

Кошовий М. Д., д.т.н., професор,
Кошова І.І., аспірант
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Україна, 61070, м. Харків, вул. Чкалова 17
e-mail: kafedraapi@ukr.net, тел. 8-057-788-43-03,
Костенко О. М., д.т.н., доцент
Полтавська державна аграрна академія
Україна, 36000, м. Полтава, вул. Сковороди 1/3
e-mail: kostenko@pdaa.com.ua,
Рожнова Т.Г., к.т.н., асистент
Харківський національний університет радіоелектроніки
e-mail: tetiana.rozhnova@nure.ua

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ ДАТЧИКИ ТИСКУ

Abstract. *The paper suggest pressure sensors. The sensors will find application in control and diagnostic systems as well as in information measuring systems of various purposes to pressure measuremet.*

Key words: *pressure sensors, control and diagnostic systems, information measuring systems*

Постановка проблеми. У сучасних інформаційно-вимірювальних системах застосовуються волоконно-оптичні датчики тиску [1,2]. Проектування і розробка таких датчиків пов'язані з проблемою розширення діапазону вимірювання тиску, підвищення їх чутливості, надійності та ремонтоздатності.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Волоконно-оптичні датчики з пружними чутливими елементами [1] мають характерні похибки, пов'язані з гістерезисом, пружною післядією, впливом вібрацій, ударів і температури. У волоконно-оптичних датчиках тиску підвищеної точності з пружними чутливими елементами [2] відсутня можливість динамічно налагоджувати діапазон вимірювання тиску. Для волоконно-оптичного перетворювача тиску з динамічно налагоджуваним діапазоном [3] характерні наступні недоліки: обмежений діапазон вимірювання тиску; недостатні чутливість, надійність та ремонтоздатність.

Мета роботи. Пропонуються волоконно-оптичні датчики тиску з динамічно налагоджуваним діапазоном, які забезпечують розширення діапазону вимірювання тиску, підвищення їх чутливості, надійності та ремонтоздатності.

Основні матеріали дослідження. Підвищення чутливості та розширення діапазону вимірювання тиску досягається за рахунок введення у прототипі [3] (п-1) виконаних із п'езоматеріалу ізолюваних прокладок з електричними контактами і блока комутації, що своїм входом під'єднаний до блока обробки інформації, а виходами до електричних контактів ізолюваних прокладок, де n – кількість піддіапазонів вимірювання тиску [4].

Волоконно-оптичний датчик тиску з динамічно налагоджуваним діапазоном (рис.1) працює наступним чином.

Джерело оптичного випромінювання 1 генерує оптичне випромінювання заданої потужності і подає його в світловод 2, який передає оптичне випромінювання до призми повного внутрішнього відбиття 7. Зазор d між мембраною 9 і основою призми 7 може змінюватися під дією тиску $P_{вх}$, що призводить до зміни відбитої частини оптичного випромінювання. Зменшення зазору d призводить до все більшого

проникнення оптичного випромінювання в мембрану 9 і поглинання оптичної енергії. Відбите випромінювання через грань призми 7 передається по оптичному світловоду 4 до приймача оптичного випромінювання 5, який перетворює його в електричний сигнал. Блок обробки інформації 6 перетворює електричний сигнал у значення тиску $P_{\text{вим}}$.

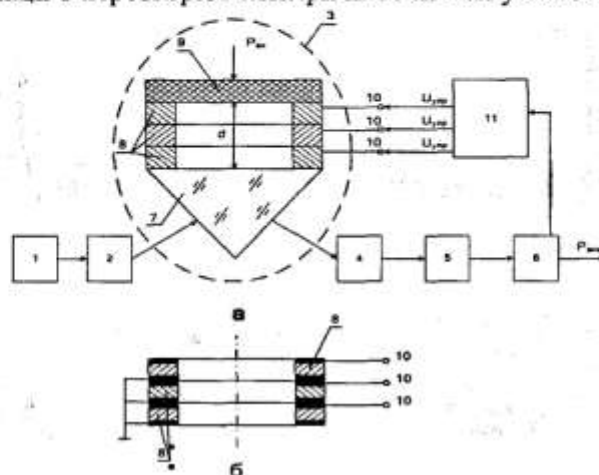


Рис. 1. Волоконно-оптичний датчик тиску:

а – функціональна схема; б – схема з'єднання електричних контактів ізолюваних прокладок;
1- джерело випромінювання, 2,4 – світловоди, 3 – чутливий елемент, 5 – приймач, 6 – блок обробки інформації, 7 – призма повного внутрішнього відбиття, 8 – ізолювані прокладки,
9 – відбиваюча мембрана, 10 – блок комутації

При перевищенні максимально допустимого тиску $P_{\text{вх}}$ зазор d між відбиваючою мембраною 9 і призмою 7 вибирається повністю, і чутливий елемент втрачає працездатність, що визначається по величині вихідного сигналу приймача оптичного випромінювання 5.

Для розширення діапазону вимірювання датчика сигнал управління $U_{\text{упр}}$ із блока обробки інформації 6 подається на контакти 10 нижньої прокладки 8. При цьому нижня прокладка 8 деформується і збільшується зазор між призмою 7 і мембраною 9.

В подальшому при зміні діапазону вимірювання тиску $P_{\text{вх}}$ сигнал управління $U_{\text{упр}}$ подається на контакти 10 другої ізолюваної від нижньої прокладки 8. При цьому кількість піддіапазонів вимірювання визначається кількістю n ізолюваних прокладок 8.

Таким чином, управління величиною зазору d між призмою і мембраною дозволяє розширити діапазон вимірювання тиску і збільшувати чутливість датчика.

Для підвищення надійності та ремонтоздатності волоконно-оптичного датчика за рахунок вбудованого контролю додатково вводиться блок порівняння 13, який своїми входами 12 підключений до електричних контактів ізолюваних прокладок 8 і виходу блока 6 обробки інформації [5] (рис.2).

Для оцінки працездатності датчика тиску на блок порівняння 13 поступають сигнали із блоку обробки інформації 6 та із електричних контактів 12 прокладок 8. Рівність цих сигналів ($\Delta P_{\text{вим}} = 0$) вказує на працездатність каналів вимірювання тиску запропонованим датчиком. Випадок коли $\Delta P_{\text{вим}} \neq 0$ вказує на непрацездатність одного із каналів вимірювання.

Таким чином, волоконно-оптичний датчик тиску дозволяє підвищити надійність і ремонтоздатність за рахунок введення вбудованого контролю.

Для оцінки працездатності датчика тиску на блок порівняння 13 поступають сигнали із блоку обробки інформації 6 та із електричних контактів 12 прокладок 8. Рівність цих сигналів ($\Delta P_{\text{вим}} = 0$) вказує на працездатність каналів вимірювання тиску запропонованим датчиком. Випадок коли $\Delta P_{\text{вим}} \neq 0$ вказує на непрацездатність одного із каналів вимірювання.

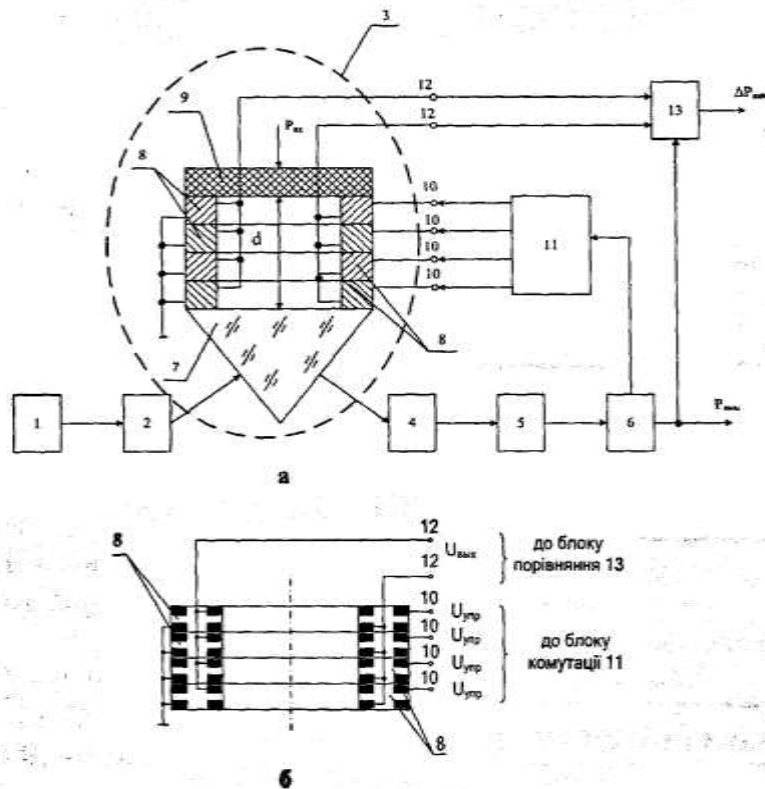


Рис. 2. Волоконно-оптичний датчик з вбудованим контролем:
а - функціональна схема, б - схема з'єднання електричних контактів ізоляованих прокладок

Таким чином, волоконно-оптичний датчик тиску дозволяє підвищити його надійність і ремонтоздатність за рахунок введення вбудованого контролю.

Висновки. Використання запропонованих волоконно-оптичних датчиків тиску дозволяє розширити діапазон вимірювання тиску та підвищити чутливість, надійність і ремонтоздатність.

Список літератури

1. N.D. Koshevoy, V.A. Gordienko, O.N. Koshevoy, T.G. Rozhnova. Comparative analysis of pressure sensors with digital output // Telecommunications and Radio Engineering, 2003, Vol.60, №№3,4, p.p. 154-156. DOI:10.1615/TelecomRadEng.V.60.i34.180.
2. Датчики давления с цифровым выходом: монографія / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко, И.И. Кошова, Т.Г. Рожнова. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2017. – 108 с.
3. Пат. №2456563(13), РФ, МПК G01L 11/02. Волоконно-оптический преобразователь давления с динамически настраиваемым диапазоном / В.И. Бусурин, М.А. Жеглов, Звей Ней Зо, В.В. Коробков (РФ). – №2010122460/28; заявл. 02.06.2010; опубл. 20.07.2012. – 3с.
4. Пат. №119363, Україна, МПК G01L 11/02. Волоконно-оптичний датчик тиску / М.Д. Кошовий, В.А. Дергачов, І. І. Кошова, О.М. Костенко, Т.Г. Рожнова (Україна). – №U201702823; заявл. 27.03.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. №18. – 2с.
5. Пат. №124929, Україна, МПК G01L 11/02. Волоконно-оптичний датчик тиску з динамічно налагоджуваним діапазоном / М.Д. Кошовий, В.А. Дергачов, О.В. Заболотний, О.М. Костенко, І.І. Кошова, (Україна). – №U201711466; заявл. 23.11.2017; опубл. 25.04.2018, Бюл. №8. – 3с.