

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ КРУТНИХ МОМЕНТІВ В ПРИВОДАХ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В статті обговорюються методи вимірювання крутних моментів в приводах електрогідравлічних пресів в легкій промисловості, розглядаються найбільш корисні схеми вимірювань та робиться висновок про можливість їх застосування

Постановка проблеми

Швидкий розвиток машинобудування, а також і легкої промисловості випереджає розвиток теоретичної бази, і багато машин часто створюються без достатніх розрахунків, а іноді при їх відсутності. Так, використання гідравлічних, пневматичних, електричних пристроїв наражається на складності теоретичних розрахунків. В таких випадках вирішити всі завдання можливо завдяки проведенню експерименту, що дозволяє одержати дані для теоретичного або практичного вирішення задачі.

Для проведення експериментів часто потрібна методика з включенням комплексу зв'язаних між собою одночасних вимірювань. Це в свою чергу потребує підвищених вимог до чутливості і точності вимірювальних приладів. З іншого боку, розвиток спеціальних областей фізики, електротехніки та електроніки, комп'ютерної техніки та технологій відкрили можливості, яких раніше не мала вимірювальна техніка. На зміну застарілим приладам та методам вимірювання приходять більш досконалі, придатні для вирішення складних експериментальних задач.

Такими приладами є електричні датчики, що перетворюють механічні величини, що вимірюються, в електричні. Цей метод вимірювання механічних параметрів отримав в даний час широкого розвитку.

Використання сучасних методів вимірювання в поєднанні з електричними датчиками дає змогу отримувати точні вимірювальні дані, а також більш якісно впливати на процес виготовлення різноманітних пристроїв та машин.

Формулювання цілей статті

Метою статті є вибір методу вимірювання крутних моментів в приводах електрогідравлічних пресів, що використовуються для вирубування деталей із шкіри та шкіргалантерейних виробів.

Виклад основного матеріалу досліджень

Вибір методу вимірювання залежить від задачі і умов використання і включає в себе аналіз задачі, розробку плану досліджень і вибір методу і засобів вимірювань. Для вирішення цих питань потрібна інформація про поставлену задачу, що містить мету досліджень та відомості про особливості задачі та умови її вирішення. На основі аналізу задачі і розробки дослідження складається технічне завдання на заплановане випробовування.

Прилади, що використовуються для вимірювання крутних моментів називаються торсіометрами.

Для вимірювання крутних моментів найчастіше використовують методи, основані на перетворенні вимірювального крутного моменту в деформацію (механічні напруження) пружного елемента, виконаного у

вигляді суцільного чи плоскотілого вала (торсіона), спіральних пружин, підвісів чи розтяжок. Деформація (механічне напруження) пружного елемента перетворюється в електричний сигнал за допомогою тензорезистивних, індуктивних, магнітопружних та інших перетворювачів.

З практики відомо, що для вимірювання крутних моментів та інших силових факторів звичайно розробляються датчики, які використовуються для конкретного об'єкту дослідження. Тому для кожного наступного експерименту використовуються різні методи дослідження тих чи інших величин.

Методи вимірювання крутних моментів, що використовувались десятки років не є актуальними, через застарілість вимірювальної бази точність вимірювань була не досить високою [1].

Використання тензорезисторів для вимірювання крутних моментів досить поширене. Вони є точними і використовуються в з'єднанні в мостові схеми відкритого чи закритого типу [2].

Тензорезистори об'єднують у мостові схеми та використовують як безпосередні перетворювачі величини, що вимірюється [3]. Для кожного конкретного виду експериментальних досліджень вибирається свій певний вид тензорезистора, враховуючи спосіб використання та умови роботи вимірювальної системи в цілому.

Їх наклеюють безпосередньо на вали досліджуваних об'єктів, а якщо це не можливо – на пружних елементах, з'єднаних штивно з досліджуваним валом. Тензорезистори наклеюють у напрямі найбільших тангенційних напружень, тобто під кутом 45° до осі вала.

Розміщення тензорезисторів під кутом 45° до осі вала та під кутом 90° один до одного, а також попарно на діаметрально протилежних сторонах вала, з наступним під'єднанням їх у схему одинарного моста, забезпечується не тільки температурна компенсація, але і усувається вплив деформації згину вала на результат вимірювань.

Існує два найпоширеніших методи вимірювань крутних моментів обертових валів:

1. Контактний метод.
2. Безконтактний метод.

Одним з важливих елементів контактного методу для вимірювання крутних моментів обертових валів є струмомірач, що з'єднує тензорезистори з електричним вимірювальним колом [4]. Його виготовляють у вигляді контактної кільця, насадженого на вал, та контактних щіток. Значний вплив на результат вимірювань у таких випадках можуть мати варіації перехідних опорів контактів та контактні термо-ЕРС, що виникають внаслідок нагрівання контактів через тертя в них. Для зменшення цього впливу кільця та щітки виготовляють з матеріалів, що у парі мають малий перехідний опір та малу термо-ЕРС, а також застосовують схемні рішення.

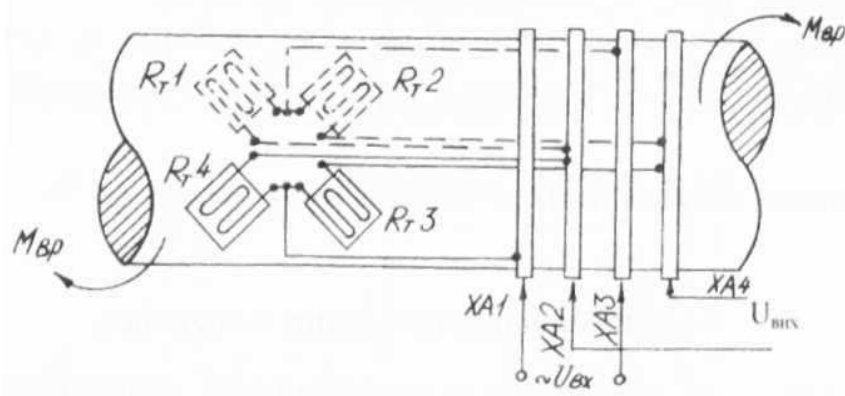


Рис 1 – Контактна схема вимірювання крутних моментів обертових валів

На рис. 1 зображено контактну схему вимірювання крутних моментів обертових валів. В ній чотири тензорезистори $R_{T1}...R_{T4}$ з'єднані у замкнене кільце, а струмознімальні кільця під'єднанні до вершини моста. Тоді опори контактів $XA1...XA4$ будуть додаватись лише з опорами джерела живлення та індикатора, а їх вплив на результат вимірювань буде незначним [4]. Для усунення впливу паразитних контактних термо-ЕРС вимірювальне коло живлять від джерела змінної напруги.

Схема безконтактного торсіометра зображено на рис. 2. На валу 1 чотири тензорезистори розміщені попарно з обох сторін вала, утворюючи тензорезистивний міст. Живлення мостового кола і підключеного до його виходу перетворювача напруга-частота (ПНЧ) 2 здійснюється від блока живлення 3 через трансформатор 4 з рухомою вторинною обмоткою, яка знаходиться на рухомому валу. Первинна обмотка $w1$ трансформатора підключена до джерела 5 синусоїдної напруги з частотою $5...10$ кГц. Протягом півперіоду вихідної напруги ПНЧ, коли ключ S розімкнений, напруга, що наводиться у вторинній обмотці трансформатора, випрямляється, стабілізується і подається на тензометричний міст. Напруга розбалансу моста надходить на вхід ПНЧ, який служить для перетворення напруги розбалансу в пропорційну їй частоту f_x .

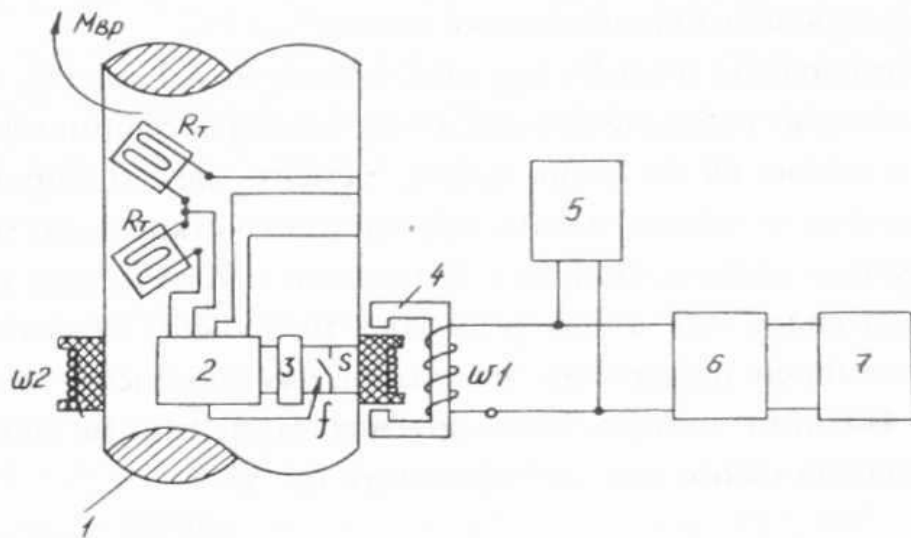


Рис 2 - Схема безконтактного торсіометра

Сигнал з виходу ПНЧ у вигляді частотномодульованої змінної напруги керує ключем S , який з частотою f_x замикає і розмикає вторинну обмотку $w2$ трансформатора, викликаючи модуляцію напруги на обмотці $w1$. Ця амплітуда після амплітудного демодулятора 6 подається на аналоговий або цифровий частотомір 7 [4].

Похибка вимірювання крутних моментів за допомогою наклеєних тензорезисторів може бути зведена до $1...1,5\%$ при попередньому градуюванні вимірювального приладу з наклеєними тензорезисторами. Без такого градуювання похибка може сягати $5...10\%$.

Як видно з приведеного вище, обидва методи є дієвими. Контактний метод є більш простим ніж безконтактний. Час, а також трудомісткість робіт, що буде затрачено на його розробку та встановлення будуть незначними. Однак значний вплив на результат вимірювань у таких випадках можуть мати варіації перехідних опорів контактів та контактні термо-ЕРС, що виникають внаслідок нагрівання контактів через тертя в них.

В свою чергу безконтактний метод є більш точним для проведення експериментальних досліджень. Для несучої частоти 5 кГц чутливість приладу до відносної зміни опору тензорезисторів становить $\Delta f_x/\varepsilon = 5000$ Гц/%. Але трудомісткість та вартість такого методу є вищими ніж у попереднього.

З наведеного вище слідує, що обидва методи можуть бути використані для вимірювання крутних моментів обертових валів в приводах електрогідравлічних пресів, що використовуються в легкій промисловості. Але через свою притаманну легкій промисловості специфіку, для отримання точних значень вимірювальних величин, потрібно експериментально підтвердити кожен з таких методів і на основі такого порівняння зробити висновок про можливість застосування якогось з них. Враховуючи досвід використання розглянутих та схожих методів вимірювання в наукових установах, лабораторіях та дослідних підприємствах можна зробити висновок, що найбільш вдалим можна назвати безконтактний метод вимірювання крутних моментів. Він більш точний та відповідає усім вимогам, які необхідні для такого обладнання.

Дослідження будуть проводитись на електрогідравлічних пресах, в напрямку отримання достовірних даних та в подальшому можуть бути використані для співставлення з іншими, схожими експериментальними даними, проведеними на аналогічних чи інших пресах. Порівняння та аналіз отриманих результатів дасть змогу запропонувати вимоги та аналітичний спосіб розрахунку вимірювальних схем такого обладнання.

Висновок

В результаті проведеного аналізу існуючих методів вимірювання крутних моментів обертових валів було визначено спосіб вирішення даної проблеми та встановлено напрямок проведення досліджень.

Література

1. Практикум по машинам, автоматам и автоматическим линиям легкой промышленности / А.И. Комиссаров, Б.Ф. Рубцов, Г.П.Сироткин, В.Н. Соколов; Под ред. А.И. Комиссарова. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 256с.
2. Хорна О. Тензометрические мосты / О. Хорна: Пер. с чешск. – М.: Госэнеоиздат, 1962. – 336с.
3. Методы и средства натурной тензометрии: Справочник / М.Л. Дайчик, Н.И. Пригоровский, Г.Х. Хуршудов. - М.: Машиностроение, 1989. – 240с.
4. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: Підручник. – Львів: Видавництво державного університету Львівська політехніка, 2000. - 360с.