

УДК 621.313.3

О.М. Малиш

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

УМОВИ ВИБОРУ СУМІЩЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

У статті запропоновані критерії, використання яких дає можливість здійснювати проектування перетворювачів частоти із використанням суміщених електричних машин.

суміщені електричні машини, електромагнітні навантаження, перетворювач частоти

Вступ

Постановка проблеми. Наявність у магнітопроводі суміщеної електричної машини різнополюсних полів вимагає уточнення умов вибору електромагнітних навантажень, особливо в тій частині розрахунку, що пов'язана з розподілом навантажень між обмотками, які працюють на різних частотах. При цьому необхідно розрізняти два можливі варіанти виконання суміщеної елек-

тричної машини:

– на базі магнітопроводу серійного асинхронного двигуна (варіант реконструкції існуючої системи – варіант використання базової електричної машини);

– на базі спеціальної геометрії магнітопроводу (варіант створення нової системи).

Аналіз літератури. У ході розрахунку суміщеної електричної машини за першим варіантом

[1, 2] із застосуванням базової машини, яку виготовляють в умовах виробництва машин єдиних серій з використанням налагодженої технології, що виправдано екологічно, при заданих основних розмірах і необхідних значеннях частот необхідно визначити активну потужність, що виробляється в машині.

У ході розрахунку суміщеної електричної машини [1, 2] за другим варіантом потрібно визначити її основні розміри при заданих значеннях активної потужності і частоти.

Мета статті – виведення й обґрунтування критеріїв, використання яких дає можливість здійснювати проектування перетворювачів частоти.

Основна частина

В обох варіантах розрахунку необхідно з'ясувати основні параметри суміщених електричних машин. До таких параметрів відносяться: струм I , напруга U , потужність P , кількість витків обмотки w , частота f , індуктивність обмотки L , активний опір R , магнітна проникність речовини магнітопроводу μ , маса M , деякий характерний розмір D (діаметр D , довжина l , повітряний зазор δ), температура I , коефіцієнт тепловіддачі K_T , теплоємність C .

Знайдемо серед цих розмірних величин основні, для яких визначник Δ буде не буде дорівнювати нулю. Як основні (незалежних) одиниці виберемо такі: I, f, μ, I, D . Тоді одержимо таку систему критеріальних рівнянь:

$$\begin{aligned} [I] &= [I]^1 \times [T]^0 \times [M]^0 \times [\Theta]^0 \times [D]^0; \\ [f] &= [I]^0 \times [T]^{-1} \times [M]^0 \times [\Theta]^0 \times [D]^0; \\ [\mu] &= [I]^0 \times [T]^{-2} \times [M]^1 \times [\Theta]^0 \times [D]^0; \\ [\Theta] &= [I]^0 \times [T]^0 \times [M]^0 \times [\Theta]^1 \times [D]^0; \\ [D] &= [I]^0 \times [T]^0 \times [M]^0 \times [\Theta]^0 \times [D]^1. \end{aligned} \quad (1)$$

Системі рівнянь (1) відповідає визначник:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -1 \neq 0$$

Встановимо зв'язки параметрів суміщеної електричної машини із основними одиницями, тобто тим самим встановимо критерії подібності. Перший з них π_1 одержимо таким чином:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \frac{[P]}{[I]^{\alpha_1} \times [f]^{\beta_1} \times [\mu]^{\gamma_1} \times [\Theta]^{\xi_1} \times [D]^{\phi_1}} = \\ &= \frac{[D]^2 \times [M]^1 \times [T]^{-3} \times [I]^2}{[I]^{\alpha_1} \times [T]^{-\beta_1} \times [T]^{-2\gamma_1} \times [M]^{\gamma_1} \times [\Theta]^{\xi_1} \times [D]^{\phi_1}}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\pi_1 = \frac{P}{I^2 \cdot f \cdot \mu \cdot D^2} = \text{const}. \quad (3)$$

Запровадивши поняття лінійного навантаження електричної машини $A = \frac{I}{1}$ і виходячи з того, що величину індукції B можна представити як добуток магнітної проникності μ на напруженість H та враховуючи другий закон Кірхгофа для магнітного ланцюга, представимо перший критерій подібності у вигляді:

$$D^2 \cdot I = \frac{P \cdot K}{A \cdot B \cdot f} \quad (4)$$

де D_0 – постійний коефіцієнт.

Фактично перший критерій подібності є основним розрахунковим рівнянням електричної машини змінного струму:

$$D^2 \cdot I = \frac{8,6 \cdot 10^6 \cdot P}{K_{об} \cdot A \cdot B_0 \cdot n} \quad (5)$$

$$\pi_2 = \frac{U}{I \cdot f \cdot \mu \cdot D^2} \quad (6)$$

$$\pi_3 = \frac{L \cdot I^2}{\mu \cdot D^2} \quad (7)$$

$$\pi_4 = \frac{R \cdot I^2}{f \cdot \mu \cdot D^2} \quad (8)$$

$$\pi_5 = \frac{K_T \cdot \Theta}{f \cdot \mu} \quad (9)$$

$$\pi_6 = \frac{C \cdot \Theta}{f^2 \cdot D^2} \quad (10)$$

Інші критерії визначають умови роботи суміщеної електричної машини.

Висновки

Критерій π_2 фактично визначає ЕРС, одержувану з одного витка обмотки, статора, при заданих розмірах статора, і тим самим визначає потрібне кількість витків обмотки, статора. Критерій π_3 встановлює величину втрат у сталі, а критерій π_4 визначає величину втрат у міді. Критерій π_5 визначає кількість тепла, яка передає в навколишнє середовище з одиниці площини, і тим самим визначає вимоги, що представляється до системи відведення тепла. Критерій π_6 встановлює кількість тепла, що йде на нагрів обмоток, і визначає вимоги, що представляються до ізоляції. Знайдені критерії дозволяють здійснити вибір електромагнітних навантажень запропонованого перетворювача частоти.

Список літератури

1. Загрядцкій В.И. Совмещенные электрические машины. – Кишинев.: Картя Молдовеняскэ, 1971. – 164 с.

2. Луцик В.Д. Совмещенные электрические машины и аппараты. – К.: Техніка, 1993. – 203 с.

Надійшла до редколегії 17.09.2007

Рецензент:

д-р техн. наук проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.