

системи в більш різноманітних умовах і з урахуванням більшої кількості факторів.

Приведений у роботі підхід та описана матеріальна база дозволяють досліджувати будь-які системи, які мають фізично відтворені прототипи або їх складові.

## Література

1. Богомолів В. А. Выбор способа управления рабочим процессом и построение алгоритма управления электропневматическим приводом сцепления / В. А. Богомолів, В. И. Клименко, Н. Г. Михалевич, А. А. Ярита // Вестник ХНТУСГ имени Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2014. – Выпуск №155. – С. 14-20.

2. Гурко А.Г. Повышение точности оценки состояния динамических объектов комплексом MATLAB-Arduino при проектировании киберфизических систем / А.Г. Гурко, А.П. Плахтеев, П.А. Плахтеев // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2016 – №1. – С. 84–91.

Подригало Михайло Абович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Тарасов Юрій Володимирович, д.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuriy.ledd@gmail.com

Ткаченко Іван Володимирович, аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, tkch.ivan1995@gmail.com

Драгун Олександр Сергійович, аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Alexnomou96@gmail.com

Радченко І.А., к.в.н., доцент, Національна академія національної гвардії України, radik19702603@gmail.com

Лукашенко Сергій Сергійович, старший викладач кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України, Lukash88888@gmail.com

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МЕТОДОМ ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ**

Гальмівні механізми є найбільш навантаженими елементами гальмівного керування, в яких накопичується та розсіюється більша частина кінетичної та потенціальної енергії автомобіля, що виділяється під час гальмування.

Проведений аналіз літератури показав, що відомі результати, які свідчать про реальне розподілення енергії автотранспортного засобу, що гальмує, за

видами опору руху визначені [1] тільки для початкової швидкості руху  $V_a = 50$  км/год (13,9 м/с), конкретної моделі машини і мають оцінний (приблизний) характер. Вказане ускладнює проведення сертифікаційних гальмівних випробувань автотранспортних засобів, враховуючи відсутність у відомій літературі [1, 2] опису відповідних методів теоретичного або експериментального отримання необхідних результатів. Це не дає змоги провести точно визначення енергонавантаження гальмівних механізмів автомобілів.

У роботах авторів [3, 4] були пропозиції застосовувати для оцінки енергонагруженості гальмівних механізмів метод порціальних прискорень. Визначення енергетичного балансу автомобіля дозволяє точніше оцінити енергонавантаження гальмівних механізмів при гальмуванні.

Рівняння парціальних прискорень має вигляд

$$\dot{V}_a = -\frac{P_\tau / m_a}{\delta_{об} - S_{хкр}} - \frac{M_{TP}^{CT} / (m_a \cdot r_\partial) + g \cdot t}{\delta_{об} - S_{хкр}} - \frac{K_1 / (m_a \cdot r_\partial)}{\delta_{об} - S_{хкр}} \cdot V_a - \frac{kF / m_a}{\delta_{об} - S_{хкр}} \cdot V_a^2. \quad (1)$$

Вимірюючи за допомогою бортового вимірювального реєстраційного комплексу ХНАДУ [210] значення лінійних прискорення  $\dot{V}_a$  та швидкості  $V_a$  з проміжками, що дорівнюють часу  $\Delta t$ .

Для визначення парціального прискорення  $\frac{P_r}{m_a}$  (питомої гальмівної сили),

що створюється фрикційними парами гальмівних механізмів необхідно визначити коефіцієнт

$$l_0 = x - l_1. \quad (2)$$

Для визначення коефіцієнта  $l_1$  необхідно додаткове випробування – вибіг (рух накатом) автомобіля.

Рівняння вибігу автомобіля має вигляд

$$\dot{V}_a = -l_1' - l_2' \cdot V_a - l_3' \cdot V_a^2, \quad (3)$$

де  $l_1'$ ,  $l_2'$ ,  $l_3'$ , – коефіцієнти регресії степеневого ряду у рівнянні парціальних прискорень при вибігу автомобіля

Питома потужність тертя в розрахунковій точці  $\bar{t}_i$  процесу

$$N_{\tau_{num_i}} = \frac{N_{\tau_i}}{m_a} = \frac{P_{\tau_i}}{m_a} \cdot \bar{V}_{a_i}. \quad (4)$$

Питома потужність приймається постійною для кожного кроку вимірювання  $\Delta T_i$ . Питома робота тертя в гальмівних механізмах, виконана за час  $\Delta T$ ,

$$\Delta A_{\tau_{num_i}} = N_{\tau_{num_i}} \cdot \Delta T. \quad (5)$$

де  $N_{\tau_{num_i}}$  – питома потужність тертя в гальмівних механізмах, виконана на  $i$ -ому кроці вимірювання  $\Delta T_i$ .

Знаючи масу автомобіля  $m_a$  та помножуючи питомі показники  $\frac{P_r}{m_a}$ ,  $N_{\tau_{num_i}}$ ,  $A_{\tau_{num}}$  на її величину, можна в подальшому перейти до абсолютних показників енергонавантаження гальмівних механізмів.

Є цікавим визначення сумарної роботи тертя, що здійснюється фрикційними парами гальмівними механізмів при багатократних (циклічних) гальмуваннях. У цьому випадку сумарна робота, що здійснюється гальмівними механізмами, може бути визначена як

$$A_{\tau_{\Sigma}} = \Delta T \cdot m_a \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^{T/\Delta T} N_{\tau_{num_{ij}}}, \quad (6)$$

де  $l$  – число  $j$ -их гальмувань, що складають досліджуваний цикл.

Запропонована методика дозволить більш точний визначити енергонавантаження гальмівних механізмів під час динамічних випробувань автотранспортних засобів.

## Література

1. Бухарин, Н.А. Автомобили/ Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин. – М.-Л.: Машиностроение, 1973. – 504 с.
2. Гуревич, Л.В. Тормозное управление автомобиля / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.
3. Тарасов Ю.В. Застосування методу парціальних прискорень для визначення енергонавантаження автомобіля, що гальмує / М.А. Подригало, Ю.В. Тарасов, В.С. Шеїн // Вісник Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя. – 2012. – №1. – С. 59–64.
4. Шеїн В.С. Удосконалення методів і засобів сертифікаційних випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів : дис. канд. техн. наук: спец. 05.01.02 / Шеїн Віталій Сергійович. – Х., 2017. – 195 с.
5. Подригало М.А. Метрологічне забезпечення динамічних випробувань тягово-транспортних машин / М.А. Подригало, А.І. Коробко, Д.М. Клец, В.І. Гацько // Тракторна енергетика в рослинництві. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2009. – Вип. 89. – С. 87–89.