

## ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ КЕРУВАННЯ ДПС ПРИВОДУ МОТОБЛОКУ

Ковальов О. В., Квітка С. О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Обґрунтовано спосіб керування електродвигуном постійного струму послідовного збудження, що задовольняє вимогам до приводу малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку.

**Постановка проблеми.** Останні досягнення в області створення напівпровідникових елементів відкривають широкі можливості для підвищення ефективності та надійності систем електроприводу. Відносна простота регулювання швидкості та підтримки тягового зусилля на заданому рівні визначило застосування в якості приводного електродвигуна постійного струму послідовного збудження. Отже, виникає необхідність обґрунтування надійної системи керування електродвигуном приводу малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На практиці зміна частоти обертання двигуна постійного струму виконується шляхом амплітудного (реостатні схеми) або імпульсного (тиристорні системи) керування напруги обмотки якоря. Силова схема імпульсного способу, представлена імпульсним тиристорним перетворювачем, має великі втрати в контурі комутації, спричинені необхідністю виконувати цикли заряду та перезаряду комутуючих конденсаторів та великих габаритів комутуючого контуру [1, 2].

**Мета статті.** Обґрунтування простої та надійної системи керування електродвигуном постійного струму послідовного збудження, що задовольняє вимогам до приводу малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку.

**Основні матеріали дослідження.** Електропривід з однофазними тиристорними перетворювачами може працювати в одному з наступних режимів, для кожного з яких розглянемо відповідні розрахункові рівняння [3].

**Режим 1.** Тиристор відкритий на інтервалі  $\alpha < \Omega t < \pi$  в напівкерovanого перетворювача та  $\alpha < \Omega t < \beta$  при повністю керovanому перетворювачі.

Рівняння напруги має вигляд

$$u_a = \sqrt{2}U \sin \Omega t = i_a R_a + L_a di_a / dt + e_m C_\phi i_a \omega, \quad (1)$$

де  $U$  – напруга живлячої мережі.

Рівняння руху електроприводу має вигляд

$$M = e_m C_\phi i_a^2 = Jd\omega / dt + B\omega + M_o, \quad (2)$$

де  $B$  – коефіцієнт тертя;

$M_o$  – момент опору навантаження.

**Режим 2.** Робота кола зворотного діода в напівкерovanому перетворювачі протягом інтервалу  $\alpha < \Omega t < \beta$  для режимів переривчастих струмів якоря і  $\pi < \Omega t < \pi + \alpha$  для режиму непереривчастих струмів.

При  $\beta < \pi$  коло зворотного діода працює і

$$u_a = 0 = i_a R_a + L_a di_a / dt + e_m C_\phi i_a \omega; \quad (3)$$

$$M = C_m C_\phi i_a^2 - Jd\omega / dt + B\omega + M_o. \quad (4)$$

**Режим 3.** Вільний вибіг двигуна на інтервалі  $\beta < \Omega t < \pi + \alpha$ , при цьому  $i_a = 0$  та

$$M = 0 = Jd\omega / dt + B\omega + M_o. \quad (5)$$

Рівняння для середніх значень напруги і моменту мають вид

$$U_a = I_a R_a C_m C_\phi I_a \omega; \quad (6)$$

$$M = C_m C_\phi I_{a.KB}^2 = B\omega + M_o, \quad (7)$$

де  $I_{a.KB}$  – середньоквадратичне значення струму якоря двигуна.

В електроприводі з ДПС послідовного збудження і фазовим керуванням струм якоря залишається неперервним практично на всій області керування. Рівняння для напруги якоря в режимі непереривчастого струму отримаємо з наступних формул середніх значень напруг якоря при синусоїдальній формі живлячої напруги, коли  $u = \sqrt{2}U \sin \omega t$ , в випадку напів- та повністю керованих схем перетворювачів

$$U_a = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U \sin \Omega t d(\Omega t) = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} (1 + \cos \alpha); \quad (8)$$

$$U_a = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U \sin \Omega t d(\Omega t) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \alpha. \quad (9)$$

В результаті для середніх значень напруг отримаємо наступні залежності:

- в випадку використання напівкерovanого перетворювача

$$U_a = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} (1 + \cos \alpha) = I_a R_a + C_m C_\phi I_a \omega; \quad (10)$$

- для повністю керovanого перетворювача

$$U_a = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi} \cos \alpha = I_a R_a + C_m C_\phi I_a \omega. \quad (11)$$

Середнє значення кутової швидкості:

- для напівкерovanого перетворювача

$$\omega = \frac{\sqrt{2}U(1 + \cos\alpha) / \pi - I_a R_a}{C_m C_\phi \cdot I_a}, \quad (12)$$

- для повністю керованого перетворювача

$$\omega = \frac{(2\sqrt{2}U \cos\alpha) / \pi - I_a R_a}{C_m C_\phi \cdot I_a}. \quad (13)$$

Як правило, найбільший практичний інтерес представляють аналітичні залежності  $M(\omega)$ , що визначають механічні характеристики тягового ДПС при фазовому керуванні ТП [4].

Якщо пульсації струму якоря істотні, або струм має переривчастий характер, для побудови механічних характеристик і отримання інших показників приводу доцільно використовувати аналітичні методи. При цьому розглядається ustalений режим роботи двигуна і в результаті рішення рівнянь (1) і (3) визначимо аналітичні залежності для струму якоря. З їх допомогою отримаємо механічні характеристики електроприводу з фазовим керування для двигуна постійного струму послідовного збудження, наведені на рис. 1, 2.

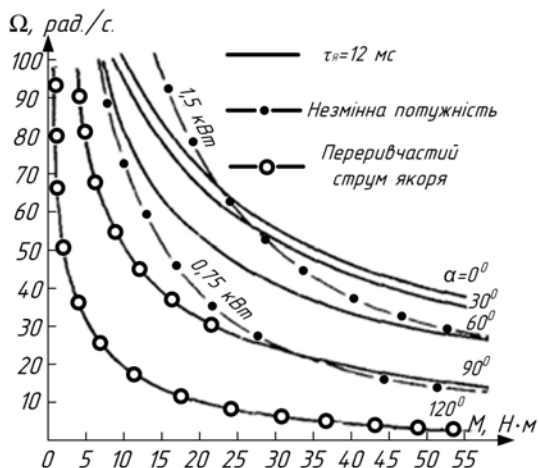


Рисунок 1 – Механічні характеристики ДПС послідовного збудження (1,5 кВт, 220 В, 1000 об/хв.) з однофазним напівкеруванням перетворювачем

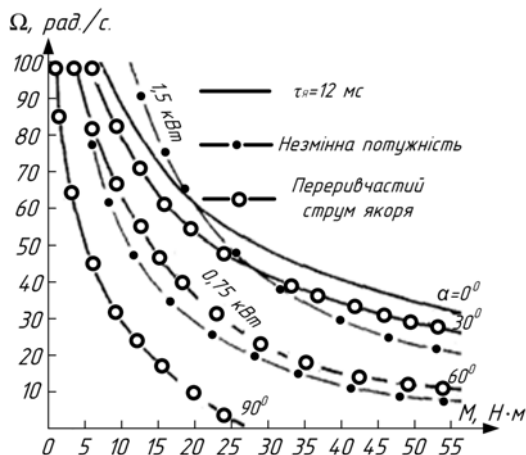


Рисунок 2 – Механічні характеристики ДПС послідовного збудження (1,5 кВт, 220 В, 1000 об/хв.) з однофазним повністю керованим перетворювачем

**Висновки.** 1 При напівкеруваному перетворювачі струм якоря безперервний практично на всьому діапазоні регулювання, за виключенням зони низьких моментів. Введення в коло якоря додаткової індуктивності може повністю виключити режим переривчастих струмів.

2 При повністю керованому перетворювачі зони переривчастих струмів займають більші області керування. Механічні характеристики мають форму подібну гіперболічній. Двигун розвиває більший момент на низьких швидкостях та малий при високих, що типово для двигуна послідовного збудження.

3 Для підтримки незмінності споживаної з мережі потужності  $P_1 = const$  з високою точністю необхідно застосовувати спеціальні системи регулювання при використанні однофазних ТП, що дозволяє зробити висновок про наявність істотних переваг електроприводів з двигунами послідовного збудження і напівкеруванням перетворювачем.

### Список використаних джерел

1 Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с.

2 Панкратов В. В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза / В. В. Панкратов // Электронные компоненты, 2007, № 2. – С. 42-53.

3 Далека В. Х. Основы электрической тяги: навч. посібник / В. Х. Далека, П. М. Пушков, В. П. Андрійченко, Ю. В. Мінеєва. Х.: ХНАМГ, 2012. – 312 с.

4 Ковальов О. В. Тягові характеристики та параметри керування мотоблоку з електроприводом постійного струму/ О. В. Ковальов, Г. Н. Назар'ян. – Вісник ХНТУ с.г. ім. П. Василенка. Випуск 73, Том 1. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 162 с.

### Аннотация

### ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ДПТ ПРИВОДА МОТОБЛОКА

Ковалев А. В., Квитка С. А.,

*Обоснован способ управления электродвигателем постоянного тока последовательного возбуждения, который удовлетворяет требованиям к приводу малогабаритного почвообрабатывающего мотоблока*

### Abstract

### METHOD OF MANAGEMENT DC-MOTOR DRIVE OF MOTOBLOCK

O. Kovalyov, S. Kvitka

*A management method is reasonable by the electric motor of direct-current of successive excitation, that satisfies requirements to the drive of small motoblock for treatment of soil*