

ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

На сьогоднішній день існують різноманітні засоби вимірювання частоти обертання об'єкта відносно статичної осі протягом визначеного інтервалу часу. Основні методи вимірювання кутової швидкості є механічний, електромагнітний та оптичний.

Механічні методи вимірювання кутової швидкості ґрунтуються на принципах роботи центр обіжних тахометрів та гіроскопів з двома ступенями свободи.

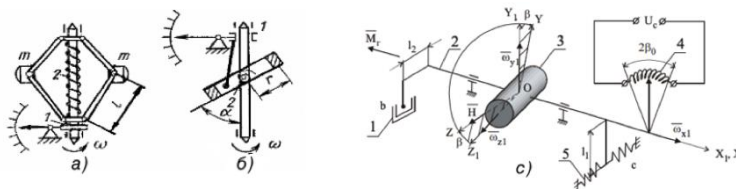


Рис. 1. Види тахометрів
а – конічний тахометр; б – кільцевий тахометр,
с – гіроскоп з 2-ма ступенями свободи

Центробіжні тахометри поділяються на конічні (рис. 1а) та кільцеві (рис. 1б) типи. У кільцевому тахометрі кутова швидкість визначається за рухом нахиленого кільця, яке утримується пружиною під час обертання. У конічному тахометрі вантажі на шарнірах розходяться під дією відцентрових сил, стискаючи пружину і переміщуючи муфту вздовж осі.

Гіроскоп з двома ступенями (рис. 1с) працює за принципом виникнення гіроскопічного моменту під час обертання, який змушує гіроскоп відхилитися від його початкового положення. Це призводить до деформації пружин, які створюють протилежний момент. Коли ці моменти урівноважуються, гіроскоп залишається на певному куті, і це положення використовується для вимірювання кутової швидкості за допомогою потенціометрів.

Методи вимірювання кутової швидкості, які використовують електромагнітні принципи, ґрунтуються на функціонуванні магнітоіндукційних тахометрів та MEMS-гіроскопів.

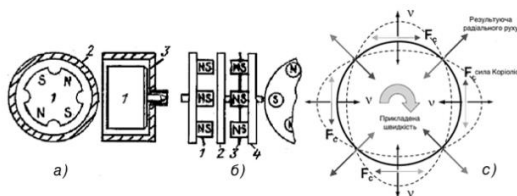


Рис. 2. Тахометри
а – з циліндром; б – диском, с – MEMS-гіроскоп

У цих типах тахометрів використовується принцип електромагнітної індукції, що базується на захопленні провідного тіла (циліндра або диска) рухливим постійним магнітом, внаслідок чого виникають індуквані струми у провідному тілі, які взаємодіють з магнітним полем постійного магніту, що призводить до сили, яка утримує провідне тіло. Вимірювання кутової швидкості обертання вала здійснюється шляхом оцінки цієї сили та маси провідного тіла.

Імпульсний метод вимірювання кутової швидкості в MEMS-гіроскопі заснований на сприйнятті радіального руху. Вісім приводів, розташованих навколо кільця, забезпечують два типи сигналів: первинні, що керують вібрацією, і вторинні, що реєструють радіальний рух. Демодуляція сигналів у вторинних перетворювачах дає дані про кутову швидкість обертання гіроскопа.

Оптичний метод використовує компоненти, такі як світлодіодне джерело світла та фотодетектори. Під час обертання вала світловий промінь направляється на оптичну шкалу з прозорими та непрозорими областями. Фотодетектори реєструють зміни у світловому потоці, який відбивається від шкали, і перетворюють їх на електричні сигнали.

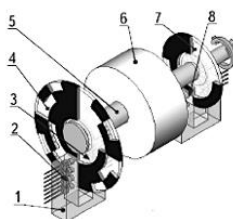


Рис. 3. Оптичний енкодер

Шляхом аналізу цих змін фотодетектори визначають кутове положення або швидкість обертання вала. Роздільна здатність оптичного енкодера залежить від кількості та розподілу прозорих і непрозорих областей на оптичній шкалі.

Ще одним варіантом оптичного методу вимірювання кутової швидкості є лазерний гіроскоп, що базується на оптичному резонаторі, який містить відбиваючі елементи (такі як дзеркала чи призми), утворюючи шлях для світла в певній конфігурації.

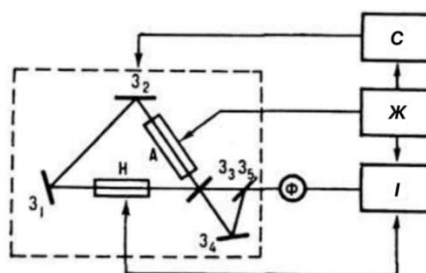


Рис. 4 Лазерний гіроскоп

Зміна часу, необхідного світлу для його обходу, залежить від швидкості обертання та напрямку руху. Рух гіроскопа змінює час, необхідний світлу для проходження по контуру, що призводить до зміни частоти світлових хвиль.

Коли гіроскоп обертається, зміна швидкості світла через резонатор призводить до зміни частоти світлових хвиль. Ця зміна частоти використовується для визначення кутової швидкості обертання.

Список використаних джерел

1. Gyroscope Technology and Applications: A Review in the Industrial Perspective [Текст] / V.M.N. Passaro, A. Cuccovillo, L. Vaiani, M. DeCarlo, C. E. Campanella // Sensors. – 2017. – Vol. 17, Iss. 10. – P. 2287. – DOI: 10.3390/s17102287.
2. Метрологічне забезпечення тахометричних вимірювальних перетворювачів: монографія / В. О. Поджаренко, В. М. Севастьянов, В. П. Осадчий. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 148 с.
3. Інтелектуальні оптоелектронні сенсори кута: схемотехнічні та програмно-алгоритмічні методи синтезу: Монографія / М.І. Паламар, А. В. Чайковський; ТНТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль: вид-во "Джура", 2015. – 144 с.