

# Оптико-электронные и лазерные приборы и системы

УДК 681.7.023.72

Исследование процесса двусторонней обработки линз

Зайцев М. В., Козерук А. С., Кузнецик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Для реализации технологии одновременной двусторонней обработки линз разработано устройство, которое монтируется на серийные шлифовально-полировальные или полировально-доводочные станки моделей ШП или ПД.

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  $\omega_0$  и входного звена исполнительного механизма базового станка  $\omega_2$  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 наладочных параметров.

Используя разработанную математическую модель и выполнив соответствующие расчеты, получим матрицу путей трения  $l_{ij}$  опорной точки  $M_{ij}$  на поверхности линзы за время обработки  $t$ . Тогда вычисленный по формуле

$$\Delta l_{\text{отн}} = \frac{l_{\text{max}} - l_{\text{min}}}{l_{\text{max}}} \cdot 100.$$

Параметр  $\Delta l_{\text{отн}}$  можно применить для оценки качества детали по локальным погрешностям, а время  $t$ , в течение которого среднее значение пути трения  $l_{\text{cp}} = \Sigma l_{ij} / K^2$  опорной точки достигает заданной величины, будет характеризовать производительность процесса.

На стадии проведения теоретических исследований использовались следующие исходные данные: диаметр детали 90 мм, радиусы кривизны  $R_1 = 71,26$  мм и  $R_2 = 149,58$  мм, диаметр инструментов 80 мм, а  $\omega_{и,2} = 0,83 \omega_б$ .

Значение параметров  $\Delta l_{отн}$  и  $t$ , рассчитанные для первой поверхности линзы при  $A_1 = 70$  мм и изменениях  $\omega_б$  в пределах от 30 до 95 об/мин и  $\omega_2$  от 5 до 70 об/мин, приведены на рис.1 и 2 соответственно.

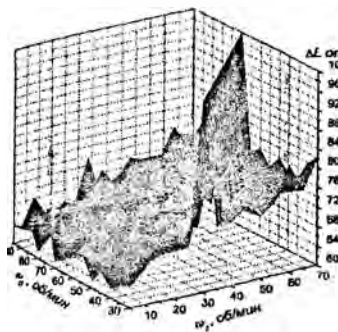


Рис.1

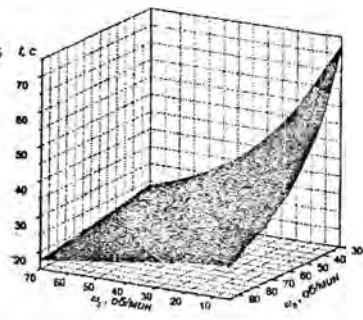


Рис.2

Из рис.1 следует, что распределение  $\Delta l_{отн}$  представляет собой наклонную в сторону малых величин  $\omega_2$  рельефную поверхность с преимущественно хаотичным расположением экстремальных значений. Закономерным является наличие максимумов при  $\omega_б = 75$  об/мин для всего исследуемого диапазона  $\omega_2$ , а также 100 %-е значение  $\Delta l_{отн}$  в случаях, когда  $\omega_2 = \omega_б$ . Последнее свидетельствует о том, что имеются точки детали, которые за время обработки не попадают в контакт с инструментом и для них  $l_{min} = 0$ . Это значит, что во избежание снижения качества формообразования устанавливать одинаковые скорости вращения детали и входного звена исполнительного механизма станка, а также  $\omega_б = 75$  об/мин, нежелательно.

Что касается времени обработки, то его значения, как видно из рис. 2, составляют гладкую поверхность с резким углом наклона в сторону больших величин скоростей  $\omega_б$  и  $\omega_2$ . Как видно

из сравнительного анализа рисунков 1 и 2, следует применять максимально возможные значения  $\omega_0$  и минимальные  $\omega_2$ .

Анализ теоретических исследований зависимости производительности обработки от амплитуды возвратно-вращательного движения инструмента показывает, что уменьшение  $A_1$  от 70 до 30 мм приводит к увеличению времени обработки в 1,8 раза. Снижается, как показали расчеты, и качество детали. Поэтому на практике следует стремиться работать на максимально возможных значениях амплитуды  $A$ .

Для проверки степени адекватности созданной математической модели результатам реальной обработки проведены экспериментальные исследования процесса шлифования и полирования линзы из оптического стекла марки Ф101 с теми же геометрическими параметрами, что и в вышеприведенных теоретических расчетах. При этом обработке подвергалась поверхность детали с  $R_f = 71,26$  мм.

Шлифование выполняли при неограниченной подаче абразивной суспензии микропорошка М10 на основе электрокорунда белого, удельном давлении  $100 \text{ г/см}^2$  и  $\omega_0 = 50$  об/мин, изменяя  $\omega_2$  в пределах от 5 до 70 об/мин, а амплитуду  $A_1$  – в диапазоне  $30 \pm 70$  мм.

На стадии полирования удельное давление составляло  $40 \text{ г/см}^2$ ,  $\omega_0 = 40$  об/мин, подача полирующей суспензии – ручная. Скорость  $\omega_2$  изменяли от 5 до 70 об/мин.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис.3. Анализ полученных закономерностей показывает, что на стадии шлифования при  $A_1 = 70$  мм,  $\omega_0 = 50$  об/мин и изменении скорости  $\omega_2$  от 5 до 70 об/мин величина съема припуска увеличивается более чем в два раза (кривая 1). Если же шлифование выполнять при  $\omega_0 = 80$  об/мин и  $\omega_2 = 30$  об/мин, а изменять амплитуду возвратно-вращательного перемещения инструмента, то с увеличением последней от 30 до 70 мм производительность возрастает в два раза (кривая 2).

Полирование детали при  $\omega_0 = 40$  об/мин,  $A_1 = 70$  мм и изменении  $\omega_2$  показало, что с повышением последней до 40 об/мин происходит увеличение  $\Delta N$  (кривая 3), т.е. качество обработки ухудшается. При  $\omega_2 = \omega_0 = 40$  об/мин  $\Delta N$  достигает максимального значения, а затем уменьшается.

Экспериментально установленные закономерности изменения производительности процесса и качества детали в зависимости от режимов обработки, представленные на рис.3 в виде кривых 1, 2 и 3, согласуются с теоретическими расчетами, приведенными соответственно на рис.1 и на рис.2.

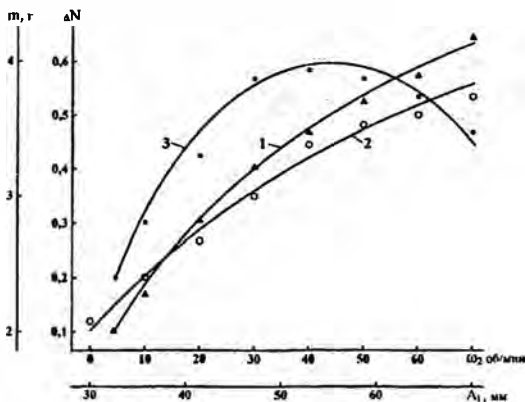


Рис. 3

На основе изложенного можно сделать вывод о том, что разработанная математическая модель позволяет 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.

### Литература

1. Козерук, А. С. и др. Заявка № а20041220 от 23.12.04 г. на выдачу патента РБ на изобретение «Устройство для одновременной двусторонней обработки оптических деталей с выпуклыми поверхностями».
2. Зубаков, В. Г. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
3. Козерук, А. С. Формообразование прецизионных поверхностей / А. С. Козерук. – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ, 1997. – 176 с.