

УДК 681.7.023.72

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МИКРОШАРИКОВ

Козерук А.С., Филонова М.И., Макаренко М.С., Ларионов Н.П.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Статья носит обзорный характер, в ней излагаются современные представления о микрошариках, приводятся данные об их роли, технологии обработки, рассматриваются преимущества и новые технологии.

Ключевые слова: микрооптика, энергосберегающие технологии, технологии обработки микрошариков, математическое моделирование.

IMPROVEMENT OF MICROBALL PROCESSING TECHNOLOGY

Kozeruk A., Filonova M., Makarenok M., Larionov N.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus*

Abstract. The article is of an overview nature, it outlines modern ideas about microspheres, provides data on their role, processing technologies, discusses the advantages and new technologies..

Key words: micro-optics, energy-saving technologies, microbeads processing technologies, mathematical modeling.

e-mail: mariya.makarenok@yandex.ru

В оптическом приборостроении актуальным является внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий. Такие технологии могут быть внедрены и при изготовлении микрооптики. Данный класс оптических деталей применяется при изготовлении всевозможных микрообъективов, для медицинских приборов (эндоскопов) и приборов специального назначения.

Характерной особенностью изготовления стеклянных шариков для микрооптики по технологии получения шаровидных деталей являются шлифование и полирование сферической поверхности в свободном состоянии. В этом случае заготовки будущих шариков делают в виде кубиков, которым в результате грубого шлифования придают предварительную форму шара [1]. Прогрессивный прием получения шаровидных деталей из хрупких материалов – это применение метода пневмоцентробежной обработки, при реализации которого используются два соосно установленных большими диаметрами друг к другу конических кольца с абразивными рабочими поверхностями, вдоль которых прокатываются заготовки. Вращение последним сообщается посредством рабочей среды под давлением.

Имеющиеся устройства для пневмоцентробежной обработки пригодны для получения шариков диаметром до 6 мм. Обработка деталей с полными сферическими поверхностями большего диаметра на этих устройствах непроизводительна из-за невозможности обеспечить достаточное усилие на заготовку в рабочей зоне.

Поэтому предлагается устройство [2] (рис.1), в котором дополнительная нагрузка на обрабатываемую заготовку создается за счет верхнего рабочего диска 1, совершающего возвратно-поступательное движение вдоль оси абразивных

конических колец 2 и 3. Это движение реализовано с помощью цилиндрического кулачкового механизма в виде кольца 4 с профильным рабочим торцом 5.

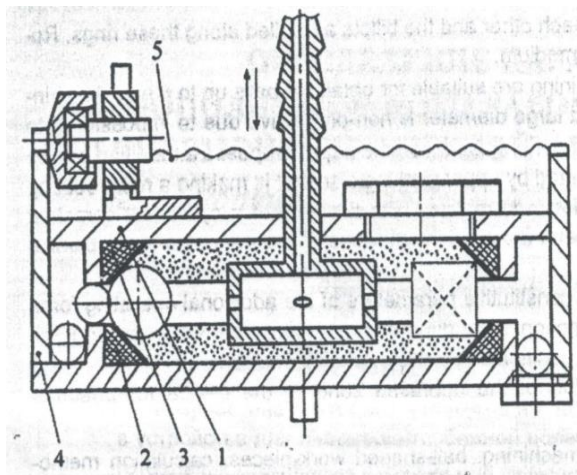


Рисунок 1 – Инструмент для пневмоцентробежной обработки шаровидных деталей из кубиков

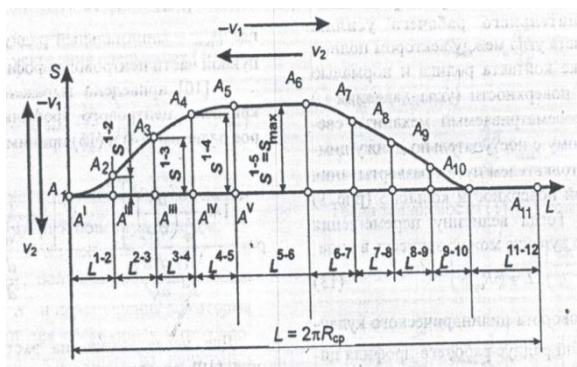


Рисунок 2 – К определению центрального профиля кольца

С целью достижения высокого качества изготавливаемых шариков необходимо подобрать такой закон движения элемента нагружения $S(t)$, при котором не возникало бы грубых сколов на заготовках во время обработки. Отмеченное условие не позволяет выбрать $S(t)$ с жесткими или мягкими ударами. В таких случаях рекомендуется использовать синусоидальный закон движения элемента нагружения. С этой целью необходимо определить основные размеры механизма дополнительного рабочего усилия. В [3] для расчета угла между вектором полной реакции в точке контакта ролика и нормалью к профильной поверхности (угла давления V) предлагается рассматриваемый механизм свести к кулачковому с поступательно движущимся кулачком и толкателем путем развертывания цилиндрической поверхности кольца 5 (рис. 1) на плоскость. Тогда величину перемещения эквивалентного кулачка можно записать в виде

$$L = \varphi R_{cp}, \quad (1)$$

где φ – угол поворота цилиндрического кулачка; R_{cp} – средний радиус рабочего профиля цилиндра.

В работе [4] показано, что радиус ролика R должен удовлетворять условию $R < \rho_{min}$, где ρ_{min} – минимальный радиус кривизны выпуклой части центрального профиля кулачка. Для нахождения ρ_{min} целесообразно вычислить ряд последовательных значений ρ и определить наименьшее.

При построении точного очертания действительного профиля кулачка можно аналитически вычислить координаты x_b и y_b этого профиля [4]:

$$\begin{cases} x_b = S + \frac{r \frac{dS}{d\varphi}}{R_{cp}^2 \sqrt{1 + \frac{1}{R_{cp}^2} \left(\frac{dS}{d\varphi}\right)^2}} \\ y_b = S - \frac{r}{\sqrt{1 + \frac{1}{R_{cp}^2} \left(\frac{dS}{d\varphi}\right)^2}} \end{cases} \quad (2)$$

где r – радиус ролика.

Используя формулу (2) можно рассчитать координаты x_b и y_b для ряда точек, принадлежащих действительному профилю рабочего торца 5 (рис. 1), который является эквидистантным центральному профилю.

Проведенное математическое описание основных размеров механизма дополнительного рабочего усилия в устройстве для пневмоцентробежной обработки шаровидных деталей позволило получить аналитическое выражение, которое положено в предлагаемую методику определения оптимального значения радиуса кривизны центрального профиля кулачка упомянутого механизма.

Выполненное математическое моделирование закономерностей работы механизма дополнительного рабочего усилия позволяет на основе численных исследований установить оптимальный профиль его кулачка в виде синусоиды с углом давления, при котором графики скоростей и ускорений не имеют точек разрыва, способствуя тем самым повышению выхода годных деталей на стадии галтовки на 20 % за счет исключения в траектории движения элемента нагружения ударов, являющихся причиной грубых сколов на заготовках.

Литература

1. 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.
2. Инструмент для обработки шариков: пат. ВУ 5049 / А. С. Козерук, А. А. Сухоцкий, М. И. Филонова. – Оpubл. 30.03.03.
3. Теория механизмов и машин. Проектирование. Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов ; под ред. И. Кульбачного. – М. : Высш. шк., 1970. – 288 с.
4. Определение параметров механизма дополнительного рабочего усилия в устройстве для пневмоцентробежной обработки шаровидных деталей / А. А. Сухоцкий [и др.] // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С. 42–47.