

В докладах П. А. Черноплекова и др. (СССР) «Исследование неупругого рассеяния нейтронов на силате $Ti - Zr$ » и Б. Мозера, К. Отнеса (США) «Измерение спектра колебательных частот силатов $Ni - Pd$ » на основе данных эксперимента по неупругому рассеянию нейтронов обоснованы некоторые особенности динамики бинарных неупорядоченных систем и локальных частот примесей. Кроме того, большое количество работ было посвящено исследованию дисперсионных кривых для фононов в элементах Si, Cu, Zn, Mg, Be и др. и химических соединениях ($CaF_2, SrTiO_3$ и др.) и сравнено полученных результатов с различными теоретическими представлениями.

По проблеме исследования неупругого рассеяния нейтронов жидкостями и газами было представлено 23 работы. Основное внимание в этих работах было уделено изучению вопроса о свободном и заторможенном вращении молекул в жидкости в зависимости от характера связи и конфигурации молекул, а также исследованию характера диффузионного движения молекул в жидкости. Одним из важных результатов исследования неупругого рассеяния нейтронов жидкостями явилось подтверждение квазикристаллической модели жидкости для температур, не очень далеких от температуры плавления. Новые результаты по исследованию неупругого рассеяния нейтронов на воде были сообщены в докладах Д. Коттвита и др. (США) и А. Байорика и др. (ОИЯИ), причем в первом докладе проведены оценки времени осевой жизни молекулы и коэффициентов диффузии. В работе К. Ларссона и У. Дальборга (Швеция) показано, что для глицерина (вещества с высоким температурным коэффициентом вязкости) определяющим механизмом диффузии является «прыжковая» диффузия.

Несколько экспериментальных работ было посвящено изучению «обобщенной частотной функции» жидкостей (аналогично фононному спектру в твердых телах, понятие введено П. Игелстаффом), и хотя количество физической информации, получаемой из этих функций, пока невелико, тем не менее такие измерения важны, так как результаты могут быть непосредственно использованы в практических расчетах, в том числе в расчетах по физике реакторов.

По вопросу исследования неупругого рассеяния нейтронов магнетиками было представлено всего 4 доклада. В докладе В. Брокхауза и Х. Уатаиба (Канада) «Спinoвые волны и рассеяние нейтронов» сообщалось об измерениях методами постоянного излучения импульса и энергии нейтрона дисперсионных кривых для оптических и акустических магнетиков в магнетите. На основании этих измерений для магнетита (ферромагнетика со структурой обращенной шпиннели) были проведены оценки значений обменных интегралов, приведшие к результатам, зна-

чительно отличающимся от полученных другими методами. Оказалось, что обменный интеграл взаимодействия ионов железа в положении A и B $J_{AB} = 2,3 \cdot 10^{-3}$ эв, J_{BB} значительно меньше и ферромагнитен и полученные результаты малочувствительны к величине J_{AA} .

Исследованию рассеяния нейтронов на малые углы в Fe и Ni близ точки Кюри был посвящен доклад Б. Жако и др. (Франция). Эти эксперименты подтвердили, что критическое рассеяние нейтронов является неупругим. Также была оценена температурная зависимость областей корреляции спинов в исследованных образцах. Кроме того, в докладе Д. Крибье, В. Жако (Франция) было сообщено об измерениях неупругого рассеяния нейтронов на $MnFe_2$ в парамагнитном состоянии, а в докладе Ж. Красницкого и др. (Польша) — об измерениях неупругого магнитного рассеяния на франклините и окиси хрома.

Восемь докладов было посвящено методам экспериментального изучения неупругого рассеяния нейтронов твердыми телами и жидкостями. В работе Ф. Узбба, Дж. Пирса (Великобритания) было сообщено об автоматическом действующем источнике холодных нейтронов, установленном на реакторе DIDO в Харуэлле, в котором в качестве замедлителя используется жидкий водород. Описание многороторных фазированных систем прерывателей, позволяющих значительно улучшить разрывающую способность экспериментальных установок, были посвящены доклады К. Отнеса, Р. Паленского (США) и Д. Харриса и др. (Великобритания). В докладе В. В. Голикова и др. (ОИЯИ) был рассмотрен вопрос об использовании реактора ИБР как источника для исследования неупругого рассеяния нейтронов твердыми телами и жидкостями. Интересным было сообщение Д. Харриса и др., представленное в совместном докладе Великобритании и Канады, по вопросу о сцинтилляционных детекторах, позволяющих соединения лития, обогащенные изотопом Li^7 .

Как можно было заключить из обсуждавшихся на Симпозиуме докладов, основным экспериментальным методом исследования неупругого рассеяния нейтронов на реакторах с малым потоком являются методы с применением источников холодных нейтронов со спектрометрами по времени пролета, а на реакторах с высоким потоком нейтронов — трехкристалльных спектрометров и многороторных систем прерывателей со спектрометрами по времени пролета.

Материалы работы Симпозиума будут опубликованы МАГАТЭ в 1963 г. На организационном заседании Симпозиума было высказано пожелание провести очередной симпозиум по неупругому рассеянию нейтронов твердыми телами и жидкостями через два-три года.

П. Черноплеков

Совещание по применению ускорителей заряженных частиц в радиационной химии

В мае 1962 г. в Москве проходило Совещание по применению ускорителей заряженных частиц в радиационной химии, созванное Отделением химических наук АН СССР.

На Совещании было заслушано и обсуждено более пятнадцати докладов и сообщений.

В краткой вступительной речи академик П. Н. Семенов подчеркнул, что хотя исследования в области

радиационной химии ведутся в течение 15 лет, вопрос о практической реализации этого нового важного направления в химии нельзя считать решенным, так как в настоящее время еще отсутствуют установки, позволяющие осуществить выпуск многих видов продукции в промышленных и полупромышленных масштабах для оценки экономической эффективности и практической значимости радиационно-химических процессов. Кратко рассмотрев основные типы существующих источников излучения, он отметил, что ускорителям электронов принадлежит большое будущее в химии. Сравнительная простота устройства и управления, компактность и высокий коэффициент использования излучения, в десятки и сотни раз больший, чем для γ -источников, сделают эти установки пригодными для большинства радиационно-химических процессов. Н. П. Семелов отметил, что техника электронных ускорителей должна развиваться и совершенствоваться одновременно с техникой γ -установок, дополняя друг друга.

В докладах, представленных на Советские, рассматривались вопросы, касающиеся описания конструкции и технических характеристик линейных ускорителей, электростатических генераторов, бетатронов и других типов ускорителей электронов, разрабатываемых и выпускаемых в СССР и за рубежом. Было заслушано также несколько докладов, посвященных техническим требованиям, предъявляемым к ускорителям, специально предназначенным для проведения радиационно-химических процессов в лабораторных и полупромышленных масштабах. Так, для осуществления радиационно-химических процессов в лабораторных условиях с последующим выходом к полупромышленным экспериментам могут представлять интерес импульсные линейные ускорители на стоячей волне (ЛУЭ-5-1 и ЛУЭ-5-2) с энергией электронов 5 Мэв и средним током пучка до 1 ма. Следует отметить, что ускорители такого типа могут быть использованы для проведения экспериментальных работ по модифицированию свойств полимерных материалов, радиационно-химическому окислению, сульфированию и хлорированию углеводородов, вулканизации каучуков и резиновых смесей.

О проводимых Томским политехническим институтом (ТПИ) работах по разработке и созданию ускорителей электронов (бетатронов), широко применяемых для терапевтических целей и физических исследований, сообщил в своем докладе В. А. Колотов.

Разработанные ТПИ вакуумные ускорители с энергией электронов 25 Мэв позволяют получать средний ток на несколько порядков выше, чем у бетатронов, для которых средний ток пучка составляет 10^{-8} а. Мощность дозы тормозного излучения на расстоянии 1 м от мишени такого ускорителя составляет ~5000 р/мин. Такая мощность дозы тормозного излучения является уже приемлемой для проведения некоторых радиационно-химических процессов, а то время как большинство бетатронов непригодно для этих целей вследствие малой мощности дозы тормозного излучения (5—200 р/мин).

Весьма перспективными для обработки некоторых полупромышленных радиационно-химических процессов (привитая полимеризация, модифицирование свойств тонких полимерных пленок и т. д.) следует считать несколько типов ускорительных трубок прямого действия с энергией электронов 0,5 Мэв

и током пучка до 0,13 а, также разработанных в ТПИ. Было бы полезным проведение работ, направленных на повышение энергии электронов, так как это может значительно расширить область применения этих ускорителей в радиационной химии.

В докладе С. П. Кашицы, посвященном разработанному в Институте физических проблем АН СССР (ИФП) микротрон, сообщалось об изучении особенностей пучка электронов и исследовании его энергетического спектра. Подчеркивались достаточные широкие возможности этого ускорителя для исследовательских целей в радиационной химии.

Доклад Ф. Г. Железнякова был посвящен основным характеристикам ускорителей электронов прямого действия и разработке малогабаритных электростатических генераторов на энергии электронов 1—2 Мэв, представляющих особый интерес для лабораторных исследований в радиационной химии. Привлекло внимание сообщение о разработке ускорителя, названного капотроном; этот ускоритель является оригинальным вариантом ускорителя каскадного типа, известного под названием динамитрон-используемого на рубежом для проведения радиационно-химических процессов. Докладчик сообщил также, что в 1963 г. будет изготовлен каскадный генератор с мощностью пучка 25 кат и энергией электронов 2,5 Мэв.

С интересом был выслушан доклад О. А. Вальднера (Московский инженерно-физический институт), посвященный серии ускорителей, разрабатываемых и изготавливаемых ИИФП. Линейные импульсные ускорители на бегущей волне с энергией электронов 3, 5, 10 Мэв и мощностью пучка 500—700 ат разрабатаны, изготовлены и находятся в эксплуатации. На ускорителях этого типа проводят экспериментальные работы по вулканизации резины, изучению радиационно-стойких полимеров, исследованию радиационных токохимических процессов и получению высокодисперсных активных катализаторов и сорбентов.

В докладе В. Л. Карпова и Л. В. Чепеля (Физико-химический институт АН СССР им. Л. Я. Карпова) были указаны основные технические требования и параметры электронного ускорителя, предназначенного для опытно-промышленного осуществления некоторых радиационно-химических процессов. Подготовлены в лабораторных условиях и опробованы радиационно-химические процессы, представляющие практический интерес (сшивание полистилена и полихлорвинила, притягив полимеризация винилацетата на фторопласте и др.).

Требованиям к электронным ускорителям для вулканизации каучуков и резиновых смесей был посвящен доклад Э. Н. Тарасовой, В. К. Хозака, Е. В. Егорова, М. Я. Каплунова и В. С. Соболева (НИИ шинной промышленности, Институт химической физики АН СССР). В докладе указывалось, что ускорители электронов могут стать весьма перспективными источниками излучения для вулканизации резины, так как высокая интенсивность электронного пучка позволяет значительно снизить роль деструктивных процессов в полимерах, которые наблюдаются при облучении с помощью γ -источников. При этом продолжительность облучения снижается в несколько десятков раз. Коэффициент использования пучка может достигать 50—70% и выше. Авторы отмечают, что для целей радиационно-химической вулканиза-

дни резки ускорители электронов должны иметь энергию 5—7 *Мэв*, ток пучка 1 *ма*, развертку пучка до 1 *м*, поток энергии должен составлять около 0,25 *вт/см²*.

А. П. Соченков остановился на конструктивных особенностях электростатического ускорителя на 0,5 *Мэв* с током пучка до 250 *мкА*. Основной особенностью является способ получения высокого напряжения от электростатического генератора с жестким ротором.

С интересом был выслушан доклад Л. В. Чепеля о зарубежной ускорительной технике и тех достижениях, которые имеются в этой области.

Д. П. Марголин (ФХИ им. Л. Я. Карпова) поделился опытом работы на электростатическом генераторе ЭГ-2,5. Ускоритель позволяет регулировать энергию частиц от 0,3 до 2,0 *Мэв* и ток от $5 \cdot 10^{-3}$ *мкА* до 200 *мкА*. Максимальная мощность пучка 0,4 *квт*.

Разнообразным исследованием, проводящимся в ИХФ АН СССР на ускорителях на 2 и 0,8 *Мэв*, было посвящено сообщение П. Я. Бубена. На ускорителях проводятся работы по исследованию в широком интервале температур природы и свойств свободных радикалов, образующихся при радиоллизе; изучаются газовые продукты радиолиза углеводородов; исследуются радиотермолюминесценция облученных веществ при структурных и фазовых переходах; исследуется роль ионов в радиационно-химических процессах; намеряются электрофизические свойства облученных органических веществ; исследуется радиационная полимеризация и вулканизация резиновых смесей; изучается действие излучения на адгезию полимеров; проводятся поиски радиационно-стойких полимеров; исследуются энергоемкие радиационно-химические реакции и т. д.

Об опыте работы на электростатическом ускорителе с энергией 1,2 *Мэв* сообщил П. Я. Глазунов (ИХФ АН СССР). На ускорителе исследуются процессы радиационного крекинга, радиационной полимеризации и прививки, исследуется действие ионизирующего излучения на токохимические, каталитические, коррозионные процессы, изучается действие высоких мощностей поглощенных доз на водные растворы и т. д.

На Советании было принято развернутое решение. В решении указывается, что в настоящее время к полупромышленному опробованию подготовлено несколько радиационно-химических процессов. Эти процессы особенно перспективно осуществлять на

мощных, малогабаритных и надежных в работе ускорителях электронов. Для развития радиационной химии могут иметь большое значение также малогабаритные ускорители небольшой мощности, надежные в работе и специально предназначенные для исследовательских целей.

Советание считает, что в ближайшие годы основную роль при использовании ускорителей для проведения радиационно-химических процессов будут играть линейные и электростатические ускорители, которые должны использоваться на стадии полупромышленного испытания радиационно-химических процессов.

Основное внимание обращается на совершенствование и разработку ускорителей:

а) для работы с газообразными и жидкими продуктами, вулканизации резиновых смесей, сшивания полиэтилена и т. д. — линейного ускорителя (импульсного и непрерывного действия) на 2—8 *Мэв* со средним током 3 *ма* и возможностью развертки пучка;

б) для различных видов прививок и аналогичных процессов — электростатического ускорителя с энергией 1,5 *Мэв* и током 1—5 *ма*.

Перспективными для лабораторных и исследовательских целей являются электростатические малогабаритные ускорители.

В решении указывается, что весьма перспективным ускорителем электронов является микротрон, который может на первом этапе рассматриваться как лабораторный, а затем и как промышленный аппарат.

Советание считает, что существенное значение для расширения области применения различных типов ускорителей будет иметь разработка ряда инженерно-конструктивных и экономических вопросов:

- 1) вывод из ускорителя пучков мощностью до 20—50 *квт*;
- 2) поворот пучка на 90° и развертка пучка;
- 3) разработка фильтров, выравнивающих глубинные дозы;
- 4) ввод пучка в реакционные сосуды при давлениях в них до 100 *атм* и температурах до 300° С;
- 5) удешевление стоимости 1 *квт·ч* пучка.

В решении отмечено, что необходимо усилить работу по модификации ускорителей для промышленной реализации радиационно-химических процессов.

Е. В. Егоров, М. Я. Каплунова

Разработка промышленных линейных ускорителей

В Московском инженерно-физическом институте (МИФИ) в течение нескольких лет ведутся научно-исследовательские работы в области линейных ускорителей электронов. Теоретические работы проводились в двух направлениях: а) изучение свойств диафрагмированных волноводов методами теории поля (дисперсия, структура полей) и методами теории цепей (полосовые характеристики); б) изучение динамики взаимодействия частиц с полем бегущей волны с целью поиска условий получения наилучших фазово-энергетических характеристик ускоренного пучка. В результате экспериментальных и проектно-конструкторских работ построено и эксплуатируется

шесть линейных ускорителей на энергию от 2 до 7 *Мэв*. Эти установки были использованы как для исследования физических процессов в линейных ускорителях, так и для прикладных работ по облучению диэлектриков, полупроводников и т. п.

На основе накопленного опыта была принята программа разработки в МИФИ типовых линейных ускорителей для исследовательских и производственно-технологических целей, поскольку за последнее время все более широкая сфера отраслей народного хозяйства испытывает потребность в мощных источниках ионизирующих излучений.