

ENGINEERING AND IT

UDC 681.586

EOI 10.11232/2663-4139.16.30

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК ТИСКУ

СТРОКОВ Ігор Володимирович

здобувач вищої освіти факультету електроніки

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»***НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:****ЧАДЮК Вячеслав Олексійович**

кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УКРАЇНА

Анотація.

У роботі проведено детальний опис волоконно-оптичних датчиків фізичних величин. Представлені елементи, що найчастіше використовуються в датчиках тиску. Проаналізована перспективність використання обраного сенсора у сферах діяльності з урахуванням особливостей та переваг даного типу датчиків тиску.

Ключові слова: *оптоелектроніка; волоконно-оптичний; ємнісний сенсор тиску; датчик тиску.*

Сьогодні ВОС дає нам можливість вимірювати практично все: тиск, температуру, відстань, положення в просторі, швидкість обертання, швидкість лінійного переміщення, прискорення, коливання, масу, звукові хвилі, рівень рідини, деформацію, коефіцієнт заломлення, електричне поле, електричний струм, магнітне поле, концентрацію газу, дозу радіаційного випромінювання, на використовуванні пучків таких волокон ґрунтується вся техніка ендоскопії.

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.



© Строків І.В., 2020

© Strokov I., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139><http://eoi.citefactor.org/10.11232/2663-4139.16.30>

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. При використанні в якості інформаційного параметра зворотно відбитого випромінювання отримується можливість визначити 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-Брилюєна (так званий Брилюєнівський частотний зсув), який є 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.

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.

Оскільки датчик на брегівських ґратах є новим, мало дослідженим типом датчиків, який має великі можливості для контролю розподілених параметрів, виберемо його для дослідження та розроблення конструкції вимірювальної системи. Цей датчик може вимірювати декілька фізичних параметрів, але у даній роботі

зосередимося на вимірюванні лише напружень у деформованих конструкціях, здійснюваних одночасно у багатьох точках. Прикладами таких конструкцій можуть бути балки у будівельних спорудах, арки та прольоти мостів тощо. Для реалізації таких вимірювань оптичне волокно з множиною брегівських ґрат, які мають різний період, закріплюють на конструкції, освітлюють широкосмуговим джерелом випромінювання і реєструють спектри випромінювання, відбитого від кожної окремої ґратки. Чим більше напруження елемента конструкції, тим сильніше розтягується волокно і тим більше зміщення спектра відбитого випромінювання.

Волоконна брегівська ґратка являє собою ділянку оптичного волокна, в серцевині якого показник заломлення періодично змінюється в поздовжньому напрямку (рис. 1).

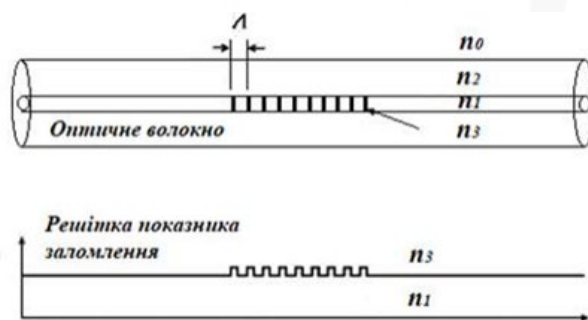


Рис.1. Волоконна брегівська ґратка

Випромінювання, що поширюється по оптичному волокну, являє собою комбінацію власних мод світловоду: направляються і випромінювальних. Випромінювальні моди оптичного волокна формують безперервну функцію, а направляються відповідають дискретного набору постійних поширення β_i . При відсутності змін в показнику заломлення, моди поширюються без взаємодії один з одним. Тому період модуляції показника заломлення вибирається таким чином, щоб забезпечити необхідне резонансна взаємодія між обраними модами світловода. Ця модуляція показника заломлення пов'язує основну моду оптичного волокна з модою, що розповсюджується в зворотному напрямку. В результаті, на дискретній довжині хвилі розповсюджується по оптичному волокну випромінювання відбивається від волоконної брегівської ґратки. Коефіцієнт відбиття залежить від глибини модуляції показника заломлення, а центральна довжина відбитої хвилі визначається умовою Бреґга.

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda, \quad (1)$$

де: λ_B - довжина хвилі брегівського резонансу, n_{eff} - ефективний показник заломлення серцевини волокна для центральної довжини хвилі, Λ - період брегівської ґратки.

Світло, що поширюється в серцевині оптичного волокна, розсіюється кожною граню ґратки показника заломлення. Якщо умови Бреґґа не виконуються, то відбите від кожної грані ґратки світло не потрапить в фазі, в кінці кінців, загасає. Для довжин хвиль, які задовольняють умові Бреґґа, внески відбитого світла від кожної грані ґратки показника заломлення складаються і поширюються по волокну в зворотному напрямку.

Висновок

Найчастіше вибір ОВ не обмежується вибором ОДВ або БВ. Асортимент оптичних волокон досить різноманітний, і в залежності від досліджуваних об'єктів, найкраще рішення може виявитися використання конкретного типу волокна під необхідну ситуацію. ОВ можна назвати не лише найкращим фізичним середовищем для передачі інформації, а й найбільш перспективним передавачем потоків великого обсягу інформації на значні відстані.

При розгляді різних типів ВОД, в даній роботі був вибраний датчик на основі брегґівських ґрат, через унікальні характеристики даного типу датчиків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Варжель, С. В. (2015). *Волоконні береговські ґратки*. СПб.: Університет ІТМО.
- [2] Окоси, Т. та ін. (1990). *Волоконно-оптичні датчики*. Львів: Енергоатомвидавн. Ленінгр. відділення.
- [3] *Праці Міжнародного симпозиуму «Надійність і якість» (Т. 2)*. (2015). Пенза: ПГУ.

FIBER-OPTICAL PRESSURE SENSOR

STROKOV I., *Student of the Faculty of Electronics*
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

SCIENTIFIC ADVISER:

CHADIUK Viacheslav, *Ph.D (Technical sciences), Associate professor*
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

UKRAINE

Abstract. The detailed description of fiber-optic sensors of physical quantities is carried out in the work. The elements most often used in pressure sensors are presented. The prospects of using the selected sensor in the field of activity are analyzed, taking into account the features and advantages of this type of pressure sensors.

Keywords: *optoelectronics; fiber optic; capacitive pressure sensor; pressure sensor.*



© Строков І.В., 2020
© Strokov I., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>
<http://eoi.citefactor.org/10.11232/2663-4139.16.30>