

СПИРАЧНИ СВОЙСТВА НА ТОВАРЕН АВТОМОБИЛ СЪС СПИРАЧНА СИСТЕМА С ПНЕВМАТИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ – МЕТОДИКА И АПАРАТУРА ЗА ПЪТНИ ИЗПИТВАНИЯ

НИКОЛАЙ ПАВЛОВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт“, Факултет по транспорта, Технически университет - София, България
npavlov@tu-sofia.bg

ЕВГЕНИ СОКОЛОВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт“, Факултет по транспорта, Технически университет - София, България
evg_sok@tu-sofia.bg

ХРИСТО КОЧЕВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт“, Факултет по транспорта, Технически университет - София, България
favorit_att@abv.bg

Резюме:

В публикацията са представени методика и апаратура за изследване, както на основните показатели на спирачна ефективност, регламентирани в нормативните документи, така и на допълнителни показатели, влияещи пряко или косвено върху спирачните свойства на автомобила. Представената методика дава възможност, както за комплексна оценка на състоянието и ефективността на пневматичната спирачна система, така и за детайлна оценка относно работата на нейните компоненти. Тя може да се използва при научноизследователски, прототипни и експлоатационни изпитвания на спирачните системи и на транспортните средства в които те са вградени. Методиката може да се използва също при определяне на техническата изправност и ефективност на спирачната система на товарни автомобили и автобуси участвали в ПТП, при възстановка на ПТП и др.

Ключови думи: *спирачни свойства, спирачна система, товарен автомобил, пътни изпитвания.*

1. Въведение

Спирачните свойства се отнасят към най-важните експлоатационни свойства на автомобила, тъй като определят активната му безопасност и като цяло безопасността на движението [5]. Поради това те са обект на строго регламентиране от международни нормативни документи [13, 14], на базата на които се разработват съответните национални стандарти. Въпреки съществуващият голям брой изследвания върху спирачните свойства на автомобилите, правени както в чужбина, така и у нас [1, 2, 3, 8, 11 и др.], в стремежа непрекъснато да се усъвършенстват, както спирачните системи, така и методите за тяхното изследване, темата и днес е актуална и доказателство за това са множеството научни публикации от последните няколко години – [6, 7, 9, 10, 12, 15 и др.].

Най-важните свойства на автомобила по време на спиране, от гледна точка на водача, са спирачния път и силата необходима за

задействане на спирачния педал [12]. В правила № 13 и № 13Н на ИКЕ към ООН [13, 14], указаните основни показатели за оценка на спирачните свойства при спиране с работна спирачна система са разделени на две групи – показатели за спирачна ефективност и показатели за устойчивост при спиране.

Основните показатели на спирачна ефективност са:

- ефективен спирачен път – L_{ce} , m;
- установено спирачно закъснение – a_{cy} , m/s^2 ;
- общо време за спиране – $t_{сп}$, s.

Основните показатели за устойчивост при спиране се измерват в края на спирането и са:

- ъгъл на завъртане на автомобила около вертикалната ос минаваща през масовия му център, спрямо началната посока на движението му при спиране – $\varphi_z \leq 8^\circ$;
- допустима широчина на пътната лента заемана от автомобила – $B \leq 3,5$ m.

Основните показатели дават възможност за оценка на ефективността на спирачната система

като цяло, но не са достатъчни за локализиране на причините водещи до намалена спирачна ефективност или устойчивост при спиране. За да се открият тези причини, е необходимо да се запишат множество параметри, касаещи спирачните свойства на автомобила. Такива например, при автомобилите с пневматични спирачни задвижвания са наляганята на въздуха в спирачните цилиндри на отделните колела, сила, ход и скорост на задействане на спирачния педал, ъглова скорост на колелата в процеса на спиране и др.

В тази връзка **целта** на настоящата работа е да се представят методика и апаратура за провеждане на комплексни пътни изпитвания на спирачната ефективност и състоянието на отделните компоненти на спирачната система на автомобили с пневматично спирачно задвижване.

2. Използвана апаратура

За измерване на основните показатели на спирачна ефективност се използва измерителна апаратура от типа „пето колело“ състояща се от електронна и механична част (фиг. 1). Възприемателят от оптоелектронен тип, намиращ се в главината на колелото, генерира импулси чиито брой е пропорционален на изминатия път. Импулсното напрежение се подава на електронен преобразувател, където се диференцира веднъж за получаване на сигнал за скоростта и втори път – за ускорението [4].



Фиг. 1. Измерителна апаратура тип „пето колело“.

Върху спирачния педал е монтиран възприемател за сила. За отчитане на хода на педала е монтиран индуктивен възприемател за преместване. Чрез диференциране на сигнала му се получават резултати за скоростта на преместване на педала.

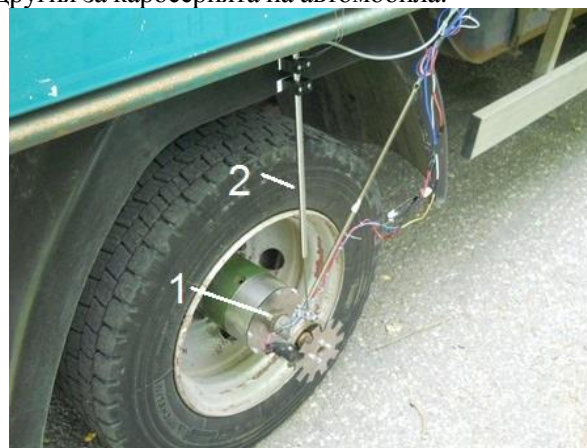
За регистриране измененията на наляганята в спирачните цилиндри или камери на отделните колела се използват възприематели на налягане с

измерителен диапазон $0 \div 10$ bar. Такъв е използван и за следене на налягането във въздушния резервоар на системата. Възприемателите за налягане се монтират на съответните присъединителни контролни накрайници с които разполага спирачната система на автомобила (фиг. 2).



Фиг. 2. Възприемател за налягане на спирачната камера на предното колело (1) и възприемател за преместване на колелото спрямо рамата (2).

Ъгловата скорост на колелата се отчита посредством възприемател, който е специално разработен за нуждите на експеримента и се монтира на колесните главини на автомобила. Възприемателят се състои от лагерно тяло в което е лагериран вал. От едната страна на вала е монтиран елементът за захващане към главината, а от другата импулсен пръстен (фиг. 3). Тялото на възприемателя, върху което е монтиран преобразувател работещ на принципа на Хол, се осигурява против превъртане посредством пружина, закачена в единия си край за него, а в другия за каросерията на автомобила.



Фиг. 3. Възприематели за ъгловата скорост на задното колело (1) и за преместване на колелото спрямо каросерията (2).

Монтирани са възприематели за относителното преместване на колелата и каросерията (фиг. 2 и 3). Тяхната цел е да се определи ъгълът на надлъжен наклон на каросерията при спиране, и дали се изчерпва ходът на предното окачване при екстремно спиране. По данните от тези възприематели може да се съди за състоянието на окачването на автомобила и влиянието му върху спирачните свойства.

В кабината на автомобила (фиг. 4) са разположени електронната част на измерителната система тип „пето колело“, тензометричен усилвател за възприемателя за силата на спирачния педал, устройство за събиране на данни (DAQ), мобилен компютър и акумулаторни батерии за захранване на апаратурата.



Фиг. 4. Изглед в кабината на автомобила.

3. Методика

Методиката на експеримента, съобразена с предписанията за изпитване тип нула (студени спирачни механизми) в правила № 13 на ИКЕ към ООН е следната:

1. Преди всяко спиране по време на изпитването, посредством безконтактен лазерен термометър, се контролира температурата на спирачните механизми, която не трябва да превишава 100 °С.

2. Автомобилът се ускорява до скорост с 3 до 5 km/h по-висока от предвидената начална скорост за съответния опит, лостът за превключване на предавките се поставя в неутрално положение и след достигане на определената скорост водачът натиска бързо и рязко спирачния педал до пълно спиране на автомобила.

3. Веднага след пълното спиране водачът освобождава спирачния педал, потегля и плавно ускорява автомобила до скорост осигуряваща охлаждане на спирачните механизми.

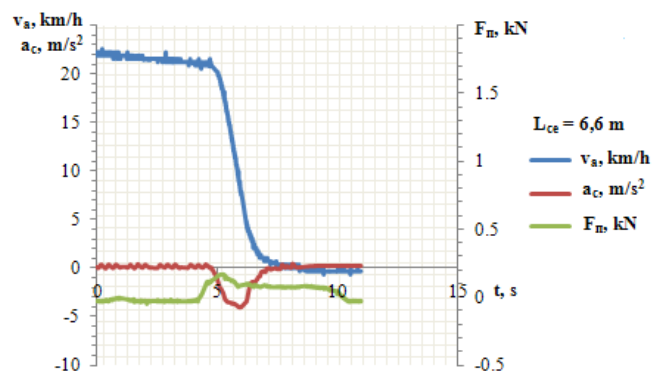
4. Следва плавно спиране за проверка на температурата на спирачните механизми преди

предстоящия опит.

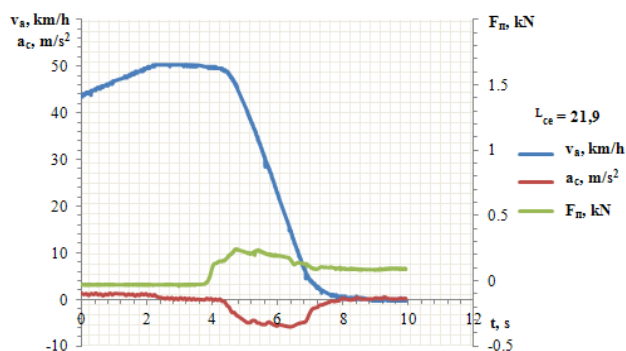
5. Процедурата се повтаря (точки от 1 до 4) при друга начална скорост, докато изпитването приключи.

4. Резултати

Част от получените резултати са показани на фиг. 5 до фиг. 8, като на фиг. 5 и 6 са показани основни показатели на спирачна ефективност.



Фиг. 5. Скорост на автомобила v_a , спирачно закъснение a_c и сила върху педала F_n , при спиране от $v_0=21$ km/h.

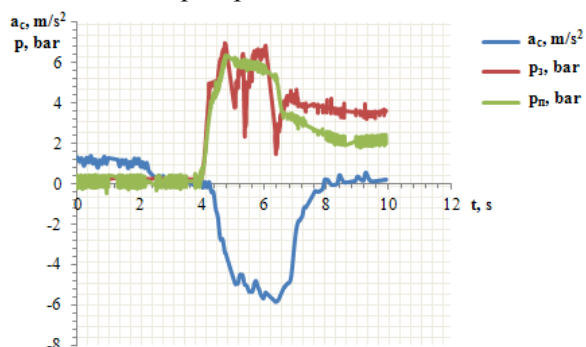


Фиг. 6. Скорост на автомобила v_a , спирачно закъснение a_c и сила върху педала F_n , при спиране от $v_0=50$ km/h.

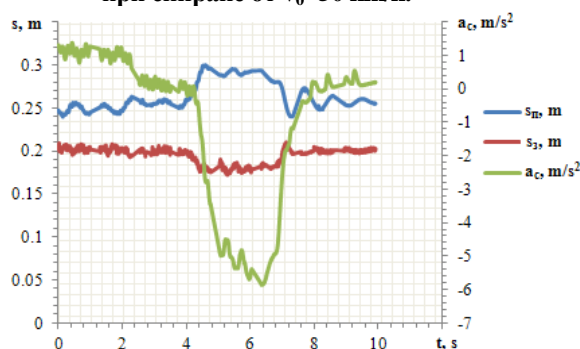
На фиг. 7 са показани измененията на наляганията в спирачните цилиндри при спиране от начална скорост $v_0=50$ km/h. Забелязват се големи колебания в налягането на задния спирачен цилиндър p_3 , съпътствани с колебания на спирачното закъснение. Това показва, че по време на извършване на спирането антиблокиращата система се е задействала само на колелата от задния мост, което е нормално при товарни автомобили без товар.

На фиг. 8 са показани деформациите на предното и задното окачване при същото спиране от $v_0=50$ km/h. Освен, че може да се съди до някаква степен за състоянието на окачването, то тези данни могат да бъдат използвани и за целите

на математичното и компютърното моделиране на процеса на спиране на автомобила, с отчитане влиянието на окачването и надлъжното наклоняване на каросерията.



Фиг. 7. Изменение на наляганията в преден p_r и заден p_n спирачен цилиндър и спирачното закъснение a_c във функция от времето, при спиране от $v_0=50$ km/h.



Фиг. 8. Деформация на предното s_n и задното s_r окачване и спирачното закъснение a_c във функция от времето, при спиране от $v_0=50$ km/h.

5. Заключение

Представените методика и апаратура дават възможност за оценка, както на основните показатели на спирачна ефективност, регламентирани в нормативните документи, така и на допълнителни показатели, влияещи пряко или косвено върху спирачните свойства на автомобила. Използваната апаратура дава възможност, както за комплексна оценка на състоянието и ефективността на пневматичната спирачна система, така и за детайлна оценка относно работата на нейните компоненти. Тя може да се използва при научноизследователски, прототипни и експлоатационни изпитвания на спирачните системи и на транспортните средства в които те са вградени. Методиката може да се използва също при определяне на техническата изправност и ефективност на спирачната система на товарни автомобили участвали в ПТП, при възстановка на ПТП и др.

Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани по договор № 151ПР0005-04 от Вътрешния конкурс на ТУ – София, 2015 г.

Литература

- [1] Богданов, П. Автомобилни спирачни уредби. София, Държавно издателство „Техника“, 1986.
- [2] Богданов, П. и др. Изследване на спирачните качества на автовлакове с български ремаркета и полуремаркета. София, Научна сесия „Развитие и перспективи на двигателно- и автомобилостроенето“, 1971.
- [3] Борисов, Б. Изследване на спирачните свойства на автобус 11 m. с антиблокираща система. Дисертация за получаване на научна степен к.т.н., София, 1991.
- [4] Димитров, Й., Б. Гигов. Автомобилна техника. Ръководство за лабораторни упражнения. София, Фабер, 2000.
- [5] Димитров, Ст. Теория на автомобила – записки на лекции. ТУ-София, 2011.
- [6] Кадикянов, Г. Изследване на спирачните свойства на лек автомобил с пиезоелектрически сензори. Научни трудове на Русенския университет, том 52, серия 4, 2013.
- [7] Кадикянов, Г., Д. Любенов. Сравнително изследване на системи за определяне на спирачните свойства на автомобилите. Научни трудове на Русенския университет, том 53, серия 4, 2014.
- [8] Ревин, А., В. Дыгало. Исследование тормозной динамики автомобиля методами комплексной технологии моделирования. Волгоград, РПК „Политехник“, 2001.
- [9] Ревин, А., И. Жуков, В. Шкарупелов. Методология контроля технического состояния тормозной системы автомобиля с АБС в процессе эксплуатации. Известия Волгоградского государственного технического университета, № 5, том 2, 2012.
- [10] Хлебарски, Д., Л. Кунчев. Методика за привеждане на пътното изпитване на колесни спирачни механизми на леки автомобили в съответствие с предписанията на правила No 13 и 13Н на ИКЕ на ООН към лабораторно изпитване върху стенд. Научни трудове на Русенския университет, том 50, серия 4, 2011.
- [11] Corn, R. A comparative evaluation of two roadside brake testing procedures. Accident Analysis & Prevention, Pergamon Press, Vol. 9, 1977.
- [12] Day, A. Braking of Road Vehicles. Oxford, Butterworth-Heinemann, 2014.
- [13] Regulation 13. Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking, E/ECE/324/Rev.1/Add.12/Rev.8, March 2014.
- [14] Regulation 13Н. Uniform provisions concerning the

approval of passenger cars with regard to braking, E/ECE/324/Rev.2/Add.12H/Rev.3, February 2014.

[15] Yi, Z. P. Nan. Research of Multi-channel Vehicle Brake Performance Testing System. Applied Mechanics and Materials, Vols. 644-650, 2014.

BRAKING PERFORMANCE OF COMMERCIAL VEHICLE WITH PNEUMATIC ACTUATED BRAKING SYSTEM – A METHOD AND EQUIPMENT FOR ROAD TESTS

NIKOLAY PAVLOV

Department of Combustion Engines,
Automobiles and Transport,
Faculty of Transport, Technical University
of Sofia, Sofia, Bulgaria
npavlov@tu-sofia.bg

EVGENI SOKOLOV

Department of Combustion Engines,
Automobiles and Transport,
Faculty of Transport, Technical University
of Sofia, Sofia, Bulgaria
evg_sok@tu-sofia.bg

HRISTO KOCHEV

Department of Combustion Engines,
Automobiles and Transport,
Faculty of Transport, Technical University
of Sofia, Sofia, Bulgaria
favorit_att@abv.bg

Abstract:

In this article are presented test method and test equipment for main braking performance characteristics which is defined in UN Regulations and additional characteristics that influence directly or indirectly on the braking performance of the vehicle. The presented method enables a comprehensive estimation of the condition and performance of the pneumatic brake system and a detailed estimation on the work of its components. It can be used in research, prototype and operational testing of braking systems and the vehicles in which they are embedded. The method can also be used in determining the technical condition and efficiency of the brake system of commercial vehicles involved in road accidents, in reconstruction of accidents etc.

Keywords: *braking performance, braking system, commercial vehicle, road tests.*