

внимание на равномерность распределения теплоносителей по каналам парогенераторов. Исследованы истечение теплоносителя через отверстия, процессы течения влажного пара в соплах и решетках турбин, сепарации и уноса влаги. Изучали теплосъем в испарителях морской воды, его интенсификацию посредством газирования воды, теплообмен в парогенераторах, конденсаторах, тепловых трубах. Были представлены материалы о разработке новых норм расчета котельных агрегатов. Все эти работы прикладного характера.

Около 20 докладов и сообщений посвящено улучшению характеристик и конструкций оборудования. Исследованы конденсационные трубы с интенсификаторами, термосифоны, гидропульсаторы-интенсификаторы обмена, нагреватели вязких сред, некоторые виды тепловых труб, испарители морской воды, вихревые конденсационно-сепарирующие теплообменники и другие виды оборудования. В направлении повышения

надежности работы уделено внимание уплотнениям турбин, суперкавитационным насосам, распределительным коллекторам с турбулизующей вставкой и т. п. Эти работы, имеющие практическое значение, в некоторой своей части вышли за рамки тематики конференции.

На конференции были рассмотрены отдельные вопросы, касающиеся термоакустики в кипящем слое, измерительной техники, волн сжатия в двухфазных средах, эффекта Ранка в двухфазных потоках и др.

Конференция показала, что в теплофизических исследованиях двухфазных потоков имеются заметные успехи. Многие работы выполнены на мировом уровне и представляют большую научную и практическую ценность. Однако еще недостаточна координация некоторых работ.

УШАКОВ П. А., ИВАШКЕВИЧ А. А.

Семинар по надежности ядерных энергетических установок

В октябре 1978 г. в НИКИЭТе проходило 7-е совещание постоянно действующего семинара «Инженерные и экономические аспекты ядерной энергетики». Темой совещания были вопросы надежности при проектировании и эксплуатации ядерных энергетических установок. Методология оценки, статистика и анализ неисправностей. Меры по повышению надежности.

Семинар вызвал большой интерес специалистов. На нем было заслушано 20 докладов по основным направлениям теории и практики надежности энергетических установок. Открывая совещание, академик Н. А. Доллежал отметил, что надежность является одной из главных в ядерной энергетике и что это первый семинар по данной проблеме с таким широким охватом вопросов.

По тематике доклады, представленные на семинар, можно разбить на следующие группы:

методические вопросы количественной оценки показателей надежности оборудования атомных энергетических установок при проектировании и эксплуатации; оценка надежности сосудов и трубопроводов АЭС; анализ фактической надежности оборудования АЭС по данным эксплуатации; надежность элементов активных зон ядерных реакторов;

контроль, диагностирование состояния оборудования АЭС в процессе эксплуатации и пути повышения надежности.

Среди докладов первой группы вызвали интерес сообщения Е. Ф. Полякова о разработке нормативных методических материалов по расчету надежности реакторных установок АЭС и их оборудования; В. С. Емельянова о методике и программе для ЭВМ обработки статистических данных о надежности оборудования АЭС с учетом статистических данных о надежности оборудо-

вания; АЭС с учетом специфики информации; Р. А. Пескова о статистической оценке надежности изделий по текущей информации; В. В. Постникова о технико-экономической оптимизации характеристик теплотехнической надежности РБМК-1000.

Основным во второй группе был насыщенный фактической информацией доклад Б. Т. Тимофеева о статистических характеристиках дефектов и механических свойств сосудов и трубопроводов АЭС и их учете при оценке надежности изделий.

Среди докладов третьей группы следует отметить сообщения С. С. Тулинова и Б. П. Круглова о надежности тепломеханического оборудования АЭС; В. Д. Михайлова о разработке, внедрении и опыте эксплуатации системы сбора статистической информации о надежности оборудования АЭС.

Из докладов четвертой группы представляют интерес обзор В. И. Соляного о надежности твэлов энергетических реакторов; сообщение В. В. Попова о методах оценки вероятности безотказной работы твэлов; В. Н. Сиряпина о статистическом анализе результатов контроля герметичности оболочек твэлов и А. О. Пославского об оценке надежности стержней СУЗ РБМК-1000 по данным эксплуатации.

В рамках пятой группы докладов следует выделить сообщения А. О. Скоморохова о проблеме диагностики состояния элементов установок и Е. К. Безрукова об организации работ по повышению надежности оборудования АЭС на предприятиях Минэнергомаша.

В заключении И. Я. Емельянов отметил, что семинар продемонстрировал возросшее внимание специалистов к вопросам надежности. Состоявшийся обмен мнениями безусловно полезен для развития работ в этом направлении.

КЛЕМИН А. И.

Семинар по парогенераторам для быстрых реакторов

В октябре 1978 г. в Апелдорне (Нидерланды) состоялся советско-бельгийско-нидерландский семинар по парогенераторам для быстрых реакторов с натриевым охлаждением. Было представлено 20 докладов, отражающих состояние программы по парогенераторам и смежных вопросам.

Как известно, Бельгия и Нидерланды вместе с ФРГ являются членами организации «Интератом» и участвуют в сооружении прототипного быстрого реактора SNR-300 в Калькаре (ФРГ). Вклад Бельгии и Нидерландов составляет около 30%, из них 15% приходится на долю Нидерландов, где разрабатываются, изготавливаются

и испытываются парогенераторы. Из сообщений нидерландских и бельгийских специалистов следует, что отрицательное влияние на развитие программы по парогенераторам оказывает крайне медленное строительство SNR-300, которое объясняется трудностью согласования различных вопросов безопасности с органами власти и общественностью. Хотя сооружение реактора начато еще до 1973 г., официальным сроком пуска называется 1983 г.

Семинар и посещение предприятий показали высокий уровень научно-технических и промышленных разработок. Основное внимание уделяется отработке надежности и безопасности парогенераторов для SNR-300. В этом реакторе будут использованы два типа парогенераторов: прямотрубный (в двух петлях) и геликоидальный (в одной петле), которые отражают наиболее характерные направления разработки натриевых парогенераторов в мире. В качестве материала принята хорошо известная и распространенная в парогенераторостроении сталь, содержащая 2,25% хрома, 1% молибдена и стабилизированная ниобием. Прямотрубный парогенератор по схеме и конструкции близок к отечественному прямотрубному, разработанному для АЭС с БН-600. Освоение изготовления и эксплуатации парогенераторов двух типов является в настоящее время главной задачей нидерландских специалистов, другие типы, в том числе с использованием новых материалов, в крупных масштабах сейчас не разрабатываются.

Имеется широкая программа исследования парогенераторов, ведущаяся в следующих направлениях:

аналитические исследования по устойчивости и безопасности парогенератора. С использованием кода ASME рассчитана долговечность труб в зоне ухудшенного теплообмена со стороны воды, подтверждено обеспечение заданного ресурса;

экспериментальные исследования безопасности парогенераторов и натриевой технологии на малых стендах. Особое внимание уделяется изучению обнаружения и саморазвития малой течи воды в натрий. Сформирована система защиты парогенератора при больших течах воды, состоящая из детекторов водорода в натрии и газе, устройств для отключения парогенератора и сброса продуктов взаимодействия натрия с водой в специальные емкости;

полномасштабные натурные исследования парогенераторов на натриевом стенде в Хенгело (Нидерланды). Стенд представляет возможности для испытания парогенераторов при тепловой мощности до 55 МВт. Таким образом, проводятся комплексные длительные испытания модуля парогенератора, включающие проверку различных нормальных и переходных режимов. Здесь же проверяются устройства, комплекующие парогенератор: арматура, приборы водородного и акустического обнаружения течей, сбросные и переключающие устройства;

отработка качественного изготовления парогенераторов. В настоящее время на двух заводах Нидерландов (в Хенгело и Флиссингене) изготавливаются парогенераторы двух названных типов. Отработаны технология и сварочный автомат для сварки труб с трубной доской, а также микрофокусный рентгеновский аппарат для контроля сварных швов. Для изготовления геликоидальных парогенераторов разработан станок для навивки труб необходимого радиуса и шага.

Все эти вопросы освещены в докладах, представленных нидерландскими специалистами. Аналогичным проблемам были посвящены доклады советских специалистов. Особый интерес вызвали результаты испытаний парогенераторов на стенде в Хенгело и БОР-60 в СССР.

Весьма полемичным, по мнению нидерландских специалистов, является вывод из работы парогенератора при обнаружении первых и слабых признаков течи воды в натрий. В 1976 г. на стенде в Хенгело была зафиксирована течь, но после вывода парогенератора из работы ее место не было найдено ни одним из известных способов.

С большим интересом были заслушаны и обсуждены доклады о технологии изготовления парогенераторов. Отмечено, что, хотя способы соединения труб с трубными досками в Нидерландах и СССР различные, требования к проверке качества проведенных операций и изготовлению парогенератора в целом по существу одинаковые.

Произошел обмен мнениями также по различным вопросам натриевой технологии: средства пожаротушения, пробоотборники, способы очистки оборудования от натрия и продуктов взаимодействия натрия с водой. Представляет интерес вакуумная очистка оборудования от натрия, освоенная и используемая в Нидерландах.

Семинар принес несомненную пользу для лучшего понимания отдельных вопросов проблемы парогенераторов.

ЛУКАСЕВИЧ Б. И.

Французско-советский семинар по реакторам для теплоснабжения

Семинар состоялся в декабре 1978 г. в Сакле (Франция). Первый доклад советских специалистов на этом семинаре был посвящен перспективам использования ядерного тепла для теплоснабжения. В докладе приводятся типы реакторов, которые могли бы применяться на атомных станциях теплоснабжения для выработки низкопотенциального тепла в виде горячей воды и пара для технологических нужд, оцениваются экономические показатели, которые могут быть достигнуты, и демонстрируются экологические выгоды от применения атомного тепла. В четырех других докладах описываются разработки водо-водяных реакторов кипящего типа для применения в атомных котельных станциях теплоснабжения. Один доклад освещает общие проблемы, связанные с

проектированием подобных реакторов, и устанавливает необходимые условия для обеспечения безопасности и надежности работы атомных станций теплоснабжения в условиях их расположения вблизи от потребителей. Для обеспечения безопасности работы реакторов определены специальные требования.

Один доклад был посвящен оценке радиационной безопасности атомной станции теплоснабжения. В ней рассматриваются конкретные случаи возможных выходов активности и определяются, в какой мере они опасны. В двух докладах описаны возможные технологические схемы реакторной установки и выбраны наиболее рациональные из них. Еще два доклада посвящены применению в качестве теплоносителя органических