

УДК 621.039

Опыт продления срока эксплуатации ИЯУ БОР-60 – залог развития «быстрых натриевых» технологий

М.Д. Лякишева, С.Л. Лякишев, В.М. Махин, В.П. Семишкин,
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск Московской области, ул. Орджоникидзе, 21

К 50-летию исследовательской реакторной установки БОР-60

Приведены основные результаты работ ОКБ «ГИДРОПРЕСС» - Главного Конструктора ИЯУ БОР-60 в период продления назначенного срока эксплуатации.

Ключевые слова: быстрый реактор, натрий, продление эксплуатации

УДК:621.039.524.441; 621.039.524.443

Водоохлаждаемые реакторные установки со спектральным регулированием реактивности

В.М. Махин, И.В. Махин, Н.В. Шарый,
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21

Рассматриваются водоохлаждаемые реакторные установки со спектральным регулированием запаса реактивности. Изложены возможные способы спектрального регулирования, в том числе используемые на практике (ABWR). Основные задачи при создании водоохлаждаемой реакторной установки со спектральным регулированием следующие:

- снижение расхода естественного урана в открытом топливном цикле ;
- эффективное применение нейтронов путем отказа от борного регулирования в процессе кампании;
- снижение жидких радиоактивных отходов как следствие отказа от борного регулирования;
- способность работы в замкнутом топливном цикле с загрузкой активной зоны МОХ топливом с повышенным коэффициентом воспроизводства (КВ ~0,7-0,8, вместо 0,3-0,4 для действующих ВВЭР).

Ключевые слова: реактивность, спектр нейтронов

УДК 621.039

Специфичные решения реакторного контура установок БРС-ГПГ малой и средней мощности со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями

А.В. Безносков, Т.А. Бокова, П.А. Боков, Н.С. Волков, А.А. Карбышев,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева,
603950, Нижний Новгород, ул.Минина, 24

Представлены новые технические решения реакторного контура типа БРС-ГПГ, отличающие их от транспортных и станционных реакторных установок малой и средней мощности с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями и соответствующие эволюционному развитию таких установок. При разработке указанных решений использовался имеющийся опыт создания и эксплуатации советских опытных и серийных энергетических установок со свинец-висмутовыми теплоносителями и исследований, прежде всего экспериментальных, выполняемых в Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е.Алексеева (НГТУ), в обоснование предложенного и проработыва-

емого в НГТУ мощностного ряда (50-250 МВт) реакторных установок малой и средней мощности с горизонтальными парогенераторами (БРС-ГПГ).

Ключевые слова: реактор, теплоноситель, свинец, свинец-висмут.

УДК 621.039

Результаты применения метода наименьшей ошибки при размещении блоков детектирования аппаратуры контроля нейтронного потока по высоте измерительного канала

А.А. Томилин, М.А. Увакин, А.И. Синегрибова, А.А. Семенов,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
115409, г.Москва, Каширское ш., д.31

Рассмотрены результаты использования метода наименьшей ошибки при выборе положения вне-реакторных блоков детектирования (БД) аппаратуры контроля нейтронного потока (АКНП) по высоте измерительного канала для различных целевых функционалов. Описана структура погрешности метода.

Ключевые слова: контроль, нейтронный поток, детектирование.

УДК 621.039.51

Исследование эффективности метода нулевой коррекции отрицательных потоков в решении задач с использованием тетраэдрических сеток и конечно-элементной LD-схемы

А.А. Николаев,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21

Представлены результаты тестирования конечно-элементной LD-схемы, реализованной в программе PMSNSYS-II совместно с методом коррекции отрицательных потоков, в решении практических задач.

Ключевые слова: Sn-метод, PMSNSYS-II, LDFEM, коррекция отрицательных потоков

УДК 621.039.51

Тестирование программы PMSNSYS-II на расчете бенчмарка БФС-61-1 без пространственной гомогенизации

А.Н. Скобелев, А.А. Николаев,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21

В работе представлены результаты верификации новой трехмерной DSN-программы PMSNSYS-II с библиотеками ядерных данных комплекса программ РЕАКТОР-ГП на примере расчета сложной гетерогенной конфигурации БФС-61-1 бенчмарк-эксперимента MMF-006. Функциональные возможности программы PMSNSYS-II позволили воспроизвести и рассчитать бенчмарк-эксперимент без применения пространственной гомогенизации с использованием ограниченных вычислительных ресурсов. Итоговое мультигрупповое расчетное значение эффективного коэффициента размножения нейтронов, полученное методом экстраполяции решения, согласуется с расчетом по методу Монте-Карло и бенчмарк-значением с точностью не хуже 0,5 % Δk .

Ключевые слова: Sn-метод, мультигрупповая библиотека, NP314/52, NP30/19, РЕАКТОР-ГП, PMSNSYS-II, БФС-61, бенчмарк-эксперимент, эффективный коэффициент размножения нейтронов

УДК 621.039.51

Экспериментальные исследования в обоснование выбора перемешивающих решеток для применения в ТВС-2М

Е.А. Лисенков,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21

Представлены описание экспериментальных установок, методики проведения экспериментов, а также результаты исследований процессов массообмена, критических тепловых потоков и гидравлических характеристик ТВС-2М с перемешивающими решетками (ПР). Эксперименты проводились в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» на стендах перемешивания в ТВС, кризиса теплообмена, массового пролива и горячей обкатки. По результатам исследований изучено влияние решеток-интенсификаторов на процессы перемешивания в ТВС, оценены приросты критического теплового потока и коэффициента гидравлического сопротивления при использовании различных ПР. С использованием рекомендаций, сделанных по результатам экспериментальных исследований, спроектирована и изготовлена топливная сборка ТВС-2М с перемешивающими решетками "Вихрь" и "Прогонка".

Ключевые слова: перемешивание теплоносителя, критический тепловой поток, гидравлическое сопротивление, дистанционирующая решетка, перемешивающая решетка, тепловыделяющая сборка.

УДК 621.039.51

Исследования неравномерностей расхода теплоносителя в ТВС с перемешивающими решетками

Е.А. Лисенков, Д.В. Зайцев, А.Н. Чуркин, А.В. Селезнев, С.А. Кушманов, А.П. Скибин, А.А. Крутиков, Ю.А. Безруков,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142100, г. Подольск, Московской обл., ул. Орджоникидзе, 21,

Д.В. Мальчевский, С.Е. Волков,

АО «ТВЭЛ», 115409, г. Москва, Каширское шоссе, д.49

В статье представлен анализ неравномерностей расхода теплоносителя по сечению тепловыделяющей сборки с перемешивающими решетками, не имеющими периферийного ряда ячеек. Рассмотрены результаты расчета по коммерческому CFD коду STAR-CD, а также экспериментальные данные, полученные на аэродинамическом стенде с использованием полномасштабной модели ТВС-2М с перемешивающими решетками «Вихрь» и «Прогонка» и без них. Эксперименты проводились в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» с применением оптических методов измерения. По результатам проведенного анализа оценено влияние ПР на распределение расхода теплоносителя между центральной частью пучка и его периферией.

Ключевые слова: тепловыделяющая сборка, дистанционирующая решетка, перемешивающая решетка, неравномерность расхода теплоносителя.

УДК 621.039

Расчетное исследование конденсационных гидравлических ударов в трубопроводах реакторной установки

А.Н. Чуркин, Д.А. Посысаев, А.М. Баисов,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», ул. Орджоникидзе 21, г. Подольск, 142103, Московская область,

Н.А. Прибатурин, С.И. Лежнин, М.В. Алексеев,

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 630090, г. Новосибирск,

пр. Академика Лаврентьева, д. 1

Проведены расчетные исследования по определению возможности возникновения конденсационных гидравлических ударов в экспериментальных моделях трубопроводов с целью верификации

модуля SLUGGING в расчетном коде КОРСАР/ГП. Проанализированы результаты расчетов и выполнено сравнение с опытными данными, полученными на экспериментальной установке «Гидроудар». Определены области режимных параметров, при которых возможно возникновение конденсационных гидравлических ударов. Установлено существенное различие в их интенсивности и частоте возникновения по сравнению с экспериментальными данными. Предложены рекомендации по улучшению расчетного модуля.

Ключевые слова: ядерные реакторы, экспериментальная установка, трубопроводы, конденсационный гидравлический удар, расчетное исследование

УДК 621.039

CFD моделирование экспериментального участка 37-стержневого стенда

В.Ю. Волков, Л.А. Голибродо, А.А. Крутиков, О.В. Кудрявцев, Ю.Н. Надинский, А.П. Скибин,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142103, г. Подольск, Московская обл., ул. Орджоникидзе, 21,

Д.А. Олексюк, Л.Л. Кобзарь,

НИЦ «Курчатовский институт», 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Представлены результаты CFD моделирования течения потока теплоносителя с учетом сопряженного теплообмена в 37-стержневом твэльном пучке экспериментального стенда КС Н ИЦ «Курчатовский институт». Исследован базовый вариант модели ТВС – пучок, оснащенный моделями штатных дистанционирующих решеток топливной сборки ТВС-2М для РУ ВВЭР. Численное исследование проводилось с помощью программного комплекса STAR-CCM+. Проведено сравнение результатов CFD моделирования с экспериментальными данными и кросс-верификация с данными, полученными по ячейковому коду SC-INT. Результаты CFD моделирования могут быть использованы для получения ряда аппроксимирующих функций и замыкающих соотношений для ячейковых теплогидравлических кодов.

Ключевые слова: твэльный пучок, кросс-верификация, CFD, SC-INT.

УДК 621.039.562.2

Исследования состояния поглощающих элементов с комбинированным сердечником и оболочкой из сплава 42ХНМ после эксплуатации в течение 10 лет на Калининской АЭС

А.В. Захаров, Е.М. Муралева, А.В. Строжук, Г.В. Шевляков,

АО «ГНЦ НИИАР», 433510, г. Димитровград Ульяновской обл., Западное шоссе, д. 9,

С.А. Куиманов, К.Ю. Куракин, В.М. Махин, Д.Е. Зубцов,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142103, г. Подольск, Московская обл., ул. Орджоникидзе, 21

Рассмотрены результаты послереакторных исследований поглощающих стержней системы управления и защиты (ПС СУЗ) ВВЭР-1000. Исходя из результатов проведенных исследований ПС СУЗ рекомендуется увеличить назначенный ресурс пэлов конструкции 2173.00.000 с комбинированным поглощающим сердечником, по крайней мере, до 15 лет.

Ключевые слова: поглощающий стержень, органы регулирования, реактор.

УДК 621.039.

О контроле водно-химического режима и водоподготовительной установке энергоблоков с ВВЭР-1000

Е.Б. Юрчевский,

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 142103, г. Подольск, Московская обл., ул. Орджоникидзе, 21,

Б.М. Ларин,

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34

Рассмотрена проблема измерения величины рН в условиях высокой степени чистоты водного теплоносителя, необходимого для эффективного поддержания этаноламинового водно-химического режима второго контура АЭС с ВВЭР-1000. Показано, что повышение достоверности измерений рН автоматическими анализаторами в условиях сверхчистого водного теплоносителя может быть обеспечено двумя методами. Первый метод заключается в переходе на косвенное измерение рН по измерениям удельной электропроводности охлажденных прямой (χ) и Н-катионированной (χ_{H}) проб воды. Второй метод предусматривает решение математического описания ионных равновесий в потоке пробы конденсата или питательной воды, проходящей через кондуктометрические датчики до Н-катионитовой колонки (χ) и после нее (χ_{H}). Также показано, что гарантированное удаление из обрабатываемой воды неионизированных примесей, состоящих из окислов железа, кремния и алюминия в виде комплексных соединений с органическими веществами, эффективно обеспечивается использованием мембранных технологий водоподготовки.

Ключевые слова: водно-химический режим, этаноламиновый водно-химический режим, контроль качества теплоносителя, измерение показателя рН, ионные равновесия, мембранные технологии водоподготовки, молекулярная масса органики.