

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ КРАНА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

Вінницький національний технічний університет

Анотація

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.

Ключові слова: підйомна лебідка, електропривод, комп'ютерна модель.

Abstract

A computer model of lifting winch of a crane was developed and its simulation modeling was carried out. The proposed model allows obtaining the correct results throughout the range of loads, taking into account the change in the coefficient of mechanical transmission efficiency.

Keywords: lifting winch, electric drive, computer model.

Вступ

Згідно [1], 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.

До переліку найбільш поширених загальнопромислових механізмів відносять вантажопідйомні машини. В роботі [2] запропоновано комп'ютерну модель підйомної лебідки вантажного крана в середовищі Matlab. Дана модель має обмеження, оскільки забезпечує отримання коректних результатів за умови, що коефіцієнт корисної дії (ККД) механічної передачі більший 0,5.

Метою роботи є розроблення комп'ютерної моделі підйомної лебідки крана, яка б забезпечувала коректні результати в усьому діапазоні навантажень з врахуванням зміни ККД механічної передачі.

Результати дослідження

Кінематична схема підйомної лебідки крана та графіки статичних навантажень зображені на рис. 1: 1 – електродвигун; 2 – гальмівний шків; 3 – редуктор; 4 – барабан; 5 – поліспасти; 6 – вантажо-захватний пристрій.

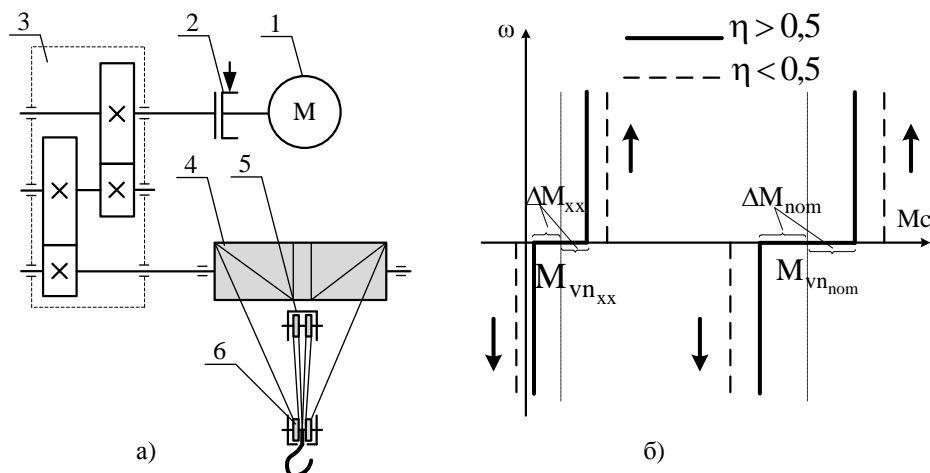


Рис. 1. Кінематична схема підйомної лебідки крана (а) та графіки статичних навантажнь (б)

Статичні навантаження підйомних лебідок визначаються, головним чином, силою тяжіння. Якщо не враховувати втрати на тертя, то приведений до вала двигуна момент опору дорівнює [3]:

$$M_{vn} = \frac{(m_v + m_0) \cdot g \cdot D_b}{2 \cdot i_{mp} \cdot u}, \quad (1)$$

де m_v – маса вантажу, кг; m_0 – маса вантажозахватного пристрою, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; D_b – діаметр барабана лебідки, м; i_{mp} – передаточне число механічної передачі; u – кратність поліспасти.

В реальному механізмі присутні втрати тертя ΔM , які обумовлюють наявність реактивного моменту, який завжди перешкоджає руху, змінюючи свій знак при зміні напрямку руху. При цьому результуючий момент статичного опору M_c є алгебраїчною сумою моменту опору M_{vn} і моменту втрат ΔM («+» при підйомі; «-» при опусканні) [3]:

$$M_c = M_{vn} \pm \Delta M. \quad (2)$$

Момент втрат в механічній передачі, приведений до вала двигуна:

$$\Delta M = \frac{(m_v + m_0) \cdot g \cdot D_b}{2 \cdot i_{mp} \cdot u} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{mp}} - 1 \right), \quad (3)$$

де η_{mp} – ККД механічної передачі при підйомі вантажу масою m_v .

Відповідно до виразів (1), (2) та (3) структурні схеми підйомної лебідки крана при підйомі та опусканні вантажу зображені на рис. 2.

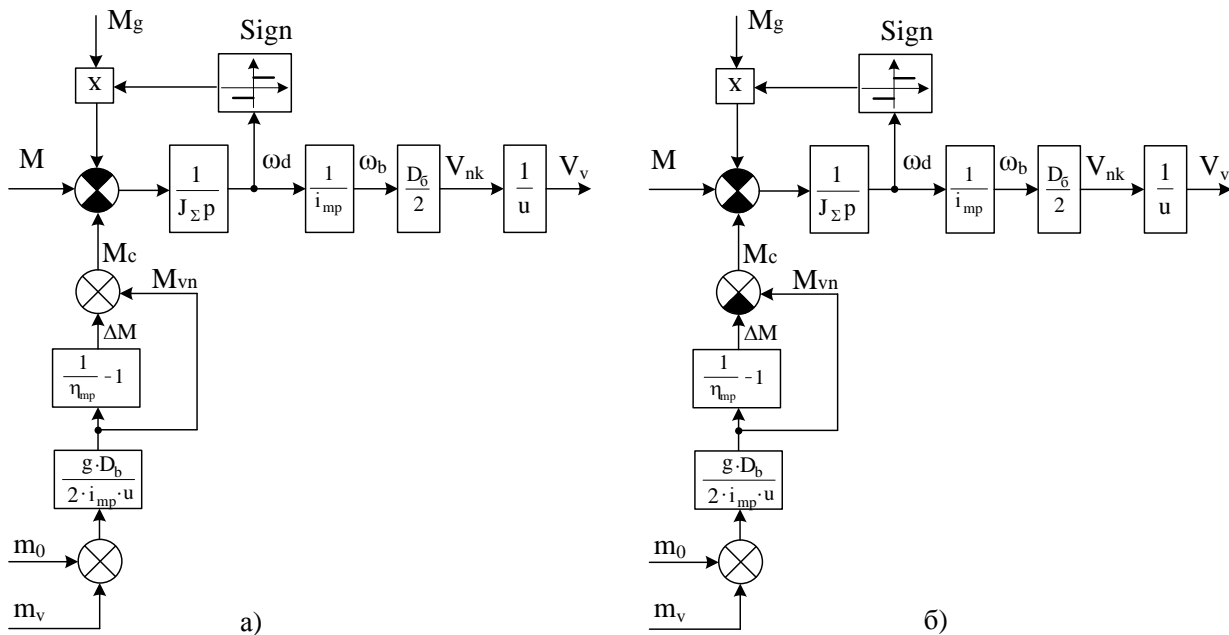


Рис. 2. Структурна схема підйомної лебідки крана при підйомі (а) та опусканні (б) вантажу

На рис. 2 позначено: M – момент двигуна; M_g – гальмівний момент; J_Σ – приведений до вала двигуна момент інерції привода; ω_d – кутова швидкість обертання вала двигуна; ω_b – кутова швидкість обертання приводного барабана; V_{nk} – швидкість намотування троса на барабан; V_v – швидкість транспортування вантажу; $Sign$ – знак сигналу (використовується, щоб гальмівний момент завжди протидіяв напрямку обертання).

Узагальнена модель підйомної лебідки крана в Matlab Simulink зображена на рис. 3. В даній моделі враховано, що ККД механічної передачі при зміні навантаження також змінюється.

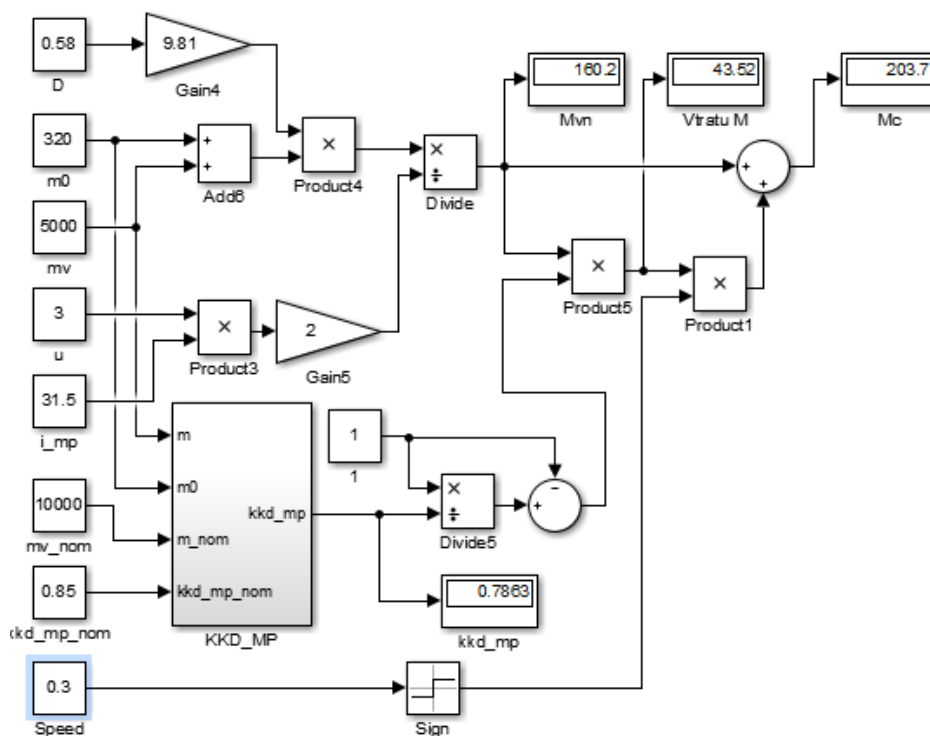


Рис. 3. Модель підйомної лебідки крана в Simulink

Висновки

На основі виразів для статичних навантажень 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. Використання даної моделі дозволить суттєво спростити процес проектування електроприводів підйомних 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 вантажного крана в середовищі Matlab / С. М. Бабій, А. М. Ратушна // Zbiór artykułów naukowych. «Inżynieria i technologia. East European Conference» (29.06.2017 – 30.06.2017) – Warszawa : Wydawca : Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2017. – 40 str. – S. 11–13. – Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Inżynieria i technologia. East European Conference» 29.06.2017 – 30.06.2017 roku. Łódź.
3. Ключев В. И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / В. И. Ключев, В. М. Терехов. – М. : Энергия, 1980. – 360 с.

Ратушна Аліна Миколаївна – студент групи ЕПА-17м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 04051995alina@gmail.com.

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

Ratushna Alina M. – Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

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