

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С АСФЕРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ВТОРОГО И ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

© 2007 г. А. Р. Агачев; В. В. Грушин; Н. П. Ларионов, канд. техн. наук;
А. В. Лукин, доктор техн. наук; А. А. Ньюшкин; Р. Р. Ходжиев; Ю. П. Чугунов

НПО “Государственный институт прикладной оптики”, г. Казань

Исследована возможность изготовления асферических оптических деталей автоматизированным обрабатывающим комплексом со встроенной системой контроля. Приведены образцы интерферограмм асферических поверхностей, полученные в голографическом асферометре с использованием синтезированных голограмм.

Коды OCIS: 220.5450.

Поступила в редакцию 20.12.2005.

В настоящее время линзы и зеркала с асферическими поверхностями находят все более широкое применение в оптическом приборостроении. Вызвано это тем, что асферические поверхности обладают уникальными свойствами кардинального улучшения оптических характеристик и уменьшения массо-габаритных параметров оптических и оптико-электронных приборов и систем различного назначения [1, 2].

Однако имеет место противоречие между широкими принципиальными возможностями асферической оптики и ограниченностью области ее практического использования из-за высокой трудоемкости процессов формообразования асферических поверхностей (АП).

В ГИПО в течение ряда лет ведутся исследования и разработки по созданию комплекса специального технологического оборудования и технологических процессов с целью снижения себестоимости изготовления АП и, тем самым, расширения области практической реализации асферики.

В результате этих разработок на основе станков “Планета-500”, “Планета-250”, “Старт-500”, “Старт-200” (разработка ГИПО) и станка алмазного точения МК6502 (разработка завода “Красный пролетарий”) создан автоматизированный обрабатывающий комплекс с компьютерным управлением процессов формообразования и голографическим контролем, включающим использование синтезированных голограмм в качестве оптических компенсаторов. Достигнута возможность изготовления асферических поверхностей с погрешностью не более $0,1\lambda$ [3].

Станок МК6502, предназначенный для точения алмазным резцом металлических плоских поверхностей [4], дополнительно оснащен системой перемещения и контроля положения алмазного резца, состоящей из шагового двигателя и датчиков линей-

ных перемещений, расположенных по взаимно ортогональным осям перемещения резцовой каретки. Разработаны алгоритм и программное обеспечение для управления формообразованием как вогнутых, так и выпуклых поверхностей. Управляемое компьютером перемещение резцовой каретки обеспечивает расчетную траекторию режущей кромки специального алмазного резца. Погрешность изготовления определяется с помощью встроенной контрольной системы на основе использования прецизионных датчиков линейных перемещений. Данные этого контроля посредством специальной программы используются для коррекции траектории перемещения резца при последующих циклах точения.

Таким образом обеспечена возможность изготовления либо непосредственно металлических деталей с асферическими поверхностями, либо прецизионных полноразмерных асферических инструментов для последующего формообразования асферических поверхностей. Во втором случае изготовленная металлическая мастер-матрица может быть алмазирована методом гальванопластики и использована затем для высокопроизводительного формообразования асферических поверхностей на указанных выше станках типа “Планета” и “Старт”. Это особенно важно при серийном производстве асферической оптики.

Применение высокоточного инструмента позволяет значительно сократить трудоемкость изготовления оптических деталей с асферическими поверхностями за счет сокращения времени операции шлифования.

В качестве иллюстрации на рис. 1, 2 приведены интерферограммы двух асферических поверхностей, изготовленных по данной технологии. На рис. 1 представлена интерферограмма гиперболической поверхности, предназначенной для работы в ИК об-

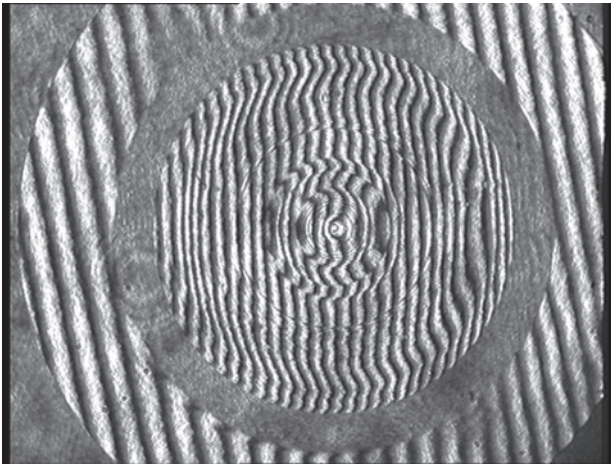


Рис. 1. Интерферограмма гиперболической поверхности $y^2 = 320,218x + 29,668x^2$.

ласти спектра ($D_{\text{св}} = 35$ мм, коническая постоянная $K = -30,668$, радиус кривизны при вершине $r_0 = 160,109$ мм); поверхность изготовлена со среднеквадратической погрешностью $\sigma_{\text{ср.кв}} \approx 0,13$ мкм. В наружной зоне снимка видны интерференционные полосы, сформированные юстировочной голограммой, служащей для выставления основной голограммы-компенсатора относительно монохроматического точечного источника в голографическом асферометре.

На рис. 2 представлена интерферограмма параболической поверхности; ее среднеквадратическая погрешность $\sigma_{\text{ср.кв}} \approx \lambda/20$ ($\lambda = 632,8$ нм). В центральной зоне этого рисунка присутствуют интерференционные полосы, сформированные юстировочной голограммой, служащей для установки контролируемой детали на расчетное расстояние от основной голограммы-компенсатора.

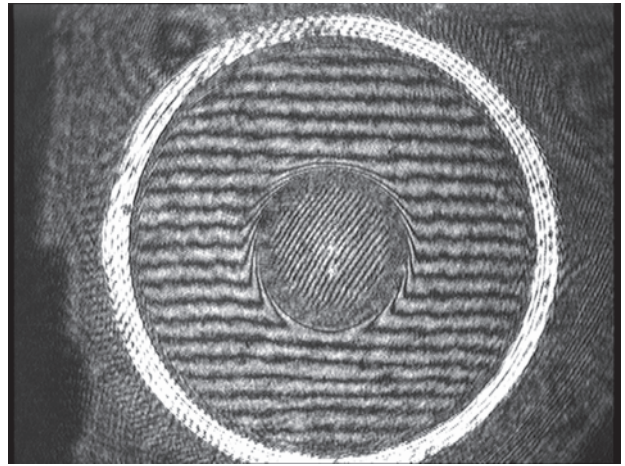


Рис. 2. Интерферограмма параболической поверхности ($f = 400$ мм, $D_{\text{св}} = 200/90$ мм).

Данный комплекс обеспечивает высокоточное и производительное изготовление асферики в условиях мелкосерийного и единичного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русинов М.М. Несферические поверхности в оптике. 2 изд. М., "Недра". 1973. 296 с.
2. Fisher R.E., Hileman D. Bending to demand // SPIE's OE magazine. 2004. April. P. 25–27.
3. Агачев А.Р., Ларионов Н.П., Лукин А.В., Миронова Т.А., Ньюшкин А.А., Протасевич Д.В., Рафиков Р.А. Синтезированная голограммная оптика // Оптический журнал. 2002. № 12. С. 23–32.
4. Грубый С.В. Теоретические основы операционной технологии сверхточной лезвийной обработки протяженных металлооптических поверхностей // Вестник машиностроения. 2000. № 10. С. 27–33.