

## Стенд за изследване функционалните показатели на пневматично спирачно задвижване

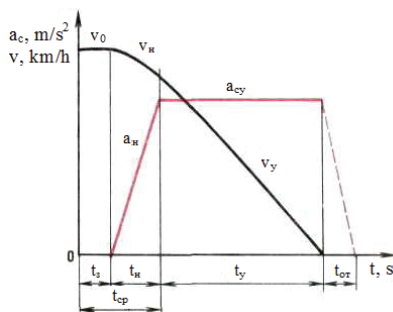
Евгени Соколов, Николай Павлов, Христо Кочев

**Stand for Testing Functional Performance of a Pneumatic Brake Actuation:** In this study is present a test method and test stand of a pneumatic brake actuation. Description of the stand and operating instructions are given. The obtained performance characteristics are shown and analysed.

**Key words:** Pneumatic Brake, Brake Actuation System, Test Stand, Commercial Vehicle.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Спирачните свойства са един от главните фактори за безопасността на движение на автомобила [3]. За осигуряване на висока спирачна ефективност на автомобилите, техните спирачни системи трябва да притежават добри показатели на бързодействие и синхронност на действието на спирачните механизми на отделните оси и колела. Основни показатели за синхронност и бързодействие на спирачната система са времето за задействане на спирачната система  $t_3$  и времето за нарастване на спирачното закъснение  $t_n$  (фиг. 1). През времето  $t_3$  се преместват елементите на спирачното задвижване до обирание на хлабините съществуващи в неработно положение, нараства налягането на въздуха в тръбопроводите и работните апарати на пневматичното задвижване до стойности необходими за преодоляване на силите на връщащите пружини на фрикционните накладки и преместването на накладките до допирането им до спирачните дискове или барабани. Времето  $t_n$  се отчита от допирането на елементите на фрикционните двойки до достигане на стойност на спирачното закъснение, съответстваща на установената стойност на силата, задействаща спирачните механизми.



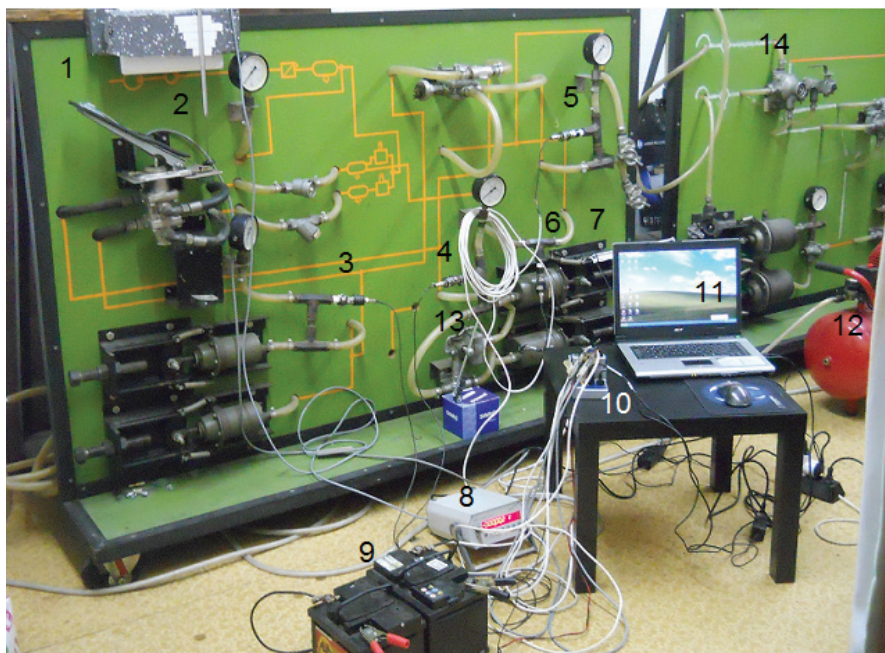
Фиг. 1. Спирачна диаграма на автомобила [2]:  $t_p$  – време за реакция на водача;  $t_3$  – време за задействане на спирачната уредба;  $t_n$  – време за нарастване на спирачното закъснение;  $t_y$  – време за спиране с пълна интензивност;  $t_{or}$  – време за отпускане на спирачния педал;  $v_0$  – начална скорост;  $a_{cy}$  – установено спирачно закъснение.

Сумата от времето за задействане и времето за нарастване се нарича време за сработване –  $t_{cp} = t_3 + t_n$ . То зависи от типа на спирачните механизми, от работното налягане в резервоарите, от дължините на тръбопроводите, от хлабините в различните изпълнителни механизми, а също и от техническото състояние на спирачната система. Кривите на изменение на налягането в спирачните камери имат характер подобен на кривата на ускорението.

**Целта** на настоящата работа е да се представи стенд, окомплектован с необходимите възприематели, за изследване на функционалните показатели на пневматично спирачно задвижване (времената за задействане, нарастване и сработване) и методика за работа с него.

### ОПИСАНИЕ НА СТЕНДА

Стендът представлява физически модел на двупроводно пневматично спирачно задвижване на реален двузвенеен автовлак – влекач и ремарке. Той включва всички необходими пневматични спирачни елементи и запазва дължината и сечението на свързващите ги тръбопроводи, като на реалното транспортно средство (фиг. 2). Разположен е на две табла, монтирани върху стойки снабдени с колела за по-лесно преместване на стенда. На първото табло са разположени елементите на спирачното задвижване на влекача, а на второто тези на ремаркетото. Състои се от компресор, резервоари за сгъстен въздух, пневматични елементи, пневматични спирачни цилиндри, свързвачи и магистрални тръбопроводи.



Фиг. 2. Стенд за изследване показателите на спирачно задвижване: 1 – възприемател за сила на спирачния педал; 2 – възприемател за преместване на педала; 3 – възприемател за налягане на преден спирачен цилиндър; 4 – възприемател за налягане на заден спирачен цилиндър; 5 – възприемател за налягане на въздушната магистрала към ремаркетото; 6 – възприемател за налягането в резервоара; 7 – възприемател за преместване на пръта на заден спирачен цилиндър; 8 – тензометричен усилвател; 9 – захранване – 24 V; 10 – DAQ; 11 – PC; 12 – компресор; 13 – регулатор на спирачната сила на задния мост; 14 – спирачно задвижване на ремаркетото.

Спирачното задвижване на влекача е двукръгово – първият кръг задейства спирачите на задния мост и управлява спирането на ремаркетото, а вторият задейства спирачите на предния мост. Влекачът и ремаркетото са свързани посредством два магистрални съединителни тръбопровода – захранващ и управляващ. Двойната съединителна глава представлява междинно звено за управляващия магистрален тръбопровод и включва присъединителен измерителен крайник, като допълнителна характерна контролна точка, към която може да се монтира възприемател за налягане. Спирачното задвижване на ремаркетото е еднокръгово.

Определен брой контролни точки от спирачното задвижване са снабдени с присъединителни накрайници, към които могат да се монтират възприематели на налягане. Присъединителните накрайници са разположени на входа на пневматичните цилиндри на всяка ос, към резервоара и към двойната съединителна глава на магистралния управляващ тръбопровод.

### МЕТОДИКА НА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

1. Пуска се компресора до достигане на желаното налягане, при което ще се провежда експеримента.

2. Стартира се програмата за визуализация и запис на данните от възприемателите.

3. Натиска се спирачния педал с цел тестване функционирането на системата.

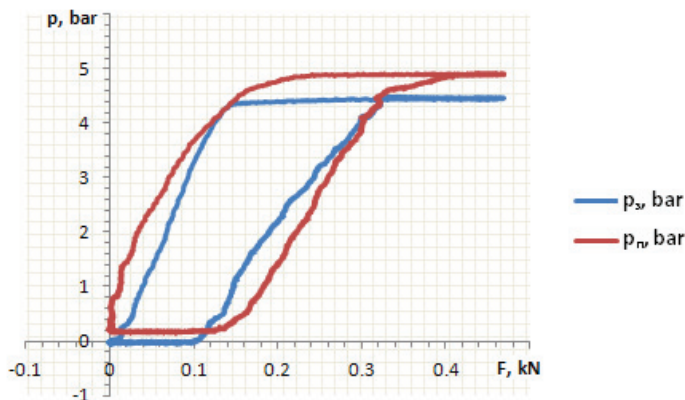
4. Натиска се бавно, за около 10 секунди, спирачния педал с цел снемане на статична характеристика на задвижването във вид на зависимост на наляганята в спирачните камери от силата на спирачния педал.

5. Снема се динамична характеристика на задвижването, чрез рязко натискане на спирачния педал. По изменението на налягането в изпълнителните органи на задвижването във функция от времето, се определят времената на задействане и нарастване на налягането в спирачните цилиндри.

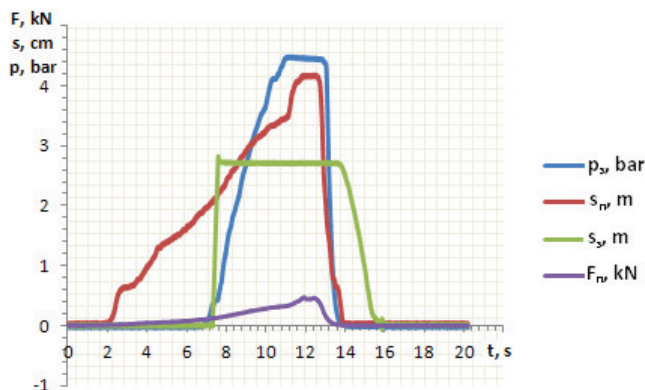
6. Променя се положението на лоста на регулатора на спирачната сила на задния мост, за да се оцени влиянието му върху момента на задействане на задните спирачни цилиндри, спрямо предните, както и разликите в наляганята им.

### ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

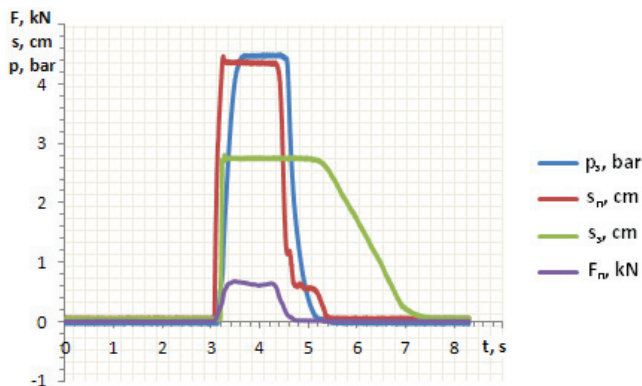
На фиг. 3 е показана статична характеристика на изменение на налягането в спирачните камери на предната ( $p_n$ ) и задната ( $p_z$ ) ос на влекача от силата упражнявана върху спирачния педал. На фиг. 4 е показано изменението на налягането, преместванията на заден спирачен цилиндър и спирачния педал и силата на педала при снемане на статичната характеристика от фиг. 3. Времето за задействане при рязко натискане се отчита от фиг. 5 и представлява интервала от началото на преместване на педала до момента на започване на нарастването на налягането в спирачния цилиндър. От същата динамична характеристика (фиг. 5) може да се определи и времето на нарастване на налягането.



Фиг. 3. Статична характеристика на спирачните цилиндри на предната и задната ос на влекача.



Фиг. 4. Изменение на налягането –  $p_s$ , преместването на заден спирачен цилиндър –  $s_s$  и спирачния педал –  $s_n$ , и силата на педала –  $F_n$  при снемане на статична характеристика.



Фиг. 5. Динамична характеристика на заден спирачен цилиндър на влекача.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният стенд дава възможност за определяне на времената на задействане, нарастване на налягането и сработване на пневматичното спирачно задвижване при различни налягания във въздушния резервоар. Чрез промяна на положението на лоста на регулатора на спирачната сила, може да се влияе върху съотношението на наляганията на спирачните цилиндри от предната и задната ос на автомобила.

Стенда може да се използва при провеждане на лабораторни упражнения по дисциплините „Товарни автомобили и автобуси“ и „Специализирана автомобилна техника“, изучавани от студентите от специалности „Технология и управление на транспорта“ и „Транспортна техника и технологии“ в Техническия университет – София.

### 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] Димитров, Ст. Теория на автомобила – записки на лекции. София: ТУ-София. 2011.

[3] Симеонов, Е., Б. Трайков. Ръководство за лабораторни упражнения по надеждност, диагностика и поддържане на автотранспортните средства. София: ВМЕИ-София, 1989.

[4] Ноерке, Е., S. Breuer. Nutzfahrzeugtechnik. Grundlagen, Systeme, Komponenten. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2013.

**За контакти:**

Маг. инж. Евгени Соколов, Катедра “Двигатели, автомобилна техника и транспорт”, Технически университет – София, тел.: 02/965-25-62, e-mail: evg\_sok@tu-sofia.bg

Гл. ас. д-р инж. Николай Павлов, Катедра “Двигатели, автомобилна техника и транспорт”, Технически университет – София, тел.: 02/965-25-42, e-mail: pravlov@tu-sofia.bg

**Докладът е рецензиран.**