

Разработка конвективного инклинометра на основе волоконно-оптических датчиков

А.А. Голдобин^{1,*}, К.А. Сафарян^{1,2,*}, А.С. Сидоров¹, Н.В. Колчанов¹, А.Н. Кондрашов¹

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет

² Национальный исследовательский университет ИТМО

*E-mail: arseniy34259@gmail.com

DOI:10.31868/RFL.2024.225-226

Развитие технологий не стоит на месте, все больше отраслей начинают применять различные системы проверки и детектирования для минимизации затрат на обслуживание и для предупреждения чрезвычайных ситуаций [1]. В связи с этим волоконно-оптические технологии находят все более широкое применение, так как могут быть использованы в условиях, где другие методы измерения не применимы из-за внешних условий среды [2]. Кроме того, требования к точности и надежности уже существующих датчиков постоянно возрастают. И в этих направлениях волоконно-оптические системы также показывают высокие результаты.

Во многих приложениях очень важным параметром является мониторинг состояния конструкций. Например, мониторинг наклона башен или опор мостов [3]. Для этих целей используют инклинометры. Внедрение волоконно-оптических технологий позволит увеличить точность и скорость передачи данных, а также предоставит возможность миниатюризации датчика.

В этой работе описывается создание волоконно-оптического инклинометра. Общий вид датчика представлен на рисунке 1, инклинометр представляет собой алюминиевый корпус, внутри которого вырезана кубическая полость размерами $8 \times 8 \times 8$ мм³. В центре расположен нагреватель, имеющий длину 1 мм и диаметр 0.2 мм. Слева и справа от нагревателя расположены две брэгговские решетки с центральными длинами волн 1522.985 нм и 1570.070 нм. Расстояние между нагревателем и волокном 3 мм. Температура нагревателя примерно 250-300 °С в центре.

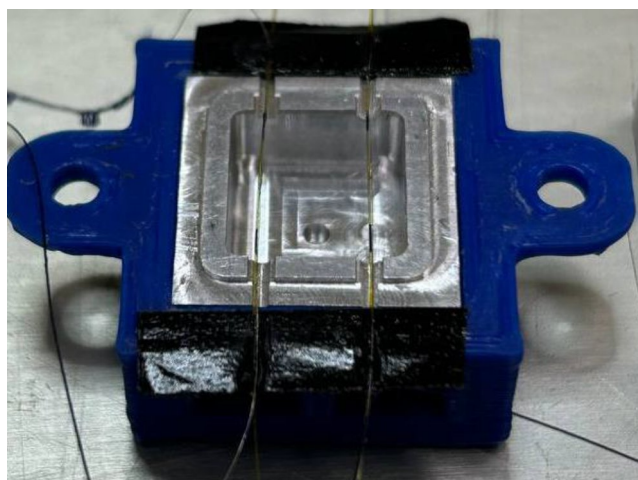


Рис. 1. Общий вид волоконно-оптического инклинометра

Были проведены испытания, в ходе которых выяснялись основные характеристики датчика: чувствительность, диапазон измерений угла наклона, предельная погрешность измерений.

Чувствительность датчика определялась при разной мощности, на рисунке 2 представлен оптический сигнал при изменении угла наклона от 0° до 90° и от 90° до 0° с шагом 5° при мощности нагревателя 1 Вт.

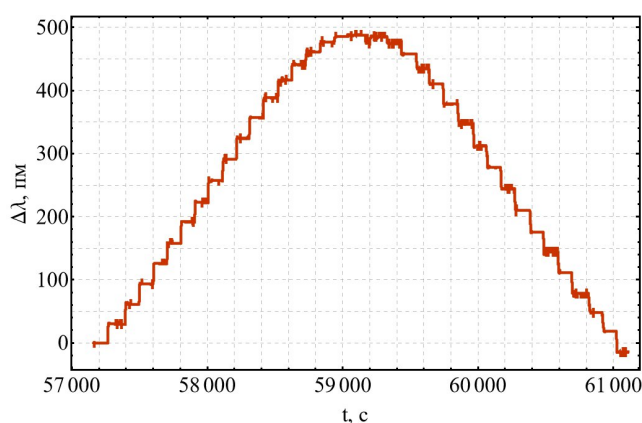


Рис. 2. Оптический сигнал при изменении угла наклона от 0° до 90° и от 90° до 0° с шагом 5°

На рисунке 3 представлена зависимость изменения длины волны от угла наклона в диапазоне от 0° до 90° при мощности нагревателя 1 Вт в диапазоне от 0° до 90° . На диапазоне до 60° наблюдается линейная зависимость.

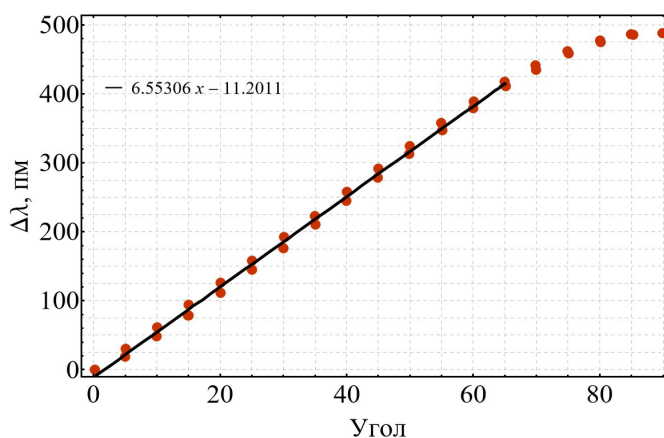


Рис. 3. Чувствительность датчика при мощности нагревателя 0.6 Вт в диапазоне от 0° до 60°

В ходе исследования был разработан инклинометр на оптоволоконных датчиках ВБР. Проведены испытания и определены основные характеристики: чувствительность (6.55 ± 0.04) пм/°, диапазон измерений угла наклона от -60° до $+60^\circ$, предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений угла 1%.

Литература

- [1] Качура С. М., Постнов В. И., *Труды Вуам.* **5 (77)** 52-61 (2019) C.I. Hartl, X.D. Li, C. Chudoba et al, *Opt. Lett.* **26**, 608-610 (2001)
- [2] Deng Y., Jiang J. *IEEE Sensors Journal.* **22(14)** 13811-13834 (2022)
- [3] Pei, H. F., Yin, J. H., & Jin, W. *Measurement Science and Technology*, **24(9)**, 095202. (2013).