

ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕРКАЛ

Артюхина Н.К., Марчик В.А., Самусенко А.А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Из всех известных методов измерений оптические измерения относятся к наиболее точным. Пороговая чувствительность и точность классических методов оптических измерений находится на уровне длины волны применяемого излучения, которая для видимого светового диапазона составляет величину порядка 0,5 мкм. Современные технологии, в том числе электронные и компьютерные, как и другие научно-технические достижения, позволяют дополнительно повысить точность и чувствительность измерения в десятки раз. Незаменимым свойством результатов оптических методов и исследований является их наглядность, надежность и убедительность. Вследствие этого роль оптических измерений в большинстве областей естественнонаучных и научно-технических исследований, в технической, медицинской и биологической практике возрастает [1].

Интерферометры являются незаменимыми инструментами при оценке качества формы в оптическом производстве. Они используются в измерительных системах для контроля плоскостности и сферичности оптических поверхностей, измерения радиуса кривизны и оптических параметров линз [2].

На сегодняшний день проектирование интерферометров для оценки точности формы поверхности плоских оптических деталей осуществляется по следующим трем направлениям, которые представлены в виде следующих моделей интерферометров:

1. Голографический интерферометр. Особенностью приборов данного типа является обязательное использование голограмм в качестве образцовой поверхности. Однако из-за технологических трудностей получения стабильной во времени голограммы с достаточной разрешающей способностью данные интерферометры применения не получили и существуют лишь на уровне опытных образцов.

2. Дифракционный интерферометр (point-diffraction interferometer – PDI). Отличительной особенностью данного измерительного оборудования является использование волнового фронта сравнения, который образуется в результате дифракции света на малом отверстии в тонком полупрозрачном экране. Данный тип приборов отличается отсутствием образцовой стеклянной поверхности и неизбежных ошибок связанных с изготовлением. Однако функция оценки точности измеряемой поверхности данными

интерферометрами осуществима лишь при вспомогательном оборудовании.

3. Интерферометр, построенный по схеме Физо. В настоящее время интерферометры, позволяющие выполнять контроль формы деталей размерами от 10 до 80 мм, серийно не выпускаются.

Большинство интерферометров для контроля плоскостности построено по принципиальной схеме такого интерферометра (рис.1).

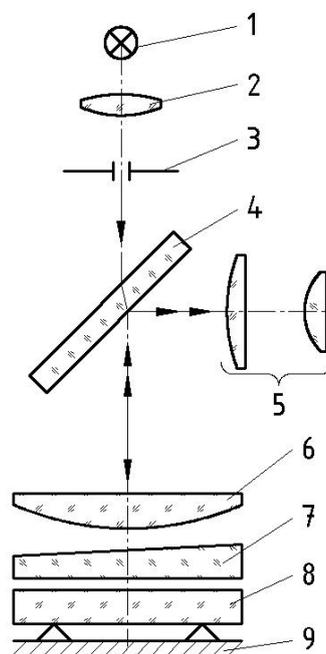


Рис. 1. Интерферометр Физо:

1 – источник света; 2 – конденсор;
3 – диафрагма; 4 – ветоделительная пластинка;
5 – телескопическая лупа; 6 – объектив коллиматора; 7 – эталонная клиновидная пластина; 8 – контролируемая пластина; 9 – стол

Свет монохроматического источника 1 (чаще всего ртутной лампы) собирается конденсором 2 на диафрагме 3, расположенной в фокальной плоскости объектива 6 коллиматора. Интерферирующие пучки отражаются от нижней эталонной плоскости слегка клиновидной пластины 7 и от верхней контролируемой плоскости пластины 8, которая установлена на столе 9 и может перемещаться и наклоняться относительно эталона.

В ОАО «ЛОМО» (г. Санкт-Петербург) разработан современный интерферометр ИКД-14,

предназначенный для внутреннего использования на предприятии и позволяющий осуществлять высокопроизводительный контроль формы поверхностей различных оптических деталей в производственных условиях бесконтактным методом с автоматической обработкой результатов измерений.

В данной работе рассматривается интерферометр для контроля крупногабаритных зеркал, который предназначен для оперативного контроля качества поверхности зеркал размером до 160 мм. Область применения интерферометра – проведение измерений контроля качества поверхности в оптических лабораториях, на производственных сборочных участках.

Принципиальная оптическая схема разрабатываемого интерферометра приведена на рис. 2.

Световой пучок от лазера 1 с помощью микрообъектива 2 фокусируется на матовой пластинке 3, расположенной в фокальной плоскости коллиматорного объектива 8. Матовая пластинка 3 непрерывно вращается для уничтожения спекл-структуры изображения.

Параллельный пучок света, вышедший из объектива 8, проходит через эталон 9 и попадает на контролируемую поверхность детали 10, расположенную на юстировочном столике 11. В обратном ходе лучи, отраженные от эталона 9 и контролируемой поверхности 10, возвращаются обратно через коллимирующий объектив 8 и, отразившись от светоделителя 5, формируют интерференционную картину, которая фокусирующим объективом 12 проецируется на светочувствительную площадку фотоприемника 13, оптически сопряженную с плоскостью контролируемого зеркала 10. Поляризатор 4 предназначен для регулировки уровня освещенности изображения на фотоприемнике.

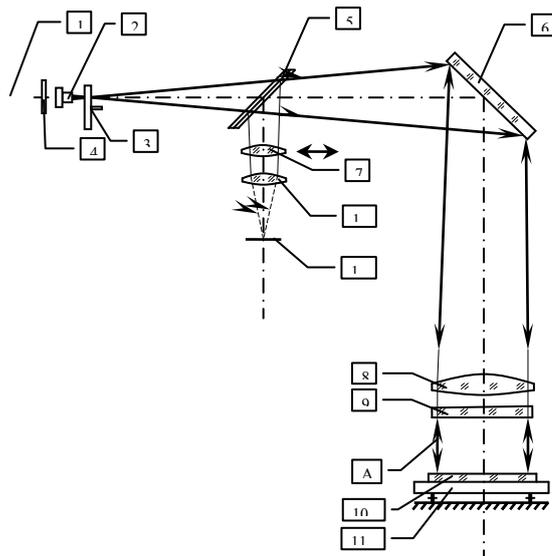


Рис. 2. Принципиальная оптическая схема интерферометра

Оцифрованное изображение интерференционной картины с цифровой камеры передается на монитор (ПК).

Питание лазера 1 осуществляется от источника 14.

Литература

1. В.К. Кирилловский. Оптические измерения. Часть 5. Аберрации и качество изображения. – СПб: СПбГУ ИТМО. 2006.- 107 с.
2. Коломийцев Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории, применение.- Л., Машиностроение, 1976. – 296 с.
3. Прикладная физическая оптика: Учебник для вузов / И.М. Нагибина, В.А. Москалев, Н.А. Полушкина, В.Л. Рудин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 565 с.

УДК 535.317

ОПТИЧЕСКИЕ КЛИНОВЫЕ ИМИТАТОРЫ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

Артюхина Н.К., Лещинская А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Оптические клиновые компенсаторы представляют собой устройства, применяемые для сообщения определенной разности хода двум лучам света. Клиновые компенсаторы применяются для измерения и устранения малых смещений или отклонения изображения в оптических системах. Основным принцип работы компенсаторов заключается в возможности введения очень малых разностей хода посредством грубых

перемещений. Наиболее распространенные типы компенсаторов:

- ✓ Качающаяся плоскопараллельная пластинка (смещение луча перпендикулярно оси);
- ✓ Перемещающийся клин (смещение луча перпендикулярно преломляющему ребру);
- ✓ Качающееся зеркало (отклонение луча на двойной угол поворота);
- ✓ Вращающийся клин (изображение вращается по окружности);