

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК ТИСКУ

Кошовий М. Д.¹, Рожнова Т. Г.², Рожнова В. О.¹, Ситник В. В.¹¹Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут",²Харківський національний університет радіоелектроніки

Запропоновано новий датчик тиску, що може використовуватися в системах контролю та діагностики, а також в інформаційно-вимірвальних системах різноманітного призначення для вимірювання тиску.

Постановка проблеми. У сучасних системах керування та контролю широко застосовуються датчики тиску з пружними чутливими елементами. Для цих елементів характерні похибки, пов'язані з гістерезисом, пружною післядією, впливом вібрації, ударів і температури. Тому виникає задача підвищення точності вимірювання тиску такими датчиками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомий датчик тиску з цифровим виходом [1], заснований на використанні фотоелектричного методу. В ньому інформація про тиск передається шляхом переміщення темної рідини в прозорій трубці, що з'єднує два сильфона. Це переміщення фіксується фотоприймачами, які розміщені на вихідних торцях світловодних волокон. Застосування волоконно-оптичного кабелю дозволило забезпечити високу розподільну здатність, але в датчику не скомпенсовані характерні для пружних елементів похибки.

Датчики тиску [2], в яких застосовуються волоконно-оптичні перетворювачі також мають перераховані вище недоліки.

Відомий також волоконно-оптичний датчик тиску [3], який має наступні недоліки:

- недостатня точність вимірювання тиску, обумовлена впливом вібрацій, температури та інших факторів;
- неможливість його застосування для випробування мембран.

Мета статті. Пропонується волоконно-оптичний датчик тиску з пружним чутливим елементом, який забезпечує підвищену точність вимірювання вказаного параметру.

Основні матеріали дослідження. Волоконно-оптичний датчик тиску заснований на способі вимірювання [4] шляхом сканування поверхні мембрани світловими сигналами та прийому відбитих сигналів

фотоприймачем.

На рис.1 зображено конструкцію волоконно-оптичного датчика тиску [5], а на рис.2 – функціональну схему датчика.

Волоконно-оптичний датчик тиску для випадку, коли кількість передаючих світловодів $n=16$, працює наступним чином.

Мікроконтролер 8 виконує почергове включення світлодіодів 6 шляхом подачі цифрових сигналів драйверу світлодіодів 11. Драйвер перетворює отриманий сигнал у номер світлодіода, який необхідно підключити, і подає на нього струм фіксованої величини. Світлодіод в свою чергу перетворює цей струм у світловий потік.

Передаючі світловоди 3 почергово, відповідно з програмою, засвічують поверхню мембрани 1, яка закріплена в корпусі 2 та сприймає тиск P . Засвічування, наприклад, виконується спочатку по горизонтальній, а потім по вертикальній осям симетрії мембрани (від крайніх світловодів 3 до центрального приймаючого світловода 4).

Мембрана під дією тиску P , температури, а також вібрацій змінює свою форму. Відбиті від поверхні мембрани світлові сигнали потрапляють в зону приймаючого світловода 4, а по ньому на фотоприймач 5, який перетворює інтенсивність світлового потоку в напругу.

Отримані значення напруги в аналого-цифровому перетворювачі 7 перетворюються в цифровий код. Після того як мікроконтролер отримав 16 значень напруги, він виконує розрахунок поточного значення тиску з використанням алгоритму цифрової обробки сигналів, а також його коригування по показанням цифрового датчика температури 9.

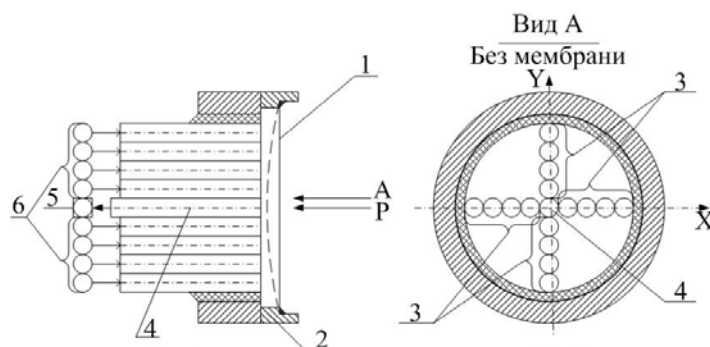


Рисунок 1 – Конструкція волоконно-оптичного датчика тиску

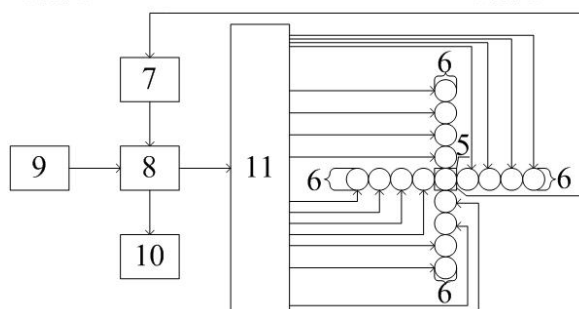


Рисунок 2 – Функціональна схема датчика

При цьому значення тиску визначається за фор-

мулою $P_{кор} = P_{cp} + \Delta P$, де $P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^4 P_{zop_i} + \sum_{i=1}^4 P_{вер_i}}{8}$ – се-

реднє значення тиску; $\Delta P = f_T(T)$ – поправка з ура- хуванням дії температури T , яка вибирається з пам'яті мікроконтролера; P_{zop_i} – значення тиску, яке визнача- ється за результатами вимірювання відбитих оптич- них сигналів, що надходять від двох передаючих світ- лододів, торці яких розміщені на горизонтальній вісі симетрії мембрани (вліво та вправо) на однакових відстанях від початку координат; $P_{вер_i}$ – значення тис- ку, яке визначається за результатами вимірювання відбитих оптичних сигналів, що надходять від двох передаючих світловодів, торці яких розміщені на вер- тикальній вісі симетрії мембрани (уверх та униз) на однакових відстанях від початку координат. Причому $P_{zop_i} = f_{zop_i}(U_{cp,zop_i})$, а $P_{вер_i} = f_{вер_i}(U_{cp,вер_i})$ вибираються з пам'яті мікроконтролера за середніми значеннями напруги, що отримані після перетворення відбитих світлових сигналів, що надійшли від відповідних передаючих світловодів.

Отримане значення тиску $P_{кор}$ передається на ци- фровий індикатор 10.

За рахунок сканування поверхні мембрани світ- ловими сигналами та обробки в мікроконтролері перетворених відбитих сигналів зменшуються похибки від впливу температури, вібрацій та інших факторів.

При випробуванні мембрани на її вхід подаються еталонні значення тиску, а в мікроконтролері знайдені за перетвореними відбитими оптичними сигналами прогини мембрани порівнюються з еталонними, що зберігаються у пам'яті мікроконтролера. За результа- тами порівняння видається інформація про працездат- ність мембрани.

Висновки. Використання запропонованого воло- конно-оптичного датчика дозволяє підвищити точ- ність вимірювання тиску, розширити його функціо- нальні можливості, а саме забезпечення функції випро- бування мембран для оцінки їх працездатності.

Список використаних джерел

1. Пат. №58353А, Україна, МПК G01L 7/06, G01L 7/18. Пристрій для вимірювання тиску / М. Д. Кошовий, О. М. Кошовий, Т. Г. Рожнова (Україна). – №2002129565; Заявл. 02.12.2002; Опубл. 15.07.2003,

Бюл. №7. – 3с.: іл.

2. Кошовий М. Д. Датчики тиску з волоконно- оптичними перетворювачами / Н. Д. Кошовий, Т. Г. Рожнова, В. О. Кунич. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенко.–2006.–Вип. 43.– Т.2.– С.128–132.

3. Шапарь В. Н. Кольцевые многоканальные во- локонно-оптические преобразователи для оптических датчиков физических величин / В. Н. Шапарь, С. В. Свечников, В. Х. Ягнуров, В. И. Васильева // Сборник научных трудов III Международной научной конфе- ренции "Функциональная компонентная база микро-, опто- и нанoeлектроники".–Харьков – Кацивели, 2010. –С.224–229.

4. Пат. №91917, Україна, МПК G01L 11/00, G01L 9/00. Спосіб вимірювання тиску / М. Д. Кошовий, Т. М. Макарюк, Т. Г. Рожнова, В. О. Рожнова (Україна). – №U201400173; Заявл 13.01.2014; Опубл. 25.07.2014, Бюл. №14. – 2с.: іл.

5. Пат. №92188, Україна, МПК G01L 11/00, G01L 9/00. Волоконно-оптичний датчик тиску / М. Д. Ко- шовий, Т. М. Макарюк, Т. Г. Рожнова, В. О. Рожнова (Україна). – №U201400183; Заявл 13.01.2014; Опубл. 11.08.2014, Бюл. №15. – 3с.: іл.

Аннотация

ВОЛОКОННО–ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Кошевой Н. Д., Рожнова Т. Г., Рожнова В. А., Ситник В. В.

Предложен новый датчик давления, который может применяться в системах контроля и диагностики, а также в информационно-измерительных системах разного назначения для измерения давления.

Abstract

FIBER-OPTIC SENSOR OF PRESSURE

N. Koshevoy, T. Rognova, V. Rognova, V. Sitnik

The paper suggest new pressure sensor. The sensor will find their application in control and diagnostic systems as well as in information measuring systems of various purposes to pressure measurement.