

СУЧАСНІ ВОЛОКОННІ ІНТЕРФЕРОМЕТРИ

Саєнко Є.О.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки каф. ФОЕТ,
м. Харків, Україна

тел. +38 (063) 118-65-25, e-mail: yehor.saienko@nure.ua

The purpose of this report is to consolidate knowledge related to the main physical processes that take place in modern fiber interferometers, the history of their origin, the structure of these devices, the principle of their operation, the main parameters and characteristics, and their application in various fields. The main types of modern fiber interferometers, namely the Mach-Zehnder, Fabry-Perot and Michelson interferometers, are considered.

Явище інтерференції світла лежить в основі багатьох високоточних вимірювальних систем та сенсорів механічних величин. Використання оптичних волокон дозволяє зробити такі пристрої надзвичайно компактними, адаптивними та економічними. У волоконно-оптичних інтерферометрах використовуються різні функціональні можливості оптичного волокна [1-4]. Найбільш типовими вимірюваними величинами являються температура, механічне переміщення, вібрація та тиск. У відповідності до їхньої зміни в таких пристроях змінюється показник заломлення оптичного волокна, що спричиняє зміну фази світлової хвилі, яка поширюється вздовж оптичного каналу.

На даний час запропоновано амперметри на оптичному волокні з алюмінієвим покриттям, акселерометри з стисненням (або розтягом) оптичного волокна від переміщення вантажу, вимірювачі напруженості електричного і магнітного поля або електричного струму і напруги – з покриттям волокна відповідно із магнітострикційного і електрострикційного матеріалу, або з оптичним волокном, намотаним на циліндр виготовлений з цих матеріалів.

Внутрішньоволоконні інтерферометричні датчики є галуззю, що швидко розвивається, оскільки ці датчики демонструють багато бажаних характеристик порівняно зі своїми звичайними волоконно-оптичними аналогами та реалізуються в багатьох перспективних пристроях. Ці датчики мають можливість виконувати надзвичайно точні вимірювання різноманітних фізичних або хімічних величин, таких як показник заломлення, температура, тиск, кривизна, концентрація тощо.

В схемі волоконно-оптичного інтерферометра Маха-Цендера дві інтерферуючі хвилі утворюються за рахунок поділу вхідного випромінювання оптичним розгалужувачем Х-типу (ОР), яке потім знову

з'єднується іншим розгалужувачем. Структурна схема волоконного інтерферометра Маха-Цендера зображена на рис. 1.

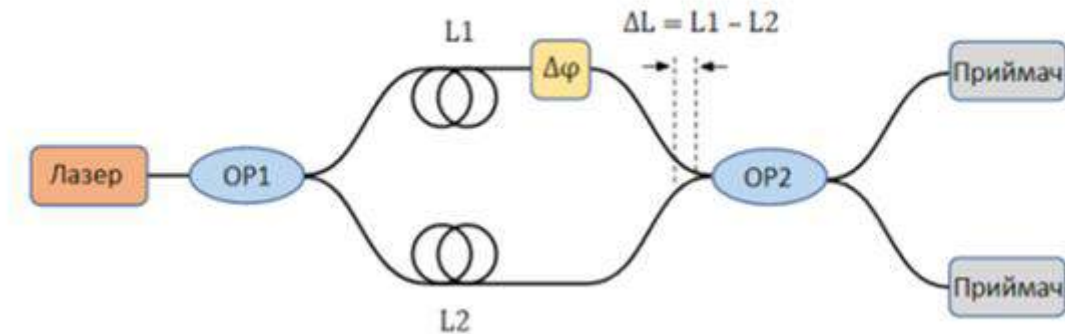


Рисунок 1 – Схема волоконно-оптичного інтерферометра
Маха-Цендера

Використовуючи оптичні з'єднувачі типу $N \times N$ з одномодовими оптичними волокнами, можна реалізувати інтерферометр з $N \times N$ кількістю оптичних трактів передачі сигналу, що дозволяє здійснювати паралельне опрацювання інформації та призводить до підвищення точності вимірювання і збільшення інформативності отриманого сигналу.

Окрім того можлива реалізація різних конструкцій інтерференційних давачів на основі оптичних волокон. Принцип інтерференційних вимірювань базується на накладанні двох або більше когерентних променів та вимірювання різниці фаз між ними.

Список використаних джерел:

1. Agrawal, G. P. (2020). Applications of Nonlinear Fiber Optics. Academic Press.
2. Mitschke, F. (2009) Fiber Optics. Physics and Technology. Springer.
3. Reza, A., Tofighi, S., Bathaee, M., Farm, F. (2012) Optical Fiber Interferometers and Their Applications. In I. Padron (Ed.), Interferometry – Research and Applications in Science and Technology (pp. 1-30). InTech.
4. Miliou A. (2021) In-Fiber Interferometric-Based Sensors: Overview and Recent Advances. Photonics, 8(7), 265. <https://doi.org/10.3390/photonics8070265>
5. Rao, Y. J., & Jackson, D. A. (2000) Principles of Fiber Optic Interferometry. Fundamentals. In K. T. V. Grattan, & B. T. Meggitt (Eds.), Optical Fiber Sensor Technology (pp. 167-191). Springer.