

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ТВЕРДОГО ТІЛА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вимірювання деформації твердих тіл є важливою складовою у багатьох галузях науки і техніки, таких як матеріалознавство, інженерія, будівництво, аерокосмічна промисловість тощо. Деформація — це зміна форми або розміру твердого тіла під дією навантаження. Для оцінки механічних характеристик матеріалів та конструкцій використовуються різні методи вимірювання деформації. У цій роботі розглянемо основні методи вимірювання деформації, їх переваги та недоліки, а також вибір оптимального методу з точки зору чутливості сенсора.

Ключові слова: деформація, сенсор, метод, чутливість.

Abstract

Measurement of solid body deformation is a crucial aspect in many fields of science and technology, such as materials science, engineering, construction, aerospace industry, and more. Deformation refers to a change in the shape or size of a solid body under applied load. Various methods of deformation measurement are used to assess the mechanical properties of materials and structures. This paper examines the main methods of deformation measurement, their advantages and disadvantages, as well as the selection of the optimal method in terms of sensor sensitivity.

Keywords: deformation, sensor, method, sensitivity.

Вступ

Вимірювання деформації твердих тіл відіграє ключову роль у забезпеченні надійності та довговічності матеріалів і конструкцій у різних галузях науки та техніки [1]. Від будівництва та машинобудування до аерокосмічної та медичної сфер – точне визначення змін у формі та структурі матеріалів дозволяє оцінити їхні механічні властивості та передбачити поведінку під навантаженням.

Сучасні методи вимірювання деформації базуються на різних фізичних принципах, включаючи механічні, оптичні, електричні, ультразвукові та рентгенівські технології. Вибір оптимального методу залежить від вимог до точності, доступності, умов експлуатації та чутливості сенсорів.

Результати дослідження

Метод вимірювання за допомогою деформаційних сенсорів. Деформаційні сенсори є одним із найпоширеніших методів вимірювання деформації. Вони працюють на основі зміни електричного опору провідника, який змінюється при деформації матеріалу. Основними типами є:

Тензодатчики — основний тип, що використовується для вимірювання деформації. Зміна довжини провідника призводить до зміни його опору, що фіксується.

Тензометричні мостові схеми — використовуються для вимірювання дуже малих деформацій.

До переваг можна віднести високу чутливість, простоту використання, затосовність до різних матеріалів і форм. До недоліків - висока вартість та необхідність в калібруванні і налаштуванні.

Метод інтерферометрії. Інтерферометрія є висооточним методом вимірювання, який базується на принципі інтерференції світла. Цей метод дозволяє виміряти зміни довжини матеріалу за допомогою порівняння хвиль світла. Інтерферометри можуть бути застосовані для точного вимірювання мікродеформацій.

До переваг можна віднести висока точність, мінімальне фізичне контактування з об'єктом.

Недоліками такого методу є висока складність, складні умови для точного вимірювання в умовах реального навантаження

Метод оптичної деформації. Оптичний метод вимірювання деформації полягає в реєстрації зміни форми поверхні тіла за допомогою спеціальних оптичних систем, таких як камери, лазери та інші сенсори. Один з таких методів — це використання цифрових зображень для визначення змін у формі.

До переваг такого методу віднесемо те що він не вимагає безпосереднього контакту з об'єктом та можливість аналізу великих площ. Що стосується недоліків зазначимо залежність від освітлення та складність в обробці даних

Рентгенівський метод. Рентгенівська дефектоскопія використовується для вимірювання деформацій і внутрішніх напружень у матеріалах. За допомогою рентгенівських променів можна отримати зображення внутрішніх структур матеріалу і виявити деформації, що не видно з поверхні. Переваги: можливість вивчення внутрішніх деформацій, висока точність Недоліки: висока вартість обладнання, необхідність у спеціальному дослідженні.

Метод ультразвукових хвиль. Метод базується на вимірюванні швидкості поширення ультразвукових хвиль у матеріалі. Це дозволяє оцінити зміни, що відбуваються в матеріалі під дією навантаження, оскільки швидкість хвиль залежить від механічних властивостей та стану деформації.

До переваг такого методу можна віднести висока точність та можливість вимірювання у важкодоступних місцях. У недоліках слід зазначити складність налаштування та необхідність специфічної підготовки поверхні.

Нижче представлена систематизація методів вимірювання деформації на основі принципу їх дії.

Метод	Принцип вимірювання	Переваги	Недоліки
Деформаційні датчики	Зміна електричного опору	Висока чутливість	Потребує калібрування
Інтерферометрія	Інтерференція світла	Висока точність	Складність в умовах навантаження
Оптичний метод	Зміна форми поверхні	Безконтактне вимірювання	Залежність від освітлення
Рентгенівський метод	Виявлення внутрішніх змін	Висока точність	Висока вартість
Ультразвуковий метод	Швидкість хвиль в матеріалі	Висока точність	Складність налаштування

Оптимальний метод [2] з точки зору чутливості сенсора. Серед перерахованих методів, оптимальним з точки зору чутливості сенсора є деформаційні датчики. Вони забезпечують високу чутливість навіть до мінімальних деформацій. Це робить їх ідеальними для точного вимірювання напружень і деформацій у широкому діапазоні матеріалів. Однак важливо зазначити, що їх точність залежить від налаштування та калібрування.

Висновки

Кожен метод вимірювання деформації має свої переваги та обмеження, і вибір оптимального методу залежить від конкретних умов та вимог до точності. Для найбільш чутливих і точних вимірювань у промислових і наукових застосуваннях найкращим вибором є деформаційні датчики. Для досліджень безконтактного типу або в складних умовах можуть бути використані інтерферометрія, оптичні методи та ультразвукові хвилі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю., Тимошенко О.В. Нові матеріали [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Обладнання для випробувань конструкційних пластмас та гум при короткочасному навантаженні» для студентів напрямку підготовки 6.050501 «Прикладна механіка», спеціальності «Динаміка та міцність машин» / – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 48 с. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1542>
2. Шидловський М.С., Боронко О.О., Шпак Д.Ю. Методи досліджень механічних властивостей матеріалів та виробів динамічними методами [Електронний ресурс]: практичний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050501 «Прикладна механіка» / НТУУ «КПІ» – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 81 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7794>

Костюк Віталій Юрійович — студент групи КІВТ-216, факультет ІЕС, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник: **Дудат'єв Ігор Андрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет, email : dudatiev.igor@gmail.com

Kostiuk Vitalii Y. – student of group KIVT-21b, Faculty of ICS, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor: **Dudatiev Ihor A.** — PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of IRTS, Vinnytsia National Technical University, email: dudatiev.igor@gmail.com.