

СИСТЕМА ПРЕЦИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Эксплуатационные и стоимостно-эффективные свойства волоконно-оптических систем передачи информации (ВОСПИ) во многом определяются качеством используемых компонентов: волоконно-оптических кабелей, разъемных и неразъемных волоконно-оптических соединителей, оптических переключателей и др. Сложность технологического обеспечения качества компонентов объясняется тем, что геометрические размеры деталей элементов, допуски формы и расположения находятся в узком диапазоне – в области единиц и даже десятых долей микрометров. Требуемые параметры качества могут быть гарантированы только с помощью прецизионного оборудования автоматизированного контроля, а также использования эффективных алгоритмов обработки данных [1].

При производстве компонентов ВОСПИ основными определяющими геометрическими параметрами являются: диаметры сердцевины и оболочки многомодовых оптических волокон, диаметр модового поля одномодовых оптических волокон, координаты центра модового поля относительно образующих поверхностей конструктивных элементов (например, соосность сердцевины оптического волокна и цилиндрической арматуры в разъемных оптических соединителях). Для установления и технологического контроля значений указанных величин наилучшим образом подходят оптические методы неразрушающего контроля, основанные на регистрации распределения интенсивности излучения торца световода в ближнем или дальнем полях, являющегося результатом взаимодействия зондирующего оптического поля с контролируемым объектом. В процессе изготовления оптических кабелей наиболее приемлемы методы продольного зондирования проходящим излучением, поскольку оптическое волокно заключено в многослойную защитную оболочку. При контроле указанных геометрических параметров во всех случаях требуется нахождение геометрических координат положения центра модового поля в системе координат, задаваемой фотоприемниками. В этом случае координата центра модового поля X_C может быть определена как "центр тяжести" функции распределения интенсивности (m — моменты соответствующих порядков) [2]:

$$X_C = \frac{m_1}{m_0} = \frac{\int_0^{\infty} x E_{NF}^2(x) dx}{\int_0^{\infty} E_{NF}^2(x) dx} . \quad (1)$$

Диаметры сердцевины и модового поля также определяются через моменты функции распределения интенсивности:

$$d = \frac{m_2}{m_0} - \left(\frac{m_1}{m_0} \right)^2 = \frac{\int_0^{\infty} x^2 E_{NF}^2(x) dx}{\int_0^{\infty} E_{NF}^2(x) dx} - X_C^2 , \quad (2)$$

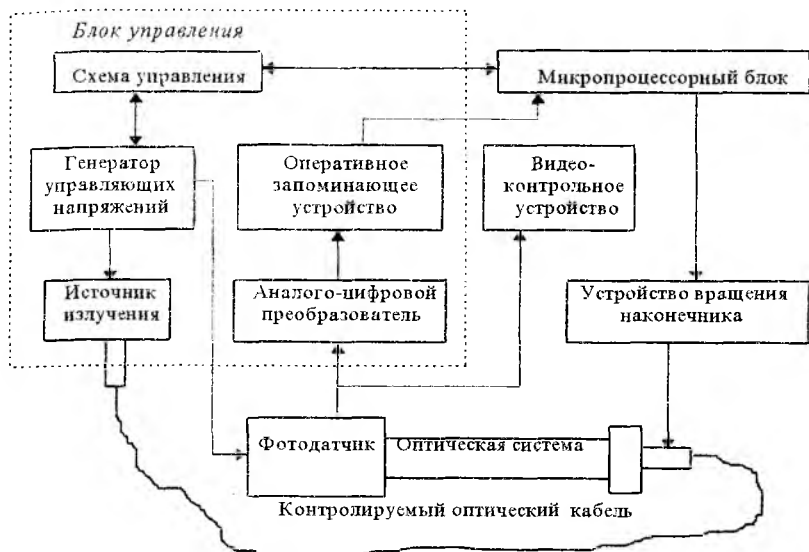
где $E_{NF}(x)$ – амплитуда электрического поля в ближней зоне.

Для технологического контроля геометрических параметров (диаметра сердцевины и оболочки многомодовых волокон, диаметра модового поля одномодовых волокон, соосности сердцевины оптического волокна и оптического наконечника разъемного соединителя) с погрешностью не более 0,1 мкм нами разработана установка на основе линейного фоточувствительного прибора с зарядовой связью (ФПЗС), реализующая метод ближнего поля. Для сканирования излучения выбран датчик типа К1200ЦЛ1, позволяющий дискретизировать анализируемое изображение на 1024 элемента строки.

В основу работы системы положены следующие основные принципы [2]:

- преобразование оптической (визуальной) информации с помощью оптического ПЗС-датчика в видеосигнал дискретной структуры, соответствующий поэлементному представлению изображения;
- аналого-цифровое преобразование амплитуды видеосигнала, отвечающей каждому контролируруемому элементу разложения;
- поэлементное представление видеосигнала в виде порядкового номера элемента разложения, отвечающего номеру элемента линейного ПЗС-датчика, и цифровых двоичных кодов амплитуд, определяемых яркостью соответствующей точки оптического изображения;
- нахождение отклонения от соосности сердцевины световода и оптического наконечника по биению светового пятна, излучаемого контролируемым концом оптического кабеля, при вращении оптического наконечника в безлюфтовом подшипнике.

Работа системы и взаимодействие ее составных частей поясняются структурной схемой (рисунок).



Фотодатчик преобразует оптическое изображение излучения сердцевины оптического волокна в видеосигнал. Последний усиливается дифференциальным видеосулителем до 1 — 2 В и через разъем поступает в блок управления (БУ) и на видеоконтрольное устройство (ВКУ). БУ содержит плату генератора сигналов управления фотодатчиком, плату аналого-цифрового преобразователя (АЦП) со схемой управления и оперативно-запоминающим устройством (ОЗУ), а также модуль излучателя МПД-1, используемый для засветки контролируемого кабеля. Генератор сигналов управления формирует временные последовательности импульсных сигналов заданного уровня по напряжению и постоянные питающие напряжения, обеспечивающие функционирование датчика ПЗС. Модуль АЦП на базе ИМС К1107ПВ2 производит аналого-цифровое преобразование амплитуды видеосигнала фоточувствительных элементов и хранение цифрового кода в буферном ОЗУ емкостью 1 Кбайт. БУ соединен с параллельным портом блока микропроцессора (БМ), в котором в соответствии с управляющей программой производится формирование сигналов управления работой системы контроля, осуществляется прием и обработка информации фоточувствительного датчика. При опытной эксплуатации и отработке системы контроля применялся персональный компьютер (ПК). Последняя конфигурация системы более удобна при проведении экспериментальных исследований. В оптической системе

использован высокоапертурный объектив (для устранения отсечек в пространственно-частотной области) ОМ-29 (40 x 0,65).

Устройство вращения наконечника выполняет дискретно-вращательное перемещение оптического наконечника разъемного соединителя, при этом обеспечивается останов последнего в моменты проведения измерений.

Система контроля функционирует следующим образом. Контролируемый наконечник фиксируется в устройстве вращения перед объективом оптической системы. Оптический наконечник противоположного конца оптического кабеля устанавливается в гнездо излучателя. В плоскости фотодатчика создается увеличенное изображение излучения сердцевинны ОВ, которое наблюдается на экране ВКУ. Все дальнейшие операции осуществляются автоматически под программным управлением. В БМ формируется импульс пуска двигателя устройства вращения. После поворота наконечника на один шаг происходят останов электродвигателя и формирование сигнала готовности к приему информации фотодатчика.

Чтобы обеспечить считывание и аналого-цифровое преобразование информации с каждой фоточувствительной ячейки за один цикл работы линейного датчика ПЗС, весь процесс приема информации из фотодатчика разделен на два этапа. Вначале синхронно с работой линейного ФПЗС реализуются аналого-цифровое преобразование и запись в буферное ОЗУ БУ значений амплитуд видеосигнала, измеренных каждой фоточувствительной ячейкой за один период работы ФПЗС. На втором этапе, под управлением программно формируемых тактовых последовательностей, выполняется считывание информации из буферного ОЗУ БУ в ОЗУ БМ или ПК.

В результате обработки считанной информации определяется координата центра модового поля, которая заносится в память БМ и используется для вычисления отклонения осей сердцевинны оптического волокна и оптического наконечника после полного поворота наконечника на 360° . Весь цикл контроля состоит из десяти описанных тактов работы системы. В памяти БМ (ПК) находятся десять координат измеренных центров, определяющих положение сердцевинны ОВ по 10 направлениям. В ходе выполнения программы вычисляется также диаметр сердцевинны оптического волокна (диаметр модового поля) по приведенному выражению.

Список литературы: 1. Miller G. Manufacturers respond to telco connector wish list // Lightwave. 1990. N 7. P. 23 — 26. 2. Невлюдов И.Ш., Филипенко А.И. Контроль соосности сердцевинны оптического волокна и цилиндрического наконечника разъемного соединителя оптических кабелей. Х., 1996. 6 с. Деп. в ГПНТБ Украины 14.02.96, № 525 Укр96.

Поступила в редколлегию 14.04.97