

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ОПОРУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

Кучерук В.Ю.

Вінницький державний технічний університет

У багатьох випадках при випробуваннях електричних машин (ЕМ) потрібно знати залежність моменту опору M_0 (моменту сил механічного тертя в підшипниках та аеродинамічного опору) на валу в функції кутової швидкості ω_r . Ця залежність використовується при оцінці приведеного моменту інерції ротора ЕМ [1], при визначенні механічної характеристики ЕМ [2], а також при визначенні параметрів дисбалансу ротора [3]. В [4] запропонований метод визначення пускового моменту ЕМ в функції кута повороту ротора, який може бути використаний для визначення пускового моменту опору M_p .

На рис. 1 представлений пристрій для реалізації методу.

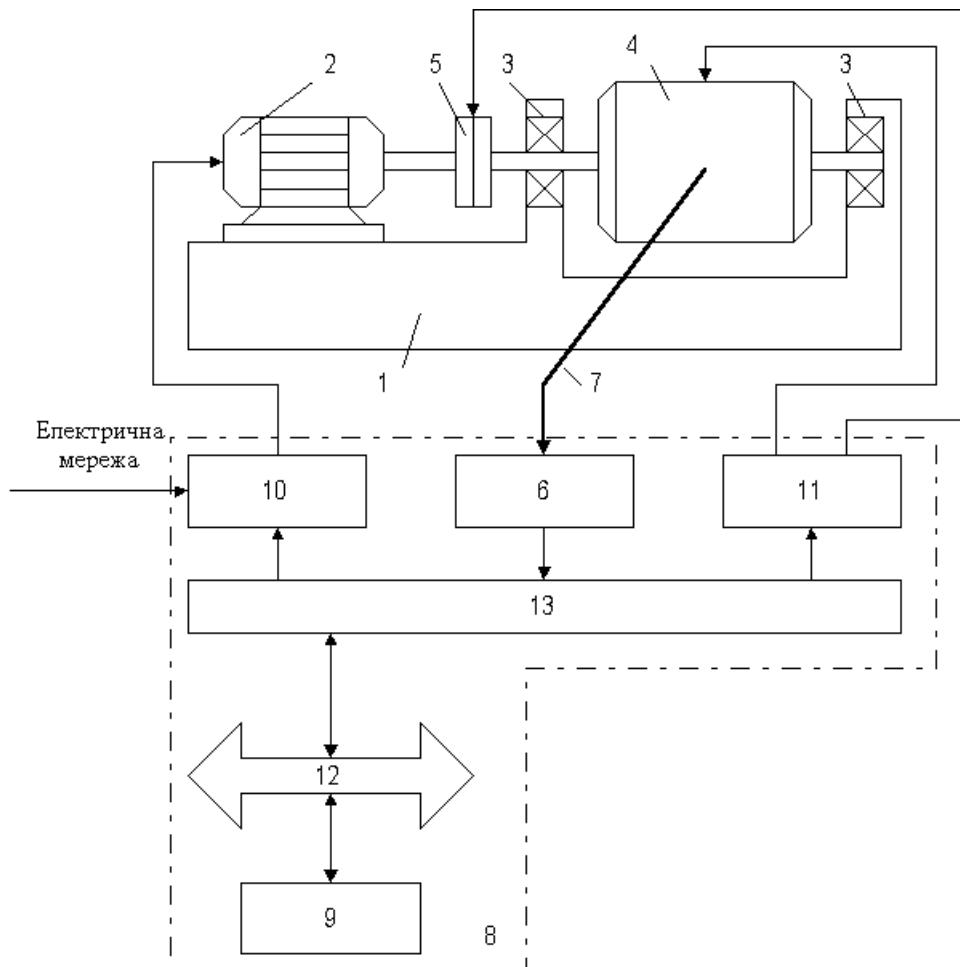


Рис. 1. Пристрій для вимірювання пускового моменту

Пристрій вміщує основу 1, на якій закріплений об'єкт вимірювання (ОВ) 2 і балансирно в підшипниках 3 привідний двигун (кроковий двигун) 4. Вали ОВ і привідного двигуна можуть з'єднуватися і роз'єднуватися електромагнітною муфтою 5, яка жорстко встановлена на вихідному валу привідного двигуна 4. Сенсор зусилля 6 механічно з'єднаний за допомогою вимірювального важеля 7 із статором привідного двигуна 4. ІВС 8 включає в себе мікро-ЕОМ 9, пусковий пристрій 10, блок керування, системну шину 12, блок спряження 13.

Вимірювання здійснюються наступним чином.

Перший оберт. ОБ 2 обезструмлений і механічно не зв'язаний із валом привідного двигуна 4.

Перед включенням привідного двигуна 4 в мікро-ЕОМ 9 встановлюється початкова адреса і довжина буфера, в якому будуть зберігатися значення вимірюваних моментів. Потім мікро-ЕОМ 9 переходить на виконання підпрограми включення привідного двигуна 4 через блок керування 11.

Привідний двигун 4 приводиться в обертання (сковзання $S \approx 0.95 \div 1$) при роз'єднаній електромагнітній муфті 5. При цьому на роботу пристрою впливають дисипативні сили ΔQ_{c1} , що представляють собою суму сил тертя в підшипниках привідного двигуна 4 і сил тертя в підшипниках 3. Ці сили ΔQ_{c1} створюють момент опору $M_{пл}$ відносно вісі ротора привідного двигуна 4, який передається на його статор і за допомогою вимірювального важеля 7 з довжиною плеча L діє на сенсор зусилля 6. На виході останнього з'являється напруга, пропорційна силі опору Q_{c1} , яка через аналого-цифровий перетворювач блока спряження 13 записується у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

Для виключення похибок, пов'язаних із нерівномірністю швидкості обертання валу привідного двигуна 4, проводиться n вимірювань сили Q_{ci} за крок i . Ці значення записуються у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

Другий оберт. Після завершення першого повного оберту з'єднуються напівмуфти електромагнітної муфти 5. Привідний двигун 4 приводиться в обертання. При цьому на роботу пристрою впливають дисипативні сили ΔQ_{c2} , що представляють собою суму сил тертя в підшипниках привідного двигуна 4, сил тертя в підшипниках 3 і сил тертя в підшипниках ОБ 2. Ці сили ΔQ_{c2} створюють момент опору $M_{пл}$ відносно вісі ротора привідного двигуна 4, який передається на його статор і за допомогою вимірювального важеля 7 з довжиною плеча L діє на сенсор зусилля 6. На виході останнього з'являється напруга, пропорційна силі опору Q_{c2} , яка через аналого-цифровий перетворювач блока спряження 13 записується у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

Для виключення похибок, пов'язаних із нерівномірністю швидкості обертання валу привідного двигуна 4, проводиться n вимірювань сили Q_{ci} за крок i . Ці значення записуються у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

Третій оберт. Після завершення другого повного оберту в момент проходження одної із фаз мережі живлення через нуль пусковий пристрій 10 подає живлення на ОБ 2. При цьому на сенсор зусилля 6 починає діяти сила Q_p , і напруга на виході сенсора зусилля 6, пропорційна Q_p , через аналого-цифровий перетворювач блока спряження 13 записується у відповідній пам'яті мікро-ЕОМ 9.

Після завершення третього повного оберту ОБ 2 обезструмлюється. При цьому у виділеній раніше пам'яті накопичується масив значень сили Q_{pci} , пропорційний сумі крутного пускового моменту і моментів опору.

Потім за допомогою мікро-ЕОМ обчислюються масиви значень:

- крутний електромагнітний пусковий момент в функції кута повороту

$$M_{кп} = (Q_p - Q_{c2}) \cdot L ; \quad (1)$$

- крутний пусковий момент в функції кута повороту

$$M_{кп} = (Q_p - Q_{c1}) \cdot L ; \quad (2)$$

- пусковий момент опору в функції кута повороту

$$M_{кп} = (Q_{c2} - Q_{c1}) \cdot L . \quad (3)$$

Кут повороту визначається по кутовим положенням крокового двигуна 4.

Вимірювальні перетворення в сенсорі зусилля детально розглянуті в [5].

За таким самим принципом запропоновано визначати залежність $M_0(\omega_r)$. Для цього пропонується структурна схема пристрою, наведена на рис. 2.

Частотно-регулюючий електропривід 11 дозволяє проводити зміну кутової швидкості обертання $\omega_r \in [0 \dots \omega_{ном}]$ привідного двигуна 4. Як привідний двигун 4 використовується асинхронний двигун. Мікро-ЕОМ 9: через блок управління 10 керує з'єднанням та роз'єднанням напівмуфт електромагнітної муфти 5; через електропривід 11 змінює частоту обертання привідного двигуна 4; через сенсор зусилля 6 проводить вимірювання моментів.

Принцип дії пристрою ілюстрований на рис. 3.

Перший крок. ОБ 2 обезструмлений і механічно не зв'язаний із валом привідного двигуна 4.

Обертання привідного двигуна 4 у всьому діапазоні $\omega_r \in [0 \dots \omega_{ном}]$ на протязі часу $t \in [0 \dots t_1]$ при роз'єднаній електромагнітній муфті 5. При цьому на роботу пристрою впливають дисипативні сили $\Delta Q_{cl}(\omega_r)$, що представляють собою суму сил тертя в підшипниках привідного двигуна 4 і сил тертя в підшипниках 3. Ці сили $\Delta Q_{cl}(\omega_r)$ створюють момент опору $M_1(\omega_r) = M_{пд}(\omega_r)$ відносно вісі ротора привідного двигуна 4, який передається на його статор і за допомогою вимірювального важеля 7 з довжиною плеча L діє на сенсор зусилля 6. На виході останнього з'являється напруга, пропорційна силі опору $\Delta Q_{cl}(\omega_r)$, яка через аналого-цифровий перетворювач блока спряження 13 записується у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

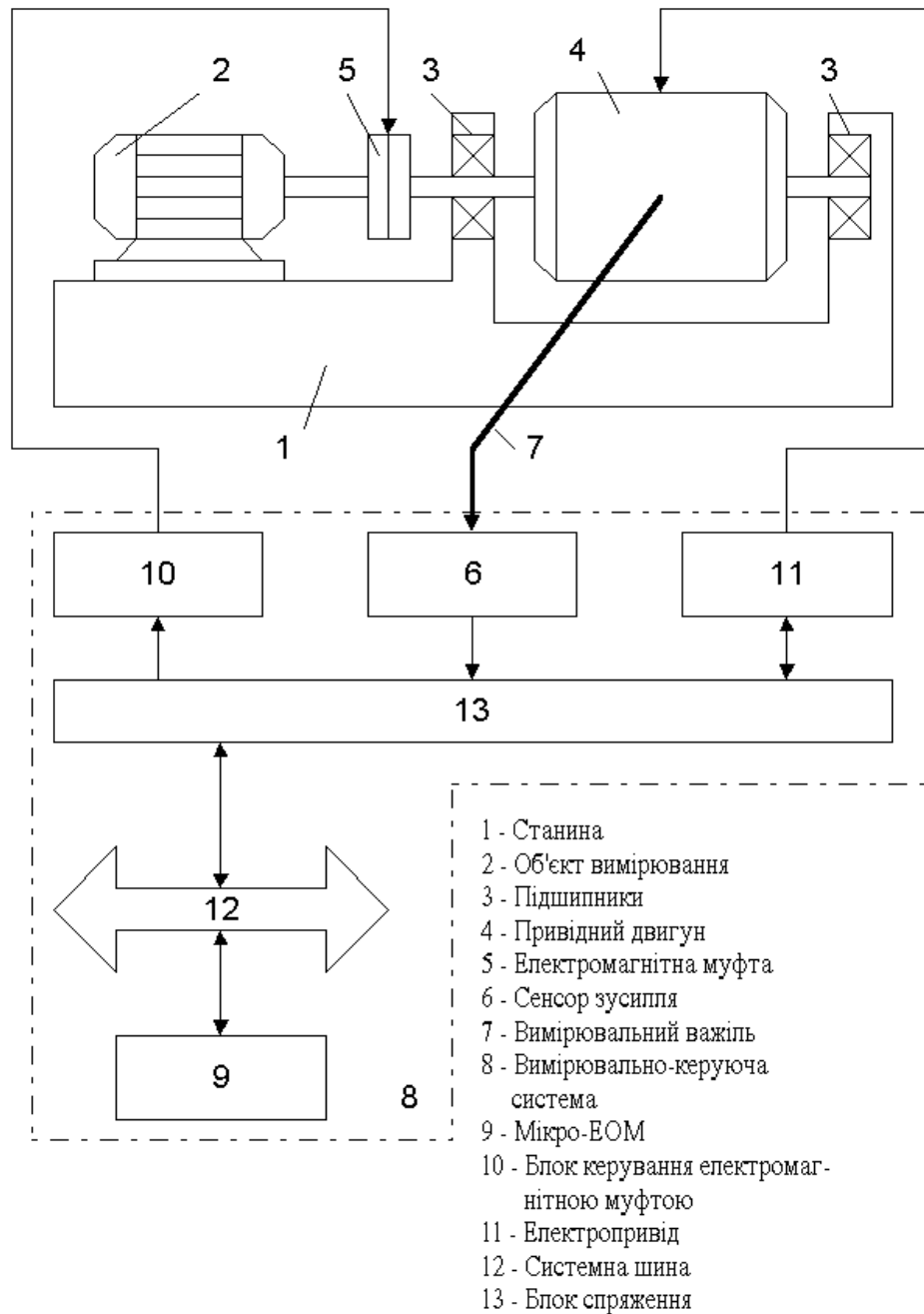


Рис. 2. Пристрій для визначення залежності $M_0(\omega_r)$

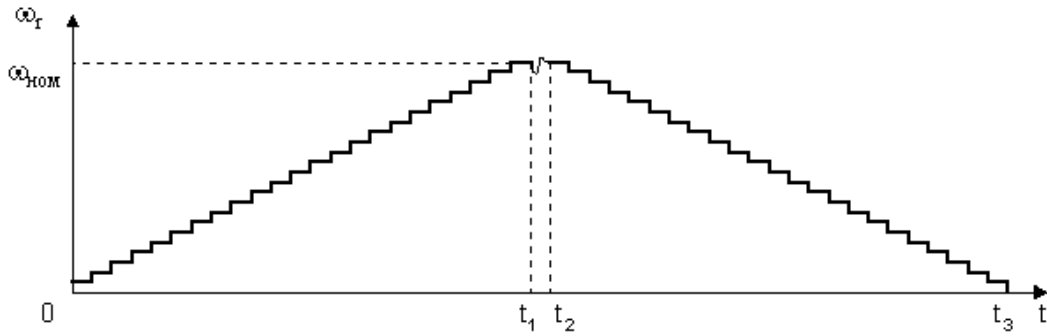


Рис. 3. До пояснення визначення залежності $M_0(\omega_r)$

Другий крок. З'єднання напівмуфт електромагнітної муфти 5 при $t \in [t_1 \dots t_2]$.

Третій крок. ОВ 2 обезструмлений і механічно зв'язаний із валом привідного двигуна 4.

Обертання привідного двигуна 4 у всьому діапазоні $\omega_r \in [\omega_{ном} \dots 0]$ на протязі часу $t \in [t_2 \dots t_3]$ при роз'єднаній електромагнітній муфті 5. При цьому на роботу пристрою впливають дисипативні сили $\Delta Q_{c2}(\omega_r)$, що представляють собою суму сил тертя в підшипниках привідного двигуна 4, сил тертя в підшипниках 3 і моменту опору ОВ. Ці сили $\Delta Q_{c2}(\omega_r)$ створюють момент опору $M_2(\omega_r) = M_{пд}(\omega_r) + M_0(\omega_r)$ відносно вісі ротора привідного двигуна 4, який передається на його статор і за допомогою вимірювального важеля 7 з довжиною плеча L діє на сенсор зусилля 6. На виході останнього з'являється напруга, пропорційна силі опору $\Delta Q_{c2}(\omega_r)$, яка через аналого-цифровий перетворювач блока спряження 13 записується у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

Для виключення похибок, пов'язаних із нерівномірністю швидкості обертання валу привідного двигуна 4, проводиться n вимірювань і усереднення сил $Q_{c1i}(\omega_r)$, $Q_{c2i}(\omega_r)$ за період квантування i . Ці значення записуються у пам'ять мікро-ЕОМ 9.

По закінченні вимірювань проводяться обчислення залежності $M_0(\omega_r)$:

$$M_0(\omega_r) = M_2(\omega_r) - M_1(\omega_r). \quad (4)$$

Надалі за допомогою мікро-ЕОМ можливо провести регресію залежності $M_0(\omega_r)$ використовуваними [6] лінійною, квадратичною та іншими залежностями.

Висновки

Розроблений спосіб визначення залежності моменту опору від кутової швидкості ЕМ є основою для подальшого удосконалення методів і алгоритмів оцінки приведенного моменту інерції, параметрів дисбалансу ротора, механічної характеристики.

Література

1. Podzharenko V.A., Kucheruk V.Yu. New method of measurement of a moment of inertia of an electrical machines.// XIV IMEKO World Congress, Tampere, Finland, 1-6 June 1997, Volume III, Topics 3, pp.90-95.
2. Podzharenko V.A., Kucheruk V.Yu. Computer-Measuring System of the Mechanical Characteristics of Electrical Drives./ Int. Conf. "Electrical Drives and Power Electronics" EDPE'96, Proceeding volumes 2, the High Tatras, Slovakia, pp.633-637.
3. Kucheruk V.Yu., Podzharenko A.V. Computer-Measuring System for rotor balancing of Electromechanical Systems.// Second Int. Scientific Conf. "Unconventional Electromechanical and Electrotechnical Systems" UEES'96, Proceeding volumes 2, 1996, Szczecin, Poland, pp.483-488.
4. Кучерук В.Ю., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Кулаков П.І., Лещенко А.В. Спосіб визначення пускового моменту електродвигуна.// Патент України на винахід №21636А від 18.02.97р., бюл. №2 від 30.04.98.
5. В.В.Кухарчук Елементи теорії контролю динамічних параметрів електричних машин (монографія). – Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 1998. –125с.

6. Г.Д.Бондаренко Повышение точности определения параметров неуравновешенности роторов при балансировке на выбеге. //Автоматизация и современные технологии, 1995, №6, с.15-19.

УДК 621.317

Спосіб визначення моменту опору електричних машин та пристрій для його реалізації / Кучерук В.Ю. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.-1999.-№ .-С.

Запропонований спосіб визначення залежності моменту опору від кутової швидкості електричних машин, який є основою для подальшого удосконалення методів і алгоритмів оцінки приведенного моменту інерції, параметрів дисбалансу ротора, механічної характеристики.

Method of a resistance moment determination of electrical machines and device for it realization / V.Yu.Kucheruk // МСТТР. -1999. -№. -Р.

The method of determination of a resistance moment dependence from an angular velocity of electrical machines is offered which is a basis for further improvement of methods and algorithms of an evaluation of the indicated inertia moment, parameters of a rotor bias, mechanical performance.