

УДК 620.1786:678.8

Калибровка ВБР для измерения деформаций конструкций из композитов в изменяющихся температурных условиях

Кутюрин Владислав Юрьевич¹kutjurin@mail.ru
SPIN-код: 1935-1518Камалеева Алия Алмазовна¹kamaleevaaa@stud.kai.ru
SPIN-код: 4969-7793Федотов Михаил Юрьевич^{1,2}fedotovmyu@gmail.com
SPIN-код: 5191-1924Будадин Олег Николаевич²oleg.budadin@yandex.ru
SPIN-код: 5209-2607¹ КНИТУ – КАИ, Казань, Республика Татарстан, Россия² Российская инженерная академия, Москва, Россия

Аннотация. Предложен способ калибровки волоконно-оптических датчиков на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР), используемых в качестве датчиков деформации при интегрировании их в материал конструкции из полимерных композитных материалов (ПКМ). Представлен пример проведения калибровки с использованием dilatометра, имеющего оптическую систему контроля за смещением реперных точек в процессе нагрева образца при закреплении областей световода по обе стороны брэгговской решетки.

Ключевые слова: волоконная брэгговская решетка, полимерные композиционные материалы, деформация, температура, калибровка

Введение. Расширение области применения ПКМ в промышленности привело к необходимости контроля сохранения работоспособности конструкций в процессе испытаний и эксплуатации, оценки их надежности. В настоящее время для контроля конструкций из ПКМ все более широкое применение находят волоконно-оптические датчики (ВОД) деформации и температуры, реализованные на волоконных световодах (ВС) с чувствительными элементами на основе ВБР, которые могут быть интегрированы непосредственно в материал конструкции [1].

В основу измерения деформации и температуры положено изменение длины волны ВБР под действием вышеуказанных факторов, и поскольку оба фактора могут действовать одновременно, возникает необходимость разделения информации о температуре и деформации в процессе механического нагружения изделия с одновременным его нагревом (охлаждением) [2]. Мешающим фактором при калибровке является возможность проскальзывания кварцевого ВС относительно защитной оболочки [3].

Методы и материалы; результаты. В качестве измерителя резонансной длины волны ВБР использовался оптический интеррогатор NTi-155, имеющий диапазон измерения длин волн 1460–1620 нм. В качестве оптического носителя использовался кварцевый ВС типа SMF-28e диаметром 125 мкм

с полиимидным защитным покрытием. Кварцевое волокно наклеивается на трубку или пластину из меди марки М1 как показано на рис. 1 и 2.

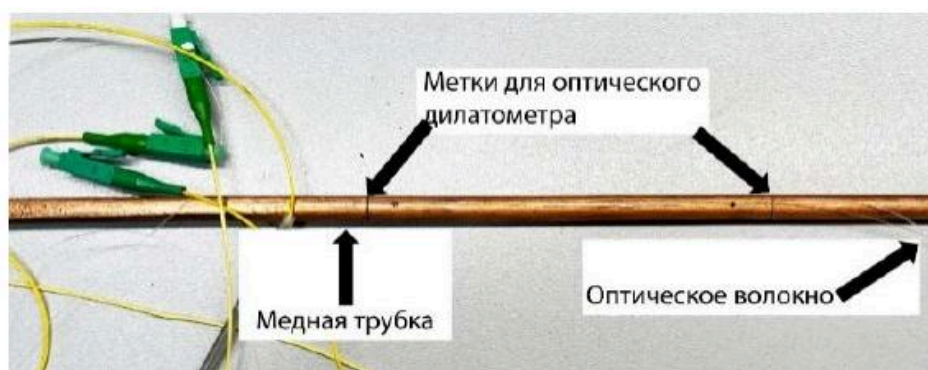


Рис. 1. Расположение оптического волокна на медной трубке

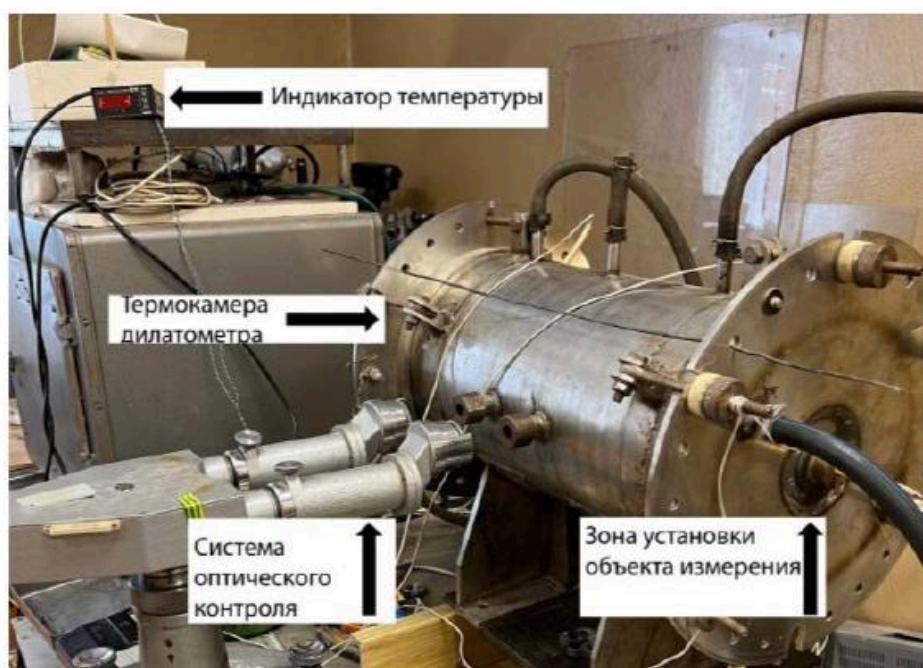


Рис. 2. Дилатометр с оптикой

Заключение. После наклеивания волокна на медную трубку (пластину) таким образом, чтобы зоны приклейки располагались с двух противоположащих сторон от ВБР, осуществлялся нагрев камеры дилатометра с одновременной фиксацией температуры и длины волны ВБР. Результаты калибровки в дальнейшем сравнивались с показаниями тензодатчиков, наклеиваемых на образец, подвергаемый растяжению. Расхождение результатов не превышало 4,5 %.

Список источников

- [1] Giovanni T., De Nicola F., Spena P., Giusto G., Ciminello M., Weissberg I., Carmi Y., Arviv D., Lalazar N. CFRP Conical Grid Space Structure with Embedded Fiber Optics: Design, Manufacturing and Test. *Aerospace*, 2023, vol. 11, no. 1, art. no. 41.
- [2] Федотов М.Ю., Будадин О.Н., Козельская С.О., Терентьев В.С. Методы одновременного контроля деформации и температуры композитных конструкций волоконно-оптическими датчиками. *Конструкции из композиционных материалов*, 2020, № 2 (158), с. 44–51.
- [3] Федотов М.Ю., Шиенок А.М., Мухаметов Р.Р., Гуляев И.Н. Исследование границы раздела полимерных матриц с оптическими световодами в информкомпозитах. *Вопросы материаловедения*, 2017, № 1 (89), с. 155–168.