

Совещания, семинары

11 совещание Международной рабочей группы по быстрым реакторам (МРГБР) МАГАТЭ

В работе совещания участвовали представители стран — членов МРГБР (Великобритании, Италии, СССР, США, Франции, ФРГ, Японии) и двух международных организаций: Организации экономического сотрудничества и развития и Комиссии европейского экономического сообщества. На нем были рассмотрены обзоры национальных программ по быстрым реакторам в странах — членах МРГБР и деятельность по быстрым реакторам в международных организациях, определена тематика совещаний специалистов МРГБР на 1979 г., сформулированы условия поддержки МРГБР международных конференций по этой теме и др.

Обзорные доклады были посвящены состоянию и проблеме развития быстрых реакторов. Во Франции программа исследования выполняется успешно. В Японии увеличены ассигнования на разработку быстрых реакторов, в Италии — в целом на ядерную энергетику (в том числе и на быстрые реакторы). В ФРГ некоторое время в 1977 г. прекращалось финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по быстрым реакторам, а затем вновь возобновилось. В Великобритании программа развития быстрых реакторов испытывает затруднения в связи с решением о концентрации усилий на строительстве легководных и усовершенствованных газоохлаждаемых реакторов. В США официально строительство АЭС с быстрым реактором приостановлено, но на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы выделено 500 млн. долл./год.

Из трех действующих в мире опытно-промышленных быстрых реакторов (советского, французского и английского) только БН-350 в 1977 г. работал устойчиво и безаварийно, оставаясь самым мощным быстрым реактором. Французский «Феникс» и английский PFR длительное время из-за разных причин находились в ремонте или работали на неполной мощности.

Во Франции продолжается строительство АЭС с «Суперфеникс-1», совершенствуются проекты двух АЭС с «Суперфеникс-2» (начало строительства 1981—1982 гг., окончание — 1995 г.). Мощность «Суперфеникс-2» будет (из экономических соображений) несколько больше мощности «Суперфеникс-1», коэффициент воспроизводства увеличится с 1,2 до 1,3, на 30% повысится выгорание топлива, будет улучшено выравнивание распределения мощности, уменьшится скорость изменения реактивности.

Проект английского CFR получил новое название — CDFR (коммерческий демонстрационный быстрый реактор). Разработана конструкция закрепленной активной зоны этого реактора вместо свободной.

На критической сборке ZEBRA в 1977 г. изучалась активная зона больших быстрых реакторов в рамках англо-западногерманской программы BIZET, 1978 г. был отведен для исследования гетерогенной активной зоны. Затруднения с восприятием общественным мнением атомной энергии тормозят разработку быстрых реакторов в ФРГ, тем не менее бундестагом одобрен отчет об их безопасности и экономических аспектах. Строительство SNR-300 вступает в завершающую стадию. В октябре 1977 г. реактор КНК II достиг критичности с быстрой активной зоной, в 1978 г. предполагается выйти на полную мощность. Продолжается проектирование коммерческого SNR-2, строительство которого будет начато после того, как некоторое время работает SNR-300.

В Япониипущен экспериментальный реактор JOYO. Заканчивается выбор места и лицензирование опытно-промышленного реактора MONJU. Выход в критическое состояние предполагается в 1985 г.

Дебаты о развитии ядерной энергетики в Италии подтвердили ее необходимость для экономики страны. Строительство легководных реакторов принято на ближайшую перспективу, и сотрудничество с Францией в разработке быстрых реакторов одобрено в качестве долгосрочной перспективы. NIRA производит для «Суперфеникс-1» оборудование по стоимости, равной одной трети стоимости всей АЭС. Дата пуска реактора РЕС не определена из-за трудностей в лицензировании.

Представитель США сообщил, что в соответствии с последними оценками для удовлетворения потребностей в ядерной энергетике к 2000-му году потребуется ~2 млн. т U_3O_8 . В настоящее время разведанные запасы в США составляют 4 млн. т U_3O_8 по 110 долл./кг. Поэтому необходимость развития быстрых реакторов в стране имеет меньшую остроту. Однако исследовательская программа по быстрым реакторам выполняется на прежнем уровне, ведется тщательная разработка натриевого оборудования, завершается строительство FFTF. Предполагается проведение «концептуальных» исследований (рассчитанных на 30 мес) быстрых реакторов мощностью 650—900 МВт (эл.) с интегральной, петлевой и гибридной компоновками. Отмечается связь развития ядерной энергетики (в том числе на быстрых реакторах) с результатами проводимой в настоящее время международной оценкой ядерного топливного цикла и в первую очередь с выводами, касающимися укрепления мер по нераспространению ядерного оружия.

11-е заседание МРГБР рекомендовало провести в 1979 г. следующие совещания специалистов:

1. Термодинамика ТВС быстрых реакторов в нормальных условиях и при съеме остаточного тепла (февраль, Карлсруэ, ФРГ).

2. Теоретическое моделирование погедения топлива быстрых реакторов (май, Париж, Франция).

3. Углерод в натрии (октябрь, Харуэлл, Великобритания).

4. Сильфоны для натриевых систем (ноябрь, Япония).

МРГБР принимает меры для координации между-

народных совещаний по быстрым реакторам. В целях исключения распыления усилий по многим совещаниям и для обеспечения необходимого международного представительства были обсуждены условия поддержания МРГБР крупных международных совещаний. МРГБР пришла к выводу, что настало время в рамках МАГАТЭ приступить к изучению безопасности быстрых реакторов с последующей активизацией деятельности в этой области.

инютина Е. И.

Канадско-советский семинар по электронной аппаратуре систем контроля и управления АЭС

Семинар состоялся в апреле 1978 г. в Чок-Риверской ядерной лаборатории (Канада). На нем было зачитано 22 доклада и сообщения как по общим вопросам построения систем контроля и управления АЭС, так и по проектированию различных подсистем реакторной аппаратуры (систем внутриреакторного контроля ВРК, контроля герметичности оболочек тзволов КГО, контроля радиационной безопасности КРБ, управления и защиты СУЗ и др.).

Основное внимание на семинаре было уделено использованию ЭВМ в системах контроля и управления реакторами и АЭС и при проектировании реакторной аппаратуры. Общие концепции построения систем управления и защиты реакторов CANDU описаны в докладах А. Китса, Е. Хинчли и Н. Яновского (Канада). Система контроля и управления — централизованная, она построена на базе сдвоенной управляющей цифровой вычислительной машины, осуществляющей функции контроля, управления и аварийной сигнализации по всем основным агрегатам АЭС (реактору, парогенератору, турбине и т. п.). Автономна от ЭВМ только система аварийной защиты, построенная на традиционных аналоговых приборах по принципу «два из трех» для достижения высокой степени надежности.

Опыт промышленной эксплуатации двухмашинной системы управления, в основном по данным АЭС «Пикеринг», показывает, что недогоработка энергии по причине отказов системы управления менее 0,2%, т. е. коэффициент готовности составляет 99,89%. Это свидетельствует о правильности выбранной концепции и структуры системы управления на базе двух резервирующих одна другую ЭВМ. Одномашинная система имела бы по крайней мере на порядок меньшую надежность и была экономически нецелесообразной. Трехмашинная система также была бы экономически не оправданной, так как незначительное повышение выработки электроэнергии не окупит расходы на введение третьей ЭВМ. AECL (Канадское акционерное общество по атомной энергии) предполагает внедрять на своих АЭС подобную систему управления в течение ближайших 10 лет.

В качестве перспективной рассматривается мультипроцессорная система контроля и управления АЭС с распределенной архитектурой и связью по телевизионному кабелю (доклады Л. Уоткинса и А. Капеля). Предполагается, что система обеспечит высокую надежность, достаточную для выполнения всех функций контроля и управления АЭС (в том числе аварийной защиты). На первом этапе разработки для проверки основных принципов предусмотрено создать систему

сбора и обработки данных, которая свяжет в единое целое экспериментальные установки и вычислительный центр Чок-Риверской лаборатории.

Мысль о тесной взаимосвязи технологического и информационно-управляющего контуров АЭС и необходимости их взаимного согласования и совместного проектирования с ранних этапов разработки развивается в докладе В. В. Матвеева и др. «Общие вопросы построения комплекса аппаратуры контроля и управления реакторов АЭС». В нем же приводится структура и состав технических средств основных подсистем реакторной аппаратуры — ВРК, КГО, КРБ и СУЗ.

Нейтронный поток и энерговыделение на канадских реакторах контролируют исключительно эмиссионными детекторами с эмиттером из ванадия, кобальта и платины (доклад К. Аллана). Число и место расположения детекторов в активной зоне выбирают из соображений о необходимости контроля и стабилизации первых радиальной, аксиальной и азимутальной и второй азимутальной гармоник нейтронного потока, из соображений симметрии и запаса на случай выхода детекторов из строя (доклад Ф. Макдонаела). В канадских системах в отличие от советских не разделяют контроль на абсолютный и относительный и на контроль по радиусу и высоте. Здесь четко разграничены детекторы, с помощью которых управляют общей мощностью реактора и ее распределением по активной зоне (28 чувствительных быстродействующих платиновых детекторов), и детекторы, с помощью которых рассчитывают поля энерговыделения (102 нейтронно-чувствительных медленодействующих ванадиевых детектора в CANDU-600).

Температуру теплоносителя в активной зоне CANDU измеряют с помощью термосопротивлений. Сигналы от детекторов, определяющих нейтронный поток и температуру, поступают на воронкующие преобразователи и вводятся в ЭВМ, где используются для контроля, сигнализации, управления и частично защиты реактора. Есть программы расчета полей распределения нейтронного потока и энерговыделения по активной зоне и программы управления этими полями с помощью управляющих органов четырех родов — 14 жидкокристаллических поглотителей с легкой водой, 21 компенсационного стержня, 4 управляющих стержней и введения в замедлитель бора или гадолиния (доклады Е. Хинчли и Р. Лепша).

Унифицированная система внутриреакторного контроля отечественных ВВЭР описана в докладе Г. Л. Левина и др. Система собирает информацию от датчиков в активной зоне реактора (детекторы нейтронного потока и температуры) и в первом контуре (расход,