

Застосування такого підходу для різних двигунів та тиристорних перетворювачів, що випускаються промисловістю, з потужністю до 90 кВт дозволило знизити динамічний стрибок при навантаженні до значень, виражених у десяти тисячних долях процента від номінальної швидкості. Це свідчить про діапазон у межах 10000, але при цьому як і раніше є характерні проблеми зі стійкістю.

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.

FITTING THE PID - REGULATOR AT THE ELECTRIC DRIVE

Shareiko D. Yu.

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

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Boychuk M. Yu.

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

Mykolaiv, Ukraine jhgjndfibm@gmail.com

Dovganyuk A. V.

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

Mykolaiv, Ukraine artem.dovhaa@gmail.com

The setting of the PID controller in the DC electric drive system of subordinate regulation is considered. Research was carried out with the aim of expanding the speed control range of the electric drive. The expansion of the control range of the electric drive is carried out in order not to deteriorate the quality indicators of the electric drive. Calculations are carried out in the Simulink environment.

Key words: direct current electric drive, slave control, PID controller, control quality indicators, control range, technological process, calculation scheme, shaft speed.

УДК 681.5

ДИНАМІКА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Шарейко Д. Ю.

кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету

кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

dshareyko.mk@gmail.com

Боровський С.С.

магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

semenakaandrii@ukr.net

Лотоцька Н.О.

магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

nadegda03111986@gmail.com

Розглянуто вплив регуляторів на динаміку керування двигуном постійного струму (ДПС) незалежного збудження у підпорядкованій системі керування [1]. Наведено вплив регуляторів на показники якості та діапазон керування у динаміці. Чисельний експеримент здійснюється у середовищі *Simulink*. Всі розрахунки проведені на підставі схем та коефіцієнтів, які наведені у [2]. Результати розрахунків представлені у виді графіків.

Ключові слова: електропривод постійного струму, підпорядковане керування, діапазон керування, показники якості керування, динаміка електропривода, регулятор, динамічні коефіцієнти, швидкість обертів валу.

Розглянемо динаміку системи керування при змінному сигналі завдання з переходами на різні швидкості та при різному рівні повільності зміни цього сигналу. У системі підпорядкованого керування ДПС П-регулятор швидкості та ІІ-регулятор струму з наступними передаточними функціями:

$$W_{pc} = \frac{T_{\mu c} p + 1}{T_{\mu c} p}; \quad W_{rsh} = K_{rsh}. \quad (1)$$

В такому разі діапазон керування визначимо з [2] та врахуємо $p = 0$:

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{W_{rsh}(0) \cdot k_{ш} + \frac{C}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}}{k_c + \frac{R_e}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{K_{rsh} \cdot k_{ш}}{k_c}. \quad (2)$$

Залежності взяті з [2], де надається тлумачення динамічних коефіцієнтів. Отже для виразу K_{rsh} можемо записати:

$$K_{rsh} = W_{Pi} = \frac{1}{\prod_{i=1}^N a_i \cdot T_{\mu i} p} \cdot \frac{1}{W_{Ki}} \cdot \frac{K_{i-1}}{K_i} = \frac{1}{a^2 \cdot T_{тп} p} \cdot \frac{T_M p C}{R_e} \cdot \frac{k_c}{k_{ш}} = \frac{C T_M k_c}{a^2 T_{тп} R_e k_{ш}}. \quad (3)$$

Налаштування на технічний оптимум дозволяє аналітично визначити K_{rsh} за формулою 3, де a – коефіцієнт оптимізації (для технічного оптимуму $a = 2$).

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e \cdot k_{ш} \cdot \frac{C T_M k_c}{a^2 T_{тп} k_{ш} R_e}}{C \cdot k_c} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{T_M}{a^2 T_{тп}}. \quad (4)$$

Як свідчить [1], на практиці максимальне значення T_M , як правило, не перевищує 0,3...0,4 с, спад швидкості навантаженого двигуна складає 10% від номінальної, а $T_{тп} \geq 0,006$, то при $a = 2$ та відносній похибці регулювання $\delta = 10\%$ діапазон не перевищує значення $D \leq 10$. Динаміка відпрацювання швидкості системи наведена на рисунку 1. Таким чином, збільшення K_{rsh} суттєво прискорює динаміку системи. Суттєві стрибки або ярко виражені переходи з однієї швидкості на іншу супроводжуються небажаними кидками швидкості та підвищеною коливальністю.

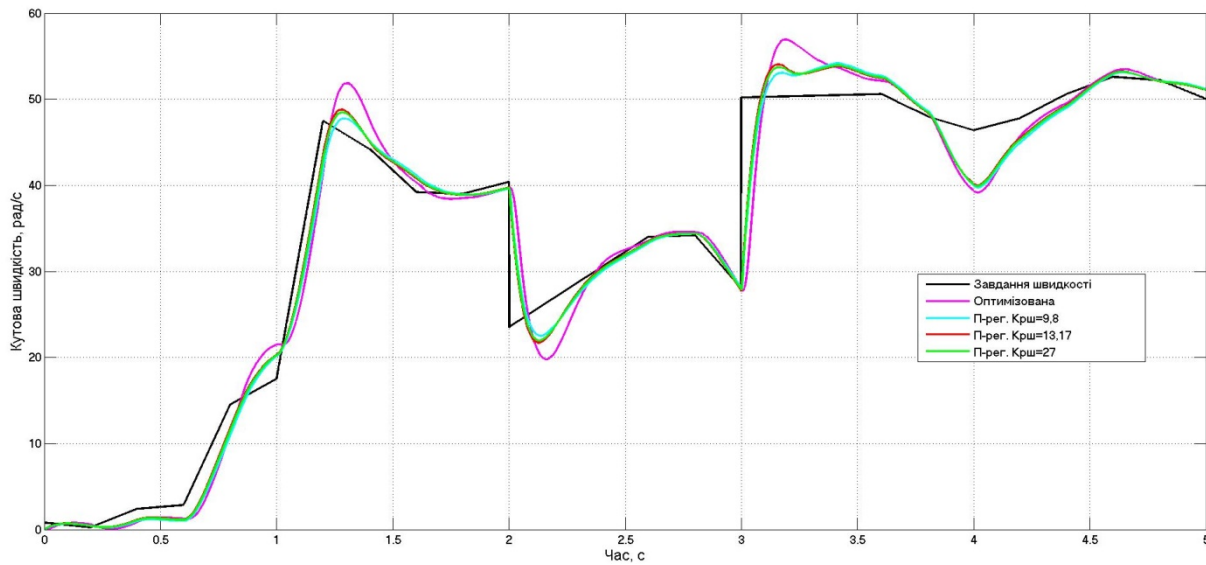


Рисунок 1- Динаміка системи з П-регулятором швидкості

Нехай система має ПІ регулятор струму та ПІ регулятор швидкості з наступними передаточними функціями:

$$W_{pc} = \frac{T_{\mu c} p + 1}{T_{\mu ic} p} ; W_{psh} = \frac{T_{\mu sh} p + 1}{T_{\mu ish} p} . \quad (4)$$

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{W_{psh}(0) \cdot k_{ш} + \frac{C}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}}{k_c + \frac{R_e}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{\infty \cdot k_{ш}}{k_c} \rightarrow \infty \quad (5)$$

При різних значеннях параметрів ПІ-регулятора діапазон регулювання можна отримати в межах до 150, що супроводжується перерегулюванням у 60-70%. На рисунку 2 наведено перехідні характеристики за швидкістю. Отже можна зробити висновок: 1) збільшення параметра I_{rs} суттєво зменшує значення похибки; 2) при завищених I_{rs} параметр K_{rs} суттєво не впливає на похибку; 3) за рахунок K_{rs} можливо корегувати коливальність системи, тобто наближення її до межі стійкості.

Нехай система має ПІ-регулятор струму та ПД-регулятор швидкості з наступними передаточними функціями:

$$W_{pc} = \frac{T_{\mu c} p + 1}{T_{\mu ic} p} ; W_{psh} = K_{дш} (T_{дш} p + 1) . \quad (6)$$

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{W_{psh}(0) \cdot k_{ш} + \frac{C}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}}{k_c + \frac{R_e}{W_{pc}(0) \cdot k_{тп}}} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_H}{\Delta \omega_{p.3}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{K_{дш} \cdot k_{ш}}{k_c} . \quad (7)$$

За результатами чисельного експерименту для різних двигунів вдавалося збільшувати діапазон приблизно до 100 та при цьому мати перерегулювання 50-60% та підвищену коливальність приблизно до 10.

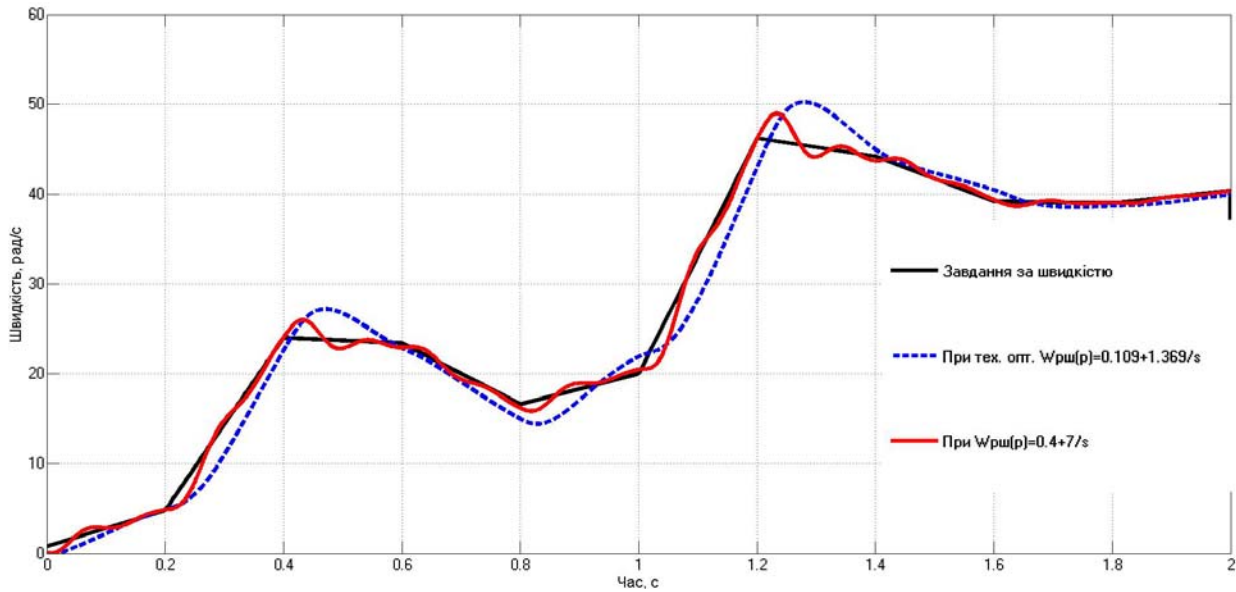


Рисунок 2 - Перехідні процеси при різних регуляторах швидкості

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.

DYNAMICS OF THE DIRECT CURRENT ELECTRIC DRIVE

Shareiko D. Yu.

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

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Borovsky S.S.

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

Mykolaiv, Ukraine semenakaandrii@ukr.net

Lototska N.O.

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

Mykolaiv, Ukraine

nadegda03111986@gmail.com

The influence of regulators on the dynamics of control of a direct current motor (DC) of independent excitation in a subordinate control system is considered [1]. The impact of regulators on quality indicators and control range in dynamics is given. The numerical experiment is carried out in the Simulink environment. All calculations are based on the schemes and coefficients given in [2]. The results of the calculations are presented in the form of graphs.

Key words: direct current electric drive, slave control, control range, control quality indicators, electric drive dynamics, regulator, dynamic coefficients, shaft speed.