

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТЫХ ЗДАНИЙ

Гончаренко И.А., Иваницкий А.Г., Рябцев В.Н.

ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь

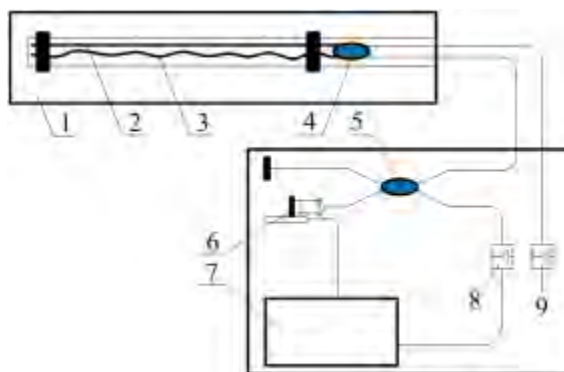
Минск, Республика Беларусь

О повышенной опасности (в т.ч. пожарной) высотных зданий свидетельствуют примеры пожаров, произошедших в мире. Одной из наиболее актуальных проблем является обеспечение надежного восприятия несущими строительными конструкциями проектных нагрузок после пожара. Данная задача решается на стадии проектирования расчетом соответствия нормируемому пределу огнестойкости. Однако расчет не показывает фактического состояния несущей конструкции после пожара. Поэтому сегодня наиболее эффективным способом прогнозирования и предупреждения аварийных ситуаций является мониторинг технического состояния зданий и сооружений на стадиях их строительства и эксплуатации, проводящийся на регулярной или постоянной основе. В настоящее время в Республике Беларусь создается необходимое нормативно-методическое обеспечение разработки и внедрения систем строительного мониторинга. В частности, [1] регламентирует оснащение системами мониторинга состояния несущих конструкций всех проектируемых высотных зданий, которые должны работать совместно с другими системами мониторинга и управления, образуя единую автоматизированную систему управления зданием. Данная система позволяет в режиме реального времени передавать информацию в дежурно-диспетчерские службы для оценки, предупреждения и ликвидации последствий дестабилизирующих факторов с целью своевременного оповещения и управления эвакуацией находящихся в здании людей.

Для осуществления мониторинга состояния несущих конструкций предлагается оптический датчик, позволяющий измерять направление, величину и локализацию изгибов и напряжений несущих конструкций, на основе волоконно-оптических интерферометров. Внедрив волоконно-оптические сенсоры в структуру сооружений, можно отслеживать изменение их состояния в течение времени, собирая на центральном пункте слежения большое число непрерывных измерений. Использование оптических волокон в качестве чувствительных элементов позволяет создавать измерительные системы, обладающие малыми габаритами и весом; высокой механической прочностью; стойкостью к повышенным температурам, вибрациям и другим воздействиям окружающей среды; высокой скоростью передачи данных и др. [2]. Датчики можно устанавливать непосредственно заделкой в бетон

или на поверхности исследуемой конструкции при ее изготовлении или монтаже не нарушая график проведения строительных и эксплуатационных работ.

Структурная схема интерферометрического датчика представлена рис. 1. Датчики на основе волоконно-оптических интерферометров представляют собой несколько волокон, объединенных разветвителями. Одно или несколько волокон (измерительные волокна) жестко связаны с измеряемым объектом и следуют за всеми его деформациями. Еще одно волокно, расположенное в трубке свободно, т.е. таким образом, что любые перемещения структуры не вызовут его деформаций, служит в качестве опорного. Возникновение изгибов или напряжений в объекте приводит к изменению оптической длины измерительных волокон и, соответственно, к смещению интерференционной картины суммарного излучения после разветвителя.



1 – исследуемая структура; 2 – измерительное волокно; 3 – опорное волокно; 4–5 – разветвители; 6 – подвижное зеркало; 7 – блок обработки данных; 8 – фотодиод; 9 – светодиод.

Рисунок 1 – Структурная схема волоконно-оптического интерферометрического датчика

Свет от источника с помощью разветвителя делится в равном соотношении и направляется по оптическим волокнам. Пройдя по волокнам, свет отражается зеркалами на торцах волокон. Отражательные элементы, измерительное и опорное волокна и разветвитель 4 образуют интерферометр Майкельсона с подвижными зеркалами, что позволяет довольно точно определять разницу оптического пути света между опорным и измерительными волокнами. Интерференционный сигнал с первого интерферометра подается на второй интерферометр Майкельсона, образуемый оптическими волокнами, объединенными

разветвителем 5. Длина одного из плеч второго интерферометра изменяется с помощью подвижного зеркала. Интерференционный сигнал со второго интерферометра регистрируется фотодетектором и передается для анализа на блок обработки данных.

В результате перемещения подвижного зеркала формируется интерференционная картина с тремя пиками когерентности (рис. 2). Центральный пик образуется при равновесии двух плеч интерферометра Майкельсона, т.е. при отсутствии разности оптического пути. Боковые пики соответствуют двум положениям подвижного зеркала, при которых разность оптических длин плеч второго интерферометра соответствует оптической разности хода в первом интерферометре. Таким образом, разность между положением центрального и одним из боковых пиков соответствует разности плеч первого интерферометра, т.е. смещению измеряемого объекта. Положение пиков может быть определено с точностью до 2 мкм по длине волокна [3].

Для обеспечения непрерывности и точности изменений перемещение зеркала осуществляется с помощью пьезоэлектрического корректора перемещений. Подавая переменное управляющее напряжение на электроды корректора, можно производить плавное перемещение зеркала и, тем самым, с достаточной точностью определять деформацию исследуемой конструкции.

Таким образом, внедрение на объектах высотного строительства системы контроля состояния несущих конструкций, позволит не только осуществлять мониторинг напряженно-деформированного состояния строительных конструкций, но и обеспечить передачу информации в дежурно-диспетчерские службы для оценки, предупреждения и ликвидации последствий destabilизирующих факторов с целью своевременного оповещения и эвакуации людей.

УДК 681.2

РАСЧЕТ ОБЛАСТИ ДОСТИЖИМОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Горохов А.В.

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

В статье рассматривается вопрос расчета областей достижимости зенитной управляемой ракеты RIM-161.

При расчете и проектировании баллистических ракетных комплексов требуется решать проблему траекторной безопасности. Актуальность данного вопроса особенно велика в условиях, активного развития и развертывания систем противоракетной обороны. Для решения задач безопасности полета требуется знание динамических возможностей и областей средств перехвата.

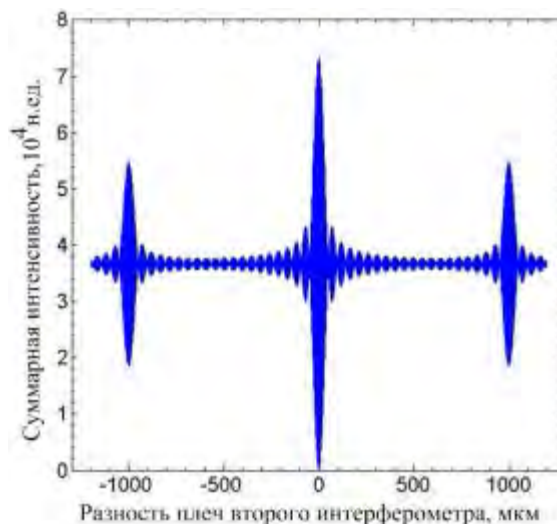


Рисунок 2 – Интерференционная картина на выходе второго интерферометра

1. ТКП 45–3.02–108–2008 Высотные здания. Строительные нормы проектирования // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и прогр. (700 Мб). – Минск, НПП РУП «Стройтехнорм», 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Гончаренко, И.А. Датчики контроля состояния инженерных и строительных конструкций на основе оптических волноводных структур / И.А. Гончаренко, В.Н. Рябцев // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2013. – № 2 (18). – С. 118–132.
3. Inaudi, D. Fiber optic sensors for structural control / D. Inaudi, A. del Grosso // Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering. – October 12–17, 2008. – Beijing, China. – Paper No. S 25–013.

Одним из передовых представителей систем противоракетной обороны является зенитная управляемая ракета RIM-161 «Standard Missile 3», которая была принята в качестве прототипа для выполнения расчета (конструктивно-компановочная схема представлена на Рис. 1 аэродинамическая на Рис. 2). Комплекс SM-3, по заявлениям разработчиков, представляет наибольшую угрозу для баллистических ракет малой и средней дальности на высотах до 250 километров.