

Фёдорцев Р.В., Старовойтов С.А.,
Федорцев В.А., Дергай Н.Ф.,
Ершова О.И., Жданко Н.В.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ ВУ-2М
ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
НА ОПТИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ**

БНТУ, УП «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО», Минск

Постоянное совершенствование конструкции оптических приборов и расширение их рабочего спектра с видимого диапазона в инфракрасную и ультрафиолетовую область, способствует ужесточению технических требований, предъявляемых к покрытиям оптических деталей. Обеспечение высокого коэффициента спектрального пропускания или отражения в широком диапазоне длин волн становится возможным только при нанесении многослойных интерференционных покрытий, отличающихся высокой прочностью и износостойкостью. Практическая реализация этих целей может быть осуществима только при использовании современного технологического вакуумного оборудования, отвечающего последним достижениям в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок ведущих производителей. На мировом рынке вакуумные камеры и установки представлены зарубежными компаниями Bühler (Германия); Leybold AG (Германия), Merck Millipore (Merck KGaA) (Германия), Vacuum Process Technology LLC (США), Hind High Vacuum Private Limited (ННВ) (Индия), а также российскими РОБ-ВАК, MSH Techno. Высокая конечная стоимость технологического оборудования увеличивает срок окупаемости и ограничивает область их практического применения для небольших предприятий, занимающихся выпуском оптической продукции.

На территории Республики Беларусь разработкой и производством вакуумного оборудования занимаются предприятия: ОАО «Оптическое станкостроение и вакуумная техника», ОАО «Сморгонский завод оптического станкостроения» и ЧУП «Технологии и предложения», а также ООО «Изовак».

Оборудование для формирования качественных плёнок комплектуется современными анализаторами плазменных процессов, а также технологическими источниками плазмы разных классов, что делает установки вакуумного напыления универсальными и позволяет улучшить вакуумные покрытия.

Для решения перечисленных выше задач и улучшения качества покрытий целесообразно предусматривать в вакуумном оборудовании сочетание технологических источников разных по конструкции; магнетронов, ионных источников, вакуумных дуговых испарителей с современными блоками питания и управления, а также других приборов и систем позволяет формировать упрочняющие покрытия с высокими свойствами и повторяемостью от цикла к циклу.

На оптических предприятиях наибольшее распространение получили отечественные высокопроизводительные установки типа УРМЗ-279, ВУ-1А и ВУ-2М. В частности установка ВУ-2М обеспечивает возможность нанесения однослойных и многослойных интерференционных, просветляющих, ахроматических, зеркальных, фильтрующих, токопроводящих и других оптических покрытий в диапазоне длин волн 250–1100 нм, термическими методами резистивного и электронно-лучевого испарения диэлектриков, полупроводниковых материалов и металлов с одновременным фотометрическим контролем их толщины.

В базовой комплектации (1990 г.в.) вакуумная установка содержит следующие основные модули: вакуумную камеру; откачной пост (с высоковакуумными средствами откачки); вакуумный агрегат АВР-60 (с форвакуумным механическим насосом и ротационным насосом РУТса); комплекс

фотометрического контроля толщины покрытий СФКТ-751В; стойки с пультом управления.

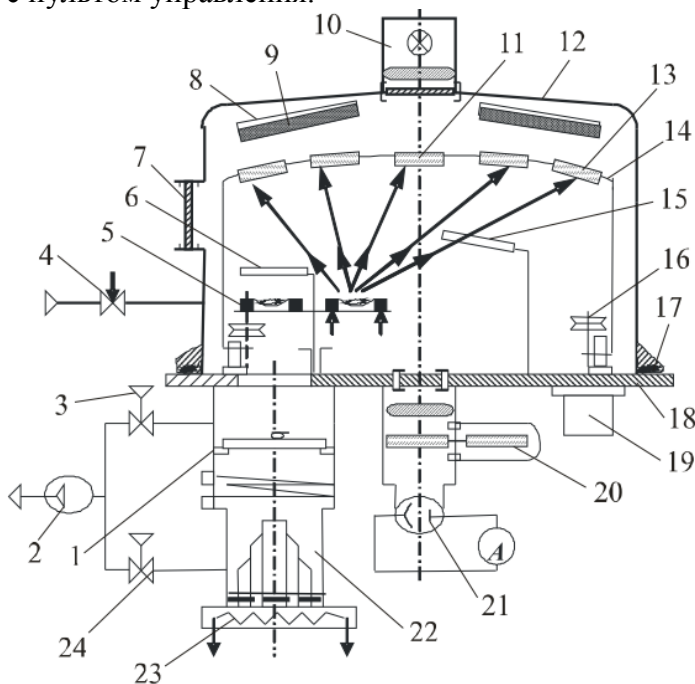


Рисунок 1 – Принципиальная схема вакуумной установки для напыления оптических покрытий

Откачка камеры до начала проведения процесса напыления может производиться в ручном и автоматическом режимах. Максимальное значение давления составляет $6 \cdot 10^{-4}$ Па. В автоматический режим, кроме получения рабочего давления, включена ионная очистка и нагрев деталей до заданной температуры в пределах $50 - 320^{\circ}\text{C}$, а также механизм вращения арматуры с частотой $6 - 60$ об/мин.

Вакуумная установка термического испарения типа ВУ-2М (рисунок 1) состоит из камеры 12 диаметром 300 мм, смонтированной на рабочей плите 18, с герметизирующими резиновыми уплотнителями 17. В верхней и нижней частях камеры размещается устройство активного фотометрического контроля 10, 20 и 21.

В конструкции установки предусмотрены два электронно-лучевых испарителя 5 с переключающимися заслонками 6 и один резистивный испаритель. В верхней части колпака 12 установлены кварцевые лампы 9 с рефлекторами 8, обеспечивающие предварительный нагрев подложек перед напылением пленок. Подогрев подложек улучшает адгезию и механическую прочность пленки. Напыляемые подложки 13 и образец-свидетель 11 для контроля толщины пленки в процессе напыления устанавливаются в отверстия приспособления 14. Для улучшения равномерности нанесения толщины плёнки приспособлению 14 придаётся вращение от привода через бесконтактную электромагнитную муфту 19 и роликовые опоры 16. Для наблюдения за ходом процесса напыления в двери камеры имеется иллюминатор 7.

Система откачки воздуха состоит из предварительного форвакуумного насоса 2 и диффузионного высоковакуумного насоса 22 откачки воздуха, системы клапанов, азотных ловушек 3, 24 и трубопроводов. Разгерметизация камеры 12 по окончании процесса напыления осуществляется поворотом крана-натекателя 4.

Специалистами ООО «Вакуумная техника и технология» (ВТТ) [3] отработана методика проведения комплексной модернизации базовых моделей ВУ-2М, предусматривающая замену: контроллера в стойке управления; автоматизацию процесса управления откачной системой. Система управления позволяет создавать технологические процессы самому оператору, посредством формирования файлов отчета и ведения непрерывного мониторинга в виде графиков: температуры изделий, мощности нагрева, скорости нагрева; показаний вакуумных датчиков; температуры охлаждающей воды.

Осуществляется установка новых форвакуумных пружинных насосов немецкой фирмы PFEIFFER, диффузионных насосов с рабочим диаметром ДУ 400 мм. В соответствии с новой схемой – привод вращения подложек имеет верхнюю

систему ввода. Для улучшения качества промежуточного контроля количество посадочных отверстий для образцов-свидетелей увеличивается с 8 до 10 шт. Разрабатывается и монтируется новая система подачи и слива воды. Осуществляется установка электронно-лучевого испарителя EVM-6 (FerroTec) с блоками питания Captera. Предусматривается замена базовых моделей клапанов на клапаны компании SMC.

Длительный срок эксплуатации вакуумных установок приводит к утрате технических характеристик основных узлов системы контроля толщины покрытий СФКТ-751В: дифракционных решёток, отрезающих фильтров, узлов монохроматора, ФЭУ и приёмника излучения. Для замены морально и физически устаревших модулей практическую эффективность показало использование встраиваемой системы спектрального контроля IRIS 0411 компании ООО «ЭссентОптикс».

УДК 621.9.015

Федорцев В.А.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

БНТУ, Минск

Предлагаемое устройство относится к области поверхностного пластического деформирования металлов (ППД) и может быть использовано для упрочняюще-чистовой обработки торцовых плоских и конических поверхностей тел вращения типа колец и дисков.

Целью разработки является расширение технологических возможностей станков (типа вертикально-сверлильных и вертикально-фрезерных) за счет снятия ограничений на допустимое осевое усилие обработки при ППД, которое, в частности, существует в известном устройстве для обработки деталей (авторское свидетельство СССР №1054013, кл. В23Q 3/06,