

тия вещества:

$$w = 10^9 (n_s/n)^2 \text{ Дж},$$

где  $n_s$  — плотность твердого тела;  $n$  — плотность вещества. Детальные расчеты, проведенные Нукольсом в Ливерморской лаборатории, показывают, что при симметричном облучении крупинки лазерным импульсом со специально подобранным фронтом нарастания могут быть достигнуты плотности, превышающие плотность твердого тела более чем в 1000 раз. При этом минимальная энергия лазера снижается до  $10^3$ — $10^6$  Дж (в зависимости от сжатия).

С незапланированным докладом по теоретическим проблемам лазерного нагрева выступил М. Розенблют (США). Он остановился на трудностях, которые могут возникнуть на пути осуществления сверхсильного сжатия при очень больших мощностях лазерного пучка: в частности, на возможности появления аномально большого отражения лазерного света и генерации быстрых электронов. Эти электроны могут преждевременно прорвать сердцевину мишени и помешать сжатию.

Исследования плотной плазмы, получаемой в плазменном фокусе, продолжаются в ряде лабораторий

Европы и США. В обзорном докладе Ш. Мезонье (Фраскати, Италия) были развиты новые представления о процессах в плазменном фокусе и генерации нейтронов. Согласно Ш. Мезонье, после первого сжатия в расширяющемся плазменном образовании возникает аномальное сопротивление, в 100—1000 раз превышающее классическое, на котором диссипирует запасенная магнитная энергия. Это приводит к турбулентному нагреву и генерации основного импульса нейтронного излучения. При этом плазменный фокус имеет относительно большие размеры.

Конференция продемонстрировала прогресс во всех областях термоядерных исследований и перспективы достижения их конечной цели. В связи с этим, как видно из доклада Р. Гулда о состоянии термоядерных исследований в США, КАЭ США планирует существенное увеличение ассигнований на термоядерные исследования в США.

Проведение следующей европейской конференции по контролируемому синтезу и физике плазмы запланировано в Москве в 1973 г.

В. А. ЧУЯНОВ

## Международная конференция по изучению структуры ядер с помощью нейтронов

Конференция, состоявшаяся 31 июля — 5 августа 1972 г. в Будапеште, была организована Центральным физическим институтом и Физическим обществом Эвенса при содействии Академии наук и Комиссии по атомной энергии Венгрии, а также Международного союза чистой и прикладной физики. На конференции присутствовали более 200 ученых из 25 стран. Наиболее многочисленными были делегации СССР, ФРГ, Франции, США. На пленарных заседаниях было заслушано 20 обзорных докладов по следующим разделам: 1) статистическая модель ядра; 2) отклонения от статистической модели и промежуточная структура; 3) оптическая модель ядра; 4) радиационный захват нейтронов; 5) свойства делящихся ядер; 6) ультрахолодные нейтроны; 7) высокоинтенсивные источники нейтронов. По первым четырем разделам на трех параллельных секциях было сделано около 100 кратких сообщений. Советская делегация представила 20 докладов, из них пять обзорных. Все краткие сообщения были опубликованы до начала конференции. Обзорные доклады будут опубликованы в конце 1972 г.

Г. Вайденоллер (ФРГ) осветил новые направления в развитии статистической модели, связанные с учетом двухчастичного характера ядерных сил (ТВРЕ-ансамбли). Экспериментальная проверка новых идей основана на изучении статистических свойств распределений расстояний между далекими уровнями компаунд-систем. Согласно первым расчетам, выполненным для матриц конечной размерности, эти свойства должны быть различны для ТВРЕ и ранее использованных гауссовских (ГОЕ) ансамблей. В работах А. Джейна и др. (Франция) на ядрах  $\text{Pu}^{239}$ ,  $\text{Ho}^{165}$ ,  $\text{Tm}^{169}$ ,  $\text{Nd}^{142}$ ,  $^{146}$ ,  $^{148}$  получены результаты в пользу ТВРЕ-модели. Однако, как стало известно в ходе конференции, новейшие расчеты привели к выводу, что в пределе для матриц бесконечной размерности свойства распределений расстояний для ГОЕ- и ТВРЕ-ансамблей должны совпадать, т. е. анализ расстояний между уровнями

не является критерием для выбора модели. Дж. Гаррисон развил метод статистического анализа нейтронных сечений для случая, когда средние ширины не малы по сравнению с расстояниями между резонансами. Метод основан на сравнении экспериментальных сечений и сечений, статистически генерированных со средними резонансными параметрами.

Значительное место заняли работы по поискам и анализу нестатических эффектов. Современное теоретическое представление о подобных эффектах и обзор имеющихся экспериментальных результатов были даны в докладе К. Махо (Бельгия). Отмечено, что многие экспериментальные результаты о нестатических эффектах еще не подкреплены убедительными доказательствами. В этой связи в докладе рассмотрены статистические критерии анализа структур в сечениях реакций.

Корреляционный анализ энергетических интервалов между нейтронными резонансами (С. И. Сухоручкин, СССР; К. Идено, Япония) подтверждает полученные ранее данные о наличии квазипериодической структуры. Попытки связать эту структуру с параметрами уровней не дали положительных результатов (Ю. П. Попов и др., СССР). В докладе В. Г. Соловьева (СССР) на основе развиваемого автором полумикроскопического подхода к описанию сложных компаунд-состояний ядер предсказывается широкий класс нестатических эффектов в реакциях с резонансными нейтронами. В частности, эффект усиления приведенных вероятностей  $\alpha$ -распада компаунд-состояний на однофононные состояния  $2^+$  по сравнению с  $\alpha$ -распадом в основное состояние был экспериментально наблюден (Ю. П. Попов).

Наибольшее развитие за последние годы получили исследования радиационного захвата нейтронов, чему способствовали техника полупроводниковых детекторов и мощные источники нейтронов (высокопоточный реактор Брукхейвенской лаборатории, линейные ускорители в Ок-Ридже и Желе, импульсный реактор в Дуб-

не). Эти работы позволяют не только изучить механизм ядерных реакций (в сопоставлении с реакциями  $d$ ,  $p$  и  $\gamma$ ,  $n$ ), но и исследовать структуру низколежащих уровней ядра, а также определить характеристики ядерных уровней в широком диапазоне энергий возбуждения. В обзорном докладе Р. Криена (США) описаны экспериментальные методики исследования ( $n$ ,  $\gamma$ )-реакций. С. Мугабаб (США) рассмотрел проявление в экспериментах таких процессов, как прямой радиационный захват нейтронов, эффект валентного нейтрона, а также полупрямой процесс или захват через входное состояние.

Физика деления и связанные с ней вопросы были представлены на конференции всего лишь в нескольких докладах. В небольшом обзоре К. Паули (Швейцария) приводятся интересные экспериментальные данные, которые, по-видимому, впервые доказывают существование второй потенциальной ямы у  $Pu^{240}$ . Изучались  $E2$ -переходы, принадлежащие изомерному состоянию  $Pu^{240}$ . Энергия переходов подчинялась правилу  $I(I+1)$ , соответствующему ротационной полосе уровней для несферического ядра. Величина  $\hbar^2/2J$  оказалась равной  $3,33$  кэв, что значительно меньше этой величины ( $7,16$  кэв) для ротационной полосы основного состояния в первой яме. Отсюда прямо следует, что деформация в изомерном состоянии значительно больше, чем в основном. Докладчик использовал метод оболочечной поправки Струтинского для расчета некоторых вопросов динамики ядра. Рассчитанные им моменты инерции для основного и изомерного состояний  $Pu^{240}$  очень хорошо согласуются с экспериментальными данными. В работах П. Матусека и др. (ФРГ) удалось измерить спектры захватного  $\gamma$ -излучения в ( $n$ ,  $\gamma$ )-реакциях на ядрах  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$  и  $Pu^{241}$ . Эти данные, помимо научного значения, представляют ценность для прикладных задач, например, для расчета защиты реакторов, исследования выгорания твэлов без их разрушения. Оригинальная методика анализа ядерных материалов в твэлах предлагается в работе С. Шалева (Израиль). Она основана на измерении обнаруженной автором структуры энергетического спектра запаздывающих нейтронов с помощью  $He^3$ -спектрометра. Методика очень чувствительна к изменению содержания различных делящихся изотопов.

О первых успешных экспериментах по получению и хранению ультрахолодных нейтронов сообщил Ф. Л. Шапиро (СССР). Максимальное время хранения составило  $100$  сек, но это еще намного меньше теоретически ожидаемого времени. Причины расхождения с теорией еще неясны. Интерес к исследованиям с ультрахолодными нейтронами связан прежде всего с возможностью их использования для высокочувствительных экспериментов по обнаружению электрического дипольного момента нейтрона.

В докладе Е. Молла (ФРГ) приводятся основные характеристики реактора Института Лауэ-Ланжевена Франция — ФРГ, введенного в эксплуатацию в 1971 г.

Его мощность около  $60$  Мвт, плотность потока до  $1,5 \times 10^{15}$  нейтр/см<sup>2</sup>·сек, горячее  $U^{235}$ ; в качестве замедлителя для отражателя и теплоносителя используется тяжелая вода. Реактор предназначен для физических экспериментов на пучках; основная область исследований — физика конденсированных сред. Доля ядерной физики составляет  $\sim 20\%$ . В реакторе предусмотрены различные устройства, улучшающие условия эксперимента (холодный замедлитель из жидкого дейтерия, нейтронводы полного внутреннего отражения и т. п.). Для ядерных исследований создан большой набор спектрометров: спектрометр продуктов деления, различные виды  $\gamma$ -спектрометров, спектрометр электронов внутренней конверсии. В докладе С. Кирьяка (ФРГ) описывается спектрометр быстрых нейтронов по времени пролета на базе изохронного циклотрона в Карлсруэ. Установка начала работать в 1965 г. и имеет рекордное разрешение. Средний выход нейтронов  $2 \cdot 10^{13}$  сек<sup>-1</sup>, длительность импульса  $1$  нсек, частота следования импульсов  $20$  кГц, пролетная база  $67$  м. Основная область исследований — изучение взаимодействия быстрых нейтронов с легкими ядрами (в основном интерес представляет описание проекта нейтронного источника WNR (С. Мур, США) на базе сильноточного ускорителя в Лос-Аламосе (LAMPF). Ускоритель запущен в июне 1972 г., первые физические эксперименты намечены на начало 1973 г. Нейтронная установка создается в две очереди. Первая предполагает вырезание части импульса LAMPF для генерации импульсов длительностью до  $5-10$  мксек. Основное назначение — исследование по времени пролета для изучения эффективных сечений конструкционных материалов, а также для интегральных измерений на критических сборках; цель — проверка и уточнение методов расчетов быстрых реакторов; предполагаются также исследования конденсированных сред. Задачи второй очереди — использование накопительного кольца для протонов с целью сжатия импульса до нескольких наносекунд. Импульсная интенсивность пучка при этом возрастает в  $6000$  раз. Число нейтронов в одном импульсе составит  $2 \cdot 10^{15}$ .

О реакторе ИБР-2, строящемся в Объединенном институте ядерных исследований, рассказал Ю. С. Языцкий. Тепловая мощность реактора  $4$  Мвт, мощность в импульсе до  $7700$  Мвт. Выход нейтронов  $2 \cdot 10^{17}$  сек<sup>-1</sup>. Длительность импульса в реакторном режиме  $100$  мксек, частота  $5-50$  сек<sup>-1</sup>. Возможен бустерный режим работы установки с инжектором ЛИУ-30 при длительности импульса  $3$  мксек и средней мощности  $300$  квт.

Конференция была посвящена фундаментальным проблемам структуры ядра, и вопросы прикладного характера на ней не рассматривались. Тем не менее во многих докладах отмечалась важность проводимых исследований для развития атомного и термоядерного реакторостроения.

В. И. ЛУЩИКОВ

## IV Всесоюзный симпозиум по применению стабильных изотопов в геохимии

23—29 сентября 1972 г. в Москве состоялся IV Всесоюзный симпозиум по применению стабильных изотопов в геохимии, организованный Институтом геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР. На нем были представлены последние достиже-

ния советских ученых, работающих в области применения стабильных изотопов различных элементов в геохимических и космохимических исследованиях.

Особый интерес вызвали доклады, посвященные результатам исследования лунного грунта, доставленного