

требований к приборам, были приняты рабочей группой. Было принято решение о составлении на основе обсужденных документов единого документа по форме, предложенной делегацией Франции. В связи с преобразованием РГ-8 в подкомитет 45В большое внимание было уделено рассмотрению всех остальных документов, находившихся на изучении в группе, степени их готовности и перспективам дальнейшей работы над ними. На заключительном заседании был обсужден отчет о деятельности группы, о связях с другими группами и подкомитетом 45А, а также с другими международными организациями по вопросам классификации и терминологии, а также методов испытаний.

Первое заседание подкомитета 45В, который будет заниматься дозиметрическими приборами и аппаратурой служб радиационной безопасности, было посвящено рассмотрению и утверждению предложений по структуре этого подкомитета, программе и организации его работы.

На заседаниях ТК-45 в соответствии с повесткой дня были рассмотрены все документы, подготовленные подкомитетами и рабочими группами, отчеты о их деятельности, а также отчет членов ТК-45 о его связях с другими комитетами МЭК и международными организациями. Обсуждались также программа будущей деятельности, время и место заседаний ТК-45. Следующие заседания рабочих групп намечено провести в начале сентября 1967 г. в Стокгольме, очередное заседание ТК-45 — в апреле 1968 г. в Вене.

Делегатам сессии была предоставлена возможность посетить некоторые научные и учебные учреждения Израиля. В институте им. Х. Вейцмана в Реховоте, занимающемся исследованиями в области биофизики, ядерной физики, рентгено-кристаллографии, электроники и пр., делегаты осмотрели лаборатории ядерной физики и ознакомились с работами по эффекту Мёсбауэра. «Мёсбауэровские» анализаторы компонуются из стандартных блоков, выпускаемых фирмой «Эдлер» в Хайфе, и из французских 400-канальных анализаторов фирмы «Интертехник». В лаборатории проводятся исследования «мёсбауэровских» резонансов в различных кристаллах при термостатировании.

При посещении атомного центра в Нахал-Сорек были осмотрены исследовательский реактор с расчетной мощностью до 5 Мвт и дозиметрическая лаборатория.

Реактор и лаборатория оснащены современным (в основном американским) оборудованием. Здесь ведутся исследования в области радиобиологии, использования радиоактивных изотопов и делящихся материалов в промышленности и сельском хозяйстве. В центре проводятся также работы по активационному анализу.

В Политехническом институте («Технион»), расположенном в Хайфе, были осмотрены лаборатории отделения электроники электротехнического факультета. Это отделение занимается подготовкой специалистов и исследованиями в области аналоговых и цифровых вычислительных машин и микроэлектроники. Большинство проводимых работ выполняется студентами старших курсов и научными сотрудниками института по договорам с фирмами. В лабораториях автоматики и телемеханики была показана аппаратура, состоящая из амплитудных анализаторов, усилителей, блоков совпадения и т. п. Большая часть приборов поставлена фирмами США, Франции, Италии и Англии, некоторые приборы (выпрямители, усилители) изготовлены в Израиле. Почти вся аппаратура выполнена на стандартных стойках, частично с использованием модулей. В лаборатории, занимающейся разработкой и испытаниями пленочных интегральных схем, было продемонстрировано устройство для изготовления элементарных пленочных схем. Делегатам была предоставлена также возможность ознакомиться с работой Института стандартов, находящегося в пригороде Тель-Авива. Этот институт занимается вопросами стандартизации и контроля качества строительных материалов, изделий электротехнической, текстильной и пищевой промышленности, продукции химических заводов и т. д. В нем также проводится работа по изучению стандартов других стран, в том числе СССР, на основе которых создаются национальные стандарты на наиболее важные для страны изделия промышленности и сельского хозяйства.

Делегатам была продемонстрирована установка для нагрева воды с помощью солнечной радиации, широко используемая в Израиле.

Большое внимание уделяется исследованиям, связанным с сокращением расхода пресной воды и опреснением морской воды. В частности, разрабатывается атомная опреснительная установка с проектной мощностью 120 млн. м³ воды в год и 200 тыс. квт электроэнергии.

Н. М. КИТАЕВ, В. В. МАТВЕЕВ, В. С. ЖЕРНОВ

Симпозиум по коллективным процессам в плазме

(Тбилиси, 20–25 июня 1966 г.)

Всесоюзный симпозиум, целиком посвященный данной тематике, проводится у нас впервые. Обсуждение концентрировалось вокруг таких проблем, как линейные колебания и линейная теория устойчивости плазмы, взаимодействие пучков с плазмой, нелинейное взаимодействие волн, турбулентность плазмы и пр. Было представлено 56 теоретических и 17 экспериментальных докладов.

В области линейной теории основное внимание было уделено неустойчивостям неоднородной плазмы. В обзорном докладе А. А. Рухадзе и В. П. Силина обобщены результаты серии работ по теории дрейфово-диссипативных неустойчивостей. Если ранее в этой теории учет столкновений между частицами проводился в рамках модельных интегралов столкновений, то авторам доклада удалось воспользоваться

для этого интегралом в форме Ландау. В докладе проведена детальная классификация диссипативных неустойчивостей. Б. Б. Кадомцев и О. П. Погуде рассмотрели новую неустойчивость желобкового типа в тороидальных системах, связанную с наличием в плазме частиц, траектории которых не совершают полного обхода вокруг магнитной оси системы. Полученные результаты имеют большое значение для тороидальных систем удержания высокотемпературной плазмы.

Доклад Я. Б. Файнберга и В. Д. Шапиро был посвящен исследованию влияния высокочастотного электрического поля, параллельного внешнему магнитному полю, на дрейфовые неустойчивости неоднородной плазмы; найдены условия, при которых это поле оказывает стабилизирующее влияние. В докладе

Е. Я. Когана, С. С. Мойсеева и В. Н. Ораевского рассмотрена возможность применения принципа минимума производства энтропии для нахождения устойчивых состояний неоднородной плазмы со столкновениями; авторам удалось правильно определить границы некоторых диссипативных неустойчивостей. Ю. Н. Днестровский и Д. П. Костомаров успешно применили численные методы расчета к исследованию устойчивости сильно неоднородной неквазилинейной плазмы.

Из работ по линейной теории устойчивости однородной плазмы следует упомянуть доклад В. В. Железнякова о синхротронной неустойчивости релятивистской плазмы. Им показано, что наличие в холодной плазме ультрарелятивистских электронов с неравномерным (хотя и изотропным) распределением по импульсам может привести к неустойчивости на высших гармониках циклотронной частоты.

Значительное внимание на симпозиуме было уделено квазилинейной теории неустойчивостей, обусловленных относительным движением потоков заряженных частиц в плазме. Л. М. Коврижных на основе квазилинейных уравнений исследовал аномальное сопротивление плазмы во внешнем электрическом поле и нашел зависимость эффективной проводимости от поля. Он показал, что при слабых полях эффект аномального сопротивления плазмы, которое определяется ионно-звуковой неустойчивостью, существенно зависит от электрон-ионных и ион-ионных столкновений. Л. И. Рудаков сделал оценку роли нелинейного взаимодействия волн в задаче о ионно-звуковой неустойчивости в электрическом поле. Доклад А. А. Иванова и Л. И. Рудакова был посвящен динамике квазилинейной релаксации электронного пучка в плазме. Используя аналогию одномерных квазилинейных уравнений с уравнениями теплового взрыва, авторы нашли аналитическое решение поставленной задачи. Примененный ими метод оказался полезным и при исследовании квазилинейной теории дрейфовой неустойчивости. Д. Д. Рютов на основе квазилинейных уравнений изучил вопрос о временной эволюции функции распределения «убегающих» электронов во внешнем электрическом поле.

В докладе Ю. Л. Климонтовича и В. В. Логвинова квазилинейная теория обобщается для учета парных столкновений. Новые данные по линейной теории неустойчивости Пирса получены В. Д. Шапиро и В. И. Шевченко.

Интересные результаты были получены в теории турбулентности плазмы. В. Е. Захаров нашел степенные спектры турбулентности плазмы, напоминающие спектр Колмогорова — Обухова. В. Н. Цытович применил формализм, разработанный в теории плазменной турбулентности, для исследования гидродинамической турбулентности. Таким способом автору удалось получить спектр Колмогорова — Обухова. Г. М. Заславский нашел общие условия, при которых процедура усреднения по фазам, часто используемая в теории турбулентности, является обоснованной.

Многие доклады были посвящены нелинейным взаимодействиям волн в плазме. В. Г. Маханьков и В. Н. Цытович исследовали влияние кулоновских столкновений на рассеяние ВЧ-колебаний заряженными частицами. Т. Л. Тавдигирдзе и Н. Л. Цинцадзе подробно обсудили задачу о потерях энергии частиц в слабо турбулентной магнитоактивной плазме. Возбуждение волн и нелинейное торможение частиц изучены Н. П. Гиоргадзе и Д. Г. Ломинадзе. Г. И. Сурамлишвили нашел матричные элементы взаимодействия

некоторых типов волн в магнитоактивной плазме методом лагранжевой функции. В докладах И. А. Ахиезера и А. Е. Боровика, Ю. А. Березина и В. И. Карпмана, А. Г. Литвака и В. И. Талапова, а также В. И. Петвиашвили с различными точками зрения рассмотрен вопрос об эволюции нелинейных волновых пакетов в плазме.

В экспериментальных докладах рассмотрены конкретные механизмы аномальной диффузии плазмы поперек магнитного поля и поведение сильно турбулентной плазмы. В. А. Симонову и В. В. Абовику удалось, по-видимому, непосредственно наблюдать радиальное распыление шнура высокотемпературной плазмы в пробкотроне в результате развития конвективной неустойчивости (плотность плазмы $\sim 10^{10}$ см⁻³). При добавлении в систему холодной плазмы неустойчивость подавлялась и скорость распыления шнура существенно снижалась. В докладах Н. С. Бучельниковой, Р. А. Салимова и Ю. И. Эйделемана изучена аномальная диффузия калиевой плазмы в Q-машине за счет дрейфовых и ионно-звуковых неустойчивостей. Исследование развивающихся в плазме колебаний показало, что заметная турбулизация плазмы возникает уже за несколько периодов колебаний.

Большой интерес вызвал доклад М. В. Бабыкина и др. об эффективности турбулентного нагрева плазмы в прямом разряде в зависимости от экспериментальных условий. Авторы показали, что в оптимальных условиях энергия, передаваемая внешним разрядным контуром плазме при ее нагреве, может на несколько порядков превосходить величину, достижимую при обычном джоулевым нагреве. Турбулентный нагрев плазмы в прямом разряде был использован Л. В. Дубовым, В. Д. Дятловым и В. П. Федяковым для получения плазмы с плотностью $10^{12} - 10^{13}$ см⁻³ и температурой $T_e \approx 1$ кэВ, на которой затем проводились опыты по нагреву ионов методом циклотронного резонанса. При включении ВЧ-контра циклотронного нагрева наблюдалось вытеснение из плазмы магнитного потока, соответствующее $nT \approx 10^{16}$ эв·см⁻³, что авторы объясняют нагревом ионной компоненты плазмы до температуры ~ 1 кэВ. В докладе Б. А. Демидова, Н. И. Елагина и С. Д. Фанченко рассмотрено аномальное сопротивление плазмы тороидальной конфигурации в зависимости от напряженности продольного электрического поля, которая могла изменяться в широких пределах.

Много докладов было посвящено неустойчивостям и колебаниям в системе плазма — пучок. М. В. Незлин исследовал природу обнаруженной им ранее неустойчивости, проявляющейся в образовании виртуального катода и вылете быстрых ионов. Автор показал, что эта неустойчивость развивается в три этапа, причем на первых двух этапах определяющую роль играет, по-видимому, механизм центробежной неустойчивости. В докладе Е. И. Луценко и др. описано поведение пучков ускоренных электронов в прямолинейном плазменном бетатроне при плотности плазмы $10^{12} - 10^{13}$ см⁻³. А. И. Бабичевым и др. был обнаружен эффект обрыва тока и выброса частиц из прямого разряда.

Нелинейным волнам в плазме было посвящено два доклада. Р. Х. Куртмуллаев, Ю. Е. Нестерихин и В. П. Пильский сообщили о результатах опытов по изучению бесстолкновительных ударных волн. Анализ профиля ударных волн позволил авторам идентифицировать механизмы неустойчивостей на фронте волны в различных условиях эксперимента. Л. Л. Козоровицкий, В. Д. Русанов и В. П. Смирнов рассмотрели распространение в плазме нелинейных косых волн,

диссипация которых связана с раскачкой мелкоаэрированных неустойчивостей.

В работе А. И. Анисимова и др. исследовалось взаимодействие сильного СВЧ-поля с плазмой в режиме электронного циклотронного резонанса при волновом способе подведения энергии к плазме.

В заключение следует отметить отличную органи-

зацию симпозиума Институтом физики АН ГрузССР. Он, несомненно, внес ценный вклад в развитие физики коллективных взаимодействий и способствовал укреплению творческих контактов между физиками, работающими в этой области.

Д. Д. РЮТОВ, С. Д. ФАНЧЕНКО

Научно-техническая конференция по физике и технологии высокого и сверхвысокого вакуума

В июне 1966 г. в Ленинграде состоялась конференция по физике и технологии высокого и сверхвысокого вакуума, организованная Комитетом по вакуумному аппарату и приборостроению совместно с Министерством электронной промышленности СССР.

На конференции были рассмотрены: 1) физика процессов сорбции и конденсации в вакууме; 2) новейшие разработки сверхвысоковакuumных насосов и установок; 3) вопросы измерений сверхвысокого вакуума; 4) технология и оборудование для откачки электровакуумных приборов.

Большая группа докладов была посвящена обобщению экспериментальных исследований сорбции газов пленками титана и поверхностно-активными веществами — цеолитами, углями, гелями. В частности, в работе М. И. Виноградова и др. показано, что коэффициент прилипания азота для непрерывно возобновляемой титановой пленки в диапазоне температур 473—77° К монотонно возрастает, достигая значений, близких к единице. Максимальное заполнение поверхности азотом наблюдается при атомном соотношении титана и азота ~2:1. Г. Ф. Ивановский и др. сорбции азота на полученных изотермах сорбции азота и окиси углерода конденсированными пленками титана при 77 и 293° К (рис. 1) и о зависимостях количества молекул газа, поглощаемых 1 см² геометрической поверхности пленки, от испаренной массы титана.

Знание полученных констант позволяет обоснованно подойти к расчету титановых испарителей и к определению плотности остаточного газа в вакуумных установках при различных параметрах плазмы или ускоренных частиц. Указанные доклады представляют также самостоятельный интерес с точки зрения термодинамики и кинетики взаимодействия паро-газовых смесей с поверхностью твердого тела.

Из докладов, посвященных вопросам вакуумной откачки поверхностно-активными веществами, необходимо отметить работу М. Ф. Федоровой, содержащую большой экспериментальный материал по изотермам сорбции и равновесным давлениям одноатомных и молекулярных газов (H₂, D₂, He, Ne, N₂, O₂, Ar, Kr, Xe, CH₄, CO) над углями, цеолитами, силикагелем в диапазоне температур 4,2—90° К. Результаты этой работы дают исходные данные для инженерных расчетов сорбционных откачных устройств. В докладе А. И. Волчекевича и др. описано впервые полученное аналитическое выражение для давления над адсорбентом при постоянном натекании для основных форм гранул и показано, что диффузия газа в сорбенте при этих условиях характеризуется линейным возрастанием давления во времени и параболическим распределением давления по толщине зерна. Предложенная М. В. Гнуцевым и др. методика графо-аналитического расчета адсорбционных насосов с использованием изотерм

сорбции для двух температурных областей — около 77 и 293° К — позволяет более точно по сравнению с известным ранее методом учесть влияние начальных вакуумных условий в системе на предельный вакуум насосов.

Участники конференции проявили большой интерес к сообщению о разработанной А. А. Романовым и др. «ржавой» сорбционной ловушке для паромасляных насосов на базе окисно-гидроксильных комплексов железа, которая эффективно защищает рабочий объем от миграции паров масла и позволяет без применения жидкого азота получить в объеме, откачиваемом промышленным диффузионным насосом, стабильное давление порядка $1 \cdot 10^{-8}$ торр.

Интересные доклады по «кризахвату» неконденсируемых газов были представлены В. Б. Юферовым и др. и Г. А. Блиновым с сотр. В первой работе полу-

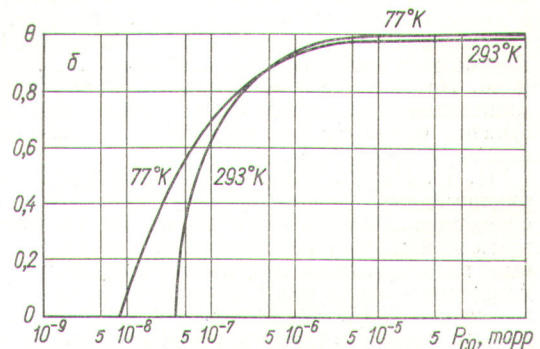
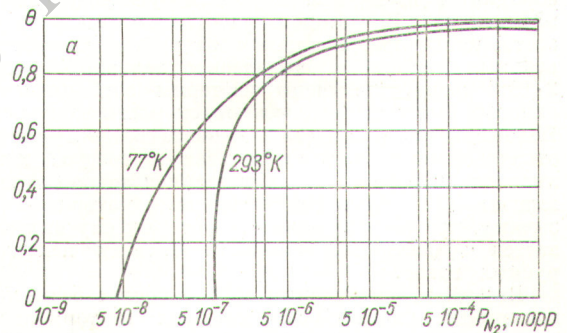


Рис. 1. Изотермы сорбции азота (а) и окиси углерода (б) конденсированными пленками титана:

θ — степень заполнения газом истинной поверхности пленки; P — равновесное давление.