

Аннотации статей
журнала “Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов”,
вып. № 5, 2020 г.

УДК 621.039.56

О пределах колебательной неустойчивости импульсных реакторов
периодического действия

Ю.Н. Пепельшев, А.К. Попов, Д. Сумхуу, А.Д. Рогов,

Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, Объединённый институт ядерных исследований,
141980, Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, д. 6

На основе экспериментальных и модельных исследований, проведённых на реакторах ИБР-2 и ИБР-2М, показано, что импульсные реакторы периодического действия (ИРПД) имеют принципиальные ограничения по устойчивости. При этом деградационные изменения в активной зоне ИРПД приводят к сильному ослаблению быстрой мощностной обратной связи, что вызывает появление колебательной неустойчивости. В целях безопасности мощность ИРПД даже для свежего топлива ограничена уровнем 2—3 МВт. Также отмечается сильная нестационарность параметров быстрой мощностной обратной связи с энерговыработкой, которая приводит к соответствующим изменениям динамики импульсного реактора. Для обеспечения безопасной работы ИБР-2М требуются всесторонние исследования.

Ключевые слова: импульсный реактор периодического действия, ИБР-2М, мощностная обратная связь, устойчивость, модель динамики, переходный процесс.

УДК 621.039.5

Программа SUHAM-3D-TD для решения трехмерного нестационарного уравнения переноса нейтронов для реакторов с квадратной решеткой,
описание и первые результаты расчетов

В.Ф. Бояринов

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

Разработана программа SUHAM-3D-TD, в которой реализованы нестационарные трёхмерные конечноразностные уравнения метода поверхностных гармоник с тремя поперечными и двумя продольными пробными матрицами для реактора с квадратной решёткой. Комплекс программ SUHAM развивается в НИЦ “Курчатовский институт” для решения стационарного и нестационарного уравнений переноса нейтронов в ядерных реакторах разного типа. Программа SUHAM-3D-TD, по видимому, первая программа, в которой реализованы трёхмерные групповые уравнения пространственной кинетики на основе метода поверхностных гармоник (МПП). При построении нестационарных уравнений МПП использован алгоритм построения стационарных уравнений, реализованный в стационарной программе SUHAM-3D. Проведены первые расчёты по программе SUHAM-3D-TD пяти трёхмерных тестов международного нестационарного бенчмарка C5G7-TD, а именно расчёты тестов TD4-1, TD4-2, TD4-3, TD4-4 и TD4-5. Все тесты бенчмарка C5G7-TD являются “слепыми”, т.е. возможности для сравнений появятся только после того, как большинство участников рассчитают эти тесты. В качестве результатов рассчитанных тестов приведены распределения от времени полной мощности рассчитываемого объекта и реактивности по Генри.

Ключевые слова: метод поверхностных гармоник, нестационарное уравнение переноса нейтронов, комплекс программ SUHAM-3D-TD, нестационарный бенчмарк C5G7-TD, реактивность по Генри.

УДК 621.039

Программа Хортица-М. Устойчивость решения уравнения восстановления к возмущению входных данных

Д. Н. Скороходов, Н.В. Мильто, А. Е. Калинушкин, Ю. М. Семченков, Н. В. Липин, А. Ю. Курченков

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

Рассмотрены вопросы устойчивости решения уравнения восстановления к возмущению входных данных. Приведены результаты расчётного исследования устойчивости решения уравнения восстановления. В статье рассмотрены вопросы, важные при практической эксплуатации программы Хортица-М в процессе сопровождения топливной кампании.

Ключевые слова: программа Хортица-М, внутриреакторные детекторы, распределение мощности, ВВЭР, ток, измерение.

УДК 621.039.46

Аксиальные распределения скоростей реакций деления в кольцевых активных зонах критического стенда АСТРА с поглощающими профилирующими элементами во внутреннем отражателе

В.А. Невиница, В.Ф. Бояринов, П.А. Фомиченко, А.А. Зимин, А.Е. Глушков, Н.П. Мороз

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

Ю.Н. Волков, А.Е. Кругликов,

НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское ш., 31

Выполнено расчётное моделирование экспериментов по измерению аксиальных распределений скоростей реакций деления в конфигурациях критического стенда АСТРА, моделирующих ВТГР с кольцевой активной зоной. Во внутреннем отражателе критических сборок были установлены поглощающие профилирующие элементы для выравнивания неравномерности плотности потока нейтронов по радиусу сборки. Измерения скоростей реакций деления были выполнены как в конфигурации с выровненным нейтронным полем, так и в конфигурации с введенным во внешнем графитовом отражателе органом СУЗ.

Ключевые слова: ВТГР, критический стенд АСТРА, аксиальные распределения скоростей реакций, баклинг, трёхмерные расчётные модели.

УДК 621.039.5

Быстрый реактор с высокой избыточной наработкой делящихся нуклидов в двухкомпонентной ядерной энергетике с U—Pu и Th—U—Pu топливным циклом

П.Н. Алексеев, Е.А. Андрианова, В.Ю. Бландинский, А.С. Лубина, А.А. Седов, А.С. Степанов, С.А. Субботин, П.А. Фомиченко, А.А. Фролов,

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

В работе рассмотрена концепция реактора на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, с металлическим U—Pu-топливом в активной зоне и металлическим ураном и торием в бланкетах. На основе нейтроннофизических расчётов продемонстрировано достижение требуемых системных характеристик по стартовой загрузке и избыточной наработке. В обоснование работоспособности твэла проведены теплогидравлические и термомеханические расчёты. Рассмотрено несколько сценариев развития двухкомпонентной системы ядерной энергетики России на основе реакторов на тепловых нейтронах типа ВВЭР с традиционным диоксидным топливом и реакторов на быстрых нейтронах с перспективным металлическим топливом.

Ключевые слова: реактор на быстрых нейтронах, металлическое топливо, сценарии развития системы ядерной энергетики, двухкомпонентная система ядерной энергетики.

УДК 621.039.4

Физические аспекты утилизации отходов обогащения регенерированного урана из отработавшего ядерного топлива реакторов типа ВВЭР-1000/1200 в жидкосолевом ядерном реакторе

О.С. Фейнберг, С.В. Игнатьев, А.Я. Котов, В.А. Невиница,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, 1,
А.Ю. Смирнов,
НИЯУ «МИФИ», 115409, Россия, Москва, Каширское шоссе 31,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, 1

Обсуждаются вопросы утилизации отходов очистки регенерированного урана от изотопа ^{232}U в реакторе с циркулирующим жидким топливом на основе расплавов солей фторидов металлов. Исследовано влияние изотопного состава фракции отбора очистительного каскада на спектр и коэффициенты реактивности в жидкосолевом ядерном реакторе в зависимости от содержания изотопа ^{235}U . Показано, что составы с высоким содержанием изотопа ^{235}U с одной стороны более перспективны, поскольку из-за низкого содержания изотопа ^{238}U в нем образуется меньше минорных актинидов. С другой стороны, более благоприятные эффекты реактивности обеспечиваются при умеренных обогащениях по изотопу ^{235}U .

Ключевые слова: замкнутый ядерный топливный цикл, ВВЭР-1000/200, отработавшее ядерное топливо, жидкосолевого ядерный реактор, регенерированный уран, разделение изотопов, разделительный каскад, двойной каскад

УДК 621.456.2

Оценка возможности использования нитридного топлива ЯРД с водоаммиачным теплоносителем

В.А. Павшук, А.Б. Сенявин, С.С. Терашкевич,
НИЦ “Курчатовский Институт”, 123182 Россия, Москва, площадь Академика Курчатова, 1

В работе рассмотрена возможность использования в ядерном реактивном двигателе в качестве рабочего тела водоаммиачной смеси. Для оценки применимости данного рабочего тела проведен анализ стойкости ядерного топлива безоболочечных тепловыделяющих элементов. Традиционное карбидное топливо не выдерживает агрессивное химическое воздействие водоаммиачной смеси в течение достаточного времени (1 – 8 часов). В качестве альтернативного состава тепловыделяющих элементов ядерного реактивного двигателя предложен нитрид урана с добавлением оксида. Дана предварительная оценка стойкости данного состава в рассматриваемых условиях на основе термодинамических и кинетических расчетов.

Ключевые слова: нитрид урана, химическая стойкость, ядерное топливо, ядерный реактивный двигатель.

УДК 621.039.577:537.58:53.023

Принцип коммутации электрогенерирующих каналов в активной зоне термоэмиссионного реактора-преобразователя

Белкин А.В., Щукин Н.В.
НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское шоссе, 31

Электрическая мощность термоэмиссионного реактора-преобразователя определяется различными параметрами электрогенерирующего канала и активной зоны, а также способом коммутации электрогенерирующих каналов. Формирование электрических ветвей возможно различными способами. Количество ветвей определяется заданными характеристиками электрогенерирующего канала и требуемой электрической мощностью. При этом электрогенерирующие каналы в ветви соединяются

электрически последовательно, а сами ветви – параллельно. Выбор электрической ветви в активной зоне основывается на характеристиках каждого электрогенерирующего канала. В работе оцениваются характеристики реактора-преобразователя при различных вариантах коммутации электрогенерирующих каналов.

Ключевые слова: Термоэмиссионный реактор-преобразователь; активная зона; вольт-амперная характеристика; электрогенерирующий канал; электрическая коммутация

УДК 621.039.5

Атомная энергия в условиях пандемии COVID-19

***А.Ю. Гагаринский, И.В. Гагаринская, НИЦ “Курчатовский институт”,
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1***

Пандемия коронавируса оказала значительное влияние на мировую экономику и её энергетический сектор. В статье обсуждается роль в этот период атомной энергии, которая в ряде стран была определена в качестве важной части критической инфраструктуры, необходимой для устойчивого электроснабжения в экстремальных условиях. Подчёркивается, что ни одно из государств — членов МАГАТЭ не сообщило о необходимости закрытия атомной станции из-за воздействия на рабочую силу или цепочку поставок. В то же время снижение спроса на электроэнергию в результате ограничения экономической деятельности привело к некоторому снижению электрогенерации АЭС. Строительство АЭС, несмотря на задержки работ на некоторых площадках, продолжается, и его перспективы имеют положительные тенденции в ряде стран. Обсуждается разнообразие “взглядов за пределы COVID-19”, которые концентрируются на таких вопросах, как устойчивость энергетических поставок, необходимость использования всех малоуглеродных энергетических технологий, возможности “тандема” возобновляемых и атомных источников энергии для создания гибких энергетических систем. Подтверждается вывод, что правительствам предстоит реалистично учитывать возможности атомной энергии в неизбежно предстоящий период пересмотра энергетической политики и инвестиционного выбора.

Ключевые слова: атомная энергия, пандемия коронавируса, энергетические системы.