

УДК 681.7.023.72

ДВУСТОРОННЯЯ ОБРАБОТКА ДВОЯКОВЫПУКЛЫХ ЛИНЗ
Козерук А.С., Кузнецик В.О., Шевченко В.П., Якубович Т.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Разработана математическая модель, позволяющая с помощью ЭВМ выявить наиболее выгодные параметры процесса одновременной двусторонней обработки прецизионных двояковыпуклых линз с точки зрения достижения высокой производительности формообразования и минимальных значений кинематической составляющей локальных погрешностей на исполнительных поверхностях детали.

Ключевые слова: линза, устройство, пути трения, режимы обработки.

DOUBLE-SIDED PROCESSING OF DOUBLE-CONVEXED LENSES
Kozeruk A.S., Kuznechik V.O., Shevchenko V.P., Yakubovich T.S.

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Mathematical model is developed, that allow to discover using computer the most efficient parameters of the simultaneous double-sided biconvex lenses processing, from the point of high shaping productivity implementation and minimum local error kinematic component achievement on the details working surfaces.

Key words: lens, device, friction paths, processing modes.

Адрес для переписки: Кузнецик В.О., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: v-kuzn@tut.by

В настоящее время в оптическом приборостроении используется технология односторонней обработки линз, согласно которой заготовку детали закрепляют на приспособление наклеечным веществом каждой из исполнительных поверхностей [1]. Данный процесс блокировки сопровождается нагревом наклеечного вещества и заготовки, при остывании которых вследствие различных температурных коэффициентов расширения возникает деформация заготовки. Если заготовку, находящуюся в напряженном состоянии, обработать с требуемой точностью, после разблокировки напряжения в стекле релаксируют и достигнутая форма полированной поверхности искажается. Кроме того, поскольку в качестве наклеечного вещества используется смола, при нагреве которой выделяются канцерогенные вещества фенольной группы, имеет место загрязнение окружающей среды.

Отмеченных недостатков лишена технология одновременной двусторонней обработки линз, которая позволяет сократить, по меньшей мере, в два раза время обработки и повысить качество деталей по чистоте их полированных поверхностей. Последнее обстоятельство обусловлено исключением из технологического процесса ряда вспомогательных операций (например, блокировки и разблокировки), где часто происходит повреждение (нанесение царапин, выколок и т. п.) исполнительных поверхностей линзы.

Для реализации предлагаемой технологии разработано устройство [2], которое монтируется на серийные шлифовально-полировальные или полировально-доводочные станки мод. ШПП или ПД. Устройство состоит из штанги 1 (рисунок 1),

связанной с приводом возвратно-вращательных перемещений 2, дополнительных штанг 3, 4, установленных с возможностью возвратно-вращательных перемещений на стойках 5, 6 и с помощью кареток 7, 8 с рамками 9, 10, кинематически связанными со штангой 1. На дополнительных штангах 3, 4 закреплены державки 11, 12, несущие звенья давления, включающие в себя кронштейны 13, 14, с которыми шарнирно соединены двуплечие рычаги 15, 16 с грузами 17, 18. Двуплечие рычаги 15, 16 взаимодействуют с поводками 19, 20, которые установлены с возможностью осевого перемещения в державках 11, 12 и находятся в силовом замыкании с инструментами 21, 22, контактирующими с деталью 23. Последняя помещена в приводе детали с возможностью относительного вращения. Привод детали состоит из ведущего 24, опорного 25 и прижимного 26 роликов, первые два из которых жестко закреплены на направляющей 27, а последний установлен с возможностью перемещения вдоль данной направляющей. При этом с ведущим роликом 24 неподвижно связано колесо 28, находящееся во фрикционном взаимодействии с планшайбой 29, закрепленной на шпинделе 30 базового станка.

Устройство работает следующим образом. Деталь 23 помещают на ведущий 24 и опорный 25 ролики и фиксируют ее на этих роликах прижимным роликом 26 посредством его смещения на направляющей 27 в сторону роликов 24, 25 (последний на рисунке 1 не показан). Затем на деталь устанавливают инструменты 21, 22, помещают в них поводки 19, 20 и приводят их в силовое замыкание с инструментами посредством двуплечих рычагов 15, 16 и грузов 17, 18. Далее стойки 5, 6

помещают в центре кривизны обрабатываемых сферических поверхностей детали 23, в соответствующих местах на дополнительных штангах 3, 4, зависящих от требуемой величины амплитуды возвратно-вращательного перемещения инструментов 21, 22, закрепляют каретки 7, 8 и сообщают движение шпинделю 30 и приводу возвратно-вращательных перемещений 2 штанги 1. В процессе обработки детали управление ее формообразованием осуществляют изменением величины амплитуды возвратно-вращательных перемещений инструментов 21, 22 посредством смещения кареток 9, 10 вдоль оси дополнительных штанг 3, 4.

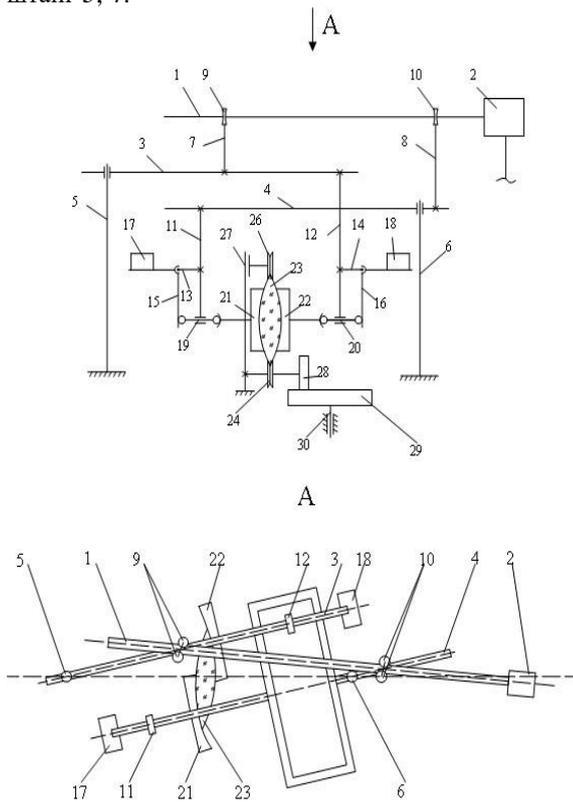


Рисунок 1 – Кинематическая схема устройства для одновременной двусторонней обработки двояковыпуклых линз

Обработка на устройстве происходит в условиях свободного притирания, поэтому величину таких наладочных параметров, как амплитуд A_1 и A_2 возвратно-вращательных перемещений инструментов, а также скоростей вращения детали ω_d и входного звена исполнительного механизма базового станка ω_2 в каждом конкретном случае

определяет рабочий-оптик методом подбора, исходя из своего опыта и интуиции. С целью уменьшения затрат времени на поиск наиболее выгодных режимов работы технологического оборудования выполнено математическое моделирование процесса обработки, которое позволяет с помощью ЭВМ рассчитать характер распределения путей трения (резания) l точек детали относительно инструмента в зависимости от величины отмеченных наладочных параметров.

При определении путей трения l на каждой из поверхности детали выделяли M_{ij} опорных точек, представляющих собой пересечение i – й концентрической окружности с j -м лучом (радиальным сечением), вычисляли координаты этих точек, которые в нашем случае равны

$$\begin{cases} X_{M_{ij}} = R \sin \gamma_i \cos \beta_i, \\ Y_{M_{ij}} = R \sin \gamma_i \sin \beta_i, \\ Z_{M_{ij}} = R \cos \gamma_i, \end{cases} \quad (1)$$

где $i, j = 1, K$; $\gamma = \arcsin d_n/2R$, d_n – диаметр линзы; R – радиус кривизны ее сферической поверхности.

По известному времени обработки рассчитывали траекторию движения опорной точки относительно поверхности инструмента. Для этого координаты опорной точки M_{ij} , заданной системой уравнений (1) в неподвижной системе координат (СК) $OXYZ$, преобразовывали в координаты точки в СК $OX_1Y_1Z_1$, начало которой, как и СК $OXYZ$, расположено в центре обрабатываемой сферической поверхности, а ось OZ_1 совпадает с осью вращения инструмента и вместе с ним совершает возвратно-вращательное движение вокруг оси OY_1 . Преобразование проводили, согласно уравнения

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_1 \\ 1 \end{pmatrix} |M_{Zn}||M_Y||M_{Zd}| \begin{pmatrix} X_{M_{ij}} \\ Y_{M_{ij}} \\ Z_{M_{ij}} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где $|M_{Zn}||M_Y||M_{Zd}|$ – матрица вращения вокруг соответствующих осей СК $OX_1Y_1Z_1$ [3].

Литература

1. Технология оптических деталей / Зубаков В.Г. [и др.]. – М., 1985.
2. Устройство для одновременной двусторонней обработки оптических деталей с выпуклыми поверхностями : заявка на изобретение № а20041220 / А.С. Козерук [и др.]. – Опубл. 23.12.04.
3. Козерук, А.С. Формообразование прецизионных поверхностей. – Минск, 1997.