

С. Г. СЕЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»
Є. В. ЛИМАРЕНКО, студент НТУ «ХПІ»

РОЗРАХУНОК ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРИЧНОГО ГАЛЬМІВНОГО ПРИВОДУ

Наведені результати розрахунку часових характеристик на математичній моделі електромеханічного виконавчого елемента гальмівної системи. Зроблені висновки про відповідність моделі експериментальним дослідженням.

Ключові слова: електричні гальма, електромеханічний виконавчий елемент.

Постановка проблеми. Гальмівна система призначена для керованої зміни швидкості автомобіля, його зупинки, а також утримання на місці тривалий час за рахунок використання гальмівної сили між колесом і дорогою. Гальмівна сила може створюватися колісним гальмівним механізмом, двигуном автомобіля гідравлічним або електричним гальмом-сповільнювачем в трансмісії. Гальмівний привід забезпечує управління гальмівними механізмами. У гальмівних системах автомобілів застосовуються такі типи гальмівних приводів: механічний; гідравлічний; пневматичний; електричний; комбінований. Переважно в робочій гальмівній системі застосовується гідравлічний привід.

Наступним етапом розвитку гальмівних систем є впровадження електромеханічної гальмівної системи [1]. Застосування такої системи передбачає заміну гідравлічних та механічних систем електричними. Гальмівні властивості автомобіля регламентовані Правилами №13 Комітету по внутрішньому транспорту Європейської Економічної Комісії Організації Об'єднаних Націй [2], а також національним стандартом ДСТУ UN/ECE R 1309:20042 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N і O стосовно гальмування»[3]. Головною особливістю електромеханічних і електрогідравлічних гальм з електромагнітним клапаном у порівнянні зі звичайними гальмами полягає у тому, що вони дозволяють точно і безперервно регулювати гальмівну силу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження ефективності гальмування та розміщення конструктивних елементів моделі автомобіля представлені в роботі [1]. Електромеханічний гальмівний механізм є виконавчим механізмом, що перетворює електричну енергію в поступальний рух гальмівної колодки. Такі механізми включають до свого складу декілька елементів: фрикційну пару (колодку та диск), електричний двигун, перетворювач обертального руху в поступальний. Структурна схема електромеханічного гальмівного приводу наведена на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна схема електроmechanічної системи гальмування

Найбільш повний структурний аналіз електричного гальмівного приводу та його порівняння із гідравлічними аналогами наведені в роботі [4]. При цьому, аналізу виконавчого елемента не приділено достатньо уваги.

Аналіз часових характеристик електроmechanічного гальмівного приводу. Математична модель електроmechanічного виконавчого елемента, конструкція якого наведена на рис. 2, складається з моделі електродвигуна і редуктора, що перетворює обертальний рух в поступальний. Характеристикою для перетворення руху в силу, є нелінійна модель.

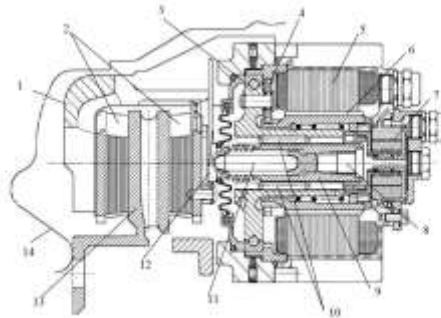


Рис. 2 – Конструкція виконавчого елемента; 1 – супорт; 2 – гальмівні колодки; 3 – центральний підшипник; 4 – планетарний механізм; 5 – статор; 6 – ротор/гайка; 7 – вирішальний пристрій; 8 – датчик сили; 9 – шпиндель; 10 – планетарні ролики; 11 – натискний шток; 12 – підтримка колодки; 13 – гальмівний диск; 14 – корпус.

На рисунку 3 наведена структурна схема математичної моделі електромеханічного гальма з урахуванням нелінійності та інерційних властивостей приводу [1].

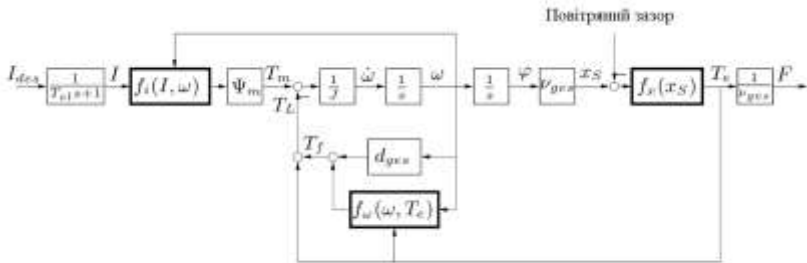


Рис. 3 – Математична модель електромеханічного гальма; d_{ges} - Загальна в'язкого тертя; $f_i(I, \omega)$ - зворотній зв'язок двигуна; $f_x(x_S)$ - функція передачі між положенням шпинделя і притисної сили; $f_\omega(\omega, T_e)$ - функція передачі між кутом обертання крутного моменту і тертя; F - сила притисання; I - струм двигуна; J - момент інерції; T_e - крутний момент; T_f - момент тертя; T_L - доступний момент навантаження $T_L = T_e + T_f$; T_m - електричний крутний момент; T_{el} - електрична постійної часу двигуна; x_S - позиція шпинделя; v_{ges} коефіцієнт пропускання; φ - кут обертання; Ψ_m - магнітний потік; ω - кутова швидкість.

В результаті аналізу математичної моделі були отримані часові характеристики сили притисання гальмівної накладки F , що наведені на рисунку 4 (пунктирною лінією). Вказана характеристика фактично збігається з експериментальними дослідженнями [1], що свідчить про достатню достовірність моделі.

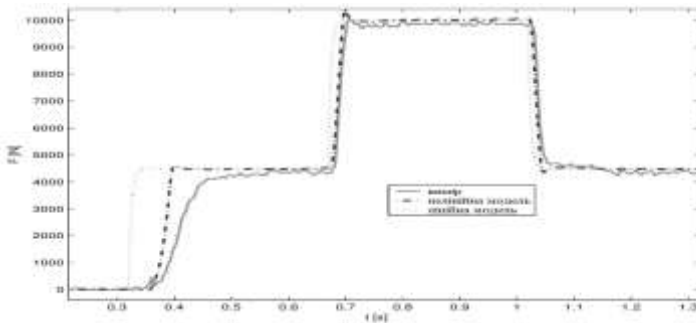


Рис. 4 – Часові характеристики виконавчого елементу

Висновки. Модель, що наведена в даній роботі, достатньо достовірно відтворює фізичні процеси, що мають місце в електромеханічному гальмівному приводі та може бути застосована в складі загальної моделі під час налаштування системи автоматичного керування зчепленням коліс.

Список літератури: 1. *Petersen I.* Wheel slip control in ABS brakes using gain scheduled optimal control with constraints: 2003. 2. Правила ЕЭК ООН № 13 (09) / Пересмотр 5. Едиобразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения. Дата вступления в силу 11.05.98. 3. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N та О стосовно гальмування (UN/ECE R13-09:2004, IDT) 4. *Дударенко О. В.* Гальмівний механізм з електромеханічним типом приводу та системою само підсилення Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 120/2011. Серія Механіка, енергетика, екологія. – Севастополь, 2011. 5. *Дударенко О. В.* Вплив параметрів конструкції та параметрів приводу на тривалість спрацювання гальмівного механізму з електромеханічним приводом. Вісник СХУ ім. Володимира Даля – 2012 – № 9 (180)

Надійшла до редакції 13.05.2013

УДК 62-597.5

Розрахунок часових характеристик електричного гальмівного приводу / С. Г. Селевич, Є. В. Лимаренко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 32 (1005). – С. 46–49. – Бібліогр.: 5 назв.

Приведены результаты расчета временных характеристик на математической модели электромеханического исполнительного элемента тормозной системы. Сделаны выводы о соответствии модели экспериментальным исследованиям.

Ключевые слова: электрические тормоза, электромеханический исполнительный элемент.

The results of mathematical modeling of electromechanical brake system actuator were presented. Conclusions about matching the model and experimental research were made.

Keywords: electric brake, electromechanical actuator