

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УСТАНОВКИ З ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи покращення швидкодії і точності вимірювань кута повороту оберненого маятника установки з дослідження внутрішнього тертя.

Ключові слова: внутрішнє тертя, абсолютний шифратор, датчик кута повороту, крутильний маятник.

Abstract

There have been considered methods of improvement of operation speed and measurement accuracy of the inverse pendulum rotation angle of a device for the research of internal friction.

Keywords: internal friction, absolute encoder, angle rotation sensor, torsion pendulum.

Вступ

Відомо, що коливання, штучно викликані в твердому тілі, з часом затухають, перетворюючись в теплову енергію. Різні механізми перетворення пружної енергії коливань в теплову називають внутрішнім тертям. Найбільш поширеними методами вимірювання внутрішнього тертя є непрямі методи, засновані на спостереженні вільних або вимушених коливань стержнів в діапазоні частот від 10^{-3} до 10^{11} Гц. Діапазони частот, в яких проводять дослідження, умовно можна розділити на чотири групи: інфразвукові ($10^4 - 10^1$ Гц), звукові ($10^2 - 10^4$ Гц), ультразвукові ($10^4 - 10^8$ Гц) і гіперзвукові ($10^9 - 10^{11}$ Гц).

Найбільш простим і зручним з методів інфразвукового дослідження є метод крутильного маятника. Метод крутильного маятника володіє, як перевагами, так і недоліками. Основними недоліками є неоднорідність деформації в зразку і наявність розтягуючого навантаження, що створене масою інерційної системи, яка прикріплена до нижнього кінця зразка. Крутильний маятник, позбавлений останнього недоліка, запропонований Енгом і Вертом, називають оберненим маятником. Найбільш вдалий варіант оберненого маятника розроблений Пігузовим.

Результати досліджень

В дослідженні було запропоновано методи, які дозволяють покращити точність та швидкодію вимірювальної системи установки з дослідження внутрішнього тертя. Для безконтактного вимірювання кута повороту запропоновано скористатись підходами, що використовуються в абсолютних шифраторах.

Найперспективніші у використанні для вимірювання кутів є такі підходи для побудови абсолютних шифраторів (енкодерів): датчики на ефекті Холла, ємнісні датчики, оптичні датчики.

При вимірюваннях з використанням датчиків на ефекті Холла на осі маятника встановлено постійний діаметрально намагнічений магніт, а над ним чотири датчика Холла парами симетрично відносно осі обертання. В цьому випадку незначне зміщення в горизонтальній площині падіння сигналу на одному датчику компенсується ростом на симетричному йому датчику.

Поворот маятника, з встановленим на ньому магнітом, змінює магнітну індукцію над датчиками, а по величині магнітного поля робимо висновок про кут повороту. Переваги: висока роздільна здатність, простота реалізації, можливість електронної калібровки. Недоліки: п'єзореzистивний зсув, термоелектричний зсув, з'єднувальний польовий ефект.

Ємнісний датчик кута повороту реалізовано по схемі із змінною площею пластин. Перевагою такого датчика є можливість, за рахунок підбору форми рухомої і нерухомої пластин, отримати необхідну залежність між кутом повороту і величиною ємності. Недоліками ємнісних датчиків кута повороту є їх залежність від температури та вологості навколишнього середовища.

Оптичний абсолютний датчик кута повороту реалізовано на оптичному кодовому диску з кодами Грея, що дає можливість однозначно фіксувати положення маятника зразу після включення, високу точність вимірювань, мінімізувати помилки при визначанні кута повороту. Недоліками є: складність

виготовлення кодового диска, розміри кодового диска зростають пропорційно роздільній здатності датчика.

Висновки

Серед наведених методів підвищення точності і швидкодії установки внутрішнього тертя найбільш вдалим є метод з використанням датчиків Холла для вимірювання кута повороту оберненого маятника. Він менше за інші впливає на зміну моменту інерції маятника, найпростіший в реалізації і дає можливість передавати дані в цифровому форматі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кортаев В.В. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений / В.В. Кортаев, А.В. Прокофьев, А.Н. Тимофеев // Учебное пособие. –СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 114 стр.
2. Головин, И.С. Внутреннее трение и механическая спектроскопия металлических материалов: учеб. / И.С. Головин. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 247 с.
3. Азаров В.Н. Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления / В.Н. Азаров, А.Ф. Каперко // Приборы и системы управления. — 1998. — №5.
4. Лисий М.В. Розрахунок температури проявлення ефекту В (588к) в алюмінієвій матриці / М.В. Лисий, О.В. Мозговий, О.Ф. Карбовський // Матеріали IV міжнародної науковопрактичної конференції «Структурна релаксація у твердих тілах» , Вінниця – 2012, - С. 59-60.

Карбовський Олексій Францович – провідний інженер кафедри фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kalipso394@rambler.ru.

Alex F. Karbovskiy - Senior Engineer, Department of Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kalipso394@rambler.ru.