

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ ПРОФИЛОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ОТРАЖАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

В. Л. МИНАЕВ, Г. Н. ВИШНЯКОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений, Москва, Россия, e-mail: minaev@vniiofi.ru

Рассмотрен интерференционный компьютерный профилометр ПИК-30М для измерения высоты профиля поверхности отражающих объектов в микро- и нанодиапазонах, радиуса кривизны сферических зеркал 2000 – 7000 мм. Диаметр объектов не более 30 мм.

Ключевые слова: *профилометр, форма поверхности, радиус кривизны.*

Interference computer profilometer PIC-30M developed by All-Russian Research Institute of Optical and Physical Measurements (VNIIOFI) is presented. Profilometer is designed to measure the height of the surface profile of reflective objects in the micro- and nanoscale, the curvature radius of the spherical mirror from 2000 to 7000 mm. The diameter of the objects not exceeding 30 mm.

Key words: *profilometer, surface shape, phase steps method, radius of curvature.*

Во ФГУП «ВНИИОФИ» был разработан интерференционный компьютерный профилометр ПИК-30М (далее – профилометр), позволяющий измерять высоту профиля поверхности отражающих объектов в микро- и нанодиапазонах, в том числе форму поверхности подложек сферических зеркал, диаметр которых не превышает 30 мм, а радиус кривизны лежит в диапазоне 2000 – 7000 мм. В его основе оптическая схема интерферометра Тваймана–Грина [1], т. е. интерференция световых пучков лазерного излучения, отраженных от плоского зеркала и поверхности измеряемого изделия.

Прибор состоит из двух частей: интерферометра и блока управления и обработки информации. В интерферометре световой поток от Не–

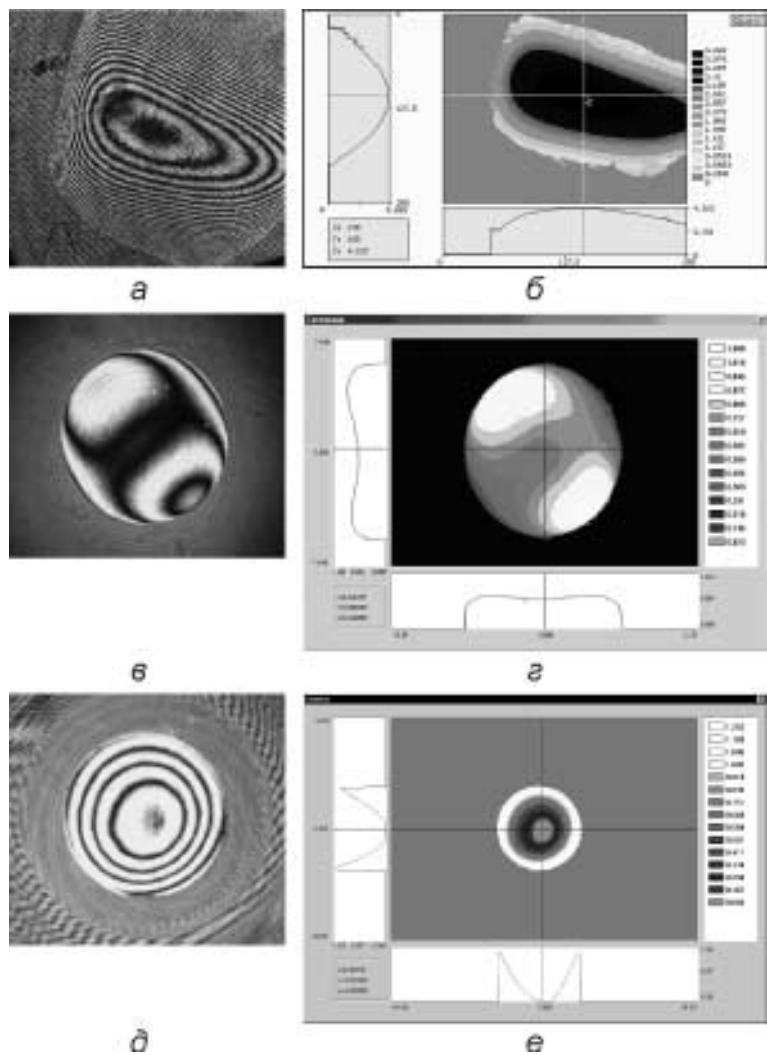
Ne-лазера, пройдя через коллимирующее устройство, попадает на светоделительную призму, а затем в предметное и опорное плечи интерферометра. В предметном плече располагается исследуемое изделие, в опорном – плоское зеркало. Отразившись от предмета и плоского зеркала световые пучки сходятся на светоделительной призме. Интерференционное изображение строится объективом в плоскости регистратора – ПЗС-камеры.

Компьютерная расшифровка выполняется по методу дискретного фазового сдвига, вносимого плоским зеркалом, сдвигаемым пьезоэлементом. В результате обработки интерферограмм восстанавливается двумерная карта высот профиля поверхности объекта (топограммы) относительно начальной точки, выбираемой оператором.

Метрологические и технические характеристики профилометра:

Диапазон измерений высот профиля поверхности . . . 0,08 – 30 мкм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения высот
профиля поверхности $\pm 0,08$ мкм
Диаметр подложек исследуемых сферических зеркал, не более
. 30 мм
Электропитание от сети переменного тока:
напряжение питания (220 ± 22) В
частота (50 ± 1) Гц
Потребляемая мощность, не более 350 В·А
Габаритные размеры профилометра, не более . . . 600 × 300 × 600 мм
Масса профилометра, не более 30 кг
Время измерения топограммы, не более 30 с
Срок службы, не менее 5 лет
Условия эксплуатации:
температура окружающей среды (20 ± 1) °С
относительная влажность воздуха, не более 60 %
атмосферное давление 84 – 106,7 кПа

В 2011 г. профилометр прошел государственные испытания и включен в реестр средств измерений под № 48169-11. Его поверка выполняется по документу «Профилометры интерференционные компьютерные ПИК-30М. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в апреле 2011 г. Основные средства поверки: пластина плоскопараллельная стеклянная из набора пластин ПМ-15, неплоскостность измерительных плоскостей не более 0,07 мкм.



Измерения профиля поверхности различных изделий на профилометре ПИК-30: интерференционные изображения и профили поверхности КРТ- (а, б) и кремниевой пластин (в, г), а также сферического зеркала (д, е)

Профилометр используется для измерения радиуса кривизны сферической поверхности, наилучшим образом аппроксимирующей топограмму относительных высот измеренной поверхности в диапазоне радиусов кривизны 2000 – 7000 мм; среднего квадратического и предельного отклонений измеренной топограммы относительных высот поверхности от плоской и сферической поверхностей и «децентровки» сферической поверхности относительно геометрического центра подложки сферического зеркала в диапазоне 0,1 – 5,0 мм [2].

Также прибор применялся для определения профиля поверхности пластин на основе твердого раствора кадмий–ртуть–теллур (КРТ) и параметров сферических зеркал.

На рисунке представлены результаты измерений профиля поверхности КРТ- и кремниевой пластин и сферического зеркала.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7049).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. **Минаев В. Л., Ломакин А. Г.** Интерференционный компьютерный профилометр // Фотометрия и ее метрологическое обеспечение: Тезисы докл. XVIII науч.-техн. конф. М., 2005. С. 123.

2. **Ломакин А. Г., Минаев В. Л.** Интерференционная профилометрия зеркально-отражающих поверхностей // Измерительная техника. 2006. № 12. С. 16 – 18; **Lomakin A. G., Minaev V. L.** Interference profiling of specularly reflecting surfaces // Measurement Techniques. 2006. V. 49. N 12. P. 1194 – 1197.

Дата принятия 02.05.2012 г.

