

**1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ**

УДК 62-83-52

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Водічев В.А.¹, Монтік П.М.², Алдаїрі Алі¹¹Одеський національний політехнічний університет, Одеса²Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Copyright © 2014 by author and the journal "Automation technological and business - processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>ONAF
Open Access

DOI: 10.15673/2312-3125.19/2014.27947

Анотація

Розглянуто підходи до реалізації параметричного регулятора і відповідних зворотних зв'язків в електромеханічних системах автоматизації технологічних процесів, у яких об'єкт керування має змінний під впливом збурень коефіцієнт передачі. Наведені результати дослідження на моделі перехідних процесів у системі.

Abstract

The approaches to the implementation of the parametric regulator and appropriate feedback in electromechanical systems of automation of technological processes in which the gain of control object changes under the influence of perturbation are considered. The results of research on a model of transient processes in the system are presented.

Ключові слова

Система, регулятор, зворотний зв'язок, перехідний процес.

У цілій низці систем керування технологічними процесами об'єкт керування підданий впливу неконтрольованих параметричних збурень. Прикладом можуть слугувати системи стабілізації силових параметрів металообробки, у яких коефіцієнт передачі об'єкта керування змінюється під впливом зміни глибини і ширини обробки, твердості оброблюваної заготовки і стану інструменту. Системи автоматичного керування з від'ємним зворотним зв'язком і керуванням за відхиленням вихідної координати від заданого значення здатні компенсувати вплив параметричних збурень в нешироких межах зміни коефіцієнта підсилення об'єкта керування. В цих умовах при сталих настройках регуляторів погіршується якість перехідних процесів в системах стабілізації, що суттєво впливає на якість продукції, що виробляється. При певних значеннях збурень система втрачає стійкість. Більш ефективну компенсацію параметричних збурень забезпечують системи з параметричним зворотним зв'язком, теоретичні засади застосування яких розроблені давно [1], а ефективність їх застосування доведена на прикладі систем стабілізації потужності обробки металообробних верстатів [2]. Проте питання розробки структури регуляторів і прогнозування якості перехідних процесів в параметричних системах при різних передаточних функціях виконавчих пристроїв і об'єктів керування поки в літературі розглянуто недостатньо.



1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ

Метою статті є розробка простих за технічною реалізацією структур регулятора і пристрою для визначення коефіцієнта підсилення об'єкта керування в параметричних системах керування технологічними процесами і оцінка якості перехідних процесів у системах з різними передаточними функціями об'єкта керування.

Параметрична система (рис. 1) містить регулятор Р, який формує сигнал u_k задання швидкості v електропривода ЕП переміщення виконавчого органу робочої машини. ЕП забезпечує керуючий вплив на об'єкт керування ОК, яким є технологічний процес з вихідною координатою y . Результати впливу контролюються датчиками вихідної координати ДВ і швидкості пересування виконавчого органу робочої машини ДШ. Для забезпечення параметричного зворотного зв'язку за коефіцієнтом підсилення об'єкта керування, який змінюється під дією збурення x_b , застосовується блок обчислення коефіцієнта підсилення.

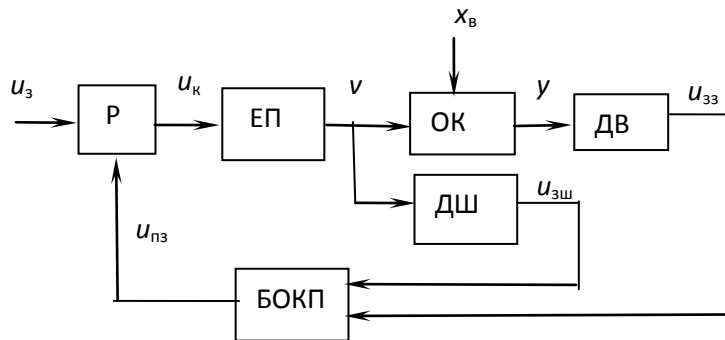


Рис.1 - Функціональна схема параметричної системи

На входи Р, який є блоком ділення, надходять сигнали задання вихідної координати u_3 і параметричного зворотного зв'язку $u_{пз}$ (рис. 2, а), максимальне значення сигналу u_k задання швидкості ЕП обмежується на технологічно обґрунтованому рівні ланкою з нелінійною характеристикою типу «насичення». Для зменшення перерегулювання вихідної координати до виходу регулятора підключено ланцюг, який складається з суматора, нелінійної і підсилювальної ланок і забезпечують гнучкий зворотний зв'язок за похідною регульованої координати. Для формування сигналу параметричного зворотного зв'язку $u_{пз}$, що є пропорційним коефіцієнту передачі ОК, може бути використано БОКП, структурна схема якого наведені на рис 2, б. Сигнал $u_{пз}$ формується як результат ділення сигналу u_{33} , що надходить від ДВ і пройшов через форсуючу ланку, на сигнал $u_{3ш}$ від ДШ, що пройшов через інерційну ланку.

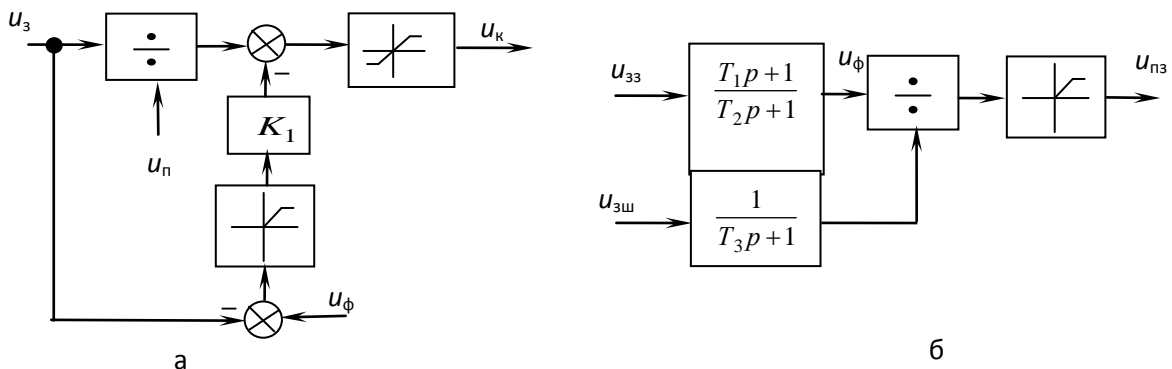


Рис. 2 - Структурні схеми регулятора (а) і БОКП (б)

Сигнал на виході регулятора в усталеному режимі

$$u_k = \frac{u_3 u_{3ш}}{u_{33}} = \frac{K_{дв} u_3 K_{дш} v}{K_{дв} u}$$



1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ

де $K_{дв}$, $K_{дш}$ – коефіцієнти підсилення датчиків вихідної координати і швидкості ЕП відповідно;
 y_3 – задане значення вихідної координати.

Поточне значення вихідної координати в усталеному режимі

$$y = u_k K_{еп} K_{ок},$$

де $K_{еп}$, $K_{ок}$ – коефіцієнти підсилення електропривода і об'єкта керування.

Враховуючи, що $K_{ок} = y/v$, а також вважаючи, що ЕП має замкнуте коло регулювання швидкості з коефіцієнтом підсилення $K_{еп} = 1/K_{дш}$, з наведених формул отримаємо, що в усталеному режимі $y = y_3$. Таким чином, у сталому режимі вихідна координата в системі завжди підтримується на заданому рівні без похибки, незалежно від зміни коефіцієнта підсилення об'єкта керування під дією збурення.

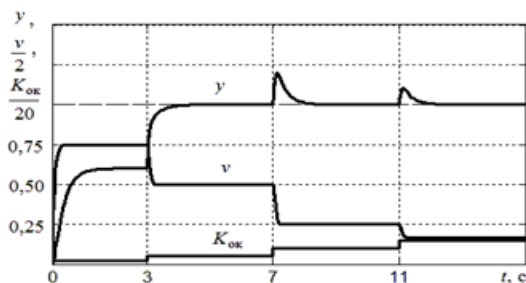
Дослідження перехідних процесів у системі, що побудована за розглянутою вище структурою, виконане на моделі у середовищі Matlab-Simulink. При дослідженні вважалось, що ДШ є безинерційною ланкою, ДВ – аперіодичною ланкою першого порядку зі сталою часу 0,02 с, значно меншою за сталі часу ЕП і ОК. Моделювання виконане для випадків, коли передаточні функції замкнутого кола регулювання швидкості ЕП і ОК відповідають аперіодичній і коливальній ланкам. Досліджувалась коливальність перехідного процесу і перерегулювання вихідної координати y в умовах зміни коефіцієнта підсилення ОК стрибком.

Графіки перехідних процесів у системі представлено на рис. 3 у вигляді залежностей у відносних одиницях вихідної координати y , швидкості ЕП v і коефіцієнта підсилення ОК $K_{ок}$ від часу t . Графіки на рис. 3 а, б, в відповідають випадку, коли передаточна функція ОК відповідає аперіодичній ланці першого порядку зі сталою часу $T_{ок} = 0,3$ с, а параметри структурної схеми рис. 2 наступні: $T_1 = 0,3$ с, $T_2 = T_3 = 0,02$ с. Якщо передаточна функція замкнутого кола регулювання швидкості ЕП відповідає аперіодичній ланці першого порядку зі сталою часу $T_{еп} = 0,07$ с; то при зміні $K_{ок}$ стрибком перехідний процес відбувається без коливань, найбільше перерегулювання при зміні $K_{ок}$ вдвічі (момент часу 7 с. на рис. 3, а) становить 20 % від заданого значення при відсутності гнучкого зворотного зв'язку в схемі рис. 2, а ($K_1 = 0$). Якщо передаточна функція замкнутого кола регулювання швидкості ЕП відповідає коливальній ланці другого порядку з коефіцієнтом демпфування $\xi = 0,7$, то найбільше перерегулювання при зміні $K_{ок}$ зростає до 25 % (рис. 3, б). При застосуванні гнучкого зворотного зв'язку ($K_1 = 0,3$) перерегулювання знаходиться в межах 20% (рис. 3, в).

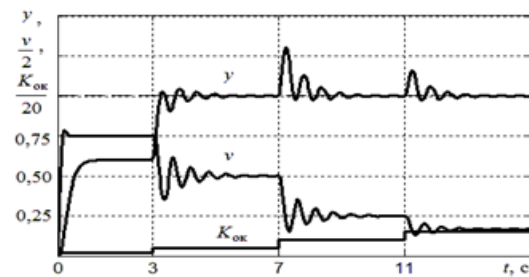
Якщо передаточна функція ОК відповідає аперіодичній ланці другого порядку, то $K_1 = 0$ перехідний процес має коливальний характер, перерегулювання зростає до 30 % (рис. 3, г). Зменшення коливальності і значення перерегулювання до 20% (рис. 3, д) забезпечують параметри структурної схеми рис. 2: $K_1 = 0,8$; $T_3 = 0,09$ с.

Коли передаточна функція ОК відповідає коливальній ланці другого порядку з коефіцієнтом демпфування $\xi = 0,7$, то при вказаних значеннях K_1 і T_3 перехідний процес має коливальний характер, зменшення коливальності при перерегулюванні у 20 % (рис. 3, е) забезпечується збільшенням сталої часу T_3 до 0,18 с.

Таким чином, система стабілізації технологічного параметру з параметричним зворотним зв'язком з запропонованими регулятором і спостережним пристроєм в умовах зміни коефіцієнта підсилення об'єкта керування забезпечує прийнятну для багатьох робочих машин якість перехідних процесів, а в усталених режимах підтримує регульовану координату без похибки.



а



г



1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ

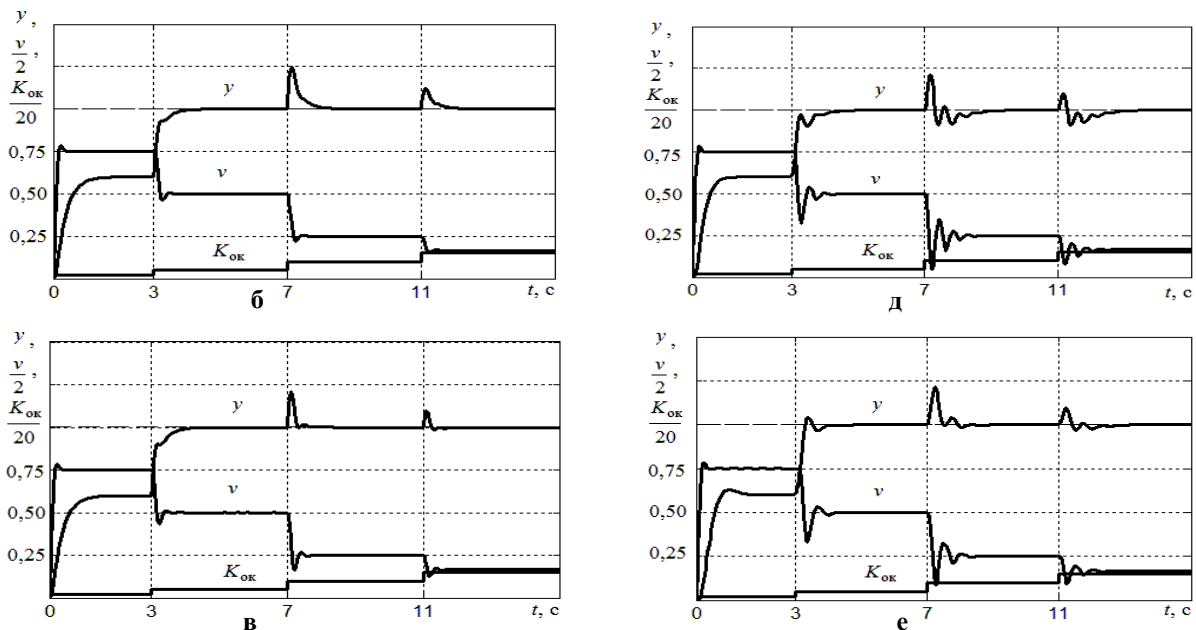


Рис. 3 – Графіки перехідних процесів у системі при різних передаточних функціях ЕП і ОК

Технічна реалізація запропонованого регулятора і БОКП не є складною і не потребує суттєвих капіталовкладень. Блок ділення може бути реалізовано на операційному підсилювачі, у ланцюг зворотного зв'язку якого включено аналоговий помножувач, а стандартні ланки, що входять до структурної схеми рис. 2, реалізуються на операційних підсилювачах.

Література

1. Догановский С.А. Параметрические системы автоматического регулирования / Догановский С.А. – М.: Энергия, 1973. – 168 с; в
2. Водічев В.А. Електромеханічні системи автоматизації з параметричним зворотним зв'язком / В.А. Водічев // Електротехнічні та комп'ютерні системи: Наук.-техн. журнал – К.: Техніка. – 2011. – №3 (79). – С. 207 – 208.

НОВОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Журнал «Автоматизация технологических и бизнес-процессов» стал информационным партнером очередного VII Международного форума «Комплексное обеспечение лабораторий» который состоится 14-16 октября текущего года в г. Киев. Приглашаем всех принять участие в работе форума.

LAB[®] Complex VII Міжнародний форум «Комплексне забезпечення лабораторій»

14–16 жовтня 2014 року

КИЇВ ПЛАЗА VII Україна, Київ, вул. Салютна, 2-Б