

УДК 681.7.068

РАЗРАБОТКА АМПЛИТУДНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ

Волошина А.Л. (Университет ИТМО), Дмитриев А.А. (Университет ИТМО),
Куликова В.А. (Университет ИТМО), Майорова Е.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Варжель С.В.
(Университет ИТМО)

Введение. В настоящее время на мировом рынке возникает тенденция по созданию простых в использовании и экономически эффективных волоконно-оптических датчиков. Такому тренду отвечают сенсорные системы с амплитудной методикой опроса, которые позволяют использовать для детектирования сигнала фотоприемник, исключив из схемы дорогостоящий анализатор оптического спектра или интеррогатор [1]. В данной работе исследуется амплитудный волоконно-оптический датчик температуры и предлагается концепция системы опроса устройства для измерения температуры и давления одновременно, основанная на детектировании изменения оптической мощности сигнала. Приводится моделирование воздействия давления на чувствительный элемент сенсора в программной среде «COMSOL Multiphysics».

Основная часть. На первом этапе исследуется и разрабатывается амплитудный волоконно-оптический датчик температуры. Чувствительный элемент такой системы основан на n парах чирпированных волоконных брэгговских решеток (ЧВБР). Каждая пара дифракционных структур состоит из опорной и чувствительной решеток Брэгга. Использование n -пар позволяет масштабировать измеряемый сигнал и повысить температурную чувствительность. В ходе проведения температурного эксперимента чувствительный элемент помещается в ёмкость с водой и нагревается от 30 до 70 °С. Опорная ЧВБР не подвергается температурному воздействию. При нагреве спектр отражения чувствительной ЧВБР сдвигается в длинноволновую область, уменьшается величина перекрытия между спектрами опорной и чувствительной структур и увеличивается отраженный от этих структур сигнал. Чувствительность сенсорной системы на основе двух пар ЧВБР составляет 0,20 мкВт/°С, а датчика на основе одной пары ЧВБР – 0,13 мкВт/°С [2].

На следующем этапе предлагается концепция создания амплитудного волоконно-оптического датчика температуры и давления. Сенсорная система состоит из двух пар ЧВБР. Каждая пара состоит из опорной и чувствительной решеток Брэгга. В случае первой пары дифракционных структур чувствительный элемент подвергается воздействию и температуры, и давления, а во втором – только температурному воздействию. Сигналы от двух пар фильтруются с помощью ЧВБР с широкой шириной спектра на полувысоте, что позволяет отделить сигналы первой и второй пар. В результате на два фотоприемника приходят следующие сигналы: изменение оптической мощности из-за давления и температуры, изменение только из-за температурного воздействия. Затем путем обработки полученных сигналов воздействия температуры и давления отделяются.

В программной среде «COMSOL Multiphysics» моделируется воздействие давления на чувствительный элемент волоконно-оптического датчика. Рассчитывается величина растяжения участка оптического волокна с чувствительной ЧВБР. Из полученных результатов выбираются материалы и габариты будущего корпуса.

Выводы.

На первом этапе работы исследуется амплитудный волоконно-оптический датчик температуры на основе n -пар чирпированных решеток Брэгга. Чувствительность сенсора на основе двух пар ЧВБР составляет 0,20 мкВт/°С при измерении температуры в диапазоне от 30

до 70 °С. На втором этапе разрабатывается концепция схемы опроса волоконно-оптического датчика давления и температуры с амплитудной методикой опроса. Далее проводится моделирование воздействия давления на чувствительный элемент датчика и выбираются параметры будущего корпуса сенсора. Таким образом, предлагается концепция амплитудного волоконно-оптического датчика, который является экономически эффективным решением, отличается высокой скоростью детектирования сигнала и простотой схемы, а также соответствует тенденциям развития мирового рынка в области волоконно-оптической сенсорики.

Список использованных источников:

1. Zhang H, Jiang J, Liu S, Chen H, Zheng X, Qiu Y. Overlap Spectrum Fiber Bragg Grating Sensor Based on Light Power Demodulation // *Sensors*. – 2018. – № 18 (5). – P. 1597. – <https://doi.org/10.3390/s18051597>.
2. Voloshina A.L., Dmitriev A.A., Varzhel S.V., Kulikova V.A. Development and investigation of the sensitive element of the amplitude fiber-optic temperature sensor based on superimposed chirped Bragg gratings // *Optical Fiber Technology*. – 2023 – Vol. 75. – P. 103175. – <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2022.103175>.

Волошина А.Л. (автор)

Варжель С.В. (научный руководитель)