

УДК 681.7.023.72

СПОСОБ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Козерук А.С., Диас Гонсалес Р.О., Кузнечик В.О., Семченок А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Для обработки традиционных оптических деталей (линз, призм, пластин) в настоящее время применяют, в основном, метод свободного притирания как один из наиболее точных и не требующих прецизионного технологического оборудования. В работе [1] обосновано, что этот метод может быть использован также и для получения деталей с рабочей конической поверхностью (аксиконов), образующая которой должна быть строго прямолинейной. Для обеспечения последнего требования заготовку конической детали в обсуждаемой технологии притирают к инструменту, плоскостность которого поддерживается правильником в виде стеклянной пластины специальной конструкции.

Предлагаемый метод доводки плоской поверхности представляет собой притирание двух тел через слой абразивной суспензии, причем контакт между этими телами обеспечивается силовым, а не геометрическим, замыканием [2]. В результате такого притирания контактирующие поверхности приобретают либо плоскую, либо сферическую форму, причем кривизна этих поверхностей управляется изменением наладочных параметров технологического оборудования, к которым относятся: диаметр инструмента d_c и частота его вращения v_c , величина амплитуды возвратно-вращательного (колебательного) движения детали по инструменту (или наоборот) L и частота этого движения v_2 , а также величина рабочего усилия P [3]. Причем на стадии шлифования регулируют, как правило, несколько из этих параметров, что ускоряет съем припуска с заготовки, а в процессе полирования – только один, обеспечивая плавное изменение геометрической формы обрабатываемой поверхности и создавая, тем самым, условия для более точного определения момента достижения заданных параметров качества детали [4].

Проведено математическое моделирование закономерностей процесса абразивной обработки плоских поверхностей в условиях свободного притирания на рычажных станках. Данное моделирование включало в себя формализацию специализированного технологического оборудования, его рабочей зоны и процесса формообразования на этом оборудовании плоской поверхности инструмента для обработки конической детали. В итоге получена формула для расчета скорости скольжения v в выбранных по методике [6] опорных точках на обрабатываемой поверх-

ности и давление p в их окрестности. Используя эти величины, по формуле Ф. Престона.

В процессе численных исследований закономерностей обработки принимали, что интенсивность съема материала детали пропорциональна параметру

$$Q = v \delta \quad (1)$$

При этом определяли значения каждого из наладочных параметров станка, обеспечивающих как равномерное распределение Q по всей обрабатываемой поверхности, что необходимо на стадии ее выхаживания после достижения заданной точности, так и преобладание этого параметра как в центральной, так и в краевой зонах детали. Два последних случая на практике используются в начальной стадии обработки в зависимости от характера распределения припуска: с преобладанием в краевой (общая «яма»), или центральной (общий «бугор») зонах заготовки детали.

В процессе определения значений наладочных параметров станка, при которых распределение Q принимает необходимый характер, применяли следующую методику. Учитывая производственную практику оптического приборостроения [8], а также принятые диаметры инструмента и детали, назначали следующие средние значения режимов обработки:

$$v_c = 6 \text{ н}^{-1}, v_2 = 3,2 \text{ н}^{-1}, v_a / v_c = 0,7, \quad (2)$$

где v_a – частота вращения детали.

Первоначально выявляли оптимальную величину амплитуды L , при которой Q принимает одинаковое значение в центре и на краю детали, что соответствует равномерному съему припуска по обрабатываемой поверхности. Таким же образом определяли наиболее выгодные величины каждого из рассматриваемых наладочных параметров станка при средних значениях остальных из них.

Полученные результаты расчетов приведены на рисунок 1, где зависимости 2, 5 характеризуют закономерности обработки, при которой происходит равномерный съем материала детали по всей ее исполнительной поверхности. В нашем случае такая обработка имела место для следующих значений наладочных параметров станка: $L = 197$ мм, $d_c = 247$ мм, $v_2 = 3,3 \text{ н}^{-1}$, $v_a / v_c = 0,72$. Однако в начальной стадии величину параметров процесса формообразования следует назначать с учетом технологической наследственности заго-

товки. В частности, если припуск преобладает по периферии последней, то необходимо устанавливать следующие режимы обработки: $L = 221$ мм, $d_{\xi} = 270$ мм, $v_2 = 1,0 \text{ н}^{-1}$, $v_{\xi} = 18,5 \text{ н}^{-1}$, $v_a/v_{\xi} = 0,48$ (кривые 3, 6 на рисунке 1), а в случае, когда требуется обеспечить усиленный сьем материала в центральной зоне заготовки, целесообразно применять $L = 160$ мм, $d_{\xi} = 218$ мм, $v_2 = 6,8 \text{ н}^{-1}$, $v_{\xi} = 2,7 \text{ н}^{-1}$, $v_a/v_{\xi} = 0,99$ (кривые 1, 4 на рисунке 1).

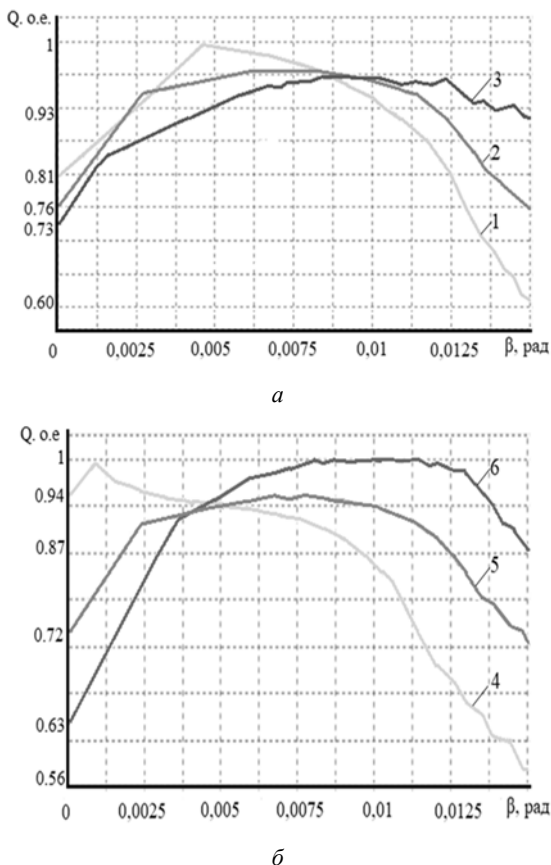


Рисунок 1– Характер изменения параметра Q в диаметральном сечении плоской детали: для $L = 160$ (1), 197 (2) и 221 (3) мм при $d_{\xi} = 250$ мм, $v_2 = 3,2 \text{ с}^{-1}$, $v_{\xi} = 6,0 \text{ с}^{-1}$, $v_a/v_{\xi} = 0,7$ (а); для $d_{\xi} = 218,4$ (4), 247,2 (5) и 269,7 (6) мм при $L = 200$ мм, $v_2 = 3,2 \text{ с}^{-1}$, $v_{\xi} = 6,0 \text{ с}^{-1}$, $v_a/v_{\xi} = 0,7$ (б)

Характерным для зависимостей на рисунке 1 является неравномерное распределение параметра Q на обрабатываемой поверхности. Такое изменение Q свидетельствует о том, что пути трения точек детали, находящихся в круговом кольце со средним радиусом, составляющим, как видно из рисунка 1, примерно $0,25 d_a$, достигают больших значений по сравнению с точками центральной и краевой зон. Эта закономерность объясняется особенностями метода свободного притирания двух тел, максимальная площадь перекрытия которых имеет место именно в упо-

мянутых круговых кольцах. Однако на практике отмеченный максимум параметра Q автоматически нивелируется за счет того, что увеличение путей трения в той или иной зоне обрабатываемой поверхности приводит к усилению съема припуска в данной зоне, уменьшая тем самым активную площадь ее контакта с инструментом. Это, в свою очередь, вызывает перераспределение рабочего усилия в области сопряжения притирающихся поверхностей: оно возрастает по периферии обсуждаемой области, увеличивая интенсивность съема припуска. Следовательно, имеет место самоорганизация процесса обработки по методу свободного притирания, который относится к прецизионному.

Особенностью выполненных численных исследований являлось то, что в процессе их проведения наладочные параметры станка изменяли на величину, при которой Q принимало одинаковые отклонения ΔQ от его распределения, обеспечивающего устранение как общей «яммы», так и общего «бугра». Такой подход позволил рассчитать чувствительность параметра Q к изменению режимов обработки и эффективность этих режимов с точки зрения производительности процесса.

Чувствительность σ определяли из соотношения

$$\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta N}, \quad (3)$$

где
$$\Delta N = \frac{|N' - N_0|}{N_0}. \quad (4)$$

В выражении (4) N_0 и N' – значения наладочных параметров станка, при которых происходит соответственно равномерный сьем припуска с обрабатываемой поверхности, и которые устанавливают при исправлении общей «яммы» и общего «бугра».

Эффективность наладочных параметров технологического оборудования k рассчитывали по формуле

$$k = \left| \frac{Q_{\text{ц}} - Q_{\text{кр}}}{Q_{\text{кр}}} \right|, \quad (5)$$

где $Q_{\text{ц}}$ и $Q_{\text{кр}}$ – значения Q в центре и на краю заготовки, которые получают для режимов обработки, применяемых в случае неравномерного распределения припуска на обрабатываемой поверхности.

Литература

1. Козерук А.С., Диас Гонсалес Р.О., Филонова М.И. и др. Моделирование технологического оборудования для обработки высокоточных оптических поверхностей // Весці НАН Беларусі. Сер. Фіз. тэхн. навук. – 2019. – № 3. – С. 134–140.

2. Семибратов М.Н. и др. Технология оптических деталей / М.Н. Семибратов, В.Г. Зубаков, С.К. Штандель. – М.: Машиностроение, 1978. – 416 с.

3. Сулим А.М. Производство оптических деталей / А.В. Сулим. – М.: Высшая школа, 1969. – 303 с.

4. Зубаков В.Г. Технология оптических деталей / В.Г. Зубаков, М.Н. Семибратов, С.К. Штандель; под ред. М.Н. Семибратова. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.

УДК 681.7.023.72

КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЬНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ПАНЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИХ ПОДСВЕТКИ

Козерук А.С., Кулешов Д.Ю., Черепок Е.А., Шляхтун С.В., Шамкалович В.И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассмотрим создание модульных светодиодных панелей, предназначенных для подсветки различной информации. В качестве примера возьмем световой короб диаметром 1,3 метра (рисунок 1, а), который используется для подсветки эмблемы (рисунок 1, б).



а



б

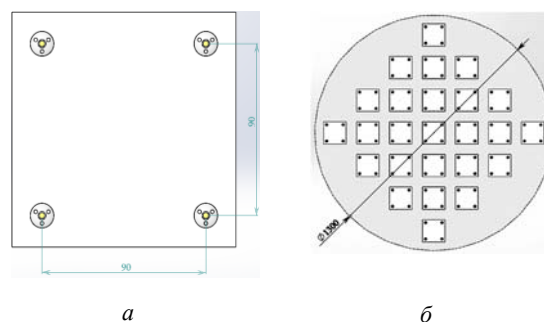
Рисунок 1 – Световой короб с диаметром 1,3 метра (а) и пример подсветки эмблемы световым коробом с диаметром 1,3 метра (б)

В данном световом коробе используются линейные светодиодные модули с линзой типа «Рыбий глаз» обеспечивающие равномерную подсветку эмблемы, яркость которой в различных точках эмблемы составляет 51–55 кд/м², а

средняя равномерность $\approx 0,85$. Использование данной линзы позволяет применять большее расстояние между светодиодами при сохранении равномерности подсветки, а также не допускает появление горящих точек от светодиодов

Несмотря на то, что данное расположение светодиодов (рисунок 1, а) обеспечивает равномерную подсветку эмблемы, для получения большей равномерности целесообразно использовать светодиодные модули с другим расположением светодиодов.

Рассмотрим другой вариант расположения светодиодов на модуле (рисунок 2, а). Возьмем световой короб диаметром 1,3 м из предыдущего примера и разместим модули (рисунок 2, б).



а

б

Рисунок 2 – Светодиодный модуль 90×90 мм (а) и вариант расположения светодиодных модулей в световом коробе диаметром 1,3 м (б)

В данной концепции используются SMD светодиоды 3030. С помощью линзы «Рыбий глаз» обеспечивается равномерная подсветка при расстоянии между светодиодами от 80 мм до 160 мм. При использовании данной линзы, горящие точки от светодиодов не наблюдаются при расстоянии от 5 см между поверхностью светового короба и освещаемой поверхности. На практике расстояние между модулями в большинстве случаев выбирают равным расстоянию между светодиодами. Допустимо увеличивать расстояние в случае подсветки не полностью прозрачного материала (матовое стекло, ткань). Также рассмотрим концепцию универсальных модульных светодиодных панелей, пример которой можно увидеть на рисунке 3.