

Литература

1. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Аннотированная библиография изданий во вакуумной науке, технике и технологии за 2007-2011 гг. «Электровacuумная техника и технология». Труды международного постоянно действующего семинара. Под редакцией руководителя семинара А.В.Горина. М.: НОВЕЛЛА, 2011. с.193-200.
2. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Библиография изданий по вакуумной технике и технологии за 2007-2011 гг. Вакуумная техника и технология, Т.21, № 3, 2011. с. 203-205.
3. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Аннотированная библиография изданий по вакуумной науке, технике и технологии за 2014-2015 гг. Материалы XXII научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника» под ред. академика Бугаева А.С. М.: 2015. 366 с.
4. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Аннотированная библиография изданий по вакуумной науке, технике и технологии в 1014 г. Материалы X Международной научно-технической конференции. Под редакцией д.т.н., профессора Нестерова С.Б. М: НОВЕЛЛА, 2015. с.396-400.
5. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Аннотированная библиография изданий по вакуумной науке, технике и технологии за 2015-2016 гг. Материалы XXIII научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника» под ред. д.т.н., профессора Нестерова С.Б. М.: НОВЕЛЛА, 2016.с. 319 – 324.

**Десять лучших инновационных продуктов выставки
«VacuumTechExpo 2017»**

*С.Б. Нестеров, *Н.Ю. Ломунова, Г.Н.Иванова, Е.В.Беляева
Российское научно-техническое вакуумное общество им. академика
С.А. Векшинского
*Группа компаний ITE
e-mail: sb.nesterov@vacuum.org.ru*

Приведено краткое описание лучших инновационных продуктов выставки вакуумного оборудования «ВакуумТехЭкспо 2017».

The best innovative products of the VacuumTechExpo 2017. S.B.Nesterov, N.Yu.Lomunova, G.N.Ivanova, E.V.Belyaeva. The description of 10 best innovative products of the Exhibition „VacuumTechExpo 2017“ is given here.

11 – 13 апреля 2017 года в Москве, в КВЦ «Сокольники» проходила очередная XII международная выставка вакуумного оборудования «VacuumTechExpo 2017». Организатор выставки Международная Группа компаний ITE лидер по организации выставок в России, входит в пятерку ведущих выставочных компаний мира. Выставка проводилась при поддержке Российского научно-технического вакуумного общества им. академика С.А. Векшинского».

В этом году в выставке приняли участие 78 компаний из 6 стран. 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 «За лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий».

В соответствии с определением инновационный продукт – результат инновационной деятельности (нововведение, инновация), получивший практическую реализацию в виде нового товара, услуги, способа производства (технологии) или иного общественного результата.

Победителями конкурса стали 10 инновационных продуктов, которые были отмечены памятными призами. Эти 10 продуктов отражают современный уровень и тенденции развития мировой и отечественной вакуумной техники и технологии.



Новая линейка диффузионных вакуумных насосов DiJ. АО «Вакууммаш». Казань.

В настоящее время разрабатывается новое поколение диффузионных насосов, способных устойчиво работать и обеспечивать максимальный поток откачиваемого газа при входном давлении $1 \cdot 10^{-3}$ мм рт.ст.



Будет разработана линейка диффузионных вакуумных насосов, состоящая из 4-х типоразмеров 10, 16, 20, 35 дюймов или 320, 500, 630, 1000 мм.

К настоящему моменту разработаны и производятся насосы DiJ 20 и DiJ 630, разработан и проходит испытания насос DiJ 35.

Насосы отличаются геометрией котла, позволяющей применять минимальное количество рабочей жидкости, новой конструкцией устройства для залива и слива рабочей жидкости. Нагревательные элементы новой конструкции позволяют производить их замену непосредственно на месте установки насоса. Насос обеспечен устройством визуального контроля уровня рабочей жидкости в котле насоса.

Опытные образцы всего ряда насосов модели DiJ планируется изготовить в 2017 году с освоением серийного производства.

Турбомолекулярный насос Edwards Ltd. модель nEXT85. АО «Интек Аналитика». Санкт-Петербург.



- Турбомолекулярный насос nEXT85 сконструирован на основе проверенных передовых технологий насоса EXT75DX, что в итоге позволило получить насос со значительно улучшенными показателями производительности и при этом уже в более компактном исполнении.

- Ротор был заново спроектирован для оптимизации производительности насоса и достижения лучших показателей скорости действия и более высокого коэффициента компрессии, в то же время удалось сохранить высокий уровень надежности оборудования.

- Помимо улучшенных показателей производительности

nEXT85 обладает такими же неоспоримыми преимуществами в техническом обслуживании и эксплуатации, как и крупногабаритные насосы серии nEXT, а именно возможностью сервисного обслуживания на месте работы и наличием встроенного контроллера, что в целом дает право говорить о действительно высококлассном продукте.

Характеристики и преимущества:

- Высокая производительность при более компактном исполнении
- Возможность заказчика выбрать как стандартную модель, так и модель “Н” с высоким коэффициентом компрессии
- Увеличенный рабочий диапазон режима, за счет запатентованной Edwards технологии прямого измерения температуры рабочего колеса
- Выбор положения промежуточного и выпускного порта на усмотрение заказчика, что обеспечивает дополнительную гибкость при работе
- Сервисное обслуживание раз в 4 года с возможностью обслуживания на месте эксплуатации
- Подпружиненный плоской пружиной шарикоподшипник обеспечивает низкий уровень вибраций
- Насосы со встроенным контроллером оснащены microUSB портом и программным обеспечением EdwardsnST, что позволяет выполнять мониторинг, контроль и конфигурацию насоса
- Доступен полный комплект специализированных принадлежностей

Течеискатель гелиевый MSE-2200S (SHIMADZU CORPORATION, Япония). ГК Криосистемы. Москва.

Основным узлом течеискателя является газоанализатор. Гелиевый течеискатель представляет собой газоанализатор с электронной и откачной системой, размещенные в едином корпусе. Система откачки состоит из высоковакуумного турбомолекулярного насоса (70 л/с) и пластинчато-роторного насоса (30 л/мин) и предназначена для создания в газоанализаторе вакуума.

Инновационные особенности конструкции течеискателя MSE-2200S, не имеющие аналогов:

1. Уникальный газоанализатор с поворотом пучка на 270° для достижения сверхвысокого уровня чувствительности 1×10^{-13} Па·м³/с [He] и низкого фонового шума.
2. Специально разработанная модель турбомолекулярного насоса с быстротой действия 3 л/с по гелию на входном фланце во всем диапазоне давлений.

Конструктивные особенности модели MSE-2200S обеспечивают такие важные преимущества как:



Стабильный фоновый уровень достигается сразу же после включения в результате точной сепарации молекул воды и водорода от молекул гелия:

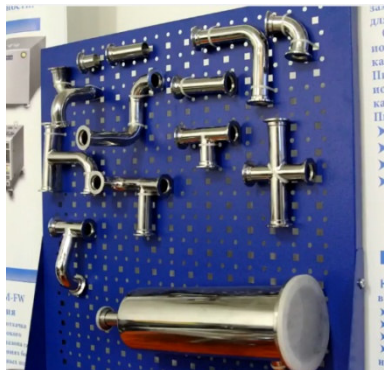
Быстрое восстановление работоспособности после возникновения высокого фонового уровня (в частности, большой утечки), которое достигается за счет оригинальной схемы включения специального гибридного насоса с промежуточным вводом потока между турбомолекулярной и молекулярной ступенями.

Все течеискатели работают в режиме противотока, благодаря чему обеспечиваются такие важнейшие преимущества, как: низкий фоновый уровень, отсутствие попадания загрязнений в трубку анализатора, а также защита в случае прорыва атмосферы.

Все течеискатели SHIMADZU могут комплектоваться

беспроводным пультом управления, щупами (скорость отклика 3 с или 1 с), тележкой для перемещения и др. опциями.

Вакуумная арматура KF петербургского производства. ULVAC — ООО «Вактрон» (представитель в России). Санкт-Петербург.



На производственном участке в Санкт-Петербурге специалисты компании ВАКТРОН с 2017 года начали производство вакуумной арматуры стандарта ISO KF. Вся продукция проверяется на герметичность с помощью гелиевого масс-спектрометрического течеискателя.

Изготавливается весь перечень стандартных вакуумных компонентов. Среди них такие элементы стандарта KF, как: центрирующие кольца, заглушки, угловые патрубки, фланцы под сварку, адаптеры, тройники, кресты и переходники на другие стандарты.

Инновационность производимых элементов вакуумной техники подтверждается следующими преимуществами:

- **Документально подтвержденная герметичность**

Вся продукция проверяется на герметичность с помощью гелиевого масс-спектрометрического течеискателя. Проверку выполняют специалисты, аттестованные для проведения течеискания согласно ПБ 03-440-02. На каждое изделие возможно получить заключение о проверке на герметичность. Это гарантирует главное свойство вакуумной арматуры — способность изолировать рабочий объем от проникания атмосферных газов.

- **Оптимальная стоимость**

Расположение производства в Петербурге позволяет установить оптимальную цену продукции высокого качества за счет отсутствия таможенных платежей, влияющих на цену импортной вакуумной арматуры.

- **Запас готовой продукции и гибкость производства**

Стандартные компоненты — вакуумные фланцы, тройники, патрубки — есть в наличии. Возможно оперативное изготовление вакуумных изделий специальной конструкции, по запросу заказчика.

- **Уникальные изделия для отечественной вакуумной техники**

Специалисты ВАКТРОН разработали специальные элементы вакуумной техники, потребность в которых подтверждена на основании опыта работ по созданию вакуумных установок и контролю герметичности на территории России.

Вакуумная напылительная установка магнетронного типа HELIOS как инструмент для изготовления миниатюрных и высокоэффективных датчиков для микроэлектроники. Бюлер Лейболд Оптикс. Москва.

С развитием технологии интернет-коммуникации устройств — так называемого «Интернета вещей» — лавинообразно растет необходимость производства миниатюрных датчиков в промышленных масштабах. На сегодняшний день между собой взаимодействуют уже 6 миллиардов устройств. Ожидается, что к 2020 году их количество достигнет 20 миллиардов, и станет это возможным благодаря датчикам: именно они фиксируют химический, физический или материальный характер среды, с которой взаимодействуют и передают необходимую информацию в форме электронного сигнала. Уже сегодня в одном автомобиле устанавливается от 60 до 100 датчиков, а к 2020 году прогнозируется увеличение этого количества до 200 штук.



Современная технология изготовления оптических датчиков на кремниевых пластинах заключается в производстве традиционных светофильтров на стекле, их мелкой нарезке и последующей наклейке на кремниевую пластину. Однако, качество, стабильность и эффективность, достижимые при таком методе изготовления, перестают удовлетворять растущим потребностям рынка. В этой связи эксперты Бюлер Leybold Optics разработали и запатентовали технологический процесс нанесения фильтров непосредственно на кремниевые пластины. Зоны подложек, в которых покрытия быть не должно, предварительно покрываются специальным защитным составом. После этого в установке HELIOS на всю поверхность пластины наносится многослойное вакуумное покрытие. Материалы покрытия распрыскиваются в вакуумной камере магнетронным методом с ионно-плазменной поддержкой и осаждаются на подложке плотно упакованными слоями нанометровой толщины. После этого покрытие смывается с тех зон, где оно наносилось на защитный состав, а там, где защитного слоя изначально не было, структура фильтра остается на подложке. Для того, чтобы совместить множество оптических фильтров на одной подложке, этот процесс может повторяться необходимое количество раз. По окончании нанесения покрытия пластины нарезаются, оснащаются контактами и монтируются на печатных платах.

Традиционные методы нанесения вакуумных покрытий обеспечивают толщину слоев не менее 10 нанометров. Технология HELIOS обеспечивает получение в три раза более тонких слоев покрытия, что открывает перед индустрией будущего множество новых возможностей. Возможные потери на рассеяние и поглощение в покрытиях, наносимых с помощью HELIOS составляют от 10 до 100 частей на миллион проходящих фотонов. В этом заключается безусловное преимущество данной технологии, особенно при изготовлении миниатюрных высокочувствительных датчиков.

Установка реактивно-ионного травления «Плазма ТМ 8». ОАО «Научно-исследовательский институт точного машиностроения». Москва, Зеленоград.

Установка реактивно-ионного травления «Плазма ТМ 8» предназначена для проведения процессов травления алюминиевой металлизации в хлорсодержащей плазме, а так же тонких металлических слоев (Au, Pt, Ti и др.), диэлектрических слоев (SiO_2 , SiN и др.), кремниевых слоев (Si, a-Si, поли-Si), материалов группы АЗВ5 (GaAs, InP, GaN и др.).

Для проведения процессов травления алюминиевой металлизации в хлорной плазме внутренняя поверхность камеры анодирована, на электроде-подложкодержателе расположена керамическая накладка. Для работы в хлорной среде в установке используется сухая химстойкая система откачки. Для защиты от высаживания полимеров на стенках реакторной камеры, они нагреваются до 50-70°C.



Транспортная система предусматривает шлюзование кассеты и поштучную загрузку/выгрузку пластин с использованием манипулятора. Установка позволяет работать с пластинами, диаметром до 100 мм включительно (возможно изготовление версии установки для работы с пластинами диаметром 150 мм).

Микропроцессорная система управления, включающая элементы для осуществления управления работой установки в автоматическом и наладочном режимах, задания и контроля последовательности работы элементов и систем установки в соответствии с циклограммой, записи параметров технологического процесса.

Установка «Плазма ТМ 8» в отличие от отечественных аналогов позволяет оснащать как мелкосерийное, так и серийное производство полупроводниковой промышленности за счет автоматизированной загрузки пластин из кассеты в кассету.

Установка плазмохимического осаждения/травления НИКА-2014. ООО «Лаборатория вакуумных технологий плюс». Москва, Зеленоград.

Шлюзовые плазмохимические установки НИКА для процессов травления или осаждения в среде высокоплотной плазмы для микроэлектроники реализуют следующие технологии:

- Анизотропное травление кремния с высоким аспектным отношением
- Сверхскоростное анизотропное травление кварца (до 6 мкм/мин)
- Прецизионное травление светодиодных LED приборов на основе нитрида галлия с лазерным контролем глубины.
- Прецизионное травление эпитаксиальных структур полупроводниковых лазеров. С лазерным контролем глубины травления и управляемым профилем.
- Равномерность обработки поверхностей $\pm 2\%$

Установка оснащена следующим технологическим устройством: радиочастотным генератором плазмы РПГ-250. Также в комплекте охлаждаемый или нагреваемый стол с гелиевым теплоотводом, магнитная система специальной конфигурации, обеспечивающая равномерность обработки $\pm 2\%$ на диаметре 200 мм, согласующее устройство СУРА. Размер рабочей камеры $\varnothing 350 \times 300$ мм. Электропитание: 380 В, 50 Гц, 10 кВт. Габариты: 1200x850x1500. Масса 300 кг.



НИКА-2014 выпускается в двух конфигурациях: плазмохимическое травление (ПХТ) и плазмохимическое осаждение (ПХО).

НИКА-2014 ПХТ осуществляет процессы травления микроструктур в полупроводниковом производстве, MEMS технологии, оптике. Скорость травления по кремнию — до 40 мкм/мин, GaAs — до 40 мкм/мин, SiO₂ — до 6 мкм/мин. Травление кремния — глубокое, с вертикальным профилем стенок и большим аспектным отношением. Состав НИКА-2014 ПХТ: генератор плазмы РПГ-250, охлаждаемый стол (гелиевый теплоотвод) с подачей высокочастотного смещения, оптическая система контроля скорости и глубины травления.

НИКА-2014 ПХО предназначена для плазмохимического осаждения диэлектриков - осаждение SiO₂, SiN, αCH, металлов и металлоорганических соединений; оптический контроль скорости и толщины осаждения. В состав НИКА-2014ПХО входят: генератор плазмы РПГ-250, охлаждаемый или нагреваемый стол с гелиевым теплоотводом, система газораспределения для равномерного осаждения.

Источник питания для магнетронного распыления импульсами высокой мощности IMPULSE™ HiPIMS. ООО «ЭлекТрейд-М». Москва.

Источник питания серии IMPULSE™ HiPIMS это надежное и экономически эффективное решение, предназначенное для применения в небольших по масштабам сферах нанесения тонкопленочных покрытий методом магнетронного распыления импульсами высокой мощности (HiPIMS). Он идеально подходит для процесса разработки и научно-исследовательских работ и может быть интегрирован в любую существующую систему напыления.

IMPULSE™ HiPIMS обеспечивает выходную мощность до 2кВт и предлагается как в одиночной, так и в двойной конфигурации. Двойная конфигурация обеспечивает возможность совмещать питание двух независимых источников до 2кВт каждый, что идеально подходит для совместного осаждения. Высокие частоты повторения импульсов до 2 кГц обеспечивают более высокую скорость осаждения при более коротких импульсах. Идеально подходит для магнетронов диаметром 2", 3" и 4".

Другой вариант применения двойной конфигурации источника IMPULSE™ HiPIMS это совмещение выходов в единый, что позволяет увеличить и обеспечить суммарную выходную мощность до 4 кВт. Оба блока могут быть установлены в режимы "Master" для "основного" или "Slave" для "ведомого". Данный вариант применения улучшает регулировку и обеспечивает дополнительным запасом тока, подаваемого на подложку.

Управление блоком IMPULSE™ HiPIMS может осуществляться как с передней панели, так и пультом дистанционного управления с использованием до пяти выбираемых пользователем профилей настроек.

Основными преимуществами источников питания IMPULSE™ HiPIMS являются: высокая плотность пленки, высокая равномерность покрытия, высокая скорость осаждения, отсутствие перераспыления, превосходная воспроизводимость и высокая масштабируемость, возможность одновременной работы с RF магнетроном.

Особенности IMPULSE™ HiPIMS:

- Выходные параметры: макс. напряжение до 1000 В, макс. импульсный ток до 400 А, макс. ток в режиме смещения подложки до 200 А, диапазон регулирования частоты до 2кГц;
- Регулируемая ширина импульса, частоты и пикового тока;
- Индикация и управление в режиме реального времени напряжением и током разряда;
- Короткие импульсы <10 мкс (минимальное время включения / выключения - 2 мкс);
- Питание с интегрированной обратной связью;
- Обнаружение дуги и технология ее подавления, < 1 мкс;
- Управление с сенсорного экрана;
- Синхронизация блоков в режим «ведущего» и «ведомого»;
- Интерфейс Ethernet для удаленной работы;
- Обновляемое программное обеспечение.

Создание производства сверхпроводящих катушек электромагнитной системы экспериментальных энергетических установок «Токамак». ООО «Группа компаний машиностроения и приборостроения». Москва.

Установка Т-15 относится к источнику ионизирующего излучения.

Техническим перевооружением экспериментальной термоядерной установки Токамак Т-15 предусматривается модернизация электромагнитной системы и вакуумной камеры с внутрикамерными элементами, сооружение дивертора в вакуумной камере, создание новой

системы формирования и управления вытянутой конфигурации плазмы, а также повышение функциональности и надежности технологических систем за счет частичного обновления и технического перевооружения автоматизированной системы управления.

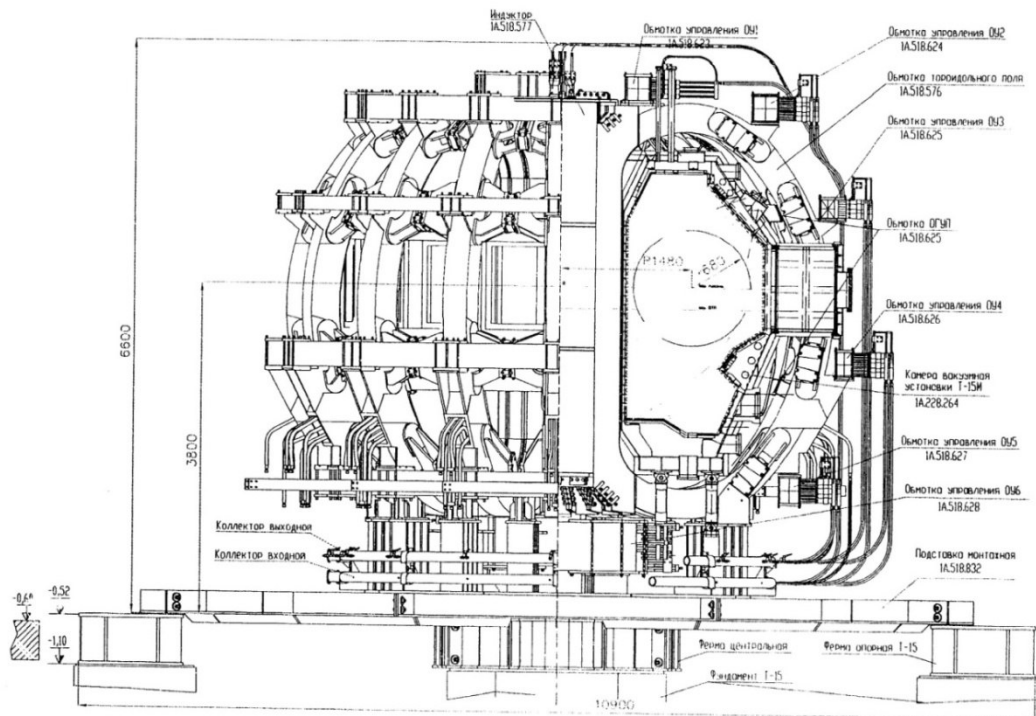


Рис.1. Электромагнитная система и вакуумная камера установки Т-15 в собранном виде.

Модернизированная установка Т-15 будет вписана в существующую инфраструктуру Института физики токамаков и максимально использовать технологическое оборудование, имеющееся на установках Т-10 и Т-15. Система полоидальных полей данной установки будет обеспечивать получение режимов с сепаратрисой и полоидальным дивертором.

В модернизированной установке Т-15 будут использованы системы дополнительного нагрева плазмы, разработанные заранее для Т-10 и Т-15, с мощностью не менее $P_{\text{аух}} = 15$ МВт, обеспечивающие нагрев как ионной (НИ, $P_{\text{ни}} = 8-10$ МВт), так и электронной (ЭЦРН, $P_{\text{эцрн}} = 6$ МВт, $f = 110-120$ ГГц) компонент. Также будут созданы системы дополнительного нагрева плазмы с использованием ионно-циклотронного и нижнегибридного нагрева и предусмотрено оснащение установки диагностическим комплексом. Эксплуатация установки рассчитана на срок не менее 10 лет. Число рабочих импульсов – не менее 50,0 тысяч.

Опыт устранения выявленной течи по металлу на внешней поверхности изделия без сброса вакуума. АО «Криогенмонтаж». Москва.

Значительное время затрачивается на устранение выявленных течей порядка 1000 л·мкм рт.ст./с и менее после вакуумирования изделия с порошковой и экранно-вакуумной изоляцией, так как для этого требуется сброс вакуума в изделии, устранение течи, повторное вакуумирование и проверка изделия на герметичность обдувом гелием и контролем течеискателем.

Разработана технология устранения течи без сброса вакуума.

Не вызывает сомнения, что выставка VacuumTechExpo будет и дальше содействовать развитию российской инноватики.

Литература

1. <http://www.vacuumtechexpo.com>