

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМАХА ВИБРАЦИИ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ

Е. М. Крючков, А. В. Новичихин, С. П. Пронин, А. С. Воронов
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул
ОАО «МКБ Компас»
г. Москва

В ходе работы по изучению колебаний поверхности различных объектов была обнаружена потребность в достаточно точной системе позиционирования образцов, которая могла бы работать в автоматическом режиме.

При разработке и проектировании такой системы была предложена схема из шаговых двигателей, управляемых драйверами на микроконтроллерах AT90S2313 и персонального компьютера в качестве управляющего и согласующего элемента, т. к. это облегчит интеграцию измерительной системы и сделает ее более гибкой.

Созданная система позиционирования позволяет производить измерения размаха вибраций в различных точках объекта и составлять подробную карту колебаний поверхности образцов.

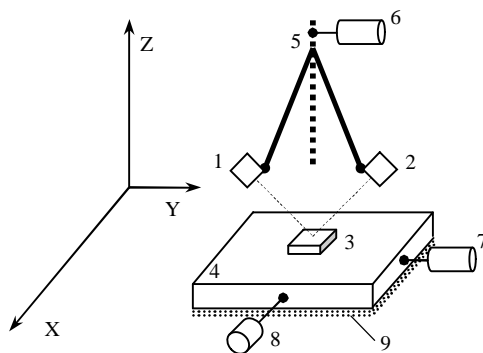


Рисунок 1 – Структурная схема

На рисунке 1 представлена схема установки: 1 – лазер; 2 – ФПУ; 3 – объект контроля с закрепленным на нем отражателем; 4 – координатный стол с микрометрическими винтами; 5 – рейка с закрепленными ФПУ и лазером; 6 – шаговый двигатель (ось Z); 7 – шаговый двигатель (ось X); 8 – шаговый двигатель (ось Y); 9 – система демпфирования.

Лазер 1 и ФПУ 2 согласованно закреплены на металлическом коромысле, которое

крепится на каретке оптической рейки, дающей одну степень свободы (по оси Z). Лазер, лазерный луч и окно ФПУ лежат в одной плоскости. Их дальнейшая настройка не требуется. Лазерное излучение входит в окно ФПУ ортогонально.

Угол падения луча на поверхность отражателя – 45° , соответственно и отраженный луч также под углом 45° . Такое расположение оптимально для дальнейших расчетов и обеспечивает достаточную чувствительность системы.

Шаговый двигатель — это синхронный бесщеточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток подаваемый в одну из обмоток статора вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

Шаговые двигатели 6, 7, 8 работают в микрошаговом режиме, обеспечивающем наиболее плавное и точное перемещение, и в отличие от полушагового и шагового режима не имеющем проскока ротора в момент отсутствия напряжения. В качестве драйверов управления двигателями можно использовать как готовые решения, так и написать собственные программы. Было предложено использование микроконтроллера AT90S2313 фирмы Atmel, который имеет достаточно аппаратных ресурсов для управления двигателем, контроля перемещения и связи с системой управления (ПК). С персонального компьютера можно изменять направление перемещения, скорость вращения вала двигателя, а также осуществлять контроль вращения вала.

Параметры микроконтроллера AT90S2313:

118 инструкций, 2 Кбайт Flash-памяти, SPI-интерфейс, ресурс: 1000 циклов записи/стирания, 128 байт EEPROM, 15 программируемых линий I/O, питание VCC: от 2.7 В до 6.0 В, производительность, вплоть до 10 MIPS при 10 МГц, один 8-ми разрядный тай-

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМАХА ВИБРАЦИИ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ

мер/счетчик с отдельным предварительным делителем частоты, один 16-ти разрядный таймер/счетчик с отдельным предварительным делителем частоты с режимами сравнения и захвата, полнодуплексный UART, выбираемые 8, 9, или 10-ти разрядные режимы широтно-импульсной модуляции (ШИМ), внешние и внутренние источники прерывания, программируемый следящий таймер с встроенным тактовым генератором, встроенный аналоговый компаратор, 20 выводов.

Шаговый двигатель 6 обеспечивает перемещение оптических элементов по оси Z. Вал этого двигателя закреплен на приводе каретки рейки оптической системы.

Координатный стол 4 размещен на пневматическом демпфере 9. На столе есть два микрометрических винта, которые обеспечивают плавное перемещение по координатам X и Y. На винтах закреплены валы двигателей 7 и 8, которые перемещают стол. Эти двигатели установлены с прицелом на будущее – на следующем четвертом этапе при автоматизации процесса измерения они будут перемещать стол с объектом при измерении колебания поверхности в нескольких точках.

Объект контроля 3 помещен на дополнительный полимерный демпфер для уменьшения воздействий на него со стороны приводов.

В момент начала настройки оптической системы происходит инициализация микроконтроллера двигателя 6. Затем ПК передает команду на подъем рейки в максимальное верхнее положение для определения относительного начала координат (это связано с относительным режимом работы шаговых двигателей, также как в струйном принтере). Контроль дохода каретки оптической рейки в верхнее положение фиксируется концевым выключателем, расположенным на станине установки. Затем ПК подает команду на плавное опускание рейки с оптической системой вниз, одновременно происходит считывание показаний ФПУ 2. Как только будет получен сигнал о попадании луча лазера в окно ФПУ, на микроконтроллер двигателя будет передана команда о переходе на минимальную скорость. Это нужно для обеспечения попадания гауссовы лазерного излучения точно по центру окна ФПУ.

В конечном итоге должна получиться картина как на рисунке 2.

Корректировка по оси Z может понадобиться при измерении колебания объектов с различной высотой. Она производится авто-

матически, при неравенстве сигналов фотодиодов.

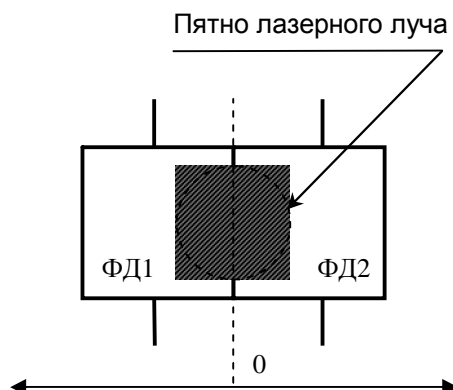


Рисунок 2 – Луч лазера в правильном положении в окне ФПУ

На рисунке 2 обозначены: ФД1 и ФД2 – фотодиоды 1 и 2, которые при падении луча лазера будут пропускать ток в измерительных каналах. Пятно лазерного излучения должно оказаться в положении 50/50 между фотодиодами.

В случае перехода лазерного луча через правильное положение, ПК передает команду на возврат каретки на нужное число шагов вверх. После этого будет выждено время (шесть секунд) для успокоения затухающих колебания вызванных работой шагового двигателя. Затем производится контрольное измерение уровней сигнала в каналах измерительной системы. Если они равны, то можно производить измерения, в этом случае ПК подает сигнал, что все в порядке.

В случае если при перемещении вниз не будет найден луч лазера, либо будет не отражен, тогда программа ПК выдает сигнал ошибки.

При исследовании колебаний различных точек поверхности образца программа ПК выдает команды на перемещение координатного стола по двум координатам в плоскости XY. Одновременно происходит измерение размаха вибраций заданных точек объекта. Информация поступает в ПК через плату сбора данных, и затем записывается в текстовый файл – координаты по двум осям и размах вибрации.

Сам образец, по возможности, нужно отполировать (если он металлический, например ЗП-3), а если это керамический пьезоэлемент, то можно нанести на него слой жидкого металла, например галлия, либо использовать термоинтерфейс Coollaboratory Liquid

Pго или ЖМ-6 (сплав: галлий 62%, индий 25%, олово 13%). Это создает на поверхности не застывающую отражающую пленку.

Вместо шагового двигателя можно использовать и безколлекторные вентильные двигатели, но тогда придется вводить обратную связь по внешнему каналу. Поэтому был выбран шаговый двигатель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вклеб Г. Датчики: пер. с нем. – М.: Мир, 1989.
2. Балакирев М.К. Волны в пьезокристаллах / М.К. Балакирев, И.А. Гишинский; отв. ред. С.В. Богданов. – Новосибирск : Наука, 1982.
3. Бриндли К. Измерительные преобразователи: справочное пособие: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Воронов А.С. Контроль акустических параметров пьезоэлементов / А.С. Воронов, С.П. Пронин // Горизонты образования [Электронный ресурс]: научн.-образоват. журнал АлтГТУ / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Электронный журнал. – Барнаул: АлтГТУ, 1999. – Режим доступа: http://edu.secna.ru/publish/gorizonty_ obrazovania/ – Загл. с экрана. – № гос. регистрации 0229905270. – 2007. – №9.
5. Зеленка И. Пьезоэлектрические резонаторы на объемных и поверхностных акустических волнах: материалы, технология, конструкция, применение: пер. с чешск. – М.: Мир, 1990.
6. Клаассен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике: пер. с англ. – М.: Постмаркет, 2000.
7. Laser beam shaping theory and techniques / edited by F.M. Dickey, S.C. Holswade. – New York: Marcel Dekker, Inc., 2000.