

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ КРАНА З ВРАХУВАННЯМ ПРУЖНОСТІ В МЕХАНІЧНІЙ ПЕРЕДАЧІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано комп'ютерну модель підйомної лебідки крана та проведено її імітаційне моделювання. Дана модель дозволяє отримати коректні результати в усьому діапазоні навантажень з врахуванням зміни коефіцієнта корисної дії механічної передачі, а також пружності механічного зв'язку між двигуном та виробничим механізмом.

Ключові слова: лебідка, електричний привод, комп'ютерна модель.

Abstract

A computer model of a crane winch is proposed and its simulation is performed. This model allows to obtain correct results in the entire range of loads, taking into account the change in the efficiency of the mechanical transmission, as well as the elasticity as the elasticity of the mechanical connection between the engine and the production mechanism.

Keywords: winch, electric drive, computer model.

Вступ

Одним із важливих напрямків розвитку сучасного електропривода (ЕП) є розвиток науково-дослідних робіт по створенню математичних моделей і алгоритмів технологічних процесів, комп'ютерних засобів проектування ЕП [1]. Це дозволить суттєво спростити процес проектування ЕП виробничих механізмів та дозволить проводити дослідження їх роботи без додаткових матеріальних затрат та зношення реального обладнання [2].

Одними з найбільш поширених в промисловості є підйомно-транспортні машини. Основним їх механізмом, який забезпечує транспортування вантажу у вертикальній площині є підйомна лебідка. В роботі [2] запропоновано комп'ютерну модель підйомної лебідки вантажного крана в середовищі Matlab. Дана модель дозволяє отримати коректні результати в усьому діапазоні навантажень з врахуванням зміни коефіцієнта корисної дії механічної передачі, однак не врахує впливу пружного зв'язку між приводним двигуном та виконавчим механізмом.

Отже, метою роботи є підвищення точності опису процесів в електроприводі підйомної лебідки за рахунок врахування пружності зв'язку між двигуном та механізмом.

Результати дослідження

Конструктивно однією з найбільш простих, а тому і найбільш поширених підйомних установок є барабанна підйомна лебідка. Її спрощена кінематична схема подана на рис. 1.

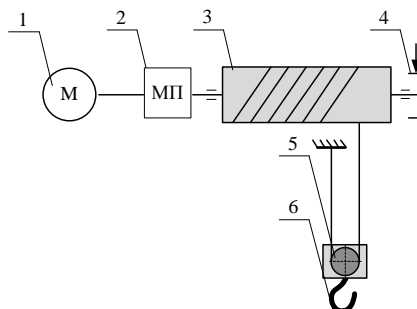


Рис. 1. Спрощена кінематична схема барабанної лебідки: 1 – двигун; 2 – механічна передача; 3 – барабан; 4 – гальмівний шків; 5 – поліспаст; 6 – вантажозахватний пристрій

Представимо підйомну лебідку двохмасовою механічною системою з пружним зв'язком (рис. 2). Однією з концентрованих мас можна представити як двигун з моментом інерції J_1 , а іншу – робочою машиною (лебідку з редуктором, барабаном та захватним пристроєм) з моментом інерції J_2 відділених пружним моментом $M_{пр}$.

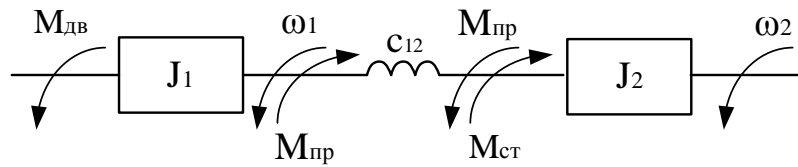


Рис. 2. Еквівалентна двомасова система з пружним зв'язком

Кутову деформацію пружного елемента можна знайти за виразом:

$$\Delta\varphi = \int (\omega_1 - \omega_2) dt, \quad (1)$$

де ω_1, ω_2 – частота обертання першої та другої мас, рад/с.

Рівняння руху 1-ї маси можна записати як основне рівняння руху електропривода:

$$M_{дв} - M_{пр} = J_1 \frac{d\omega_1}{dt}. \quad (2)$$

Рівняння руху 2-ї маси матиме аналогічний вигляд:

$$M_{пр} - M_{ст} = J_2 \frac{d\omega_2}{dt}. \quad (3)$$

де $M_{ст}$ – момент статичного навантаження, Н·м.

Остаточно система диференціальних рівнянь двомасової системи буде мати вигляд:

$$\begin{cases} M_{пр} = c_{12} \cdot \Delta\varphi, \\ \Delta\varphi = \int (\omega_1 - \omega_2) dt, \\ M_{дв} - M_{пр} = J_1 \frac{d\omega_1}{dt}, \\ M_{пр} - M_{ст} = J_2 \frac{d\omega_2}{dt}. \end{cases} \quad (4)$$

Структурна схема двомасової системи складеної за рівняннями (4) наведена на рис. 3.

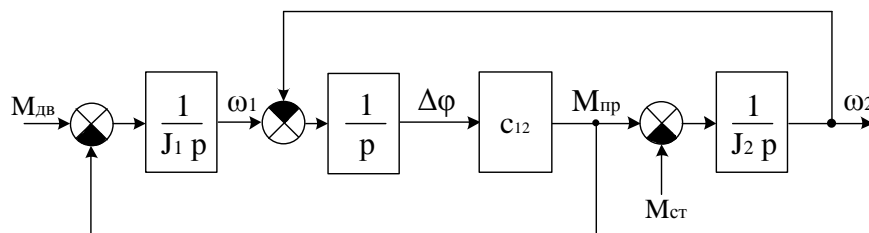


Рис. 3. Структурна схема двомасової системи

Доповнивши модель підйомної лебідки, яка запропонована в робіт [2], структурою двомасової системи згідно рис. 3, отримаємо узагальнену модель лебідки з врахуванням пружності механічної передачі. На рис. 4 наведено відповідну комп'ютерну модель та графіки перехідних процесів при підйомі вантажу.

Для порівняння на графіках (рис. 4) подано криві зміни частоти обертання і моменту зі сторони першої маси (ротора двигуна) та зі сторони другої маси (барабан електроталі). Коливальні процеси виникають за рахунок наявності пружності, в'язкого тертя та люфту в механічній передачі. Зі сторони другої маси коливальні процеси більші (тонші лінії на графіках).

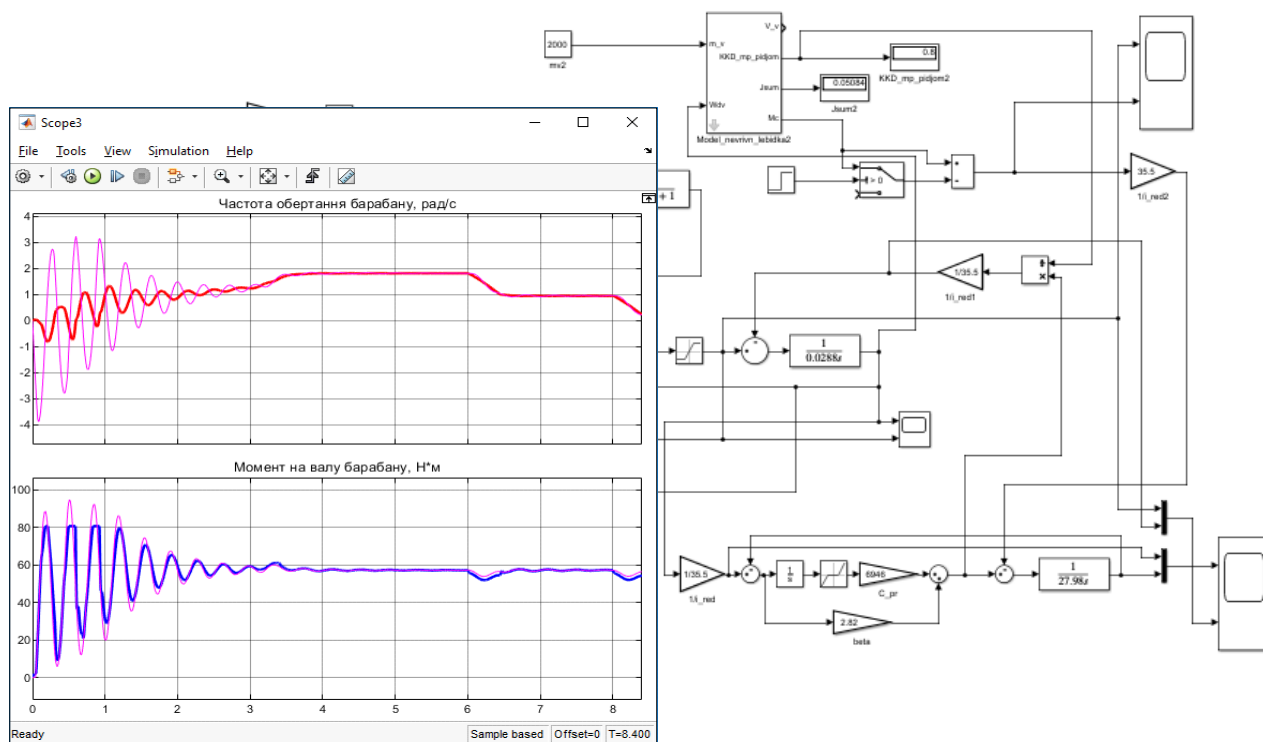


Рис. 4. Комп'ютерна модель двомасової системи електропривода з врахуванням пружності в механічній передачі

Висновки

Розроблено комп'ютерну модель підйомної лебідки крана та проведено її імітаційне моделювання. Запропонована модель дозволяє отримати коректні результати в усьому діапазоні навантажень з врахуванням зміни коефіцієнта корисної дії механічної передачі, а також пружності механічної передачі. Використання даної моделі дозволить суттєво спростити процес проектування електроприводів підйомних лебідок кранів та дозволить проводити дослідження їх роботи без шкоди та зношення реального обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Москаленко В. В. Электрический привод / В. В. Москаленко – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
- 2 Бабій С. М. Комп'ютерна модель підйомної лебідки крана в середовищі Matlab / С. М. Бабій, А. М. Ратушна // Zbiór artykułów naukowych recenzowanych. «SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT #3. Technics and technology» (30.03.2018 – 31.03.2018) – Warszawa : Wydawca : Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2018. – 48 str. – S. 8–11.

Чуловський Денис Юрійович – магістрант кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: denyokk@gmail.com

Бабій Сергій Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Мошнорізі Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Chulovsky Denis Yuriyovych – master of the Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: denyokk@gmail.com

Babiy Sergey Nikolaevich – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia