

до

$$\alpha_{\max} = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b}{\rho_{\max} - h - b \cdot \psi} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b}{\rho_{\max} - h - b \cdot \frac{\varepsilon}{2}} \right). \quad (15)$$

Диапазон изменения угла α_k при изменении ψ от 0 до $\frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$ представлен в табл. 2.

Данные табл. 1 и 2 дают возможность утверждать, что задние углы α и α_k не постоянны и увеличиваются с увеличением угла ψ . Предельная разность (при $\psi_{\max} = \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$) $\Delta\alpha = \alpha_{k\max} - \alpha_{\min} = 18.8 - 13.4 = 5.4^\circ$.

Таблица 2

Ψ , рад	0	$\frac{\pi}{60}$	$\frac{\pi}{30}$	$\frac{\pi}{20}$	$\frac{\pi}{15}$	$\frac{\pi}{12}$
α_k , °	17.4	17.7	17.9	18.2	18.5	18.8

Как показывают результаты расчета, при затыловании зубьев по логарифмической спирали наблюдается меньшее изменение угла α . Но так как логарифмическая спираль сложна в изготовлении, в качестве основной кривой для затылования задней поверхности зубьев фасонных фрез принята спираль Архимеда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрайдфельд, И.А. Расчеты и конструкции специального металло-режущего инструмента. – М. – Л., 1959.
2. Нефедов, Н.А., Осипов, К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М., 1976.

УДК 621.793

Койда С.Г.

ВНУТРИКАМЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель преподаватель Голушко В.М.

Исследовано влияние угла установки стеклянных изделий при идентичных режимах ионной полировки на изменение исходной шероховатости (Ra)

поверхности. Установлено, что при установке образцов под углами $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 90^\circ$ шероховатость поверхности по отношению к исходной изменяется незначительно, при угле установки $\alpha = 45^\circ$ параметр шероховатости возрос в 1,6 раза по сравнению с исходным. Угол атаки для образцов с установкой под 45° обеспечивает максимально интенсивное распыление поверхности.

Защитно-декоративные покрытия на аморфных материалах давно нашли широкое практическое применение (медицина, товары народного потребления, мебельная фурнитура, сувениры и т. д.), в последнее время вакуумно-плазменные покрытия на стекле стали использовать в качестве температуроустойчивых для остекления зданий. Более широкое применение вакуумно-плазменных покрытий на деталях из стекла и керамики во многом сдерживается отсутствием научно-обоснованной технологии подготовки поверхности. И адгезия, и шероховатость и цветовые характеристики покрытия во многом зависят от методов внекамерной и внутрикамерной подготовки и очистки поверхности подложки. Поэтому очень важно найти наиболее оптимальные режимы вне- и внутрикамерной подготовки основы, что позволит в дальнейшем получать качественные изделия с покрытиями при наименьшем проценте брака.

Внутрикамерная подготовка поверхности для получения покрытий и, в частности, методом КИБ (конденсация покрытия в условиях ионной бомбардировки), представляет собой бомбардировку поверхности основы ускоренными высокоэнергетическими ($E \approx 10^3$ эВ) ионами материала катода. Ионная бомбардировка относится к физическим методам подготовки поверхности и производится с целью очистки и термической активации поверхности основы. Следствием ионной бомбардировки поверхности является изменение микро-рельефа исходной поверхности, обусловленное процессами распыления выступов и травления впадин [1],[2]. В результате образуется поверхность с показателями шероховатости отличными от исходных. При этом шероховатость поверхности изделия с вакуумно-плазменным покрытием во многом определяется шероховатостью поверхности после ионной бомбардировки.

Подготовка поверхности изделий из стекла и керамики (аморфные материалы) для формирования вакуумно-плазменных покрытий имеет ряд принципиальных отличий, связанных со значительно более низкой теплопроводностью аморфных материалов и их высокой пористостью.

Низкая теплопроводность аморфных материалов не позволяет использовать для внутрикамерной обработки бомбардировку поверхности основы высокоэнергетическими ионами материала катода, так как возникающий в поверхностном слое большой температурный градиент приводит к растрескиванию материала основы. Внутрикамерная подготовка поверхности аморфных материалов включает операцию физической очистки, заключающуюся в удалении поверхностного дефектного слоя за счет его распыления низкоэнергетическими ионами инертных газов.

На первом этапе исследовалось изменение исходной шероховатости (Ra) поверхностей стеклянных изделий при различных углах атаки ионного пучка. Исследования проводились на образцах из стекла марки М1 ГОСТ 111 - 2001 (рис. 1). Внекамерная подготовка образцов заключалась в предварительной полировке войлочным кругом, промывке в мыльной воде, двойной мойке в дистиллированной воде. Перед загрузкой в камеру образцы протирались сухой бязью. Исходная шероховатость образцов составляла Ra 0,0057 мкм.

Процесс ионной полировки осуществлялся с использованием установки УВНИПА – 1 – 002 предназначенной для нанесения износостойких, упорочняющих и декоративных покрытий методом электродугового напыления.

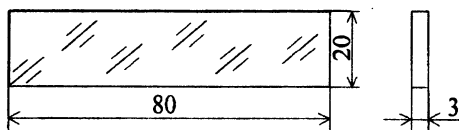


Рис. 1. Эскиз образца

Ионная полировка проводилась в течение 30 минут, образцы полировались ионами аргона (Ar^+) с энергией 2 – 3 кэВ, плотность тока ионного пучка порядка 1 мА/см², давление в камере составляло $p = 3,2 \cdot 10^{-2}$ Па. Образцы в камере находились в стационарном состоянии и устанавливались по отношению к направлению ионного пучка под углами: 1) $\alpha = 90^\circ$, 2) $\alpha = 45^\circ$, 3) $\alpha = 0^\circ$ (рис. 2). Число образцов для каждого эксперимента составляло 5 штук.



Рис. 2. Схемы воздействия ионного потока на поверхность образца а) ионный пучок под 90° , б) ионный пучок под 45° , в) ионный пучок под 0°

Шероховатость образцов измерялась контактным методом на профилографе-профилометре модели 252: длина трассы ощупывания $l = 1,5$ мм; отсечка шага – 0,25 мм.

После проведения экспериментов у образцов, установленных под углом $\alpha = 0^\circ$ шероховатость составила Ra 0,007 мкм, под углом $\alpha = 45^\circ$ шероховатость составила Ra 0,009 мкм, при $\alpha = 90^\circ$ - Ra 0,006 мкм.

Анализ результатов экспериментов показывает, что при установке образцов под углами $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 90^\circ$ шероховатость поверхности по отношению к исходной изменяется незначительно, при угле установки $\alpha = 45^\circ$ параметр шероховатости возрос в 1,6 раза по сравнению с исходным. Это связано, на наш взгляд, с характером взаимодействия ионного потока с обрабо-

танной поверхностью. Угол атаки для образцов с установкой под 45° обеспечивает максимально интенсивное распыление поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершина, А.К. Научные и технологические основы формирования ионно-плазменных покрытий с регламентированными цветовыми параметрами: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск – 2001г.
2. Газотермические и вакуумно-плазменные покрытия со специальными физико-механическими свойствами/ С.А. Иващенко, И.С. Фролов, Ж.А. Мрочек – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 236 с.
3. Иващенко, С.А. Теоретические и технологические основы формирования многофункциональных газотермических и вакуумно-плазменных покрытий: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск – 2002 г.
4. Плешивцев Н.В. Катодное распыление. – М.: Атомиздат, 1968.–347 с.

УДК 621.762.4

Конон А.Б.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СТРУКТУР ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель докт. техн. наук доцент Петюшик Е.Е.

The appraisal was given for basic requirement, which exhibited to capillary-porous structure of heat pipes. The availability of using was shown for its obtaining method of arid radial pressing.

Научно-технические задачи, связанные с тепловым регулированием, приобретают экстремально сложный характер в условиях, когда разность температур между источником и стоком тепла невелика в сочетании с ограничениями по габаритам и массе при жестких требованиях к надежности и рабочему ресурсу. В связи с этим распространение получили высокоэффективные теплопередающие устройства, которые получили название «тепловая труба» (ТТ) – замкнутое испарительно-конденсационное устройство, предназначенное для охлаждения, нагрева, или терморегулирования объектов.

Простейшая ТТ – термосифон – работает следующим образом. Нижний конец трубы, где находится вода, подвергается нагреву. Вода испаряется, поглощая при этом тепло, равное скрытой теплоте парообразования. На другом конце трубы происходит конденсация пара с выделением скрытой теплоты. Реализация процесса обеспечивает высокую плотность теп-