Основным механизмом служит теплообмен излучением. Дается описание использованной в работе расчётной модели. Коэффици-

циенты связи отдельных элементов друг с другом получены с помощью программы MCNP. Приведены некоторые результаты расчётов температур.

Ключевые слова: расчёт температур, бассейн выдержки, обезвоживание, теплообмен излучением.

УДК 621.039.54

Разработка основных положений методики расчёта работоспособности твэлов быстрых реакторов в проектных аварийных режимах

А.А. Прошкин, А.В. Дьяков, А.С. Степанов

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Рассмотрено состояние дел с разработкой расчётных методов оценки работоспособности твэлов и с экспериментальными данными по свойствам материалов твэлов быстрых реакторов в проектных аварийных режимах. Рассмотрена постановка задачи определения термомеханического состояния твэлов при протекании аварийных режимов. Даны рекомендации по проведению экспериментальных исследований, необходимых для получения данных по критериям работоспособности твэлов.

Ключевые слова: твэл, аварийные режимы, работоспособность твэлов в проектных аварийных режимах.

УДК 621.039

Возможности формирования замкнутого топливного цикла атомной энергетики с низкой радиоактивностью

Е.А. Андрианова, В.Д. Давиденко, В.Ф. Цибульский

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Практическая реализация замкнутого топливного цикла предполагает решение двух основных задач. Первая – создание экологически приемлемых условий функционирования топливного цикла атомной энергетики, имея ввиду в первую очередь высокую радиоактивность вовлечённых в него материалов. Вторая – создание эффективных и экономически целесообразных условий вовлечения в топливный цикл сырьевых изотопов. Представляется, что наибольшие трудности практической реализации приемлемого, с позиций радиологической безопасности, топливного цикла сконцентрированы в создании надёжных технологий обращения с облучённым топливом, которое обладает очень высокой радиоактивностью.

Ключевые слова: гибридные термоядерные установки, тепловые ядерные реакторы, топливный цикл, глубина выгорания, захоронение облучённого топлива, приемлемый уровень радиоактивности.

УДК 621.039

Многократный рецикл РЕМИКС-топлива при работе ВВЭР-1000 в замкнутом топливном цикле

П.Н. Алексеев, Е.А. Бобров, А.В. Чибиняев, П.С. Теплов, А.А. Дудников

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Рассмотрены основные особенности загрузки активной зоны ВВЭР-1000 новым вариантом РЕМИКС-топлива (REgenerated MIXture of U-Pu oxides) при его многократном рециклировании в замкнутом ядерном топливном цикле. Топливная композиция изготавливается на основе уран-плутониевого регенерата, выделенного при переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) ВВЭР-1000, отваль-

ного урана и делящегося материала: ^{235}U в составе высокообогащённого урана (ВОУ) из избыточных для целей обороны боеголовок или ^{233}U , накопленного в ториевых бланкетах термоядерных (электроядерных) источников нейтронов или реакторов на быстрых нейтронах. При изготовлении такого топлива не планируется дополнительно использовать природный уран. При переводе части ВВЭР-1000 в замкнутый топливный цикл на основе РЕМИКС-технологии существенно снижается потребление природного урана, а при переходе от рецикла к рециклу не происходит существенной деградации изотопного состава плутония и изменения характеристик безопасности реактора.

Ключевые слова: РЕМИКС-топливо, ВВЭР-1000, ВОУ, деградация изотопного состава топлива, ОЯТ.

УДК 621.039.58

Тяжёлая нефть + малые АЭС: фактор диверсификации рисков атомной энергетики и гармонизации топливно-энергетического комплекса

С.А. Субботин, Т.Д. Щепетина

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Д.Ю. Чумак

Государственный университет управления, 109542, Москва, Рязанский пр-т, 99

Представлена концепция синергетического взаимодействия атомной и добывающих отраслей на примере добычи и переработки тяжёлой нефти. Эпоха легкодоступных и дешёвых органических энерго-ресурсов заканчивается; энергозатраты растут, а отдача уменьшается. В российских климатических условиях и при низком коэффициенте извлечения нефти из скважин повышается роль энергообеспечения добычных промыслов, особенно теплового воздействия для повышения отдачи пластов. Предлагается рассмотреть принципиальную возможность объединения истощающегося нефтяного промысла, на котором остаётся ещё как минимум 65...75 % тяжёлой нефти, с АС малой мощности в комплексный добывающе-перерабатывающий кластер, в котором энергия АС позволит также осуществить как первичную, так и глубокую переработку тяжёлой нефти при сохранении и использовании всей бытовой, транспортной и производственной инфраструктуры, существенно продлив срок службы существующих месторождений.

Ключевые слова: АС малой мощности, синергия, тяжёлая нефть, топливно-энергетический комплекс, атомный энерго-технологический комплекс, риски.

Семинар “Физика ядерных реакторов”

Начиная с 1999 г. в НИЦ “Курчатовский институт” работает семинар “Физика ядерных реакторов”. Руководитель семинара – начальник Отдела физики ядерных реакторов С.М. Зарицкий.

К моменту выхода в свет настоящего выпуска журнала состоялись 140 заседаний семинара, тематика которого по факту не ограничивается заявленной в его названии.

В качестве докладчиков и участников семинара выступают специалисты НИЦ КИ и других Институтов.

Информация о семинаре размещается на сайте НИЦ “Курчатовский институт” (www.nrcki.ru), а также рассылается участникам семинара.

В 2012 г. состоялись 13 заседаний семинара, информация о которых опубликована в выпуске № 1 за 2013 год.

В 2013 г. состоялись 11 заседаний семинара (со 123-го по 133-е). Информация о 123-127 заседаниях опубликована в выпуске № 2 за 2013 год, информация о 128-133 заседаниях – в выпуске № 4 за 2013 год.

Информация о 134-137 заседаниях опубликована в выпуске 1-2 за 2014 год.

В данном выпуске приводится информация о 138-140 заседаниях семинара и аннотации докладов, предоставленные докладчиками.