

Мобилен тестер за изследване влиянието на вертикалното натоварване на гумата и налягането във въздуха в гумата върху коефициента на съпротивление срещу странично увличане

Христина Георгиева, Николай Павлов, Лило Кунчев

Mobile tester for study the influence of vertical load and tire internal pressure on tire cornering stiffness: This article presents the results of experimental study of the influence of tire vertical load and tire internal pressure on tire cornering stiffness. The results have been obtained with a mobile tire tester which was developed at department "CEAET" at TU-SOFIA. The information about the dates of size load, index speed, index group, wearing out is obtained from Goodyear website, www.goodyear.eu. The study process concerns three main areas: (i) the choice of the experimental methodology; (ii) calculation and analysis of the data; (iii) discussion and conclusion. The obtained results give the possibility to determinate the role of tire on vehicle handling and stability.

Key words: Tire vertical load, Tire internal pressure, Tire cornering stiffness

ВЪВЕДЕНИЕ

За определянето на основните параметри на гумите, преди те да бъдат предложени на пазара, фирмите производители като Michelin, Pirelli, Goodyear, Bridgestone и други използват специализирани стандове и машини, като Drum Tester, Flat-Trac rolling machine и twin rolled test rig [9,10]. Пътното поведение на автомобила се влияе главно от силите и моменти, които се пораждат в контактното петно [3,4]. Тези сили зависят от различни параметри като коефициент на сцепление, скорост на движение, вид на натоварването, конструкция на гумата и налягането на въздуха в нея, ъгъла на увличане на гумата. Всяко несъответствие в тяхната конфигурация води до намаляване устойчивостта на движение на автомобила, а понякога и до загуба на контрол на автомобила.

Влиянието на промяната на налягането на въздуха в гумата е показана в [1,8]. Публикуваните резултати позволяват да се заключи, че изменението в стойностите му води до промяна в коефициента на съпротивление срещу странично увличане. Важно е, също така да не се превишава максимално допустимия тегловен индекс, за съответната категория гума. Авторите на [5,6] изследват влиянието на изменението на вертикалното натоварване върху коефициента на съпротивление срещу странично увличане на автомобилната гума. От резултатите се вижда, че с увеличаване на вертикалното натоварване, стойностите на коефициента се увеличават. Тези резултати са получени в университетски лаборатории, като The Automotive Engineering Science (AES) laboratory in TU / e, Department of Mechanical Engineering in University of Padova Via Venezia, Institut für Krafffahrzeuge in RWTH Aachen University след закупуване на гумата от фирмата производител [2,7,11].

Целта на настоящето изследване е създаването на методика и апаратура за получаване реални данни за влиянието на налягането на въздуха в гумата p и вертикалното натоварване F_z на гумата върху коефициента на съпротивление срещу странично увличане.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Последователност за провеждане на експеримента

Етапите за получаване на страничната сила са следните:

- Избор на пътна настилка, характеризираща се със съответния коефициент на сцепление φ . За настоящия експеримент се избира специална синтетична настилка, имаща висок коефициент на сцепление, $\varphi_y \approx 0.95$.
- Задаване ъгъл на странично увличане δ . Приема се, за настоящия експеримент се той да бъде постоянен, в случая се приема $\delta = 1,8^\circ$.

- Задаване съответно на различни вертикални натоварвания в граници, определени от тегловния индекс на изпитваната гума. В случая се приема, че $F_{zmax}=4000\text{ N}$.
- Задаване съответно на различни стойности на налягането на въздуха в гумата p . За целите на настоящия експеримент се приема, че $p_{max}=3\text{ bar}$.
- Получаване на страничната сила F_y .

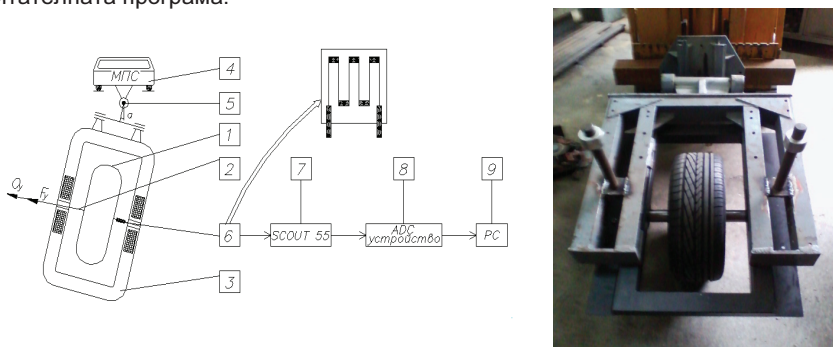
2. Мобилен тестер за гуми и експериментални резултати

За изследване влиянието на вертикално натоварване на гумата и налягането на въздуха в гумата при съответно зададената стойност на ъгъла на странично увличане върху динамичното поведение на гумата се предлага тестер, разработен в катедра „ДАТТ“ към ТУ-София (виж фиг. 1).

Изпитваната гума 1 е закрепена неподвижно върху ос 2, която е монтирана към П-образната рамка 3. В предния край 3 е закрепена към влекач 4, който се движи с постоянна скорост (не изследваме влиянието на скоростта на движение върху устойчивостта на движение). С помощта на карданен механизъм 5, 3 заедно с 1 може да се накланя спрямо оста O_x . Това е необходимо, за да се зададе ъгъла на странично увличане на автомобилното колело δ . Изследва се страничната сила F_y , която предизвиква този ъгъл δ , за определянето на която се поставя възприемател на сила от тензометричен тип 6. От изхода на 6, сигнала се подава към усилвател 7, тип SCOUT 55 (HOTTINGER). От изхода на 7 сигнала се подават към АЦП-устройство 8, свързано към PC 9, който позволя визуализирането на страничната сила в реално време.

Вертикалната сила върху гумата се задава с помощта на тежести, като преди всеки опит, колелото се повдига от пътната повърхност и се разтоварва от остатъчната деформация.

Налягането на въздуха в гумите се настройва и изменя съгласно изпитателната програма.



Фиг. 1 Мобилен тестер за изпитване на автомобилни гуми

В таблица 1 са дадени основните параметри, на изследваната гума 195/50R15, която е често използвана при автомобилите от среден клас. Гумата има пробег около 1000 км, който е направен предварително.

Таблица 1 Основни параметри на изследваната гума

Brand and Model	Size	Load index	Speed index	Group
Goodyear	195/50R15	82	V	M+S

Резултатите за получената странична сила F_y от изследването за различни натоварвания и налягания са посочени в таблица 2.

Таблица 2 Получени резултати от изследването за страничната сила в гумата F_y

НАЧАЛНИ УСЛОВИЯ				РЕАЛИЗИРАНА СТР. СИЛА
F_z, N		P, bar	$\delta, ^\circ$	F_y, N
4000	0,9*LI	3,0	1,8	4062
3200	0,7*LI	3,0	1,8	3280
2300	0,5*LI	3,0	1,8	2875
4000	0,9*LI	2,8	1,8	3408
3200	0,7*LI	2,8	1,8	3145
2300	0,5*LI	2,4	1,8	2533
4000	0,9*LI	2,6	1,8	3813
3200	0,7*LI	2,6	1,8	3334
2300	0,5* LI	2,6	1,8	2855
4000	0,9* LI	2,4	1,8	3293
3200	0,7* LI	2,4	1,8	2999
2300	0,5* LI	2,4	1,8	2696
4000	0,9* LI	2,2	1,8	3026
3200	0,7* LI	2,2	1,8	2824
2300	0,5* LI	2,2	1,8	2245
4000	0,9* LI	2,0	1,8	2874
3200	0,7* LI	2,0	1,8	2545
2300	0,5* LI	2,0	1,8	2195
4000	0,9* LI	1,8	1,8	2408
3200	0,7* LI	1,8	1,8	2222
2300	0,5* LI	1,8	1,8	1797

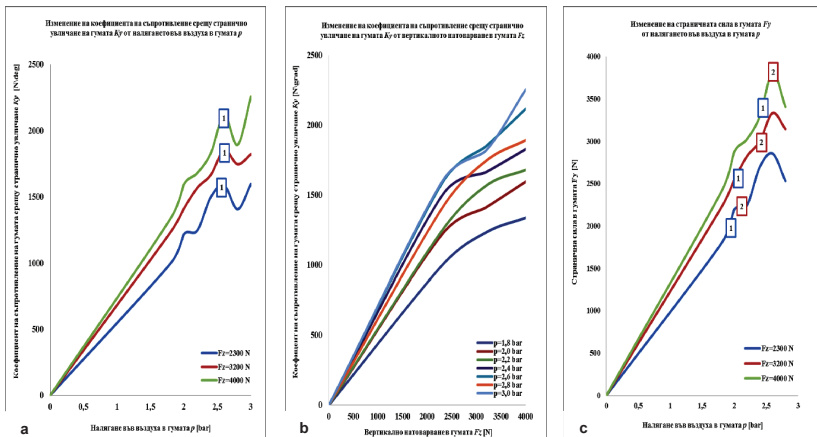
3. Запис на данни и анализ на резултатите

Получените експериментални резултати са обработени с програмен продукт, позволяващ визуализацията на зависимостите между страничната сила F_y , респективно коефициента на съпротивление срещу странично увличане K_y от налягането на въздуха в гумата p и вертикалното ѝ натоварване F_z , при съответно зададения ъгъл на странично увличане – *фигура 2*.

На *фигура 2a* е показано изменение на коефициента на съпротивление срещу странично увличане на гумата като функция от изменение на налягането на въздуха в гумата p , за ъгъл на странично увличане $\delta=1,8^\circ=const$. Графиките са показани за различни стойности на вертикалното натоварване на гумата F_z .

Изменението на коефициента на съпротивление на гумата срещу страничното увличане като функция от изменение на вертикалното натоварване F_z , за ъгъл на странично увличане $\delta=1,8^\circ=const$ е показано на *фигура 2b*. Графиките са показани за различни стойности на налягането на въздуха в гумата p .

На *фигура 2c* е показано изменението на страничната сила F_y като функция от изменение на налягането на въздуха в гумата p , за ъгъл на странично увличане $\delta=1,8^\circ=const$.



Фиг. 2 Изменение на коефициента на съпротивление срещу странично увличане K_δ като:
 а) функция от изменение на налягането на въздуха в гумата p
 б) функция от изменение на вертикалното натоварване на гумата F_z
 в) изменение на страничната сила F_y като функция от изменението на налягането на въздуха в гумата p

От графиката на *фиг. 2a* се вижда, че с увеличаване на вътрешното налягане на гумата, коефициента на съпротивление срещу странично увличане се увеличава. Точка 1 от графиката показва момента, в който гумата започва да се плъзва.

От графиката на *фиг. 2b* се вижда, че с увеличаване на вертикалното натоварване на гумата, коефициента на съпротивление срещу странично увличане се увеличава.

На *фиг. 2c* са показани характерни точки (1 и 2). В случая, точка 1 показва края на линейния участък на зависимостта F_y (Δ_y), а точка 2 показва загубата на контакт в странично направление (O_y). Точка 1 е получена при предварително изследване на гумата, за получаване на зависимостта F_y (Δ_y). Тази зависимост се получава от стенд за изпитване на статичните еластични характеристики на пневматична гума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За изследване динамичното поведение на гумите в странично направление, с цел повишаване на устойчивостта на движение на лек автомобил се предлага мобилен тестер за предварително изследване влиянието на вертикалното натоварване и налягането на въздуха в гумата върху коефициента на съпротивление срещу странично увличане. За пробните изпитания е използвана автомобилната гума от фирмата производител *Goodyear – таблица 1*.

Основните предимства на предложения тестер в настоящето изследване са:

- може да се задвижва от различни превозни средства;
- получаване на резултати за страничната сила при:
 - o различно налягане на въздуха в гумата и различно вертикални натоварвания на автомобилната гума;
 - o различни ъгли на странично увличане;
 - o различни пътни условия и скорости на движение (включително реални пътища).

Настоящото изследване ни позволява да направим следните заключения:

- поддържането на оптималното налягане на въздуха в гумата p (2,0-2,4) bar води до намаляване риска от неправилно износване на протектора и

осигурява подходящ контакт с пътя, а от там и предотвратяване загубата на контрол над автомобила вследствие странично плъзгане.

- вертикалното натоварване на гумата определя максималната странична сила $F_{y\max}$, която може да развие гумата. След достигане ѝ гумата започва да се плъзга и води до загуба на устойчивост. Тогава ъгълът δ вече не е ъгъл на странично увеличаване, а ъгъл на плъзгане.
- коефициентът на съпротивление срещу странично увеличаване K_y зависи от налягането на въздуха в гумите p и от нейното натоварване F_z . Максималната му стойност се получава при вертикално натоварване близко до пълната маса на автомобила. За конкретното изследване стойностите на този коефициент в границите на оптималното налягане на въздуха в гумите е $[1597-1829] N/grad$.

Като бъдеща работа се планира получаване на странични характеристики на гумата при различен ъгъл на странично увеличаване, с цел изследване на влиянието на ъгъла на странично увеличаване върху динамичното поведение на гумата.

БЛАГОДАРСТВЕНОСТ

This work has been supported by National Science Fund – Ministry of Education, Youth and Science (Grant № ДДВУ 02 / 51 20.12.2010).

ЛИТЕРАТУРА

1. A.J.C. Schmeitz, I.J.M. Besselink, J. de Hoogh, H. Nijmeijer, Extending the Magic Formula and SWIFT tyre models for inflation pressure changes, Reifen, Fahrwerk, Fahrbahn – VDI conference Hannover Germany, page 201-225, 2005
2. Berritta R, Cossalter V, Doria A., Ruffo N, Identification of motorcycle tire properties by means of a testing machine. Proc. 2002 SEM Annual Conference and Exposition on Experimental and Applied Mechanics Society for Experimental Mechanics Inc.
3. Gillespie T.D., "Fundamentals of Vehicle Dynamics", Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA, 1992
4. Smith N. D., "Understanding Parameters Influencing Tire Modeling", Colorado State University, Department of Mechanical Engineering, Colorado State University, 2004
5. Veld I.B.A. op het, Run Flat Tires vs. Conventional Tires An Experimental Comparison, DCT 2006.042, Department of mechanical engineering, TU/e
6. Vermond J.G., Experimental determination of the CCAR tyre characteristic, DCT. NR. 2008.113, Department of mechanical engineering, TU/e
7. Vissers J.P.M., Blom R.E.A., Experiments on the Flat plank tyre tester, Report nr. : DCT2003.92, Department of mechanical engineering, TU/e
8. <http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/11281.pdf>, last access: 8 September, 2014
9. <http://www.mts.com/en/products/producttype/test-systems/simulation-systems/tire/flat-trac/index.htm> (MTS Systems Corporation/Flat-Trac® Tire Test Systems), last access: 1 August, 2014.
10. <http://www.vmi-group.com/tire/products/tire-and-compound-testing/endurance-testing/>, last access: 14 August, 2014.
11. <http://www.ika.rwth-aachen.de/index-e.php>

За контакти:

Докторант Христина Георгиева, Катедра "Двигатели, автомобили и транспортна техника", Технически университет – София, e-mail: hgeorgieva@tu-sofia.bg

Ас. Николай Павлов, Катедра "Двигатели, автомобили и транспортна техника", Технически университет – София, e-mail: npravlov@tu-sofia.bg

Доц. д-р Лило Кунчев, Катедра "Двигатели, автомобили и транспортна техника", Технически университет – София, e-mail: lkunchev@tu-sofia.bg

Докладът е рецензиран.