

4. В случае фокусировки растра на бесконечность для увеличения T_{∞} следует уменьшить диаметр ЛЭ или увеличивать γ , что, однако, не всегда возможно по технологическим причи-

УДК 681.7.023.72

**Исследование показателей качества и производительности
формообразования прецизионных сферических
поверхностей**

Таболина Е. С., Козерук А. С., Кузнецик В. О.
Белорусский национальный технический университет

В традиционной технологии приборостроения формообразование линз с прецизионными исполнительными поверхностями происходит на шлифовально-полировальных и полировально-доводочных станках мод. ШП и ПД в условиях свободного притирания инструмента и заготовки через слой абразивной суспензии определенного состава. На данном технологическом оборудовании движениями резания являются вращение шпинделя станка и возвратно-вращательное перемещение выходного звена его исполнительного механизма (штанги), в качестве которого служит шарнирный четырехзвенник. При этом интенсивность съема припуска определяется формулой Ф. Престона

$$I = kpl,$$

где k – технологический коэффициент, зависящий от марки стекла, состава и зернистости абразивной суспензии, материала инструмента, температуры и других факторов; p – давление в зоне соприкосновения инструмента и детали; l – путь трения (резания), который проходит произвольно выбранная опорная точка на поверхности детали относительно инструмента за время обработки.

Для прогнозирования общей и локальной погрешностей, а также производительности процесса рассчитывали характер распределения пути трения и давления в непрерывно изменяющейся по величине зоне контакта инструмента и детали. С этой целью на обрабатываемой поверхности выделяли M_j опорных точек, представляющих собой пересечение i -й концентрической

окружности с j -м лучом (радиальным сечением), причем $i, j = \overline{1, K}$.

Расчет выполняли по формулам, полученным в процессе математического моделирования обработки линз.

Расчитывали параметр $Q = p \cdot l$ для сферической поверхности радиусом кривизны $R_l = 78,26$ мм линзы диаметром 90 мм. Относительное значение ΔQ_{OTH} , вычисленное по формуле

$$\Delta Q_{OTH} = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} \cdot 100,$$

где Q_{max} и Q_{min} – максимальное и минимальное значения параметра Q для точки M_{ij} , использовали для оценки локальной погрешности, а время t , в течение которого среднее значение $Q_{cp} = \sum Q_{ij} / K^2$ для выбранной опорной точки достигает заданной величины – для характеристики производительности процесса.

Результаты расчёта представлены на рис. 1.

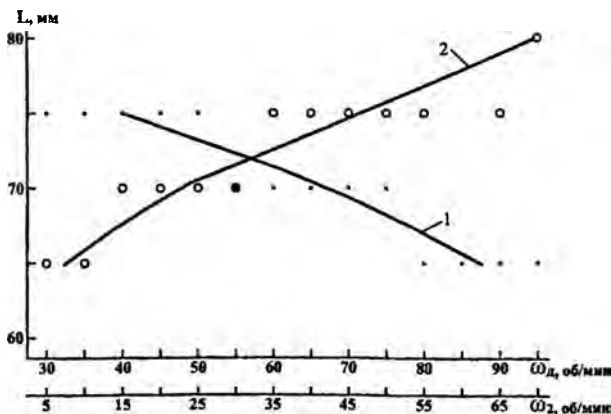


Рисунок 1 – Зависимость амплитуды L , при которой обеспечивается минимум относительного параметра Q от скоростей ω_1 и ω_2

Из анализа рисунка видно, что с увеличением скорости вращения ω_0 от 30 до 95 об/мин значение амплитуды L , уменьшается с 75 до 65 мм (кривая 1 на рис.1), а при возрастании скорости вращения инструмента ω_2 от 5 до 70 об/мин происходит обратное – экстремальная амплитуда L увеличивается с 65 до 80 мм (кривая 2 на рис.1).

Для проверки соответствия теоретических расчетов реальному процессу формообразования проведены экспериментальные исследования зависимости ΔN от наладочных параметров станка. Измерения данной погрешности выполняли на универсальном интерферометре KUI-35/RME-500 Kugler (ФРГ).

Полированию подвергалась поверхность линзы с $R_1 = 71,26$ мм, изготовленной из оптического стекла марки К8. Полирование выполняли на станке мод. 6ПД-100. Удельное давление составляло 40 г/см^2 , подача полирующей суспензии – ручная, полировальный – полиуретановый.

Результаты приведены на рис.2.

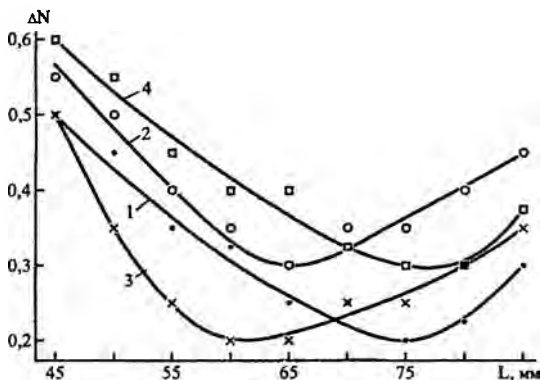


Рисунок 2 – Зависимость локальных погрешностей ΔN от величины амплитуды L при фиксированных значениях ω_0 и ω_2

Анализ показывает, что при скоростях вращения детали 45 и 85 об/мин и $\omega_2 = 30$ об/мин (кривые 1 и 2 на рис.2) минимальное значение локальной погрешности достигается в случае, когда амплитуда составляет соответственно 75 и 65 мм. Если назначить скорость вращения инструмента 10 и 70 об/мин и $\omega_0 = 60$ об/мин (кривые 3 и 4), то минимум ΔN наблюдается при амплитуде 63 и 78 мм.

Полученные значения амплитуды, при которых локальная погрешность достигает минимума, согласуется с теоретическими расчетами, приведенными на рис.1.

На основе выполненных теоретико-экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для уменьшения кинематической составляющей локальной погрешности на обрабатываемой выпуклой сферической поверхности переносную угловую скорость инструмента ω_2 и скорость вращения детали следует назначать неравными между собой, нечетными и не попадающими в соотношение $\omega_2 / \omega_0 = 1/3$.

2. С целью минимизации динамической и температурной составляющих локальной погрешности скорость вращения детали и переносную скорость инструмента необходимо назначать минимальными, а амплитуду возвратно-вращательного перемещения последнего – максимальной. Такое сочетание отмеченных наладочных параметров станка обеспечивает сравнительно высокую производительность обработки на стадии доводки.

Литература

1. Зубаков, В. Г. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
2. Козерук, А. С. Формообразование прецизионных поверхностей / А. С. Козерук. – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ, 1997. – 176 с.