

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ДАТЧИКА ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Барабан Сергій, канд. техн. наук, асистент кафедри радіотехніки,
Думенко Денис, студент гр. Ртр-15мс,
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Останнім часом бурхливо розвиваються волоконно-оптичні системи передачі інформації [1], що призвело до стрімкого розвитку датчиків оптичного випромінювання [2, 3]. Виникла необхідність створити волоконно-оптичний датчик фізичних величин з заданою точністю і чутливістю в широкому діапазоні вимірювань фізичних величин, мінімізувати вплив на інформативний сигнал дестабілізуючих факторів, таких як температура середовища і нестабільність вихідної оптичної потужності джерела випромінювання.

Метою роботи є математичне моделювання розробленої схеми волоконно-оптичного датчика фізичних величин з покращеними метрологічними характеристиками.

Результати досліджень

Поставлена задача вирішується тим, що створений волоконно-оптичний датчик фізичних величин складається з джерела випромінювання з довжиною хвилі, що відповідає спектральній сприйнятливості приймачів випромінювання, випромінювання якого поширюється по світловодам розгалужувача і створює потоки, які проходять через робочий і опорний канали, що мають однакові розміри та знаходяться в одній робочій зоні, згідно з корисною моделлю, в каналах розміщено оптично зв'язані вхідний світловод, чутливий світловод та вихідний світловод, та, поширюючись далі, потрапляють на приймачі випромінювання, спектральна сприйнятливість яких узгоджена зі спектральним діапазоном випромінювання, при цьому лише чутливий світловод робочого каналу зазнає впливу фізичної величини, і за отриманими значеннями вихідних сигналів на приймачах випромінювання, що фіксуються реєструючим пристроєм та надходять до блока перетворення, оброблення, зберігання та відображення інформації, визначають значення фізичної величини, згідно з корисною моделлю, вимірювання потоку випромінювання на вихідних світловодах каналів відбувається приймачами випромінювання, джерелом випромінювання є напівпровідникове джерело випромінювання.

Вимірювання фізичних величин з заданою точністю і чутливістю в широкому діапазоні вимірювань фізичних величин, а також підвищення точності і чутливості вимірювання, а також мінімізація відхилення нормованих метрологічних характеристик в процесі експлуатації та мінімізація впливу на інформативний сигнал дестабілізуючих факторів, таких як температура середовища і нестабільність вихідної оптичної потужності джерела випромінювання, досягається за рахунок застосування робочого та опорного каналів, а саме – використовуючи дані, отримані з робочого та опорного

каналів. Застосування робочого та опорного каналів, а також світловодів, як чутливих елементів, дозволяє здійснювати вимірювання фізичних величин в умовах підвищеної дії теплових і електромагнітних полів, іонізуючих випромінювань і хімічно-агресивних середовищах.

При поширенні оптичного сигналу всередині світловоду відбувається його експоненціальне згасання, викликане втратою потужності P і обумовлене різними лінійними та нелінійними механізмами взаємодії світлових хвиль з середовищем світловоду. Закон згасання має вигляд

$$P = P_0 \cdot e^{-\alpha l}, \quad (1)$$

де P_0 – потужність, що потрапляє у світловод; l – довжина світловоду; α – коефіцієнт повних втрат світлової енергії у оптоволокну.

Коефіцієнт втрат світлової енергії у оптоволокну за рахунок макрозгинів розраховується за формулою

$$\alpha = -10 \cdot \lg \left\{ 1 - \frac{g+2}{2g\Delta} \cdot \left[\frac{2 \cdot a}{R} + \left(\frac{0.16\lambda}{R} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \right\}, \quad (2)$$

де g – коефіцієнт, що визначає вигляд профілю показника переломлення; $2a$ – діаметр серцевини світловоду; R – радіус згину.

Запропонований волоконно-оптичний датчик фізичних величин може бути використаний, як для дистанційного, так і для локального вимірювання відповідної фізичної величини.

Висновки

Розроблено волоконно-оптичний датчик фізичних величин із заданою точністю та чутливістю в широкому діапазоні вимірювань. Запропоноване схемотехнічне рішення дозволило мінімізувати вплив на інформаційний сигнал дестабілізуючих факторів, таких як температура і нестабільність вихідної оптичної потужності джерела випромінювання. Проведено математичне моделювання роботи волоконно-оптичного датчика фізичних величин.

Список використаної літератури

1. Осадчук В. С. Волоконно-оптичні системи передачі [Текст] : навчальний посібник / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук. — Вінниця : ВНТУ, 2005. — 225 с.
2. Розробка математичної моделі мікроелектронного перетворювача оптичного випромінювання [Текст] / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, О. М. Ільченко, С. В. Барабан // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2008. - № 1. - С. 160-170.
3. Частотний вимірювальний перетворювач потужності інфрачервоного випромінювання [Текст] / О. В. Осадчук, С. В. Барабан, О. С. Звягін, О. М. Жагловська // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2013. - № 1. - С. 82-87.