

УДК 681.586.5

Н.С. Дараган, О.І. Мощенко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ СИГНАЛІВ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ ТИСКУ ВІДБИВНОГО ТИПУ

У статті запропоновано засіб диференціального перетворення сигналів в волоконно-оптичних перетворювачах тиску відбивного типу, відмітною особливістю якого є те, що першим вимірювальним каналом реєструється зміна переміщення центральної частини мембрани, а другим вимірювальним каналом – зміна кута нахилу периферійної частини мембрани.

Ключові слова: Волоконно-оптичний перетворювач тиску, вимірювальний канал.

Вступ

Постановка задачі. Для зменшення впливу зовнішніх факторів (температури, вібрацій, вологості, параметрів джерел живлення) на результат вимірювання в датчиках застосований новий принцип диференціального перетворення сигналів, тому питання, які пов'язані з диференціальним перетворенням сигналів у волоконно-оптичних перетворювачах тиску є актуальним в авіаційній галузі.

Аналіз літератури. В джерелах [1 – 5] описується диференціальне перетворення сигналів у ВОПД відбивного типу, де в джерелі [1] – розрахунок і проектування вимірювальних приладів і систем.

В [2] – волоконно-оптичні датчики тиску аттенуаторного типу літальних апаратів.

В [3] – волоконно-оптичний перетворювач переміщення.

В [4] - волоконно-оптичні системи

В [5] – засоби збільшення пропускної здатності волоконно-оптичних ліній, але в цій літературі не висвітлюються питання, які пов'язані засобом диференційного перетворення сигналів у волоконно-оптичних перетворювачів тиску відбивного типу.

Мета статті. Запропонувати засіб диференційного перетворення сигналів у волоконно-оптичних перетворювачах тиску відбивного типу.

Основний матеріал

Розглянемо засіб диференціального перетворення сигналів у волоконно-оптичних перетворювачів (ВОПД) відбивного типу, коли обидва канали диференціальної схеми перебувають в однакових робочих умовах, сприймають одну і ту ж вимірювану фізичну величину (тиску) і за допомогою одного і того ж чутливого елемента (мембрани) перетворюють її у зміну інтенсивності оптичного сигналу від одного і того ж джерела випромінювання.

При цьому перший вимірювальний канал (ВК) реагує на перпендикулярне переміщення центральної частини дзеркальної поверхні мембрани, а дру-

гий - на кутове переміщення периферійної частини дзеркальної поверхні тієї ж мембрани.

На рис. 1 наведена спрощена конструктивна схема одного з варіантів волоконно-оптичного датчика тиску (ВОДТ), в якому базовим елементом є диференціальне волоконно-оптичне перетворення датчика (ВОПД) відбивного типу. Датчик містить перший жгут підвідних оптичних волокон (ПОВ) 1 і відвідних оптичних волокон (ВОВ) 2, загальний торець яких закріплено у втулці 3 на відстані X_0 , що відбиває поверхні мембрани 4, виконаної як єдине ціле зі штуцером 5. Початковий зазор між мембраною і загальним торцем робочого жгута оптичного волокна (ОВ) виставляється за допомогою прокладки 6. Під втулку 3 жорстко закріплена за допомогою прокладки 6 і корпусу 7 щодо штуцера 5. У втулці 3 на відстані X_0 , що відбиває поверхні мембрани 4 жорстко закріплений загальний торець другий жгута підвідних і відвідних 9 оптичних волокон.

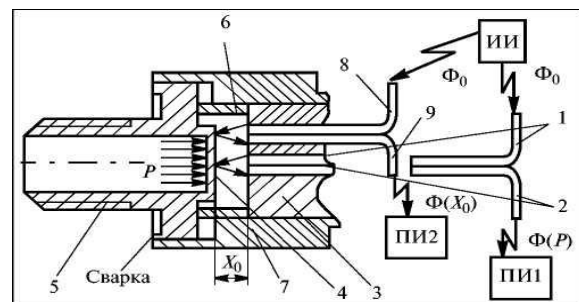


Рис. 1. Спрощена конструктивна схема диференціального ВОПД відбивного типу

Оптичні осі ПОВ і ООВ другий жгута розташовані щодо відповідних оптичних осей ПОВ і ООВ перший жгута на відстані A .

Розглянемо роботу датчика.

Світловий потік Φ_0 від джерела випромінювання Π за ПОВ 1 і 8 прямує до поверхні, що відбиває мембрани 4. Під дією тиску мембрани 4 прогинається. Інтенсивність потоків, відбитих від неї і вступних у ООВ 2 і 9 змінюється.

У першому ВК (в зоні першого джгута волокон) наступні перетворення (рис. 1). Промені світла від ПСВ 1 проходять шлях X_i до дзеркала і шлях X_i у зворотному напрямку до ООВ 2 під апертурний кут OB_{NA} до оптичної осі ОВ. При цьому в площині ООВ 2 спостерігається освітлена кільцева зона. Так як площа світлового плями на поверхні, що відбиває мембрани дуже мала у порівнянні з площею мембрани, то можна з достатньою точністю вважати, що під дією тиску P центральна частина поверхні мембрани переміщується перпендикулярно оптичній осі ВОПД

Під дією вимірюваного тиску P мембрана 4 прогинається на величину W і її центральна частина переміщується в напрямку X . При цьому змінюється положення кільцевої зони щодо ООВ 2 в напрямку $-Z_1$, що веде до зміни майданчика $S_{пр1}$ приймального торця ООВ 2, освітленій відбитим від дзеркала світловим потоком.

Таким чином, відбуваються такі перетворення:

$$P \rightarrow W \rightarrow X \rightarrow -Z_1 \rightarrow \Phi_1(P), \quad (1)$$

$\uparrow \Phi_1$

де Φ_1 – світловий потік, введений в зону вимірювання за ПОВ перший ВК.

У другому ВК (в зоні другого джгута волокон) відбуваються аналогічні перетворення. Промені світла від ООВ 9 під апертурний кут до оптичної осі ОВ. При цьому в площині ООВ 9 спостерігається освітлена кільцева зона. Під дією вимірюваного тиску P периферійна частина мембрани 4, розташована на відстані приблизно рівному A осі мембрани, прогинається на кут λ .

При цьому змінюється положення освітленій кільцевої зони щодо ООВ 9 в напрямку $+Z_2$, яке веде до зміни площі світлової плями приймального торця ООВ 8, освітленій відбитим від дзеркала світловим потоком.

Так як прогин центральної частини мембрани W невеликий і відповідно кут λ дуже малий, то можна з достатньою точністю вважати, що $\lambda \sim W / R$ (R – радіус мембрани), тобто наступна схема перетворення:

$$P \rightarrow W \rightarrow \lambda \rightarrow -Z_2 \rightarrow \Phi_2(P), \quad (2)$$

$\uparrow \Phi_2$

де Φ_2 – світловий потік, введений в зону вимірювання за ПОВ другий ВК.

За ООВ 2 першого і другого вимірювальних і каналів світлові потоки направляються на приймачі випромінювання ПВ1 і ПВ2 першого і другого вимірювальних каналів відповідно.

Приймачі випромінювання ПВ1 і ПВ2 перетворюють оптичні сигнали $\Phi_1(P)$ і $\Phi_2(P)$ в електричні сигнали $I_1(P)$ і $I_2(P)$, які надходять на вхід блоку перетворення інформації, де формується різниця сигналів $I_1(P) - I_2(P)$

Перетворення, що відбуваються в ВОДД, представлені на рис. 2. При зміні температури навколишнього або вимірюваного середовища змінюються геометричні параметри мембрани: товщина h і радіус R , а також пружні властивості мембрани, що веде до зміни модуля пружності матеріалу мембрани E . Для зменшення температурної похибки датчика, зумовленої перерахованими чинниками, підвищення чутливості перетворення, а також виключення впливу на точність вимірювання таких факторів, як неінформативні вигини кабелю, зміни потужності випромінювання ШІ, чутливості вимірювального перетворювача, доцільно сформувати відношення різниці сигналів до їх суми:

$$[I_1(P) - I_2(P) / I_1(P) + I_2(P)] \sim (\Phi_1 - \Phi_2 / \Phi_1 + \Phi_2). \quad (3)$$

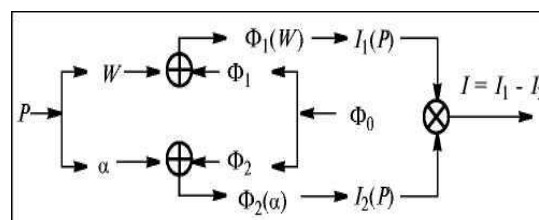


Рис. 2. Послідовність перетворення сигналів диференціального ВОДД відбивного типу

Висновки

1. Запропоновано засіб диференціального перетворення сигналів ВОПД ВТ.
2. Надана послідовність перетворення сигналів диференціального ВОПД відбивного типу.
3. Запропонована конструктивна схема диференціального ВОПД відбивного типу.

Список літератури

1. Молчанов А.Г. Теорія, розрахунок і проектування вимірювальних приладів і систем: навч. пос. / А.Г. Молчанов, В.А. Мецєряков, Т.І. Мурашкіна. – Львів: ПГУ, 1998. – 352 с.
2. Волоконно-оптичний датчик тиску аттенюаторного типу літальних апаратів / Е.А. Бадєєва, В.А. Мецєряков, Т.І. Мурашкіна, А.Г. Півкін // Датчик і системи. – 2003. – С. 11-14.
3. Заявка на винахід № 2005109815, МПК6 G01 У 21/00. Волоконно-оптичний перетворювач переміщення / Т.І. Мурашкіна, А.Г. Півкін, Є.А. Бадєєва.
4. Волоконно-оптичні системи: довідник / Під ред. І.І. Гроднева. – 1993. – 346 с.
5. Волоконно-оптичні лінії зв'язку: довідник / Під ред. С.В. Свечнікова. – 1999. – 346 с.
6. Бріскер А.С. Способи збільшення пропускної здатності волоконно-оптичних ліній ГТС / А.С. Бріскер, В.В. Бистров, В.В. Ільїн. – К.: Електрозв'язок, 1991. – 256 с.

Надійшла до редколегії 14.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, доцент В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ДАВЛЕНИЯ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ТИПА**

Н.С. Дараган, А.И. Мощенко

В статье предложен способ дифференциального преобразования сигналов в волоконно-оптических преобразователях давления отражательного типа, отличительной особенностью которого является то, что первым измерительным каналом регистрируется изменение перемещения центральной части мембраны, а вторым измерительным каналом – изменение угла наклона периферийной части мембраны.

Ключевые слова: волоконно-оптический преобразователь давления, измерительный канал.

**DIFFERENTIAL TRANSFORMATION OF SIGNALS TO FIBER-OPTICAL CONVERTERS
OF PRESSURE OF REFLECTIVE TYPE**

N.S. Daragan, O.I. Moschenko

In the article the method of the differential signal shaping is offered in the fiber-optical converters of pressure of reflecting type, the distinctive feature of which is mo, that the first measuring channel is register the change of moving central part of membrane, and by the second measuring channel is a change of angle of slope of peripheral part of membrane.

Keywords: fiber-optical converters of pressure, measuring channel.