

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

*Васильєв В. І.¹, к.т.н.; Васильєв Є. В.², архітектор систем
інформаційної безпеки.*

¹ Сумський державний університет, м. Суми, Україна

² NVision-Group, м. Київ, Україна

Системи з заданими ресурсами, оптимальні по швидкодії, підвищують продуктивність процесів, енергетичну ефективність, довговічність устаткування і тому завжди були об'єктом досліджень проектувальників.

До таких об'єктів відносяться електромеханічні системи з пружними зв'язками. Вони характеризуються складними перехідними процесами і тому вимагають раціональних способів керування. Зокрема, використання лінійного закону впливу на систему з часом кратним періоду власних коливань системи, або варіант способу — двоступінчастий вплив із затримкою часу спрацьовування другої ступіні на половину періоду власних коливань системи [1].

Недоліком цих способів є обмежена область застосування, тому що вони не можуть бути застосовувані для робочих режимів роботи, складні в реалізації, тому що вимагають точного контролю частотних параметрів системи. Також, ці параметри не завжди відповідають вимогам безпеки системи по швидкодії в аварійних режимах роботи.

Для усунення зазначених недоліків був розроблений спосіб керування системою у функції її частотних властивостей [2]. Технічний результат способу полягає в підвищенні енергетичної ефективності, швидкодії, зменшенні динамічних перевантажень. Область його застосування – системи з пружними властивостями. Зокрема, робоче, запобіжне гальмування, керування ліфтами, підймальними машинами, у т.ч. для глибоких шахт, буровими установками і конвеєрами.

Суть способу ілюструється блок-схемою алгоритму роботи, що представлена на рис. 1. Схема містить блоки: завдання функції керування, констант і коефіцієнтів; обчислення різниці між функцією керування і сумою координат зміни керуючого впливу і його першої похідної в часі з коефіцієнтом пропорційності, що враховує частотні параметри системи підйому і динамічні параметри привода; формувача функції-координати другої похідної від функції зміни впливу на систему, амплітуда якої обмежена динамічними властивостями привода; формувача координати першої похідної функції зміни впливу; формувача координати функції зміни впливу; формувача закону впливу.

З метою запобігання перехідних процесів, пов'язаних з перерозподілом і розсіюванням механічної енергії закон впливу, що формується вра-

ховує динамічні параметри привода, частотні — пружної системи і представляє суму трьох функцій-координат: функції зміни гальмового зусилля,

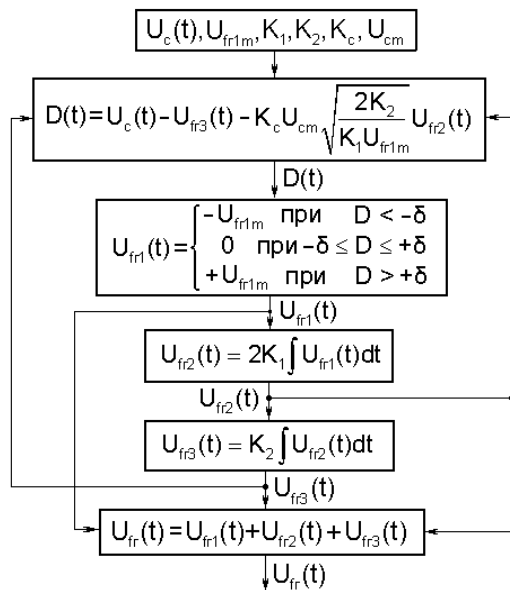


Рисунок 1. Блок-схема алгоритму роботи способу. $K_1 = f(\alpha)$, $K_2 = f(\omega, \alpha)$ — коефіцієнти; F , $U_{fr1m} = \frac{dF}{dt} \max$ — вплив і максима-

льна швидкість зміни впливу; U_c, U_{cm}, K_c — сигнал управління, його максимальне значення і коефіцієнт пропорційності; $U_{fr}, U_{fr3}, U_{fr2}, U_{fr1}$ — вихідний сигнал і його складові змінні

зокрема, ступінчастої і плавної. Для оцінки якісних показників способів

його першої і другої похідної, що описують рух системи, включаючи привод і пружну систему. В підсумку формується закон який здатний демпфувати власні коливання системи.

Функції-координати сформовані, обмежені й жорстко зв'язані між собою. Тому вплив на їх основі ефективно запобігає умови перерозподілу енергії між масами, що рухаються і пружними елементами в системі. Це підвищує енергетичну ефективність, швидкодію, зменшує динамічні перевантаження в системі, поліпшує безпеку експлуатації і подовжує ресурс устаткування.

На рис. 2 представлені перехідні характеристики механічної системи і динаміка процесу при застосуванні способу впливу що відповідає алгоритму на рис. 1. при довільних функціях впливу,

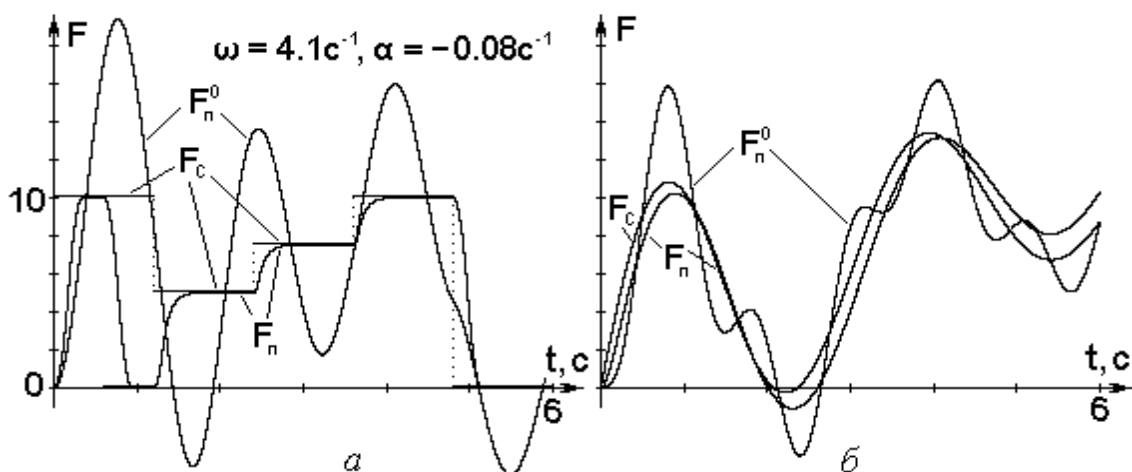


Рисунок 2. Перехідні характеристики, при ступінчастої (а) і плавної зміні (б) керуючого впливу. Позначені: $\omega, \alpha, F_c, F_n^0, F_n$ — частота, коефіцієнт демпфірування, вплив і пружні зусилля без застосування способу і з ним

при відхиленні параметрів частоти від розрахункових проведено комп'ютерне моделювання динамічних характеристик при використанні трьох способів демпфірування коливань в пружній системі. Результати моделювання представлені на рис. 3.

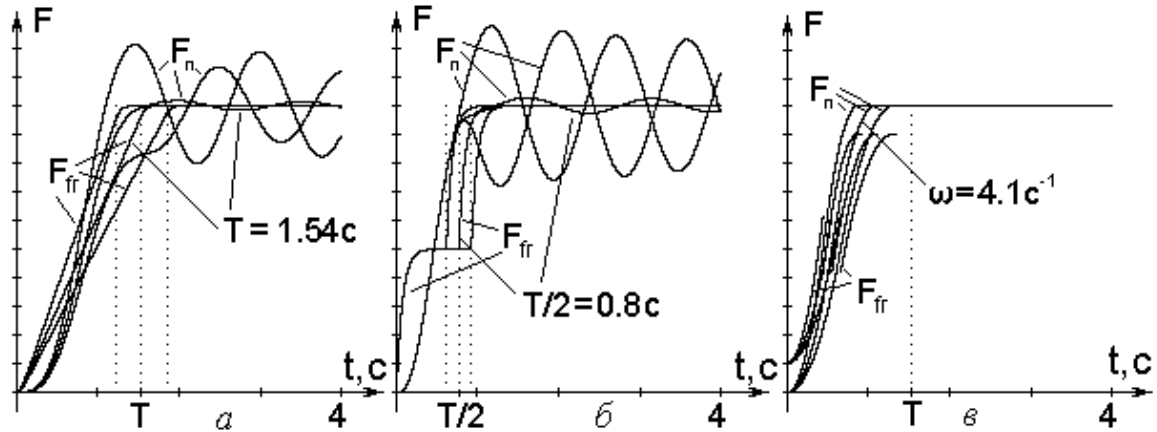


Рисунок 3. Порівняння якісних показників динаміки процесу при використанні способів впливу: лінійного (а), двоступінчастого (б), багатокординатного (в), при відхиленні частотних параметрів на $\pm 20\%$. Позначені: T , F_{fr} — період, вплив

Результати досліджень показали високу ефективність технічних рішень способу демпфірування коливань в пружній системі, що може бути закладено в алгоритмах апаратного і програмного забезпечення при вирішенні відповідних технічних задач і проектів.

Література

1. Патент РФ № 2342309 Способ торможения подъемных машин / Либерман Я. Л., Горбунова Л. Н., Баранов В. А. Опубл. 27.12.2008. Бюл. № 36.
2. Заявка на винахід № а201314784 Спосіб гальмування шахтної підйомальної установки / Васильев В. І., Васильев С. В. від 17.12.2013.

Анотація

Розглянуто функціональний аспект проектування апаратури керування динамічною системою. Представлені результати досліджень динаміки процесів і порівняння якості керування різними способами за допомогою комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: інерційні властивості системи, оптимальне керування.

Аннотация

Рассмотрен функциональный аспект проектирования аппаратуры управления системой со сложной динамикой. Представлены результаты исследований динамики процессов и сравнение качества управления разными способами методом компьютерного моделирования.

Ключевые слова: инерционные свойства системы, оптимальное управление.

Abstract

The functional aspect of designing of the equipment for control of dynamic system is considered. The results of researches of computer simulation of dynamics processes and comparison of methods quality of control are submitted.

Key words: inertial properties of system, optimization of control