

Некоторые итоги работы КНТС по быстрым реакторам ПК СЭВ атомэнерго

Координационный научно-технический совет (КНТС) был создан в мае 1972 г. На первом его заседании были обсуждены основные принципы международного научно-технического сотрудничества и согласован Рабочий план на 1972—1975 гг. по темам: теплофизика, гидродинамика и физика быстрых реакторов, натриевая технология, разработка и испытание отдельных приборов и оборудования.

Для распространения опыта разработки и эксплуатации реакторных установок с быстрыми реакторами и проведения экспериментов на стендах и критических физических сборках в рамках КНТС в СССР проведены семинар по созданию и освоению установок с быстрыми реакторами на основе опыта работы БОР-60 (1972 г.), симпозиум «Состояние и перспективы работ по созданию АЭС с быстрыми реакторами» (1973 г.), совещания по методам и программам физических расчетов (1974 г.), по ядерным данным (1974 г.) и аспектам безопасности парогенераторов натрия — вода (1975 г.).

В 1972—1975 гг. выполнены совместные работы, среди которых разработка и испытание модульного парогенератора мощностью 30 МВт на БОР-60 (СССР, Чехословакия); исследование полей температуры и расходов теплоносителя в моделях кассет (Польша, СССР, Чехословакия); цикл исследований по интенсификации теплообмена в зоне ухудшенного теплообмена в испарителях парогенераторов натрия — вода (СССР, Чехословакия). Следует отметить разработку и испытание первых образцов электродитических ячеек для контроля кислорода в натрии и водорода в газе (ГДР, СССР), разработку и изготовление осцилляторов и аппаратуры к ним, с помощью которых проведен цикл измерений на критической сборке «Кобра» и БОР-60 (ГДР, СССР); разработку и изготовление аппаратуры (спектрометров, водородных счетчиков и др.) и проведение измерений нейтронных спектров на критических сборках (ГДР, Польша, СССР). Подготовлен и выпущен каталог экспериментального оборудования натриевых стендов.

В апреле 1976 г. согласован Рабочий план международного научно-технического сотрудничества на 1976—1980 гг., конечной целью которого является создание предпосылок для сооружения реакторной установки большой мощности. Рабочий план включает теоретические и экспериментальные исследования по теплофизике, гидродинамике и физике быстрых энергетических реакторов с натриевым теплоносителем, проектно-конструкторские разработки, разработку опытных образцов приборов, оборудования. По темам Рабочего плана выданы технические задания, по трем

из них завершается подготовка научно-технических договоров: 1) разработка и создание парогенератора для реакторной установки большой мощности (СССР, Чехословакия); 2) разработка и испытание измерительных приборов для контроля кислородных и водородных загрязнений в натриевых контурах (ГДР, СССР); 3) фундаментальное исследование и разработка методов и приборов для обнаружения течи воды в натрий и кипячения натрия в реакторах с натриевым охлаждением (ГДР, СССР). В десятой пятилетке в рамках КНТС и в плане подготовки к конкретной работе по БН-1600 делегация СССР передала странам — членам СЭВ доклад и технико-экономические обоснования АЭС с БН-1600, перечень основных компонентов реакторной установки подобного типа, технические задания на отдельные приборы и оборудование (в том числе на парогенератор), перечень и краткие аннотации норм, правил, действующих или разрабатываемых в СССР по быстрым реакторам. Выпущен каталог имеющихся в странах — членах СЭВ экспериментальных стендов и критических физических сборок, на которых могут проводиться совместные работы, что позволит лучше использовать стенды и при необходимости принять решение о создании новых. Достигнутые результаты по отдельным разделам плана научно-технического сотрудничества таковы.

Разработка приборов и оборудования. В марте 1977 г. в ГДР состоялось совещание специалистов стран — членов СЭВ (ГДР, Польша, СССР, Чехословакия), на котором подведены итоги совместной работы по технологии натриевого теплоносителя, приборам контроля примесей и коррозии металлов в натрии, по изучению течей воды в натрии. В 1976—1977 гг. разработаны и испытаны лабораторные образцы приборов контроля водорода и кислорода в аргоне и кислороде в натрии (ГДР, СССР), выполнен цикл акустических измерений на лабораторных установках по контролю течей воды в парогенераторах (ГДР, СССР). Ведется разработка унифицированного измерительного байпаса для отработки и ресурсной проверки в промышленных условиях опытных образцов приборов контроля кислорода в натрии, водорода в газе (ГДР, СССР при участии Польши). Специалисты ГДР и СССР провели с помощью акустических методов эксперименты по изучению кипения натрия. Для этого в ГДР был сооружен натриевый стенд, разработаны пьезоэлектрические датчики давления, подготовлена аппаратура для записи сигналов. В СССР при участии ГДР выполнены два эксперимента по исследованию кипения натрия на БОР-60, для чего был разработан и изготовлен специальный «кипящий канал» и создана

система измерений. Для контроля состояния сборок обрабатывается методика, основанная на анализе тепловых шумов. С этой целью специалисты Венгрии и СССР провели в 1976 г. в СССР второй этап исследований на 37-стержневой модели тепловыделяющей сборки. В СССР совместно со специалистами Чехословакии продолжается испытание парогенератора, сделанного в Чехословакии. Сотрудничество по разработке парогенераторов успешно развивается. В 1977 г. в Чехословакии изготовлен первый штатный парогенератор для БН-350.

Коррозия в натрии. В 1976—1977 гг. в СССР выполнены расчетно-экспериментальные исследования по влиянию неметаллических примесей (кислорода, азота) на процессы переноса масс. Ведется разработка физико-химических основ коррозии конструкционных материалов в натриевом теплоносителе. Проведены ресурсные коррозионные испытания перлитных сталей 12Х2М и 12Х2МФ в неизотермическом потоке натрия при 550° С. Исследована кинетика выхода углерода из сталей. В Чехословакии изучаются процессы переноса масс и растворимости исследуемых сталей, проведены длительные испытания отечественных сталей и сталей иностранных марок в натрии с различным содержанием кислорода и углерода.

Физические расчеты. Специалистами стран — членов СЭВ выполнены тестовые расчеты быстрого реактора по одно- и двумерной моделям. Эта работа позволила оценить результаты, полученные по разным программам. Принято решение провести расчеты по более сложным тестам, обменяться программами для создания библиотеки унифицированных программ расчета. В 1975 г. состоялось второе совещание по оценке ядерных данных, на котором специалисты обменялись мнениями по методике оценки, определению погрешностей оцененных ядерных данных, а также дальнейшему сотрудничеству. Выполняя решение совещания, специалисты Болгарии и СССР работают на ИБР-2 в Дубне, обмениваются информацией по данной теме со всеми странами — членами СЭВ.

Эксперименты по физике реакторов. Специалисты ГДР и СССР выполнили тематический план и согласовали новый по разработке методов и устройств для исследования динамики быстрых реакторов осцилляторным методом. Применение осциллятора, изготовленного в ГДР, позволило в сжатые сроки уточнить динамические характеристики активной зоны БОР-60. В результате совместной деятельности специалистов ГДР, Польши и СССР созданы спектрометры нейтронов с водородсодержащими счетчиками, отработана методика изучения спектров нейтронов в быстрых критических сборках и проведены совместные исследования на БФС (СССР). Специалисты Чехословакии разработали литиевый спектрометр и испытали его на критической сборке в ГДР. Специалисты Румынии разработали методы измерения нейтронных спектров, специалисты СССР и Чехословакии закончили исследования по прохождению нейтронов через неоднород-

ные узлы защиты и трубопроводы с натрием и составили рекомендации, которые будут использоваться для проектирования защиты быстрых реакторов. В 1975—1976 гг. новым усовершенствованным осциллятором и аппаратурой, изготовленными специалистами ГДР, выполнен цикл измерений «центральных» коэффициентов реактивности различных материалов в нескольких сборках физического стенда в СССР, проведены эксперименты по определению σ_c/σ_f для топливных материалов. Развиваются расчетные методы обработки экспериментальной информации.

Теплофизика и гидродинамика активной зоны. Для изучения гидродинамических особенностей системы параллельных каналов разной геометрии в СССР проведены экспериментальные исследования на жидкометаллических теплоносителях с использованием электромагнитного метода измерения скоростей. Цель исследований состояла в изучении отличия распределения скоростей в правильных ячейках взаимосвязанных систем от распределения скоростей в изолированных каналах. В Чехословакии на 19-твэльной сборке закончен этап исследований влияния смещения центрального стержня правильной решетки на локальные гидродинамические характеристики. Проведены исследования температурных полей периферийных элементов на модельных сборках быстрого реактора (типа БН-600), расположенных в правильной и искаженной геометриях. Результаты обрабатываются.

В Чехословакии подготовлена модельная сборка тепловыделяющей кассеты БН-600, на которой намечено комплексно исследовать гидродинамические характеристики (влияние шага оребрения, эффект межканального перемешивания, местные гидротери и т. п.). Экспериментальные исследования гидродинамики и теплообмена для кассет твэлов дополняются расчетными.

Выводы. Опыт 6-летней деятельности КНТС, а также совещания специалистов позволили определить тематику совместных исследований по быстрым реакторам с учетом возможностей и интересов каждой страны. Благодаря встречам делегаций стран на заседаниях КНТС и на совещаниях стало возможным оперативно координировать исследования, находить оптимальные решения отдельных вопросов. Деятельность специалистов стала более целенаправленной. Результаты работы по отдельным проблемам обсуждаются на совещаниях специалистов стран — членов СЭВ.

Большое значение имеет регулярная информация, подготавливаемая СССР, о работе БОР-60, БН-350 и о разработке БН-600.

КНТС на 12-м заседании определил темы, на которых предстоит концентрировать усилия: выбор и обоснование основных технических решений и параметров БН-1600, разработка отдельных её систем и оборудования; разработка и создание надежных парогенераторов натрия — вода, а также приборов для контроля технологических параметров реакторных установок на быстрых нейтронах.

ЦУРКОВ В. Т.