

В ИАТЭ планируется подготовка инженеров разных специальностей, но в первую очередь для обеспечения кадрами предприятий ядерной энергетики. Наибольшее число студентов планируется обучать по специальности «Атомные электростанции и установки», будут готовиться специалисты по физико-энергетическим установкам, автоматизированным системам управления (с учетом нужд

ядерной энергетики) и ряду других специальностей.

Создание нового института позволит значительно повысить подготовку инженеров для новой бурно развивающейся отрасли народного хозяйства нашей страны — ядерной энергетики.

СЕРЕДА Г. А.

СЭВ: дневник сотрудничества

Восьмое заседание Генерального совета Международного хозяйственного объединения «Интератомэнерго» состоялось в Москве 11—13 декабря 1979 г. В нем приняли участие полномочные представители «Интератомэнерго» — руководители хозяйственных организаций Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР, СФРЮ и Чехословакии, занимающихся развитием ядерной энергетики и атомного машиностроения, сотрудники Секретариата СЭВ, представители международных хозяйственных объединений «Интератоминструмент», «Интерэлектро», «Интертекстильмаш», Всесоюзного объединения «Изотоп» и других организаций. Председательствовал на заседании Полномочный представитель члена «Интератомэнерго» от СССР заместитель министра энергетики и электрификации СССР, председатель Генерального совета Ф. Я. Овчинников.

С докладом о совершенствовании деятельности МХО «Интератомэнерго» и повышении эффективности его работы выступил Генеральный директор Объединения Н. Д. Мальцев. Он ознакомил участников заседания с основными направлениями совершенствования деятельности МХО «Интератомэнерго» по развитию многосторонней специализации и кооперирования производства и взаимных поставках оборудования для АЭС на 1981—1990 гг. На заседании выступил президент АН СССР А. И. Александров, отметивший, что на первый план в энергетическом обеспечении стран — членов СЭВ выдвигается развитие ядерной энергетики. Осуществление разработанной

братскими странами совместной программы создания АЭС даст прирост мощностей, который составит более трети всего настоящего потенциала электроэнергетики европейских стран — членов СЭВ и Кубы. Успех реализации Программы зависит прежде всего от обеспечения АЭС оборудованием. В этих целях на XXXIII сессии СЭВ было подписано Соглашение о многосторонней международной специализации и кооперировании производства и взаимных поставках оборудования для АЭС на 1981—1990 гг. Новое соглашение будет способствовать еще более тесному сотрудничеству стран — членов СЭВ.

Были рассмотрены работы по реализации Программы создания единых норм и требований (стандартов) на производство и эксплуатацию энергетического оборудования для АЭС, выполнение мероприятий Программы по максимально возможному развитию атомного машиностроения в странах — членах СЭВ и СФРЮ, заслушана информация о ходе работ по созданию Учебного центра с тренажерами ВВЭР-1000 при Нововоронежской АЭС. Согласован перспективный план проведения семинаров по обмену опытом на 1981—1985 гг. и утвержден план работы МХО «Интератомэнерго» на 1980—1981 гг. Рассмотрены также другие вопросы по организации кооперирования производства, поставок оборудования и оказанию технического содействия в сооружении АЭС в странах — членах СЭВ. Принято решение, направленное на дальнейшее углубление и развитие сотрудничества.

АГРАНОВИЧ М. Б.

Конференции, симпозиумы, школы

Международный симпозиум по физике быстрых реакторов

Очередной симпозиум по физике быстрых реакторов состоялся в Экс-Провансе (Франция) в сентябре 1979 г. (предыдущий проходил в Японии в 1973 г.). Тематика докладов концентрировалась вокруг физических аспектов активных зон быстрых реакторов (вопросы защиты и констант не рассматривались). В симпозиуме участвовали представители всех ведущих стран, занимающихся (или интересующихся) разработкой быстрых реакторов для энергетических целей. В 60 докладах рассмотрены следующие темы: физика обычных активных зон больших быстрых энергетических реакторов; физика эксплуатируемых быстрых реакторов; физика выгорания; экспериментальные исследования гетерогенных активных зон; усовершенствование и оптимизация.

По первой теме было представлено 19 докладов. Следует отметить обстоятельный доклад французских специалистов об основных нейтронно-физических характеристиках строящегося реактора «Суперфеникс-1». Рассмотрены метод определения начального обогащения, процедура вывода реактора в установившийся режим работы, зависимость основных характеристик реактора от изотопного состава

плутониевого топлива; приводятся основные параметры активной зоны.

В значительной части работ анализируются экспериментальные данные, полученные на критических сборках, моделирующих реакторы с традиционной активной зоной. Такими являются, например, большие плутониевые сборки ZPPR (США), где изучалась модель реактора-размножителя на 700 МВт (эл), большие плутониевые сборки стенда ZEBRA—BZA, критические сборки стенда MASURCA в обоснование итальянского реактора PEC. В этих работах представлены результаты расчетов и измерений критических параметров, полей энерговыделения, пустотного натриевого эффекта реактивности, эффективности стержневой.

Данные американских специалистов показывают, что расчет дает более высокие значения для $K_{эф}$ (на 1,5%), для эффективности стержневой (на 3—10%), для величины натриевого пустотного эффекта реактивности (на 15—20%), измеренные значения распределения скоростей делений в пределах одного-трех процентов согласуются с расчетными.

Несколько докладов посвящено изучению эффективности системы регулирующих стержней, эффектов интерференции, влияния конфигураций расположения компенсирующих стержней на поле энерговыделения. Отметим, что эффекты интерференции на уровне 10% предсказываются расчетом с точностью $\pm (1-2)$ абс. %.

В докладах советских и японских специалистов рассматривались вопросы, связанные с точностью прогнозирования физических характеристик реакторов на основе анализа экспериментов на критических сборках. Проблема моделирования больших энергетических реакторов еще остается в повестке дня исследователей. Показано, например, что точность предсказания нейтронно-физических характеристик реактора объемом 10 000 л существенно зависит от размеров модели (точность улучшается вдвое при переходе от модели объемом 2000 л к модели объемом 5000 л).

Исследования физических аспектов безопасности реакторов рассматривались в шести докладах. Английские специалисты оценили пригодность расчетных методов для расчета эффекта Доплера на основе анализа экспериментов на реакторе SEFOR и критических сборках FCA и ZEBRA. С использованием ядерных констант FGL-5 неопределенность расчетов составляет ~18% для реактора с натрием и ~25% для реактора без него. Так же подробно были проанализированы погрешности предсказания натриевого пустотного эффекта реактивности. В докладах советских и американских специалистов дан анализ эффектов реактивности, возникающих при различных деформациях активной зоны, вызванных гипотетической аварией. Английские специалисты исследовали эффекты реактивности, появляющиеся при попадании водородсодержащих материалов в активную зону. В работе японских специалистов рассмотрено влияние гетерогенной структуры газового быстрого реактора на величины доплеровского и других эффектов реактивности. В частности, показано, что расчетная величина эффекта реактивности при попадании водорода в быстрый газовый реактор изменяется вдвое при переходе от 26 энергетических групп к 70.

По вопросам физики эксплуатируемых быстрых реакторов было представлено шесть докладов. Наиболее интересная информация содержалась в работах об экспериментальных реакторах EBR II (США), PFR (Великобритания), FFTF (США), YOYO (Япония), KNK (ФРГ). На реакторе EBR II применены вставки из бериллия, которые позволяют поднять энергонапряженность на периферии реактора. Значительное внимание уделялось уточнению нейтронных и γ -полей. Даны результаты последних расчетов реактора. На реакторе PFR исследовались величины мощностного эффекта реактивности. Реактор FFTF готовится к пуску. Приводятся результаты расчетов его физических характеристик. Японский реактор YOYO недавно вступил в эксплуатацию. Авторы сообщили о результатах физических исследований при его пуске. Реактор KNK II является модернизацией теплового исследовательского реактора KNK I (ФРГ). Приводятся его различные физические параметры, рассчитанные и измеренные во время пуска и первого этапа работы на мощности.

По физике выгорания в быстрых реакторах наибольший интерес представляют доклады французских специалистов. Они посвящены анализу облученного топлива в реакторе «Феникс», определению отношений сечений важнейших изотопов по результатам облучений в реакторе «Феникс» и изучению нейтронного баланса на критических сборках MASURCA во вставках с повышенным содержанием тяжелых изотопов плутония. Эти исследования позволили измерить коэффициент воспроизводства в реакторе «Феникс»,

который в пределах экспериментальных ошибок совпал с расчетной величиной, и получить важную информацию о сечении взаимодействия нейтронов с изотопами плутония, америция и других элементов. Об исследованиях некоторых рабочих характеристик быстрого реактора на критической сборке ZEBRA сообщено в докладе английских специалистов. Изучены сечения захвата в ^{241}Am и ^{243}Am для уточнения предсказания накопления ^{242}Cm и ^{244}Cm . Исследовано влияние накопления плутония в радиальном экране на характеристики активной зоны, измерено временное распределение остаточного тепловыделения осколков, обусловленного γ -излучением и т. п.

Об экспериментальных исследованиях гетерогенных активных зон быстрых реакторов сообщили японские, английские, американские специалисты. Этим вопросам посвящены также работы, выполненные в рамках международных программ RACINE на стенде MASURCA и BIZET на стенде ZEBRA. Исследовались активные зоны с аксиальной, радиальной и «пятнистой» гетерогенностью. Английские специалисты измеряли также поглощенную энергию γ -излучения во внутренних зонах воспроизводства и специальных стальных вставках. Основным результатом этих работ: расчеты гетерогенных композиций по диффузионным программам дают несколько худшие результаты, чем для гомогенных зон, однако введение транспортных поправок позволяет свести погрешности расчета до уровня, имеющего место при расчете гомогенных активных зон.

Наибольшее число докладов (23) было посвящено усовершенствованию и оптимизации больших быстрых энергетических реакторов. Рассматривались конструктивные характеристики таких реакторов с гетерогенными активными зонами и их сравнение с реакторами с традиционными зонами; применение усовершенствованных методов расчета; альтернативные концепции. В ряде стран (США, Франции, Японии) рассматриваются проекты демонстрационных энергетических реакторов мощностью 1000—1800 МВт (эл.) с гетерогенной активной зоной. Выбор гетерогенных зон в большинстве стран обусловлен стремлением повысить безопасность реактора за счет снижения натриевого пустотного эффекта реактивности. Во Франции использование гетерогенных зон рассматривается как перспективный вариант с улучшенными показателями топливного цикла (коэффициента воспроизводства и времени удвоения). В докладах советских специалистов обсуждались возможности улучшения показателей воспроизводства в гетерогенном реакторе при использовании металлического урана во внутренних зонах воспроизводства. Проведена оптимизация характеристик реактора типа БН-1600. Показана возможность сокращения времени удвоения при одновременном использовании плутония и слегка обогащенного урана.

В докладах по методическим вопросам содержится интересная информация о разработке синтетических методов расчета в трехмерной геометрии и приводятся сравнение таких расчетов с двумерными. В одном из докладов специалистов США рассматривается концепция быстрого реактора, работающего в режиме подпитки небогащенным ураном. Интересна конструкция такого реактора, в котором используется металлический уран. Она состоит из двух зон: внутренней — с быстрым спектром нейтронов и наружной — с промежуточным спектром, полученным за счет использования в этой зоне бериллия. В другом докладе США с точки зрения воспроизводства рассматриваются различные ториевые циклы и сравниваются с обычным плутониевым циклом.

КАЗАНСКИЙ Ю. А., МАТВЕЕВ В. И.