

УДК 681.5

ВИЗНАЧЕННЯ ДІАПАЗОНУ КЕРУВАННЯ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ

Шарейко Д. Ю.*кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна**dshareyko.mk@gmail.com***Вербін О.О.***магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна**verbinoleksandr58@gmail.com***Кошман М.В.***магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна**weepcfg@gmail.com*

Отримано аналітичну залежність діапазону регулювання швидкості електроприводу двигуна постійного струму (ДПС) незалежного збудження. Розглянуто підпорядковане регулювання. Наведені передаточні функції замкнутої системи за збуренням та формули помилки керування, статичного спаду швидкості замкненої системи.

Ключові слова: електропривод, передаточна функція, діапазон керування, помилка керування, статичний спад швидкості, підпорядковане регулювання, структурна схема.

У статичних режимах робота більшості систем стабілізації характеризується такими основними показниками, як діапазон D та точність регулювання [1]. Точність регулювання швидкості визначається через відносну похибку регулювання δ %.

Діапазон і відносна похибка відповідно можуть бути визначені через вихідні параметри приводу [1]:

$$D = \frac{\omega_H}{\omega_{\min}}; \quad (1)$$

$$\delta = \frac{\Delta\omega_{c.3}}{\omega_{\min}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $\Delta\omega_{c.3}$ – статичний спад швидкості замкненої системи; $\omega_{\min}$ – мінімальна швидкість, що підтримує привод за умови дії номінального навантаження. Отже:

$$D = \frac{\delta}{100} \frac{\omega_H}{\Delta\omega_{c.3}}. \quad (3)$$

Структурна схема системи двоконтурного підпорядкованого керування ДПС представлена на рисунку 1.

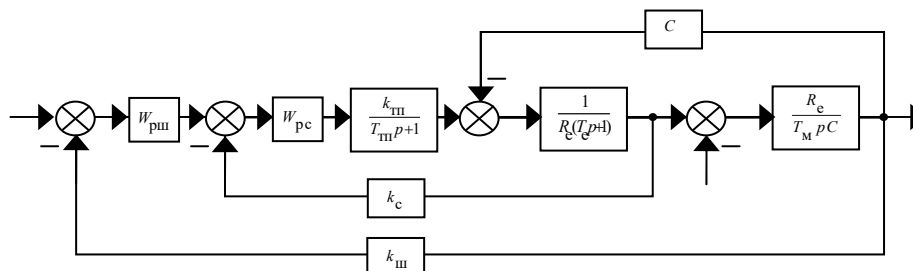


Рисунок 1 - Структурна схема системи

Основна задача розрахунку діапазону полягає у визначенні статичного спаду швидкості замкненої системи [2]. Для аналітичного визначення $\Delta\omega_{с.з}$ необхідно розглянути загальну передаточну функцію всієї системи за збуренням. Для оцінки діапазону перетворемо структурну схему відносно зміни швидкості $\Delta\omega$ у разі дії на привод стрибка збурення $\Delta M_{зб}$ і незмінності сигналу завдання. Тоді видно, що передаточна функція за збуренням:

$$W_{зб}(p) = \frac{\Delta\omega(p)}{\Delta I_{зб}(p)} = \frac{W_{об2}}{W_{рш} \cdot W_{Іконт}^3 \cdot W_{Іконт}^3 \cdot W_{об2} - 1}, \quad (4)$$

$$\text{де } W_{Іконт}^3 = \frac{W_{рс} \cdot W_{тп} \cdot W_{об1}}{W_{рс} \cdot W_{тп} \cdot W_{об1} \cdot k_{с+1}}; \quad W_{Іконт}^3 = k_{ш} - W_{рш}^{-1} \cdot W_{рс}^{-1} \cdot W_{тп}^{-1} \cdot C; \quad W_{тп} = \frac{k_{тп}}{T_{тп}p + 1};$$

$$W_{об1} = \frac{1}{R_e(T_e p + 1)}; \quad W_{об2} = \frac{R_e}{T_m p C}.$$

Отже, визначимо $W_{зб}$ підставивши відповідні складові для отримання залежності від передаточних функцій регуляторів виразом 5.

$$W_{зб}(p) = \frac{\Delta\omega(p)}{\Delta I_{зб}(p)} = \frac{k_{с+} + \frac{1}{W_{рс} \cdot W_{тп} \cdot W_{об1}}}{W_{рш} \cdot k_{ш} + \frac{1}{W_{об2} \cdot W_{рс} \cdot W_{тп} \cdot W_{об1}} - \frac{C}{W_{рс} \cdot W_{тп}} - \frac{k_{с}}{W_{об2}}}. \quad (5)$$

Зміну швидкості системи на виході можна записати як наступне рівняння:

$$\Delta\omega(p) = W_{зб}(p) \cdot \Delta I_{зб}(p) = W_{зб}(p) \cdot \frac{\Delta M_{зб}(p)}{C}. \quad (6)$$

Врахуємо, що $\Delta\omega_{с.р}(p) = \frac{\Delta M_{зб}(p) \cdot R_e}{C^2}$ - статичний спад швидкості розімкненої системи,

тоді вираз 6 переписується:

$$\Delta\omega(p) = \frac{C}{R_e} \cdot W_{зб}(p) \cdot \frac{\Delta M_{зб}(p) \cdot R_e}{C^2} = \frac{C}{R_e} \cdot W_{зб}(p) \cdot \Delta\omega_{с.р}(p). \quad (7)$$

Це дає змогу визначити статичний спад швидкості замкненої системи $\Delta\omega_{с.з}$ при дії на привод навантаження. В статисти оператор Лапласа p дорівнює 0 (тобто $t \rightarrow \infty$). Тоді для виразу $\Delta\omega_{с.з}$ з рівняння 7 можемо записати:

$$\Delta\omega_{с.з} = \frac{C}{R_e} \cdot W_{зб}(0) \cdot \Delta\omega_{с.р}. \quad (8)$$

Таким чином діапазон керування визначатиметься з 3 та 8 як:

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{\omega_H}{W_{зб}(0) \cdot \Delta\omega_{с.р.3}}. \quad (9)$$

Аналітичний вираз для $W_{зб}(0)$ можемо отримати з 5, врахувавши схему (рис.1) за умови $p = 0$, а саме:

$$\frac{1}{W_{об2}} = \frac{T_m p C}{R_e} = 0, \quad \frac{1}{W_{об1}} = R_e(T_e p + 1) = R_e, \quad W_{тп} = \frac{k_{тп}}{T_{тп} p + 1} = k_{тп}. \quad (10)$$

Тому передаточна функція за збуренням в статиці:

$$W_{\delta}(0) = \frac{k_c + \frac{R_e}{W_{pc}(0) \cdot k_{TP}}}{W_{psh}(0) \cdot k_{ш} + \frac{C}{W_{pc}(0) \cdot k_{TP}}} \quad (11)$$

Все це дає змогу визначити результуючий вираз для зв'язку діапазону керування з параметрами привода врахувавши 5, 9, 10 та 11:

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{W_{psh}(0) \cdot k_{ш} + \frac{C}{W_{pc}(0) \cdot k_{TP}}}{k_c + \frac{R_e}{W_{pc}(0) \cdot k_{TP}}} \quad (12)$$

Література

[1]. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. Посібник/ М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. К.: Либідь, 2005. – 680 с.

[2]. Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 2: Цифрові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2014. – 142 с.

DETERMINATION OF CONTROL RANGE IN ELECTRIC DRIVE

Shareiko D. Yu.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automation Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University

Mykolaiv, Ukraine dshareiko.mk@gmail.com

Verbin O.O.

master's degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine verbinoleksandr58@gmail.com

Koshman M.V.

master's degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine weepcfg@gmail.com

Analytical dependence of the speed control range of the electric drive of a direct current motor (DC motor) of independent excitation was obtained. Considered subordinate regulation. The transfer functions of the closed system under disturbance and the formulas of the control error and the static decay of the speed of the closed system are presented.

Key words: electric drive, transfer function, control range, control error, static speed decay, slave regulation, structural diagram.

УДК 621.314.26

ЦИФРОВА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ПРИСТРОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНУ

Верещаго Є.М.¹, Костюченко В.І.², Новогрецький С.М.³

І.к.т.н., проф. каф. МП, 2к.т.н., доц. каф. СЕЕС, 3к.т.н., доц. каф. СЕЕС
1,2,3 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

lyevgen.vereshchago@nuos.edu.ua; 2vitalii.kostiuchenko@nuos.edu.ua;

3sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua