

УДК 629.3.018.7

РЕЗУЛЬТАТИ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН

А. Коробко, канд. техн. наук, доц.,
Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого,
М. Подригало, д-р техн. наук, проф.,
О. Туренко, аспірант,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Наведені результати гальмівних випробувань мобільної машини під час службових гальмувань. Проведено експериментальне визначення законів імовірності розподілу уповільнень під час службових гальмувань легкового автомобіля і виявлення зон стійкості автомобілів. Експериментальні дослідження проводилися вимірювачем динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити параметри нормального закону розподілу легкового автомобіля під час службових гальмуваннях. Знання закону розподілу сповільнень, які виникають під час службових гальмувань автомобілів дозволить реалізувати новий підхід до проектування гальмівних систем з ідеальним значенням коефіцієнта розподілу гальмівних сил на передню вісь.

Ключові слова: *гальмівні властивості, стійкість, службове гальмування, уповільнення, розподіл уповільнення, випробування.*

Вступ. Збільшення кількості автомобілів і зростання швидкості їх руху на магістральних автодорогах викликає необхідність забезпечення активної безпеки. Гальмівні властивості автотранспортних засобів справляють істотний вплив на безпеку дорожнього руху.

У цій статті наведено результати експериментального дослідження гальмівних властивостей легкового автомобіля під час службових гальмувань.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Результати численних досліджень показали, що на сухих дорогах службові гальмування, залежно від умов експлуатації, складають 95-100% від загального числа гальмувань [1]. Можна стверджувати, що екстрене гальмування (за належної кваліфікації водія) – явище доволі рідкісне. Попри це, динаміці екстреного гальмування приділяється основна увага в спеціальній літературі [2-5] у той час, як динаміка службового гальмування досліджена недостатньо.

Вважається [1], що під час службових гальмувань на сухому асфальтобетоні уповільнення автомобіля не перевищує 3 м/с^2 . Представлені в

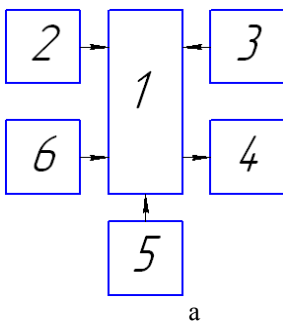
роботі [6] результати експериментальних досліджень свідчать про те, що в міських умовах середнє уповільнення вантажного автомобіля коливається в межах $0,8-1,7 \text{ м/с}^2$.

На практиці для оцінювання гальмівних властивостей транспортних засобів використовується шлях, пройдений за час гальмування з максимальною ефективністю – гальмівний шлях S_T . Еквівалентними показниками ефективності гальмування є максимальне $j_{x\max}$ або середнє \bar{j}_x уповільнення машини.

Мета і постановка задач дослідження. Метою статті є експериментальне визначення законів імовірності розподілу уповільнень під час службових гальмувань легкового автомобіля і виявлення зон стійкості автомобілів в цей час.

Вимірювальний комплекс. Експериментальні дослідження проводилися на автомобілі В-класу «Hyundai i30» з використанням вимірювача динамічних властивостей мобільних машин [7]. Рух здійснювався по сухому асфальтобетонному покриттю у хорошому стані. Моделювався рух «у місті» і «за містом», тобто під час гальмування величина уповільнення, яка розвивається, була випадковою величиною.

Вимірювач динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001 (рис. 1), складається з обчислювального блока (1), акселерометрів ММА7260QT (2, 3), дисплею (4), блока живлення (5) і клавіатури (6). У системі передбачені розніми для під'єднання чотирьох акселерометрів. Для випробувань використовувалось 2 акселерометри, сигнали з яких усереднювались, що підвищувало точність вимірювання. Акселерометри закріплювались жорстко до елементів кузова, обчислювальний блок розміщувався в кабіні (рис. 2, 3).



а



б

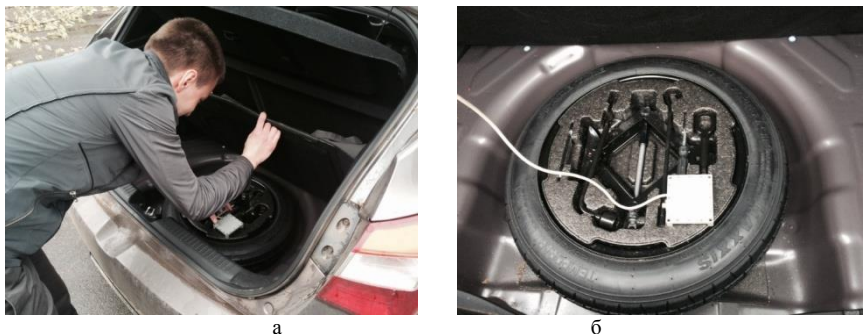
а – структурна схема; б – загальний вигляд

Рисунок 1 – Вимірювач динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001

Інформація про параметри руху автомобіля одержується математичною обробкою сигналів, виміряних акселерометрами [8]. Межі похибки вимірювання лінійних прискорень – $\pm 1\%$.

Обробка експериментальних даних. Обробка експериментальних даних проводилася згідно з методикою, викладеною в [8].

Приклад діаграми подовжніх прискорень та уповільнень, які розвиваються випробовуваним автомобілем, показано на рисунку 4.



а – встановлення акселерометра; б – закріплення акселерометра
Рисунок 2 – Установка і закріплення акселерометра



Рисунок 3 – Обчислювальний блок

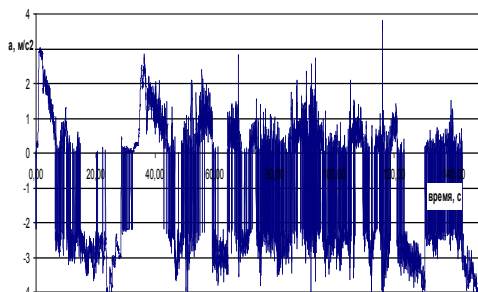


Рисунок 4 – Приклад діаграми прискорень і сповільнень

Визначимо закони розподілу уповільнень досліджуваного автомобіля «Hyundai i30» під час службових гальмувань. Для цього потрібно на першому етапі відняти від результатів вимірювання сповільнення, які реалізуються під час вибігу автомобіля (під час руху автомобіля з вимкненим двигуном без застосування гальмування). На рисунку 5 показано розподіл уповільнень автомобіля під час одного (вибраного випадково) службового гальмування. На рисунку чітко простежуються сповільнення, які реалізуються під час руху автомобіля накатом (інтервал уповільнень – $0-1,77 \text{ м/с}^2$) і під час руху з використанням гальмування (інтервал уповільнень – $1,77-4,21 \text{ м/с}^2$).

На рисунку 6-9 показані розподіли уповільнень автомобіля, які реалізуються під час службових гальмувань для 4 заїздів на різних ділянках дороги.

Попередній аналіз графіків (рис. 6-9) показує, що під час службових гальмувань автомобіля реалізуються уповільнення в приблизно однаковому інтервалі значень і самі уповільнення розподіляються за нормальним законом. У таблиці 1 наведено характеристики законів розподілу уповільнень які реалізуються під час службових гальмувань в різних заїздах.

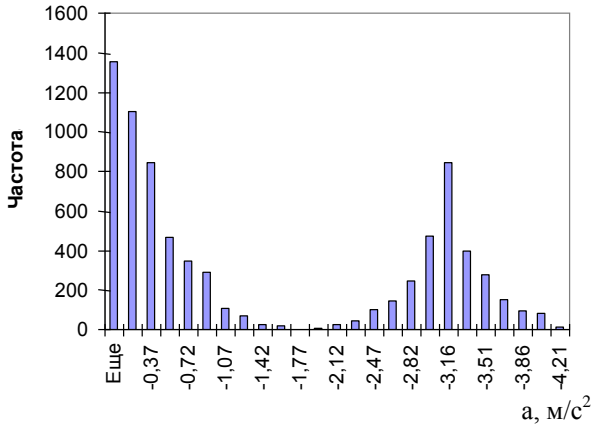


Рисунок 5 – Розподіл сповільнень під час службового гальмування

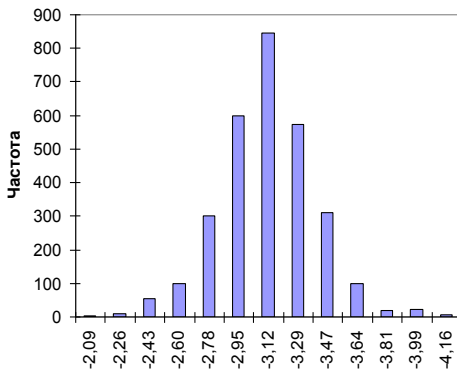


Рисунок 6 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «1»

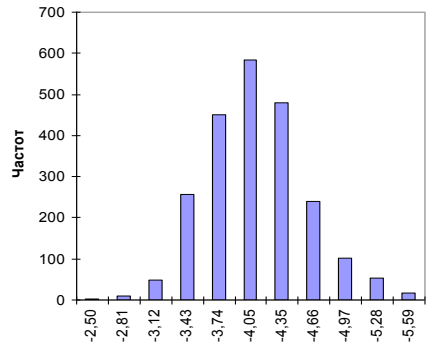


Рисунок 7 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «2»

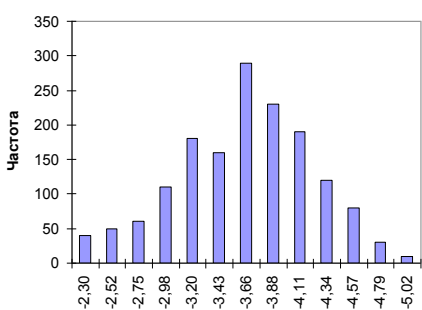


Рисунок 8 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «3»

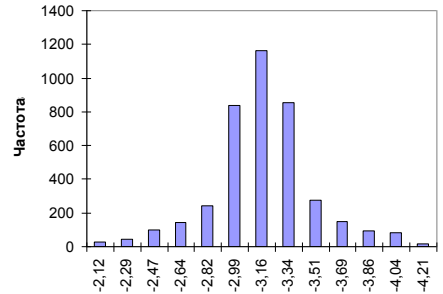


Рисунок 9 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «4»

Таблиця 1 – Закони розподілу величин уповільнення автомобіля

№ заїзду	Середнє квадратичне відхилення	Математичне очікування	Похибка апроксимації Std. Err.	Формула закону розподілу
1	0,345	-3,12	0,0038	$f = \frac{1}{0,4323\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,22845)^2}{2\cdot0,4323^2}}$
2	0,515	-4,06	0,0041	$f = \frac{1}{0,50578\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,37434)^2}{2\cdot0,5078^2}}$
3	0,453	-3,66	0,0020	$f = \frac{1}{0,4853\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,33412)^2}{2\cdot0,4853^2}}$
4	0,348	-3,16	0,0017	$f = \frac{1}{0,4516\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,40457)^2}{2\cdot0,4516^2}}$

Висновки. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити параметри нормального закону розподілу легкового автомобіля під час службових гальмувань.

Знання закону розподілу сповільнень, які виникають під час службових гальмувань автомобілів дозволить реалізувати новий підхід до проектування гальмівних систем з ідеальним значенням коефіцієнта розподілу гальмівних сил на передню вісь [9].

Література

1. Гуревич Л. В. Тормозное управление автомобиля / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. – М.: Транспорт. 1978. – 152 с.
2. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля / В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
3. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко и др. – Х.: Изд-во. ХНАДУ, 2002. – 400 с.
4. Повышение эффективности торможения автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко, В.И. Кирчатый. – Х.: Изд-во. ХГАДТУ, 2000. – 472 с.
5. Маневренность и тормозные свойства колесных машин / [М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко; Под ред. М.А. Подригало]. – Х. : Изд-во ХНАДУ, 2003. – 403 с.
6. Гуревич Л.В. Некоторые результаты экспериментального определения режимов работы тормозных систем в эксплуатации / Л.В. Гуревич // Автомобильная промышленность. – 1972. – № 3. – С. 20-22.
7. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.И., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник ХНАДУ. – № u 2010 01136; заявл. 04.02.10 ;опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.
8. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Артемов Н.П., Лебедев А.Т., Подригало М.А., Полянский А.С., Клец Д.М. Коробко А.И., Задорожня В.В.; под. ред. М.А. Подригало. – Х. : Изд-во «Міськдрук», 2012. – 220 с.
9. Подригало М.А. Идеальное распределение тормозных сил между осями двухосного автомобиля при служебных торможениях / Подригало М.А., Туренко А.И. // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – 2015. – Выпуск 36. – С. 73-79.

Аннотація

Приведены результаты тормозных испытаний мобильной машины во время служебных торможений. Проведено экспериментальное определение законов вероятности распределения замедлений во время служебных торможений легкового автомобиля и выявление зон устойчивости автомобилей. Экспериментальные исследования проводились измерителем динамических свойств мобильных машин ВДВММ 4-001. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить параметры нормального закона распределения легкового автомобиля во время служебных торможений. Знание закона распределения замедлений, которые возникают во время служебных торможений автомобилей, позволит реализовать новый подход к проектированию тормозных систем с

идеальным значением коэффициента распределения тормозных сил на переднюю ось.

Summary

Results of braking tests of a mobile car during service braking are resulted. An experimental determination of the laws of probability of deceleration distribution during the service braking of a car and the identification of areas of stability of cars is carried out. Experimental researches were carried out by the meter of dynamic properties of mobile machines VDVM 4-001. The conducted experimental studies allowed to determine the parameters of the normal law of distribution of a passenger car during service braking. Knowledge of the law of slowness distribution, which arise during service braking of cars, will allow to realize a new approach to the design of braking systems with the ideal value of the coefficient of distribution of braking forces on the front axle.