

III Всесоюзная конференция по физике и технике высокого вакуума

5—7 октября 1971 г. в Ленинграде состоялась III Всесоюзная конференция по физике и технике высокого вакуума, организованная Центральным и Ленинградским областным правлениями НГО приборостроительной промышленности, Научным советом по ускорителям АН СССР и Комитетом по вакуумному аппаратури приборостроению. Было представлено 174 пленарных и секционных доклада и сообщений по следующим тематическим направлениям: физика и физическая химия поверхностных и обменных процессов в условиях сверхнизких давлений; динамика разреженных газов; явления конденсации и криосорбции сильно разреженных газов; сверхвысоковакуумные системы и аппараты (расчетно-теоретические, экспериментальные и опытно-конструкторские разработки); вакуумная техника в ядерной физике и научном приборостроении; физика и научные проблемы технологии вакуума в электровакуумном и тонкопленочном приборостроении; приборы, аппаратура и научно-методические вопросы вакуумных измерений; состояние и перспективы унификации и стандартизации вакуумного оборудования.

На конференции экспонировались образцы новейшей вакуумметрической и масс-спектрометрической аппаратуры.

Несколько докладов было посвящено теории и аналитическому обобщению экспериментальных результатов по изучению взаимодействий атомных частиц и электромагнитного излучения с поверхностью твердого тела в вакууме. В докладе М. Д. Малева предложена адсорбционно-диффузионная модель такого взаимодействия, охватывающая широкий диапазон условий, в том числе стимулированную десорбцию под действием электронной, ионной и фотонной бомбардировок, тепловую десорбцию водорода из металлов и изобарическую сорбцию газов активными металлами. Математическая основа модели состоит в решении диффузионного уравнения для системы газ — металл с использованием уравнения газового баланса на границе металл — вакуум в качестве граничного условия. Полученные решения хорошо согласуются с экспериментальными данными и могут быть эффективно использованы при проектировании вакуумных систем термоядерных и ускорительных установок.

В работе Л. Б. Беграмбекова с сотрудниками изучались процессы диффузии и термической десорбции внедренных частиц из никеля и молибдена после их бомбардировки ионами He^+ с энергиями 10—40 кэВ. Показано существование на кинетических кривых десорбции двух максимумов, отождествляемых авторами с десорбицией частиц, находящихся в приповерхностном слое (первый максимум), и диффузией с последующей десорбицией атомов, внедренных в глубь мишени (второй максимум). Отмечено, что временной интервал между этими максимумами при непрерывном подъеме температуры, не зависящий от плотности внедряющихся ионов до некоторой критической величины ($4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ для ионов с энергией 30 кэВ), после ее превышения резко падает. Полученное значение энергии активации для диффузии существенно превышает величину, соответствующую обычной миграции атомов по междоузлиям. Сделанный авторами вывод о заторможенности обратной диффузии внедренных атомов при облучении металла потоком быстрых ионов весьма

существен для создания плазменных установок различного назначения.

В экспериментальной работе Р. Б. Тагирова с сотрудниками получены интересные данные по применению высокотемпературных источников света для фотодесорбционного обезгаживания непрогреваемых поверхностей. При плотности лучистой энергии $0,3 \text{ дж/см}^2$ одиночный импульс приводит к полной фотодесорбции мономолекулярного слоя адсорбата, сопровождающейся при наличии крупных углеводородных молекул их фотодиссоциацией и образованием легко откачиваемых осколочных молекул.

Измерениям констант диффузионной проводимости конструкционных сталей и сплавов по водороду и гелию были посвящены доклады А. Т. Александровой с сотрудниками и Л. М. Аммосовой с сотрудниками. В частности, показано, что упрочняющая термообработка сталей феррито-мартенситного и аустенитного классов вызывает заметное увеличение проницаемости стали по водороду. Вакуумная плотность герметичных оболочек и камер ЭВП, электрофизической аппаратуры и ядерных установок, выполненных из высококачественных сталей с плотной макроструктурой, определяется в основном концентрацией неметаллических включений.

Из многочисленных работ по физике и физической химии сорбционных явлений, в том числе в криогенной области, следует отметить доклад В. Б. Юферова по сорбционно-конденсационной откачке, являющейся, по-видимому, весьма перспективной при создании крупных термоядерных установок. Автор обобщил большой экспериментальный материал по использованию слоев легко конденсируемых газов (двуокись углерода, водяные пары, инертные газы) для откачки значительных количеств водорода и гелия и представил обширную информацию по изотермам сорбции, коэффициентам прилипания различных газов и другим параметрам криосорбционной откачки.

Несколько докладов было посвящено методам расчета вакуумных параметров различных структур, включая системы с сорбирующими стенками. Л. С. Гуревичем и др. представлена универсальная методика расчета сложных высоковакуумных структур с сорбирующими стенками, базирующаяся на использовании хорошо разработанного аппарата алгебры лучистых потоков. Метод статистического моделирования, широко используемый в вакуумной технике для расчета пропускной способности сложных элементов, получил дальнейшее развитие в работе Л. Н. Розанова, В. М. Лебедева и В. В. Щенева. Выведенные авторами графические взаимозависимости безразмерных параметров рассчитываемых элементов с использованием методов подобия значительно упрощают численный расчет реальных систем.

Графо-аналитические методы анализа и технико-экономической оптимизации характерных для ускорителестроения периодических вакуумных систем и структурно-периодических вакуумных камер были развиты Г. Л. Саксаганским. Детальный анализ параметров молекулярного потока в вакуумных системах с сорбирующими стенками с использованием метода Монте-Карло проведен в работе Л. И. Калашника и Э. М. Лившица. Указанные материалы имеют существенное значение для дальнейшего совершенствования методов про-

ектирования вакуумных систем ускорителей заряженных частиц и экспериментальных термоядерных установок различных типов.

Среди материалов, посвященных исследованиям параметров и новым разработкам высоковакуумных насосов, наибольший интерес для радиационнофизического аппаратастроения представляют разработанные А. С. Назаровым с сотрудниками комбинированные титановые геттерно-ионные насосы, криогенные и криосорбционные насосы, описанные в докладах А. С. Грибова с сотрудниками и С. Ф. Гришина с сотрудниками, и исследования по откачке водорода с помощью магниторядных насосов различных модификаций, выполненные А. Д. Артемовым с сотрудниками, В. Г. Рогозинским, В. В. Рябовым и В. Л. Ушковым, а также А. Х. Родионовым с сотрудниками. В частности, показана возможность увеличения эффективности насосов диодного типа при переходе на прямоугольную форму анодных ячеек и существования эффектов насыщения охлаждаемых насосов при сравнительно кратковременной откачке водорода в диапазоне давлений $5 \cdot 10^{-5}$ torr.

Конструктивные и эксплуатационно-технологические характеристики уникальных сверхвысоковакуумных систем электрон-позитронных накопителей на энергии 700 и 3500 МэВ были описаны В. В. Анашиным с сотрудниками. Авторами реализована конструкция встроенных, распределенных по длине камеры магниторазрядных насосов, работающих в магнитных полях накопителей и обеспечивающих эффективную откачуку малоапертурных камер накопителей до давлений $(1-2) \cdot 10^{-9}$ torr. Для уменьшения вызванной синхротронным излучением пучка десорбции со стенок камеры охлаждаемый приемник излучения покрывается тонким ($10-15 \mu\text{m}$) слоем золота, который наносится гальваническим способом.

Ю. А. Баловнев предложил оригинальный метод напуска в вакуумные системы чистого водорода при потоке до 10^{18} сек^{-1} . Атомарный водород, образующийся при электролизе воды в камере с палладиевой катодной мемброй, соединенной с вакуумной системой, при пониженных температурах интенсивно диффундирует через мембрану. Метод может быть применен при создании ионных источников.

В докладах по технике вакуумметрии и газоанализа, имеющей большое значение при создании управляющих устройств и автоматизации вакуумных систем ускорительных и термоядерных установок, были представлены материалы, связанные с повышением точности измерений и вакуумной метрологией. В частности, Г. Г. Жмакиным экспериментально получены уточненные градирровочные характеристики сверхвысоковакуумных манометрических преобразователей и показано, что при давлениях ниже 10^{-8} torr они существенно отличаются от принятых.

В работе Г. А. Ничипоровича и И. Ф. Ханиной показано, что одной из основных причин подобного несоответствия является существование токов ионной

десорбции. При загрязнении анода эти токи на два порядка превышают рентгеновский фон. Авторы считают, что оптимальным режимом термического обезгаживания анода является электронная бомбардировка при токе $\sim 40 \text{ мА}$ и напряжении $\sim 200 \text{ в}$. В этом режиме температура анода не превышает 100°C , что исключает диффузию на поверхность анода примесных атомов, а следовательно, и связанный с ней рост токов ионной десорбции. Ионизационный вакуумметр с модуляцией электронного тока катода для измерения плотности нейтральной компоненты газа в диапазоне $10^{-9}-10^{-3}$ torr при наличии различного вида помех (корпускулярные пучки и электромагнитные излучения) с интенсивностью, в 10^3 раз превышающей полезный сигнал, описан В. Т. Гринченко и В. В. Пичугиным. Б. П. Козырев создал оригинальный тепловой вакуумметр с экранированным термомлементом, измеряющий давление до 10^{-6} torr, что на два порядка превышает чувствительность серийных приборов.

А. А. Бирштерт и Л. П. Хавкин предложили новый метод количественного анализа газовых смесей, заключающийся в измерении кинетических зависимостей давления по тракту линейной системы, в которую подается анализируемая смесь. Система состоит из нескольких объемов, разделенных фильтрами из пористого стекла с диаметром пор 1000 \AA . Полученные экспериментальные результаты хорошо согласуются с расчетными.

В докладах М. И. Меньшикова и А. М. Григорьева обсуждались технические особенности вакуумметрических и газоаналитических приборов для автоматизированных устройств и систем, управляемых с помощью ЭВМ. Рассматривались вопросы, связанные, в частности, с необходимостью логарифмирования выходного сигнала.

А. М. Григорьевым обоснована целесообразность замены традиционной единицы вакуумных измерений — тора — величиной, пропорциональной логарифму отношения давления остаточного газа и некоторого постоянного давления, например атмосферного. Введение такой единицы (байля) значительно упростит построение автоматизированных цепей управления вакуумными установками.

В целом работа конференции продемонстрировала существенную эволюцию и углубление представлений по многим важным проблемам физики и техники высокого вакуума. Достигнутые результаты окажут, по-видимому, большое влияние на конструкцию вакуумных систем создаваемых в настоящее время крупных радиационнофизических установок и аппаратов, используемых в ядерной физике и приборостроении.

Наиболее интересные материалы конференции предполагается опубликовать в 1973—1974 гг. в виде сборников «Сверхвысокий вакуум в радиационнофизическом аппаратастроении» и «Высоковакуумные насосы, аппаратура и оборудование».

Г. САСАГАНСКИЙ

I Всесоюзное совещание по метрологии нейтронного излучения

Развивающаяся атомная техника предъявляет определенные требования к метрологическому обеспечению ее соответствующими нейтронными измерениями.

С 18 по 22 октября в Москве состоялось I Всесоюзное координационное совещание по метрологии нейтронного излучения (измерения на реакторах и уско-

рителях), организованное Государственным комитетом стандартов СМ СССР, Государственным комитетом по использованию атомной энергии СССР и Всесоюзным научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ).