

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ВРІВНОВАЖЕНОГО ЛІФТА В MATLAB

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено комп'ютерну модель врівноваженого ліфта в Matlab. Запропонована модель дозволяє отримати інформацію про статичні навантаження на електропривод підйомної лебідки в заданих режимах роботи, що є особливо важливим на етапі проектування ліфтів.

Ключові слова: ліфт, система керування, моделювання.

Abstract

Developed a computer model of balanced elevator in Matlab. The proposed model allows to obtain information about the static load on the electric drive of the lifting winch in predetermined modes of operation. This is especially important at the stage of designing elevators.

Keywords: elevator, control system, simulation.

Вступ

Сучасний стан цивільного і промислового будівництва був би неможливий без технічно досконалих підйомно-транспортних машин, наприклад, таких як ліфти, які забезпечують швидке та комфортне транспортування людей і/або вантажів з одного рівня на інший [1, 2].

Забезпечення оптимального режиму роботи будь-якого обладнання можливе лише після його ґрунтовного дослідження. Враховуючи сучасні підходи до проектування, зокрема використання комп'ютерної техніки, важливо мати комп'ютерну модель ліфта, яка суттєво спростить процес проектування та дозволить проводити дослідження роботи ліфта як в нормальних, так і аварійних режимах роботи без шкоди та зношення реального обладнання.

Метою роботи є розроблення комп'ютерної моделі врівноваженого ліфта в Matlab.

Результати дослідження

Кінематична схема врівноваженого ліфта зображена на рис. 1: 1 – гальмівний шків; 2 – приводний двигун; 3 – механічна передача; 4 – канатоведучий шків (КВШ); 5 – відвідний блок; 6 – протизага; 7 – кабіна.

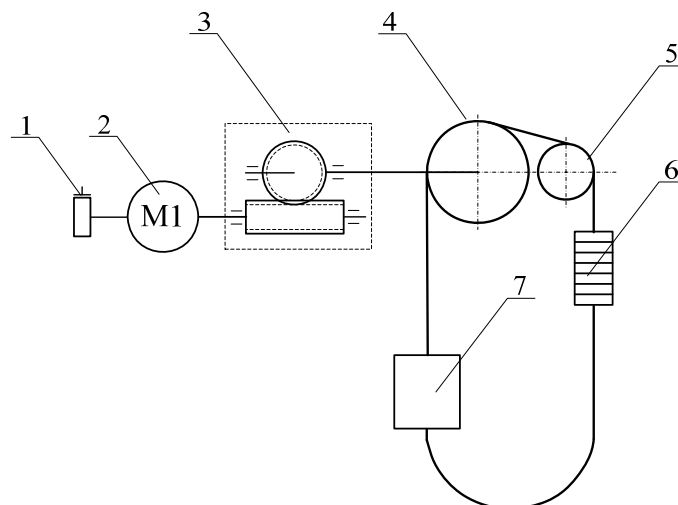


Рис. 1. Кінематична схема врівноваженого ліфта

Механічна частина врівноваженого ліфта описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} G_v = m_v \cdot g, \\ G_0 = m_0 \cdot g, \\ m_{pr} = m_0 + \alpha \cdot m_{v\ nom}, \\ G_{pr} = m_{pr} \cdot g, \\ F_{sh} = G_0 + G_v - G_{pr}, \end{cases} \quad (1)$$

де m_v – маса вантажу; $m_{v\ nom}$ – номінальна вантажопідйомність; m_0 – маса кабіни; m_{pr} – маса противаги; G_v – вага вантажу; G_0 – вага кабіни; G_{pr} – вага противаги; α – коефіцієнт врівноваження; g – прискорення вільного падіння; F_{sh} – результуюче зусилля на КВШ; M_{op} – момент опору без врахування втрат в механічній передачі.

Моменти статичного опору врівноваженого ліфта:

– при підйомі кабіни з номінальним вантажем (при спуску порожньої кабіни):

$$M_c = \frac{F_{sh} \cdot D_{sh}}{2 \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}; \quad (2)$$

– при спуску кабіни з номінальним вантажем (при підйомі порожньої кабіни):

$$M_c = \frac{F_{sh} \cdot D_{sh}}{2 \cdot i_{mp}} \cdot \eta_{mp}; \quad (3)$$

де D_{sh} – діаметр КВШ; i_{mp} – передавальне число механічної передачі; η_{mp} – ККД механічної передачі.

Відповідно до рівнянь (1) – (3) структурні схеми механічної частини врівноваженого ліфта при підйомі кабіни з номінальним вантажем (спуску порожньої кабіни), а також при спуску кабіни з номінальним вантажем (підйомі порожньої кабіни) зображені на рис. 1 та рис. 2 відповідно.

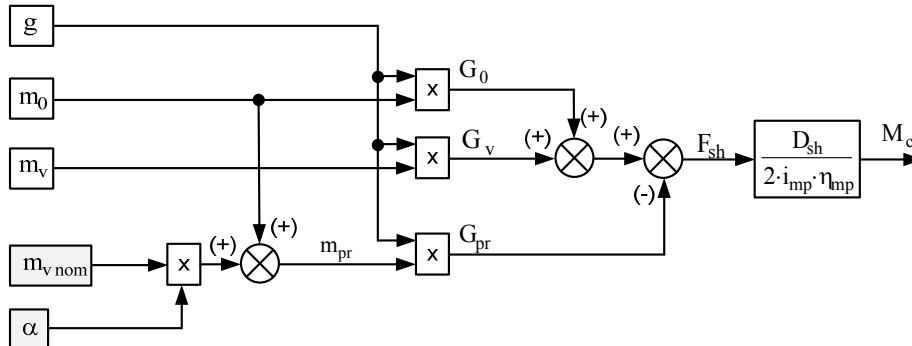


Рис. 1. Структурна схема механічної частини врівноваженого ліфта при підйомі кабіни з номінальним вантажем (спуску порожньої кабіни)

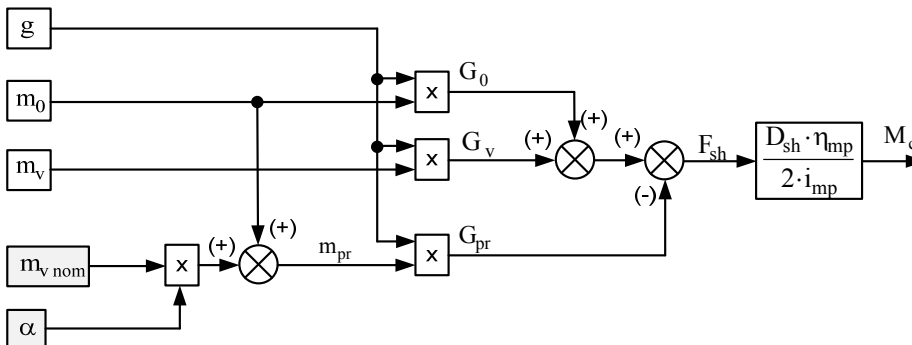


Рис. 2. Структурна схема механічної частини врівноваженого ліфта при спуску кабіни з номінальним вантажем (підйомі порожньої кабіни)

Вибір тієї чи іншої структурної схеми повинен відбуватись залежно від співвідношень мас кабіни m_0 , вантажу m_v та противаги m_{pr} , а також – залежно від напрямку руху привода (підйом, спуск).

Представимо відповідні умови у вигляді математичної моделі:

$$\begin{cases}
 \text{If } \begin{cases} m_0 + \alpha \cdot m_{v \text{ nom}} \geq m_{pr}, \\ \omega > 0, \end{cases} & \text{then } M_c = \frac{M_{op}}{\eta_{mp}}; \\
 \text{If } \begin{cases} m_0 + \alpha \cdot m_{v \text{ nom}} \geq m_{pr}, \\ \omega < 0, \end{cases} & \text{then } M_c = M_{op} \cdot \eta_{mp}; \\
 \text{If } \begin{cases} m_0 + \alpha \cdot m_{v \text{ nom}} < m_{pr}, \\ \omega > 0, \end{cases} & \text{then } M_c = M_{op} \cdot \eta_{mp}; \\
 \text{If } \begin{cases} m_0 + \alpha \cdot m_{v \text{ nom}} < m_{pr}, \\ \omega < 0, \end{cases} & \text{to } M_c = \frac{M_{op}}{\eta_{mp}}; \\
 \text{If } \omega = 0, & \text{then } M_c = M_{op}.
 \end{cases} \quad (4)$$

В Simulink, який є додатком до пакету Matlab, здійснимо моделювання роботи ліфта як при підйомі та опусканні номінального вантажу, так і не завантаженої кабіни (рис. 3). Результати моделювання та аналітичних розрахунків зведені у порівняльну табл. 1.

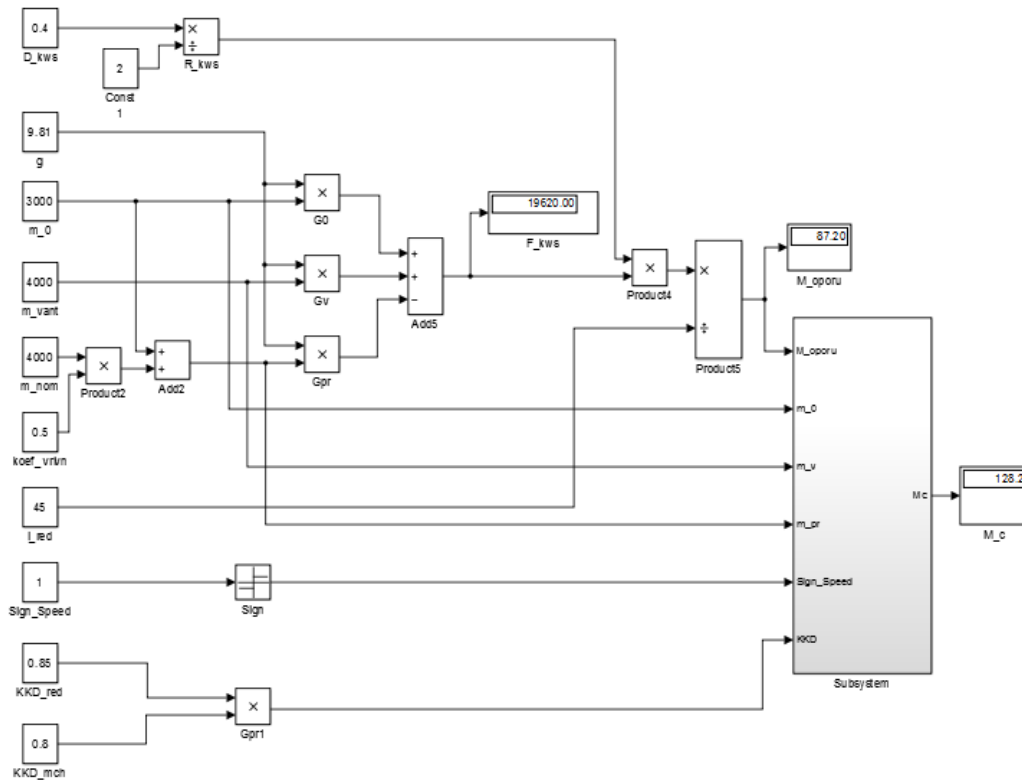


Рис. 3. Модель врівноваженого ліфта в Simulink (підйом номінального вантажу)

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця

Режими / параметри	Рез.розрахунків	Рез. моделювання
Підйом номінального вантажу	результуюче зусилля на КВШ $F_{ш}$, Н	19620
	момент статичного опору M_c , Н·м	128,235
Спуск номінального вантажу	результуюче зусилля на КВШ $F_{ш}$, Н	19620
	момент статичного опору M_c , Н·м	59,296
Підйом не завантаженої кабіни	результуюче зусилля на КВШ $F_{ш}$, Н	-19620
	момент статичного опору M_c , Н·м	-59,296
Спуск не завантаженої кабіни	результуюче зусилля на КВШ $F_{ш}$, Н	-19620
	момент статичного опору M_c , Н·м	-128,235

Структура блок Subsystem (див. рис. 3), який описується математичною моделлю (4), зображено на рис. 4.

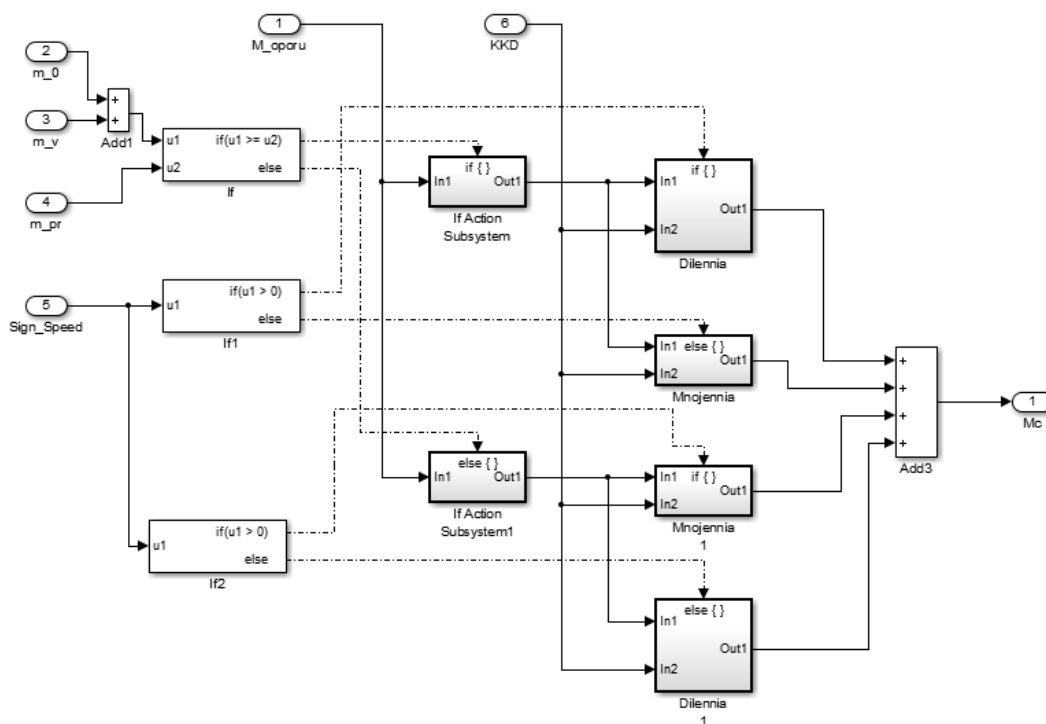


Рис. 4. Структура блоку Subsystem

Висновки

Розроблено математичні моделі та відповідні структурні схеми механічної частини ліфта з врівноваженою кінематичною схемою. Здійснено моделювання в Simulink. Як впливає із результатів моделювання, розрахункові дані та дані отримані в результаті моделювання є повністю ідентичними, що підтверджує адекватність запропонованих моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ліфт. Википедія [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%84%D1%82>
2. Волков Д. П. Ліфты / Д. П. Волков – М. : Из-во АСВ, 1999. – 480 с.

Тетяна Василівна Кириловська — студент групи ЕПА-15м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: taaanya_9494@mail.ru.

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

Kyrylovska Tatiana V. – Department of Electromechanical Systems Automation in in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : taaanya_9494@mail.ru.

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