

Выходные цепи АЦП гальванически развязаны от измерительных цепей. Число регистрируемых отсчетов по каждому каналу ОЗУ 8 К. Запуск и считывание данных — программные через VME-шину.

Разработанные модули АЦП-ЗУ находятся в опытной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касперович А. Н., Мантуш О. М., Шалагинов Ю. В. Двухканальная система аналого-цифрового преобразования и регистрации сигналов микросекундной длительности // ПТЭ.— 1980.— № 1.
2. Касперович А. Н., Кубышкин А. П., Шалагинов Ю. В. Широкополосный цифровой регистратор с перестраиваемой структурой // Автоматизация научных исследований: Тез. докл. XIX Всесоюз. шк.— Новосибирск: ИАиЭ СО АН СССР, 1985.
3. Хильченко А. Д. Широкополосный регистратор формы однократных импульсных сигналов // ПТЭ.— 1987.— № 3.
4. Касперович А. Н., Шалагинов Ю. В. Широкополосный одноплатный АЦП // Автометрия.— 1984.— № 5.
5. Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров/Под ред. А.-И. К. Марциняквичюса и Э.-А. К. Багданскиса.— М.: Радио и связь, 1988.
6. ICS for Industrial Electronics // Data Book, Siemens Aktiengesellschaft, 1987/88.

Поступило в редакцию 3 апреля 1990 г.

УДК 681.7.06 : 535.41

В. А. ФЕОКТИСТОВ, Ф. Г. ХУЗИН, Ю. Н. ЦИГЛЕР
(Казань)

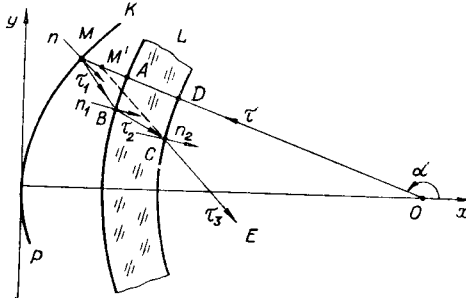
КОНТРОЛЬ АСФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ ФИЗО

Метод Физо позволяет получить локализованные интерференционные полосы равной толщины при больших зазорах между эталонной и контролируемой поверхностями. Это свойство метода используется при контроле асферических поверхностей с помощью сферических эталонов. При совмещении центра кривизны сферической эталонной поверхности с оптической осью асферической поверхности наблюдается интерференционная картина в виде концентрических колец. Контроль заключается в измерении размеров интерференционных колец, определении величины воздушного зазора между эталонной и контролируемой поверхностями и сравнении ее с требуемой [1, 2].

В соответствии с методом Физо необходимо обеспечить нормальное падение освещающего пучка на эталонную поверхность [1], поэтому источник света малых угловых размеров совмещают с центром кривизны эталонной поверхности. Эталон целесообразно выполнить в виде концентрического мениска.

Для проведения контроля необходимо установить связь между величиной воздушного зазора и порядком интерференции.

На рисунке показан ход интерферирующих лучей, где KP — участок асферической поверхности; L — концентрический мениск с эталонной поверхностью AB ; O — центр кривизны эталонной поверхности. Воздушный зазор между поверхностями в каждой зоне характеризуется отрезком AM , совпадающим с направлением луча света, исходящего из источника, совмещенного с центром кривизны O . В точке A луч делится на отраженный и прошедший; первый проходит в направлении AD , а второй — через границу раздела AB и далее, отразившись от асферической поверхности в точке M , следует по пути MBC . Для наблюдения интерференционных полос необходима оптическая система, преобразующая расходящиеся лучи AD и CE в сходящиеся с образованием действительного изображения мнимой точки M' пересечения интерферирующих лучей. Для определения оптической разности хода (и порядка интерференции) в случае мнимого пересечения интерферирующих лучей следует применить правило знаков, выводимое из условия таутохронизма



© 1990 Феоктистов В. А., Хузин Ф. Г., Циглер Ю. Н.

6 Автометрия № 6, 1990 г.

оптических систем, формирующих точечное изображение: участок оптического пути, совпадающий с направлением реального луча, имеет положительный знак; участок, совпадающий с продолжением реального луча до мнимой точки пересечения лучей, — отрицательный. В соответствии с этим правилом оптические длины путей от точки разделения A до мнимой точки M' будут соответственно равны $AM + MB + n(BC) - -CM'$ и $n(AD) - DM$, оптическая разность хода

$$\delta = AM + MB + DM' - CM' + n(BC - AD) \quad (1)$$

и порядок интерференции

$$m = \delta/\lambda, \quad (2)$$

где n — показатель преломления материала мениска; λ — длина волны излучения источника.

Для расчета δ и m при заданной форме контролируемой поверхности, известных радиусе кривизны эталонной поверхности, толщине мениска и положении центра кривизны эталонной поверхности требуется вычислить величины отрезков AM , MB и т. д., входящих в выражение (1). Для этого необходимо определить координаты пересечения лучей с контролируемой поверхностью и поверхностями мениска. Указанные вычисления целесообразно проводить векторным методом.

Система прямоугольных координат выбрана так, что ее начало совмещено с вершиной, а ось абсцисс направлена вдоль оптической оси асферической поверхности. Единичные векторы, определяющие направления лучей, расположены следующим образом: τ вдоль AM , τ_1 вдоль MB , τ_2 вдоль BC и τ_3 вдоль CE . Единичные векторы нормалей к поверхностям в точках M , B и C обозначены соответственно n , n_1 и n_2 . Направление их показано на рисунке. Проекция единичных векторов нормали в зависимости от типа уравнения асферической поверхности определяются из [3] по формулам (8) или (11). В соответствии с рисунком единичный вектор τ задан своими проекциями $\tau(-\cos \alpha, \sin \alpha)$. Тогда вектор τ_1 определяется на основании векторного закона отражения [4]

$$\tau_1 = \tau - 2n(n\tau). \quad (3)$$

Далее расчет хода лучей и координат точек встречи с поверхностями ведется по данным [3]. Затем вычисляются величины отрезков AB , MB , ..., а также δ и m по формулам (1) и (2).

Непосредственное определение величины AM по измеренным радиусам интерференционных колец и их порядкам, как следует из соотношения (1), невозможно. Поэтому определение отступлений формы контролируемой поверхности от заданной в виде изменения Δ отрезка AM проводится в следующей последовательности. Вначале измеряют радиусы интерференционных колец и определяют их порядки. Затем по найденным радиусам рассчитывают порядки интерференции при теоретической форме поверхности по зависимостям (1) и (2) и определяют разность порядков. Далее по разности порядков находят величину и знак отступления Δ . Соответствующее соотношение имеет вид

$$\Delta = (AM)'_m (m_{и} - m_{т}), \quad (4)$$

где $(AM)'_m$ отыскивается численно при теоретических значениях AM для малых изменений порядков интерференции Δm ; $m_{и}$ и $m_{т}$ — измеренные и теоретические значения порядков интерференции соответственно. Погрешность R определения Δ пропорциональна второй производной AM по m и величине $(m_{и} - m_{т})^2$:

$$R = \frac{1}{2} (AM)''_m (m_{и} - m_{т})^2. \quad (5)$$

Расчеты дают для R значение порядка сотых долей микрометра, что достаточно для практических целей.

По изложенной методике составлена программа на ЭВМ ЕС-1033, показавшая эффективность предложенного алгоритма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарьевский А. Н. Интерферометры. — М.: Оборонгиз, 1952.
2. Оптический производственный контроль/Под ред. Д. Малакары. — М.: Машиностроение, 1985.
3. Хузин Ф. Г., Циглер Ю. Н. Упрощенные формулы расчета хода лучей через центрированные оптические системы, содержащие голограммные элементы // Автометр. — 1987. — № 4.
4. Погарев Г. В. Юстировка оптических приборов. — Л.: Машиностроение, 1968.

Поступило в редакцию 10 июля 1989 г.