

автоматизированный γ -спектрометрический комплекс, созданный на базе анализатора импульсов АИ-4096-3М и мини-ЭВМ «Электроника-100», где в качестве звена сопряжения использован канал передачи данных ВЕКТОР (С. С. Курочкин и др.). Эксплуатация спектрометрического комплекса показала, что внедрение его в практику аналитического контроля позволило значительно увеличить производительность труда измерителей, повысить точность и объективность анализа, увеличить производительность измерительного оборудования.

Часть докладов этого направления была посвящена приборному обеспечению измерений в космическом пространстве ультрафиолетового и рентгеновских излучений, заряженных частиц и молекулярных потоков, а также плазменных измерений. В некоторых докладах описывались конкретные приборы и системы, используемые на искусственных спутниках Земли и на космических станциях, направленных к Луне, Венере, Марсу.

Рост роли ионизирующих излучений в биологических исследованиях потребовал развития парка специфичных приборов. Представленные доклады свиде-

тельствовали об эффективности метода «меченых атомов», основанном на применении низкоэнергетических β -излучателей трития и углерода-14.

Как показал семинар, дальнейшее развитие ядерного приборостроения в общем процессе повышения технического уровня приборов связано с развитием логических функций аппаратуры, расширением использования мини- и микро-ЭВМ в составе аппаратурных комплексов, внедрением в аппаратуру процессоров и запоминающих устройств, созданием наборов дисплеев и других современных средств отображения информации.

Прошедший семинар дал много интересной информации и оказался весьма результативным благодаря насыщенной научной программе, дискуссиям и личным встречам специалистов. Участниками было высказано мнение о целесообразности систематического проведения семинаров по тем или иным направлениям или отдельным проблемам ядерного приборостроения.

Материалы семинара опубликованы в 1977 г. Атомиздатом в сборнике «Вопросы атомной науки и техники. Ядерное приборостроение», вып. 34—35, том I и II. ДНЕПРОВСКИЙ И. С.

Совещания и семинары

Международной рабочей группе по быстрым реакторам МАГАТЭ — 10 лет

В конце марта 1977 г. в штаб-квартире МАГАТЭ в Вене состоялось очередное ежегодное совещание Международной рабочей группы по быстрым реакторам (МРГБР). Такую группу 10 лет назад МАГАТЭ организовало в целях содействия международной координации в разработке быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем. В ее состав вошли представители СССР, Англии, Франции, ФРГ, Италии, США и Японии — стран с наибольшими национальными программами по быстрым реакторам.

В МРГБР определено несколько путей международной координации. Рабочая группа ежегодно собирается на совещаниях, целями которых являются обзор и обсуждение состояния национальных программ. Рабочая группа обсуждает и рекомендует темы для международных симпозиумов и конференций по жидкометаллическим быстрым реакторам-размножителям. По рекомендации рабочей группы регулярно (3—4 раза в год) организуются совещания с ограниченным числом специалистов (15—20 чел.) по наиболее актуальным, но узким практическим и теоретическим вопросам проектирования и эксплуатации энергетических быстрых реакторов. В результате обсуждений на ежегодных заседаниях, а также совещаниях, рекомендованных ею, возникают предложения о проведении совместных работ (сравнение расчетных или экспериментальных методов, подготовка согласованных справочников и руководств и т. п.).

С начала существования рабочей группы под ее покровительством или при участии было проведено свыше 40 международных совещаний. Среди них симпозиумы МАГАТЭ по инженерным вопросам быстрых реакторов с натриевым охлаждением (1970 г., Монако), по топ-

ливу и твэлам для быстрых реакторов (1973 г., Брюссель), по физике быстрых реакторов (1973 г., Токио), совещание специалистов по парогенераторам для быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем (1974 г., Бенсберг) и др. В апреле 1978 г. в Болонье (Италия) намечается провести симпозиум МАГАТЭ по проектированию, строительству и опыту эксплуатации опытно-промышленных быстрых реакторов МРГБР на прошедшем заседании рассмотрела программу этого симпозиума и дала МАГАТЭ предложения по его проведению.

По рекомендации МРГБР страны — члены рабочей группы провели 25 совещаний специалистов. В их числе совещания по вопросам взаимодействия натрия с водой, поведения продуктов деления и коррозии в первых контурах быстрых реакторов, детектирования поврежденных оболочек твэлов, разработки и применения поглощающих материалов для быстрых реакторов, расчета фактора горячего канала и др.

10-е заседание МРГБР наметило следующие вопросы для обсуждения в 1978 г.: «Очистка оборудования АЭС от натрия и радиоактивности» (февраль, США), «Детектирование и локализация течей в парогенераторах быстрых жидкометаллических реакторов» (июнь, СССР) и «Натриевые пожары и их предотвращение» (октябрь, Франция).

Совещания специалистов проходят в научно-исследовательских центрах, где участники знакомятся с достижениями принимающей стороны по тематике совещания. Каждое совещание завершается обсуждением и принятием согласованных «Заключений и рекомендаций», отражающих современное состояние рассматриваемой проблемы. Итоговый отчет включает тексты

представленных докладов, краткий обзор докладов и дискуссий, заключения и рекомендации.

Наибольшее внимание, как уже было сказано, уделяется обзорам национальных программ стран — членов группы. В докладе советской делегации на 10-м заседании указывалось, что в 1976 г. отмечалась устойчивая безаварийная работа реактора БН-350 на мощности 650 МВт (тепл.). Продолжались работы по сооружению БН-600. Велись предварительные разработки БН-1600. Продолжались усилия в смежных областях науки и техники по разработке для быстрых реакторов-размножителей усовершенствованного топлива, оборудования, приборов, методов и средств расчета. В докладе приводились данные об эксплуатации реакторов БР-10, БОР-60 и БН-350. Отмечалось также, что продолжают работы по исследованию применения газовых теплоносителей.

Французская делегация сообщила, что в отдельных тепловыделяющих сборках реактора «Феникс» выгорание топлива достигло 66 000 МВт сут/т при проектных 50 000 МВт сут/т. Закачивается ремонт промежуточных теплообменников «Феникса». Реактор «Рапсодия» в ноябре 1976 г. остановлен на модернизацию и будет введен в строй в ближайшее время. Реактор «Супер-Феникс» строится. Ведется разработка следующего типа быстрых реакторов на 1800 МВт (эл.). Возлагаются надежды на улучшение экономических показателей применением в новых реакторах концепции так называемой гетерогенной активной зоны. Предполагается осуществлять выгрузку отработавших тепловыделяющих пакетов без предварительной выдержки в реакторе.

По совместной франко-западногерманской программе осуществляется пуск теплового реактора CABRI, предназначенного для испытания твэлов в условиях, близких к условиям быстрого реактора. По франко-итальянской программе строится установка большой мощности «Эсмеральда» для исследования методов тушения натриевых пожаров.

В Англии ассигнования на развитие быстрых реакторов в 1976 г. оставались на прежнем уровне — 50 млн. ф. ст. Реактор DFR остановлен на демонтаж. Перед его остановкой в экспериментальных петлях вызывалось кипение натрия, а затем увеличением расхода теплоносителя реактор возвращался в нормальный режим работы. С середины 1976 г. реактор PFR работал на мощности 150 МВт (эл.) [500 МВт (тепл.)] на трех петлях. До этого времени было ликвидировано 10 течей в парогенераторах (на 10 000 сварных швов). К концу 1976 г. появились признаки новой течи. В конце февраля 1977 г. реактор был выведен на короткое время на 100%-ную тепловую мощность (600 МВт) и 80%-ную электрическую (200 МВт) и остановлен на перегрузку. В перегревателе зарегистрирована течь. Продолжается проектирование реактора CFR. За 1976 г. существенных изменений в ранее разработанном проекте не произошло. Выполняется англо-западногерманская программа BIZET по экспериментальному определению физических характеристик больших плутониевых активных зон (>1400 кг).

В ФРГ продолжается строительство реактора SNR-300. Возведены почти все здания, кроме реакторного, которое достраивается. Достижение критического состояния реактора намечено на 1981 г., энергетический

пуск — на 1982 г. Продолжается проектирование SNR-2, проектная мощность которого снижена с 2000 до 1300 МВт (эл.). В Хенгело (Нидерланды) испытывается парогенератор на 500 МВт.

Представители ФРГ отметили, что продолжительное успешное сотрудничество в рамках МРГБР сделало возможным организацию второго посещения Советского Союза специалистами Западной Германии для обмена мнениями о перспективах развития быстрых реакторов.

В Японии 24 апреля 1977 г. реактор «Дзее» выведен в критическое состояние. Завершается рассмотрение возможности увеличения его мощности с 50 до 70 МВт (тепл.). Конструируется специальная активная зона для этого реактора, предназначенная для опытов по облучению топлива и материалов. Реактор «Мондзю» проектируется. Ожидается получение разрешения лицензионных органов на его строительство. Изучается распределение потоков внутри бака на уменьшенной в два раза модели реактора. Проводятся ресурсные испытания второго парогенератора на 50 МВт.

Итальянская программа по быстрым реакторам в большой степени связана с французской программой. Что касается итальянского быстрого реактора PЕС, то получение разрешения на его строительство встретило большие трудности.

Представитель США сделал сообщение, в котором содержатся следующие сведения. На развитие жидкометаллических реакторов-размножителей в США на 1978 фин. год запрошено 656 млн. долл. (на уровне 1977 г.). Сооружение реактора FFTF завершено на 68%. Полным ходом идет конструирование и изготовление образцов топлива и материалов для будущих экспериментов. Завершение строительства намечено на 1978 г., достижение критического состояния — на 1979 г. и вывод на мощность — на 1980 г. АЭС в Клинтч-Ривере находится на стадии проектирования и лицензирования. Инженерная часть проекта готова на 40%, заказано 65% наиболее трудоемкого оборудования, замедлились темпы подготовки строительной площадки. Достижение критического состояния предполагается в середине 1984 г. В 1988 г. намечено пустить пилотный завод по переработке отработавшего топлива. Работы по эскизной проработке прототипного большого реактора PLBR в конце 1977 фин. года прекратятся, дальнейшее проектирование АЭС будет отложено.

Обсуждение проблемы топливного цикла на совещании показало, что в странах — членах МРГБР ведется интенсивная работа по совершенствованию методов переработки отработавшего топлива. В основу методов ставятся максимально оправданная автоматизация технологического процесса и продолжительность внешнего топливного цикла не более одного года.

МРГБР поддерживает контакты с другими международными организациями: Агентством по атомной энергии Организации экономического сотрудничества и развития и Комиссией европейского сообщества через их представителей в группе, что способствует координации деятельности в области разработок быстрых реакторов с натриевым теплоносителем. Таким образом, она является одной из эффективных форм научно-технического сотрудничества в рамках МАГАТЭ.

ИННЮТИН Е. И.