

ВРАХУВАННЯ НЕЛІНІЙНОГО ХАРАКТЕРУ ПРУЖНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПРИ РОЗРОБЦІ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДВОДВИГУННОГО ПРИВОДУ ПОХИЛОГО ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано спосіб врахування нелінійного характеру пружного зв'язку дводвигунного електроприводу похилого дифузійного апарата, що дозволив підвищити адекватність імітаційного моделювання для визначення його динамічних властивостей.

Ключові слова: похилий дифузійний апарат, електричний привод, нелінійний пружний зв'язок.

Abstract

Proposed a method for taking into account the nonlinear character of the elastic connections of the inclined diffusion device's two-motor electric drive, which allowed to increase the adequacy of simulation simulation to determine its dynamic properties.

Keywords: inclined diffusion device, electric drive, nonlinear elastic connection .

Вступ

Дослідження динаміки дводвигунного електроприводу похилого дифузійного апарата (ПДА) вимагає розробки математичних та імітаційних моделей, які б враховували наявний пружно-дисипативний зв'язок між двигунами та основні експлуатаційні характеристики об'єкта. У працях [1] та [2] були розроблені такі моделі та отримані лінеаризовані структурні схеми, однак аналіз динамічних властивостей приводу ПДА в парадигмі лінійної теорії автоматичного керування не забезпечує необхідної адекватності математичного моделювання. Це пов'язано з тим, що пружна деформація таких складних тіл, якими є шнеки ПДА в пружному й в'язкому середовищі, не може описуватись лінійними співвідношеннями за умови значних деформацій.

Метою пропонованої роботи є розробка способу врахування нелінійного характеру пружного зв'язку в імітаційних моделях.

Результати дослідження

Детальні дослідження природи нелінійного характеру деформації шнеків ПДА є досить складною науково-технічною задачею і виходить за межі даного дослідження. За аналогією до математичних моделей двомасової системи, викладених, зокрема, у [3] момент пружної деформації шнеків можна описати з достатньою адекватністю наступним нелінійним співвідношенням:

$$\Delta M = \zeta_{12L} \cdot \Delta \theta + \zeta_{12NL} \Delta \theta^3, \quad (1)$$

де ζ_{12L} , ζ_{12NL} – коефіцієнти, що характеризують лінійну та нелінійну деформацію, $\Delta \theta$ – миттєве значення відносного кута повороту валів верхнього та нижнього двигуна.

Або після нескладних перетворень:

$$\Delta M = \zeta_{12L} \cdot \Delta \theta + \zeta_{12NL} \Delta \theta^3 = (\zeta_{12L} + \zeta_{12NL} \Delta \theta^2) \Delta \theta = \zeta_{12} \Delta \theta, \quad (2)$$

де $\zeta_{12} = \zeta_{12L} + \zeta_{12NL} \Delta \theta^2$

Таким чином жорсткість пружного зв'язку буде складатись з двох складових і є функцією відносного кута повороту валів верхнього та нижнього двигунів.

Розроблена у [2] та подана на рис. 1 структурна схема є лінеаризованою математичною моделлю механічної частини системи приводу ПДА і може бути використана для режимів з незначною зміною параметрів системи.

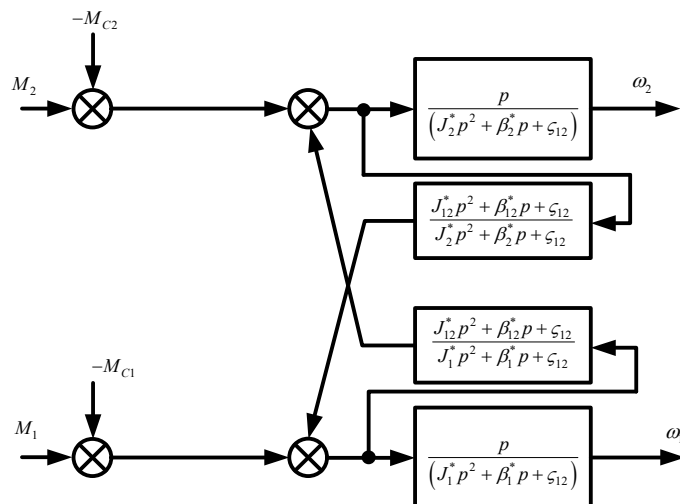


Рис. 1 – Структурна схема механічної частини приводу ПДА

Врахування нелінійного характеру системи можливе за допомогою числових методів і засобів імітаційного моделювання MATLAB. При дослідженні динамічних режимів в таких моделях значення жорсткості є змінною величиною, яка залежить від параметрів режиму, та визначається на кожному ітераційному кроці за виразом (2) та підставляється у модель на наступному. За умови, якщо часовий проміжок між кроками моделі є значно меншим за період електромеханічних коливань, зміна відносного кута повороту валів двигунів буде незначною і нею можна знехтувати.

Оскільки нелінійний параметр ζ_{12} знаходиться в середині передатної функції, то при побудові імітаційних моделей необхідно скористатись прийнятими в теорії автоматичного керування методами перетворень передатних функцій, які дозволяють розробити відповідні підсистеми. Ця операція дає змогу підставляти до моделі значення ζ_{12} на кожному кроці моделювання.

Висновки

В роботі було розроблено математичні та імітаційні моделі дводвигунного електроприводу, які дозволяють враховувати нелінійний характер пружно-дисипативного зв'язку між двигунами, що разом з врахуванням технологічних особливостей роботи об'єкту забезпечило необхідну адекватність математичного моделювання. Отримані результати можуть бути використані при аналізі динамічних властивостей системи приводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ю. Г. Ведміцький, В. В. Кухарчук, та А. М. Коваль, “Математична і електричні моделі механічної частини шнекових дифузійних апаратів”, *Вісник інженерної академії України*, №1, с. 155 – 160, 2010.
- [2] В. В. Кухарчук, В. І. Родінков, та А. М. Коваль, “Динамічні властивості системи привода похилого дифузійного апарата”, *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*, №2, с. 86 – 93, 2013.
- [3] Akuro Big-Alabo, and Chinwuba Victor Ossia, “Analysis of the Coupled Nonlinear Vibration of a Two-Mass System”, *Journal of Applied and Computational Mechanics*, vol. 5, no. 5, pp. 935-950, 2019.

Андрій Миколайович Коваль — асистент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kovand1983@gmail.com

Koval Andrii M. — assistant, Department of Theoretical Electrical Engineering and electrical measurements, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.