

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ ДАЧИКИ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАУРИ ТА МЕХАНІЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведений аналіз основних переваг та перспектив використання датчиків фізичних величин, чутливим елементом яких є оптичне волокно.

Ключові слова: сенсор, волоконно-оптичний датчик

Abstract

The analysis of the main advantages and prospects of using sensors of physical quantities, the sensitive element of which is an optical fiber, is made.

Key words: sensor, fiber optic sensor

Вступ

У даний час одним з важливих напрямків у розвитку техніки є сенсорика. Без достовірних даних про фізичні параметри матеріалів і елементів конструкцій неможливо правильне функціонування будь-якої технічної системи. Не зважаючи на досягнуті успіхи у створенні різноманітних датчиків, залишається актуальною задача вдосконалення конструкції датчиків, збільшення їх чутливості і надійності, розширення діапазону вимірювань, пошуку нових фізичних принципів, які використовуються для їх побудови.

Крім високих метрологічних характеристик, датчики повинні мати високу надійність, стабільність, завадостійкість, довговічність і простоту інтегрування у мікроконтролерні системи управління. Особливо це відноситься до таких галузей, як авіоніка, металургія, електроніка, теплотехніка і енергетика, медична техніка, високоточні системи озброєнь. Зазначеним вимогам у максимальному ступені задовольняють волоконно-оптичні датчики [1].

Перспективи використання волоконно-оптичних датчиків для вимірювання фізичних величин

Техніка волоконно-оптичних датчиків розвивалася одночасно з технікою волоконно-оптичної телекомунікації. Фізичні властивості оптичних волокон, які дозволяють їм служити як хвилеводи для світлового випромінювання, піддаються впливу навколишнього середовища, такого, як температура, тиск і деформація. Ці властивості оптичних волокон, які можуть розглядатися як недолік щодо здійснення телекомунікації, є важливою перевагою щодо виробництва волоконно-оптичних датчиків [1].

Сучасні волоконно-оптичні датчики дозволяють вимірювати багато фізичних параметрів таких, як тиск, температура, відстань, положення у просторі, швидкість обертання, швидкість лінійного переміщення, прискорення, коливання, маса, звукові хвилі, рівень рідини, деформація, коефіцієнт заломлення, напруженість електричного і магнітного поля, сила електричного струму, концентрація газу, доза радіаційного випромінювання і т. д. [2].

Волоконно-оптичні датчики мають ряд переваг. Завдяки використанню оптичних волокон в якості чутливих елементів відсутній вплив на результат вимірювання електромагнітних полів, побічного електромагнітного випромінювання, перехресних перешкод каналів, відсутні проблеми, пов'язані з контурами заземлення і з напругою зсуву в місцях з'єднання різнорідних провідників, істотно підвищується електрична безпека. Такі датчики мають високу стійкість до шкідливих впливів середовища; малі габарити і вага; високу механічну міцність; стійкість до підвищених температур,

вібрацій та ін., високу швидкість передачі даних [2-3].

Крім того, волоконно-оптичні датчики можуть використовуватися у вибухонебезпечному середовищі. Вони хімічно інертні, мають просту конструкцію і високу надійність. Деякі волоконно-оптичні датчики можуть використовуватися в ситуаціях, в яких електронні пристрої або взагалі не можна використовувати, або таке використання супроводжується значними труднощами і витратами: наприклад, вимірювання температури в високовольтних електричних апаратах, вимір струму і напруги в високовольтних лініях електропередачі, швидке вимірювання температури невеликих поверхонь, що мають малу теплопровідність, у важкодоступних місцях [2].

Принцип роботи волоконно-оптичних датчиків заснований на тому, що фізичний вплив на оптоволокно, такий як температура, тиск, сила натягу - локально змінюють характеристики пропускання світла і як наслідок, призводять до зміни характеристик сигналу, що проходить або зворотно відбивається [3]. При використанні в якості інформаційного параметра зворотно відбитого випромінювання отримується можливість визначати місце, в якому здійснюється зовнішній вплив, якщо датчик є розподіленим, тобто таким, за допомогою якого здійснюється безперервний контроль параметрів по довжині (об'єму) об'єкту у будь якій точці.

Просторова роздільна здатність досягається використанням оптичної рефлектометрії у часовій області, в якій оптичні імпульси вводяться в волокно, а варіації інтенсивності зворотного розсіювання, викликані вимірюваною величиною, реєструються як функція часу. При зворотному відбиванні променів відбувається частотний зсув Стокса-Брілюєна (так званий Брілюєнівський частотний зсув), який є [4] функцією температури або механічної напруги. Цей метод використовується для визначення температури або деформації. У деяких випадках вимірювана величина є середнім значенням по всій довжині волокна. Цей метод характерний для деяких температурних датчиків, а також для інтерферометрів, заснованих на ефекті Саньяка, застосовуваних як гіроскопи [2-4].

Інший тип волоконно-оптичних датчиків заснований на волоконних брегівських решітках. Принцип їх функціонування базується на тому, що брегівська довжина хвилі у решітці залежить не лише від періоду решітки, але й від температури та механічної напруги. Волоконні брегівські решітки можуть бути використані в інтерференційних оптичних волокнах, де вони використовуються тільки в якості відбивачів, і вимірюють фазовий зсув, що залежить від відстані між ними. Існують лазерні брегівські сенсори, де датчик решітки розташовується в останньому дзеркалі волоконно-оптичного резонатора лазера. Брегівська довжина хвилі, яка залежить, наприклад, від температури або механічної напруги, визначає довжину хвилі генерації. Цей підхід, який має багато варіантів подальшого розвитку, може надати високі результати через вузьку смугу спектральної області, яка характерна для волоконного лазера, та високу чутливість. У деяких випадках, пари брегівських решіток використовуються як волокно для інтерферометрів Фабрі-Перо, які характеризують дуже високою чутливістю до зовнішніх впливів [5].

Висновки

Волоконно-оптичні датчики є перспективними та такими, що практично не мають альтернатив для контролю вимірюваної величини у великій кількості точок або безперервно по трасі волокна. Це надає можливість створювати інформаційно-вимірювальні системи для багатоточкового моніторингу температури або механічної деформації з високою точністю, чутливістю та стійкістю до електромагнітних завад та інших зовнішніх впливів. При цьому сам чутливий елемент датчика виявляється поєднаним з каналом передачі вимірювальної інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волоконно-оптические датчики: перспективы промышленного применения. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2193/doc/54040/>. - Назва з екрана.
2. Гончаренко И.А., Рябцев В.Н. Датчики контроля состояния инженерных и строительных конструкций на основе оптических волноводных структур // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – № 2 (18). – 2013. – С. 118 – 132.
3. Волоконно-оптические датчики температуры. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://temperatures.ru/pages/volokonno_opticheskie_datchiki_temperatury. - Назва з екрана.
4. Распределенные волоконно-оптические датчики на принципе вынужденного бриллюэновского рассеяния. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://euroasia-science.ru/tehnicheskie-nauki/raspredeleennye-volokonno-opticheskie-datchiki-na-principe-vynuzhdenного-brillyuenovskogo-rasseyaniya/>. - Назва з екрана.
5. Волоконно-оптические датчики. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.laser-portal.ru/content_359. - Назва з екрана.

Стадник Максим Володимирович — студент групи ЛТО-17мз, факультет автоматики та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maksim.stadnik92@gmail.com;

Зборовський Вадим Петрович — студент групи ЛТО-17мз, факультет автоматики та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vadim_zborovskiy@ukr.net;

Науковий керівник: **Тарновський Микола Геннадійович** — к.т.н, доцент кафедри лазерної та оптикоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Stadnik Maksim V.— Department of of Automation and Computer Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, fkca.LTO-17mz, maksim.stadnik92@gmail.com;

Zborovskiy Vadim P.— Department of of Automation and Computer Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, fkca.LTO-17mz, vadim_zborovskiy@ukr.net;

Supervisor: **Tarnovskyi Mykola G** - candidate of technical sciences, associate professor Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.