

(вида конструкционных материалов, химии воды, режимов эксплуатации) на образование и распространение продуктов коррозии с выработкой мероприятий для уменьшения загрязнения контура и методов его дезактивации. Экспериментальные работы проводятся на АЭС в Шузе, реакторах «Бецнау-2» (Швейцария) и «Тианж» (Бельгия), петлях HPZ, BIHAN, установке «Эльдорадо». Для описания переноса продуктов коррозии разработан код PASTOLE, результаты расчетов по которому и экспериментальные данные об отложениях активности в элементах контуров реакторов АЭС в Шузе (все поверхности из нержавеющей стали) и «Бецнау-2» (корпус и трубопроводы из нержавеющей стали, покрытые твэлло — циркалой, трубки парогенератора — инконель 600) хорошо согласуются.

В докладах Ж. Фюре (Франция) и В. И. Митина (СССР) рассмотрены вопросы контроля основных параметров активных зон водо-водяных реакторов: нейтронного потока и его распределения, температуры теплоносителя, концентрации борной кислоты. Во французских реакторах мощностью 900 МВт(эл.) для непрерывного измерения плотности нейтронного потока используются датчики, размещаемые за пределами корпуса. Предусмотрены три взаимно перекрывающихся диапазона контроля: источник (1— 10^5 нейтр.·см⁻²·с⁻¹), промежуточный ($5 \cdot 10^2$ — 10^{11} нейтр.·см⁻²·с⁻¹) и энергетический ($5 \cdot 10^7$ — 10^{11} нейтр.·см⁻²·с⁻¹). В качестве датчиков соответственно применяются пропорциональные счетчики с BF₃, ионизационные камеры с компенсацией γ -излучения (чувствительность к тепловым нейтронам $6 \cdot 10^{-14}$ А·см²·с·нейтр.⁻¹, к γ -излучению 10^{-11} А·ч·Р⁻¹, полезная длина 44 см, диаметр 8 см) и некомпенсированные ионизационные камеры (соответственно $1,5 \cdot 10^{-13}$ А·см²·с·нейтр.⁻¹, $8 \cdot 10^{-11}$ А·ч·Р⁻¹, 320 и 8 см). Предусмотрено получение сигналов от верхнего и нижнего объемов камер энергетического диапазона, что позволяет оперативно судить о неравномерности распределения потока нейтронов. Для детального изучения распределения энерговыделения по объему активной зоны используются камеры деления (чувствительность к тепловым нейтронам 10^{-17} А·см²·с·нейтр.⁻¹, диаметр 4,7 мм, длина 66 мм, рабочая температура до 350°C), которые могут перемещаться по высоте 50 кассет из 157. В перспективе предполагается установить в системах внутриреакторных измерений неподвижные детекторы прямой зарядки (ДПЗ), четыре —

шесть по высоте активной зоны. Различные типы ДПЗ с эмиттерами из родия, серебра, ванадия, кобальта и платины в начале 1975 г. поставлены на испытание в реактор «Осирис» (в воде с бором при температуре 340°C и давлении 170 бар). В 1977 г. достигнуто облучение, соответствующее трем годам эксплуатации в максимальном потоке активной зоны ПWR. Все детекторы, кроме серебряных, сохранили свою работоспособность.

В связи с увеличением доли электроэнергии, производимой на АЭС, возникает необходимость их работы в переменном режиме с автоматическим поддержанием частоты и мощности. Требования, которые в этих случаях предъявляются к АЭС, в частности к системе управления и защиты реактора, обсуждались в докладе Б. Мико и др. По мнению авторов, необходимая гибкость и безопасность управления реактором могут быть достигнуты при использовании для изменения нагрузки «серых» поглотителей, например из бористой стали. Для остановки реактора предполагается использовать «черные» поглощающие элементы из сплава индий — кадмий — серебро.

В докладе Л. Граля анализировалась коррозия конструкционных материалов парогенераторов реакторных установок с водой под давлением. Первоначально трубки парогенераторов изготавливались из нержавеющей стали X18H10. Но из-за склонности этой стали к трансформационному растрескиванию под напряжением при наличии хлоридов в котловой воде в дальнейшем начали применять сплавы с повышенным содержанием никеля: инконель 600 (Ni 75—77% и инкалоу-800 (Ni 35%). В настоящее время предпочтение отдается инкалоу-800, так как при содержании никеля в сплаве более 70% резко увеличивается вероятность межкристаллитного образования трещин в материале под напряжением даже в чистой воде. Важное влияние на развитие различных видов коррозии имеет конструкция парогенератора. Выводы доклада касаются в первую очередь используемых во Франции вертикальных парогенераторов. В трубках горизонтальных парогенераторов отечественной конструкции, которыми оснащены контуры всех ВВЭР, до настоящего времени с успехом используется нержавеющая сталь X18H10.

Обмен информацией, имевший место в результате работы семинара, будет способствовать дальнейшему развитию ядерной энергетики обеих стран.

ВОЗНЕСЕНСКИЙ В. А.

Совещания и семинары строителей АЭС в 1977 г.

В 1977 г. Министерство энергетики и электрификации СССР провело со специалистами отрасли совещания и семинары по повышению эффективности и качества строительно-монтажных работ на АЭС.

На семинаре «Совершенствование методов антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов АЭС», проведенном в марте на ВДНХ СССР, рассматривались вопросы металлизации поверхностей из нержавеющей стали без их предварительной очистки за счет нанесения подслоя из тугоплавкого металла на втором блоке Курской АЭС, обсуждались опыт работы с пластиком, особенности проведения химзащитных и теплоизоляционных работ на АЭС и пути повышения индустриализации и качества этих работ.

В Харькове в мае этого года на семинаре «Применение малой механизации при монтаже электротехнического оборудования устройств КИПиА и РРБ на АЭС» обсуждались особенности работ и применяемые механизмы при монтаже электрооборудования, КИПиА и дозиметрического контроля, кабельные работы и монтаж ошиновки подстанций и ОРУ.

Повышение работоспособности сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС, механизация сварочных работ при укрупнении технологических металлоконструкций третьего энергоблока ЛАЭС, организация контроля качества монтажных и сварочных работ при монтаже первого энергоблока Курской АЭС, сварка вертикальных швов схемы защиты РБМК-1000 Черно-

быльской АЭС — тема семинара «Совершенствование сварочных работ при изготовлении и монтаже оборудования АЭС», состоявшегося в июле на ВДНХ СССР.

В июле же проводилось совещание «Повышение индустриализации строительства, готовности оборудования и конструкций и качества строительно-монтажных работ», посвященное АЭС с блоками мощностью 1000 МВт (см. с. 503 настоящего выпуска).

Повышение уровня механизации строительно-монтажных работ, сокращение затрат ручного труда за счет внедрения средств малой механизации, механизация работ по изготовлению изделий из нержавеющей стали для АЭС обсуждались на семинаре «Механизация монтажных работ на АЭС» в августе в Харькове.

Были проведены также семинары по подготовке оперативного персонала АЭС (февраль, НВАЭС), по повышению надежности арматуры (май, ВДНХ СССР), по безопасности АЭС (июнь, Кольская АЭС), по переработке и захоронению отходов (октябрь, НВАЭС), по повышению маневренности АЭС (октябрь, г. Горловка).

На совещаниях и семинарах были приняты рекомендации, направленные на повышение эффективности и качества сооружения АЭС, сокращение трудоемкости и стоимости строительно-монтажных работ, ускорение темпов строительства АЭС в десятой пятилетке.

АГРАНОВИЧ М. Б.

Совещание по повышению индустриализации строительства, готовности оборудования и конструкций и качества строительно-монтажных работ на АЭС

В работе совещания, проходившего 25—27 мая 1977 г. на Чернобыльской АЭС, участвовало около 100 специалистов. Открывая совещание, зам. министра энергетики и электрификации СССР Ф. В. Сапожников отметил успехи энергостроителей и сформулировал задачи, стоящие перед проектными институтами, строительными, монтажными и наладочными организациями. Заслушанные доклады (всего 12) касались в основном повышения степени индустриальности конструкций и оборудования в проектах АЭС с блоками ВВЭР-1000 и РБМК-1000, технологии и механизации возведения защитных оболочек аппаратных отделений для энергоблоков ВВЭР-1000, сборных железобетонных конструкций, качества строительно-монтажных работ. Рассматривались также применение средств малой механизации в строительстве и особенности производства химзащитных и теплоизоляционных работ.

В связи с тем что удельный вес АЭС в общем вводе мощностей значительно увеличивается, снижение трудоемкости и сокращение сроков сооружения АЭС становятся определяющими для выполнения всей программы энергетического строительства. Анализ фактических данных о трудоемкости и продолжительности строительства показывает, что эта проблема должна решаться комплексно, включая выбор оптимальной схемы размещения, укрупнение единичных мощностей блоков и основного оборудования, совершенствование компоновочных и конструктивных решений, коренное улучшение технологии выполнения всех видов строительных и монтажных работ, улучшение материально-технического снабжения и комплектации оборудования и др. Программа требует применения более дешевых конструкционных материалов как для оборудования, так и для строительно-монтажных работ, прогрессивных и индустриальных при возведении зданий и сооружений.

Мероприятия в области совершенствования организации и повышения качества атомного энергостроительства, осуществленные в экспериментальном порядке в девятой пятилетке и давшие положительные результаты, должны получить дальнейшее развитие и широкое внедрение.

Совещание отметило, что основными направлениями совершенствования строительства АЭС на ближайший период следует считать:

улучшение строительно-монтажных работ и материально-технического обеспечения с учетом создания необходимых заделов, концентрации ресурсов, ритмичного ввода мощностей;

унификацию проектных решений конструкций и оборудования, разработку проектов АЭС с серийными реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000;

внедрение прогрессивной технологии строительно-монтажных работ, повышение уровня индустриализации, совершенствование системы управления и организации труда;

разработку и внедрение комплексной системы управления качеством строительства;

повышение уровня механизации строительно-монтажного производства, сокращение затрат ручного труда за счет внедрения средств малой механизации;

повышение производительности труда. Только удельные трудозатраты на единицу конечной продукции — введенный в эксплуатацию киловатт — являются объективным всесторонним критерием для оценки производительности труда при сооружении АЭС. Поэтому на всех стадиях проектирования необходимо рассчитывать предварительные трудозатраты, а в ходе строительства ежемесячно определять фактические для сопоставления их с расчетными. В удельные трудозатраты должны быть включены с соответствующим выделением трудозатраты всех категорий работников во всех организациях и хозяйствах, включая вспомогательные и подсобные. Совещание определило ориентировочный уровень удельных трудозатрат на тепломонтажные и электромонтажные работы, на монтаж контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и устройств дозиметрии, а также общие удельные трудозатраты на сооружение АЭС.

Для выполнения поставленных задач обращено внимание на необходимость обеспечения в унифицированных проектах АЭС уровня сборности конструкций наземной части главного корпуса и вспомогательных зданий и сооружений до 80—90% (за исключением заполнения бетоном стальных и железобетонных ячеек) и полностью отказаться от применения на промышленных объектах АЭС кирпичной и бутовой кладки. Следует обеспечить строгую модульность размеров помещений главных корпусов и спецсооружений (в пла-