

Вальдемар Вуйцик
Индира Шедреева

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Люблинская Политехника, Польша, waldemar.wojcik@pollub.pl
Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати,
Тараз, Казахстан, indisher@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены два метода определения деформации материала вдоль продольной оси конструкции из ПКМ с использованием оптоволоконных сенсоров на основе ВБР на примере стандартных образцов и трехстрингерной панели из углепластика ВКУ-47И. Показано, что измерение деформации ПКМ методом калибровки по деформации тензодатчика дает результат с погрешностью до 6 %.

Ключевые слова: Волоконные сенсоры, волоконные брэгговские решетки, сенсоры

Перспективным с точки зрения встроенного контроля материала конструкции являются оптические волоконные датчики на основе брэгговской решетки [1, 2]. Волоконные брэгговские решетки (ВБР) в сравнении с традиционно применяемыми тензодатчиками более компактны, не подвержены электромагнитным помехам и могут интегрироваться в единое оптоволокно. Вместе с этим оптоволокно достаточно легко интегрируется в ПКМ (например, в угле-, стекло-, органопластикке и т.п.) в процессе изготовления элемента конструкции. Различным вопросам определения деформации ПКМ с использованием ВБР посвящен отдельный пласт работ, среди которых следует отметить работу [3], направленную на измерение неоднородных полей деформации, что неразрывно связано с многими авиационными и строительными конструкциями, а также статью [4], посвященную решению главных вопросов в этой области.

Благодаря своим преимуществам ВБР начинают применяться для систем встроенного контроля в авиационной, строительной, а также в других областях. Исследуется возможность использования ВБР для изделий авиационной и космической техники, например, для измерения

деформации материала в фрагменте фюзеляжа гражданского самолета В-737 [5] и широкофюзеляжного типа А-350ХWB, измерения остаточных технологических деформаций углепластика космического назначения, а также для оптоволоконных детекторов транспортного потока.

При определении деформации ПКМ методом калибровки по деформации тензодатчика необходимо определить коэффициент пропорциональности между деформацией, измеряемой ВБР и определяемой тензодатчиком. В упоминаемой работе однонаправленного образцов углепластика марки ВКУ-47И коэффициент пропорциональности составил 1,136. По результатам экспериментов на образцах, изготовленных из различных партий, точность определения деформации с использованием ВБР по отношению к результатам, полученным с помощью тензометрии и экстензометра, составила для одинаковых уровней нагрузок не более 6 % при общей деформации образцов до 0,83 % (рис. 1).

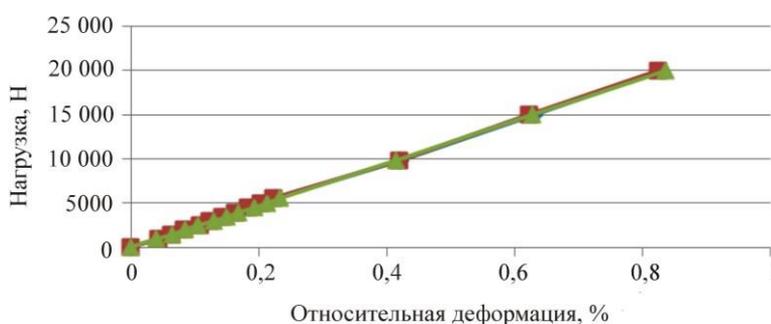


Рис. 1. Сравнение показаний ВБР:

— деформация образца, измеренная тензодатчиком; — деформация образца, измеренная экстензометром; — деформация образца, измеренная ВБР

Использование такого метода калибровки для орехренных панелей требует изготовления специальной оснастки под конкретные тип и размер детали, а главное – необходимость разрушения изготовленной конструкции, что неэкономично. Кроме того, невозможно калибровать конструкции, имеющие труднодоступные места для приклеивания тензодатчиков. Поэтому для определения деформации ПКМ в трехстрингерной панели с использованием ВБР был опробован метод калибровки по значениям деформации, полученным в теоретическом расчете (калибровка по расчетной деформации).

Заключение

В работе рассмотрены два метода определения деформации материала вдоль продольной оси конструкции из ПКМ с использованием оптоволоконных сенсоров на основе ВБР на примере стандартных

образцов и трехстрингерной панели из углепластика ВКУ-47И. Показано, что измерение деформации ПКМ методом калибровки по деформации тензодатчика дает результат с погрешностью до 6 %. Однако данный метод не реализуем для использования на готовых конструкциях, особенно крупногабаритных и имеющих труднодоступные места. Такая методика рекомендована для стандартных образцов, например, применяемых для определения свойств ПКМ, в частности в биотехнических системах.

Список литературы

1. Волоконные решетки показателя преломления и их применение / С.А. Васильев, И.О. Медведков, И.Г. Королев, А.С. Божков, А.С. Курков, Е.М. Дианов // Квантовая электроника. – 2005. – Т. 35, № 12. – С. 1085–1103.
2. Способ измерения деформации конструкции из композиционного материала: пат. 2427795 Рос. Федерация; опубли. 03.12.2009.
3. Измерение неоднородных полей деформации встроенными в полимерный композиционный материал волоконно-оптическими датчиками / А.Н. Аношкин, А.А. Воронков, Н.А. Кошелева, В.П. Матвеев, Г.С. Сероваев, Е.М. Спаскова, И.Н. Шардаков, Г.С. Шипунов // Известия Рос. акад. наук. Механика твердого тела. – 2016. – № 5. – С. 42–51.
4. Назиров М.Ф., Жуков Ю.А., Лыкова К.А. Измерение деформированного состояния образцов с помощью оптоволоконных датчиков, внедрённых в структуру композиционного материала // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2015. – № 9–10. – С. 95–101.
5. Recent advances in composite fuselage demonstration program for damage and health monitoring in Japan / N. Takeda, N. Tajima, T. Sakurai, T. Kishi // Structural control and health monitoring. – 2005. – Vol. 12. – P. 245–255.