

Конференции и совещания

Семинар Международного института прикладного системного анализа по энергетической проблеме

В начале декабря 1974 г. в Москве состоялся научный семинар Международного института прикладного системного анализа*, посвященный энергетической проблеме.

Ведущие ученые этого института В. Хефеле, Т. Купмэнс, Ц. Маркетти и другие изложили свою концепцию развития энергетики на далекую перспективу. Основными техническими средствами, на которых основывается эта концепция, служат ядерные реакторы. Однако условия их использования и требования к ним отличаются от общепринятых представлений. Эти особенности прежде всего связываются с изменившимися после энергетического кризиса перспективами развития энергетики в ведущих капиталистических странах.

До энергетического кризиса весьма распространенным было мнение, что ядерные реакторы нужны главным образом для производства электроэнергии. На семинаре отмечалось, что нехватка нефти и газа и рост цен на них на мировом рынке принудили ученых, занимающихся энергетическими проблемами на Западе, искать новые пути в развитии энергетики. Возрос интерес к ядерной энергетике, которая рассматривается уже не только как источник электроэнергии, но и как средство для производства вторичного углеводородного топлива.

Искусственные углеводороды, по мнению ученых института, позволяют заменить газ и нефть, а также продукты их переработки в промышленности, на транспорте и т. д. На семинаре перечислялись основные перспективные технологические способы получения синтетического топлива, которое вначале предполагается производить газификацией угля, получая водород, метан, метанол. Однако в указанном процессе используется ископаемое топливо; кроме того, оно дорогое и,

что существенно, загрязняет окружающую среду. Поэтому наиболее перспективным и долговременным считается получение водорода разложением воды электролизом или термическим способом. Термический способ в термодинамическом отношении более эффективен, но для его внедрения требуется освоить технологию получения высоких температур теплоносителей в реакторах, осуществления теплообмена при высоких температурах и ряда других процессов.

Ученые Международного института прикладного системного анализа полагают, что переход от энергетики, базирующейся на органическом топливе, к энергетике на неорганическом топливе будет происходить в три этапа. На первом этапе, который продлится примерно до 1985 г., вследствие инерционности развития нефтегазовое топливо будет по-прежнему использоваться повсеместно. На втором этапе, который может завершиться к 2000 г., в качестве топлива будет потребляться уголь, используемый для получения углеводородов, заменяющих нефть и газ. Третий этап приходится на следующий век и будет связан с переходом на синтетические углеводороды, получаемые разложением воды. Использование синтетических углеводородов решает одновременно и задачу защиты окружающей среды от загрязнений.

Вместе с тем, ориентация на высокотемпературные технологические процессы получения вторичного углеводородного топлива требует создания соответствующего технологического оборудования, в частности, высокотемпературного реактора. Таким образом, высокотемпературный реактор становится обязательным и существенным элементом реакторной стратегии.

По мнению Международного института прикладного системного анализа, развитие ядерной энергетики должно базироваться на трех типах реакторов: легководных, быстрых и высокотемпературных. Первые два типа предназначены в основном для выработки электроэнергии, третий — для технологического тепла, необходимого в производстве углеводородов.

Легководные реакторы требуются в основном в начальный период развития ядерной энергетики. В них и в быстрых реакторах происходит наработка вторичного ядерного горючего, что необходимо для обеспечения ежегодных перегрузок действующих и первоначальных загрузок вновь вводимых быстрых реакторов. В соответствии с одной из основных рассматривавшихся реакторных стратегий имеется в виду, что экраны быстрых реакторов частично загружаются торием, кон-

* Международный институт прикладного системного анализа является международной научной организацией. Образован в октябре 1972 г. Учредительной конференцией представителей СССР, США, Англии, Франции, ФРГ, Канады, Японии, Польши, Чехословакии и других стран. Размещается в Вене. Советский Союз представлен в институте через Комитет по системному анализу, образованный при Президиуме АН СССР. Институт разрабатывает проекты по методологии системного анализа, биологии, энергетике и другим проблемам.

вертируемым в ^{233}U , необходимый для загрузки высокотемпературных реакторов. Для функционирования системы требуются торий и отвалы или природный уран. Причем, поскольку необходимость в обогащенном уране существенно снижается, экономически оправдано использование даже дорогих урановых руд.

В институте разработаны математические модели, позволившие проверить реализуемость описанных реакторных стратегий при различных условиях развития энергетики и вероятных временах освоения новых типов реакторов.

МАСТБАУМ В. И.

Международный семинар по реакторным шумам

21—25 октября 1974 г. в Риме проходил I Международный семинар, посвященный исследованию шумов в ядерных реакторах (SMORN-I). Он был организован Европейско-американским комитетом по реакторной физике совместно с Итальянским национальным комитетом по ядерной энергии. Были приглашены также представители стран, не входящих в эти организации, в частности СССР, Польши, Венгрии и Румынии. Всего в работе семинара участвовало 60 ученых более чем из 20 стран. Представлено было около 40 докладов.

Столь представительное собрание было создано впервые. Предыдущие конференции и симпозиумы по реакторным шумам имели национальный либо двух- или трехсторонний характер (национальные конференции в США в 1963 и 1966 гг., Советско-бельгийско-голландский симпозиум 1967 г., Всесоюзная школа физиков по импульсным и статистическим методам в реакторах 1967 г. и др.).

Последние годы отмечены возрастанием роли ядерной энергетики, строительством новых АЭС и, как следствие, возникновением проблемы их оптимальной эксплуатации. Последняя, в свою очередь, требует всестороннего изучения физических процессов в реакторах. Практическая направленность семинара была определена девизом: «От критических сборок — к энергетическим реакторам».

О явном повышении интереса исследователей к «энергетическим» шумам свидетельствует тот факт, что флуктуациям нейтронного потока в реакторах низкой (так называемой «нулевой») мощности было посвящено гораздо менее половины всех докладов. Общее мнение в настоящее время сводится к тому, что в целом вопрос о шумах в критических сборках исчерпан. Статистические методы измерений кинетических параметров взяты в ряде случаев на вооружение как стандартные. Оставшиеся нерешенными вопросы представляют скорее академический интерес. К тому же сама роль эксперимента на физическом стенде падает.

Положение с шумами в энергетических реакторах несколько иное. Широкие возможности использования статистических характеристик ядерной установки для контроля безопасности и ранней диагностики технологических нарушений определяют интерес к их изучению. С другой стороны, «шумовая» картина в энергетическом реакторе намного сложнее, чем в критической сборке. Если в физическом реакторе основной источник шума реактивности имеет равномерный («белый») частотный спектр, то в энергетическом присутствует большое число источников (температура, расход теплоносителя, механические вибрации и т. д.), спектральный состав которых зачастую существенно «небелый». Наличие большого числа обратных связей значительно усложняет проблему. Поэтому до получения завершенной картины шумов энергетического реактора пока далеко. В настоящее время теоретические и экспериментальные исследования в различных странах направлены,

в основном, на решение отдельных частных задач, многие из которых представляют непосредственный практический интерес.

Ряд докладов на семинаре был посвящен методам обнаружения кипения теплоносителя в активной зоне при аварийной блокировке каналов. Такие работы ведутся в Венгрии, Японии, ФРГ, США, Франции. Исследуются внереакторные макеты кипящих каналов, а также шумы нейтронного потока при барботировании пузырьков газа в активную зону водяных реакторов. В процессе экспериментов регистрируются флуктуации температуры, нейтронного потока, акустические шумы. Акустические методы рассматриваются как наиболее перспективные для обнаружения кипения в быстрых реакторах с жидкотеплоносительным теплоносителем. Поскольку в реальном энергетическом реакторе присутствует сильный акустический фон, не связанный с кипением, для его подавления предлагается использовать взаимную корреляцию акустических шумов и флуктуаций нейтронного потока. На французском быстром реакторе «Суперфеникс», например, предполагается осуществить постоянный контроль кипения по взаимной корреляции акустических и нейтронных шумов. Применение внутрореакторных нейтронных датчиков типа ДПЗ позволяет даже определять область кипения. Эти же датчики используются для контроля циркуляции теплоносителя в кипящем реакторе путем измерения скорости подъема пузырьков пара по взаимной корреляции двух детекторов, расположенных вдоль канала. Результаты измерения скорости теплоносителя по взаимной корреляции двух термодатчиков представили венгерские физики.

В некоторых докладах (США, Австралия) подчеркивалась необходимость изучения механических колебаний в энергетических реакторах для целей контроля. Использование соответствующих датчиков (например, акселерометров) дает информацию о вибрациях стержней, вызванных флуктуациями давления или гидродинамическими эффектами. В США изучались шумы различных датчиков (внереакторная нейтронная камера, акселерометры) для контроля перемещений активной зоны в водо-водяном реакторе.

Одновременно с экспериментами в различных странах ведутся теоретические исследования. Во многих случаях они имеют прикладной характер и направлены на истолкование имеющихся экспериментальных данных. Строятся определенные физические модели (как правило, простейшие), и на основании эксперимента проводится определение коэффициентов уравнений. Это позволяет получить такие важные характеристики, как постоянные времени элементов активной зоны, параметры функции обратной связи. В некоторых докладах обсуждались более общие теоретические вопросы, связанные, например, с нелинейными эффектами (Япония, СССР).