

ВАКУУМ-НАНОТЕХНОЛОГИИ

18–20 марта в Сокольниках проходила 4-я международная выставка вакуумной техники, материалов и технологий ВакуумТехЭкспо 2009, на которой работали салоны "Криогенная техника" и "Нанотехнология". Девиз организаторов выставки – "Вакуумная техника, криогенная техника и нанотехнология – три кита, на которых держится мир высоких технологий".

Вакуумное сообщество России вправе гордиться своими достижениями, к которым можно отнести:

- 15 научно-технических конференций "Вакуумная наука и техника";
- 11 научно-технических семинаров "Вакуумная техника и технология";
- 30 заседаний Международного постоянно действующего научно-технического семинара "Электровакуумная техника и технология";
- 14 международных научно-технических конференций "Высокие технологии в промышленности России" (ЦНИТИ "Техномаш", МГТУ им. Н.Э.Баумана);
- специализированный журнал "Вакуумная техника и технология", основанный в марте 1991 г.;
- инновационно-ориентированная система подготовки специалистов в области вакуумной техники (НИИВТ им. С.А.Векшинского (далее НИИВТ), МГТУ им. Н.Э.Баумана, МАТИ-РГТУ им. К.Э.Циолковского (далее МАТИ), МИЭМ, МЭИ, КГТУ, СПбГПУ);
- единственный в мире музей вакуумной техники и специализированная библиотека по вакуумной технике (НИИВТ);
- медаль им. С.А.Векшинского, присуждаемая за заслуги в области вакуумной науки и техники;
- четыре российские студенческие научно-технические конференции "Вакуумная техника и технология".

Объединяющим стержнем вакуумного сообщества России является международная выставка вакуумной техники, материалов и технологий ВакуумТехЭкспо.

Выставка проходила под патронатом Правительства Москвы, Московской торгово-промышленной палаты, Московского комитета по науке и технологиям.

Основные ее цели – демонстрация достижений в области вакуумной техники, материалов и технологий и их продвижение на рынок; установление деловых контактов, привлечение инвестиций, оказание содействия в формировании и реализации национальных и региональных программ в данной области.

На торжественном открытии выставки с приветствием выступил заместитель председателя Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям А.Русских, отметивший роль Института НИИВТ в объединении усилий рос-



Рис. XX Подрисовочная подпись

сийских производителей вакуумного оборудования для реализации масштабных задач, поставленных руководством России по продвижению страны в области высоких технологий.

В рамках торжественного мероприятия, посвященного открытию выставки, была вручена юбилейная медаль акад. С.А.Векшинского академику РАН А.Реброву и профессору МЭИ А.Крюкову.

В работе выставки приняли участие более 60 компаний, представляющих оборудование из России, Австрии, Беларуси, Великобритании, Германии, Лихтенштейна, США, Франции, Швейцарии, Японии.

За четыре года проведения выставка приобрела авторитет в широких научных и промышленных кругах и стала важным этапом в продвижении перспективных технологий к потенциальным потребителям.

К вышеназванной выставке была приурочена IV Международная научно-техническая конференция "Вакуумная техника, материалы и технология", включавшая три секции: вакуумные технологии и оборудование; криогенная и криовакуумная техника; нанотехнология и биотехнология.

Во многих докладах рассматривались вопросы, прямо или косвенно касающиеся нанотехнологии.

Л.Атабекян, Г.Захарова (ЦФ РАН), Е.Митрофанов, С.Симакин (НИИВТ) для защиты органических светоизлучающих диодов нового поколения предложили ионно-лучевые и ионно-плазменные технологии формирования гибких защитных пленочных покрытий Si_xC_y , Si_xO_y , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$, Al_xO_y , $\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$, Ti_xO_y , $\text{Ti}_x\text{O}_y\text{N}_z$ на лавсане. Представлены экспериментальные результаты сравнительной оценки барьерных свойств пленок по отношению к кислороду.

В.Плихунов, Л.Петров, В.Зеленков, С.Иванчук, А.Смирнова (ОАО НИАТ) посвятили доклад повышению работоспособности деталей и узлов авиационной техники, достигаемой посредством изменения поверхностных структур и свойств конструкционных материалов в результате воздействия высокоэнергетических потоков газовой и металлической плазмы. Взаимодействие с поверхностью конструкционных материалов таких потоков позволяет проводить модифицирование поверхности покрытий, а также комплексную обработку, на основе совмещения двух процессов в едином технологическом цикле.

Разработана и изготовлена установка нового поколения для вакуумной ионно-плазменной обработки "Радуга", запуск которой позволил осуществить все виды вакуумной ионно-плазменной обработки: модифицирование газовой и металлической плазмой, нанесение различных видов покрытий, проведение комбинированной обработки на всей гамме конструкционных материалов авиационной техники.

В докладе Ю.Панфилова, С.Сидоровой (МГТУ



Рис. XX Подписуночная подпись

им. Н.Э.Баумана) представлена нанотехнологическая вакуумная установка модульного типа для формирования тонкопленочных наноструктур методами термического и дугового испарения, магнетронного распыления и стимулированного плазмой газофазного осаждения. Представлены результаты исследований островковых наноструктур. Предложены режимы формирования островков из меди на ситалловых подложках методом термического испарения.

В выступлении Е.Берлина рассмотрены серия вакуумного оборудования "Caroline" для напыления, осаждения и травления различных материалов, разработанная и выпускаемая ООО "ЭСТО-Вакуум".

В совместной работе А.Бизюкова, К.Середы (Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина) и В.Слепцова, А.Назарова (МАТИ) разработана высокоинтенсивная магнетронная система.

В магнетронном разряде при токах выше критического, величина которого лежит в пределах 15–30 Å, происходит переход из тлеющего разряда в поперечном магнитном поле в дуговой. В работе исследуется альтернативный метод увеличения предельного тока магнетронного разряда за счет повышения сопротивления разрядного промежутка с помощью дополнительного прианодного поперечного магнитного поля и прерывания тока дуги с использованием секционирования токоприемной поверхности анода.

А.Емельяновым, Л.Шацем, Е.Мараковым (НИИВТ) разработан металлургический плазмотрон, работающий в широком диапазоне давлений, позволяющий использовать его для плавки металла с вытяжкой слитка, при индукционно-плазменной плавке, для бестигельной плавки моно- и поликристаллических слитков тугоплавких металлов и сплавов.

О.Аmeliной, С.Букиным представлены основные сведения о вакуум-плотной корундовой керамике, выпускаемой НИИВТ.

П.Иващенко, Л.Шац, С.Мурадян, М.Костюк (НИИВТ) и Н.Ширманов (Ульяновский ГТУ) рассмотрели различные ас-



Рис. XX Подрисуночная подпись

пекты производства литых катодов для ионно-плазменного упрочнения инструмента.

Новые российские вакуумные установки для нанесения твердых покрытий серии ВАТТ представили А.Бикташев и В.Глинкин (ЗАО ФЕРРИ ВАТТ).

В работе рассмотрены основные особенности таких промышленных установок. Конструкция установок обеспечивает получение в автоматическом режиме различных твердых покрытий, включая нано-структурированные, с использованием систем магнетронного распыления, дуговых испарителей и ионных источников.

Профессор В.Одинокоев (ОАО НИИТМ) сообщил о вакуумной установке со шлюзовой загрузкой для проведения процессов нанесения пленок толщиной 0,1–5 мкм на подложки диаметром 60–200 мм, а также на квадратные или прямоугольные с линейным размером 30–200 мм (более подробно см. стр. __).

А.Жуков, А.Краснов, А.Семенов (Новосибирский институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН) представили результаты нанесения геттерного покрытия TiZrV в узко-апертурных алюминиевых вакуумных камерах, предназначенных для установки в прямолинейных секциях источника Синхротронного Излучения (СИ) PETRA III (DESY, Германия). Атомный состав и однородность пленки по длине исследованы на канале SR-XRF анализа.

С. Нестеров, Е.Беляева, В.Романько (НИИВТ) представили англо-русский и русско-английский словарь по вакуумной технике и нанотехнологии, содержащий около 5000 слов и выражений.

Сообщение А.Белянина, М.Самойловича (ЦНИТИ "Техномаш") и О.Роговой (МИРЭА) было посвящено изучению строения наноструктурированных пленок поликластерного алмаза и иридия в зависимости от условий получения.

На подложках из Al_2O_3 , MgO, $SrTiO_3$ и алмаза сформированы пленки иридия и слоистые структуры "иридий – алмаз". Пленки иридия получали магнетронным распылением, а поликластерного алмаза – методом СВЧ-разряда.

Е. Булыгиной и С.Сидоровой (МГТУ им. Н.Э.Баумана) пред-

ложена модель формирования тонкой пленки газочувствительного элемента на поверхности опаловой матрицы. Представлены основные параметры, определяющие рельеф формируемой структуры.

Различные аспекты наноразмерного полирования поверхности ситалловых заготовок для зеркал лазерного гироскопа рассмотрены Н.Симакиной, С.Симакиным (НИИВТ), И.Артюковым (ФИАН), С.Коршуновым (ОАО "Тамбовский завод "Электроприбор").

Предметом исследования являлись заготовки для зеркал лазерного гироскопа из оптического ситалла марки СО115М. Авторами разработан лабораторный технологический процесс наноразмерного полирования при помощи прецизионного ионно-лучевого травления в плазмообразующей среде на основе He и O_2 , позволяющий формировать рельеф поверхности с уровнем шероховатости от 3 до 4 Å.

Ю.Панфиловым (МГТУ им. Н.Э.Баумана) представлен аналитический обзор материалов конгресса "Нанотех – Северная Европа 2008". Показаны наиболее интересные результаты современных исследований в области нанотехнологии, представленные на выставке и научно-технической конференции. Сделаны выводы о состоянии коммерциализации результатов разработок и исследований в области нанотехнологии.

В сообщении Ю.Панфилова и К.Моисеева (МГТУ им. Н.Э.Баумана) описано использование поверхности синтетических опаловых матриц для создания автоэмиссионного рельефа. Показана перспектива использования синтетических опаловых матриц для формирования упорядоченного массива каталитических зародышей при получении углеродных нанотрубок. Рассмотрена возможность применения инверсных опалов в автоэмиссионной электронике.

А.Чапкевич, А.Башкина, В.Винокуров (РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина) и А.Чапкевич (ОАО "МКНТ") представили новый способ определения состава газов посредством фликкер-шумовой спектроскопии. Проведено изучение влияния фонов при использовании фликкер-шумовых газовых сенсоров. Суть метода заключается в измерении сигнала сенсора в диапазоне частот 0,1–10 Гц. При этом сенсор имеет открытую активную поверхность и не подключается к источнику питания. Полученный спектр сигнала позволяет описывать свойства газовых молекул, адсорбированных поверхностью сенсора.

А.Холопкин, С.Нестеров, В.Романько (НИИВТ) выполнили теоретическую оценку характеристик высокоэффективных охлаждающих устройств на базе вакуумных систем со структурой типа металл-полупроводник-вакуум-металл. Высокая эффективность охлаждающих устройств достигается за счет резонансного туннелирования электронов и нанометровых размеров элементов структур.

Одно из наиболее перспективных направлений создания высокоэффективных и недорогих термоэлектрических мате-

риалов – разработка низкоразмерных структур из нанопорошков различных полупроводниковых соединений. Проведенные А.Холопкиным, С.Нестеровым и В.Романько (НИИВТ) экспериментальные исследования показали, что добротность широко используемого термоэлектрического материала на базе теллурида висмута, изготовленного из нанопорошков, может быть увеличена на 25% по отношению к исходному материалу.

В работе проф. В.Елинсон с соавторами рассматривались полимерные материалы с наноструктурированной поверхностью, широко используемые в различных областях науки, техники, медицины. Наноструктурирование и модифицирование поверхности придает им новые функциональные характеристики.

Один из подходов к созданию полимерных материалов с наноструктурированной поверхностью (НСП) – методы ионно-плазменной технологии. В работе Р.Нежметдиновой, С.Нестерова (НИИВТ) и В.Елинсон (МАТИ) рассматривается влияние параметров микрорельефа наноструктурированных полимерных материалов на механизм формирования покрытия.

В.Коваленко (НИИВТ) представил сверхвысокоточные, прецизионные быстродействующие лабораторные весы с автономным питанием, основанные на пьезорезонансном методе определения массы.

Акад. А.Ребров (Институт Теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН) сосредоточил внимание на новых методах химического осаждения металло-полимерных пленок, получения газоструйного полимера. Эти методы включают активацию струй горячей проволокой и струйное осаждение композитов серебро – тефлон.

На конференции неоднократно подчеркивалось, что дальнейший прогресс во многом определяется инноватикой России, причем в социально-экономических приоритетах особое место занимают вопросы развития наукоемких отраслей производства с высоким уровнем добавленной стоимости. Именно к таким отраслям и относятся вакуумная и криогенная техника, нанотехнология.

Было отмечено, что демонстрация достижений вакуумной и криогенной техники, нанотехнологии предприятиями, представившими свою продукцию на выставке, несомненно, даст необходимый импульс развитию различных отраслей промышленности. 