

LUCRAREA 4

FACTORI DE INFLUENȚĂ ASUPRA REZISTENȚEI LA RULARE. ADERENȚA ANVELOPELOR

1. Scopul lucrării

Analizarea factorilor care determină modificarea rezistenței la rulare în timpul deplasării unui autovehicul și măsuri care se impun pentru optimizarea parametrilor de funcționare în vederea asigurării aderenței corespunzătoare cu calea de rulare.

Determinarea experimentală a coeficientului de rezistență la rulare pentru diverse condiții de rulare și construcții ale anvelopei.

2. Elemente teoretice

În timpul contactului roții în mișcare cu carosabilul rezultă o pierdere de energie datorată deformațiilor atât ale anvelopei, cât și ale căii de rulare care determină apariția unei forțe ce se opune rulării roții denumită **forță de rezistență la rulare**.

Deformarea pneului depinde de materialul din care este executat, de construcția lui, de presiunea aerului din interior, de încărcarea roții, de forțele și momentele aplicate la roată și de gradul de netezime a suprafeței de rulare.

Deformarea căii de rulare (drumului) depinde de natura, rezistența și grosimea învelișului și fundației lui, precum și de mărimea presiunii roții asupra drumului.

Datorită rezistenței la rulare se produce încălzirea pneului, ceea ce afectează rezistența la uzare a anvelopei și rezistența la oboseală de încovoiere a materialului acesteia.



Fig. 1 – Suprafața de rulare a anvelopei.

De obicei, anvelopele unui autovehicul (figura 1) sunt considerate componente mai puțin importante, ceea ce reprezintă o apreciere greșită.

Acestea trebuie să întrunească mai multe caracteristici legate de suspensie, direcție, viteză, greutate, zgomot și să facă față unor forțe externe exercitate asupra lor, cum ar fi frânare, accelerare, viraje, șocuri, în timpul rulării cu gropi, borduri, denivelări ale suprafeței carosabile, carosabil ud, alunecos, acoperit cu zăpadă sau gheață.

De aceea trebuie să li se acorde o atenție deosebită pentru a beneficia de performanțele și confortul lor pe toată durata lor de funcționare.

Modelele diferite de mașini, chiar dacă vin de la același producător, au anvelope diferite în funcție de greutatea, mărimea și performanțele mașinii. În selectarea corectă a anvelopelor și determinarea presiunii corecte se ține cont de capacitatea de încărcare, dar și de indicii de viteză.

Rezistența la rulare este influențată de o serie de *factori* și anume: construcția anvelopei, viteza de deplasare, presiunea aerului din pneu și temperatura.

Banda de rulare constituie stratul gros de cauciuc care se așează la periferia pneului, protejând carcasa și camera împotriva deteriorărilor și uzurii, transmite efortul de tracțiune și frânare și mărește **aderența cu drumul**. Pentru a asigura o aderență corespunzătoare, și pentru a reduce uzura și zgomotul în timpul rulării, banda de rulare este prevăzută cu o serie de proeminențe, nervuri și canale de diferite forme care formează profilul sau desenul benzii. Grosimea benzii de rulare variază între 7 ... 17 mm în cazul pneurilor pentru autoturisme și 14 ... 32 mm pentru cele de autocamioane și autobuze.

Din punct de vedere al desenului benzii de rulare pneurile se clasifică în:

- *pneuri cu profil de stradă*: destinate rulării pe drumuri cu suprafață dură (asfalt, beton, etc.),
- *pneuri cu profil special M+S* (noroi și zăpadă): utilizate pe drumuri desfundate sau acoperite cu zăpadă.

Forma desenului benzii de rulare are o importanță deosebită pentru comportarea pneului în exploatare. Ea trebuie să fie în așa fel concepută, încât să asigure o aderență cât mai bună pe direcție longitudinală și laterală (transversală) atât datorită frecării cu calea de rulare, cât și prin utilizarea maximă a rezistenței la forfecare a acesteia.

De asemenea profilul benzii de rulare trebuie să asigure o cât mai rapidă eliminare a apei dintre anvelopă și calea de rulare la deplasarea pe drumuri acoperite cu strat de apă, astfel încât să contribuie la creșterea vitezei la care apare fenomenul de acvoplanare.

Design-ul cauciucului de pe banda de rulare determină performanțele anvelopei. Există 3 tipuri de profiluri (exemplificate în figura 2):

- *Profil simetric*: pentru deplasări scurte și pentru autoturisme compacte (citadine),
 - avantaje: rezistență crescută, longevitate ameliorată, economice, excelentă ținută de drum, condus confortabil.
 - inconveniente: motricitate medie rezistență mai mică la acvoplanare.
 - particularități: acest profil de anvelope nu necesită un sens anume la montare, sunt disponibile în mici dimensiuni (de la 13 la 15 inch);
- *Profil asimetric*: pentru berline puternice sau vehicule sportive,
 - avantaje: condus silențios, rezistență crescută la acvoplanare (drenaj optimal), stabilitate crescută,
 - inconveniente: flancuri suple (rezistență mai mică la șocuri), mai puțin economice, durată de viață mai scurtă,
 - particularități: pe flanc sunt înscrise indicațiile « outside » și « inside » și indică sensul de montare, sunt disponibile în dimensiuni cuprinse între 15 și 19 inch;



Fig. 2 – Tipuri de profiluri pentru banda de rulare a anvelopelor:
a) simetric, b) asimetric, c) direcțional.

- *Profil direcțional*: pentru vehiculele puternice,
 - avantaje: excelentă motricitate, bună ținută de drum pe zăpadă, rezistență crescută la acvaplanare, aderență bună pe sol umed, comportament fiabil la viteză mare,
 - inconveniente: foarte puțin economice, rezistență scăzută la șocuri (flancuri suple), uzură mai rapidă,
 - particularități: pentru montare anvelopele cu profil direcțional dispun de o săgeată înscrisă pe flancuri care indică sensul de montare, permutare verticală exclusivă a acestor anvelope (față – spate și invers).

Pe drumuri acoperite cu gheață, pentru mărirea securității circulației, se introduc în banda de rulare ținte metalice dure. Eficacitate anvelopei depinde de înălțimea țintelor măsurată la exteriorul benzii de rulare (1 ... 1,5 mm) și de densitatea lor în pata de contact.

Aderența unei anvelope este influențată în mod direct de trei *factori*: compoziția cauciucului, presiunea din pneuri și desenul benzii de rulare.

Atenția acordată presiunii din pneuri trebuie să fie una sporită, întrucât de ea depind factori precum durata de viața a cauciucului, acvaplanarea, ținuta de drum, distanța de frânare și chiar consumul de carburant.

Factorul determinant care contribuie la creșterea duratei de utilizare a pneurilor în condiții de siguranță maximă este presiunea în pneuri.

1) Presiunea din pneuri este forța pe unitatea de suprafață, aplicată perpendicular pe suprafața anvelopei și se măsoară în unități Pascal, dar poate fi măsurată și în psi (pounds/square inch), în bari sau în atmosfere.

Presiunea optimă pentru pneuri este recomandată de producător, se află înscrisă pe o plăcuță sau un abțibild lipit pe stâlpul dintre portiere, pe marginea portierei din dreapta față, în torpedou, în interiorul capacului de la rezervorul de benzină sau în cartea tehnică a mașinii și trebuie respectată pentru a optimiza performanțele anvelopelor și pentru a limita riscul unor accidente. Plăcuța mai indică sarcina de încărcare maximă a vehiculului, presiunea la rece a anvelopei și dimensiunile anvelopelor recomandate de producătorul autovehiculului.

Pentru presiunea recomandată există două valori: valoarea pentru cazul în care mașina este încărcată la greutate maximă sau pentru autostradă și apoi, o a doua valoare pentru călătoriile cu încărcare la greutate normală. Nivelurile de presiune recomandate sunt deseori diferite între puntea față și spate.

Schimbările din temperatură exterioară pot afecta *rata în care anvelopele pierd presiune*. Aceste schimbări sunt mai pronunțate la temperaturi foarte ridicate. Presiunea prea slabă este cauza principală a defectelor ce pot apare la anvelope, de aceea este necesară verificarea presiunii în mod regulat.

Pe lângă temperatură, presiunea mai este influențată de condițiile de drum și de viteza de deplasare. Trebuie ținut cont de faptul că anvelopele sunt permeabile, adică aerul poate pătrunde prin peretele lor exterior. La un rulaj normal (mediu), o anvelopă pierde într-o lună cam 0,14 bari. De aici necesitatea verificării / ajustării periodice a presiunii din anvelope.

O *presiune corespunzătoare* previne riscul de pierdere a controlului autoturismului în cazul exploziei anvelopei și previne uzura prematură a acesteia. Presiunea anvelopelor poate slăbi din cauza scăderii temperaturii mediului ambiant, din cauza unor mici perforații ce nu generează o pană imediată sau din cauza pierderii naturale de aer prin compoziția anvelopei.

Folosirea anvelopelor umflate cu o *presiune prea mare*, restrânge suprafața de contact cu șoseaua, ducând la uzura prematură și mai rapidă a părții centrale a acestora. Umflarea și folosirea roților cu o *presiune mai mică* duce inevitabil la o deteriorare mai rapidă a anvelopelor la exterior dar și a structurii lor interioare.

O *presiune insuficientă* cauzează o creștere a deformației materialului carcasei și astfel, încălzirea sa, însoțită de rezistență mai mare la rulare și de un contact inconstant între banda de rulare și sol. În afară de aceasta, crește vulnerabilitatea pneului la loviturile cu bordurile sau capacele de canal de pe șosea. Rezistența mai mare la rulare cauzată de umflarea defectuoasă (sub

valoarea corectă) a pneurilor, se traduce printr-un efort mai mare al motorului. De aici rezultă creșterea consumului de combustibil cu 2 ... 3% , dar cu vârfuri superioare de 15% în cazul unei dezumflări evidente. Uzura benzii de rulare crește la diminuarea presiunii: se poate estima o uzură mai accentuată cu 20% în cazul reducerii presiunii de umflare cu același procentaj. Uzura profilului devine în plus neregulată (părțile laterale se uzează mai mult decât secțiunea centrală).

Rularea în condiții de presiune incorectă (excesivă sau insuficientă) a anvelopelor poate afecta comportamentul vehiculului și afecta grav siguranța, conducând la incidente care pot pune viața în pericol.

Suprafața de contact a anvelopei este limitată chiar și în caz de condiții optimale. De aceea, o verificare regulată a presiunii din roți este crucială, deoarece o presiune inadapată poate să modifice radical suprafața de contact, așa cum este ilustrat în figura 3.

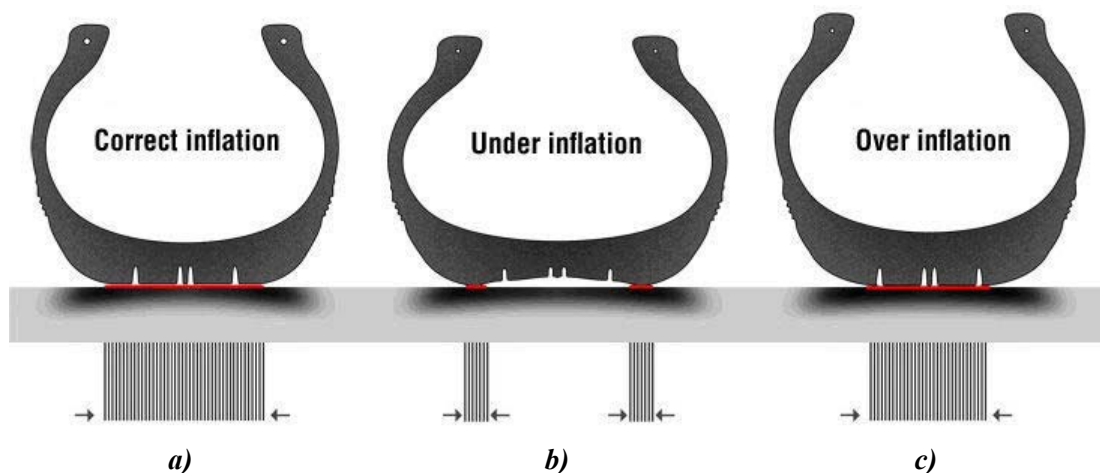


Fig. 3 – Modificarea suprafeței de contact funcție de presiunea din pneu:
a) corespunzătoare, b) insuficientă, c) prea mare.

Suprafața de contact trebuie controlată constant pentru a preveni riscul de acvaplanare. Este bine de știut că riscul de acvaplanare depinde atât de suprafața de contact cât și de profunzimea șanțurilor din banda de rulare.

Forma suprafeței de contact variază în funcție de înălțimea anvelopei, cum este ilustrat în figura 4, și anume poate să fie: importantă (65, figura 4 a) sau restrânsă (35, figura 4 b).

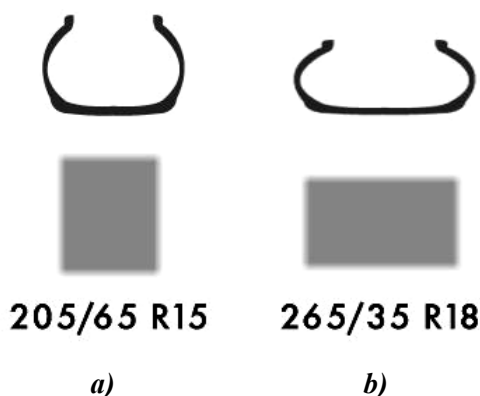


Fig. 4 – Forma suprafeței de contact: a) lată, b) îngustă.

Contactul anvelopei cu calea de rulare este influențată și de *unghiul de carosaj* (cădere), reprezentat în figura 5, care cu cât este mai mare, cu atât anvelopa este mai puțin în contact cu șoseaua.

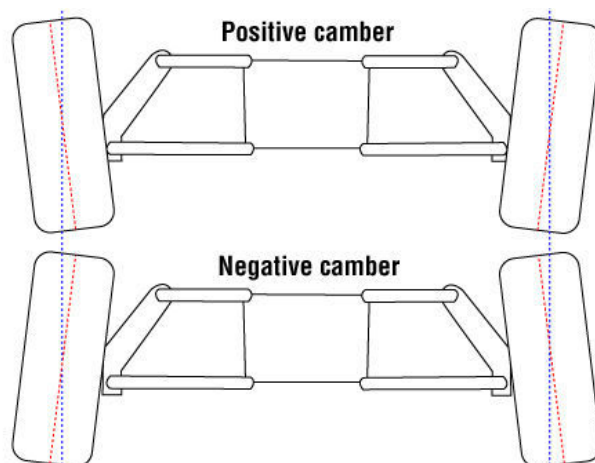


Fig. 5 – Influența unghiului de carosaj asupra contactului cu carosabilul.

Un unghi de carosaj important permite abordarea virajelor cu mai multă ușurință. În revanșă, suprafața de contact este redusă drastic!

Acestea sunt niște modificări mici, nesesizabile, dar care adunate pot avea consecințe non neglijabile asupra comportamentului vehiculului.

Presiunea roților, inclusiv a roții de rezervă, trebuie verificată cel puțin o dată pe lună, la un service sau chiar acasă cu un manometru (figura 6), înainte a unei călătorii lungi și de fiecare dată când computer-ul de bord notifică acest lucru.

Pentru *controlul presiunii* pneurile trebuie să fie la temperatura mediului înconjurător (anvelopele sunt reci), altfel valoarea măsurată este aparent superioară celei efective. Pentru aceasta nu trebuie măsurată presiunea după un parcurs mai lung: doar dacă nu se poate evita această situație, pneurile calde trebuie umflate cu cel puțin 0,3 bar în plus comparativ cu presiunea normală recomandată. De asemenea se mărește presiunea, respectând indicațiile constructorului, când mașina este încărcată (se recomandă să se umfle anvelopa cu 2 sau 3 zecimi în plus față de valoarea prescrisă), astfel se penalizează ușor confortul dar se avantajează consumul și siguranța.



Fig. 6 – Verificarea presiunii în pneu.

Totodată *este greșit să se măsoare presiunea pneurilor* când acestea sunt *calde*, după un rula prin oraș sau pe autostradă, deoarece creșterea temperaturii determină o creștere aparentă a presiunii.

Dacă nu se respectă presiunea indicată de constructor, scade foarte mult durata de viață (anduranța) a anvelopei care determină deteriorarea acesteia și mai rău este dacă pneurile nu sunt suficient de bine umflate, atunci crește riscul de acvaplanare, iar distanța de frânare și consumul de carburant cresc și ele. În plus, anvelopele și jantele se vor uza mai repede, reducând astfel durata lor de viață.

Presiunea anvelopelor poate să afecteze siguranța relativ la:

- *durata de viață*: presiunea insuficientă reduce anduranța anvelopelor, conducând la deteriorarea acestora și chiar la o explozie, iar o presiune cu peste 0,5 bari mai mică = pericol;
- *ținuta de drum*: atunci când anvelopele sunt umflate insuficient, precizia în abordarea virajelor este afectată, iar umflarea insuficientă = ținuta de drum afectată;
- *acvaplanarea*: dacă o anvelopă are o presiune cu 30% mai mică față de cea recomandată, riscul de acvaplanare este crescut, iar o umflare insuficientă = risc crescut de acvaplanare;
- *frânarea*: umflarea insuficientă a anvelopelor crește distanța de frânare a vehiculului, iar umflarea insuficientă = distanță de frânare mai lungă;
- *consumul de carburant*: umflarea insuficientă crește rezistența la rulare a anvelopei și prin urmare, consumul de carburant, iar la o umflare insuficientă = un consum mai mare de carburant.

În ultimul timp au fost introduse reglementări pentru șoferii care își controlează foarte rar sau nu-și controlează deloc presiunea în pneurile autovehiculelor lor, ceea ce are *consecințe* uriașe:

- o presiune mai mică cu 0,2 bar conduce la un consum de combustibil mai mare cu 1%; la 0,6 bar ajunge deja la 4%,
- presiunea scăzută conduce la o uzură mai mare a cauciucurilor și la o durată de viață mai mică a acestora, iar cauciucul poate fi deteriorat și la interior,
- o presiune mai mică cu 1 bar la roata din față prelungește cu 10% distanța de frânare în cazul unui carosabil umed,
- o presiune mai mică cu 1 bar micșorează forțele laterale ale cauciucului aproape la jumătate, care poate conduce la un comportament înrăutățit în curbe, în urma căruia autovehiculul poate intra în derapare și poate ieși de pe șosea

Actualmente se utilizează *sisteme de control a presiunii pneurilor* care supraveghează presiunea cauciucurilor și avertizează înainte de modificările de presiune, când valoarea efectivă se abate de la valoarea nominală utilizând senzori de presiune (figura 7).

Sistemele de Monitorizare a Presiunii din Pneuri (TPMS - Tire Pressure Monitoring System) sunt sisteme integrate automobilului, care monitorizează continuu presiunea din anvelope.

Există două tipuri de astfel de sisteme:

- sistemul *direct*: măsoară presiunea în anvelope prin intermediul unui senzor din interiorul roții;
- sistemul *indirect*: măsoară presiunea indirect, prin intermediul senzorului ABS al automobilului.

Un afișaj din interiorul automobilului informează șoferul dacă una sau mai multe anvelope pierde presiune.



Fig. 7 – Sistem de monitorizare a presiunii din anvelope.

Dacă automobilul este deja echipat cu un TPMS atunci trebuie stabilit dacă acesta este un sistem direct sau indirect.

În cazul dispunerii unui TPMS indirect, se pot achiziționa jantele ca de obicei, deoarece acestea nu vor afecta TPMS.

Când este vorba despre TPMS de tipul direct, atunci ar trebui căutate următoarele informații pentru achiziționarea jantelor:

1. modelul de jantă ales să îndeplinească cerințele instalării unui senzor TPMS,
2. din cauza tehnologiei complexe a TPMS, se recomandă să se apeleze la un specialist care dispune de unelte speciale și de echipamentul de programare pentru schimbarea anvelopelor, lucrările de întreținere și pentru orice alte probleme (de ex. avertizarile aparute pe bord)!

Avantajele SCPP la intoarcere:

- economie de combustibil,
- uzura mai mică a cauciucurilor,
- siguranță în circulație,
- mai mult confort în circulație datorită presiunii corecte în pneuri.

2) Construcția anvelopei cuprinde aspecte referitoare la: tipul carcasi, grosimea benzii de rulare, raportul nominal de aspect, diametrul anvelopei pentru pneuri de joasă sau înaltă presiune și natura cauciucului.

Carcasa care constituie scheletul pneului, preia în timpul exploatării cele mai mari eforturi. Ea este alcătuită dintr-un număr de straturi de țesături speciale (pliuri) numite straturi de cord. Materialul din care este confecționat cordul poate fi: bumbac, fibre de sticlă, fibre poliamidice, fire metalice. Firele de cord sunt îmbrăcate într-un amestec de cauciuc. Grosimea unui strat este de 1 ... 1,5 mm, iar diametrul firelor este de 0,6 ... 0,8 mm.

Apresiasi rezistenței diferitelor pneuri se face cu ajutorul pliurilor echivalente (Ply Rating *PR*) care reprezintă numărul convențional de straturi de rețea de cord.

Carcasa are un număr cu soț de straturi de cord cauciucat, fiecare strat de cord având firele orientate în sens opus stratului următor. Pentru a asigura elasticitatea pneului, proprietățile de rezistență și de amortizare, în condițiile unor deformații repetate, firele stratului de cord se așează sub un anumit unghi în raport cu planul median al pneului. În funcție de acest unghi există două tipuri constructive de pneuri (figura 8), și anume:

- *pneuri cu carcasa în construcție diagonală* la care unghiul de dispunere al firelor de cord este $\alpha = 38 \dots 45^\circ$. Aceste pneuri au avantajul unei stabilități axiale bune, al unui coeficient de rezistență la rulare acceptabil, dar au dezavantajul unei rigidități laterale mari;
- *pneuri cu carcasa în construcție radială* la care unghiul de dispunere al firelor de cord este $\alpha = 90^\circ$. Prin mărirea unghiului α se obține o elasticitate radială mare și un coeficient de rezistență la rulare redus la viteze mici de deplasare.

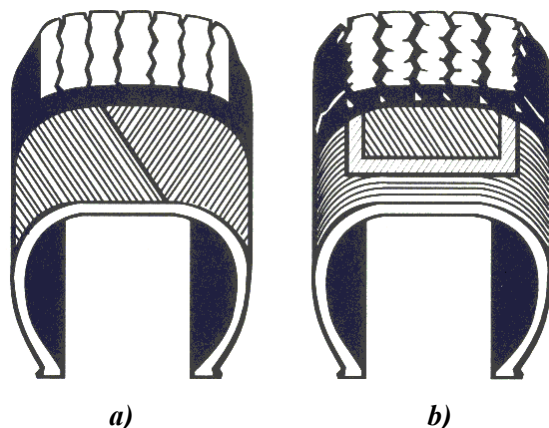


Fig. 8 – Tipuri de anvelope funcție de construcția carcasi: a) diagonală, b) radială.

Cordonul de protecție sau *brekerul* face legătura între banda de rulare și carcasă, preluând o parte din șocurile care se transmit în timpul rulării pneului. Materialul pentru breker trebuie să aibă proprietăți dinamice superioare în faza vulcanizată, să se încălzească cât mai puțin, să fie rezistent la temperaturi de 100 ... 120 °C și să aibă o bună conductivitate termică. El este alcătuit dintr-un strat de cauciuc sau pânză cauciucată și este prezent la toate pneurile radiale și la o parte din pneurile diagonale.

3. Modul de lucru

Rezistența la rulare este energia consumată în momentul deformării anvelopei la contactul cu solul și frecarea care rezultă. Ea depinde de proprietățile visco-elastice ale cauciucului (numite în mod curent procese de histerezis) și se înscrie în cadrul general al rezistenței la mișcare cu care se confruntă toate vehiculele (inerție, apel de aer etc).

Măsurarea rezistenței la rulare se face conform unor norme foarte precise (*ISO 28580*) în condiții de laborator, la o temperatură ambiantă de 25°C.

Pentru realizarea acestei măsurări, se utilizează un cilindru (figura 9) pe care se aplică anvelopa, cu o sarcină și o presiune prestabilite.

O primă măsurare este făcută fără anvelopă. Cilindrul este învârtit în vid și se măsoară forța necesară acestei mișcări. Apoi, o a doua măsurare este efectuată cu anvelopa, măsurând forța necesară pentru a învârti cilindrul.

În final, calculând diferența dintre cele două forțe, obținem un cuplu numit rezistența la avansare, exprimată.



Fig. 9 – Stand de laborator pentru determinarea forței de rezistență al rulare.

Pentru un conducător care caută să își reducă consumul de carburant, rezistența la rulare este un factor cheie care permite economisirea mai multor plinuri de carburant pe an. Alte elemente importante sunt:

- *greutatea roții* (jante + anvelope): cu cât roata este mai ușoară, cu atât mai mult carburant economisește;
- *rigiditatea flancurilor*: cu cât flancurile sunt mai dure, cu atât mai puțin se deformează anvelopele și mașina consumă mai puțin;
- *calitatea șoselei* (nemodificabilă de către șofer).

Observații:

- 1) La înlocuirea unei anvelope uzate cu una nouă, rezistența la rulare crește în medie cu 20%, ceea ce poate reprezenta o lejeră creștere a consumului de carburant în primele luni de utilizare.
- 2) Rezistența la rulare poate fluctua în timpul unui drum: anvelopele odată încălzite își diminuează rezistența.
- 3) Coeficientul de rezistență ne permite să înțelegem de ce unii șoferi preferă anvelope cu profiluri impozante, deoarece rezistența și forțele sunt repartizate pe o suprafață mai mare, ceea ce contribuie la ameliorarea longevității anvelopei.

4. Determinări experimentale

Influența construcției carcasei anvelopei este prezentată în figura 10 pentru cele trei tipuri caracteristice de realizare a carcasei (diagonală, diagonală cauciucată și radială).

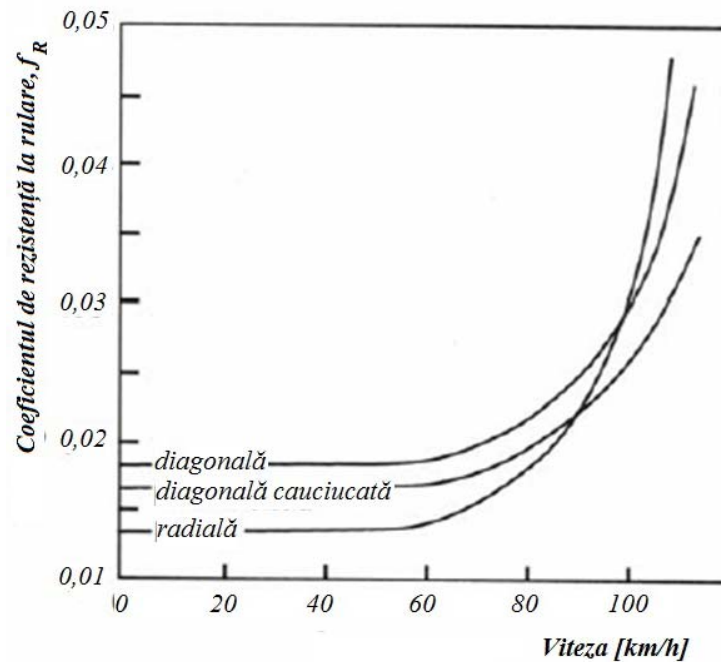


Fig. 10 – Variația coeficientului de rezistență la rulare cu viteza funcție de construcția carcasei pneului.

Datorită unei durabilități și economicii mai ridicate, pneurile radiale (figura 11) au o utilizare mai largă în comparație cu cele diagonale. Micșorarea unghiului α are ca urmare scăderea coeficientului de rezistență la rulare pentru viteze mari, stabilitate laterală bună și o reducere a elasticității radiale, fapt care face ca astfel de anvelope să fie folosite la automobilele sport ($\alpha = 30 \dots 55^\circ$) și la automobile de curse ($\alpha = 26^\circ$).

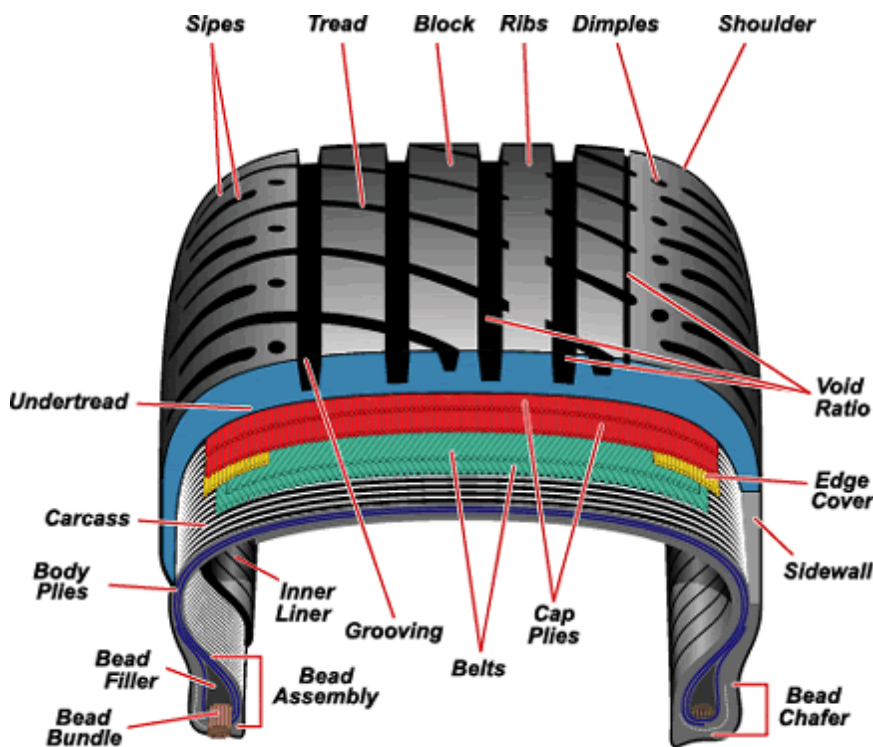


Fig.11 – Construcția anvelopei radiale.

Reducerea grosimii benzii de rulare și a raportului nominal de aspect conduc la micșorarea coeficientului de rezistență la rulare f_R .

În schimb diametrul anvelopei influențează invers coeficientul f_R : la creșterea diametrului, scade coeficientul de rezistență la rulare.

Presiunea determină valori mai mari ale coeficientului de rezistență al rulare f_R în cazul pneurilor de joasă presiune decât la cele de înaltă presiune.

Natura cauciucului influențează coeficientul f_R ca în figura 12.

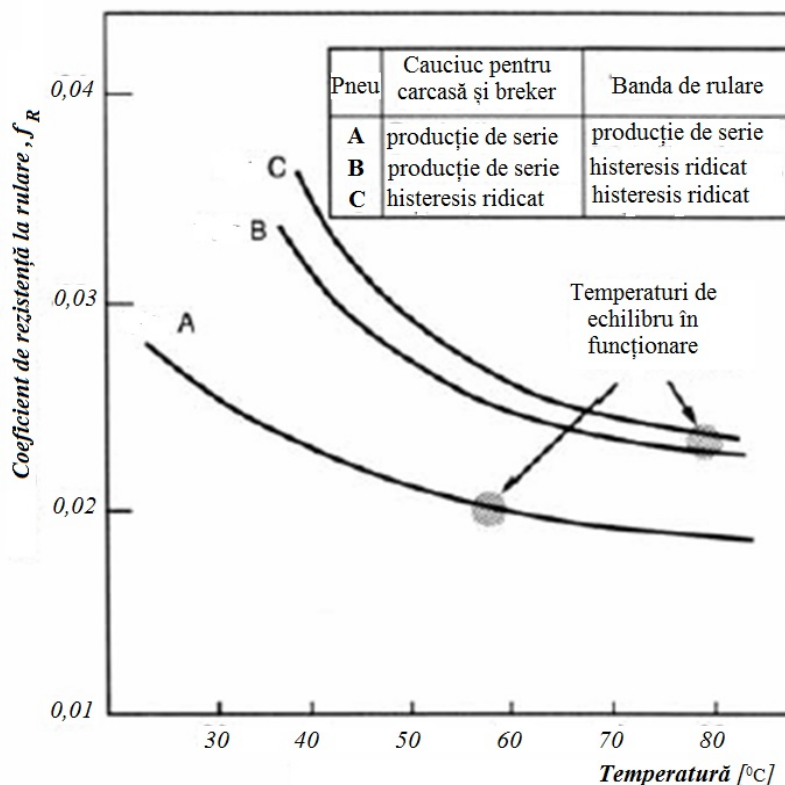


Fig. 12 – Variația coeficientului de rezistență la rulare funcție de natura cauciucului pentru anvelopă.

Variația coeficientului de rezistență la rulare f funcție de **viteza de deplasare** v a autovehiculului este reprezentată prin curba din figura 13 care poate fi împărțită în trei zone:

- **zona I:** caracterizată prin $f \approx \text{const.}$, au loc pierderi prin histerezis static;
- **zona II:** f crește liniar cu viteza, se accentuează asimetria distribuției presiunii în pata de contact și cresc pierderile prin histerezis;
- **zona III:** creșterea rapidă a lui f cu viteza v , la viteze mari are loc revenirea elementelor de anvelopă la forma inițială, după ieșirea din pata de contact, se produce cu întârziere datorită inerției, rezultând oscilații ale anvelopei sub acțiunea forțelor elastice și de inerție, rezultând și un consum de energie suplimentar prin histerezis (la început apar oscilații transversale, apoi și cele radiale la ieșirea din pata de contact).

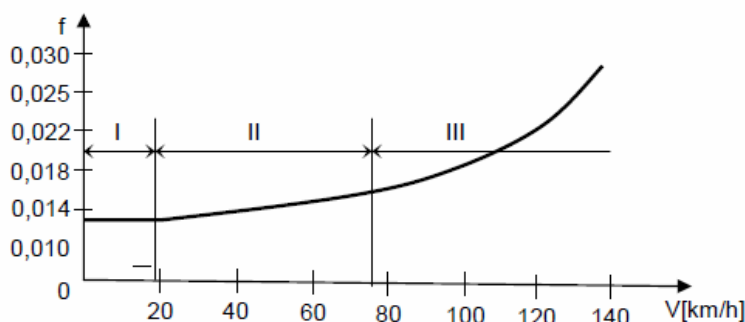


Fig. 13 – Curba de variație a coeficientului de rezistență la rulare cu viteza.

Se definește *viteza critică* valoarea la care oscilațiile periferice acoperă jumătate din lungimea de undă. La viteze și mai mari, deformările se accentuează propagându-se pe circumferința anvelopei (figura 14), pneul se încălzește puternic, iar rezistența la rulare crește exponențial cu viteza. Viteza inscripționată prin marcajul de pe anvelopă reprezintă 80 ... 90% din viteza critică.

Mărirea presiunii rigidizează pneul, măbind viteza critică. La rulare pe autostradă, cu viteze mari, se recomandă utilizarea unei presiuni cu 0,2 ... 0,4 bar mai mari decât la viteze mai mici.

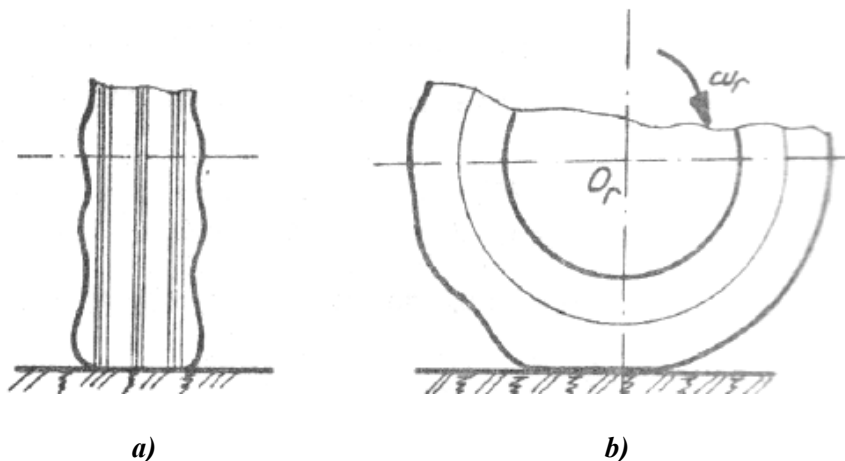


Fig. 14 – Deformarea circumferinței pneului la viteze mari.

Influența vitezei asupra coeficientului de rezistență la rulare pentru o anvelopă de tip 185/70 R 13 este reprezentată în figura 15, în care curba A este trasată pentru viteza maximă de 160 km/h, iar curba B pentru viteza maximă de 180 km/h.

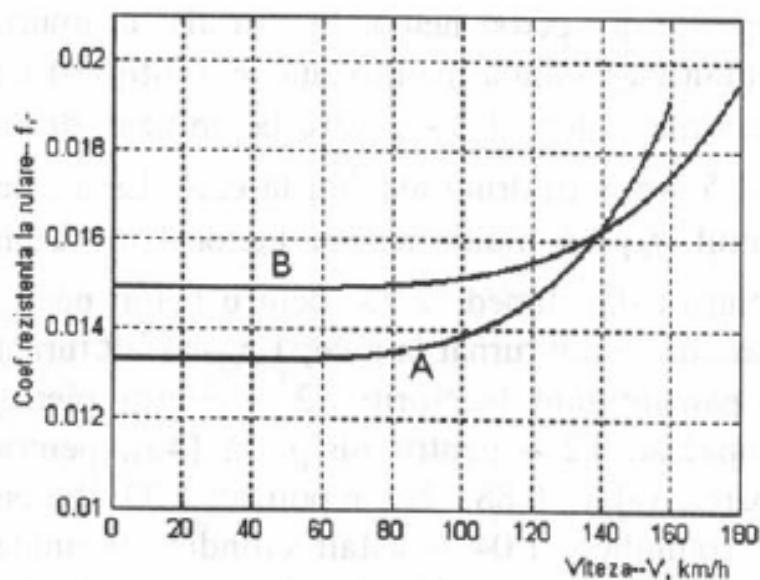


Fig. 15 – Curbele de variație ale coeficientului de rezistență la rulare a anvelopei de tip 185/70 R 13..

Influența presiunii aerului din pneuri este prezentată în figura 16 pentru diferite tipuri de căi de rulare pe care se deplasează autovehiculul: beton, sol cu duritate medie, nisip.

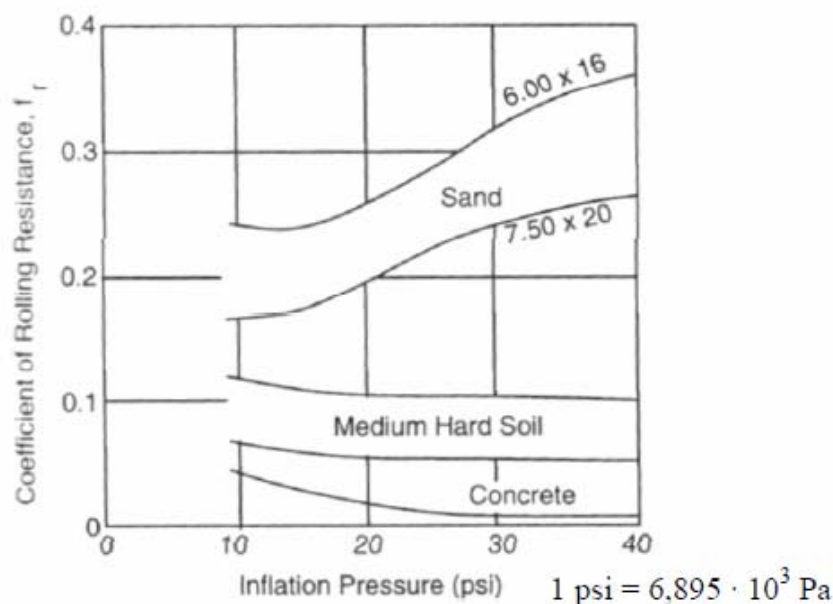


Fig. 16 – Variația coeficientului de rezistență la rulare funcție de presiunea din anvelopă.

Pe drumuri deformabile, reducerea presiunii din pneu conduce la reducerea deformării căii, dar o scădere prea accentuată a presiunii determină deformări exagerate ale pneului și, astfel, la creșterea rezistenței la rulare și pe acest tip de sol.

Temperatura determină modificarea rezistenței relative la rulare, deoarece regimul termic influențează frecările interne din materialul anvelopei. Influența temperaturii asupra coeficientului de rezistență la rulare este prezentată grafic în figura 17 alături de rezistența la înaintare a pneului (**tire drag**) funcție de distanța de deplasare, exprimată în mile, cu menținerea presiunii în pneuri.

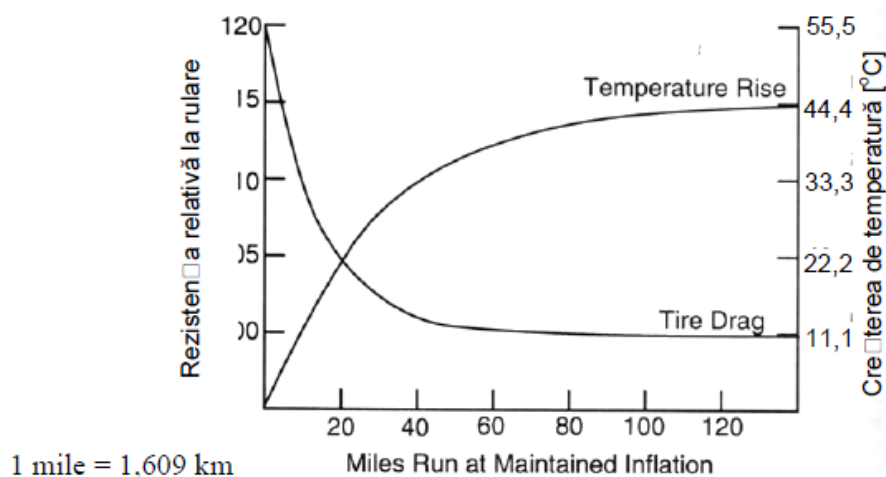


Fig. 17 – Variația coeficientului de rezistență la rulare funcție de distanța de deplasare..

5. Concluzii

Se vor **formula concluzii** referitoare la valorile experimentale ale coeficientului de rezistență la rulare pentru toate condițiile constructive și de funcționare ale roții de autovehicul.