

рование эксперимента при регистрации ионизирующего излучения; 6) лазерная безопасность; 7) современное состояние исследований по радиационной защите.

Во второй части семинара было заслушано и обсуждено 22 сообщения из 35. Главное внимание было уделено:

- методам радиационного контроля при работе с тритием и его соединениями (6 докладов);
- охране окружающей среды (6 докладов);
- лазерной безопасности (дозиметрии неионизирующего излучения);

- метрологическому и аппаратурному обеспечению радиационного контроля;

- структуре и принципам организации служб радиационной безопасности.

Наибольший интерес вызвали доклады представителей ЛИЯФ, НПО «Энергия» Главатомэнерго, Кольского филиала АН СССР, ОИЯИ, Ленинградского НИИРГА и ФИАНа. В этой группе докладов рассматривалась радиационная безопасность при переработке полезных ископаемых Кольского полуострова, приводились результаты и методы исследования негерметичности твэлов ВВР-М, указывались возможности снижения радиоактивных выбросов в атмосферу, сообщалось об измерении трития в воде первого контура ВВР-М с использованием газохроматографического метода для его идентификации, о механизмах образования трития в ядерных энергетических установках, его миграции по технологическим цепочкам, о процессах диффузии в конструкционных материалах, методах радиационного контроля трития в виде  $T_2$  и НТО. В этих же докладах рассказывалось об интегральном дозиметри-

ческом контроле, о достижениях в области лазерной безопасности, об организации и структуре служб радиационной безопасности (проект положения о службе РБ) и т. д. Семинар рекомендовал к публикации наиболее оригинальные сообщения; 13 докладов, не включенных в рабочую программу, были обсуждены заинтересованными участниками семинара.

При обсуждении представленных материалов и в дискуссиях участники семинара-школы выдвинули предложения, направленные на дальнейшее совершенствование системы обеспечения радиационной безопасности:

- возобновление работы дозиметрической комиссии при ГКАЭ СССР для улучшения координации работ в области дозиметрического приборостроения, а также аппаратурного оснащения служб радиационной безопасности;

- ускорение промышленного выпуска твердотельных и аварийных дозиметров на основе завершающихся разработок для повышения эффективности индивидуального дозиметрического контроля;

- разработка методических указаний об объеме и методах дозиметрического контроля в аварийных ситуациях;

- создание журнала «Радиационная безопасность» для обмена информацией по вопросам охраны окружающей среды и радиационной безопасности;

- систематическое проведение семинаров-школ (не реже одного раза в 2 года).

Следующий семинар-школу намечено провести в сентябре 1979 г.

МИРОНОВ В. К.

## 10 заседание Группы старших советников МАГАТЭ по безопасности АЭС

Очередное 10 заседание по программе МАГАТЭ, направленной на создание нормативных документов (сводов и руководств) по обеспечению безопасности АЭС, состоялось 10—14 октября 1977 г. в Вене. На этом заседании принят последний свод положений «Проектирование». Четыре других свода («Эксплуатация», «Выбор площадки», «Правительственная организация» и «Обеспечение качества») приняты на предыдущих трех заседаниях в декабре 1976 г., феврале и июне 1977 г. На этом заседании также положено начало окончательному утверждению руководств, число которых в конечном итоге составит около 50.

Программа, именуемая в МАГАТЭ NUSS (Nuclear Safety Standards), была задумана в 1974 г. и начала реализовываться с 1975 г. В настоящее время она является одной из крупнейших по затрачиваемым средствам и числу занятых специалистов\*. Задача программы — оказать содействие странам — членам МАГАТЭ, развивающим национальную ядерную энергетику. Основой создаваемых сводов и руководств являются национальные нормативные документы и накопленный опыт по безопасности АЭС в странах,

развивающих ядерную энергетику в широких масштабах. Статус создаваемых документов рассматривается МАГАТЭ как рекомендации, которые страны-члены могут использовать в своей деятельности с учетом особенностей и юрисдикции этих стран. На эту сторону обращается особое внимание при создании документов. В будущем возможно заключение соглашения между МАГАТЭ и страной-членом этой организации по оказанию помощи в создании национальных АЭС на любом этапе (выбор площадки, строительство, пуск в эксплуатацию, эксплуатация, снятие с эксплуатации). В таком случае от страны потребуются следовать тем частям сводов и руководств, по которым будет заключено соглашение.

Положения сводов и руководств распространяются на наземные стационарные АЭС с реакторами на тепловых нейтронах, предназначенные для производства энергии. В предисловии к программе отмечается, что данный комплекс документов не будет охватывать многочисленные аспекты проблемы и его следует понимать как некоторый минимум требований и предложений по методам достижения этих требований, которого следует придерживаться для обеспечения безопасности АЭС. Другие документы МАГАТЭ по безопасности, опубликованные и вновь создаваемые, следует также принимать во внимание.

Процедура создания каждого документа программы довольно сложная и охватывает два-три года. Разработка документов идет параллельно через пять Тех-

\* Ежегодно на заседания приходится 2000 чел.-дней работы квалифицированных экспертов и 3000 чел.-дней тратится на оценки просмотренных документов и составление замечаний на местах.



нических комитетов (ТК) по направлениям, соответствующим сводам положений. В задачу ТК входит определение названия и содержания будущего документа, рассмотрение и ревизия проектов документов на различных этапах. Первоначальный вариант документа составляется рабочей группой (РГ), заседанию которой предшествует работа секретариата МАГАТЭ по сбору национальных нормативных документов и другой информации, касающейся данной темы. Составленный РГ первый проект документа после обсуждения на ТК и внесения соответствующих изменений (часто весьма существенных) выносятся на обсуждение Группы старших советников, состоящей из высококвалифицированных экспертов различных стран\* и международных организаций, которые контролируют программу и рассматривают все документы на различных этапах. После первого рассмотрения документа и внесения соответствующих изменений он рассылается в страны-члены (приблизительно в 40—50 стран). После получения замечаний ТК создает новый вариант документа (иногда с необходимостью вторичного созыва РГ) и представляет его для окончательного утверждения Группой старших советников. Документы с рабочего английского языка на другие официальные языки МАГАТЭ (русский, французский и испанский) переводятся трижды: после первого рассмотрения на ТК, перед рассылкой для комментариев в страны-члены и после окончательного рассмотрения Группой старших советников.

Подобная процедура при ее практической реализации потребовала для создания документа значительно

больше времени, чем предполагалось. В результате срок окончания программы в 1977—1978 гг. переносится за 1980 г. В настоящее время окончательное рассмотрение на последней стадии прошли все пять сводов положений и одно руководство. Есть также около 25 проектов различных документов, находящихся на различных стадиях процедуры. Ожидается, исходя из сложившегося опыта прохождения документов через ТК и Группу старших советников, окончательное рассмотрение 6—8 документов в год.

На 10 заседании Группы старших советников в своде положений «Проектирование» принята формулировка о назначении и функциях системы защитной оболочки (containment system). В окончательном варианте говорится, что «для того, чтобы выход радиоактивных веществ в окружающую среду при аварийных условиях не превышал допустимых пределов, должна быть предусмотрена система локализации (удержания), если нельзя доказать, что выход радиоактивных веществ не может быть ограничен другими способами. Эта система предполагает наличие герметичных строений или ограждений, подсистем подавления давления и установок по очистке. Такая система обычно называется системой защитной оболочки и может иметь различные инженерные решения в зависимости от проектных требований». Эта формулировка отвечает различным инженерным подходам в создании систем по локализации радиоактивных продуктов при аварии на АЭС, применяемых в различных странах.

КОВАЛЕВИЧ О. М., КОНСТАНТИНОВ Л. В.

## Научно-технические связи

### Работы по канальным реакторам в Италии

В октябре 1977 г. советские специалисты посетили исследовательские центры Италии, где ознакомились и обменялись опытом работы в области энергетических реакторов канального типа.

Направление канальных реакторов развивается в Италии на базе проекта CIRENA. Сооружение этого прототипного реактора мощностью 40 МВт (эл.) начато в Латина в 70 км от Рима. Физический пуск намечен на конец 1981 г., энергетический — на 1982 г.

Являясь реактором с тяжеловодным замедлителем, CIRENA имеет много общего с хорошо освоенными канадскими реакторами CANDU-PHW. Однако использование кипящей воды в качестве теплоносителя поставило новые задачи и потребовало проведения большой программы исследований. Эти исследования и были предметом обсуждений при посещении центров.

Об особенностях конструкции реактора, его систем регулирования и перегрузки топлива рассказали специалисты исследовательского центра Кассачи (близ Рима). Делегация осмотрела металловедческую лабораторию, стенд для изучения фреттинг-коррозии труб давления CIRENA, теплотехнический стенд. Итальянские специалисты уделяют большое внимание разра-

ботке системы регулирования CIRENA, имеющего большой положительный паровой коэффициент реактивности (производная  $\partial k/\partial \rho$  изменяется от  $-7,9$  до  $-6,2\%$  г/см<sup>3</sup> при переходе от свежей загрузки к стационарному состоянию). Автоматическое регулирование осуществляют так называемыми «двухфазными» стержнями, представляющими U-образные трубки диаметром 15 мм с непрерывно циркулирующим поглотителем — смесью борированной воды и водорода с меняющимся соотношением. Все четыре регулятора работают синхронно от трех ионизационных камер, расположенных за боковым отражателем. Суммарная эффективность  $\pm 0,3\%$ , скорость 0,05 %/с. В прототипном реакторе проблема устойчивости полей энерговыделения отсутствует ввиду малого размера активной зоны. Для коммерческого варианта мощностью 300 МВт (эл.) проблема решается разбиением реактора на две зоны с локальными регуляторами и автоматизированным управлением с использованием ЭВМ. В случае большого реактора  $\sim 600$  МВт (эл.) таких зон должно быть 8—12.

Интересной особенностью реактора является система холодного пуска, обеспечивающая среднюю плотность воды в активной зоне  $\sim 0,3$  г/см<sup>3</sup> путем подачи пара в рабочие каналы. Пар получается за счет остаточного энерговыделения и разогрева воды от насосов.

Большое внимание уделяется исследованию поведения тепловыделяющих сборок реактора в аварийных режимах, связанных с разрывом трубопроводов контура. Эти работы проводятся в центре CISE (под Мила-

\* Страны — Чехословакия, Франция, ФРГ, Индия, Япония, Мексика, Швеция, Швейцария, Великобритания, США, СССР.