

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СЕНСОРІВ

Новенко М. Д.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail maksym.novenko@nure.ua

Анотація: У роботі проводиться загальний аналіз особливостей волоконно-оптичних сенсорів. Ці особливості розглянуті з аспекту галузі використання; з аспекту принцип дії та конструкційні особливості. В результаті, аналіз дав можливість виявити основні параметри за якими планується розробити структурно-параметричну модель, що надалі дозволить розробити автоматизовану систему, яка буде працювати, як інформаційно-довідкова та накопичувальна для того, щоб можна було вибрати необхідну модель ВОС.

Ключові слова: аналіз, конструкція, волоконно-оптичний, сенсор.

ANALYSIS OF FIBER-OPTICAL SENSORS FEATURES

M. Novenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauki Avenue, 14

E-mail maksym.novenko@nure.ua

Abstract: The general analysis of fiber-optic sensors features is carried out in work. These features are considered from aspect of use field; from aspect of operation principle and design features. As a result, analysis made it possible to identify main parameters for which it is planned to develop a structural-parametric model, which will further develop an automated system that will work as a reference and cumulative in order to select required FOS model.

Key words: analysis, design, fiber optic, sensor.

Швидкий розвиток автоматизованих систем управління і контролю, впровадження нових технологічних процесів, обумовлює стрімке зростання потреби в сенсорах.

Сенсоризація виробничої діяльності, тобто, заміна органів чуття людини на сенсори, повинна розглядатися в якості третьої промислової революції слідом за першими двома – машинно-енергетичної та інформаційно-комп'ютерної [1].

Волоконно-оптична технологія виявляється незрівнянно краще, ніж звичайні оптичні рішення. Це пов'язано з нечутливістю до електромагнітних завад, мінімальними втратами, а також можливістю використання широкої смуги модульованого світлового пучка [2].

При передачі сигналу часто доводиться знімати показники про частотні та сигнальні зміни, для їх завантаження в системи управління, з метою подальшої обробки. Для цього потрібні волоконно-оптичні сенсори, здатні приймати та передавати частоти в певному діапазоні вимірювань.

Волоконно-оптичний сенсор (рис. 1) (ВОС) – датчик, який використовує оптичне волокно або як чутливий елемент, або як засіб ретрансляції сигналів від віддаленого датчика до електронного блоку, який обробляє сигнали («зовнішні датчики») [3].

Сучасний розвиток автоматизації вимагає впровадження нових підходів і безпечних технологій при вимірюванні різних фізичних величин, в тому числі на основі волоконно-оптичного принципу дії, тому тема роботи є актуальною.

Спочатку розглянемо особливості з точки зору використання. Існує багато способів використання волокна для дистанційного зондування.

ВОС використовуються залежно від необхідності:

- невеликий розмір;
- вони не потребують електричної напруги у віддаленому місці;

- багато датчиків можуть бути мультиплексові по довжині волокна з використанням світла з різною довжиною хвилі для кожного датчика;
- вимірюють час затримки, за який світло проходить уздовж волокна через кожен датчик.

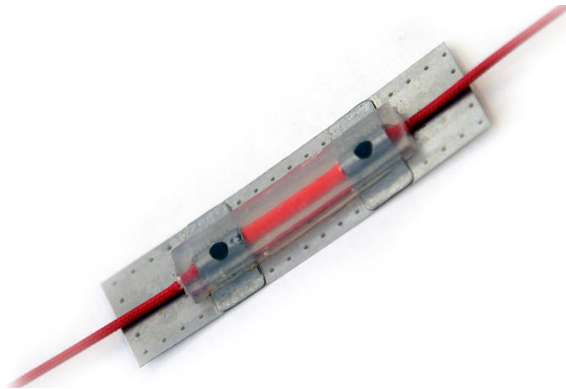


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд сучасного волоконно-оптичного сенсора

Особливість ВОС в тому, що оптичні волокна можуть бути використані, як сенсори для вимірювання:

- напруги;
- температури;
- тиску та інших величин.

Тобто, змінюючи волокно при цьому вимірювана величина буде визначатися змінами інтенсивності, фази, поляризації, довжини хвилі або часу проходження світла у волокні.

Сенсори, які реагують на зміну інтенсивності світла, є простими, бо мають тільки просте джерело сигналу та відповідний приймач.

В результаті аналізу виявлено, що особливість внутрішніх ВОС полягає в тому, що вони можуть, за необхідності, забезпечувати розподілене зондування на дуже великих відстанях.

Температура може бути виміряна за допомогою ВОС за дуже низькими втратами або на основі аналізу комбінаційного розсіювання світла в оптичному волокні.

Електрична напруга може детектуватися за допомогою нелінійно-оптичних ефектів у особливим чином легованому волокні, які змінюють поляризацію світла залежно від напруги або електричного поля [4].

Існують спеціальні волокна, наприклад, довгоперіодні волоконні решітки (рис. 2), які можуть бути використані для визначення напрямку [3].

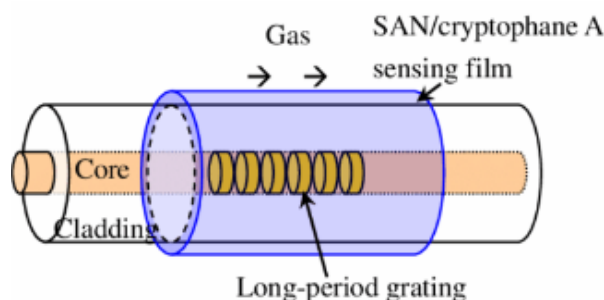


Рисунок 2 – Структурна схема трьохплетеної довгоперіодної волоконної решітки

Оптичні волокна використовуються також, як гідрофон для сейсмічних і гідролокаційних пристроїв.

ВОС температури і тиску було розроблено для свердловинних вимірювань у нафтових свердловинах. Волоконно-оптичний сенсор добре підходить для цього середовища, бо він

функціонує за дуже високих температур, коли не можуть функціонувати напівпровідникові сенсори «розподіленого вимірювання температури».

Волоконно-оптичні сенсори було розроблено і для одночасного вимірювання температури і напруги з дуже високою точністю за допомогою волоконно-бреггівської решітки. Це особливо корисно при отриманні інформації від невеликих складних структур. Розсіяння Бріллюена може бути використане для визначення напруги і температури на великих відстанях (20-30 км).

Далі розглянемо особливості ВОС з точки зору принципу дії (рис. 3).

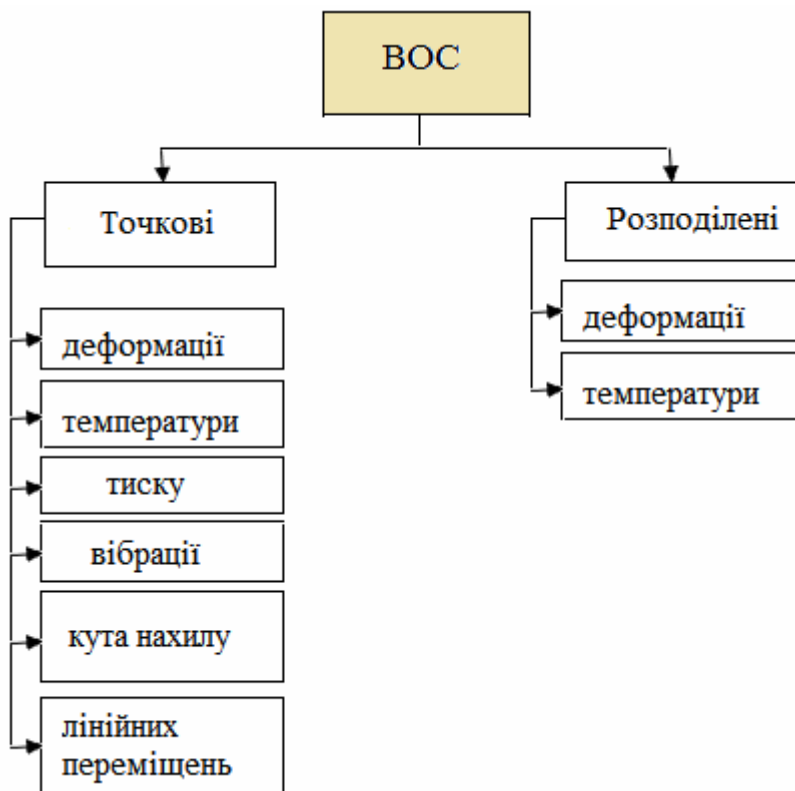


Рисунок 3 – Класифікація ВОС за принципом дії

В точкових ВОС чутливим елементом є волоконні бреггівські решітки.

ВОС розподілення: складається з двох частин – опитувального пристрою з лазерним джерелом і оптоволоконного вимірювального кабелю.

Класифікація основних типів ВОС наведена на рис. 4.

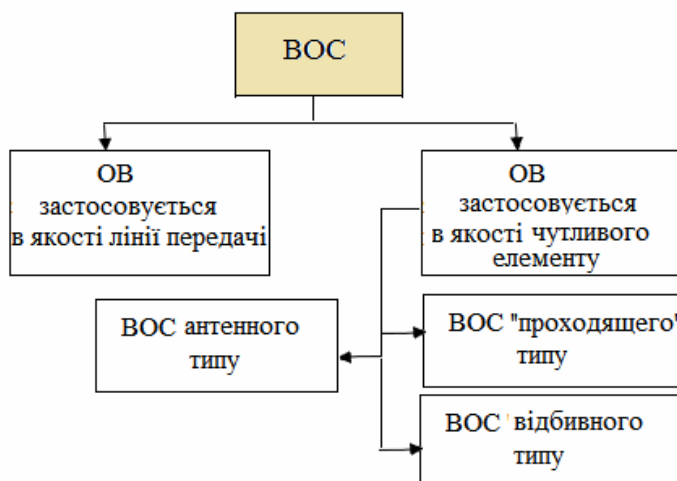


Рисунок 4 – Класифікація основних типів ВОС

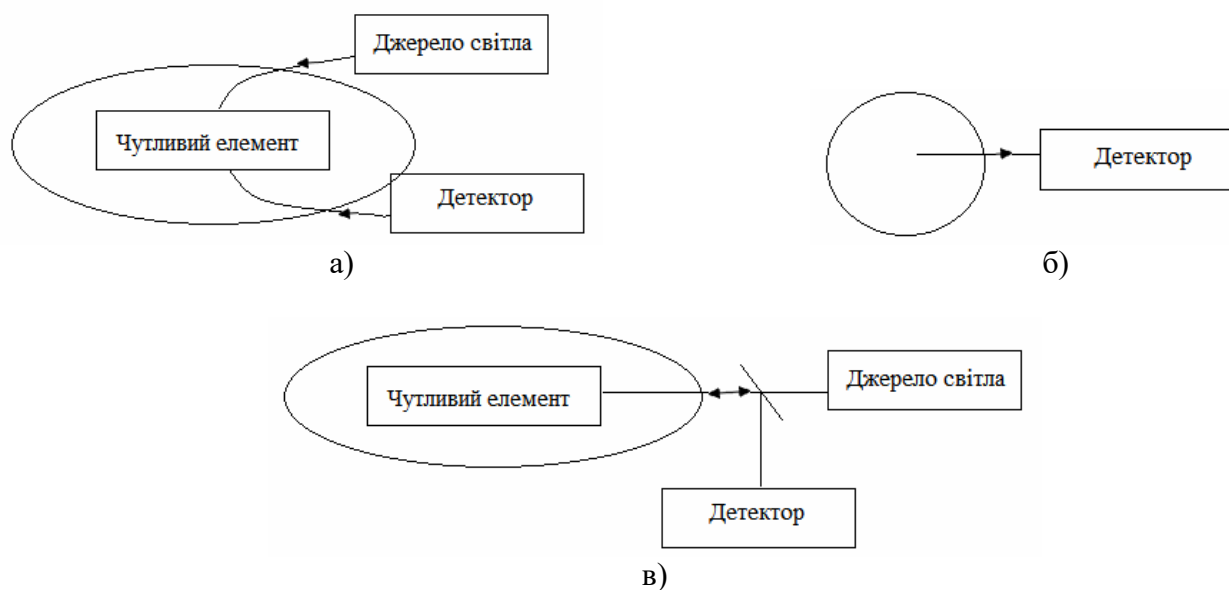
До волоконно-оптичних сенсорів з волокном в якості лінії відносяться сенсори:

- на основі зміни інтенсивності світла;
- на основі поляризації світла;
- на основі зсуву частоти світла.

До волоконно-оптичних сенсорів з волокном в якості чутливого елементу відносяться сенсори:

- на основі інтерференції;
- на основі зміни втрат;
- розподілення.

Схематично сенсор «проходящего» типу можна представити (рис. 5, а), сенсор антенного типу (рис. 5, б) та відбивного типу (рис. 5, в).



а) «проходящего» типу; б) антенного типу; в) відбивного типу
Рисунок 5 – Схематичне зображення ВОС

Таким чином, у роботі проводиться аналіз особливостей волоконно-оптичних сенсорів. Ці особливості розглянуті з аспекту галузі використання; з аспекту принцип дії та конструкційні особливості. В результаті, аналіз дав можливість виявити основні параметри за якими планується розробити структурно-параметричну модель, що надалі дозволить розробити автоматизовану систему, яка буде працювати, як інформаційно-довідкова та накопичувальна для того, щоб можна було вибрати необхідну модель ВОС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Окоси Т. Волоконно-оптические датчики / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу, Х. Нисихара, К- Кюма, К- Хататэ. – СПб.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
2. Куликов А. В. Волоконно-оптические акустические сенсоры на брэгговских решетках // СПб: НИУ ИТМО. – 2012. – С. 49.
3. Udd E. Design and application of fiber optic sensors / E. Udd. – Wiley, 2017. – 400 p.
4. Мясин Н. И. Применение волоконно-оптических сенсоров / Н. И. Мясин, М. А. Попов // European research. – 2018. – С. 45-47.

Науковий керівник: Світлана Вікторівна Сотник, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки