

Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Вступ. В даний час на підприємствах основна частина парку електричних машин пройшла неодноразовий ремонт. В значній мірі це стосується машин постійного струму (МПС) - складової частини систем регульованого електроприводу великої і середньої потужності. Після капітального ремонту основні характеристики машини змінюються в гіршу сторону і виникає гостра необхідність у використанні сучасних комплексних методів автоматизованого контролю та випробування. Це дозволить підвищити інформативність випробувань, зменшити їх собівартість. Напрямок технічного виробництва такий, що машини постійного струму і системи приводу на їх базі поступово будуть витіснені з експлуатації більш ефективними приводними системами з машинами змінного струму різних конструкцій і типовиконань при живленні їх від перетворювачів частоти. Аналіз і досвід показує, що машини постійного струму будуть експлуатуватися протягом десятиліть в умовах промислових виробництв країн з обмеженими фінансовими і технічними можливостями. Тому актуальним є необхідність визначення нелінійних параметрів машини. Для цього розроблено підхід на основі енергетичного методу.

Мета роботи. Розробка математичного апарату для визначення параметрів електромеханічних систем.

Матеріали і результати дослідження. Роботи, присвячені аналізу енергетичних процесів [3], доводять ефективність використання теорії миттєвої потужності стосовно до систем з синусоїдальним і полігармонічним живленням. Сигнали, описані методом миттєвої потужності, включають як постійну, так і знакозмінну складову, якісний склад яких визначається елементами електромеханічної системи і їх фізичними властивостями. Таке подання дозволяє створити прийнятну систему показників якості енергопроцесів. При аналізі енергопроцесів в пристроях і системах з полігармонічними сигналами при відомому гармонійному складі миттєвої потужності легко визначити гармонійний склад, до якої входять компонент.

Розглянемо формування складових миттєвої потужності на прикладі МПС, електрична схема заміщення якої (рис. 1) описує напруга живлення і якірний ланцюг, що складається з лінійної і нелінійної частин: перша представлена активним опором R і індуктивністю L , включеними послідовно; друга - електромагнітні параметри машини, представлені групою ЕРС. У зв'язку з цим струм, що проходить в електричному ланцюзі, несинусоїдальної форми.

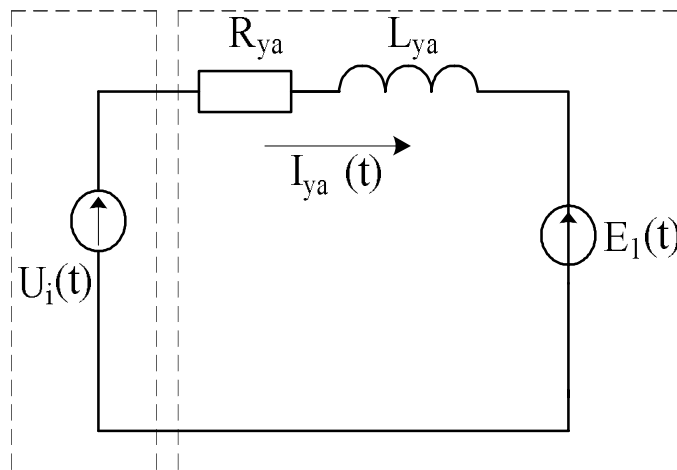


Рисунок 1 – Схема заміщення випробуваного двигуна

Для визначення електромеханічних параметрів вище описаного двигуна зручним способом (математичним апаратом) є енергетичний метод, який ґрунтується на методі миттєвої потужності. Враховуючи складність математичного апарату при вирішенні даної задачі, визначення параметрів виконують в два етапи. На першому етапі виконуємо заміну нелінійних параметрів двигуна $k\Phi(t); \omega(t)$ сукупності еквівалентних ЕРС з наступним їх визначенням.

Для даної схеми рівняння балансу отримаємо з виразу:

$$U_i = L_n \frac{dI(t)}{dt} + RI(t) + k\Phi(t) \cdot \omega(t). \quad (1)$$

Після заміни електромагнітних параметрів:

$$E(t) = k\Phi(t) \cdot \omega(t) \quad (2)$$

систему ідентифікаційних рівнянь для визначення параметрів ЕРС отримаємо з:

$$U_i = L_{\text{я}} \frac{dI(t)}{dt} + RI(t) + E(t). \quad (3)$$

Прийmemo, що сигнали ЕРС, потоку і швидкості описуються залежностями:

$$E(t) = E_0 + E_{1a} \cos(\Omega t) + E_{1b} \sin(\Omega t); \quad (4)$$

$$k\Phi(t) = k\Phi_0 + k\Phi_{1a} \cos(\Omega t) + k\Phi_{1b} \sin(\Omega t); \quad (5)$$

$$\omega(t) = \omega_0 + \omega_{1a} \cos(\Omega t) + \omega_{1b} \sin(\Omega t); \quad (6)$$

$$U(t) = RI(t) + L \frac{dI(t)}{dt} + E(t); \quad (7)$$

Збалансу рівнянь системи (1) визначаються електромагнітні параметри невідомих.

Система ідентифікаційних рівнянь для визначення $E(t)$ в загальному вигляді має вигляд:

$$\begin{cases} U_0 = E_0 + RI^2(t); \\ 0 = E_{1a} + R_{\text{я}} I_{1a} + L_{\text{я}} I_{1\epsilon}; \\ 0 = E_{1b} + R_{\text{я}} I_{1\epsilon} - L_{\text{я}} I_{1a}. \end{cases} \quad (8)$$

Для параметрів

$$U(t) = 440; I(t) = 4110 - 56,28 \cos(\Omega t) - 94,33 \sin(\Omega t) - 1,22 \cos(2\Omega t) - 45,55 \sin(2\Omega t) + 8,78 \cos(3\Omega t) - 28,5 \sin(3\Omega t); R = 0,009; L = 0,0035 \quad (9)$$

Система ідентифікаційних рівнянь (8) набудевигляду:

$$\begin{cases} 440 = E_0 + 36,99; \\ 0 = E_{1a} - 0,506 \cos(\Omega t) - 0,33 \sin(\Omega t); \\ 0 = E_{1b} - 0,849 \sin(\Omega t) + 0,197 \cos(\Omega t). \end{cases} \quad (10)$$

В результаті вищеописаної системи одержимо рівняння:

$$E(t) = 403,01 + 0,309 \cos(\Omega t) + 1,179 \sin(\Omega t); \quad (11)$$

На другому етапі переходимо до визначення безпосередньо нелінійних параметрів системи. При цьому використовуємо рівняння балансу миттєвої потужності:

$$E(t)I_{\text{я}}(t) = k\Phi(t)\omega(t)I_{\text{я}}(t); \quad (12)$$

В результаті рішення отриманої системи, де невідомими є: $k\Omega_0, k\Omega_{1a}, k\Omega_{1\epsilon}, \omega_0, \omega_{1a}, \omega_{1\epsilon}$ отримаємо залежності у формі тригонометричних рядів.

Висновки. Показано, що існують такі режими роботи електричних машин, коли важливим є визначення її електромагнітних параметрів. З огляду на те, що ці параметри можуть бачь представлені нелінійними залежностями, важливим є розробка математичного апарату, що дозволяє отримати систему з достатньою кількістю рівнянь.

У роботі запропоновано енергетичний метод визначення параметрів машин постійного струму, який заснований на понятті миттєвої потужності. Метод дозволяє отримати систему ідентифікаційних рівнянь по кожній гармоніці потужності.

Можливості даного методу розглянуті на прикладі визначення електромагнітних параметрів двигуна постійного струму. З використанням енергетичного методу завдання може бути виконане в два етапи, що дозволяє спростити складний математичний розрахунок. Даний підхід можна застосувати не тільки до нелінійних електричних ланцюгів, але, що особливо важливо, і до систем іншої фізичної природи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Родькін Д.И. Комментарий к теории энергопроцессов с полигармоническими сигналами. Ч. 2. Определение и использование показателей энергетических режимов. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: наукові праці КДПУ. – Кременчук. КДПУ, 2005. – Вип.3(32). – С. 106–115.
2. Родькін Д.И., Огарь В.А. Возможность и эффективность метода энергодиагностики в идентификационных задачах. Вісник КДПУ. – Кременчук: Кременчуцький державний політехнічний університет, 2007. – Вип. 3/2007(44). – Ч. 1. – С. 66 – 77.
3. Родькін Д.И. Баланс составляющих мгновенной мощности полигармонических сигналов. Вісник КДПУ. – Кременчук: Кременчуцький державний політехнічний університет, 2007. – Вип. 3/2007(44). – Ч. 1. – С. 66 – 77.
4. Мосюндз Д.А. Щодо ідентифікації нелінійних параметрів електромеханічних систем./ Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету.