

УДК 621.43

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИВОДІ ЕЛЕКТРОПІДСИЛЮВАЧА КЕРМА ЕЛЕКТРОБУСА

Богдан Кіндрацький, Роман Літвін

Національний університет «Львівська політехніка»

bohdan.i.kindratskyu@lpnu.ua, roman.h.litvin@lpnu.ua

Системи кермового керування з електромеханічним підсилювачем (ЕМП) широко розповсюджені в легкових автомобілях. Застосування таких підсилювачів керма в автобусах, тролейбусах чи електробусах потребує додаткових досліджень для обґрунтування доцільності їх застосування.

Динамічна модель приводу кермового керування електробуса з ЕМП керма наведена на рис. 1.

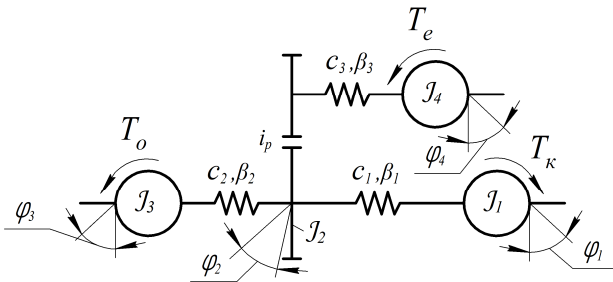


Рис. 1 Модель приводу кермового керування електробуса з електромеханічним підсилювачем

На рисунку позначено: J_1 – момент інерції кермового колеса; J_2 – зведений момент інерції частини кермового вала до зубчастого колеса редуктора; J_3 – зведений момент інерції кермованих коліс до черв'яка на кінці кермового вала; J_4 – момент інерції ротора електричного двигуна; $\varphi_1, \dots, \varphi_4$ – кути повороту ланок зведення; c_1, \dots, c_3 – зведені крутильні жорсткості відповідних ланок приводу; β_1, \dots, β_3 – коефіцієнти розсіювання енергії у ланках приводу; T_k – крутний момент на кермовому колесі; T_o – зведений момент опору повороту керманого колеса до кермового вала; T_e – крутний момент електричного мотора підсилювача.

Система диференціальних рівнянь руху елементів приводу кермового керування з ЕМП має вигляд:

$$\begin{cases} J_1 \dot{\varphi}_1 = T_k - c_1 (\varphi_1 - \varphi_2) - \beta_1 (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2); \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 = c_1 (\varphi_1 - \varphi_2) + \beta_1 (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - c_3 i_p^2 (\varphi_2 - \varphi_4 / i_p) - \\ - \beta_3 i_p^2 (\varphi_2 - \dot{\varphi}_4 / i_p) - c_2 (\varphi_2 - \varphi_3) - \beta_2 (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3); \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 = c_3 (\varphi_2 - \varphi_3) + \beta_3 (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) - T_o; \\ J_4 \ddot{\varphi}_4 = c_3 (i_p \varphi_2 - \varphi_4) + \beta_3 (i_p \dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_4) + T_e. \end{cases} \quad (1)$$

Момент T_o опору повороту колеса від кута його повороту в горизонтальній площині задаємо співвідношеннями

$$T_o = \begin{cases} c_\omega \theta, & \theta \leq 5^\circ; \\ M_{\varphi \max} - (M_{\varphi \max} - c_\omega \theta) \left(\frac{\theta_B - \theta}{\theta_B - \theta_A} \right)^2, & 5^\circ \leq \theta \leq 13^\circ, \end{cases} \quad (2)$$

де θ – кут повороту колеса електробуса, $M_{\varphi \max}$ дається виразом

$$M_{\varphi \max} = f(G_{wh}, \mu, a, b, y, l_0), \quad (3)$$

де G_{wh} , μ , a і b , y , l_0 – відповідно навантаження на кероване колесо, коефіцієнт зчеплення шини з контактною поверхнею, сторони зведеного рівновеликого прямокутника контактної відбитки шини з контактною поверхнею, плече стабілізації, плече обкочування [1].

Система рівнянь (1)–(3) є математичною моделлю приводу керма електробуса з ЕМП, яка описує коливальні процеси в приводі під час повороту керованих коліс електробуса. На основі розробленої математичної моделі побудовано симуляційну модель у середовищі MathLab Simulink, за допомогою якої досліджено вплив конструктивних параметрів приводу на динамічні навантаження на його ланки, обґрунтовано значення основних параметрів приводу.

1. Клімов Е.С. Щодо визначення моменту опору повороту шини керованого колеса на місці // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2014.– Вип. 46. – С. 246–251.

SIMULATION OF OSCILLATORY PROCESSES IN THE POWER STEERING DRIVE OF ELECTRIC BUS

A mathematical and simulation model of the steering drive of an electric bus with an electromechanical amplifier has been developed. The impact of the design parameters of the drive on the amount of dynamic loads in its links during the rotation of the driven wheel on the machine was studied. The values of the main drive parameters are substantiated.