

Для изготовления шестигранных кожуховых труб во Франции применяется сталь 316 L в холоднодеформированном состоянии. По мнению французских специалистов, такая сталь подвержена меньшему распуханию, чем закаленная, и тем более после термомеханической обработки. В Советском Союзе для шестигранных кожуховых труб быстрых реакторов используется сталь ОХ18Н10Т, обработанная термомеханически (20%-ная холодная деформация с последующим отжигом в течение 1 ч).

Подводя итог шестидневному семинару, главы делегаций отметили, что он будет способствовать дальнейшему прогрессу в области разработок быстрых реакторов. Отмечена эффективность сотрудничества в виде периодических встреч типа симпозиумов, а также целесообразность обмена стажерами для работы на реакторах «Рапсодия», БОР-60, в исследовательских лабораториях и «горячих» камерах.

Л. П. ЗАВЯЛЬСКИЙ

Советско-шведский симпозиум по безопасности АЭС

5—7 марта с. г. в научно-исследовательском центре в Студсвики (Швеция) состоялся советско-шведский симпозиум по техническим проблемам безопасности атомных электростанций. В ходе симпозиума обсуждены многие актуальные вопросы обеспечения безопасной эксплуатации и размещения АЭС.

Один из шведских и один советский доклад были посвящены обсуждению степени опасности близости АЭС для окружающего населения. В докладе, представленном группой сотрудников ИАЭ им. И. В. Курчатова, рассматривается потенциальная опасность АЭС с точки зрения возможных последствий большой аварии на примере водо-водяного реактора тепловой мощностью 1400 Мвт. Показано, что выброс всей активности, содержащейся в первичном теплоносителе, даже при эксплуатации реактора с большим числом негерметичных твэлов, не представляет опасности для окружающего населения. Основные усилия следует направлять на создание эффективных систем аварийного охлаждения, чтобы при возможных авариях реакторной установки предотвратить развитие повреждений твэлов в активной зоне.

В зависимости от эффективности систем аварийного охлаждения и расположения АЭС относительно крупных населенных массивов следует выбрать конструктивные формы систем локализации выделяющейся радиоактивности.

В докладе С. Бергстрема обсуждается степень риска, связанного с размещением АЭС в черте большого города. При этом рассматривается опасность АЭС при нормальной эксплуатации, возможных повторяемых авариях и очень больших (но и очень маловероятных) авариях. Опасность оценивается на основании анализа соматических и социально-медицинских эффектов. Подчеркивается, что надежность оборудования, требуемая (и реализуемая) для обеспечения экономически эффективной эксплуатации АЭС, по мнению автора, превышает надежность, необходимую для доказательства безопасности АЭС. Наибольшую неопределенность в оценке опасности АЭС представляет проблема правильной оценки больших аварий, в частности их вероятности. Это ограничивает получение однозначных ответов о безопасности размещения АЭС в городах.

В трех докладах обсуждались способы обеспечения безопасности АЭС. А. М. Букринский рассматривает мероприятия, предусматриваемые при проектировании АЭС в Советском Союзе для предотвращения радиационной опасности в случае аварий. Подчеркивается, что прежде всего необходимо высокое качество оборудования, широкий периодический и непрерывный контроль его состояния в ходе эксплуатации. Основные усилия

должны направляться на предотвращение аварии, а лишь затем на ограничение ее масштаба и локализацию последствий.

В докладе И. Тирена рассматривается подход к безопасности разрабатываемых в Швеции кипящих корпусных легководных реакторов. Он характеризуется созданием многократных барьеров на возможном пути радиоактивных продуктов из топлива в окружающую местность, надежных систем защиты реактора и надежных систем их аварийного охлаждения.

В докладе, представленном группой сотрудников Всесоюзного теплотехнического института им. Ф. Э. Дзержинского, описываются конструктивные решения и анализируется эффективность системы безопасности АЭС с реактором водо-водяного типа, в которой предусматривается организованный выброс малоактивной части первичного теплоносителя в окружающую среду и удержание высокоактивных продуктов, которые могут выйти из активной зоны на последующих стадиях аварии.

Использованию вероятностного подхода к оценке потенциальной опасности АЭС и анализу аварий были посвящены два из представленных докладов: А. И. Клемина и Е. Ф. Полякова (СССР) и Пер Линдера (Швеция). Уже сейчас вероятностный метод позволяет при проектировании выбирать наиболее приемлемый вариант среди различных возможных структурных решений систем нормальной эксплуатации, защиты и локализации в результате сравнительного анализа безопасности.

В шведском докладе на основании вероятностного подхода показано, что при современной структуре систем безопасности наибольшая вероятность самой опасной аварии — расплавления активной зоны связана с катастрофическим разрывом корпуса. Вероятность такой катастрофы оценивается как 10^{-6} год⁻¹.

Конкретные системы аварийного охлаждения активной зоны и поведение реактора во время аварии с разрывом контура обсуждались в докладах С. Эриксона (Студсвик), В. П. Стекольников и др. (представленном Г. И. Вирюковым). К этим докладам по тематике примыкает доклад Ю. В. Ржезникова и др. об оценке опасных механических воздействий при авариях с разуплотнением оборудования на АЭС.

В двух советских докладах обсуждались результаты экспериментального исследования истечения горячей воды через отверстия и трубы в диапазоне давлений 20—221 бар (В. Д. Келлер, Б. К. Мальцев и Д. А. Хлесткин) и переноса и осаждения негазообразных продуктов деления при моделировании течи первого контура водо-водяного реактора (В. И. Павленко).

Юнгхем описал разработанную и внедряемую на шведских реакторах систему контроля корпусов реакторов в ходе эксплуатации. Основа этой системы — ультразвуковой контроль, проводимый дистанционно с помощью специальных устройств и механизмов, которые размещаются снаружи реактора и вводятся при перегрузках внутрь корпуса. Состояние металла корпуса (прежде всего в районе сварных швов) фиксируется при периодических осмотрах в ходе эксплуатации и сопоставляется с исходным, зафиксированным с помощью той же дистанционной аппаратуры перед началом эксплуатации.

О разработках и исследованиях, проведенных в Швеции в рамках совместных работ скандинавских стран по созданию корпусов из предварительно напряженного бетона для легководных реакторов, сообщили Р. Марген и С. Менон. После завершения третьей фазы исследований к 1975 г. будут получены все необходимые данные для подготовки коммерческого предложения на сооружение мощного реактора в бетонном корпусе. Помимо чисто экономических достоинств, преимущество такого корпуса, по мнению авторов, прежде всего в том, что он кардинально решает проблему безопасности: разрыв такого корпуса невозможен, каждый его силовой элемент может контролироваться и ремонтироваться раздельно.

Два шведских доклада были посвящены повреждению твэлов в энергетических реакторах. С. Дюрле

подводит итог специальной серии исследований по выяснению механизма повреждения циркалоевой оболочки твэла из двуокиси урана. Автор приходит к выводу, что наиболее вероятный механизм повреждения оболочки — коррозия под напряжением, при которой первичные трещины появляются на внутренней поверхности оболочки. Механическое раскрытие трещины в ослабленном сечении происходит лишь на последующей стадии разрушения.

В докладе Я. Фогта приводятся подробности, анализируются причины повреждения твэлов на реакторе «Агеста» и описываются работы по восстановлению активной зоны.

В двух советских докладах излагаются вопросы безопасности быстрых реакторов с натриевым охлаждением, связанные с динамикой собственно реактора (авторы Ю. Е. Багдасаров и И. А. Кузнецов), и обсуждается опыт, полученный при эксплуатации реактора BOR-60 в НИИАР.

Все доклады, представленные на симпозиум, вызвали взаимный интерес делегаций и оживленное обсуждение, продолженное при посещении шведских АЭС и фирм, которое было организовано для советской делегации Шведской академией инженерных наук после окончания симпозиума.

В. А. СИДОРЕНКО

БИБЛИОГРАФИЯ

Новые книги Атомиздата (II квартал 1973 г.)

Кедров Ф. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри. М., Атомиздат, 1973.

Книга знакомит читателей с жизнью и научным творчеством замечательных французских ученых Ирен и Фредерика Жолио-Кюри. Особое внимание уделяется их основным открытиям — искусственной радиоактивности, замедлению нейтронов и пр. Научная деятельность Ирен и Фредерика Жолио-Кюри показана на общем фоне развития физики, начиная с открытия радиоактивности. Большое место отводится вкладу французских ученых в развитие научных связей между СССР и Францией. Приводятся сведения об участии их в движении Сопротивления в годы второй мировой войны и в борьбе против применения атомного оружия, за мир и дружбу — в послевоенные годы.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей ядерной физики, особенно на молодежь, стремящуюся ознакомиться с важнейшими событиями в науке нашего времени.

Бейзер А. Основные представления современной физики. Перев. с англ. М., Атомиздат, 1973.

Современная физика является областью знаний, к которой привлечено пристальное внимание не только физиков, но и работников самых разнообразных смежных специальностей. Автор начинает изложение с основ специальной теории относительности и релятивистской механики. Затем переходит к описанию корпускуляр-

ных свойств волн и волновых свойств частиц. После изложения основ квантовой механики рассматриваются атом водорода, многоэлектронные атомы, спектры атомов, а также химическая связь, строение и спектры молекул. Приводятся основы классической и квантовой статистики. Четыре главы знакомят с физикой твердого тела: рассмотрены вопросы о кристаллической решетке, теплоемкости по Дебаю, зонной структуре, дислокациях и проводимости. Заключительная часть книги посвящена атомному ядру, ядерным силам и моделям, ядерным реакциям и элементарным частицам. Отличительная черта книги — удачное сочетание популярности изложения с высоким научным уровнем.

Книга рассчитана на читателей, интересующихся достижениями современной физики и ее проблемами.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Крайнов В. П. Лекции по микроскопической теории атомного ядра. М., Атомиздат, 1973.

Даны простейшие теоретические представления о структуре атомного ядра. Основное внимание уделено популярному описанию микроскопических методов, широко используемых в научной литературе по физике ядра. Изложены главным образом основные и низколежащие возбужденные состояния ядер. Методы анализа ядерных реакций рассматриваются как вспомогательные для исследования структуры ядра.