

ОГЛЯД МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено основні методи і засоби діагностики гальмівних систем автотранспортних засобів. Коротко описано показники ефективності їх функціонування в умовах експлуатації.

Ключові слова: діагностика, гальмівна система, показник, транспортний засіб, ефективність.

Annotation

The main methods and means of diagnosing brake systems of motor vehicles are presented. The indicators of their efficiency in operating conditions are briefly described.

Keywords: diagnostics, brake system, indicator, vehicle, efficiency.

Вступ

Одним з методів забезпечення безпеки сучасних автотранспортних засобів (АТЗ) в умовах експлуатації є діагностика їх гальмівної системи, яку виконують як дорожніми, так і стендовими методами. З огляду на значний вплив на результати дорожнього контролю гальмівних систем кліматичних і погодних впливів, стендові випробування набули найбільшого поширення.

Основна частина

Діагностика гальмівної системи АТЗ є обов'язковою процедурою при проведенні їх технічного огляду в умовах експлуатації.

Методи дорожнього контролю технічного стану гальмівної системи АТЗ вважаються найдоступнішими, найбільш точними і інформативними, за рахунок того, що випробування автомобіля проводять в дорожніх умовах без використання дорогого устаткування [1]. Однак даний метод неможливо використовувати при несприятливих погодних умовах, а також в холодну пору року.

Навпаки, стендові методи діагностики гальмівної системи АТЗ, за рахунок проведення контролю в спеціальних, прихованих від кліматичного впливу приміщеннях, з встановленим діагностичним обладнанням - стендами, набули найбільшого поширення [2].

Однією з головних переваг стендового методу діагностування гальмівної системи є принцип оборотності руху, при якому автомобіль нерухомий, а його системи, агрегати, вузли і механізми здійснюють штатне функціонування як в реальних умовах експлуатації [1].

Виконання контролю технічного стану гальмівної системи АТЗ здійснюється шляхом установки коліс його перевіряємої осі на стенд, який має (як правило) дві пари обертових опорних роликів, що імітують рух АТЗ. Силовідтворювальні датчики стенду, реєструють реалізовані дотичні реакції, що впливають на гальмування колеса АТЗ з боку опорних роликів. Стендові методи дозволяють визначати навантаження яке припадає на кожне колесо АТЗ. Після визначення гальмівних сил на кожному колесі і навантаження на вісь розраховується питома гальмівна сила і відносна різниця гальмівних сил на колесах осей АТЗ, що діагностується [5].

Крім дорожніх і стендових методів існують також методи безстендової діагностики гальмівної системи, а також методи діагностики гальмівної системи на майданчикових стендах.

Суть методу безстендової діагностики полягає в вимірі частоти обертання вивішених гальмуючих коліс автомобіля. Для даного методу розроблено математичний опис процесу гальмування вивішених

коліс, а також обґрунтовані режими діагностування, вимірювані параметри і виведені їх нормативні значення. Однак, через відсутність контакту шини з опорною поверхнею, цей метод позбавлений можливості об'єктивно оцінювати значення реалізованих гальмівних сил, а отже і здатність АТЗ забезпечувати необхідні показники гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні.

Метод діагностування гальмівної системи на майданчикових стендах, незважаючи на простоту конструкції і наявності плоскої плями контакту шини з опорною поверхнею, також не знайшов широкого застосування і піддався критиці.

Одним з головних негативних чинників які мають місце при діагностиці гальмівної системи АТЗ на майданчикових і платформних стендах є те що на них не реалізується принцип «оборотності руху», через конструктивні обмеження майданчиків.

Встановлено, що розкид результатів контролю на майданчикових стендах може досягати 50%, і тому результати діагностики на них не можуть вважатися задовільними по ряду технічних, метрологічних та організаційних причин [6].

Доведено, що великі похибки вимірювань гальмівних сил АТЗ на майданчикових стендах пов'язані також з необхідністю високої точності позиціонування коліс автомобіля відносно центральної осі стенда, і при цьому ще й точності позиціонування коліс відносно центрів майданчиків. А це дуже важко забезпечити в реальності.

Завдяки тому, що стендовий метод в повній мірі реалізує принцип оборотності руху, не вимогливий до позиціонування коліс відносно роликів стенда, ізольований від впливу атмосферних, погодних і кліматичних впливів, має прийнятні похибки вимірювання, він набув найбільшого поширення при діагностуванні гальмівної системи АТЗ в умовах експлуатації.

У процесі діагностування гальмівної системи визначають декілька основних параметрів, за якими оцінюють ефективність гальмування і стійкості автомобіля.

Ефективність гальмування автомобіля характеризується питомою гальмівною силою, яка відображає відношення суми гальмівних сил на колесах автомобіля до його ваги [1]:

$$\gamma_T = \frac{\sum_{n=1}^N F_T}{G_A}; \quad (1)$$

де n – к-ть коліс, які гальмують;

$\sum_{n=1}^N F_T$ – сума гальмівних сил F_T на колесах автомобіля, [Н];

G_A – вага автомобіля, [Н], визначається за наступною формулою (2):

$$G_A = \sum M_i \cdot g; \quad (2)$$

де M_i – маса автомобіля, що приходить на вісь, яка діагностується, [кг];

g – прискорення вільного падіння, [м/с²].

Для вимірювання питомої гальмівної сили стенди оснащені системами вимірювання гальмівних сил на колесах АТЗ і його ваги, який припадає на колеса перевіряємої осі.

Окрім питомої гальмівної сили важливою властивістю є стійкість автомобіля при його гальмуванні, чисельним вимірником відносної різниці гальмівних сил на колесах перевіряємої осі. Гальмівні сили на кожному колесі перевіряємої осі визначаються індивідуально. Відносна різниця гальмівних сил розраховується за формулою [5]:

$$K_H = \left| \frac{F_{Tn} - F_{Tл}}{F_{Tmax}} \right| \cdot 100\%; \quad (3)$$

де F_{Tn} – гальмівна сила на правому колесі діагностованої осі автомобіля, [Н];

$F_{Tл}$ – гальмівна сила на лівому колесі діагностованої осі автомобіля, [Н];

F_{Tmax} – максимальна гальмівна сила серед виміряних значень гальмівних сил на осі, що діагностується, [Н].

Діагностика гальмівної системи АТЗ виконується при заданій величині зусилля впливу F_p на орган управління гальмівної системи.

Після виконання діагностичних робіт, на стендах з опорними роликами, результати виміряних значень діагностичних параметрів порівнюють з їх нормативними значеннями. Нормативи ефективності процесу гальмування АТЗ справної гальмівної системи представлені в таблиці 1.1.

Нормативне значення відносної різниці гальмівних сил для АТЗ, що мають барабанні гальмівні

механізми встановлені на рівні $K_n \leq 25\%$. Для АТЗ, що мають дискові гальмівні механізми - на рівні $K_n \leq 20\%$.

Таблиця 1.1 – Нормативні значення величин діагностичних показників ефективності гальмування робочої гальмівної системи при перевірці на роликівих стендах [1]

Категорія АТЗ	Зусилля на органі управління F_{II} , [Н], не більше	Питома гальмівна сила, γ_T , не менше
M1	490	0,53
M2, M3	686	0,46
N1, N2, N3	686	0,46
O1, O2, O3, O4 (за виключенням причепів із центральною віссю та напівпричепів)	686	0,45
O1, O2, O3, O4 (причеми із центральною віссю та напівпричепів)	686	0,41

У разі невідповідності отриманих показників нормативним значенням, гальмівна система АТЗ визнається несправною. В цьому випадку автотранспортний засіб не допускається до експлуатації, до того моменту, поки не відбудеться усунення причин несправності.

Висновки

Діагностування гальмівних систем АТЗ на силових роликівих стендах дозволяють визначати силові параметри, які найбільш інформативно і якісно характеризують процес гальмування АТЗ. Однак, через великі похибки вимірювання гальмівних сил, стендовий метод не завжди дозволяє з достатньою точністю визначити гальмівну ефективність і стійкість при гальмуванні АТЗ, що перевіряється.

Невисока достовірність результатів діагностування і контролю гальмівних систем АТЗ на силових роликівих стендах викликана: по-перше, значною різницею процесів взаємодії шини гальмуючого колеса з плоскою опорною поверхнею дороги і двома циліндричними поверхнями опорних роликів стенда; по-друге, непаралельністю осей автомобіля і стенду, що виникає в результаті порушення позиціонування коліс АТЗ на стенді; по-третє, виникаючими в процесі гальмування вертикальними, крутильними і поздовжніми коливаннями гальмуючих коліс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. К.: "Знання-Прес", 2003 р. 388 с.
3. Методи оцінювання якості технологічних процесів у системах автосервісу: Монографія / [Л.А. Тарандушка, В.П. Матейчик, І.В. Гричук, Н.Л. Костян, О.Д. Марков, І.П. Тарандушка] - Черкаси. : ЧДТУ, 2021. – 212 с.
4. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с.
5. Pacejka H.B. Tyre and Vehicle Dynamics. Elsevier BH : TU Delft, 2002. 3rd ed. 642 p.
6. Sharp R., Bettella M. Shear force and moment descriptions by normalization of parameters and the "magic formula". Journal of Vehicle System Dynamics, 39:1, pp. 27–56.2003

Чернюк Євгеній Олегович — студент групи 1АТ-21б, факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

Огневий Віталій Олександрович — канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7, ауд. 3222, e-mail: Ognevoy@ukr.net).

Борисюк Дмитро Вікторович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

Cherniuk Evgeniy – student of group 1AT-21b, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia National Technical University.

Ohnevyy Vitaliy – Candidate of Economic Sciences (Ph. D in Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Polytechnic Street, 7, room 3222, e-mail: Ognevoy@ukr.net).

Borysiuk Dmytro – Candidate of Technical Sciences (Ph. D in Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Polytechnic Street, 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).