

При рассмотрении методов диагностики плазмы предпочтение отдано спектроскопическим методам. Обзорный доклад «Кинетическая теория уширения спектральных линий в неравновесной плазме» представил Ю. Л. Климонтович (СССР). Важные в методическом отношении результаты содержались в докладе В. Отта (США). Он рассказал о шести источниках излучения, пригодных для использования в диапазоне $1100\text{--}3500\text{ \AA}$ ($1\text{ \AA}=10^{-10}\text{ м}$) в качестве радиометрических стандартов: водородной дуге, стабилизированной стенками; дуговым источнике с набором спектральных линий, имитирующих черное тело; аргоновых «мини»- и «макси»-дугах; дейтериевой лампе; ВЧ-ламповом разряде на димерах криптона. Эти стандарты используются сейчас для измерения концентрации примесей в токамаках, определения температуры плотной плазмы, измерения скоростных коэффициентов фотохимических реакций и при исследованиях вакуумного ультрафиолетового излучения на борту возвращаемых космических аппаратов. Как серьезное предостережение от использования профилей спектральных линий водорода для детектирования турбулентности плазмы без достаточного анализа всех возможных источников дополнительного излучения в изучаемой области спектра, был воспринят доклад А. Пиля (ФРГ). Автор продемонстрировал, что периодическая структура, наблюдающаяся у бальмеровских линий, может быть связана с излучением молекулярных ионов, которые образуются в пристеночных слоях в момент вторичного пробоя при пинчевании прямого разряда. Этот результат ставит под сомнение интерпретацию опубликованных недавно экспериментов Ж. Рамета и Г. Дравина (Франция).

В другом докладе А. Пиля содержались интересные результаты экспериментального подтверждения развития ленгмюровской турбулентности в плазме со скрещенными Е- и Н-полями при условии $\omega_{pe} > \omega_{Hi}$.

Важные обобщающие результаты о периодических закономерностях в штарковских сдвигах и полущиринях резонансных линий атомов от гелия до кальция представили югославские физики во главе с Е. Пуричем. В центре внимания до сих пор остается эффект «приведенной массы» в штарковском уширении водородоподобных линий. Несмотря на многочисленные попытки дать теоретическое объяснение этому явлению, расхождение между экспериментом и теорией остается довольно существенным.

В опытах Ж. Шапелле (Франция) вновь были подтверждены экспериментальные закономерности, найденные ранее В. Визе (США). В докладе Г. В. Шолina (СССР) приведен новый теоретический подход к объяснению эффекта, позволяющий получить качественное согласие с экспериментом по всем основным параметрам. Рентгеновская диаг-

ностика лазерной плазмы подробно освещалась в обзорном докладе Л. П. Преснякова (СССР).

Важное место на конференции занимали вопросы создания активной среды для газовых лазеров и плазмохимические явления. Группа ученых из Французского национального центра по изучению и использованию космического пространства (ONERA), возглавляемая Г. Фурнье, представила цикл работ по изучению физических явлений в разрядах CO_2 -лазеров с предварительной ионизацией ультрафиолетовым излучением или РЭП. Систематические расчеты и эксперименты выполнены не только для смесей CO_2 -лазеров, но и для газов N_2 , O_2 , NH_3 и некоторых газовых смесей. В группе Г. Фурнье ведутся также плазмохимические эксперименты, в частности синтез гидразина с помощью газовых разрядов с комбинированным возбуждением. Из других работ по созданию активной среды наибольшим вниманием пользовались доклады, посвященные получению эксимеров и эксиплексов в разрядах высокого давления. Этой теме посвящено более десяти оригинальных и один обзорный доклад, представленный М. Баумиком (США).

В области плазмохимии заметно возрос интерес к способам получения энергоносителей H_2 и CO в электрических разрядах и происходящим в них элементарным атомно-молекулярным процессам. Так, диссоциация паров воды в тлеющем разряде полого катода изучается физиками ГДР. Итальянские ученые из Центра плазмохимических исследований в Бари продолжают исследовать разложение CO_2 и разряд в кислороде. Аналогичные работы были проведены австрийскими учеными. П. Гарскаден (США) представил результаты детальных теоретических и экспериментальных исследований роли колебательного возбуждения в явлениях диссоциации CO , а также роли возбужденного кислорода в процессах двухступенчатой ионизации. Важные экспериментальные данные о коэффициентах диффузии и подвижности для разрядов в атмосфере O_2 и CO_2 получены польскими физиками.

В обзорном докладе П. Фоше (Франция) подытожена роль физических исследований в плазмохимии. Отмечалось широкое внедрение плазмохимических методов в промышленность и все возрастающее внимание к исследованиям неравновесных плазмохимических разрядов, особенно в последние 5–6 лет.

Участникам конференции была предоставлена возможность посетить лаборатории Отдела термоядерного синтеза и физики плазмы в Гренобле.

Следующая конференция по явлениям в ионизированных газах состоится в 1981 г. в Минске.

ШОЛИН Г. В.

Совещание центров данных по ядерным реакциям

С 8 по 13 октября 1979 г. в Карлсруэ (ФРГ) проходило четвертое совещание центров данных по ядерным реакциям. В нем приняли участие представители Национального центра ядерных данных (Брукхейвен, США), Банка данных Агентства по ядерной энергии (Сакле, Франция), Секции по ядерным данным МАГАТЭ, Центра ядерных данных ГКАЭ (Обнинск, СССР), Центра данных о структуре атомного ядра и ядерных реакциях ГКАЭ (Москва), Группы по данным о реакциях с заряженными частицами (Карлсруэ, ФРГ), Национального информационного центра (Карлсруэ, ФРГ), Исследовательской группы по ядерным данным (Япония). Обсуждались многочисленные вопросы, связанные с кодированием данных о ядерных реакциях в обменном формате ЭКСФОР, а также с обменом, хранением и поиском данных. Приняты решения и рекомендации.

В настоящее время библиотека экспериментальных нейтронных данных в формате ЭКСФОР содержит 42 000 рядов данных (2,4 млн. строк числовой информации).

Большое внимание уделено обсуждению путей и перспектив развития Обменного формата. Несколько лет назад стремление использовать Обменный формат для записи данных о реакциях с заряженными частицами привело к необходимости существенных изменений в нем и созданию обобщенного формата ЭКСФОР. В настоящее время формат ЭКСФОР начинают использовать для записи данных фотоядерных реакций, изучается возможность записи данных о реакциях с тяжелыми ионами. Новые типы данных требуют иногда весьма существенных изменений в структуре формата и в системе обслуживающих программ. В связи с этим обсуждался вопрос, обобщать ли дальше ЭКСФОР на новые типы данных или для каждого типа данных иметь свой вариант ЭКСФОРа. Решено тщательно изучить этот вопрос и принять окончательное решение на следующем совещании центров.

Рассмотрен и принят новый вариант Протокола сотрудничества между центрами.

За период между совещаниями центры проделали большую работу по улучшению библиографического каталога нейтронных данных СИНДА. В 1979 г. выпущены два архивных тома СИНДА-А, включающих информацию, опубликованную по 1976 г. СИНДА-79 включает информацию, опубликованную после 1976 г. В 1979 г. выпущено дополнение к СИНДА-79, а в 1980 г. будет издан СИНДА-80 и дополнение к нему. В ноябре 1979 г. опубликован мировой список запросов на ядерные данные ВРЕНДА 79/80. Общее количество запросов составляет 1780. По сравнению с предыдущим изданием увеличилось число запросов на данные для термоядерного синтеза. Отмечено увеличение запросов на нейтронные данные в области энергий нейтронов 10–50 МэВ.

Обсуждена деятельность центров по развитию программных систем работы с данными, по компиляции и оценке ядерных данных, изданию и распространению компиляций и документов.

В Карлсруэ начата публикация цифрового материала по сечениям образования радиоактивных нуклидов в ядерных реакциях с заряженными частицами. В подготовке материала для указанной компиляции участвуют центры данных СССР, США и ФРГ. В Брукхейвене подготовлено четвертое издание первого тома БНЛ-325 (резонансные параметры). В середине 1979 г. США передали во всеобщее пользование файлы общего назначения библиотеки оцененных ядерных данных ENDF/B IV и файлы библиотеки ENDF/B V для актинидов и продуктов деления. Центр ядерных данных (Обнинск) заканчивает работу над созданием библиотеки оцененных сечений реакций (n, p) , (n, α) , $(n, 2n)$ для всех стабильных изотопов в области энергий от порога до 20 МэВ.

Следующее совещание центров данных по ядерным реакциям планируется провести в Брукхейвене 29 сентября — 4 октября 1980 г.

МАНОХИН В. И.

Советско-японский семинар по диагностике плазмы и ознакомление с термоядерными исследованиями в Японии

Семинар состоялся 13–17 ноября 1979 г. в Институте физики плазмы Нагойского университета в соответствии с программой научно-технического сотрудничества в области атомной науки и техники между СССР и Японией. Основная цель семинара — обсуждение методов исследования высокотемпературной плазмы в термоядерных установках с магнитным удержанием. Центральное место заняло обсуждение диагностических комплексов термоядерных установок типа токамака и стелларатора: JT-60, «Heliotron-E», JIPPT II, JFT-2a (Япония); T-15, T-8, «Ураган-3», Л-2 (СССР). В современном плазменном эксперименте используется несколько десятков методов диагностики.

В крупных термоядерных установках, сооружаемых в настоящее время в Японии, используются, как правило, отработанные и надежные методы диагностики. В то же время продолжают развиваться новые перспективные методы. В частности, интенсивно разрабатываются лазерные методы для дальней инфракрасной области спектра. Особое внимание было уделено диагностике положения и радиального профиля плазменного шнура в тороидальных системах, а также диагностике примесей и влияния дивертора на параметры плазмы. Обсуждены методы диагностики плазмы с высоким β в импульсных термоядерных системах, в первую очередь в установках типа «плазменный фокус». Были затронуты вопросы диагностики плазмы в открытых ловушках и рассмотрены процессы столкновения высокоэнергетичных плазменных потоков в открытых и замкнутых системах.

По окончании семинара советской делегации была предоставлена возможность посетить ведущие плазменные лаборатории Японии и ознакомиться с проводимыми там термоядерными исследованиями.

Институт физики плазмы Нагойского университета. Основная термоядерная установка — токамак-стелларатор JIPPT II. Большой радиус тора $R = 91$ см, радиус плазмы $a = 17$ см, тороидальное магнитное поле $B = 3$ Тл, электрический ток в плазме $I = 150$ кА. Получена плазма со следующими параметрами: температура электронов $T_e = 1$ кэВ, температура ионов $T_i = 0.6$ кэВ, плотность плазмы $n = 5 \cdot 10^{13}$ см $^{-3}$, энергетическое время удержания $\tau_E = 15$ мс. В конце 1979 г. в Институте введены в строй две новые крупные термоядерные установки RFС и SPAC VI. Установка RFС представляет собой амбиопольную магнитную ловушку, продольное удержание в которой осуществляется за счет электростатического потенциала, создаваемого с помощью мощных ВЧ-генераторов (ВЧ-пробок). Длина системы 10 м, наружный диаметр в области

пробки 3 м, мощность ВЧ-генератора 4 МВт, частота 20–80 МГц. Установка SPAC VI предназначена для удержания высокотемпературной плазмы в тороидальной системе, продольный ток в которой создается кольцом релятивистских электронов. Электронный пучок генерируется сильноточным ускорителем РНОЕВУС напряжением 4.5 МВ, с запасом энергии в генераторе импульсных напряжений 70 кДж, длительностью импульса 80 нс.

Имеется ряд других термоядерных установок (тороидальной тета-пинч, бампи¹ торус и т. п.), а также установки для изучения фундаментальных свойств плазмы и элементарных процессов. Вычислительный центр Института оборудован большой ЭВМ типа FACOM M-200 с оперативной памятью 12 Мбайт и скоростью вычислений 10^7 операций в секунду. Плодотворно работает также центр по сбору и обработке атомно-молекулярных данных для термоядерного синтеза.

Лаборатория физики плазмы Киотского университета специализируется на изучении нагрева и удержания плазмы в установках типа гелиотрон. Такое название получили асимметричные тороидальные магнитные системы, которые отличаются от токамаков и стеллараторов большим вращательным преобразованием и сильным пинчем. Магнитное поле создается геликоидальной обмоткой совместно с вертикальными и тороидальными обмотками. В настоящее время эксперименты проводятся на двух установках: «Heliotron-D» и «Heliotron-DM». «Heliotron-D» имеет $R = 108,5$ см, $a = 10$ см, $B = 0,3$ Тл, $T_e = 150$ эВ, $T_i = 30$ эВ, $n = 10^{13}$ см $^{-3}$, $\tau_E = 0,2$ мс; «Heliotron-DM» — $R = 45$ см, $a = 6$ см, $B = 1$ Тл, $T_e = 160$ эВ, $T_i = 70$ эВ, $n = 5 \cdot 10^{13}$ см $^{-3}$, $\tau_E = 0,2$ мс. Весной 1980 г. войдет в строй крупная установка «Heliotron-E» с параметрами: $R = 220$ см, $a = 30$ см, $B = 2$ Тл, $I = 120$ кА, $T_e = 1$ кэВ, $T_i = 0,8$ кэВ, $n = 10^{14}$ см $^{-3}$, $\tau_E = 10$ мс. Предполагается использовать дополнительный нагрев мощными пучками быстрых атомов, а также ВЧ-нагрев.

Лаборатория физики плазмы Осакинского университета. В лаборатории создана серия установок с общим названием PIACE, предназначенных для изучения столкновений мощных плазменных потоков в магнитном поле. Наиболее крупная установка PIACE-RI введена в строй в мае 1979 г. Конфигурация магнитного поля имеет вид рейстрекка. Напряженность поля $B = 2,3$ Тл, запас энергии в конденсаторной батарее 240 кДж, время нарастания тока 2 мкс. При столкновении сгустков, инжектируемых плазменными пучками, плотность плазмы составляет