

ВЕКТОРНЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

И. А. Гончаренко¹, А. И. Конойко², А. В. Ильюшонок¹, В. Н. Рябцев¹

¹Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь, Минск

²Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: v.reabtsev@gmail.com

Явление интерференции света лежит в основе многих высокоточных измерительных систем и датчиков перемещения. Сдвиги и перемещения исследуемых конструкций приводят к растяжениям и изгибам жестко связанных с данными конструкциями волокон и волноводов. Это приводит к изменению направляющих свойств таких структур. Небольшие изменения параметров интерферометра приводят к заметному изменению структуры и формы интерференционной картины.

Нами предложен датчик на основе волоконно-оптических интерферометров, позволяющий измерять направление, величину и локализацию изгибов и напряжений несущих конструкций зданий и сооружений.

Структурная схема датчика представлена рис. 1. Деформация измеряемого объекта через соединительный стержень 10 передается на измерительные волокна 8, 9 и вызывает их изгиб, как показано на рис. 2. Радиусы изгибов измерительных волокон и, следовательно, величина их деформации и изменения в них оптического пути для излучения с длиной волны λ_1 и λ_2 будут отличаться в зависимости от направления изгиба. Поэтому фазовые характеристики световых потоков, идущих в обратном направлении от измерительных волокон, через Y-образный разветвитель с разделением по длинам волн 7 изменятся на соответствующие величины. Регулируемая линия задержки 15 с помощью перемещения зеркала меняет оптическую длину эталонного волокна 14. Оптические потоки отражаются от зеркального покрытия торца эталонного волокна 13 и от регулируемой линии задержки 15 и поступают обратно в X-образный разветвитель 12, где и интерферируют. Сигнал на каждой длине волны представляет собой три пика интенсивности (рис. 3). Центральный пик соответствует случаю, когда оптические пути в эталонных волокнах равны. Боковые пики соответствуют случаю, когда оптическая разность хода световых потоков в эталонных волокнах совпадает с оптической разностью хода световых потоков в опорном волокне 6 и в первом 8, либо втором 9 измерительном волокне для каждой из длин волн. Таким образом, для излучения с одной длиной волны расстояние между центральным и одним из боковых пиков соответствует величине оптической разности хода в опорном 6 и соответствующем первом 8 или втором 9 измеритель-

ных волокнах. Таким образом, изменение расстояния между центральным и одним из боковых пиков соответствует величине абсолютной деформации измерительного волокна. Радиусы изгибов измерительных волокон и, следовательно, величина их деформации будут отличаться в зависимости от направления изгиба. Поэтому расстояние между центральным и одним из боковых пиков на одной длине волны будет отличаться от расстояния между центральным и боковым пиками на другой длине волны. Сравнение расстояний между пиками на разных длинах волн позволяет определить, какое из измерительных волокон имеет больший радиус изгиба (подверглось большей деформации), т.е. определить направление деформации объекта. Усреднение расстояний между центральными и боковыми пиками на двух длинах волн позволяет измерять величину деформации объекта с повышенной точностью.

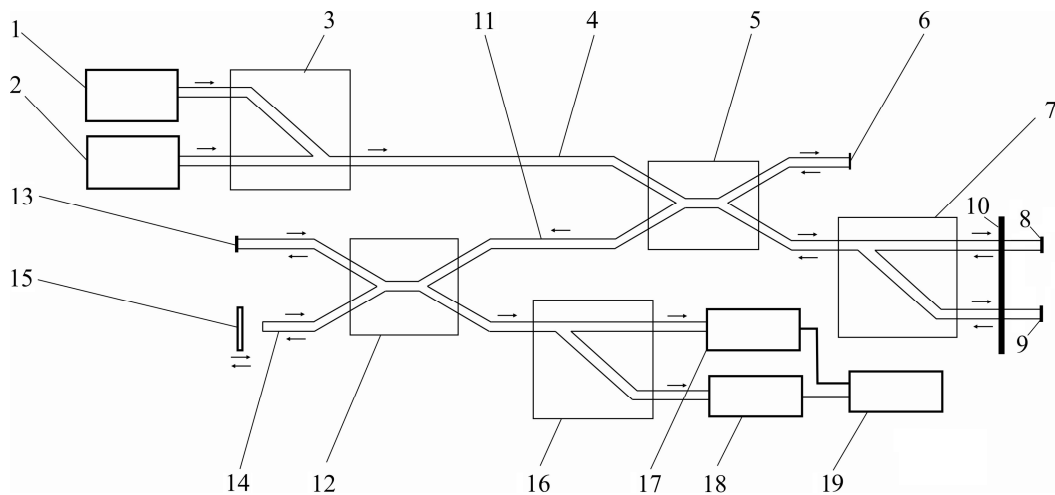


Рис. 1. Структурная схема волоконно-оптического векторного датчика изгибов

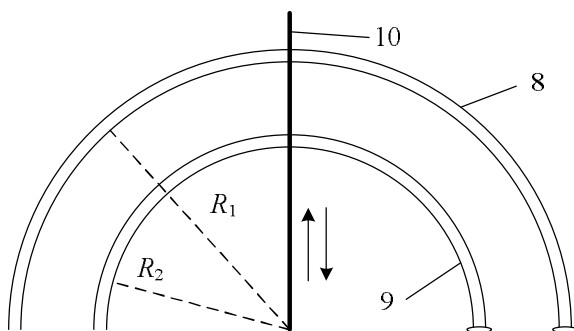


Рис. 2. Передача деформации измеряемого объекта на измерительные волокна

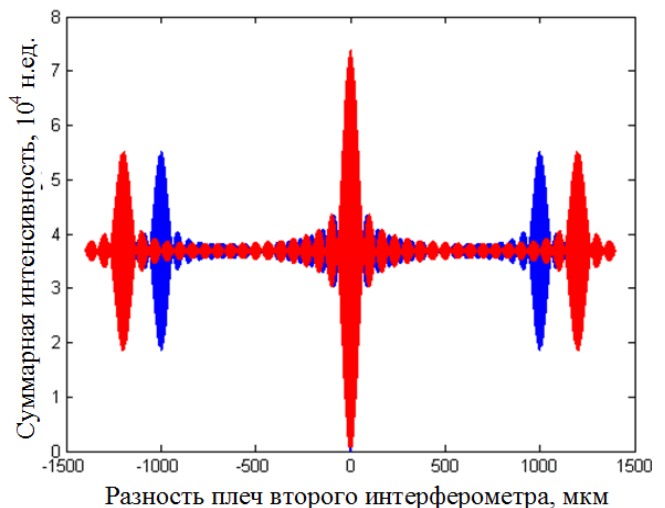


Рис. 3. Интерференционная картина на выходе второго интерферометра на двух длинах волн