

АНАЛИЗ УГЛОВЫХ ДАТЧИКОВ ЛАЗЕРНЫХ ДЕФЛЕКТОРОВ

С. И Чубаров, Н. В. Сергеев

Белорусский государственный университет, Минск

Реализация практических применений лазерной техники связана, как правило, с решением проблемы управления излучением. Среди устройств управления пространственным положением лазерного пучка наибольшее распространение получили электромеханические дефлекторы, обеспечивающие сканирование пучка по произвольному закону с высоким разрешением и точностью. Однако реализация потенциальных возможностей дефлекторов данного типа и задача их совершенствования связаны с проблемой оптимального построения сканирующей системы, состоящей из дефлектора и электронного блока управления.

Дефлектор представляет собой устройство, осуществляющее поворот зеркала, которое отклоняет лазерный луч по определенному закону. Одним из важных узлов дефлекторов являются датчики обратной связи или угловые датчики, которые обеспечивают выделение сигнала обратной связи, характеризующего положение сканируемого светового пятна на поверхности визуализации. Точность работы дефлекторов во многом зависит от качества датчика.

По принципу действия датчики можно разделить на фотоэлектрические (ФД), использующие эффект периодического изменения освещенности [1]; электростатические (ЕД) [2]: емкостные (основанные на эффекте периодического изменения емкости); электромагнитные (ЭД), использующие эффект периодического изменения индуктивности или взаимоиндуктивности [3]; интерферометрические (ИД) [4].

Для непосредственной оценки углового положения исследуемого объекта с преобразователя считывается все значение измеряемого угла или его единичное приращение. Эти методы могут быть "прямыми", когда информация с преобразователей непосредственно используется для получения отсчета измеряемого угла в цифровой форме, и "косвенными", при которых угловое положение определяется в итоге измерения параметров постоянного или переменного (амплитуда, фаза, частота и др.) напряжения или тока, функционально связанных в преобразователе с измеряемым углом.

В свою очередь, прямые методы в зависимости от реализуемого принципа можно подразделить на методы измерения угла по принципу считывания и накопления. Косвенные методы по принципу индикации

можно подразделить на методы с преобразованием угла в ток, напряжение, фазу, временной интервал и частоту. Из основных дискретных методов для измерения угла используется метод считывания и метод последовательного счета (накопления).

Одним из важных вопросов при построении датчиков является выбор параметров электрического сигнала, в который преобразуется измеряемый угол. Основным критерием выбора метода преобразования является точность измерения параметров сигнала. Амплитудные датчики обладают наибольшей простотой конструкции и электронной схемы, высокой надежностью и быстродействием, малой инерционностью. Общим недостатком амплитудных преобразователей является их низкая помехозащищенность. Фазовые (и частотные) датчики свободны от этого недостатка, поскольку амплитуда их выходного сигнала постоянна и не зависит от контролируемого перемещения. Они обладают более высокой точностью и быстродействием, но меньшей надежностью из-за сложной конструкции электронной схемы.

Практически все существующие ФД перемещений по характеру воздействия светового потока на фотоприемник можно разделить на три основные группы: 1) ФД с перекрытием светового потока; 2) растровые ФД; 3) ФД с кодовыми масками (в частности ФД на основе приборов с зарядовой связью). По виду выходного сигнала ФД могут быть непрерывными и дискретными.

Емкостные датчики основаны на зависимости емкости конденсатора от размеров и взаимного расположения его обкладок. По структуре построения ЕД делятся на дифференциальные (ДД) и недифференциальные (НД). Датчики второй группы имеют подвижную и неподвижную обкладки, разделенные воздушным зазором. Перемещение подвижной обкладки приводит к изменению полезной площади обкладок или воздушного зазора между ними. ДД содержат два конденсатора, емкости которых изменяются с разным знаком при перемещении подвижной обкладки. Несмотря на некоторое усложнение конструкции, такие схемы обладают более высокой чувствительностью [4].

В интерферометрических датчиках, входящих в состав лазерных устройств вывода графической информации, для прецизионных измерений перемещений сфокусированного светового пятна по поверхности носителя информации возможно использование двух групп интерферометров: интерферометров для измерения углов развертки и интерферометров для измерения непосредственно величины перемещения. Интер-

ферометр для измерения углов развертки обычно выполняется по дифференциальной схеме: плечи располагаются параллельно друг другу, а отражатели в виде уголкового призма жестко закреплены на сканирующем зеркале симметрично оси вращения. При повороте зеркала отражатели перемещаются в противоположных направлениях, и изменяется разность хода интерферирующих лучей. Результат измерения зависит только от угла поворота и расстояния между вершинами отражателей. Для измерения углов развертки применим также дифференциальный интерферометр с плоскими отражателями, в качестве которых может служить обратная сторона сканирующего зеркала.

Анализ методов построения угловых датчиков лазерных дефлекторов показал следующее.

1) Фотоэлектрические датчики имеют очень большую точность и разрешающую способность, отличаются высокой чувствительностью и быстродействием, малой инерционностью. Существенными недостатками ФД являются: чувствительность к посторонним источникам излучения, недостаточная надежность.

2) Емкостные датчики обладают высокой добротностью, малыми тепловыми потерями. Однако широкое распространение емкостных датчиков ограничено их большим выходным сопротивлением, необходимостью их жесткой герметизации, трудностью исключения влияния паразитных емкостей.

3) Электромагнитные датчики уступают емкостным по чувствительности, но превосходят их по выходной мощности, помехоустойчивости, надежности в условиях производства.

4) Наивысшей разрешающей способностью обладают интерферометрические датчики. Широкое распространение ИД сдерживается чувствительностью их к механическим вибрациям, наличием прецизионных оптических элементов.

1. Днепро́вский Е. В., Ларченко Ю. В., Леонов А. М. Лазерные устройства вывода информации. Мн.: ИТК АН БССР, 1983. 118 с.
2. Петропавловский В. П., Синицын Н. В. Фазовые цифровые преобразователи угла. М.: Машиностроение, 1984. 136 с.
3. Домрачев В. Г. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1987. 392 с.
4. Днепро́вский Е. В., Хацевич Т. Н., Ларченко Ю. В. и др. Расчет элементов лазерных сканирующих систем. Мн.: ИТК АН БССР, 1986. 148 с.