

РАЗРАБОТКА ОПТОВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Василевская Е.С.

Научный руководитель Казаков В. Ю., к.ф.-м.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: paiper@sibmail.com

DEVELOPMENT OF FIBER OPTIC DISPLACEMENT SENSOR

Vasilevskaya E. S.

Scientific Supervisor PhD Kazakov V. Y.
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: paiper@sibmail.com

АННОТАЦИЯ

В работе представлена структурная схема датчика малых перемещений на основе волоконно-оптического интерферометра Фабри-Перо. В качестве оптической среды было выбрано одномодовое оптическое волокно, которое включено в сплиттер, источник лазерного излучения компании Grandway FHS-1D02 и оптический измеритель мощности Grandway FHP12-A.

ABSTRACT

The paper shows a block diagram of a fiber optic displacement sensor based on fiber-optic Fabry-Perot interferometer. A single mode optical fiber is chosen as the optical medium, which is included in the splitter, a laser light source is Grandway FHS-1D02 and an optical power meter is Grandway FHP12-A.

Введение

Измерение малых перемещений необходимо при контроле деформации поверхностей, качества механической обработки, точном позиционировании и др. Существующие методы измерения малых длин (индуктивные, емкостные, потенциометрические и др.) подвержены воздействию электромагнитных помех [1]. В качестве альтернативы можно воспользоваться оптическими методами измерения малых перемещений. В настоящее время актуальна разработка новых типов и конструкций приборов на основе оптоволоконной и лазерной технологий, развитие которых позволило удешевить элементную базу, что дало возможность использовать их повсеместно.

В работе представлена функциональная схема датчика малых перемещений на основе волоконно-оптического интерферометра Фабри-Перо. Также приведен выбор основных элементов данной схемы: источника излучения (обеспечивающий одномодовый режим работы), приемника излучения и оптической среды.

1 Структурная схема

На рисунке 1 представлена предполагаемая схема датчика малых перемещений, основанная на волоконно-оптическом интерферометре Фабри-Перо [2].

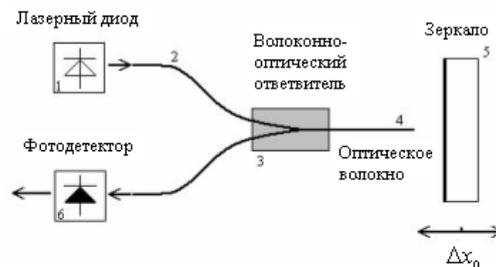


Рис.1. Схематическое изображение датчика малых перемещений

В данной схеме зеркало перемещается относительно торца волокна. При изменении расстояния между ними Δx_0 (смещении зеркала) будет изменяться интенсивность света, отражаемого этим интерфе-

рометром обратно в волокно. Формула (1) позволяет определить величину перемещения зеркала Δx_0 по значению интенсивности излучения на фотодетекторе [3].

$$\Delta x_0 = \frac{\lambda \cdot \arccos \left(\frac{I_0 - I_n + kK(I_0 - I_n) - (1-k)(1-K)I_0}{2\sqrt{kK(I_0 - I_n)}} \right)}{4\pi}, \quad (1)$$

где λ – длина волны излучения, I_0 – начальная интенсивность света в волокне, I_n – интенсивность света, регистрируемая фотодетектором, k – коэффициент отражения торца волокна, K – коэффициент отражения зеркала.

2 Компоненты системы

Далее проведем выбор основных элементов данной схемы. В качестве оптической среды, которая будет направлять поток световой энергии в необходимом нам направлении, возьмем оптическое волокно (ОВ). По отношению к длине волны в зависимости от диаметра сердцевины ОВ делятся на одномодовые и многомодовые. Одномодовое ОВ по сравнению с многомодовым имеет малое искажение сигнала и малый коэффициент затухания (порядка 0,5 дБ/км). Поэтому для целей измерения малых перемещений выбор одномодового ОВ является оптимальным.

В схеме (рисунок 1) сплиттер используется для деления светового сигнала от одного порта (источника излучения) к двум другим (зеркалу и приемнику излучения). По технологии производства оптические сплиттеры делятся на сплавные (FTB) и планарные (PLC). При разработке мы будем использовать сплавные разветвители, так как они позволят разделить оптический сигнал в заданных пропорциях, вплоть до соотношения 1/99 (1% от источника излучения к приемнику, остальные 99% к зеркалу). Рабочая длина волны у таких ответвителей составляет 1310, 1490 и 1550 нм, потому что одномодовый режим при малом диаметре центрального волокна (порядка 8-10 мкм) достигается при большой длине волны излучения [4]. На рисунке 2а изображен оптический сплавной сплиттер.



Рис.2. Компоненты датчика. а) оптический сплавной разветвитель (сплиттер) 1x2 с разъемами SC/APC; б) источник лазерного излучения компании Grandway FHS-1D02; в) оптический измеритель мощности Grandway FHP12-A

В данной работе измерение перемещения основывается на интерференции. Исходя из этого, в качестве источника будут использоваться лазерные источники излучения. Сейчас на рынке представлен широкий выбор лазерных модулей с длиной волны излучения порядка 650-850 нм и довольно низкой стоимостью. Однако, нам необходим источник, обеспечивающий одномодовый режим работы. Лазерные модули с необходимой длиной волны (1300 нм и выше) не доступны в свободной продаже, их изготавливают только под заказ. В таблице 2 представлены сравнительные характеристики пяти моделей лазерных источников. А один из них (Grandway FHS-1D02) представлен на рисунке 2б.

Все эти источники компактны, способны генерировать световой поток на длинах волн, например от 850 до 1550 нм. Кроме этого, имеют встроенный коннектор, позволяющий легко подсоединить имею-

щийся в схеме оконцованный сплиттер, сводя к минимуму потери сигнала при введении излучения в волокно. Они все имеют хорошую стабильность излучения. Сравнив все представленные источники по цене, Grandway FHS-1D02 оказывается на порядок дешевле и является оптимальным выбором.

Таблица 2

Характеристики пяти моделей источников оптического излучения

	Модель				
	Grandway FHS-1D02	Grandway FHS-1D03	Greenlee DLS 355	ТОПА3-3102	Greenlee 580XL
Длина волны, нм	1310/1550	850/1300	1310/1550	1310	1310/1550
Стабильность излучения, дБ	<0,1	<0,1	0,05	0,07	0,05
Цена, руб	8 855,00	15 180,00	63 520,00	14 020,00	92 060,00

Для определения мощности излучения необходим измеритель оптической мощности. В таблице 3 приведены характеристики пяти моделей измерителей мощности. Grandway FHP12-A представлен на рисунке 2в. Свой выбор мы остановили на модели Grandway FHP12-A, так как, по совокупности параметров он наиболее предпочтителен.

Таблица 3

Характеристики пяти моделей измерителей оптической мощности

	Модель				
	Grandway FHP12-A	RP GreenLee 440-02	Greenlee 560XL	Tempo 522	Fluke Networks SimpliFiber PRO
Длина волны, нм	850/1300/1310/1490/1550/1625	1310/1490/1550	850, 1300, 1310, 1550	980, 1310, 1480, 1550, 1625	850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625
Точность измерений, дБ	0,35	0,24	0,25	0,25	0,25
Цена, руб	3 163,00	35 990,00	63 680,00	86 130,00	68 060,00

Заключение

В данном докладе были определены необходимые компоненты для конструирования оптоволоконного датчика перемещения, схематически изображенного на рисунке 1. В качестве оптической среды было выбрано одномодовое оптическое волокно, которое включено в сплиттер, источник лазерного излучения компании Grandway FHS-1D02 и оптический измеритель мощности Grandway FHP12-A.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://devicesearch.ru/article/3648> – 10.04.2015
2. Волоконно-оптический интерферометр Фабри-Перо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://physics.nad.ru/sensors/Cyrillic/setup.htm> – 15.04.2015
3. Василевская Е. С., Казаков В. Ю. Разработка оптоволоконного датчика перемещения// Молодежь и современные информационные технологии: Труды XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2014. –Т. 1. –С. 204–205.
4. Оптоволоконные каналы и беспроводные оптические связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://book.itep.ru/3/optic_32 – 12.04.2015