

ливать опыт управления национализированными системами энергетики в капиталистических странах. Серьезное внимание следует уделить ведущему звену управления — хозяйственному. 2. Обобщать этот опыт и разрабатывать наиболее разумные варианты возможной структуры, оценивать их под углом зрения эффектив-

ности управляемых систем, создавать на этой основе соответствующие практические рекомендации.

Труды симпозиума опубликованы Сибирским энергетическим институтом СО АН СССР.

ТРЕХОВА Н. А.

## Совещание по большим токамакам

В сентябре 1978 г. в Париже проходило совещание технического комитета МАГАТЭ по инженерным проблемам экспериментов на больших токамаках, на котором обсуждался ход проектирования и сооружения крупных термоядерных установок типа токамак, а также сообщалось о намеченных к строительству других крупных установках. На восьми секционных заседаниях рассматривались отдельные инженерные проблемы. В совещании участвовали 77 специалистов из 16 стран, представители фирм, разрабатывающие и поставляющие оборудование для токамаков.

**TFTR (США).** Проект установки завершен, пуск ее намечен на конец 1981 г. Стоимость проекта — 239 млн. долл., к концу 1978 г. освоено 166 млн. долл. Успехи, достигнутые в последнее время на PLT, повлияли на идеологию TFTR. В настоящее время разработана программа усовершенствования установки. Целью ее является повышение пиковой мощности реакции синтеза и удлинение импульса разряда. Мощность инжектируемого пучка быстрых атомов предполагается повысить с 20 до 45 МВт. За счет этого мощность реакции синтеза достигнет 75 МВт вместо 18 МВт. Сейчас полным ходом идут строительные работы, закуплена значительная часть технологического оборудования.

**JET (Евроатом).** После официального одобрения министрами Европейского экономического сообщества проект стал независимым предприятием. В октябре 1977 г. одобрено место сооружения — рядом с Калемской лабораторией (Великобритания). Стоимость проекта на 5 лет его сооружения (к началу 1983 г.) составит 123 млн. ф. ст. Строительный проект из-за задержки выбора места сооружения выпускается с опозданием. В ближайшее время предполагается разместить заказы на 80% оборудования.

**JT-60 (Япония).** Проект находится в стадии завершения. Выбранная строительная площадка еще окончательно не оформлена. В апреле 1978 г. фирме «Хитачи» выдан контракт на изготовление установки. Стоимость всего комплекса оценивается в 700 млн. долл. Сооружение установки должно завершиться в 1982 г. Первая фаза экспериментов предполагает инжекцию нейтральных пучков быстрых атомов мощностью 12 МВт, вторая (1984 г.) — 80 МВт.

**T-10M (СССР).** Проект комплекса находится в стадии завершения. В качестве сверхпроводящего материала для обмотки тороидального поля выбран сплав  $Nb_3Sn$ -ниобий-олово. Это позволяет надеяться получить большее, чем предполагалось ранее, тороидальное магнитное поле — 4,5—5 Т вместо 3,5 Т. Сооружение установки намечено завершить в 1983 г.

На совещании рассматривались и другие проекты: SLPX (сверхпроводящий длинноимпульсный эксперимент), США, Принстон; LPTT (длинноимпульсный технологический токамак), США, Ок-Ридж; JT-4, Япония; Torgu II Supra — Франция и др. Из них следует выделить SLPX, так как по проекту эта уста-

новка будет следующим поколением по сравнению с TFTR. При сооружении последней для нее резервируется площадка. Установка будет иметь ниобий-оловянные сверхпроводящие тороидальные обмотки, создающие магнитное поле на оси тора 7,2 Т. Параметры установки:  $R = 3,5$  м;  $a = 0,7 - 0,95$  м;  $e/a = 1,6$ ;  $I = 3 - 5$  МА. Длительность импульса  $\sim 100$  с. Целью создания установки является демонстрация работоспособности сверхпроводящей магнитной системы в условиях, близких к реакторным, получение длительного плазменного цикла с термоядерными параметрами. Сооружение предполагается закончить в 1986 г.

На совещании работали секции диагностики; магнитных систем; систем питания; защиты, дистанционного управления и обслуживания; режимов работы и дополнительного нагрева; вакуумных систем; управления и обработки данных; организации строительства и гарантий качества.

Новые методики диагностики плазмы не обсуждались, так как по общему признанию запланированные диагностические комплексы и без того достаточно велики и обеспечивают потребности эксперимента. Во всех проектах предусмотрена полная автоматизация процесса сбора и обработки экспериментальной информации. Результаты, полученные на PLT, заставили проектантов доработать проекты в сторону увеличения длительности рабочего импульса и мощности дополнительного нагрева. Во всех проектах рассматривается возможность применения различных типов высокочастотного нагрева наряду с инжекцией нейтральных пучков атомов. Уточнение проектов магнитных систем в течение 1977—1978 гг. шло по линии обеспечения больших  $\beta$ . В проекте JET, например, это привело не только к увеличению меди в обмотках, но и к повышению сечения стоек магнитопровода. Во всех проектах уточнены силы, действующие на обмотки, и усилены механические структуры.

Установки TFTR и JET предназначены для работы на смеси дейтерия с тритием. Это потребовало тщательной проработки защиты и средств дистанционного управления. JET располагается в зале, имеющем бетонную защиту толщиной 2,5 м. TFTR, кроме защиты зала, где она расположена, окружена защитным шалашом (иглу) из бетона толщиной 1,2 м. Эта защита упрощает обслуживание диагностического оборудования. Требования дистанционной переборки установок существенно сказываются на конструкции отдельных элементов и узлов, т. е. они проектируются совместно с приспособлениями для дистанционной переборки. Все дистанционные операции тщательно отработываются на моделях. Применительно к TFTR разработано и испытывается около 20 таких моделей, стоимость одной из них зачастую превышает миллион долларов.

Работы по созданию системы управления комплексом TFTR идут со значительным опережением по сравнению с другими системами. В настоящее время закуплены 13 ЭВМ. Полным ходом идет разработка перифе-



рийного электронного оборудования. Следует отметить, что только одна треть модулей является серийной и закупается. Другая треть специально разрабатывается и поставляется фирмами, еще одна разрабатывается в Принстонской лаборатории. Объем оперативной памяти системы управления 5,75 Мбайт, память на дисках 1280 Мбайт. Предполагается обрабатывать около 13 тыс. сигналов с различных систем установки. Работа над созданием системы управления TFTR предусматривает испытание элементов этой системы на PLT. Система управления будет готова в 1980 г.

На совещании подробно анализировался контроль за ходом работ и методы управления проектом. Наиболее тщательно этот вопрос проработан на TFTR. Состоя-

ние дел и управление анализируется через систему сетевого планирования, которая контролирует последовательность работ, их длительность и сроки, трудовые ресурсы в чел.-днях, затраты. Данные обрабатываются и анализируются с использованием ЭВМ.

Совещание показало, что стоящие перед создателями крупных термоядерных установок инженерные трудности успешно преодолеваются и есть основания надеяться на пуск установки в намечаемые сроки.

Следующее совещание по инженерным проблемам экспериментов на больших токамаках планируется провести в 1980 г. в Токио.

ПОШКОВ Г. Н.

## Международная конференция по применению эффекта Мёссбауэра

На конференции, состоявшейся в августе — сентябре 1978 г. в Киото (Япония), работали следующие секции: прогресс в методологии, поверхностные явления и катализ, аморфные материалы, магнитные сверхтонкие взаимодействия, магнитные материалы, химические структуры, последствия ядерных превращений, наука о Земле и археология, биологические системы, радиационные повреждения и дефекты, инженерные материалы, металлы и сплавы, динамика решеток.

Большой интерес представляла работа Р. Паунда и др. (США), в которой описаны «светопроводы» для гамма-излучения, основанные на принципе полного внешнего отражения. Светопровод представлял пучок тонких стеклянных трубок. Наблюдение неуширенной гамма-резонансной линии  $^{57}\text{Fe}$  с помощью источника и поглотителя, разделенных таким светопроводом, доказывает упругость процесса отражения. С рекордно узкой мёссбауэровской линией — 88-кэВ переходом в  $^{109}\text{Ag}$  ( $\tau = 58$  с) — работали В. Вильднер и У. Гонзер (ФРГ). Свободный от носителя  $^{109}\text{Cd}$  внедрялся в кристалл серебра термодиффузией. Поиски резонансного эффекта велись по температурной зависимости самопоглощения 88-кэВ гамма-излучения. При изменении температуры от 78 до 4,2 К скорость счета уменьшалась на 0,1%, что совпадает с оценками и свидетельствует о резонансном поглощении.

Работы по исследованию и применению мёссбауэровской дифракции, начатые в конце 60-х годов, интенсивно внедряются в практику лабораторий.

Среди работ этого направления интересна, например, та, в которой изучали критическое рассеяние при структурном фазовом переходе в монокристалле  $\text{RbCdF}_3$  мёссбауэровской дифракцией (Дж. Маец и др., ФРГ). Применялся мёссбауэровский дифрактометр с источником  $^{57}\text{Co}$ , 200 мКи. Излучение, дифрагировавшее на монокристалле, анализировали «черным» поглотителем с  $\Delta E = 60$  эВ. Детектор Si (Li), его площадь 80 мм<sup>2</sup>, был неподвижен, источник обращался вокруг оси 2 $\theta$  монокристалла, что устраняло акустические наводки на детектор. Таким образом была измерена интенсивность упругого и неупругого рассеяния от 1/2 (311) плоскости в диапазоне температуры до 150 К. Температурные зависимости обоих компонентов одинаковы и не противоречат данным, полученным рентгеновской и нейтронной дифракцией.

Б. Фурубаяси и др. (Япония) использовали селективное возбуждение мёссбауэровских подуровней (SEDM) для наблюдения спиновой релаксации. Была получена температурная зависимость SEDM-спектров в симметричном (555) брэгговском отражении вблизи перехода Морина (254 К). Результаты эксперимента сравниваются с теорией А. М. Афанасьева и В. Д. Горбаченко (ИАЭ им. И. В. Курчатова). Селективным возбуждением мёссбауэровских уровней исследовали релаксационные явления в феррихроме А (Б. Балко и др., США). Феррихром А был выбран для первых экспериментов как простая модель, уже изученная другими методами. Измерялись SEDM-спектры. Скорость источника соответствовала возбуждению одного из резонансов в рассеивателе. Рассеянное излучение анализировали однолинейным поглотителем. Доказательством релаксации явилось уширение и сдвиг линии.

Внимание исследователей продолжают привлекать временные опыты с резонансным гамма-излучением. Этому посвящены доклады «Фазовая когерентность частотно-модулированного гамма-излучения» (Дж. Каптон, Австралия), «Временная зависимость ширины линии и резонансной доли в мёссбауэровском спектре  $^{57}\text{Co}^{2+}[\text{Fe}^{III}(\text{CN})_6]^{3-}$ » (Т. Кобаяси, Япония), «Временная зависимость отфильтрованного резонансного излучения  $^{119}\text{Sn}$ » (Н. Хаяси, Япония), «Частотная модуляция 6,2-кэВ мёссбауэровского уровня  $^{181}\text{Ta}$ » (П. Вест и др.) и другие работы.

Большой интерес и оживленную дискуссию вызвали сообщения о возможности применения синхротронного излучения (СИ) в мёссбауэровской спектроскопии (доклад А. Н. Артемьева и др., СССР). Попытки постановки такого эксперимента уже в течение нескольких лет предпринимаются в США и ФРГ. СИ может стать мощным инструментом, дающим принципиально новую информацию. Так, в работе Ю. Кагана и др. (СССР) показаны преимущества и перспективы этого метода. Интерес к использованию СИ был так велик, что было создано отдельное не запланированное ранее заседание, на котором сообщили о создании рабочей группы под председательством Майер-Лейбница. Группа будет пропагандировать уникальные возможности СИ в различных областях исследований — в физике твердого тела, атомной и молекулярной физике, химии, биоло-