ЛУЧШИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОДУКТЫ ВЫСТАВКИ "VacuumTechExpo 2020" THE BEST INNOVATIVE PRODUCTS FROM "VacuumTechExpo 2020"

С.Б.Нестеров*, д.т.н., проф., президент, (ORCID: 0000-0002-7457-4213) / sb.nesterov@vacuum.org.ru
S.B.Nesterov*, Doct. of Sc. (Technical), Prof., President

DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.7-8.420.424

Получено: 20.11.2020 г.

Представлено краткое описание лучших инновационных продуктов выставки вакуумного и криогенного оборудования "ВакуумТехЭкспо 2020".

The best innovative products presented in the "VacuumTechExpo 2020" are described here.

27-29 октября 2020 года в Москве, в МВЦ "Крокус Экспо", проходила очередная XV международная выставка вакуумного и криогенного оборудования "VacuumTechExpo 2020". Организатор выставки – Международная выставочная компания. Выставка проводилась при поддержке Российского научно-технического вакуумного общества им. академика С.А.Векшинского.

Участники продемонстрировали вакуумные насосы и камеры, вакуумметры, преобразователи давления, вакуумную арматуру и установки для нанесения функциональных покрытий, вакуумные печи и сушильные шкафы, а также крионасосы, криоловушки и кулеры. На выставке было представлено много новинок оборудования российского и зарубежного производства, которые вызвали интерес потенциальных покупателей – специалистов, заинтересованных в выборе оборудования для предприятий различных отраслей российской промышленности.

В очередной раз проводился конкурс "Лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий".

Победителями конкурса стали семь инновационных продуктов, отражающих современный уровень и тенденции развития мировой и отечественной вакуумной техники и технологии. Они были отмечены памятными призами.

ООО "ОКБМ-ТО" (Калининград). Установка для герметизации электродов ЛБКЯ.442352.015-02

Установка предназначена для проведения процесса электростатической сварки оптических деталей в вакууме, который обеспечивает герметизацию металлических электродов и штенгеля в диэлектрическом корпусе оптического изделия (например, лазерного гироскопа).

Технологические операции откачки колпака и нагрева изделий по заданной циклограмме выполняются в автоматическом режиме.

Конструкция установки обеспечивает ее эксплуатацию в особо чистой производственной зоне.

Основные отличия установки:

- выполнение технологического процесса герметизации электродов в полуавтоматическом режиме работы установки позволяет повысить производительность и выход годных оптических изделий;
- минимальные размеры и моноблочное конструктивное исполнение установки позволяют разместить установку на меньшей площади и снизить затраты на ежедневное техобслуживание в особо чистой производственной зоне.

В этом году в ООО "ОКБМ-ТО" изготовлено шесть установок герметизации электродов для предприятия квантовой электроники, производящего отечественные навигационные системы, в том числе для нового пассажирского самолета MC-21.

¹ Российское научно-техническое вакуумное общество им. академика С.А.Векшинского / Russian Vekshinski Vacuum Society.

Рис.1. Награды победителей конкурсов выставки VacuumTechExpo 2020

Fig.1. Competition winners awards

ООО "Юэич Вакуум" (Москва). Турбомолекулярный насос российского производства UNVacuumRST 80

Турбомолекулярный насос российского производства UNVacuumRST 80 обладает следующими характеристиками:

- быстрота действия по азоту: 75 л/с;
- предельное давление: $3,2 \cdot 10^{-9}$ мбар;
- давление запуска: 100 мбар;
- скорость вращения ротора ТМН: 81 000 об/мин;
- время старта: менее 2 мин;
- масса: 3 кг;
- возможность адаптации под контроллер стороннего производителя;
- использование керамических подшипников с консистентной смазкой;
- устойчивость к прорыву атмосферы;
- устойчивость к вибронгрузкам;
- отсутствие магнитного поля;
- фланец ISO63, CF63 или KF40 на выбор заказчика.

Насосы эффективно используются как в качестве самостоятельных единиц, так и в составе откачных постов на их основе такими организациями, как НИЦ "Курчатовский институт", ФТИ "Иоффе", МГТУ им. Н. Э. Баумана, ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН и др.

ПГ МИДА (ЗАО "Микроэлектронные нормализаторы и системы", ООО "Мидаус", г. Ульяновск). Датчики давления для вакуумной техники

С 2019 году в ПГ МИДА выпускаются эталонные датчики абсолютного, избыточного давления, разрежения, давления-разрежения класса 0,05%. Для применения в вакуумной технике разработан эталонный датчик абсолютного давления МИДА-ДА-15-Э с фланцевым присоединением KF25.

В эталонных датчиках используются тензопреобразователи на основе гетероэпитаксиальных структур "кремний на сапфире", что обеспечивает высокую точность, стабильность и надежность приборов. Эти датчики обеспечивают суммарную погрешность $<0,05\%$ в диапазоне температур от +10 до +40 °С. Коррекция нелинейности и температурной погрешности выполняется в электронном блоке датчика, при этом термочувствительным элементом является мостовая измерительная схема ТП, что позволяет снять вопрос о равенстве температуры преобразователя и термочувствительного элемента. Настройка и последующее считывание результатов измерений осуществляется посредством интерфейсов RS-485. Для взаимодействия с датчиками используется протокол Modbus. Следует отметить высокое быстродействие таких датчиков, достигаемое за счет применения производительного микроконтроллера и высокоскоростного АЦП. Так, минимальное время измерения (с момента получения команды датчиком и до момента выдачи сообщения с результатом) для датчиков МИДА-15 равно 25 мс. Максимальное время ответа зависит от таких настроек, как количество точек усреднения, использование аппаратного фильтра, интервал проведения измерений. Разрешающую способность удалось улучшить до 0,3 Па за счет использования 24-битных АЦП по сравнению с разрешением порядка 2 Па у приборов на 16-битных АЦП.

Рис.2. Установка для герметизации электродов ЛБКЯ.442352.015-02

Fig.2. Installation for sealing LBKYa.442352.015-02 electrodes

Рис.3. Турбомолекулярный насос российского производства UHVacuumRST 80

Fig.3. UHVacuumRST 80 turbomolecular pump of Russian production

Рис.4. Эталонный датчик абсолютного давления МИДА-ДА-15-Э с хомутом для присоединения к вакуумной системе

Fig.4. Reference MIDA-DA-15-E absolute pressure sensor with a clamp for connection to a vacuum system

Рис.5. Эталонный датчик абсолютного давления МИДА-ДА-15-Э с фланцем KF25

Fig.5. Reference MIDA-DA-15-E absolute pressure sensor with KF25 flange

Эти датчики внесены в реестр средств измерений РФ. В конце 2019 года произошло расширение аккредитации метрологической службы ООО "Мидаус", и теперь предприятие имеет право на самостоятельную периодическую поверку приборов давления класса 0,05%.

В научно-исследовательской лаборатории ПГ МИДА было проведено сличение эталона 1-го разряда (манометр абсолютного давления МПА-15) с датчиками МИДА-ДА-15-Э на давление 100 кПа.

На сегодняшний день датчики МИДА-ДА-15-Э уже успешно прошли предварительную поверку в термобарокамере и эксплуатируются в ООО "СТИКС".

ООО "НПП "НИТТИН" (Белгород). Высоковакуумная автоматическая установка для нанесения пленок тугоплавких металлов платиновой группы (Os, Ir, Re и др.) и их сплавов на рабочую поверхность металлопористых катодов методом ионно-плазменного напыления

Установка включает в себя вакуумную электрическую установку камерного типа, установленную на монтажной раме, и стойку с блоками электропитания и управления.

Установка в автоматическом режиме в одном цикле обеспечивает воспроизводимые технологические процессы травления поверхности спеченных металлопористых катодов и последующего

нанесения на их поверхность тонких пленок из тугоплавких металлов с максимальным диаметром обрабатываемых объектов – до 100 мм.

Балтийский федеральный университет им. И. Канта (Калининград). Система импульсно-лазерного осаждения

Установка включает в себя прямоугольную вакуумную камеру, с расположенными под различными углами вакуумными портами. Камера оснащена передней дверцей, установленной на регулируемых петлях. Уплотнение крышки осуществляется при помощи резинового шнура. В крышке находится патрубок, на котором установлено смотровое окно, позволяющее осуществлять визуальный контроль процесса лазерной абляции. В правой стенке камеры расположены три порта CF63, в том числе один, установленный под углом к стенке, служащий для установки пирометра и контроля температуры подложки. На верхней стенке расположены порт подачи газа, для установки регулятора расхода газа в составе газовой линейки, а также ввод вращения. Ввод вращения позволяет осуществлять смену мишеней, установленных в держателе мишеней на несколько позиций. На задней стенке предусмотрен порт CF100 для установки откачной системы. Нижняя стенка оснащена фланцем CF150, на котором размещен адаптер для двух портов CF35, служащих для установки ввода вращения, электрического и термопарного ввода. Внутри

Рис.6. Высоковакуумная автоматическая установка для нанесения пленок тугоплавких металлов платиновой группы
Fig.6. High-vacuum automatic installation for applying films of refractory platinum group metals

Рис.7. Система импульсно-лазерного осаждения
Fig.7. Pulsed laser deposition system

камеры смонтирована колонна, несущая на себе несколько кронштейнов, на которых находится система инфракрасного нагрева образца до 800 °С. Образец в процессе синтеза тонкой пленки способен вращаться вокруг своей оси. Вращение образца осуществляется при помощи ввода вращения и системы шестерен. Нагрев образца осуществляется при помощи инфракрасного нагревателя, установленного в вакууме и водоохлаждаемого фокусирующего эллиптического рефлектора. Имеется возможность регулирования расстояния между подложкой и мишенью за счет установки кронштейнов на разной высоте. Вакуумная камера смонтирована на раме из алюминиевого конструкционного профиля, на которой также установлен электропривод ввода вращения.

АО "Интек Аналитика" (Санкт-Петербург).

Насос вакуумный криогенный HSR VELCO 2000 Xe

В 2020 году компания HSR AG (Лихтенштейн, Бальцерс, FL-9496) завершила разработку, изготовление и испытание уникального вакуумного криогенного насоса VELCO 2000 Xe для использования в камере испытания ксеноновых плазменных подпружинивающих двигателей с ультравысокими характеристиками: 300 мг/с при давлении 10^{-4} мбар. При создании насоса компания использовала много запатентованных технологий, созданных

за двадцать лет своей работы, и смогла выполнить высочайшие технические требования заказчика по откачке ксенона. Достижение откачных характеристик обеспечивается сочетанием криорефрижераторов различного типа. Насос спроектирован с возможностью обслуживания без демонтирования с вакуумной камеры, что обеспечивает многолетнюю работу насоса. Технические параметры насоса, указанные ниже, хорошо иллюстрируют высокий уровень инноваций.

Параметры камеры:

- вакуумная камера: диаметр 2 м, длина 6 м;
- насос VELCO 2000 Xe, установленный в торце камеры;
- насосы VELCO 1250 Xe (6 шт.), установленные на корпусе камеры;
- общая быстрота действия насосов для откачки Xe: 560 000 л/с.

Комплектация VELCO 2000 Xe:

- криорефрижераторы: 15 шт.;
- компрессоры: 15 шт.;
- температурные сенсоры: 8 шт.;
- гибкие гелиевые шланги: 40 м;
- контроллер крионасоса HSC 200 с ЭКО-режимом энергопотребления;
- дополнительный дисплей HCE 200;
- масса: 2 200 кг;
- габариты: $\varnothing 2260 \times 771$ мм.

Рис.8. Насос вакуумный криогенный HSR VELCO 2000 Xe
Fig.8. HSR VELCO 2000 Xe cryogenic vacuum pump

**АО "ВАКУУМ.РУ" (Москва, Зеленоград).
Высокопроизводительный форвакуумный
безмасляный насос с воздушным охлаждением
компании Edwards**

Насос специально разработан для проектов, где возможно только воздушное охлаждение оборудования. Мощный винтовой вакуумный насос с быстротой действия 300 м³/ч и предельным остаточным давлением меньше 0,01 мбар.

Насос EDS подходит для применения в различных областях, в том числе:

- в производстве литий-ионных аккумуляторов;
- при сублимационной сушке;

Рис.9. Высокопроизводительный форвакуумный безмасляный насос с воздушным охлаждением компании Edwards
Fig.9. High performance air cooled foreline pump, Edwards Company

- в производстве солнечной энергии;
- при синтезе чистых химикатов;
- при напылении тонкопленочных покрытий;
- в фармацевтической промышленности;
- при нанесении автомобильных покрытий;
- при покрытии промышленного стекла;
- при термической обработке;
- при твердой пайке;
- при экструзии пластика.

Не вызывает сомнений, что выставка VacuumTechExpo будет и дальше содействовать развитию инноваций в России. ■

Рис.10. Призеры выставки VacuumTechExpo 2020

Fig.10. VacuumTechExpo 2020 winners

Установка вакуумного осаждения оптических покрытий

Изготовлено и внедрено 5 установок УВН ОП.

Четыре установки используются для получения многослойных зеркальных покрытий в серийном производстве изделий квантовой электроники.

Например параметр **Величина суммарных оптических потерь для лазерного зеркала** (632 нм) составляет $L_s \leq 5$ р.р.т.

Одна установка используется для научных исследований и разработок, в том числе получения оптических покрытий рентгеновского диапазона.

Цена установки от 39 млн. рублей.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Предельное остаточное давление, не более, $5 \cdot 10^{-5}$ Па.
2. Время достижения давления $1,3 \cdot 10^{-3}$ Па в камере, не более, 25 мин.
3. Количество ионных источников распыления, 1 шт.
4. Максимальный ток пучка ионов источников распыления, не менее, 0,5 А.
5. *Количество распыляемых материалов ($d=250$ мм max), 2–3 шт.
6. Количество источников ионов для очистки подложек, 1 шт.
7. Скорость вращения планетарной карусели, об/мин.
8. Количество подложкодержателей ($d=110$ мм) на планетарной карусели, 4 шт.
9. Количество каналов газонапуска с расходом не более 10^{-6} м³/с.
10. Максимальное количество слоев, напыляемых в одном процессе, 90 шт.
11. Количество кварцевых индикаторов напыления, 1 шт.
12. **Стандартный диапазон длин волн системы оптического контроля, 0,4–1,2 мкм
13. Количество сменных позиций ($d=22$) контроля пропускания, 6.
14. Установка обеспечивает проведение цикла напыления покрытия в ручном и автоматическом режимах работы.
15. Максимальная электрическая мощность, потребляемая установкой в установившемся режиме, кВА, не более, 10.
16. Габаритные размеры, 1850x1850x2100 мм
17. Масса установки, 1200 кг.
18. Время непрерывной работы установки, час, не менее, 16

*по заказу;

**по заказу 0,35–2,4 мкм или кварцевый контроль толщины.

Ионный пучок