

10^{15} см⁻³, ионная температура 5 кэВ, полный нейтронный выход достигает 10^6 нейтронов за разряд.

Институт лазерной техники Осакаского университета — ведущий исследовательский центр Японии по инерционному удержанию плазмы: разрабатываются мощные неодимовые лазеры (проект «Gekko»), мощные CO₂-лазеры (проект «Lekko») и сверхточные электронные ускорители (эксперимент «Reiden»). Ведутся работы по проектированию импульсного термоядерного реактора на основе инерционного удержания (проект «Kongoh»).

В настоящее время эксперименты по обжатию сферических мишеней лазерным излучением ведутся на установке «Gekko IV». Это самый крупный в мире лазер на фосфатном стекле. Полная световая энергия в четырех пучках составляет 2 кДж при длительности импульса 1 нс. Максимальная мощность достигает 4 ТВт. Оконечные усилители выполнены на дисках диаметром 110 мм. Эксперименты по взаимодействию излучения с плазмой ведутся на двухпучковом лазере «Gekko II» с выходным импульсом мощностью 0,4 ТВт при длительности 50 нс.

Быстрыми темпами сооружается 12-пучковый лазер «Gekko XII» с выходной энергией 20 кДж и пиковой мощностью 40 ТВт. Уже изготовлен и находится в стадии наладки первый лазерный модуль. Эксперименты по обжатию мишеней 12 пучками начнутся в 1983 г. Механизмы взаимодействия мощных релятивистских электронных пучков с плазмой и тонкими металлическими фольгами изучаются на установке «Reiden III». Энергия электронов $\mathcal{E} = 500$ кэВ, ток пучка $I = 100$ кА, энергия пучка $\mathcal{E}_b = 4$ кДж, длительность импульса $\tau = 80$ нс. К настоящему моменту сооружен и испытан на половину номинальной мощности ускоритель «Reiden IV» с параметрами $\mathcal{E} = 1,4$ МэВ, $I = 1,4$ МА, $\mathcal{E}_b = 100$ кДж. Если эксперименты с ним пройдут успешно, будет сооружен многомодульный ускоритель для облучения сферических термоядерных мишеней. В Институте проводятся также эксперименты по взаимодействию излучения CO₂-лазера с плотным плазменным фокусом ($n = 10^{19}$ см⁻³, $T_e = 6$ кэВ, нейтронный выход — до 10^{10} нейтронов за разряд) в мейзеровской геометрии электродов с энергезапасом 50 кДж. (Сообщение об этом см. также в информации С. Д. Фанченко на с. 273 настоящего выпуска.)

Японский исследовательский институт атомной энергии является ведущим научным центром Японии в области

магнитного удержания плазмы. Основная цель работ — создание термоядерного реактора на основе токамака. Эксперименты в настоящее время проводятся на токамаке JFT-2 с параметрами $R = 90$ см, $a = 25$ см, $B = 1,8$ Тл, $I = 160$ кА. Получена плазма с $n = 6 \cdot 10^{13}$ см⁻³, $\tau_E = 20$ мс, $T_e = 1,2$ кэВ, $T_i = 0,5$ кэВ. Применяется дополнительный ВЧ-нагрев при мощности 200 кВт. До осени 1979 г. проводились также эксперименты на токамаке JFT-2a/DIVA с осесимметричным дивертером. В настоящее время он демонтирован. Основные усилия Института в области управляемого термоядерного синтеза направлены на создание самого крупного в Японии (и одного из четырех крупнейших в мире) токамака JT-60, сооружение которого началось в 1978 г. и завершится в 1983 г. Его параметры: $R = 300$ см, $a = 95$ см, $B = 4,5$ Тл, $I = 2,7$ МА. Будут использованы два метода дополнительного нагрева: инжекция быстрых атомов при полной вводимой в плазму мощности 20 МВт и ВЧ-нагрев на нижней гибридной частоте 1,3–1,7 ГГц при мощности 10 МВт. Предполагается, что будут достигнуты реакторные параметры плазмы: $n = 7 \cdot 10^{13}$ см⁻³, $T_e = T_i = 7$ кэВ, $\tau_E = 1$ с. Изготовлены опытные образцы элементов разрядной камеры и магнитной системы. В декабре 1979 г. началось строительство лабораторного корпуса. Интенсивно разрабатываются системы дополнительного нагрева. Большое внимание уделяется разработке проектов термоядерных реакторов и решению инженерных проблем.

Термоядерные исследования в Японии развиваются быстрыми темпами и широким фронтом. В последние два-три года введено в строй несколько крупных термоядерных установок, на которых получены существенные научные результаты. Лаборатории оснащены первоклассным диагностическим и электронным оборудованием, широко применяются автоматизация эксперимента и обработка результатов наблюдений с помощью ЭВМ. В ближайше время на установках следующего поколения планируется продемонстрировать научную осуществимость управляемого термоядерного синтеза.

Результаты поездки показывают, что дальнейшие контакты советских и японских ученых в данной области представляют интерес для обеих сторон.

КОРЖАВИН В. М.

XIV Всеяпонская конференция по радиоизотопам

Конференция проходила в Токио 21–22 ноября 1979 г. Она была организована Японским атомным промышленным форумом, Японской ассоциацией по радиоизотопам и Японским обществом по атомной энергии. Участвовали представители МАГАТЭ, Международной ассоциации по облучению пищевых продуктов, делегации Австралии, Бангладеш, Великобритании, Канады, КНР, Индии, Италии, Малайзии, СССР, США, Южной Кореи.

Рассмотрены факторы, сдерживающие производство и использование нуклидов, а также способы их устранения; перспективные направления использования радионуклидов и излучений; тенденции в использовании радионуклидов в Японии и других странах; обмен информацией и возможность технического сотрудничества стран.

Программой конференции было предусмотрено проведение общей сессии и ряда заседаний по темам: облучение пищевых продуктов; ядерные приборы и измерения радиоактивности окружающей среды; экономическая эффективность применения радионуклидов и излучений в промышленности; радиационная безопасность и обезвреживание радиоактивных отходов; разработка ускорителей и их перспективы; индустриализация радиационной обработки; новые области использования нуклидов и излучений.

Конференцию открыл заместитель генерального директора МАГАТЭ Х. Какихана фундаментальным докладом, в котором ознакомиł слушателей с организацией работ Агентством в различных частях света и изложил результаты и перспективы деятельности в области международного сотрудничества. В докладах рассматривались состояние и перспективы применения радионуклидов и ускорителей в странах. С обзорными докладами выступили представители Австралии, Индии, КНР, ФРГ. Доклады на секциях носили узкоцелевой характер и касались организации систем радиологического контроля окружающей среды, использования излучений в биологии, медицине, промышленности. Так, Л. Розен (США) сделал доклад о современном состоянии и перспективах применения π -мезонной терапии для лечения рака; представитель Радиационного центра Нагасаки сообщил о получении спирта из синтетической глюкозы, получаемой из целлюлозных отходов в бумажной промышленности путем радиолитического расщепления и фиксации ферментов. Этот радиационный процесс позволяет решить две проблемы: переработки отходов и использования спирта как энергетического топлива.

Большое внимание уделено экономическим аспектам. В нескольких докладах рассматривалась экономическая эффективность применения в промышленности радиоизо-

точных приборов, радиационно-химических радиоизотопных установок, ускорителей и т. д.

Было заслушано два доклада представителей Советского Союза: «Современное состояние и тенденции использования изотопов и ионизирующих излучений в СССР» (А. С. Штань) и «Радиоизотопная дефектоскопия, применяемая на атомных электростанциях» (В. С. Акопов).

В заключительном слове Н. Сайто (Япония) указал на перспективные области применения нуклидов и излучений: использование обогащенных стабильных нуклидов для анализа на следовые количества и фундаментальные физические измерения, например определение атомных масс; применение встречающихся в природе радионуклидов в геологических науках, в частности в сейсмологии и вулканологии; разработка портативных детекторов и небольших источников излучения, включая калифорниевые; использование новых радиационных способов (спектрометрии обратно рассеянных излучений, конверсионно-электронной мессбауэровской спектрометрии и прямого счета радиоактивных атомов).

Во время работы конференции была организована выставка, на которой экспонировались радиационные приборы, радиоизотопные источники, средства радиационной защиты и т. п. Значительное место занимало оборудование, используемое для контроля окружающей среды, приборы для контроля радиоактивности воздуха, определения загрязнения поверхности, в том числе переносные массой 1—2 кг. Отличительная особенность приборов, представленных на выставке, — встроенные микро-ЭВМ и светящиеся табло, на которых фиксируются показания измерений. Имеются автолаборатории для проведения замеров радиоактивности воздуха, учитывающие влияние изменения погоды на точность измерений. Были представлены анализаторы радиоактивных углерода и трития в жидких образцах, используемые в медицине. Представляет интерес медицинское оборудование, предназначенное для обезвоживания трупов подопытных животных и их сжигания с одновременным измерением радиоактивности.

Свою серийную аппаратуру экспонировали фирмы «Алока» и «Искра» (Япония): систему мониторов, используемых в больницах, а также в установках, в состав которых входит реактор или рентгеновское оборудование (она предназначена для очистки от радиоактивных загрязнений газа, пыли, поверхностей); сцинтилляционные скенеры; детекторы γ -излучения; процессоры, рассчитывающие и печатающие данные измерений γ -излучения образцов; сцинтилляционные спектрометры, гамма-спектрометры и т. д.

Большая часть экспонатов представлена фирмой «Фудзи электрик» (Япония), разрабатывающей и производящей детекторы, измерительные приборы и системы, портативные контрольно-измерительные приборы. Интересная экспозиция была представлена фирмами Японии и США, разрабатывающими стекло, служащее защитой от γ , рентгеновского и нейтронного излучений, радиоизотопные источники излучения (γ -излучения для флюоресцентного анализа, β -излучения), высокоэнергетические источники (γ -излучения, n - и γ -излучения одновременно, n -излучения), эталонные источники α -, β -, γ -излучений. О масштабах использования радионуклидов и излучений в Японии можно судить на основании данных, опубликованных Японской ассоциацией по радиоизотопам. Общее число пользователей радиоизотопной продукции и электрофизическими источниками излучения на 31 марта 1978 г. составило 3710 (из них НИИ 21,8%, промышленные фирмы 38,1%), число гамма-дефектоскопов и контрольно-измерительных приборов 6354. В НИИ и учебных заведениях используется 280 γ -облучательных радиоизотопных установок и 150 установок с ускорителями. В промышленных фирмах и прочих организациях работает 11 установок с ^{60}Co . В медицинских учреждениях используется 773 терапевтических аппарата, из них 589 — радиоизотопных и 184 — на генераторах излучения.

Большую роль в координации работ по производству и применению радионуклидов и ионизирующих излучений в Японии играет Японский атомный промышленный форум (ЯАПФ). Эта добровольная организация, включающая 700 членов (научно-исследовательских и производственных фирм), а также 100 иностранных членов, выполняет функции координирующего органа. Она проводит единую национальную политику и осуществляет международное сотрудничество. ЯАПФ организует конференции и семинары, издает научно-технические журналы и газеты, проводит самостоятельные исследования по проблемам атомной энергии и использования излучений. В частности, ЯАПФ были опубликованы данные о том, что на сентябрь 1979 г. общая мощность АЭС Японии составила более 12 млн кВт, а к 1986 г. намечено довести их мощность до 30 млн кВт, что составит 16,8% общей мощности всех электростанций.

Ознакомление с деятельностью ряда организаций показало возрастающее внимание, которое уделяется в Японии атомной науке и технике.

АКОПОВ В. С.

Восьмой семинар по моделированию радиационных и других дефектов на ЭВМ

Семинар проходил 12—14 июня 1979 г. в Институте ядерной физики АН КазССР (Алма-Ата). В нем приняли участие 87 человек, представивших 38 учреждений из 21 города Советского Союза.

Ранее предполагалось, что собственный межузельный атом в конфигурации гантели может совершать элементарный скачок, снова возвращаясь в исходную конфигурацию. Методом динамического моделирования предсказан переход гантели в новую конфигурацию — статический краудин вдоль направления плотной упаковки (111) (М. П. Жетбаева, ИЯФ АН КазССР). С помощью ЭВМ решены уравнения диффузии, в которых учтены процессы неоднородности рождения точечных дефектов и внедренных атомов гелия, миграции дефектов и гелия к поверхностям, взаимной рекомбинации и отжига на внутренних стоках. Получены распределения концентраций вакансий, междоузлий и гелия по толщине образца в различные моменты времени в области температур 100—600°C и пока-

зано, что при повышенных температурах происходит разделение профиля залегания атомов гелия на два (В. В. Ганн, ХФТИ).

При вычислении энергии образования дефекта E^f как разности термодинамических потенциалов Гиббса кристалла с дефектом и без него подразумевается постоянство внешнего давления p , неизменность которого следует обеспечить в модельных расчетах. Выполнение этого требования автоматически определяет объем образования дефекта, например вакансии V_v^f , и позволяет учесть вклад слагаемого $p\delta V_v^f$ в энергию E^f , величина которого составляет для комбинированного потенциала в ГЦК-кристалле 20% (Б. Ф. Костромин, ИФМ УНЦ АН СССР).

Вычислено поле изменений потенциальной энергии атомов в процессе формирования цепочки фокусированных столкновений в микрокристаллите молибдена. Такое поле вызывает распространение зависящего от него поля