

Пайка металлокерамических корпусов по металлизированной керамике в вакууме обладает рядом преимуществ перед пайкой в водороде, хотя и является многоступенчатым процессом, а при использовании активного титана, когда появляется возможность исключить процесс нанесения и высокотемпературного вжигания металлизации, эти преимущества многократно возрастают, а сам процесс становится одноступенчатым.

Новая Электродпечь обеспечивает проведение качественной активной пайки с получением бездефектных МКК (вакуумная плотность, термомеханическая прочность, низкий уровень газовыделения, высокая чистота поверхностей керамики и металла). При активной пайке с использованием титана без металлизации МКК имеют более высокую точность и воспроизводимость размеров.

Внедрение в промышленность описанного процесса активной пайки в производство вакуумных фотоэлектронных приборов с использованием современной инновационной высоковакуумной камерной Электродпечи модели СНВЭ-2.4.2/13-ИОП-НИТТИН с безмасляной системой откачки позволит значительно повысить их качество и надежность.

Литература

1. Рубинчик Л.Е. Водородные электрические печи. М.: Энергия, 1970. – 104 с.
2. Ерошев В.К. Металлокерамические вакуумноплотные конструкции. М.: Энергия, 1970. – 160 с.
3. Батыгин В.Н., Метелкин И.И., Решетников А.М. Вакуумно-плотная керамика и её спаи с металлами. Под ред. Н.Д. Девяткова. М.: Энергия, 1973. – 408 с.
4. Антонович П.В. Инновационная высоковакуумная камерная электродпечь сопротивления модели СНВЭ-2.4.2/13-ИОП-НИТТИН для электронной промышленности. Журнал Оборудование и инструмент для профессионалов. № 5, 2017. – С. 72-74.
5. Амелина О., Нестеров С. Вакуум-плотная корундовая керамика на основе ультрадисперсных порошков. Наноиндустрия. № 5. 2010. – С. 40-41.

Перспективы совместной разработки вакуумного оборудования МГТУ им. Н.Э. Баумана и АО НПО «Спецэлектромеханика»

*С.П. Бычков, Л.Л. Колесник, Ю.В. Панфилов,
*Ю.М. Сарapultов, *М.С. Сиротский
Москва, МГТУ им Н.Э. Баумана, 2-я Бауманская, 5,
*Брянск, АО НПО «Спецэлектромеханика», ул. Карачижская, 79
E-mail: bychkov@bmstu.ru.*

Представлены модульная вакуумно-термическая и малогабаритная вакуумная напылительная установки с блоками питания, разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана и изготовленные в АО НПО «Спецэлектромеханика».

Prospects of BMSTU and SEMGROUP common research and development of vacuum equipment. S.P. Bychkov, L.L. Kolesnik, Y.V. Panfilov, Y.M. Sarapultov, M.S. Sirotsky. Vacuum thermal module tool and thin film deposition vacuum small gage coater with power supply were developed by Bauman Moscow State Technical University and manufactured by JSC “SPU SEMGROUP”.

Введение

Актуальность данной работы заключается, по нашему мнению, в имеющейся потребности у отечественных предприятий и высших учебных заведений в не дорогих и легко перена-

лаживаемых вакуумных термических установках с диапазоном температур нагрева 250° – 1200°С, а также в малогабаритных вакуумных установках для нанесения пленок благородных металлов на диэлектрические образцы для РЭМ и СЗМ. Кроме того, для такого и аналогичного ему оборудования существует дефицит в не дорогих и надежных источниках питания.

Модульная вакуумно-термическая установка

Модульная вакуумно-термическая установка (МВТУ) с уровнем вакуума до 10^{-1} Па (опционально до 10^{-3} Па), температурой обработки в четырех различных температурных зонах (до 250°С, 400°С, 800°С и 1200°С) и системой напуска рабочего газа до давления ниже атмосферного является продуктом совместной разработки АО НПО «Спецэлектромеханика» г. Брянск и кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н. Э. Баумана г. Москва (рис. 1).

Малогабаритная модульная ВТУ с микропроцессорной САУ состоит из вакуумного поста, рабочего стола с рабочей камерой и стойки управления. Вакуумный пост размещается на каркасе с регулируемыми опорами. Рабочий стол вакуумного поста каркасного типа из стандартных стальных профилей. Рабочая камера вакуумного поста разработана на основе унифицированных элементов по стандартам CF или ISO с линейкой размеров 100, 160, 200, 250 мм в соответствии со значениями условно-проходных диаметров.

Технические особенности конструкции определяются модульным принципом ее формирования. Установка включает в себя: герметичную рабочую камеру с фланцами для смотрового окна, тоководов и вводов движения; откачную систему с форвакуумным насосом и трубопроводами, с системой клапанов, ловушек и средств измерения вакуума (опционально может быть поставлена двухступенчатая высоковакуумная система откачки под требования заказчика); систему напуска рабочего газа с регулятором расхода газа; привод с вводом вращения нагреваемого изделия; нагревательную систему модульного типа с соответствующим стыковочным фланцем, систему водяного охлаждения и систему теплоизоляции рабочей камеры; систему датчиков для контроля и управления режимами обработки.

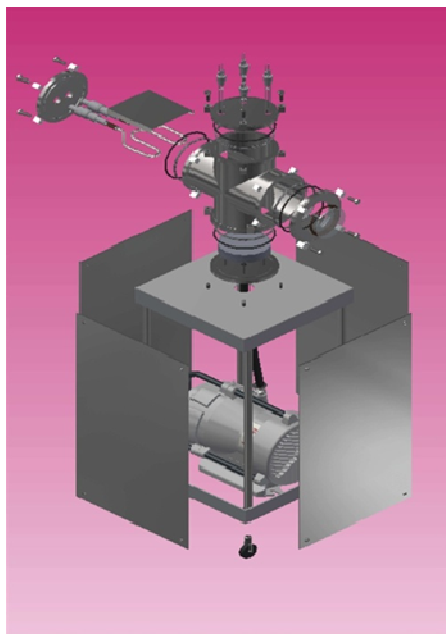


Рис. 1. Внешний вид вакуумно-термической установки и логотипы кафедры «Электронные технологии в машиностроении» (МТ-11) МГТУ им. Н.Э. Баумана и АО НПО «Спецэлектромеханика».

Система автоматического управления (САУ) установки строится на основе универсального программируемого модуля, обеспечивающего возможность его простой настройки под сформированную модульную конфигурацию установки посредством выбора из библиотеки со-

ответствующего набора подпрограмм. САУ представляет собой «продукт в коробочном исполнении», стыкуемый с разъемами на установке через коннекторы и включающий в себя необходимую элементную базу (контроллер, модуль ввода-вывода сигналов, требуемые преобразователи сигналов, экран оператора и др.) и программную прошивку контроллера.

Экран оператора обеспечивает визуализацию реализуемых режимов (откачки, напуска газа, нагрева), индикацию сигналов с датчиков (давления, расхода, перемещения, скорости, температуры), цветовую индикацию различных этапов технологического процесса (выключено/включено, выход на режим, выдержка, подготовка к выключению, аварийные ситуации).

Основные технические характеристики установки:

- Температура в различных зонах: до 250°C, 400°C, 800°C и 1200°C;
- Мощность нагревательной системы: 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 и 8 кВт;
- Предельное давление в рабочей камере – 10^{-1} Па;
- Тип вакуума – безмасляный;
- Время откачки рабочей камеры до давления 1 Па – не более 5 мин;
- Давление рабочего газа 10 – 100 Па;
- Диаметр условного прохода рабочей камеры: 100, 160, 200 и 250 мм;
- Питание установки – переменный ток, напряжение 220В, 50Гц;
- Максимальная потребляемая мощность установки – не более 10 кВт;
- Система охлаждения установки: температура 15-18 °С, поток жидкости не менее 20 л/мин при давлении не менее 2 атм;
- Общая масса установки не более 1000 кг.

Малогабаритная вакуумная установка для нанесения тонких пленок

Установка предназначена для нанесения тонких пленок методом магнетронного нанесения на диэлектрические подложки малых размеров для подготовки образцов к исследованиям на растровом электронном и сканирующем зондовом микроскопах (рис. 2).

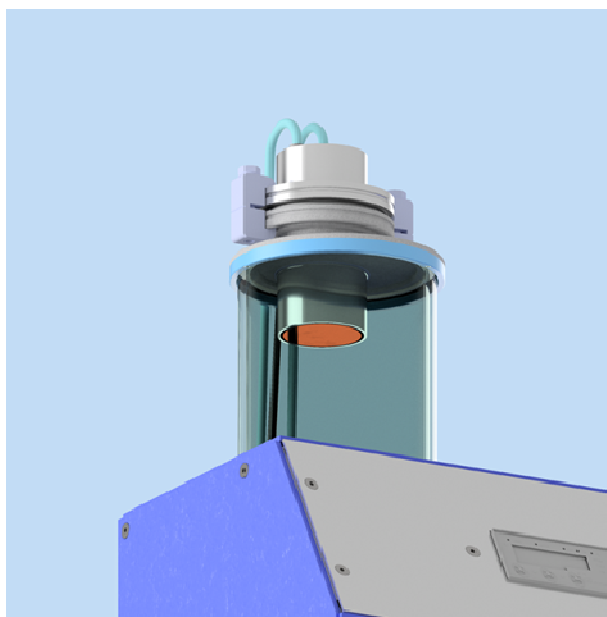


Рис. 2. Внешний вид вакуумной установки для нанесения тонких пленок.

Технологический объем представляет собой цилиндрическую вакуумную камеру вертикального исполнения с магнетронной распылительной системой на постоянном токе.

Откачная система состоит из турбомолекулярного и спирального насосов, подключенных к одной магистрали. Вся вакуумная арматура установки находится внутри корпуса и обшита защитными панелями. Из корпуса выведен патрубок для подключения спирального насоса. На верхнем фланце установки располагается откидная крышка для загрузки и выгрузки об-

разцов вручную, причем конструкция подложкодержателя позволяет размещать на нем несколько подложек малых размеров.

Преимущества разрабатываемой установки по сравнению с аналогами заключаются в следующем:

- 1) установка отличается малыми габаритами, небольшим временем откачки и позволяет уменьшить время подготовки образцов к исследованиям по сравнению с обычными вакуумными установками;
- 2) размеры и вес установки позволяют свободно размещать ее на рабочем столе в лаборатории;
- 3) благодаря простоте конструкции и использованию насосов малой мощности цена данной установки ниже аналогов;

Технические характеристики установки:

- объем камеры, л – 1;
- размеры рабочей камеры, мм – 100×135;
- форма камеры – цилиндрическая;
- габариты установки, мм – 290 × 550 × 500;
- типоразмер фланцев – ISO100;
- диапазон давлений, Па – от 10^{-3} до 10^5 ;
- время откачки до 10^{-2} Па, с – 86;
- размер подложек, мм – 10 × 10 мм;
- количество одновременно загружаемых подложек, шт – 3;
- скорость осаждения, $\frac{\text{нм}}{\text{мин}}$ – от 250 до 550 в зависимости от осаждаемого материала;
- метод вакуумного нанесения – магнетронное осаждение;

К блоку питания магнетрона лабораторной установки для нанесения тонких пленок предъявляются следующие требования:

- максимальное выходное напряжения питания – 850 В,
- максимальная выходная мощность – 750 Вт,
- тип выходного питания – постоянный ток (DC),
- режимы работы: возможность задания стабилизации параметров выходного питания по напряжению, току или мощности,
- возможность задания таймера времени работы после включения до момента автоматического отключения питания
- защита – в блоке должна быть предусмотрена защита от короткого замыкания на нагрузку, а также механизм дугогашения,
- тип корпуса — для встраивания в стойку 19``,

Блок питания подключается к сети переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц. В случае невозможности питания от однофазной сети допускается подключение к трехфазной сети переменного тока 380 В, 50 Гц.

Пульт управления обеспечивает возможность задания всех доступных регулировок: режима стабилизации (мощность, ток, напряжения); целевое значение регулировки текущего параметра; кнопки включения/выключения выходного напряжения; кнопки управления таймером (задание целевого времени, запуск и остановка таймера).

Пульт управления обеспечивает также отображение следующих процессов:

- текущего режима работы (стабилизация по току, мощности, напряжению),
- целевых значений параметров, выставленных оператором,
- реальные значения параметров, выдаваемые блоком,
- индикации включения/выключения выходного напряжения,
- индикации включения/выключения таймера,
- время до выключения выходного напряжения в случае, если таймер включен,
- индикации короткого замыкания (возникновения дуги) на нагрузке,
- индикации, что целевые параметры не могут быть достигнуты из-за выхода режимов регулировок за пределы возможностей блока питания.

Блок питания должен иметь возможность связи с компьютером по порту RS-485 и обмена данными по протоколу MODBUS-RTU. Срок службы при односменном режиме работы не менее 5 лет.

Заключение

Покупать зарубежное вакуумное оборудование или разрабатывать отечественное – вопрос риторический, а вот сохранение отечественных конструкторских школ и производственных баз является стратегическим направлением развития экономики страны. Связь высших учебных заведений с промышленными предприятиями должна базироваться не только на подготовке кадров, но и на выполнении совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Надеемся, что попытка выстроить совместную деятельность МГТУ им. Н.Э. Баумана и АО НПО «Спецэлектромеханика» в области вакуумных технологий и оборудования окажется успешной, а одним из индикаторов успешности должны стать результаты выставки ВакуумТех-Экспо.

Управление частотной характеристикой демпфера для активной виброизоляции на основе магнитоэологических эластомеров

*А.М. Базиненков, И.В. Макеев, А.П. Ротарь, Д.А. Иванова, В.П. Михайлов
Москва, ФГБОУ ВО МГТУ имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5, стр.1
ambazinenkov@bmstu.ru*

Одним из наиболее эффективных методов вибрационной защиты является активная виброизоляция. Широко известно, что производство изделий микро и нано-электроники невозможно без защиты технологического и исследовательского оборудования, работающего в условиях вакуума и атмосферного давления, от вибрационных возмущающих воздействий.

Системы виброизоляции на основе магнитоэологических (МР) эластомеров обладают большей эффективностью виброизоляции по сравнению с другими существующими системами за счет совмещения пассивной, полупассивной и активной виброизоляции в одном устройстве. Характеристики демпферов на основе МР эластомеров определяются составом и свойствами полимеров.

В работе представлены экспериментальные исследования частотных характеристик демпферов на основе МР эластомеров.

***Amplitude-frequency characteristic control of the active vibration control damper based on magnetorheological elastomers. A.M. Bazinenkov, I.V. Makeev, A.P. Rotari, D.A. Ivanova, V.P. Mikhailov.** One of the most effective methods of vibration protection is active vibration control. It is widely known that the micro and nanoelectronic manufacturing is impossible without the protection of equipment from vibration disturbance. The precise technological and research equipment can operate under atmospheric pressure and under vacuum.*

Vibration control systems based on magnetorheological (MR) elastomers have a higher protection efficiency than other existing systems due to the combination of semi-active and active vibration isolation in one device. The characteristics of MR dampers are determined by the composition and properties of the polymers. The paper presents experimental studies of the amplitude-frequency characteristics of dampers based on MR elastomers.

Введение

Высокие точностные требования, предъявляемые к микро- и нанотехнологическому оборудованию, приводят к необходимости отслеживания внешних вибрационных воздействий, которые могут негативно сказаться на параметрах работы оборудования, и защиты оборудования от них. Для ультра-прецизионных процессов, таких как нанолитография, прецизионная ме-