

МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНИХ МОМЕНТІВ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВОГО ІНФОРМАТИВНОГО ПАРАМЕТРУ

Розглядаючи провідні методи вимірювання обертальних моментів електродвигунів можна виділити три групи, сутність яких заснована на наступних способах вимірювання:

- за показниками виконавчих елементів;
- за фізико-механічними показниками передавальних пристроїв;
- за енергетичними показниками рухового пристрою приводу.

Вимірювання обертального моменту на валу приводу за станом виконавчих органів в більшості випадків засноване на використанні врівноважуючих перетворювачів, тобто з використанням навантажувального пристрою, за допомогою якого проводиться вимірювання в рівноважному стані системи [1]. Такий спосіб застосовується для вимірювання обертальних моментів в лабораторних умовах та не придатний для вимірювання в робочих режимах експлуатації потужних електричних машин.

Знайшли широкої популярності прилади, які вимірюють обертальні моменти за фізико-механічними показниками передавальних пристроїв [2]. Їх можна віднести до приладів прямого вимірювання, заснованих безпосередньо на вимірюванні параметрів валу приводу.

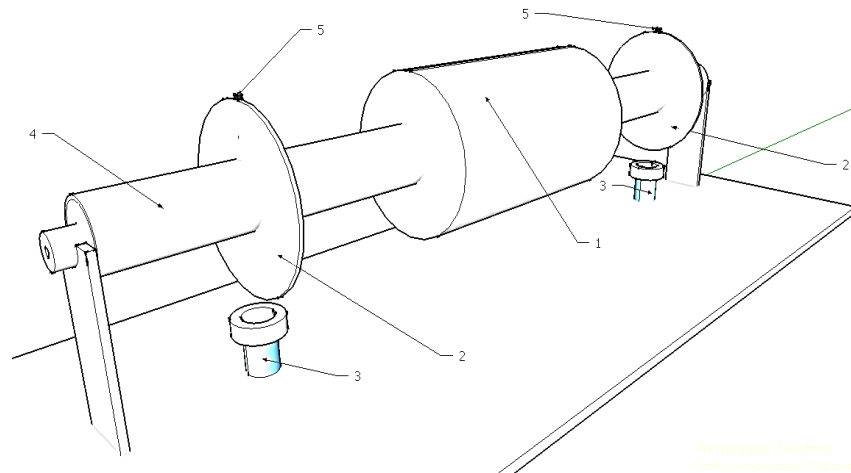
Остання група, відноситься на найбільш технологічних рішень, оскільки вимірювання обертального моменту відбувається по енергетичним характеристикам електродвигуна і вимагає високої точності саме непрямих вимірювань. Разом з тим застосування такого способу вимірювань має найбільш практичне значення, що дозволяє застосовувати такі методи в різних умовах експлуатації електродвигунів.

До найпростіших вимірювальних приладів за даним принципом відносять сигналізатори, принцип дії яких заснований на спрацьовуванні порогового елемента при досягненні струму споживання електроприводу вище допустимого [3].

Більш складні прилади побудовані на основі вимірювання електромагнітної індукції, фотометрії, гідравліки та багатьох інших інформативних параметрів, які дозволяють встановити лінійну залежність між моментом сили та кількісними характеристиками вихідних параметрів сигналу.

З погляду на широке різноманіття інформативних параметрів, увагу було приділено імпульсним та обертальним характеристикам електродвигуна. Так, в залежності від типу електродвигуна, його швидкості та потужності можна виділити ряд динамічних параметрів, які характеризуються імпульсними електромагнітними характеристиками, які змінюються в залежності від навантаження, напруги, струму та частоти обертання. У зв'язку з цим запропоновано спосіб визначення обертального моменту шляхом дослідження ступеня деформації обертального валу в залежності від навантаження. Такий спосіб реалізовано за допомогою індуктивних вимірювачів, які з кожним обортом валу формують електричний імпульс, що формується в результаті проходження постійного магніту через нерухомі котушки індуктивності, в яких формується ЕРС. (Рис.1.)

Так, два вали навантаження 4 з'єднуються через пружний елемент 1. На кінцях балансувальних дисків 2 встановлюються постійні магніти 5. При відсутності обертального моменту, кутове зміщення між першим і другим постійним магнітом дорівнює нулю, що урівноважить час їх проходження повздовж котушок індуктивності. При обертанні валу у момент проходження постійних магнітів повздовж котушок індуктивності останні виробляють двополярний імпульс напруги. Якщо обертальний момент, не дорівнює нулю, пружний елемент скручується, а один із постійних магнітів починає відставати від іншого на певний кут. Інтервал часу між імпульсами першої і другої котушки індуктивності 3 прямо пропорційний куту скручування пружного елемента 1 (тобто обертальному моменту) та обернено пропорційний кутовій швидкості валу (рис. 2).



1 – пружний елемент; 2-балансувальний диск; 3-котушки індуктивності; 4-обертальний вал; 5-постійний магніт.
Рис. 1 Структура вимірювального перетворювача імпульсного типу

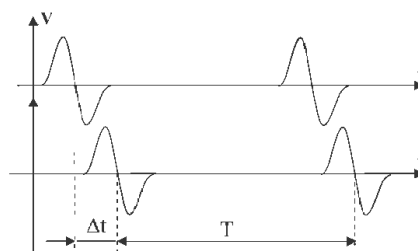


Рис. 2 Вихідні двуполярні імпульси котушок індуктивності

Так, Δt можна представити наступним чином:

$$\Delta t = \frac{\varphi}{V_{об}}, \quad (1)$$

$$V_{об} = \frac{2\pi \cdot R_d}{T} \omega \cdot R_d, \quad (2)$$

де: φ -кут скручування пружного елемента 1; $V_{об}$ - швидкість обертання валу; R_d – радіус балансувальних дисків 2, де розміщено постійні магніти 5; T - період обертання валу; ω -кутова швидкість обертання постійних магнітів 5.

Кут скручування пружного елемента залежить від накладеного на нього моменту сили та коефіцієнту пружності k :

$$\varphi = M \cdot k, \quad (3)$$

Виразивши величину обертального моменту із виразу (3), отримаємо:

$$M = \frac{\varphi}{k} = \frac{\Delta t \cdot V_{об}}{k} = \frac{\Delta t \cdot 2\pi \cdot R_d}{k \cdot T} = \frac{\Delta t}{T} \cdot K, \quad (4)$$

де: $K = \frac{2\pi \cdot R_d}{k}$ – коефіцієнт пропорційності

Висновок. В результаті застосування запропонованого методу вимірювання обертального моменту, процес зводиться до визначення інтервалів часу Δt та періоду обертання валу T , що може бути виконано з високою точністю, а константа K визначається в результаті градування з використанням еталонних засобів моменту.

Для побудови вимірювального приладу на базі запропонованого методу потрібно створити перетворювач обертального моменту в інтервал часу, а пружний елемент 1 повинен мати досить високу лінійність та необхідний діапазон пружних переміщень.

Список літератури

1. Zhong, L., Rahman, M. F., Hu, W. Y., & Lim, K. W. (1997). Analysis of direct torque control in permanent magnet synchronous motor drives. IEEE transactions on power electronics, 12(3), 528-536.
2. Lamchich, M. T. (Ed.). (2011). Torque control. BoD-Books on Demand.
3. Singh, B., Jain, P., Mittal, A. P., & Gupta, J. R. P. (2006, April). Direct torque control: a practical approach to electric vehicle. In 2006 IEEE Power India Conference (pp. 4-pp). IEEE.