

ТЯГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОВОЗА З ВЕНТИЛЬНО ІНДУКТОРНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Довгий час у тяговому електроприводі електровозів використовувались двигуни постійного струму послідовного збудження. Даний тип двигунів має деякі вади обумовлені наявністю колектора, які досить відчутно проявляються при експлуатації двигунів в умовах залізничного транспорту.

Ведуться розробки альтернативних електроприводів які можуть замінити колекторний електропривод. В теперішній час поширюється частотно-регульований електропривод. Завдяки його використанню забезпечується енерго- та ресурсозберігаючий ефект [1].

Одним із перспективних напрямків розвитку електроприводів являється використання вентиляно-індукторного двигуна (ВІД). ВІД має кращі регульовальні характеристики в порівнянні з двигуном постійного струму, пасивний ротор, незалежність кожної фази статора, високу ремонтну спроможність. Вартість виробництва в три рази менша, ніж машин із постійними магнітами, та в два рази менша, ніж у машин із короткозамкненим ротором [1].

Для дослідження можливості використання ВІД в електроприводі електровозу пропонується дослідити характеристики ВІД. У цій статті надані результати дослідження чотирьохфазного ВІД.

Формування фазних напруг ВІД системою керування може здійснюватися у функції кутового положення ротору. При введенні зворотного зв'язку по положенню ротора отримуємо ВІД, у якого збільшення моменту навантаження викликає зменшення частоти обертання ротору [2].

Для аналітичного запису фазних напруг, прикладених до фазних обмоток, запропоновано використовувати комутаційну функцію [2].

$$\gamma = E \left[\frac{\Theta_i + \Theta_{cm} + \beta}{n \cdot \alpha} \right] \quad (1)$$

де E – функція Антьє, визначає цілу частину числа,

- Θ_i – кут положення ротору,
- Θ_{cm} – початкове кутове зміщення,
- β – кутове зміщення,
- n – коефіцієнт роботи інвертора.

Фазна напруга яка подається на двигун

$$U_k = \frac{U_n}{4} + \frac{U_n}{2} \cdot \cos \left[\frac{\pi}{2} (\gamma - (k-1)) \right] + \frac{U_n}{4} \cdot \cos [\pi \cdot (\gamma - (k-1))] \quad (2)$$

Система рівнянь яка описує роботу ВІД

$$\begin{cases} \frac{di_1}{dt} = \frac{1}{L_0 + L_M \cos(Z_2\theta)} [U_1 + Z_2\omega L_M \sin(Z_2\theta)i_1 - R_1i_1] \\ \frac{di_2}{dt} = \frac{1}{L_0 + L_M \cos(Z_2\theta)} [U_2 - Z_2\omega L_M \cos(Z_2\theta)i_2 - R_2i_2] \\ \frac{di_3}{dt} = \frac{1}{L_0 - L_M \cos(Z_2\theta)} [U_3 - Z_2\omega L_M \sin(Z_2\theta)i_3 - R_3i_3] \\ \frac{d4_1}{dt} = \frac{1}{L_0 - L_M \cos(Z_2\theta)} [U_4 + Z_2\omega L_M \cos(Z_2\theta)i_4 - R_4i_4] \\ M = -\frac{Z_2}{2} L_M [(i_1^2 - i_3^2) \sin(Z_2\theta) - (i_2^2 - i_4^2) \cos(Z_2\theta)] \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} (M - M_n) \\ \frac{d\theta}{dt} = \omega \end{cases} \quad (3)$$

Результати моделювання прямого пуску тягового ВІД показані на рис.1.

Для розрахунку тягової характеристики $F = f(V)$ потрібно визначати силу тяги двигуна та лінійну швидкість електровозу.

$$F = \frac{2M}{D} \mu \eta \quad (4)$$

де D – діаметр колеса.

$$v = 0.188 \frac{nD}{\mu} \quad (5)$$

де n – швидкість обертання.

Тягова характеристика електровозу з ВІД наведена на рис. 2. Тягові характеристики змодельовані для трьох режимів живлення двигуна, при напрузі живлення $0.5U_n$, $0.75U_n$, U_n .

Виходячи з аналізу тягових характеристик, порівняно із приводом електровозу з двигуном постійного струму, електропривод із ВІД має такі переваги:

- більша сила тяги, завдяки кращому використанню зчіпної ваги,
- можливість плавного регулювання електроприводом.

В порівнянні з асинхронним електроприводом:

- більша механічна рівновага у всіх діапазонах швидкостей,
- менша різниця тягових сил при розподілені навантажень між двигунами.

З результатів моделювання видно що ВІД має великі пульсації моменту на валу двигуна. Для зменшення пульсацій рекомендується обмежити пускові струми в обмотці двигуна, та використання сучасних методів керування електроприводом.

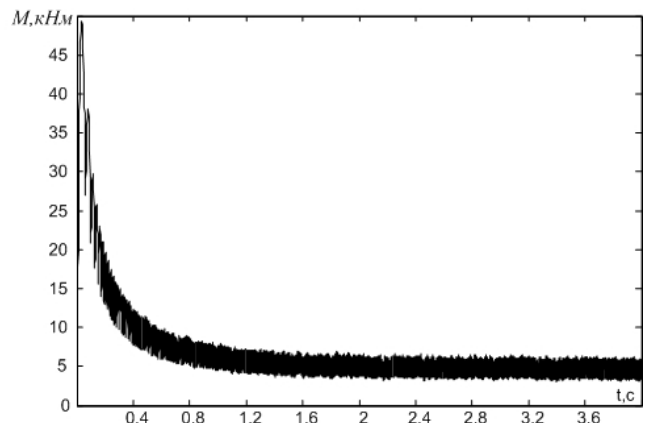
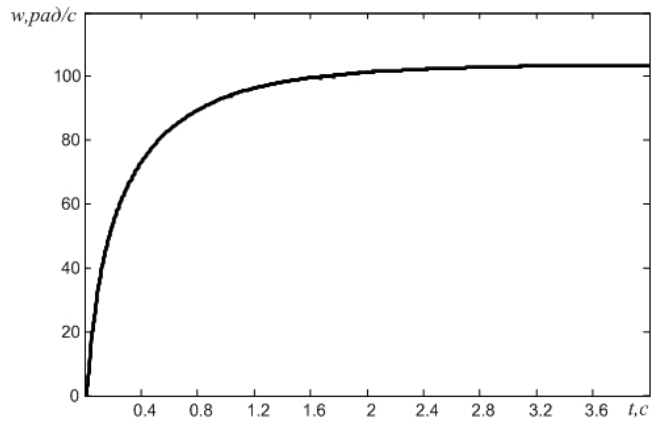


Рис. 1 Результати моделювання прямого пуску ВІД

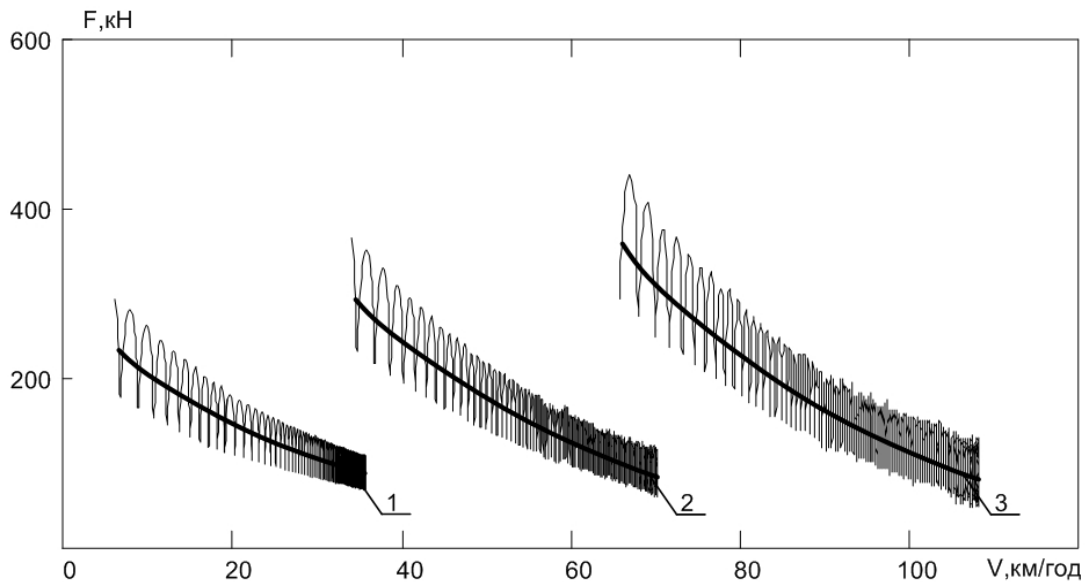


Рис.2 Результати моделювання тягових характеристик

ЛІТЕРАТУРА

1. Ильинский, Н.Ф. Вентильно-индукторный электропривод – перспективы развития [Текст]/ Н.Ф. Ильинский // Харьковский политехнический институт: науч.-техн. сб. – Х.: 2002. – Т. 1. – С. 42 – 43.
2. Голандцев, Ю.А. Вентильные индукторные-реактивные двигатели [Текст]/ Ю.А. Голандцев; - Санкт Петербург.: Электроприбор, 2003. – 148 с.