

**АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ  
И РАВНОМЕРНОСТИ  
НАНЕСЕНИЯ МЕДИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ТОКА  
И НАПРЯЖЕНИЯ**

<sup>1</sup>ОАО «Оптическое станкостроение и вакуумная техника», <sup>2</sup>БНТУ, Минск

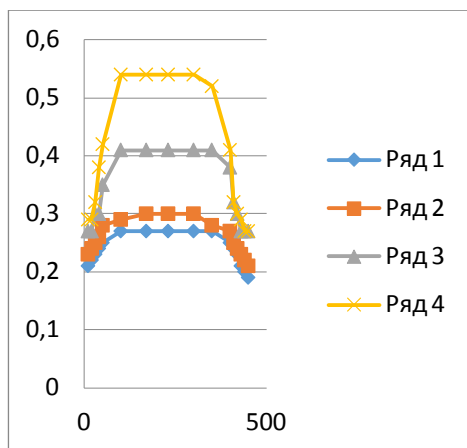
Конструкции магнетронных систем должны обеспечивать оптимальное соотношение скорости распыления и равномерности покрытия при сохранении высокого коэффициента использования материала мишени, возможности нанесения различных материалов и нанесения покрытий на большие площади [1].

Цель данной статьи состоит в установлении условий получения наиболее равномерного покрытия.

Разработанный и исследуемый магнетрон имеет прямоугольную форму. В качестве катода-мишени использовали медь. Образец – прямоугольная пластина высотой 450 мм – устанавливали в камере вакуумной установки ВУ-800 на расстоянии 60 мм от распыляемой поверхности магнетрона. Нанесение меди проводилось при разных режимах работы магнетрона с последующим измерением толщины нанесенного покрытия по всей высоте пластины с шагом 10 мм. Время осаждения покрытия для всех режимов работы магнетрона одинаково. Неравномерность осаждения определяли по методике разработанной в [2, 3].

Предварительно камера вакуумной установки с расположенной в ней пластиной откачивалась до давления  $3 \times 10^{-3}$  Па, после чего проводился напуск аргона до давления  $3 \times 10^{-1}$  Па для обеспечения устойчивой работы магнетрона.

На рисунке 1 представлены графики распределения зависимости толщины нанесенного покрытия из меди по поверхности пластины в зависимости от режимов работы магнетрона.



(ряд 1 – J=4А, U=495 В. V<sub>исп.</sub>=1,62 мкм/час;  
 ряд 2 – J=5А, U=540 В. V<sub>исп.</sub>=1,8 мкм/час;  
 ряд 3 – J=6А, U=580 В. V<sub>исп.</sub>=2,46 мкм/час;  
 ряд 4 – J=7А, U=600 В. V<sub>исп.</sub>=3,24 мкм/час)

Рисунок 1 – Графики зависимости от режимов работы магнетрона

При установке на блоке питания магнетрона тока J=4 А и напряжения U=495 В, получали скорость распыления мишени приблизительно равную 1,62 мкм/час. Толщина медного покрытия (при данных условиях испарения) в пределах от 100 до 350 мм по высоте постоянна и равна 0,27 мкм. К краю пластины толщина уменьшается в 1,42 раза до 0,19 мкм составляли при изменении высоты точки измерения на пластине от 10 до 450 мм от 0,21 мкм. до максимума.

При установке на блоке питания магнетрона тока J=5 А и напряжения U=540 В получали скорость испарения приблизительно равную 1,8 мкм/час. Распределение толщины покрытия (меди) при данных условиях испарения практически не отличается от полученного при предыдущем режиме. В интервале от 170 до 300 мм по высоте пластины толщина постоянна и равна 0,3 мкм и уменьшается к краю образца в 1,42 раза до 0,21 мкм.

При установке на блоке питания магнетрона тока J=6 А и напряжения U=580 В скорость испарения резко возрастает

и составляет 2,46 мкм/час. Покрытие формируется постоянной толщины равной 0,41 мкм по высоте пластины от 100 до 350 мм и уменьшается к краю в 1,52 раза до 0,27 мкм. Следовательно, при данном режиме возрастает неравномерность распределения покрытия по толщине (рисунок 2).

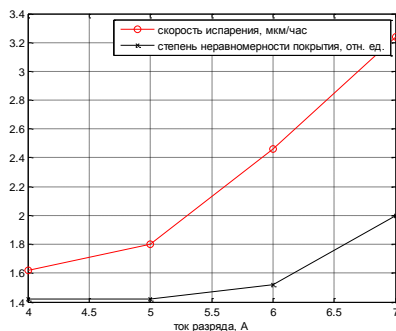


Рисунок 2 Влияние величины тока дугового разряда на производительность процесса магнетронного осаждения и степень неравномерности осаждаемых покрытий

При установке на блоке питания магнетрона тока  $J=7$  А и напряжения  $U=600$  В скорость испарения увеличивается до 3,24 мкм/час. Распределение толщины покрытия (меди) при данных условиях испарения показывает следующее. В пределах от 100 до 300 мм по высоте пластины толщина постоянна и равна 0,54 мкм. К краю она падает в 2 раза до 0,27 мкм.

Таким образом, как видно из полученных исследований, чем больше величина тока и напряжения, установленных на магнетроне, тем выше скорость нанесения меди. Однако более равномерное нанесение покрытия из меди по всей поверхности пластины получается при более низких значениях тока и напряжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Магнетронные распылительные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apelvac.com/about/partners>. – Дата доступа: 4.11.2013.

2. Достанко, А.П. Методика расчета воспроизводимости толщины вакуумных покрытий / А.П. Достанко [и др.]. – Вестн. полоц. гос. уни-та. Сер. В. Фундаментальные науки. – 2013. – №11.

3. Воспроизводимость свойств оптических вакуумных покрытий. Материалы. Технологии. Инструменты. – 2013. – Т. 18. – №1.

УДК 621.9.015

Федорцев В.А.

## **ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ**

*БНТУ, Минск*

В современных условиях прогрессивные технологические процессы механообработки в машино- и приборостроении должны базироваться как на рациональном построении самих операций, так и на специальных средствах активного контроля качества поверхностей деталей, особенно на финишных этапах их обработки в процессе доводки.

Однако используемые универсальные способы и средства контроля размеров и формы криволинейных поверхностей деталей требуют многократного прерывания технологического процесса и приводят к снижению его производительности (сферометры и другие измерительные инструменты).

В известных схемах активного контроля кривизны обрабатываемой поверхности, последняя, чаще всего, постоянно ощупывается датчиком, что в результате приводит к износу измерительного щупа и, как следствие, к снижению точности контроля. Кроме того, существует большая степень вероятности механического повреждения прецизионной поверхности самой детали, материалом которой часто является стекло или полимеры.