

цювати з малими сигналами; розробка метрологічного забезпечення вимірювальних пристроїв на основі магніторезистивних перетворювачів.

Література

1. Витяганець А.І., Вунтесмері В.С. Засоби вимірювання активної потужності на низьких та середніх частотах "IN SITU" // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2007. – Вип. 34. – С. 112–118.
2. Vountesmeri V.S., Smolianinov V.G., Vytiaganets A.I. Magneto-resistive measuring transformer of active power // Proc. 18th Intern. Crimean Conf. "Microwave and Telecommunication Technology" (CriMiCo'2008). – Sevastopol: Veber. – 2008. – P. 688–689. – ISBN: 978-966-335-171-1.
3. Фишер-Криппс А.С. Интерфейсы измерительных систем. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2006. – 336 с. – ISBN: 5-94833-017-6.
4. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. – М.: Радио и связь, 2004. – 168 с. – ISBN: 5-256-01715-2.
5. Захаров И.П. Обработка результатов измерений: Учеб. пособие. – Харьков: Изд-во НУЖД. – 2002. – 126 с. – ISBN: 966-610-064-9.

Витяганець А.І. Інтерфейс магніторезистивного перетворювача активної потужності. Розглянуто апаратний і програмний інтерфейси магніторезистивного вимірювального перетворювача активної потужності, проаналізовано результати статистичної обробки багаторазового вимірювання активної потужності вимірювальним перетворювачем.

Ключові слова: вимірювання потужності, магніторезистивний перетворювач

Витяганець А.І. Інтерфейс магніторезистивного преобразователя активной мощности. Рассмотрено аппаратный и программный интерфейсы магніторезистивного преобразователя активной мощности, проанализированы результаты статистической обработки многократного измерения активной мощности.

Ключевые слова: измерение мощности, магніторезистивный преобразователь

Vytiaganets A.I. Interface of magneto-resistive converter of active power. The vehicle and programmatic interfaces of magneto-resistive converter of active power are considered, the results of statistical treatment of the multiple measuring of active-power are analysed.

Key words: measuring of active power, magneto-resistive converter

УДК 681.586.5; 531.768

ТРИКОМПОНЕНТНИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР. ПРИНЦИП ДІЇ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ДАВАЧА

Дубіковський А.О., Дем'яненко П.О.

Конструктивна схема запропонованого трикомпонентного цифрового ВОА (ЦВОА) представлена на рис 1. Вона являє собою систему, яка складається з інертної маси 6, що підвішена на кінці кварцового волоконно-оптичного світловода 3, консольно закріпленого іншим кінцем на двигуні 5 приладу. Оптичне волокно є передавачем потоку світла, джерелом – світлодіод 2, жорстко скріплений з ротором двигуна 5. Приймачем сигналу є фотоприймач 4 круглої форми, роз-

ділений на чотири сектори.

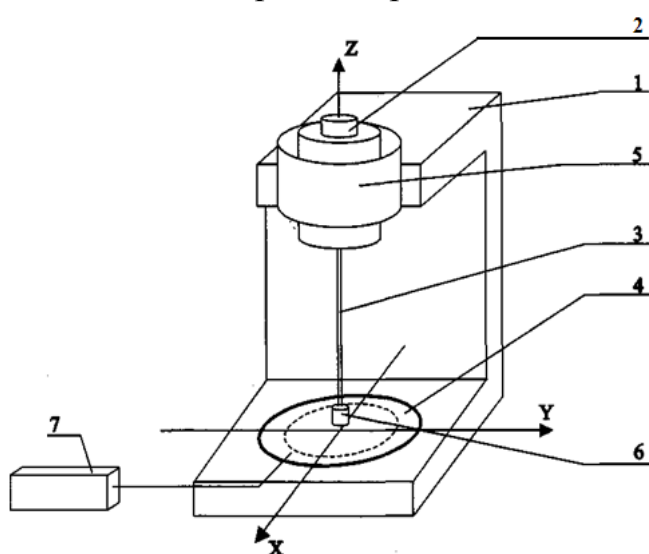


Рис. 1. Конструктивна схема ВОА

Корпус 1 може бути виконаний з матеріалу (латуні), який забезпечує жорстку фіксацію елементів конструкції. Оптичне волокно є стандартним типу "кварц-кварц" у поліакрілатному захисному покритті із загальним діаметром 200 - 300 мкм. Фотоприймач 4 є фотодіодом типу ФДК. Інертна маса може бути виконана з, наприклад, електротехнічної сталі. Будемо вважати, що кварцовий волоконно-оптичний світловод фізичного маятника ВОА є однорідним

стрижнем довжиною l і вагою mg , який закріплений за допомогою шарніру в точці O , рівномірно обертається навколо осі OZ , що проходить через цю точку з кутовою швидкістю ω . Через те, що кварцовий світловод обертається навколо осі OZ власного обертання, то під дією сили інерції він буде відхилятися від осі OZ на кут θ_0 . Від кута θ_0 залежить роздільна здатність волоконно-оптичного давача (ВОД). Щоб скласти з вертикаллю заданий кут θ_0 , кутова швидкість, з якою повинен обертатися стрижень, повинна визначатися за формулою:

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{2l \cos \theta_0}}$$

Звідки видно, що відхилення стрижня від вертикалі, починається лише коли:

$$\omega > \sqrt{3g/2l}$$

Величина радіуса R кола, що описує фізичний маятник ВОД, з одного боку визначається довжиною стрижня l і заданим кутом θ_0 , а з іншого, визначає роздільну здатність чутливого елемента приладу.

Принцип дії акселерометра наступний. Від світлодіода 2 сигнал передається на фотоприймач 4. При включенні акселерометра під дією обертання валу двигуна кінець консолі здійснює кругові рухи у площині, яка паралельна площадкам фотоприймача (див. рис. 2).

Кожен раз при проходженні кінця консолі над будь-якою лінією розділу фотоприймальних площадок 4 (чотири рази за оберт маятника) у електронному блоці формуються короткі електричні імпульси.

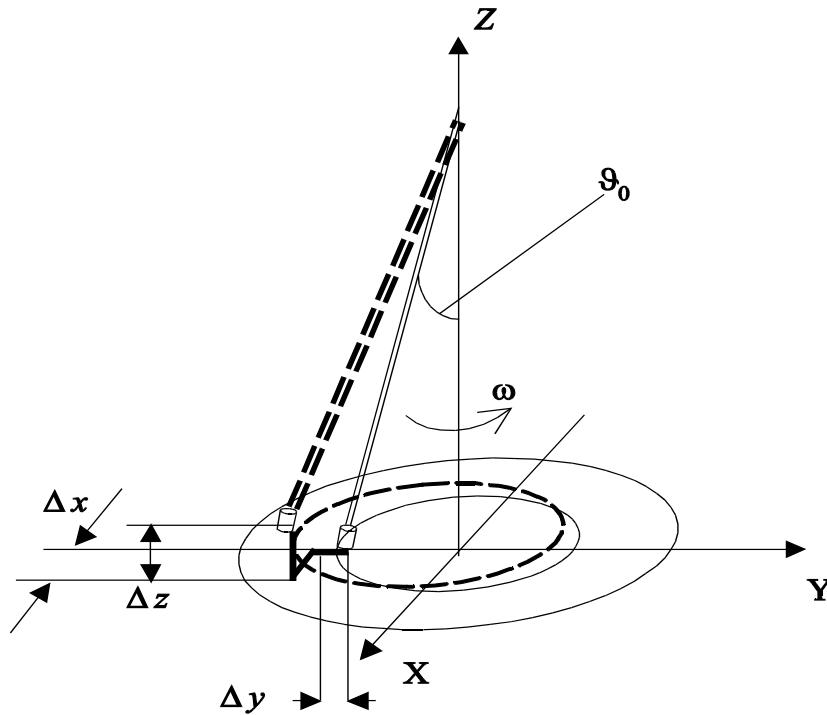


Рис. 2. Кінематична схема ВОД

Вочевидь, при відсутності дії на маятник 3 прискорення, проміжки часу перебування маятника по обидві сторони від кожної з ліній розділу приймальних площадок 4 будуть однаковими, відповідно, однаковими будуть і проміжки часу між відповідними цим лініям імпульсами, сформованими у електронному блоці 7. Таким чином, електронний блок буде формувати часову послідовність коротких електричних імпульсів, яка складається з двох "X"- та "Y"- послідовностей, кожна з яких відповідає "своїй" лінії розділу фотоприймальних площадок. [2]

При дії на акселерометр прискорення a_x або a_y , вектор якого паралельний площині приймального вікна фотоприймача, стан рівноваги маятника зміщується (від початкового) на величину Δx або Δy відповідно. Величина цього зміщення визначається величинами діючого прискорення, інертною масою b та жорсткістю консолі. При цьому проміжки часу перебування маятника по обидві сторони від кожної з ліній розділу фотоприймальних площадок T' , T'' не однакові. Звідси, кожна з двох послідовностей S' , S'' імпульсів, які формуються у електронному блоці, матимуть свою довжину: одна - більшу, друга - меншу. Сумарна довжина послідовності імпульсів буде незмінною як і період обертання T_0 . Таким чином, різниці цих проміжків часу ΔT_x , $\Delta T_y \in$ мірою величин проєкцій на осі чутливості X, Y діючого на акселерометр прискорення. [3]. При дії на акселерометр прискорення a_z , вектор якого паралельний осі чутливості Z, проміжки часу T' , T'' матимуть однакову довжину, але при цьому зміниться період обертання маятника T , який на величину ΔT_z відрізняється від величини T_0 – періоду обертання маятника при $a_z = 0$. Величина

T_0 служить точкою відліку при вимірюванні величини прискорення a_z [1]. При відсутності прискорення проміжки часу T_0' , T_0'' , які формують "X"- та "Y"- послідовності, будуть однаковими та у сумі складатимуть T_0 :

$$T_0 = T_{X_0}' + T_{X_0}'' = T_{Y_0}' + T_{Y_0}'' \quad (1)$$

З параметрами модулятора величина T_0 зв'язана наступним чином [1]:

$$T_0 = \sqrt{\frac{ml^3}{3EI}} \quad (2)$$

де m – величина інерційної маси маятника, l – його довжина, E – модуль Юнга матеріалу підвісу, I – момент інерції поперечного перерізу підвісу. При наявності складової прискорення a_z отримаємо:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{3EI}{ml^3} + \frac{a_z}{l}}} = \frac{T_0}{\sqrt{1 + \frac{a_z T_0^2}{4\pi^2 l}}} \quad (3)$$

де $T = T_X' + T_X'' = T_Y' + T_Y''$, при цьому різниці проміжків часу T' , T'' :

$$\begin{aligned} \Delta T_X &= T_X' + T_X''; \\ \Delta T_Y &= T_Y' + T_Y''; \\ \Delta T_Z &= (T_X' + T_X'') - (T_{X_0}' + T_{X_0}'') = (T_Y' + T_Y'') - (T_{Y_0}' + T_{Y_0}''). \end{aligned} \quad (4)$$

З іншого боку, зміщення положення рівноваги у координатах X , Y , Z , матиме вигляд [1]:

$$\begin{cases} \Delta x = l \sin \theta_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} \sin \frac{\pi \Delta T_X}{2T} \\ \Delta y = l \sin \theta_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} \sin \frac{\pi \Delta T_Y}{2T} \\ \Delta z = l \left(\sqrt{1 - \frac{T}{T_0} \sin^2 \theta_0} - \cos \theta_0 \right) \end{cases} \quad (5)$$

Таким чином, рівняння вимірювання, які використовуються у математичній моделі ЦВОА будуть такими:

$$\begin{cases} \Delta T_x = \frac{2\sqrt{T_0^2 + T_0\Delta T_z}}{\pi l \sin \theta_0} \Delta x \\ \Delta T_y = \frac{2\sqrt{T_0^2 + T_0\Delta T_z}}{\pi l \sin \theta_0} \Delta y \\ \Delta T_z = \frac{2T_0 \cos \theta_0}{l \sin^2 \theta_0} \Delta z \end{cases} \quad (6)$$

Розглянемо вплив природних дестабілізуючих факторів на роботу ЦВОА, побудованому по наведеній схемі [4]. У першу чергу до них відносяться температурні ефекти, які можуть впливати на параметри маятникового чутливого елемента, а також нестабільність періоду обертання маятника як реальної автоколивальної системи з кінцевою величиною добротності.

Найбільш суттєвий вплив на точність вимірювань акселерометра може викликати температурна залежність параметрів маятника, у першу чергу зміна довжини маятника із-за теплового видовження його підвісу. Оцінимо величину цього фактора. З виразу для періоду маятника (2) запишемо вираз для оцінки температурної похибки періоду обертання маятника:

$$\delta T = \frac{3}{2} \frac{\Delta L}{L} + \frac{1}{2} \frac{\Delta E}{E} + \frac{1}{2} \frac{\Delta I}{I} = (7\alpha_l + \alpha_E) \frac{\Delta \Theta}{2} \quad (7)$$

де α_l і α_E – температурні коефіцієнти розширення кварцу та модуля Юнга, відповідно; $\Delta \Theta$ – робочий діапазон температур ЦВОА. Підстановка в (7) числових значень ($\alpha_l = \alpha_E = 1 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$; $\Delta \Theta = 100 \text{K}$) дає $\delta T \cong 10^{-5}$.

Така величина похибки може перекреслити наведені вище оцінки характеристик чутливості та точності ЦВОА. Отже для знешкодження даного фактору необхідно ввести у алгоритм обробки результатів вимірювання ЦВОА підпрограму відповідного температурного коректування.

Другим найбільш суттєвим фактором, що впливає на результати вимірювань, є нестабільність періоду обертання маятника. Для подолання даної проблеми необхідно ввести усереднення результатів вимірювань за 10-15 періодів обертання маятника.

Для опису руху ВОА застосовувались два методи:

- рівняння Лагранжа-Максвелла [5];
- рівняння Ейлера [6].

Література

1. Демьяненко П.А. Точность измерений посредством волоконно-оптических датчиков (проблемы и пути их решения). / Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. - 1995 - Вып.29, с.88-93.
2. Демьяненко П.А., Зиньковский Ю.Ф., Прокофьев М.И. Прецизионный цифровой акселерометр с волоконно-оптическим датчиком. // Радиоэлектроника. Изв. высш.

уч. заведений. – 1997. – Т. 40. – № 1. – С. 39-47.

3. Демьяненко П.А., Зиньковский Ю.Ф., Прокофьев М.И. Обработка сигналов в измерителях с импульсными волоконно-оптическими датчиками. // Радиоэлектроника. Изв. высш. уч. заведений -1998. - Т.41. - №8. - С.54-60.

4. Демьяненко П.А., Зиньковский Ю.Ф., Прокофьев М.И. Учет некоторых ограничений пороговой чувствительности и точности измерений в импульсных волоконно-оптических акселерометрах. // Радиоэлектроника. Известия высш. учеб. ний - 1999. - Т.42 - №1. С.54-60.

5. Левитский Н.И. Колебания в механизмах: Учеб. пособие для втузов.- М.: Наука. - 1988. – 336 с.

Дубиковський А.О. Конструктивна схема трикомпонентного волоконно-оптичного акселерометра. Принцип дії волоконно-оптичного давача. Приведена конструкція робочої моделі цифрового волоконно-оптичного акселерометра та базові рівняння та параметри, що описують режими роботи пристрою.

Ключові слова: Волоконно-оптичний давач, конструктивна схема, базові рівняння та параметри.

Дубиковский А.А. Конструктивная схема трехкомпонентного волоконно-оптического акселерометра. Принцип работы волоконно-оптического датчика. Приведена конструкция рабочей модели цифрового волоконно-оптического акселерометра и базовые уравнения и параметры, описывающие режимы работы устройства.

Ключевые слова: Волоконно-оптический датчик, конструктивная схема, базовые уравнения и параметры.

Dubikovsky A.A. Structural diagram of three fiber-optical accelerometer. The operating principle of the fiber-optical gage. A design of a working model of a digital fiber-optical accelerometer and the basic equations as well as parameters describing the modes of the device are given.

Key words: Fiber-optical gage, construction arrangement, basic equations and conditions.