

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ВЕРТИКАЛНОТО НАТОВАРВАНЕ И ВЪТРЕШНО НАЛЯГАНЕ НА ГУМАТА ВЪРХУ ПЛОЩТА НА КОНТАКТНОТО ПЕТНО

Юлиян Петров  
[yulipetrov@abv.bg](mailto:yulipetrov@abv.bg)

Университет «Проф. д-р Асен Златаров», Технически колеж  
БЪЛГАРИЯ

**Ключови думи:** пневматична гума, превозно средство, методика, режими на работа, контактното петно, площ, вътрешно налягане

**Резюме:** Контактът на превозното средство с пътната настилка се осъществява от автомобилните гуми, чрез площта на контактното им петно. Контактната площ зависи както от вътрешното налягане така и от вертикалното натоварване. Не е изяснено обаче, точно до каква степен влияе износването при различни експлоатационни режими на работа на пневматичната гума. Направено е експериментално изследване на влиянието на площта на контактното петно спрямо вертикалното натоварване и вътрешното налягане на пневматична гума.

### ВЪВЕДЕНИЕ

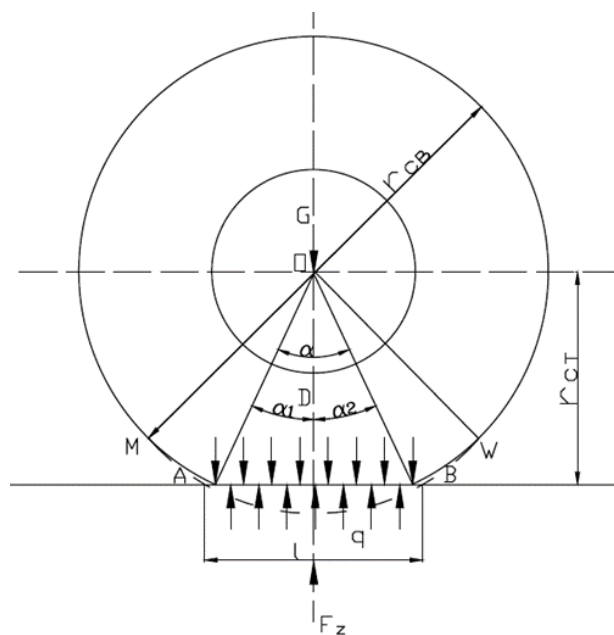
Съгласно [1] пневматичната гума, която е монтирана на джантата и запълнена с въздух до определено вътрешно налягане увеличава своя размер в диаметър, което води до неблагоприятно разтягане на протектора. При нормално натоварване, автомобилната гума е подложена на деформация в областта на контактната зона с пътя като се получава нормално отклонение. На фиг. 1 е показано стационарна автомобилна гума под въздействието на вертикалното натоварване  $G$  приложено върху пневматичната гума. Контактът на гумата с опорната повърхност се характеризира със следните параметри [1]:

- радиалната деформация на гумата -  $\Delta z = r_{cb} - r_{ct}$ , където  $r_{cm}$  – свободния радиус на гумата, а  $r_{ct}$  – статичен радиус на гумата;
- дължина на контакта -  $l$
- ъгъл на контакта -  $\alpha_k$  - дължината на контакта спрямо приложеното вертикално натоварване в оста на колелото;
- контактна площ -  $S$ , която за повечето от съвременните гуми при пълно нормално натоварване има форма, близка до правоъгълна с оси  $l$  и  $b$ .

Когато нормално натоварване  $G$  действа върху колелото, сумата на нормалните контактни напрежения  $q$  върху контактната зона е равна на нормалния товар, т.е.

$$(1) \quad \sum^S q = Fz = G,$$

където:  $Fz$  е нормалната реакция на опорната повърхност.



**Фиг.1 Сили действащи върху неподвижна пневматична гума**

Нормалното контактно напрежение  $q$  се разпределя равномерно по площта на контактната гума.

При малки отклонения на гумата, нормалното напрежение трябва да бъде пропорционално на нормалната деформация на гумата в дадена точка на контактната повърхност. Следователно, нормалното напрежение трябва да се увеличи от началото на контакта в точка А до неговия център. В точка D те трябва да достигнат максимална стойност. В посока от точка D до точка В напрежението отново ще намалее симетрично спрямо разпределението в областта DA и ще намали пропорционално на нормалната деформация на гумите в това радиално сечение.

Надлъжните такгенциални напрежения  $\tau_x$  за неподвижно колело, натоварено с нормален товар, могат да бъдат приблизително изразени със следната синусоидална зависимост:

$$(2) \tau_x = C_\beta \beta = k \left[ \arcsin \left( \cos \frac{\alpha_k}{2} \operatorname{tg} \alpha_n \right) - \alpha_n \right],$$

където:  $C_\beta$  – коефициент на усукване на твърда гума;

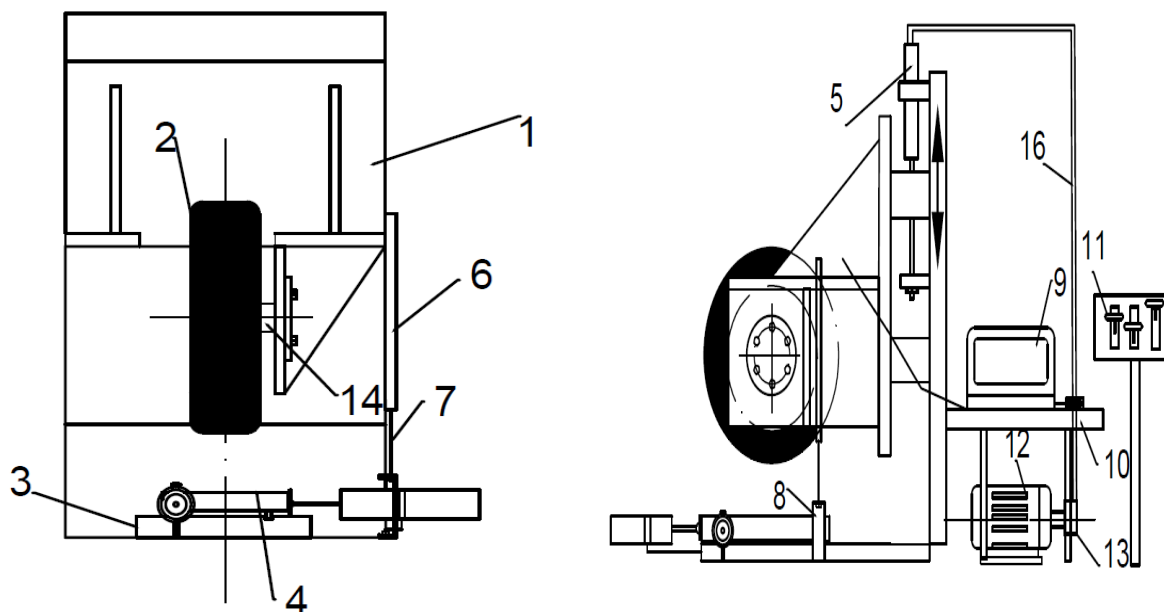
$\beta$  – ъгъл на изкривяване, т.е. ъглова деформация;

$\alpha_k$  – ъгъл на контактната гума;

$\alpha_n$  – текуща стойност на ъгъла на завъртане на гумата;

#### **Стационарна система за изпитване на пневматични гуми за лек автомобил**

На фиг. 2. е показано експерименталното оборудване с което са извършени експериментите спрямо предложената методика.



**Фиг. 2. Експериментално оборудване за получаване статични характеристики на еластичност за ПГ:** а) фронтален изглед; б) страничен изглед; 1 – експериментално оборудване за изпитване на статично натоварване за автомобилни гуми; 2 – изпитвана гума; 3 – фундамент за закрепване на плочите с изпитваната пътна настилка, показани на фиг.2.1б/а, б и в; 4 – сменяема плоча с различни пътни настилки за изпитване, показани на фиг.2.1б/а, б и в; 5 – цилиндър за вертикално натоварване на изпитваната гума; 6 – възприемател за вертикално преместване; 7 – ос на възприемателя за вертикално преместване; 8 – място за закрепяне на оста за отчитането на вертикалното преместване; 9 – компютър за отчитане на измерванията, получени от датчика за вертикални премествания; 10 – аналогово-цифров преобразувател - DAQ; 11 – лостова система за ръчно управление; 12 – електродвигател; 13 – хидравлична помпа за подаване на налягане в хидравличната система; 14 – ос с тензометрични възприематели за отчитане на вертикалното и надлъжно натоварване върху изпитваното колело; 16 – хидравлични тръбопроводи.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ:

Съгласно представената методика в [3], са получени отпечатъци при различно вътрешно налягане и вертикално натоварване. За всеки отпечатък е определена площта на контактното петно. Част от данните от измерванията за съответния вид ПГ са показани в табличен вид, а графичните им резултати могат да се видят на фиг. 3, фиг. 4.

В Таблица 1 са дадени резултати от измерванията на контактните площи в  $m^2$  за гума 165/65R13-77T при различно вътрешното налягане и вертикално натоварване.

**Таблица 1**

$G_k, N$ $p_b, MPa$	2560	2950	3300	3760
0,18	0,01475	0,01553	0,01675	0,01822
0,21	0,01281	0,01441	0,01558	0,01722
0,24	0,01192	0,01334	0,0146	0,01582
0,27	0,01102	0,01224	0,01401	0,01501
0,3	0,0101	0,01141	0,0131	0,01434
0,33	0,00973	0,01102	0,01258	0,014

В Таблица 2 са показани резултати от измерванията на контактните площи в  $m^2$  за гума 175/65R14-82T при различно вътрешно налягане и вертикално натоварване.

Таблица 2

$G_k, N$ $p_b, MPa$	2560	2950	3300	3760
0,18	0,0143	0,01655	0,01895	0,0209
0,21	0,0134	0,0156	0,0171	0,0193
0,24	0,0125	0,014	0,01635	0,0179
0,27	0,012	0,01305	0,01485	0,01705
0,3	0,0109	0,01225	0,0141	0,0152
0,33	0,01012	0,01185	0,0135	0,01475

В Таблица 3 са показани резултати от измерванията на контактните площи в  $m^2$  за гума 185/65R15-88H при различно вътрешното налягане и вертикално натоварване.

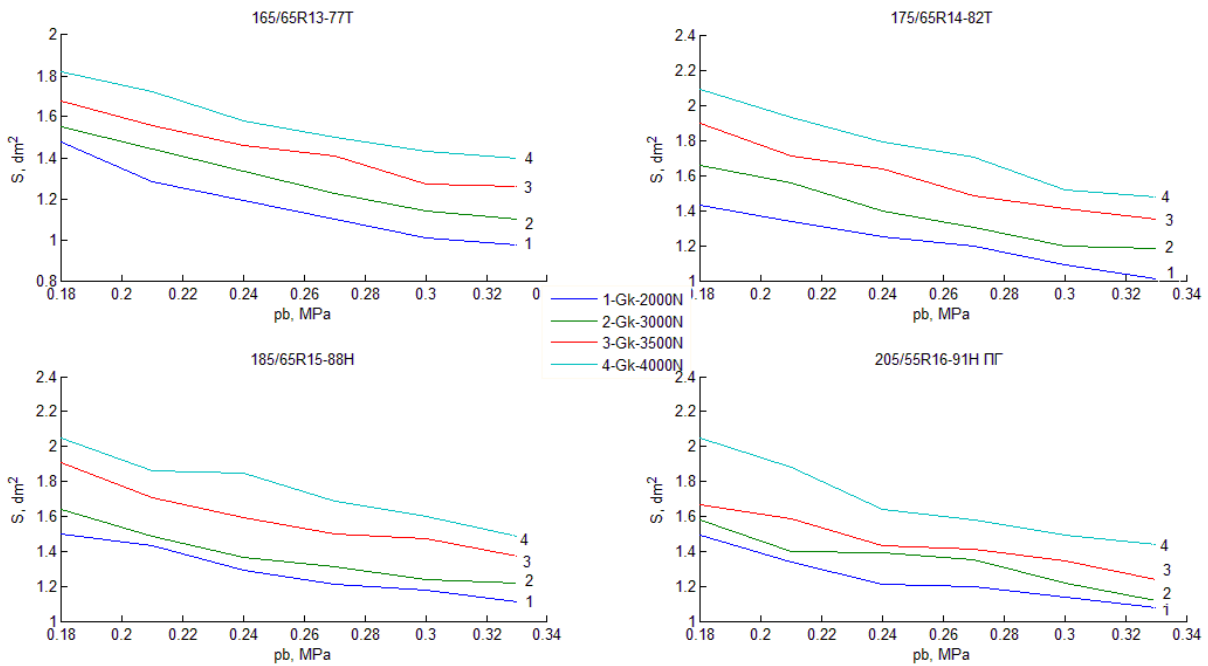
Таблица 3

$G_k, N$ $p_b, MPa$	2560	2950	3300	3760
0,18	0,015	0,0174	0,0191	0,0205
0,21	0,01435	0,01585	0,0171	0,0186
0,24	0,0129	0,01468	0,01595	0,01745
0,27	0,0121	0,0137	0,015	0,01685
0,3	0,0118	0,0131	0,0142	0,016
0,33	0,0111	0,0126	0,01375	0,01485

В Таблица 4 са показани резултати от измерванията на контактните площи в  $m^2$  за гума 205/55R16-91H при различно вътрешното налягане и вертикално натоварване.

Таблица 4

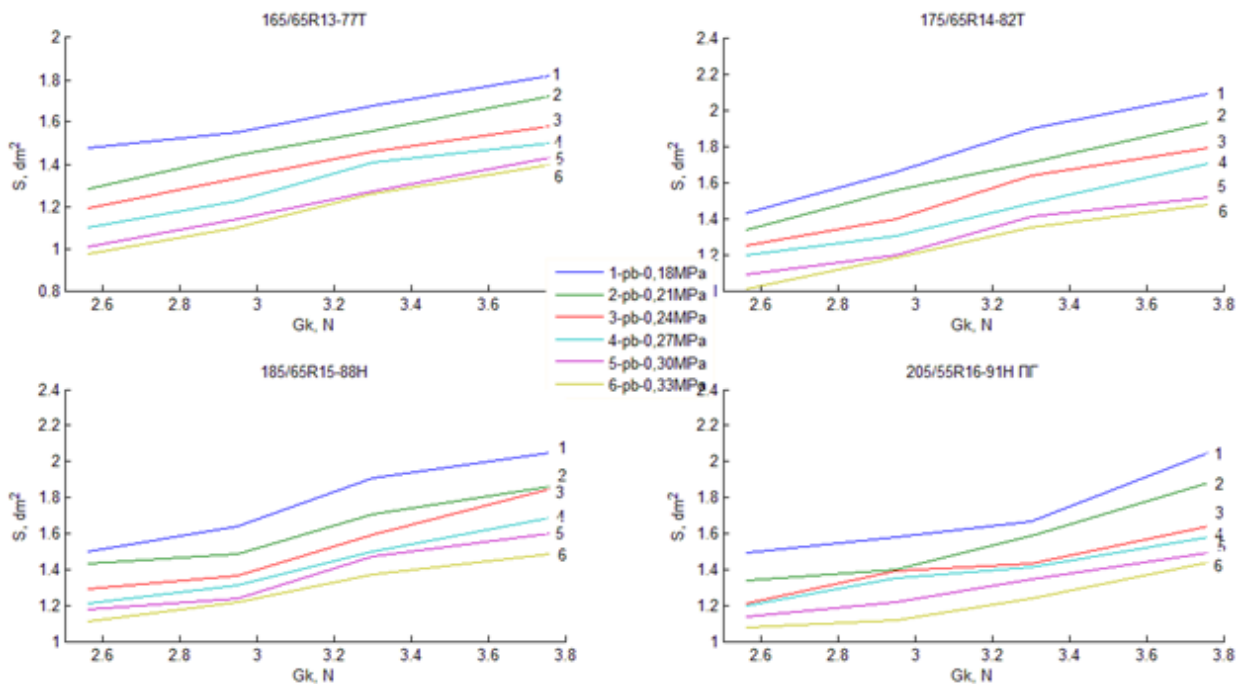
$G_k, N$ $p_b, MPa$	2560	2950	3300	3760
0,18	0,0149	0,0158	0,01668	0,0175
0,21	0,0134	0,015	0,01585	0,0168
0,24	0,0125	0,0138	0,01485	0,0164
0,27	0,012	0,0135	0,0141	0,0158
0,3	0,01135	0,01215	0,01345	0,01495
0,33	0,0108	0,01114	0,0124	0,0134



**Фиг. 3. Зависимост на площта на контактното петно във функция от вътрешното налягане на 165/65R13-77T, 175/65R14-82T, 185/65R15-88H, 205/55R16-91H гуми при различно вертикално натоварване.**

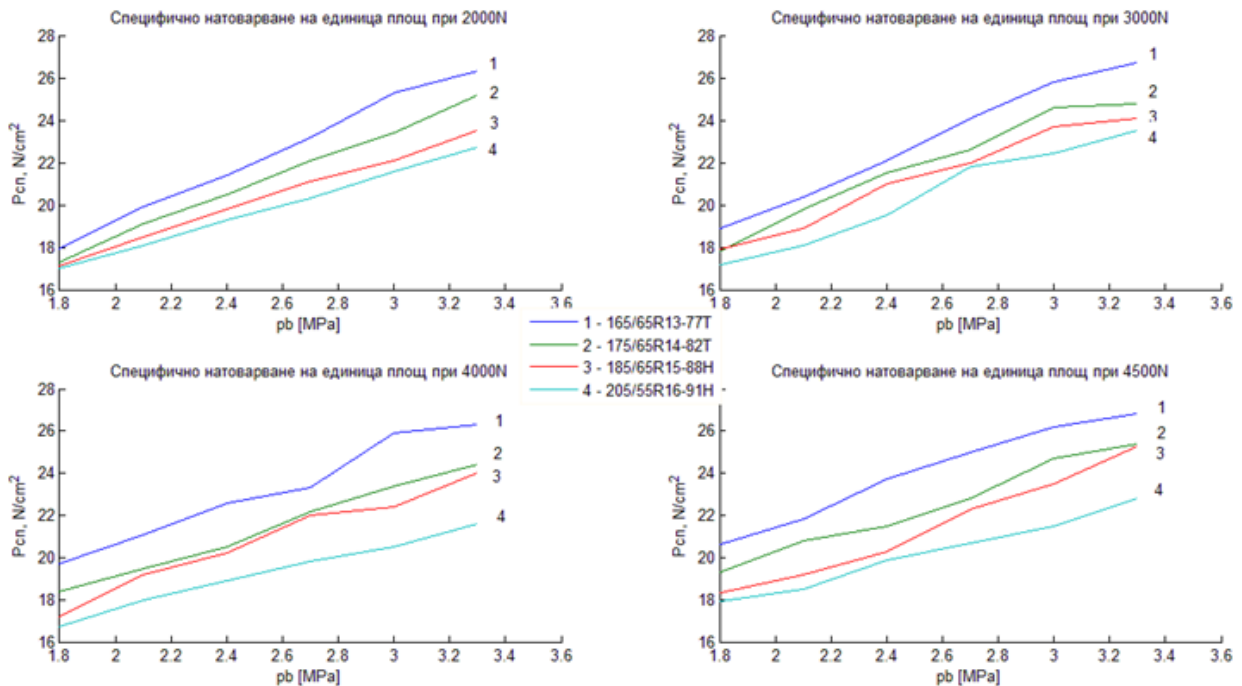
От графичните зависимости (фиг. 3), получени при различни ПГ, се установява, че при еднакво вертикално натоварване ( $G_k = \text{const.}$ ) и с увеличаване на вътрешното налягане се намалява площта на контакта между гумата и пътната настилка.

При анализиране на графичните зависимости, получени за измерените ПГ, показани на фиг. 4, се установява, че с увеличаване на вертикалното натоварване се увеличава зоната на контакта между гумата и пътната настилка при едно и също вътрешно налягане ( $p_s = \text{const.}$ ).



**Фиг. 4.** Зависимост на площта на контактното петно във функция от вертикалното натоварване на 165/65R13-77T, 175/65R14-82T, 185/65R15-88H, 205/55R16-91H цолови изпитвани ПГ при различно вътрешно налягане.

На фиг. 5 е показана зависимостта на специфичното натоварване на  $\text{cm}^2$ , с което се вижда, че то се увеличава.



**Фиг. 5.** Зависимост на специфичното натоварване върху единица площ  $\text{cm}^2$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на направените експериментални лабораторни изследвания на изпитваната гума и анализа на резултатите може да се направят следните по-важни изводи:

- Всички изследвани фактори оказват съществено влияние върху контактната площ и дължината на контактното петно на изпитваната гума с опорната повърхност.
- Предложената методика служи за снемане на отпечатащи на всякакъв вид автомобилни гуми.
- Най-голямо влияние върху контактната площ на гумата с пътната настилка оказва нормалното натоварване  $G$ , следващият по степен на влияние е налягането на въздуха в гумата  $p_e$ .

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Гарновский В.Н., Гудков В.А., Третьяков О.Б. 'Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт' - Москва: Транспорт, 1990 - с.272
- [2] Lenko Erbakanov, Liliya Staneva, Ivelina Vardeva, Yuliyana Petrov, Tire Contact Footprint Area Measurement Using an Alternative Bounding Box Method, Int. Journal of Engineering Research and Application, ISSN : 2248-9622, Vol. 7, Issue 8, ( Part -3) August 2017, pp.01-04
- [3] Петров Ю., „Методика за определяне площта на контактното петно при невъртяща се пневматична гума за лек автомобил“, XXIV Международна научна конференция „Транспорт 2019“, София

## EXPERIMENTAL RESEARCH TO DETERMINE THE EFFECTS OF A TIRE'S VERTICAL LOAD AND INTERNAL PRESSURE HAVE ON THE TIRE'S CONTACT PATCH AREA

**Yuliyana Petrov**  
[yulipetrov@abv.bg](mailto:yulipetrov@abv.bg)

*Assen Zlatarov University, Technical College, Burgas,  
BULGARIA*

**Key words:** *pneumatic tire, vehicle, methodology, modes of work, contact patch, area, internal pressure*

**Abstract:** *Contact between vehicles and the pavement is achieved through the contact patch of their tires. The area of this contact patch depends on both the tire's internal pressure and the vertical load of the vehicle. It is unknown, however, the extent to which a tire's wear affects this area during various exploitative modes of work of the pneumatic tire. An experimental research has been conducted to determine the area of a pneumatic tire's contact patch based on the tire's vertical load and internal pressure.*