



ДЕСЯТЬ ЛУЧШИХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ВЫСТАВКИ "ВАКУУМТЕХЭКСПО 2015"

TEN BEST INNOVATIVE PRODUCTS OF THE VACUUMTECHEXPO 2015

С.Нестеров, д.т.н. / sbnesterov@niivt.ru
S.Nesterov, D.Sc.

С 14 по 16 апреля в Москве в КВЦ "Сокольники" проходила X международная выставка вакуумной техники, материалов и технологий "ВакуумТехЭкспо 2015". Деловая программа юбилейной выставки включала стендовые презентации оборудования ведущих мировых и отечественных производителей и международную научно-техническую конференцию "Вакуумная техника, материалы и технология". В рамках форума в очередной раз проводился конкурс "За лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий".

From 14 to 16 April in Moscow at Sokolniki exhibition and convention centre the X International exhibition of vacuum machines, equipment and technologies VacuumTechExpo 2015 took place. Business program of the exhibition included a poster presentations of equipment from leading world and domestic manufacturers and international scientific and technical conference "Vacuum equipment, materials and technology". Once again held a competition "The best innovative product in the field of high technologies".

Инновационный продукт – результат инновационной деятельности, получивший практическую реализацию в виде нового товара, услуги, способа производства (технологии) или иного значимого результата. Победителями конкурса стали 10 инновационных продуктов, которые отражают современный уровень и тенденции развития мирового и отечественного вакуумного оборудования и технологии.

ТУРБОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ НАСОС TWISTORR 84 FS

Agilent Technologies и ее официальный дистрибьютор компания "Миллаб" представили новый турбомолекулярный насос TwisTorr 84 FS с быстротой действия 80 л/с. В этой модели реализованы молекулярная ступень с запатентованной технологией TwisTorr и технология плавающей подвески Floating Suspension (FS). Конструкторам Agilent удалось снизить массу и длину ротора при сохранении высоких откачных характеристик насоса. Благодаря технологии TwisTorr достигается высокая степень сжатия по легким газам при значительно более компактной молекулярной ступени насоса. Как следствие, минимизированы энергопотребление и нагрев.

Система плавающей подвески FS позволяет снизить шумы и вибрацию, а также обеспечивает оптимальный режим работы и высокий срок службы подшипников. В насосах

TwisTorr 84 FS используются уникальные сухие подшипники, которые не требуют смазки и обслуживания, а также позволяют размещать насос в любом положении.

ВИНТОВОЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС СЕРИИ GHS VSD+

GHS VSD+ – линейка винтовых вакуумных насосов нового поколения с масляным уплотнением и технологией частотно-регулируемого привода (VSD) от компании Atlas Copco. Разработанные по принципу "подключи и работай", GHS VSD+ характеризуются большей быстротой действия по сравнению со стандартными пластинчато-роторными вакуумными насосами. Инновационная винтовая технология, частотно-регулируемый привод и усовершенствованная конструкция двигателя обеспечивают повышение эффективности. Уровень шума GHS VSD+ примерно вдвое ниже, чем у аналогов. Оптимальное отделение масла при любом рабочем давлении (начиная с атмосферного) снижает воздействие на окружающую среду.

Жюри конкурса отметило следующие инновационные особенности продукта:

- модуляция входного потока;
- регулирование оборотов приводного двигателя в диапазоне давлений от атмосферного до 400 мбар (абс.) для сокращения энергопотребления;



- частотное регулирование производительности и управление работой вакуумного насоса по заданной точке давления;
- эффективная система маслоотделения на выпуске;
- специализированные модификации под различные применения.

ТЕЧЕЙСКАТЕЛЬ PHOENIX L300I

Портативный многофункциональный гелиевый течеискатель из новой линейки компании Oerlikon Leybold Vacuum (OLV) подходит как для обслуживания вакуумных систем, так и для испытания на герметичность отдельных объектов. Современные беспроводные технологии передачи данных дают

возможность дистанционно контролировать процесс течеискания и управлять им. Phoenix L300i позволяет определять величину локальной или суммарной течи и хорошо подходит как для сервисных, так и для серийных испытаний.

Уникальной особенностью течеискателя является принципиально новый пульт управления с информационным сенсорным дисплеем, который имеет интуитивно понятный интерфейс. Возможно хранение массивов данных о проведенных испытаниях и показателях прибора. Течеискатели могут управляться дистанционно с планшета iPad с помощью приложения, разработанного OLV. Программное обеспечение поддерживает все версии моделей

Innovative product is the result of innovative activity that had the practical implementation in the form of a new product, service, method of production (technology) or other significant result. The winners of the competition are 10 innovative products that reflect modern trends in the global and domestic vacuum equipment and technology.

TWISTORR FS 84 TURBOMOLECULAR PUMP

Agilent Technologies and its official distributor Millab introduced a new TwisTorr turbomolecular pump 84 FS with pumping speed of 80 l/s. This model combines patented TwisTorr drag stage technology and Floating Suspension (FS) floating bearing system. The mass and length of the rotor are reduced while maintaining a high performance of the pump. Innovative TwisTorr technology provides high compression ratio for light gases and minimal system footprint. As a result, the power consumption and operating temperature are minimized.

FS system allows to reduce noise and vibration, and ensures optimum performance and high service life of the bearings. The unique bearing and dry lubrication

in the TwisTorr 84 FS eliminate oil and maintenance, and permit operation of the pump in any orientation.

GHS VSD+ SCREW VACUUM PUMP

GHS VSD+ is Atlas Copco's new generation of oil-sealed rotary screw vacuum pumps with variable speed drive (VSD). Due to its plug & play design the GHS VSD+ Series are characterized by greater performance than a conventional rotary vane vacuum pumps. Innovative screw technology, the VSD and improved engine design offer increased efficiency. The noise level is approximately twice below that of comparable technologies. Ultra-high oil retention at all operating pressures from ultimate pressure to atmospheric pressure minimizes environmental impact.

The jury noted the following innovative features:

- modulation of the input stream;
- speed control of a drive in the pressure range from atmospheric to 400 mbar (abs.) to reduce energy consumption;
- modulating vacuum control in conjunction with the VSD drive;
- an effective oil retention;
- specialized versions for different applications.

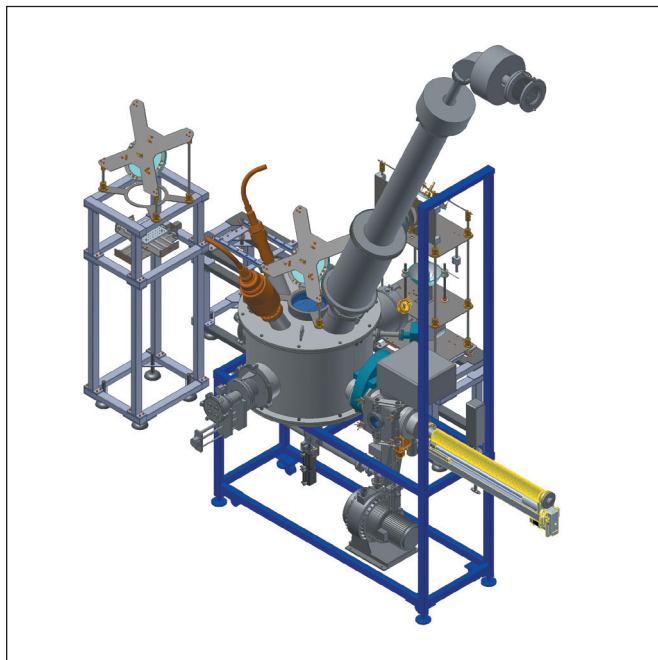
PHOENIX L300I LEAK DETECTOR

Portable multipurpose helium leak detector from a new range of products of Oerlikon Leybold Vacuum (OLV) is suitable for maintenance of vacuum systems and testing of individual objects. Advanced wireless technologies allows to remotely control the process of leak detection. Phoenix L300i allows to detect local and integral leak rates and is equally well suited to both service testing and series production.

A unique feature of the leak detector is a essentially new control panel with touch screen, which has intuitive interface. It is possible to use the integrated data storage to generate test reports. Leak detectors can be controlled remotely from iPad using apps developed by OLV. The software supports all versions of Phoenix L300i/L500i range. Thanks to Wi-Fi technology, remote control can be used at a distance of 50 meters from the equipment.

VAT SERIES 59 DN16CF HIGH VACUUM LEAK VALVE

VAT Series 59 DN16CF is high vacuum leak valve, made by Swiss manufacturer VAT Vakuumventile. The valve is



Установка для испытаний образцов на комплексное воздействие факторов эксплуатации в условиях космоса
Vacuum system simulating space conditions

Phoenix L300i/L500i. Благодаря технологии Wi-Fi пульт управления может использоваться на расстоянии до 50 метров от оборудования.

ВЫСОКОВАКУУМНЫЙ НАТЕКАТЕЛЬ VAT SERIES 59 DN16CF

Высоковакуумный натекатель VAT Series 59 DN16CF компании VAT Vakuumentile (Швейцария) полностью выполнен из нержавеющей стали

и предназначен для регулировки небольших газовых потоков. Металлическая конструкция допускает нагрев корпуса до 300°C, а также обеспечивает защиту от коррозии и стойкость к агрессивным газам. Запорный механизм реализован на базе подпружиненной металлической мембраны, что дает возможность использовать натекатель в диапазоне давлений от $1 \cdot 10^{-10}$ мбар до 10 бар (абс.). Регулировка усилия запираения осуществляется прецизионным шаговым двигателем, управляемым с помощью интегрированного в корпус контроллера, который подключается к ПК по интерфейсу RS-232. Также разработана специальная версия натекателя с ручным приводом. Контроллер с обратной связью имеет порт для подключения вакуумного преобразователя.

Инновационность натекателя заключается в запатентованном механизме передачи усилия привода на подпружиненную мембрану таким образом, что ее уплотнение происходит только при упругой деформации. Прецизионный шаговый двигатель через винтовую передачу точно передает усилие на пружину, которая в свою очередь деформирует подпружиненную мембрану, изменяя диаметр проходного сечения натекателя. Шаговый двигатель управляется интегрированным контроллером с обратной связью с преобразователем давления. Такая конструкция обеспечивает плавную регулировку и высокую воспроизводимость малых величин потока газа для поддержания постоянного давления в системе, а также независимость от температурных воздействий окружающей среды.

completely made of stainless steel and is designed to control a small gas flows. Metal construction allows case heating up to 300°C, and also provides corrosion protection and resistance to corrosive gases. The valve mechanism is based on a spring-loaded metal membrane that enables the use of the leak valve in the pressure range from $1 \cdot 10^{-10}$ mbar to 10 bar (abs.). Adjusting the clamping force is carried out by a precise stepper motor controlled by an integrated controller, which can connect to the PC via RS-232. Also a special version of the leak valve with manual drive is developed.

Controller with feedback has a port for connecting a vacuum converter.

The innovative feature of leak valve is patented drive force transmission to the spring-loaded membrane in such a way that its sealing occurs only at the elastic deformation. Precision stepper motor via a helical gear accurately transmit the force to the spring, which deforms the membrane, changing the flow area diameter of the leak valve. A stepper motor is controlled by an integrated controller with feedback from a pressure transducer. This design

provides smooth adjustment and high reproducibility of small of gas flows to maintain a constant pressure in the system, as well as independence from ambient temperature.

VACUUM SYSTEM SIMULATING SPACE CONDITIONS

Tomsk Polytechnic University has developed a set of equipment on the basis of automated vacuum facility for testing protective thin film coatings and materials on impact of the whole spectrum of the main damaging factors in space: vacuum, thermal effects, electron and proton radiation and



УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ НА КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ КОСМОСА

Томский политехнический университет разработал комплекс испытательного оборудования на основе автоматизированной вакуумной установки для испытаний образцов покрытий на комплексное воздействие космических факторов: вакуума, электронов, протонов, солнечного излучения, температуры. Установка состоит из отсеков загрузки образцов, воздействия факторов космического пространства (ФКП) и оптических измерений.

Отсек для воздействия ФКП включает системы облучения образцов солнечным излучением, протонами, электронами, а также систему термостатирования термостола с образцами. Система облучения образцов электронами укомплектована двумя источниками, генерирующими частицы с энергиями 50 и 100 кэВ, а система облучения образцов протонами оснащена источником частиц с энергией до 50 кэВ. Плотности потоков электронов и протонов составляют 10^{12} – 10^{16} м⁻²·с⁻¹, неравномерности потоков не превышают 10%.

Имитатор солнечного излучения ИСО-СКМ-1 позволяет проводить облучение образцов в диапазоне длин волн от 200 до 2500 нм с кратностью плотности потока до 10 ЭСО. Спектр излучения соответствует внеатмосферному солнечному с погрешностью не более 5%. Световое пятно – квадрат размером 120×120 мм. Неравномерность потока не превышает 10%.

В отсеке оптических измерений контролируются спектральное отражение и коэффициент поглощения солнечной радиации испытываемыми материалами в вакууме в диапазоне излучения 250–2800 нм.

Инновационность установки заключается в возможности проведения в едином цикле комплексных аттестационных испытаний конструкционных материалов на воздействие факторов космоса.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПАКТНАЯ СИСТЕМА МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ STE75

Универсальная компактная трехкамерная установка STE75 производства ЗАО "НТО" разработана для выращивания широкого спектра полупроводниковых соединений А³В⁵ и широкозонных соединений А²В⁶, а также (в специальном исполнении) – А³N. Система выполнена с учетом последних достижений в области молекулярно-лучевой эпитаксии полупроводников и предназначена для широкого спектра НИР и НИОКР.

STE75 – наиболее компактная система молекулярно-лучевой эпитаксии, и она не имеет по этому показателю аналогов на рынке. Система специально сконфигурирована для максимальной экономии ресурсов при высоком качестве выращиваемых слоев, что важно при проведении научных исследований и разработок.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА "ТМ ИЗОФАЗ ОЗ"

Разработанная НИИ Точного Машиностроения малогабаритная установка предназначена

electromagnetic radiation from the sun. The equipment consists of three parts – a compartment for samples, a compartment for space impact on test samples, and an optical measurements compartment.

The compartment for space impact includes a sun exposure system, a proton irradiation system, an electron beam irradiation system and a temperature control system. Electron beam irradiation system is equipped with two sources, generating particles with energies of 50 keV and 100 keV, the proton irradiation system – with a source of

particles with energies up to 50 keV. The density of electron and proton streams are 10^{12} – 10^{16} m⁻²·s⁻¹, the unevenness does not exceed 10%.

The sun exposure system ISO-SKM-1 allows the irradiation of samples in the wavelength range from 200 to 2500 nm. The emission spectrum corresponds to an exoatmospheric solar irradiance with an error less than 5%. Light spot is a square with a size of 120×120 mm. Unevenness of the flux does not exceed 10%.

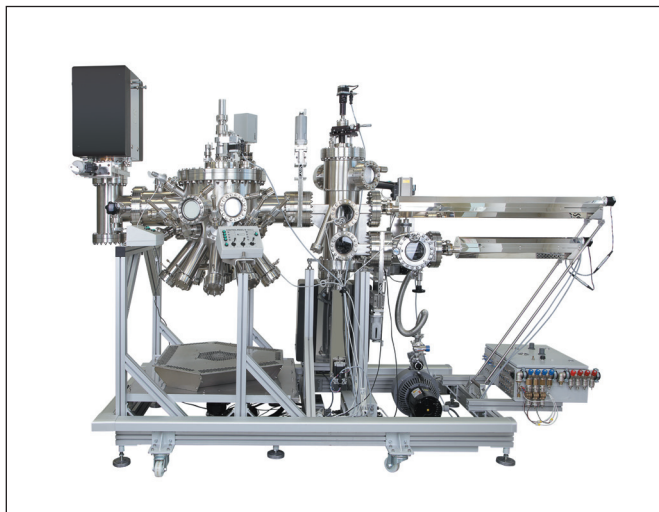
A system installed in the optical measurement compartment enables calculating spectral

reflection and solar radiation absorption coefficient of test material in vacuum in the range of radiation from 250 to 2800 nm.

The innovative feature of this system is the possibility to test in a single cycle space endurance of construction materials.

STE75 COMPACT MOLECULAR-BEAM EPITAXY SYSTEM

Universal compact three-chamber SemiTEq STE75 system is designed for growth of А³В⁵, wide band А²В⁶ and А³N (in special version) compounds. The system is created with the latest advances in the field of molecular beam epitaxy of



Универсальная компактная система молекулярно-лучевой эпитаксии STE75

STE75 compact molecular-beam epitaxy systems

для процессов атомно-слоевого осаждения тонких пленок на подложках диаметром до 100 мм. В состав установки входят следующие устройства:

- реакторная камера, изготовленная из цельно-металлического алюминия;
- высоковакуумная система откачки на базе турбомолекулярного и форвакуумного насосов, а также дроссельной заслонки, которая служит для поддержания заданного давления в рабочей камере установки;

- источник плазмы с устройством согласования ВЧ-генератора с нагрузкой для подачи радикалов в реакционную камеру;
- нагреваемый электрод-подложкодержатель с устройством согласования ВЧ-генератора с нагрузкой для обеспечения заданной температуры и смещения на подложку;
- газовая система для попеременной подачи прекурсоров в рабочую камеру установки;
- микропроцессорная система управления, которая позволяет работать в автоматическом и ручном режимах.

Установка реализует плазмостимулированное атомно-слоевое осаждение (ПАСО) тонких пленок с хорошей воспроизводимостью, обеспечивая их исключительную конформность, высокую однородность и плотность, а также минимальное число дефектов. Установка снабжена системой предварительной ВЧ-очистки и активации поверхности подложки перед ПАСО. Возможность нагрева до 500°C позволяет выполнять термическое атомно-слоевое осаждение.

УСТАНОВКА ВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ "НИКА 2013 МН"

"Ника 2013 МН" создана компанией "Лаборатория вакуумных технологий" на базе универсального базового поста "Ника 2013" и предназначена для магнетронного напыления пленок различного состава (металлы, диэлектрики, полупроводники) на подложки диаметром до 150 мм. Установка комплектуется линейными

semiconductors and is intended for a wide range of modern research and development applications.

STE75 is the most compact system of molecular beam epitaxy in the market. It is specially configured to ensure maximum resources saving and high quality of the grown structures, which is important for scientific research and development.

TM IZOPHAS 03 MULTI-FUNCTIONAL VACUUM SYSTEM

Developed by the Research Institute of Precision Machine Manufacturing (NIITM), this compact facility is intended for atomic

layer deposition of thin films on substrates with a diameter up to 100 mm. The equipment includes the following devices:

- reactor chamber made of aluminum;
- high-vacuum pumping system based on turbomolecular pump, forepump and throttle to maintain a predetermined pressure in the working chamber;
- plasma source with special device to match RF generator to the load for supplying radicals to the reaction chamber;
- heated electrode - substrate holder with special device to match RF generator to the load

for temperature and substrate bias control;

- gaseous system for alternate supply of precursors into the working chamber;
- microprocessor control system, which can operate in automatic and manual modes.

The equipment implements plasma-enhanced atomic layer deposition (PALD) of thin films with good repeatability and providing their exceptional conformality, high uniformity and density, as well as the minimum number of defects. The system is equipped with devices of RF pretreatment and surface activation



магнетронами оригинальной конструкции (до 4-х шт.). Для очистки служит газоразрядный источник с холодным катодом ИИ 400, имеющий малую расходимость ионного пучка.

В рабочей камере из нержавеющей стали расположен барабан, в который могут одновременно загружаться до 48 пластин диаметром 100 мм или более 100 пластин размером 60×48 мм. Автоматизированная система управления позволяет в одном цикле наносить любую комбинацию слоев материалов из 4-х мишеней с ионной очисткой и нагревом. Возможен контроль сопротивления напыляемых пленок по свидетелю. Магнетрон, работающий в парах мишени, позволяет напылять медь в барабане со скоростью до 1 мкм/мин при мощности блока питания 5 кВт.

"Ника 2013 МН" – первая российская полностью автоматическая установка для контролируемого нанесения многослойных покрытий из четырех произвольно выбираемых мишеней с применением ионного источника и работающего в парах мишени магнетрона, что обеспечивает высокую скорость напыления меди при низких энергетических затратах.

ВАКУУМНАЯ НАСТОЛЬНАЯ УСТАНОВКА МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ТВЕРДЫЕ И ДИСПЕРСНЫЕ ОБРАЗЦЫ

В настольной вакуумной установке VSE-PVD-DESK-PRO производства компании "Вакуумные



*Многофункциональная вакуумная установка ТМ Изофаз – 03
TM Izophas 03 multi-functional vacuum system*

системы и электроника" реализована технология магнетронного напыления металлических и диэлектрических покрытий на твердые и дисперсные образцы. Установка предназначена для отработки конкретных технологий перед переносом их на высокопроизводительные установки, получения опытных образцов и прототипов, мелкосерийного производства небольших изделий, проведения научных исследований в материаловедении, приборостроении, электронике, нанесении оптических покрытий, производстве микромеханических устройств и др., а также оптимальна для учебного процесса.

of the substrate before the PALD. The possibility of heating up to 500°C allows thermal atomic layer deposition.

NIKA 2013 MN MAGNETRON DEPOSITION SYSTEM

Nika 2013 MN is developed by Laboratory of Vacuum Technology on the basis of Nika 2013 universal base station. It is designed for magnetron sputtering of films of different composition (metals, dielectrics, semiconductors) on wafers up to 150 mm. The system is equipped with a linear magnetrons of original design (up to 4 units) and ion beam gas-discharge source for

cleaning with cold cathode II 400 and narrow beam spread.

Into the revolving drum of the working chamber, made of stainless steel, can simultaneously be loaded up to 48 plates of 100 mm diameter or over 100 plates of 60×48 mm size. Automated control system allows the deposition of any combination of material layers from four targets at single cycle with ion beam cleaning and heating. Deposition of resistive layers with film resistance control by a marker is possible. The magnetron, working in pairs of the target, allows depositing copper layers at rate up to 2 μm/min with a power supply of 5 kW.

Nika 2013 MN is the first Russian fully automatic system for the controlled deposition of multilayer coatings from four selected targets with the ion beam cleaning and worked in pairs of the target magnetron, which ensures a high speed deposition of copper and low energy consumption.

VACUUM TABLETOP SYSTEM FOR MAGNETRON SPUTTERING OF METALLIC AND DIELECTRIC COATINGS ON SOLID AND DISPERSED SAMPLES

Vacuum tabletop system VSE-PVD-DESK-PRO designed by Vacuum System and Electronics



Вакуумная настольная установка магнетронного напыления металлических и диэлектрических покрытий на твердые и дисперсные образцы

Vacuum tabletop system for magnetron sputtering of metallic and dielectric coatings on solid and dispersed samples

Уникальной разработкой является вакуумная виброкувета для быстрого перемешивания порошков во время напыления. Виброкувета

устанавливается на подложкодержатель так, что привод вращения может помещать ее под выбранным технологическим источником: под ионным источником для очистки поверхности частиц порошка, под первым магнетроном для нанесения подслоя, под вторым магнетроном для нанесения покрытия из основного вещества. Это позволяет создавать и исследовать наноматериалы с внутренней многоуровневой структурой, которые состоят из нескольких слоев наноразмерных пленок различного химического состава и характеризуются большой удельной поверхностью при многофазных анизотропных границах между слоями.

Компактная система вращения с дифференциальной откачкой имеет привод от шагового двигателя и оснащена оптическими датчиками положения подложки. Такой привод позволяет не только вращать подложкодержатель в вакууме с требуемой для обеспечения однородности скоростью, но и позиционировать подложку относительно магнетрона или ионного источника с погрешностью менее 1 мм.

Магнетронное распылительное устройство имеет компактную конструкцию с возможностью подачи газа непосредственно в область мишени.

НОВЫЕ ВАКУУМНЫЕ ЭЛЕВАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ ДЛЯ ЗАКАЛКИ В МАСЛО "НИТТИН"

Модельный ряд новых вакуумных элеваторных электропечей производства НПП "НИТТИН" включает установки СЭФ-3.3/11,5-ИЗМБ-НИТТИН, СЭФ-5.5/11,5-ИЗМБ-НИТТИН,

implements magnetron sputtering of metal and dielectric coatings on solid and dispersed samples. The device is designed for fine-tuning specific technologies before transferring them to high-performance equipment, test samples and prototypes production, small batch production, researches in materials science, instrumentation, electronics, optical coatings, MEMS, etc., as well for the learning process.

A unique development is the vacuum vibra-cuvet for fast mixing of powders during sputtering. Vibra-cuvet is installed on substrate holder so that the rotary

drive can put it under the selected process source: under ion source to clean the surface of powder particles, under the first magnetron for applying a sublayer, under the second magnetron for deposition of the main material. This allows to create and to study nanomaterials with internal layered structure, which consist of several layers of nanoscale films of different chemical composition and are characterized by a large specific surface with a multiphase anisotropic boundaries between the layers.

Compact rotation system with differential pumping is driven by a stepper motor and is equipped

with optical encoders of the substrate position. This drive allows to rotate not only substrate holder in vacuum with speed required to ensure uniformity, but also to position the substrate relative to the magnetron or ion source with an error of less than 1 mm.

Magnetron sputtering device has a compact design with the ability to supply gas directly to the target area.

NITTIN VACUUM ELEVATOR FURNACE FOR QUENCHING IN OIL

The range of new vacuum elevator furnaces designed by NITTIN includes four devices. The electric

—

—



Вакуумная элеваторная электропечь "НИТТИН" для закалки в масле

NITTIM vacuum elevator furnace for quenching in oil

СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМФ-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМФ-НИТТИН. Электропечи состоят из вертикальной вакуумной камеры и расположенной с трех сторон от нее эстакады (рабочей площадки). Под эстакадой размещены вакуумная система и система водяного охлаждения, шкаф электропитания и управления, а также понижающий печной трансформатор.

Вакуумная камера представляет собой двухстеночный водоохлаждаемый кожух из листовой конструкционной стали. В верхней зоне вакуумной

камеры смонтирован футерованный корундом нагревательный модуль. В средней (загрузочной) зоне находится загрузочный люк. В нижней зоне (закалочном баке) происходит охлаждение садки в масле. Вакуумная система предназначена для откачки рабочей камеры электропечи до остаточного давления 0,133 Па ($1 \cdot 10^{-3}$ мм рт.ст.) и состоит из форвакуумной и бустерной систем.

В новых вакуумных электропечах операции закалки, удаления остатков закалочного масла (вакуумное обезмасливание) и вакуумный отпуск впервые выполняются в одном цикле. Таким образом, после термообработки не надо удалять припуски, а сам процесс стал финишным, поэтому отпадает необходимость в моечной машине, утилизации моечного раствора, а также в дополнительной электропечи для отпуска. Электропечи являются экологически чистым оборудованием, в котором отсутствует выброс химически активных газов, что обеспечивает их взрыво- и пожаробезопасность в процессе эксплуатации.

В социально-экономических приоритетах нашего государства особое место занимают вопросы развития наукоемких отраслей производства с высоким уровнем добавленной стоимости. Именно к таким наукоемким отраслям относятся вакуумная техника, криогенная техника и нанотехнология. Не вызывает сомнения, что выставка "ВакуумТехЭкспо" будет содействовать развитию российской инновационной отрасли. ■

furnaces consists of a vertical vacuum chamber and the working platform placed on three sides of it. Under the platform are located the vacuum system and water cooling system, power and management box, as well as step-down transformer.

The vacuum chamber is water-cooled double-walled housing made of sheet steel. Lined with corundum heating module is mounted in the upper area of the vacuum chamber. In the middle (loading) area is located the charging door. In the lower area (hardening tank) occurs cooling of the charge in the oil. Vacuum system

is designed for pumping the working chamber of furnaces up to a residual pressure of 0.133 Pa and consists of a forepump and booster pump.

In the new vacuum electric furnaces the hardening, removal of residues of the oil and vacuum tempering are performed in one cycle. Thus, after heat treatment does not need to remove the allowances, and now processing in vacuum electric furnaces is finishing. So there is no need in the washing equipment, disposal cleaning solution, as well as in additional electric furnace for tempering. Electric furnaces are

environmentally friendly equipment, in which there is no emission of reactive gases. This ensures their explosion and fire safety in the operation.

In the socio-economic priorities of Russia a special attention is paid to the development of knowledge-intensive industries with high added value. Such industries include vacuum technology, cryogenics and nanotechnology. There is no doubt that the VacuumTechExpo will contribute to the innovative development of Russian industry. ■

—

—