

Сравнение на два различни метода за изследване на спирачните свойства на автомобили

Георги Кадикянов, Явор Иванов, Росен Вълев, Росен Иванов, Тотю Тотев, Иван Евтимов

Comparison of Two Different Testing Methods for Braking Performance of Vehicles: In this paper two different methods and devices for vehicles braking performance testing are described. One of them is with piezoelectric sensors, and the other is with fifth wheel. The aim of this article is to compare advantages and obtained results with the two testing - the system with fifth wheel and a system with piezoelectric sensors.

Key words: *Fifth wheel, Piezoelectric sensors, Longitudinal and Lateral Accelerations, Braking Performance.*

ВЪВЕДЕНИЕ

За провеждане на научноизследователска работа в областта на автомобилната техника са необходими различни измервателни системи, с помощта на които се определят всички по-важни показатели и параметри на автомобилите, формиращи техните основни експлоатационни свойства.

В практиката вече се използват различни специализирани измервателни системи [1, 2] за измерване и оценка на конкретни експлоатационни свойства или групи показатели и параметри (за оценка на икономическите свойства на транспортни средства, за оценка на ускорителните и спирачните свойства на автомобили и др.). За автомобила е от особено значение неговото поведение на пътя при движение с различни скорости, при спиране по разнообразните по своите качества и състояние пътни покрития. За изясняване на това е необходима специализирана измервателна система, която може лесно да се монтира върху изпитвания автомобил и по време на неговото движение да позволява измерването и показването на основните параметри на движението.

Едни от основните експлоатационни свойства на автомобила са спирачните. Катедра Двигатели и транспортна техника при РУ „Ангел Кънчев“ разполага с две системи за изследване на спирачните свойства на автомобила. Едната система е оборудвана с пътеизмервателното колело на фирма Peiseler, заедно с уредът „DB Print“ и към него управляващият бутон на спирачния педал. Другата мобилна система включва адаптера „NI DAQ USB-6008“, разположен в защитна кутия, свързани с него пиезоелектрически сензори за надлъжно и напречно ускорение (закъснение) и преносим компютър със инсталиран софтуер на National Instruments „LabVIEW“.

Целта на статията е да се сравнят възможностите и получените резултати от двата метода за изпитване на спирачните свойства на автомобила - с пътеизмервателното колело и с пиезоелектрически сензори.

ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИТЕ ЗА ИЗПИТВАНЕ И ИЗПОЛЗВАНАТА АПАРАТУРА

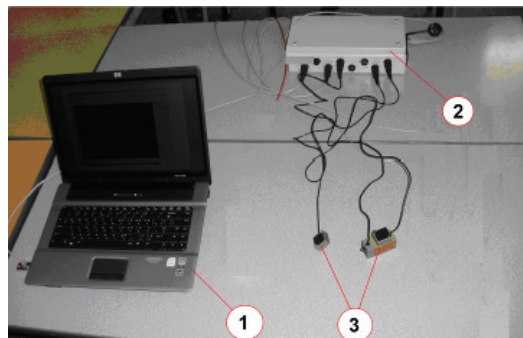
Измервателно - информационната система с пиезоелектрически сензори се състои от преносим компютър, адаптера NI DAQ USB-6008 и пиезоелектрически сензори за измерване на ускорение (закъснение). Общият вид на системата е показан на фиг. 1.

В компютъра е инсталиран софтуерът LabVIEW Signal Express с приложение към него VI Logger. Чрез тях се събират, обработват, визуализират, съхраняват и анализират данните от направените изпитания [4].

Друг основен компонент от системата е адаптерът National Instruments DAQ USB-6008, разположен в защитна кутия. На адаптера има входове, към които се присъединяват чрез проводници сензорите за измерване на ускорения (закъснения).

При изпитване адаптерът се включва към захранване от 12 V от запалката или от акумулаторната батерия на изпитвания автомобил. NI DAQ USB-6008 преобразува първичната информация от сензорите от аналогова в цифрова и я подава към преносимия компютър за визуализация и обработка.

Пиезоелектричните сензори са предназначени за измерване на ускоренията (закъсненията) на изпитвания автомобил по време на движението му. Те трябва да са позиционирани, така че посоката им на действие да съвпада съответно с надлъжните и напречните ускорения [6].



Фиг. 1. Общ вид на измервателната система:

1 – преносим компютър; 2 - USB устройството NI DAQ 6008; 3 - пиезоелектрически сензори.

Системата за изследване на спирачните свойства с пътеизмервателно колело монтирана към изпитвания автомобил е показана на фиг. 2. Тя се състои от устройство DB Print и пътеизмервателно колело.

Пътеизмервателното колело е снабдено с вендузи и скоби за монтаж, за да бъде прикрепено лесно към превозното средство. За измерване на необходимите величини се използва магнитно импулсен сензор, вграден в пътеизмервателното колело [5,7]. Изходът на този сензор е свързан с отчитащо устройство DB Print. То има различни режими за отчитане в зависимост от нуждите. Системата може да работи и с връзка с компютър и специален софтуер чрез сериен интерфейс RS 232.



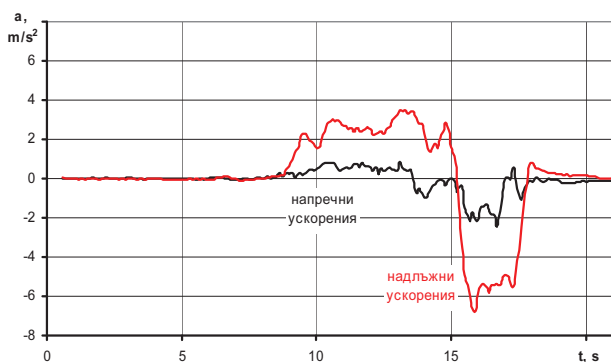
фиг. 2. Система за изследване на спирачните свойства с пътеизмервателно колело монтирана към изпитвания автомобил

Опитите с изпитвания автомобил са извършени в двора на Русенския университет върху хоризонтален асфалтиран участък. Изследваният автомобил е ВАЗ 21102 с пневматични гуми Belshina 175/70 R13. Всеки опит е провеждан в следната последователност. Първоначално автомобилът се ускорява до скорост 45 km/h, отчитана по скоростомера на автомобила. След достигане на зададената скорост се реализира спиране с максимална интензивност до скорост 0 km/h. При спирането се получава блокиране на колелата, тъй като автомобилът няма ABS.

Изследванията са извършени едновременно със системите с пътеизмервателното колело и с пиезоелектрическите сензори. Стойностите на напречните и надлъжните ускорения със системата с пиезоелектрическите сензори са снети през 0,1s.

АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Опитите за ускоряване и спиране на изпитвания автомобил са проведени при налягане на въздуха в гумите 0,15 МРa и 0,25 МРa и различно натоварване на автомобила - двама и петима пътници. Получените резултати от системата с пиезоелектрическите сензори са показани на фиг. 3, 4, 5, 6.

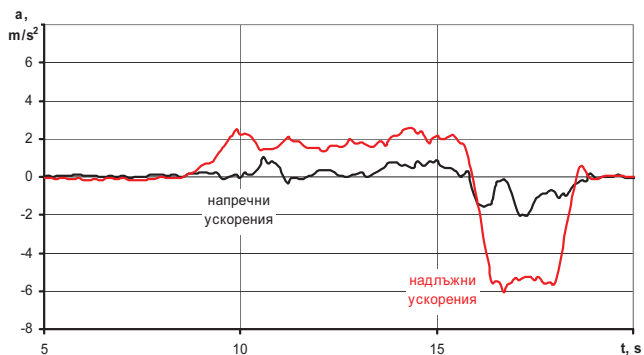


Фиг. 3. Изменение на напречните и надлъжните ускорения в зависимост от времето при налягане на въздуха в гумите 0,25 МРa и петима пътници



Фиг. 4. Изменение на напречните и надлъжните ускорения в зависимост от времето при налягане на въздуха в гумите 0,25 МРa и двама пътници

От стойностите за надлъжното ускорение от фиг. 3 в участъка на интензивно спиране е получено средно закъснение $5,75 \text{ m/s}^2$. За средното закъснение при интензивно спиране от фиг. 4 е получено $6,13 \text{ m/s}^2$. Вижда се, че закъснението при по-малко натоварване (двама пътници) средното закъснение е по-голямо. Това вероятно се дължи на по-малките инерционни сили, възникнали от по-малкото общо тегло на автомобила.

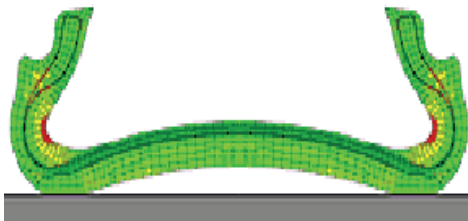


Фиг. 5. Изменение на напречните и надлъжните ускорения в зависимост от времето при налягане на въздуха в гумите 0,15 МПа и петима пътници



Фиг. 6. Изменение на напречните и надлъжните ускорения в зависимост от времето при налягане на въздуха в гумите 0,15 МПа и двама пътници

Средното закъснение от резултатите представени на фиг. 5 и фиг. 6, при налягане на въздуха в гумите 0,15 МПа е съответно $5,55 \text{ m/s}^2$ за петима пътници и $5,81 \text{ m/s}^2$ за двама пътници. Вижда се, че то е по-малко от закъснението при налягане на въздуха в гумите 0,25 МПа (съответно $5,75 \text{ m/s}^2$ и $6,13 \text{ m/s}^2$), което вероятно се дължи на по-голямата деформация на гумите и неравномерността на разпределение на специфичното налягане в контактното петно на гумите с пътя (фиг. 7) [3, 8].



Фиг. 7. Деформация на гумата при по-ниско налягане на въздуха в нея

От графичните изображения на надлъжното ускорение се вижда, че след момента на спиране на автомобила се появява нарастване на ускорението до около $0,7 \text{ m/s}^2$. То се появява заради нарастването на инерционната сила в посока обратна на спирачните сили след спирането на автомобила.

Системата с пътеизмервателното колело се включва при натискане на педала на спирачките чрез управляващия бутон, монтиран на спирачния педал на автомобила. Отчетените стойности след приключване на опитите за началната скорост, общото време за спиране и изминатото разстояние за спиране се разпечатват на хартиен носител (фиг. 8) от отчитащото устройство DB Print.

No:	7	breaking
Start	44.4 km/h	Stop 0.0 km/h
Total stopped time		2.34 s
Distance travelled		12.73 m
Average deceleration	$v^2/2s$	- 5.95 m/s ²

Result before window	44.4 -> 35.5 km/h	
Time		0.44 s
Distance travelled		4.32 m
Average deceleration	$v^2/2s$	- 5.58 m/s ²

Result within window	35.5 -> 4.4 km/h	
Time		1.39 s
Distance travelled		7.76 m
Average deceleration	$v^2/2s$	- 6.17 m/s ²

Result after window	4.4 -> 0.0 km/h	
Time		0.51 s
Distance travelled		0.11 m
Average deceleration	$v^2/2s$	- 6.55 m/s ²

Фиг. 8. Резултати от отчитащото устройство DB Print на системата с пътеизмервателното колело

За конкретните изследвания е избрано да се отчита и средното закъснение в прозореца 80-10% от началната скорост. Така то може да се сравни със средното закъснение в процеса на интензивно спиране получено от системата с пиезоелектрическите сензори. Резултатите от изследването със системите с пътеизмервателното колело и с пиезоелектрическите сензори са показани в табл. 1.

Таблица 1
Резултати от изследването със системите с пътеизмервателното колело и с пиезоелектрическите сензори

№	Начална скорост, km/h.	Налягане на въздуха в гумите, МПа	Брой пътници	Общо време за спиране, s	(Пътеизмервателно колело) Средно закъснение в прозореца 80-10% от началната скорост, m/s ²	(Пиезоелектрически сензор) Средно закъснение в процеса на интензивно спиране, m/s ²
1	V=46,4	0,25	5	2,53	5,83	5,75
2	V=44,4	0,25	2	2,34	6,17	6,13
3	V=44,1	0,15	5	2,49	5,53	5,55
4	V=46,7	0,15	2	2,61	5,77	5,81

От резултатите за средното закъснение, получени от двете системи е видно, че те не се различават съществено - до $0,08 \text{ m/s}^2$, при първия опит.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След извършения анализ на резултатите от изследванията могат да се направят следните изводи:

1. Системата с пътеизмервателното колело дава по-голяма информативност по отношение на крайните стойности на параметрите при режима на спиране на автомобила - начална скорост, общо време за спиране и изминатото разстояние за спиране, а не само на закъснението, както при системата с пиезоелектрическите сензори. Тя е подходяща да се използва ако са нужни само определени стойности, характерни за спирането.

2. Системата с пиезоелектрическите сензори позволява изследването и визуализирането на изменението на надлъжните и напречните ускорения (закъснения) по време на целия опит. Тя е подходяща за използване ако се изследва самия процес на изменение на ускорението/ закъснението във времето.

3. Данните от системата с пътеизмервателното колело се получават директно, докато при системата с пиезоелектрическите сензори те се получават след допълнителна обработка.

4. Двете системи показват идентични резултати за средното закъснение в диапазона на интензивното спиране (с блокиране на колелата) на автомобила. Разликите при отделните опити са под 1,5 %. Изборът за използване на една от двете системи може да се направи в зависимост от конкретните цели и задачи на изследването.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Любенов, Д. "Експериментално определяне на спирачното закъснение на автомобили по специална настилка". Научни трудове на Русенския университет, том 51, серия 4, 2012, с. 23-27 ISSN 1311-3321.

[2] Lyubenov, D. "Research of the stopping distance for different road conditions". "Transport Problems" 2011, Volume 6, Issue 4, p. 119-126. ISSN 1896-0596

[3] Neves, R. R. V., G. B. Micheli, M. Alves. An experimental and numerical investigation on tyre impact. Int J Impact Eng, 37, 2010, pp. 685–693

[4] Schraff, F. R. Data Acquisition Systems, Measurement and Controls. USA, 1998.

[5] Speed Only Gear Tooth Sensors. Sensor Solutions Information Materials, USA, 1999.

[6] <http://www.ni.com> – "National Instruments"; "LabView".

[7] <http://www.peiseler-gmbh.de> – "Peiseler" Road Test Equipment.

[8] <http://www.srigroup.co.jp/english/ir/corporate/2009/2009-205.html>

За контакти:

Гл. ас. д-р Георги Кадикянов, Катедра "Двигатели и транспортна техника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 526, e-mail: gakadikyanov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.