Mai multa aderenta

Nicolae Pirvu



2012

Introducere

Anvelopele sunt partea componenta cea mai importanta a unui autovehicul. Ele asigura contactul autovehiculului cu suprafata de rulare si prin intermediul lor conducatorul auto primeste o multitudine de informatii privind starea acesteia. Anvelopele au un rol determinant in schimbarea directiei unui autovehicul, in accelerare si in frinare. Ele influenteaza intr-o mare masura siguranta si confortul deplasarii cu autovehiculul. Trebuie sa acordati alegerii si intretinerii anvelopelor autovehiculului d-voastra atentia si importanta cuvenite. Membrii familiei d-voastra precum si toti ceilalti participanti la trafic se bazeaza pe acest lucru.

Scurt istoric

Acum 2500 de ani, locuitorii padurilor tropicale din America de sud si centrala au descoperit ca pot folosi seva unui arbore pentru a impregna hainele si incaltamintea cu ea si a le face impermeabile. Aceasta seva de culoare alba, cunoscuta in zilele noastre sub numele de latex, are proprietatea de a se coagula cand vine in contact cu aerul. Mai mult decat atat, inca din acele timpuri s-a realizat un fel de procesare a latexului prin incalzire si astfel s-au obtinut un fel de mingi elastice.

Mai aproape de zilele noastre, printre cei ce s-au ocupat cu success de imbunatatirea calitatilor produselor obtinute din cauciuc natural se numara Charles Goodyear in America si Thomas Hancock in Marea Britanie.

Datorita cresterii cererii de produse din cauciuc, mai ales incepind cu perioada primului razboi mondial, s-a trecut la industrializarea productiei de cauciuc sintetic iar astazi, mai mult de 70% din caucicul folosit este sintetic.

Structura moleculara a cauciucului

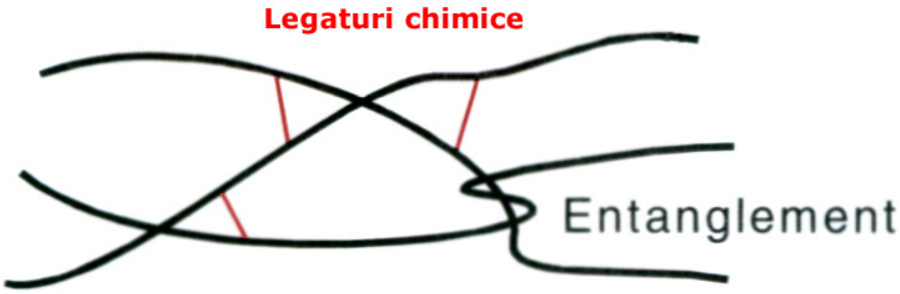
Cauciucul natural in stare neprocesata este lipicios, se deformeaza foarte usor cand e cald si devine sfarimicios la temperaturi scazute. La nivel microscopic el arata ca o aglomerare de tuburi ce aluneca unele pe linga altele atunci cand sunt supuse actiunii unei forte externe. In aceasta stare cauciucul nu are elasticitate, odata deformat el nu revine la starea initiala. Asta inseamna ca tuburile cilindrice microscopice din care este format se deplaseaza unele fata de altele dar nu revin inapoi, ci ramin in pozitia in care erau atunci cand actiunea fortei exterioare inceteaza. Puteti sa va ginditi la tuburile din componenta cauciucului ca la niste mici spaghete fierte, dar mult mai rezistente. Aceasta inlantuire de tuburi se misca unele pe linga altele sub actiunea unei forte externe si, drept urmare, acest tip de cauciuc isi schimba forma (ca o plastilina).

Procedeul prin care cauciucul ajunge sa aiba consistenta si proprietatile pe care le cunoastem noi din experienta practica poarta denumirea de vulcanizare.

Vulcanizarea este un proces ireversibil prin care cauciucului din starea descrisa anterior i se adauga sulf care in conditii de presiune inalta si temperatura ridicata face ca intre tuburile microscopice de cauciuc sa se creeze legaturi chimice si acestea sa nu se mai poata deplasa efectiv unele fata de altele. Cauciucul astfel procesat devine mai putin lipicios si in plus devine elastic. Sub actiunea unei forte externe tuburile se deplaseaza intr-o anumita masura unele fata de altele iar la incetarea actiunii acesteia ele revin, mai repede sau mai incet, la forma initiala.

In plus prin acest procedeu cauciucul preia si forma matritei in care este presat.

Produsul obtinut in urma acestui proces poarta numele generic de cauciuc. In functie de parametrii procesului de vulcanizare se obtin diverse proprietati ale produsului final.



Structura moleculara a cauciucului dupa procedeul de vulcanizare

Cateva detalii despre procesul de productie al anvelopelor

Putem deosebi cateva parti componente ale unei anvelope si anume: gulerul anvelopei, carcasa anvelopei si calea de rulare a anvelopei. Aceste parti componente au modalitati de productie separate si intervin intr-o anumita etapa in procesul de productie al anvelopei.

Gulerul anvelopei este confectional din sarma de otel sub forma unui manunchi de inele.

Carcasa anvelopei este intr-o prima faza un amestec de cauciuc si straturi de ranforsare. Acestea intra in masina de calenderuit si cu ajutorul unor adezivi se produce o foaie continua de cauciuc care se ruleaza pe tamburi.

Amestecul de cauciuc din care este confectionata calea de rulare este diferit de amestecul din care este confectionata carcasa. Acesta este produs de un extruder ca o pasta.

Asamblarea anvelopei presupune derularea tamburilor ce contin ceea ce va deveni carcasa anvelopei, peste aceasta se adauga din extruder materialul ce va deveni calea de rulare a anvelopei

Apoi din aceasta noua foaie se taie la dimensiune si apoi se ruleaza bucati cilindrice de material la dimensiunea unei anvelope. Se insereaza sarma otelita in marginea cilindrului, ceea ce va deveni mai tirziu gulerul anvelopei.

Apoi acesti cilindri se introduc intr-o masina care ii transforma din forma cilindrica in forma toroidala si astfel ia nastere anvelopa pe care o cunoastem.

Neuniformitati in consistenta unei anvelope

Defectele unei anvelope se pot pune in evidenta cu ajutorul unor aparate cu raze X. Acesta pot detecta neuniformitatile din structura anvelopei. In afara acestui tip de defecte o anvelopa poate avea diferente in diametrul exterior masurat de-a lungul cuircumferintei sale sau poate avea bataie laterala. Acest tip de defecte cauzeaza vibratii in functionare.

Deasemenea anvelopa poate avea neuniformitati determinate de felul cum este distribuita masa sa de-a lungul si de-a latul circumferintei sale. Aceste neuniformitati de masa deasemenea cauzeaza vibratii in functionarea anvelopei. Acest tip de defect poate fi totusi diminuat prin echilibrarea rotilor ce consta in aplicarea de mici greutati de compensare in diferse pozitii pe janta.

Un defect care genereaza un comportament defectuos al anvelopei apare atunci cand circumferinta pe o margine a caii de rulare este mai mare decat circumferinta de pe cealalta margine. In acest caz anvelopa e conica si genereaza prin rotatie o forta care trage roata catre varful imaginar al conului astfel creat.

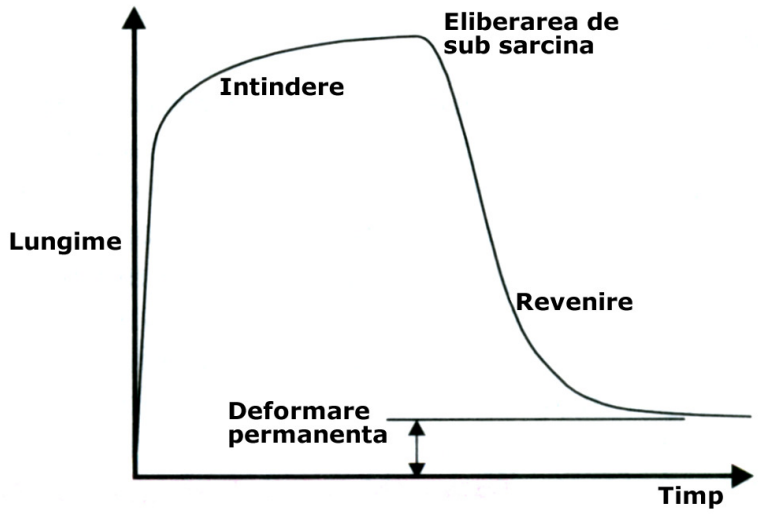
Telul producatorilor de anvelope este sa faca produse cat mai uniforme din toate punctele de vedere. Adica o anvelopa de un anumit tip, produsa intr-o anumita sarja sa fie

identica cu acelasi tip de anvelopa chiar daca este produsa peste 6 luni sau un an. Este un lucru destul de greu de realizat in practica.

Mecanica cauciucului

Una din proprietatile cauciucului de cea mai mare importanta este elasticitatea acestuia. La un cauciuc cu o foarte mare elasticitate reactiunea este aproape egala, ca marime, cu forta care actioneaza asupra lui in prima instanta. O minge plina din cauciuc foarte elastic, poate sa sara aproape pana la inaltimea de la care a fost lasata sa cada, in timp ce acelasi fel de minge dintr-un alt fel de cauciuc, poate ricosa inapoi foarte putin. De retinut ca energia care se pierde in cazul mingii care ricoseaza putin se transforma in caldura si genereaza cresterea temperaturii mingii.

Din imaginea de mai sus se vede cum chiar si in cazul cauciucului vulcanizat, care are create legaturi chimice in incilceala de tuburi care il compun, tuburile se pot totusi misca si isi pot schimba pozitia unele fata de altele, miscarea fiind insa limitata in zona in care intre tuburi exista legaturi chimice sau unde tuburile se petrec unul peste altul. La disparitia fortei externe tuburile revin in pozitia initiala. Totusi daca forta exterioara care actioneaza asupra cauciucului este foarte mare aceasta poate rupe legatura dintre tuburi (sau tuburile insusi) si atunci cauciucul nu mai revine chiar la pozitia initiala. Proprietatea de a nu reveni la forma initiala in conditiile in care forta exterioara isi inceteaza actiunea asupra lui se numeste histerezis. In practica intalnim compozitii de cauciuc cu diferite grade de histerezis.



Deformarea cauciucului in functie de sarcina

In cazul in care solicitarea externa asupra cauciucului este ciclica raspunsul la solicitare este intotdeauna de mai mica amplitudine, iar o parte din energie este absorbita de cauciuc si determina cresterea temperaturii acestuia.

Un alt factor care influenteaza modul in care reactioneaza cauciucul este viteza pe care o are forta exterioara atunci cand isi exercita actiunea asupra lui. Lanturile de molecule din care este format cauciucul (tuburile de care vorbeam) au o anumita mobilitate. Aceasta mobilitate creste odata cu cresterea temperaturii dar daca e sa studiem totul la o temperatura constanta, un anumit amestec de cauciuc format dintr-un anume fel de ingrediente prezinta o anumita mobilitate, mai mare sau mai mica.

Daca e sa testam o banda de cauciuc la intindere, o forta exterioara care actioneaza asupra amestecului respectiv de cauciuc poate avea un efect diferit asupra acestuia in functie de viteza cu care actioneaza. Daca viteza de actiune a fortei este foarte mare, mai mare decat mobilitatea prezentata de cauciuc, acesta opune o forta de rezistenta mai mare actiunii fortei. (pentru ca nu apuca sa se intinda, daca se actioneaza prea repede asupra lui)

Daca forta exterioara actioneaza cu o viteza mai mica, sub pragul de mobilitate al amestecului de cauciuc testat, rezistenta opusa de cauciuc este mai mica.

Ce putem deduce din cele spuse mai sus si folosi la studiul comportamentului anvelopelor auto?

Odata cu cresterea temperaturii anvelopei mobilitatea lanturilor de molecule din care este compus cauciucul creste; in acest fel ele se pot opune (prin intindere) si egala o forta externa mai mare care ar actiona asupra lor.

Daca forta externa care actioneaza asupra lor este prea brusca, prea rapida, lantul de molecule nu ii va face fata iar anvelopa al carei cauciuc nu se intinde suficient va derapa si va pierde aderenta, lucru care trebuie intotdeauna evitat. Rezulta de aici ca trebuie evitate miscarile bruste din volan care pot face anvelopa sa piarda aderenta intr-o situatie cand manevrarea volanului cu calm si siguranta ar mentine o aderenta optima.

Putem face o analogie, gindindu-ne la un cauciuc subtire din cel care se foloseste la construirea unei prastii cu calibre. Daca intindem cauciucul prea brusc acesta s-ar putea sa se rupa mai inainte de a se opune si a egala forta cu care il intindem. Daca il intindem cu o forta la fel de mare, dar ea e aplicata progresiv, prastia se va intinde si apoi va elibera toata energia care s-a inmagazinat in cauciuc. La fel si cu anvelopele, daca viram foarte rapid volanul la intrarea intr-o curba, s-ar putea sa rupem aderenta, insa daca viram progresiv, cauciucul anvelopei se va intinde si va contracara forta laterala a autoturismului care actioneaza asupra sa. Vorbim in ambele cazuri de virarea in grad egal a volanului, numai ca o data acest lucru se face brusc, iar cealalta data se face progresiv. Oricat de progresiv ar actiona o forta exterioara asupra cauciucului anvelopelor, daca aceasta e prea mare, vine un moment cand mobilitatea cauciucului e depasita si acesta n-are alta posibilitate decat sa rupa aderenta.

Pe faptul ca mobilitatea cauciucului creste odata cu temperatura isi gaseste explicatia faptul ca anvelopele odata incalzite au o aderenta mai buna. La o anvelopa rece cauiucul se

intinde putin, iar daca forta exterioara care il solicita este mai mare el nu-i mai face fata si rupe aderenta, anvelopa e mai rigida. Daca anvelopa e incalzita cauciucul poate dezvolta o forta de reactiune mai mare (se intinde mai mult), anvelopa e mai elastica.

In acelasi fel se comporta un cauciuc mai tare fata de un cauciuc mai moale.

O anvelopa din cauciuc mai tare este mai rigida, se intinde mai putin si forta de reactie pe care o poate opune unei solicitari exterioare este mai mica. In schimb cauciucul fiind mai dur se uzeaza mai greu la actiunea solicitarilor exterioare. O anvelopa din cauciuc mai moale este mai elastica si forta de reactie pe care o poate opune unei solicitari exterioare este mai mare. Din cauza ca este mai moale acest tip de cauciuc se toceste mai usor. Pentru o buna intelegere a fenomenului, trebuie spus ca in practica diferentele de elasticitate dintre un cauciuc foarte dur si unul foarte moale sunt intre anumite limite, adica nu foarte mari. Un conducator auto trebuie sa posede o anumita sensibilitate pentru a sesiza diferenta dintre un cauciuc tare si un cauciuc moale.

Un caz special este cel cand un cauciuc este supus unei solicitari catre directii diferite, cum e cea cand autovehiculul intra intr-un viraj la dreapta urmat imediat de un viraj la stinga. In acest caz caucicul se intinde initial intr-o directie si apoi imediat in directia opusa. Daca virajele sunt prea apropiate si nu se poate executa progresiv miscarea de trecere de la un tip de solicitare la celalalt trebuie sa ne asteptam ca in cel de-al doilea viraj sa nu beneficiem de acceeasi forta de aderenta ca si in primul, chiar daca virajele sunt identice. Asta pentru ca, precum am spus, daca solicitarea exterioara este brusca reactia cauciucului devine intarziata si mai degraba rupe aderenta decat sa se conformeze mai rapid cerintei noastre.

Pentru o buna intelegere a fenomenelor care apar, trebuie citit intreg capitolul despre anvelope pentru ca sunt si alte variabile care intervin si nu doar consistenta unui cauciuc determina comportamentul unei anvelope. Conteaza si masa autovehiculului si cum este ea repartizata pe fiecare anvelopa in parte, presiunea din anvelope si inca o multitudine de alti factori care vor fi explicati ulterior.

Legile frecarii in cazul cauciucului

Forta de frecare este forta care se opune miscarii unui obiect care este in contact cu un alt obiect sau material, chiar cand acesta din urma este o substanta lichida ori gazoasa. Cand corpurile nu se misca unul relativ fata de celalalt, forta de frecare este zero. Forta de frecare apare datorita aparitiei adeziunii moleculare la suprafata de contact dintre cele doua materiale, ca urmare a intrepatrunderii dintre cele doua suprafete de contact datorate faptului ca materialele din natura nu au suprafete perfect netede, ci prezinta mici asperitati care se intrepatrund unele cu altele si ca urmare a deformarilor care apar intre suprafetele de contact ale celor doua materiale la miscarea relativa unul fata de celalalt. Forta de frecare este cu atat mai mare cu cat un material este mai adeziv: daca turnam o cantitate de pernandez pe o bucata de lemn si apoi incercam sa deplasam cauciucul de-a lungul acesteia vom observa ca pernandezul adera foarte bine pe cauciuc si va fi foarte greu sa miscam cauciucul pe aceasta suprafata. De asemenea forta de frecare este cu atat mai mare cu cat intrepatrunderea dintre asperitatile celor doua materiale la suprafata de contract este mai pronuntata iar legaturile chimice dintre moleculele celor doua tipuri de materiale sunt puternice si nu permit ruperea cu usurinta a asperitatilor prezentate de cele doua materiale care ar avea ca efect, in ultima instanta, netezirea suprafetei de contact si reducerea fortei de frecare. De exemplu, suprafetele metalice sunt destul de netede iar un coeficient de frecare intre doua suprafete metalice in miscare una peste cealalta este undeva in zona 0.15 – 0.2 deci foarte mic; coficientul de frecare dintre doua corpuri din lemn (la care putem vedea ca suprafata de contact este mai rugoasa decat cea a unui otel de exemplu) este 0.5 (adica trebuie impins cu o forta egala cu jumatate din greutatea corpului de lemn pe care dorim sa-l deplasm pentru a realiza miscarea acestuia spre deosebire de o forta de doar 20% in cazul anterior, al corpurilor din metal) deci cu mult mai mare.

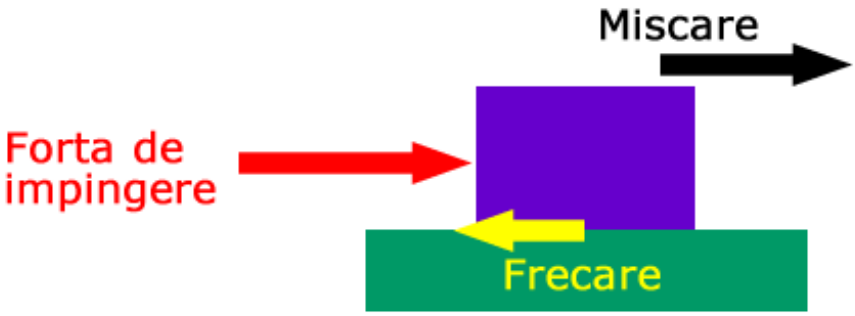
Daca unul din corpuri este foarte usor deformabil (moale) sau foarte elastic el nu va opune rezistenta la inaintare decat intr-o masura foarte mica (un exemplu bun in acest sens este este diferenta majora pe care o resimtim in cazul in care ne deplasam mina prin frecare fata de asfalt fata de cazul cand o deplasam prin apa sau prin aer; in cele din urma doua cazuri rezistenta resimtita este mult mai mica).

Exista trei tipuri de forte de frecare:

- Forta de frecare la alunecare
- Forta de frecare la rostogolire
- Forta de frecare cu un fluid

Frecarea la alunecare

Forta de frecare la alunecare asa cum e cunoscuta ea din mecanica clasica se exprima cu ajutorul urmatoarei formule **F = yN**, unde **y** = coeficientul de frecare dintre cele doua suprafete. Din formula vedem ca forta necesara sa deplasam un corp de-a lungul altui corp este proportionala cu greutatea corpului care apasa pe suprafata de alunecare si de asemenea proportionala cu coeficientul de frecare dintre cele doua suprafete. (Acesta are diverse valori subunitare pentru diverse materiale testate insa in cazul caucicului valorile coficientului de frecare devin supraunitare. De exemplu coeficientul de frecare intre cauciuc si un geam uscat este 2. Adica in acest caz trebuie o forta de doua ori mai mare decat greutatea cauciucului pentru a putea sa-l deplasam pe acesta de-a lungul geamului.)

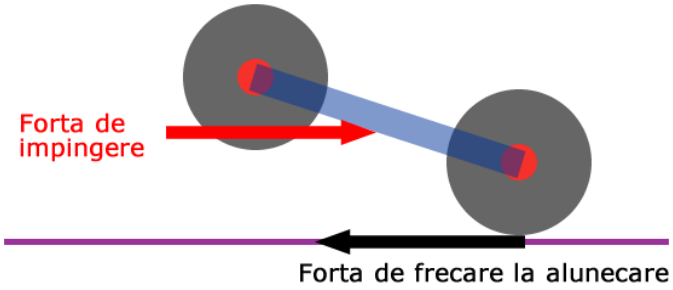


Acest tip de frecare apare la ski de exemplu. In automobilism apare atunci cand rotile sunt frinate cu putere si ele se blocheaza si se freaca de asfalt pana cand autovehiculul se opreste definitiv.
In cazul frecarii la alunecare putem distinge doua situatii:

1. Forta de impingere este mai mare decat forta de frecare si obiectul incepe sa alunece
2. Forta de impingere este mai mica decat forta de frecare si obiectul ramine in repaus

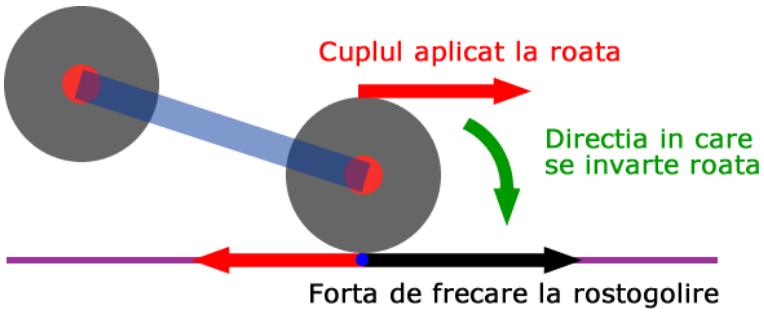
Ceea ce este interesant este ca Forta de frecare care se opune initial inceperii miscarii de alunecare (forta de frecare statica) este mai mare decat forta de frecare care se opune alunecarii odata ce aceasta a inceput deja sa se miste (forta de frecare dinamica). O explicatie ar fi faptul ca odata ce corpurile sunt in miscare este mai usor sa se rupa asperitatile dintre cele doua suprafete de contact care se opun alunecarii decat atunci cand corpurile se afla in repaus. In acelasi timp, existenta miscarii unui corp fata de altul impiedica aceste aspritati sa se intrepatrunda asa de bine si sa impiedice miscarea, ca atunci cand corputile sunt in stare de repaus unul fata de altul.

Frecarea la rostogolire



Sa vedem ce se intampla daca in locul corpului de forma cubica analizat anterior studiem cazul a doua roti legate una de alta printr-un ax solidar, asa cum se intilneste la vagoanele de tren. Impingind de ax vom observa ca rotile nu aluneca pe suprafata de contact ci incep sa se roteasca.

Diferenta esentiala fata de cazul studiat mai inainte, cand corpul asupra caruia se actiona avea forma unui cub, este ca la actiunea fortei de impingere apare o opozitie la alunecarea rotii (la fel ca in cazul cubului) datorata fortei de frecare statice. Insa in acest caz se intampla urmatorul fenomen: roata neputind aluneca (prin frecare) incepe sa se roteasca.



Odata ce miscarea de rostogolire a rotii a inceput, apare o forta de frecare care se opune acestui fel de miscare (daca nu o roata in miscare de rotatie nu s-ar mai opri niciodata). Forta de frecare care se opune miscarii de rotatie a rotii este forta de frecare datorata in principal adeziunii de la nivel molecular in zona suprafetei de contact dintre roata si suprafata de rulare (se opune si frecarea fluida dintre roata si aerul inconjurator dar despre asta o sa vorbim mai tirziu) si, la fel ca si in cazul frecarii la alunecare, frecarea datorata asperitatilor dintre cele doua suprafete de rulare. Aceasta forta de frecare se numeste forta de frecare la rostogolire. Diferenta cea mai importanta dintre forta de frecare la alunecare si forta de frecare la rostogolire este ca in cazul celei din urma, aceasta depinde de aria suprafetei de contact dintre roata si suprafata de rulare. Dupa cum se stie de la orele de fizica din clasa a IX-a forta de frecare la alunecare nu depinde de aria suprafetei de contact dintre cele doua corpuri supuse analizei. Asa cum se poate vedea din formula acesteaia, ea depinde numai de greutatea corpului si de coeficientul de frecare dintre cele doua suprafete. Daca corpul care

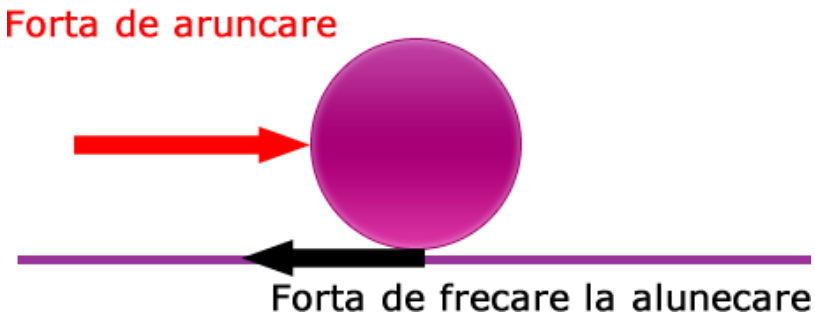
aluneca are 1 mp sau e cat o palma, forta de frecare la alunecare ramine neschimbata. Nu acelasi lucru e valabil in cazul fortei de frecare la rostogolire; cu cat suprafata de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare este mai mare, cu atat frecarea la rostogolire este mai mare.

Dupa cum se poate constata experimental cu foarte mare usurinta, forta de frecare intimpinata de un corp aflat in rostogolire este mult mai mica decat forta de frecare pe care acelasi corp ar intimpina-o daca s-ar deplasa prin alunecare de-a lungul aceleiasi suprafete. Ganditi-va la diferenta enorma dintre forta necesara pentru a impinge un autovehicul pe o suprafata dreapta si forta care ar fi necesara sa impingem acelasi autovehicul daca ar avea o roata complet infrinata.

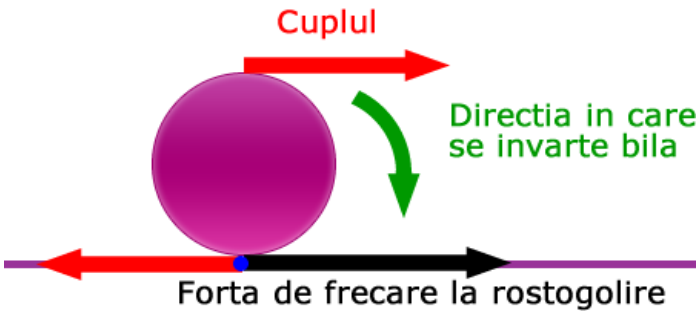
Remarcati ca forta de frecare la alunecare are sensul de actiune invers miscarii de deplasare a corpului asupra caruia actioneaza iar forta de frecare la rostogolire are sensul in directia de inaintare a vehiculului. asta pentru ca roata, la zona de contact cu suprafata de rulare are o miscare catre spatele vehiculului iar forta de frecare la rostogolire se opune acestei miscari, deci e indreptata catre sensul de inaintare al vehiculului. Iata un exemplu in care intalnim ambele tiputi de forte de frecare dar nu in actiune simultana ci una dupa alta.

Sa presupunem ca tinem in mina o bila de bowling si o aruncam pe o pista de gheata foarte neteda. Frecarea statica dintre bila de bowling si gheata este foarte mica iar forta de aruncare destul de mare si la contactul cu gheata bila nu se va rostogoli ci va aluneca pe gheata. In timp, datorita frecarii intimpinate (nu numai cu gheta dar si cu aerul inconjurator) forta ce i-a fost imprimata initial se va reduce iar cand marimea acesteia va fi mai mica decat forta de frecare statica dintre bila si gheata, bila nu va mai aluneca ci va incepe sa se rostogoleasca iar asupra ei va incepe sa actioneze forta de frecare la rostogolire.

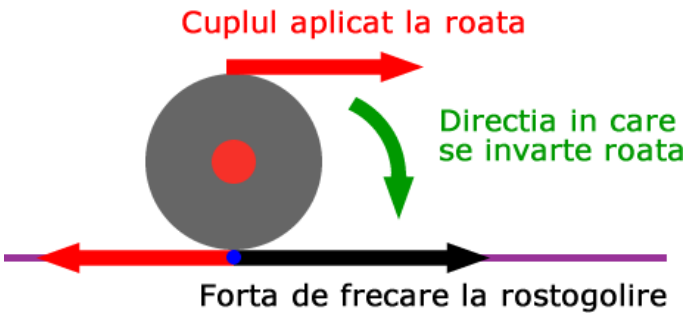
Schematic bila de bowling trece din starea:



In starea:



Daca e sa studiem cazul unei roti asupra careia actioneaza un cuplu de forte, ca in cazul unei roti de pe puntea motoare a unui autovehicul, lucrurile stau cam asa.



Forta de frecare la rostogolire care se opune fortei cu care roata impinge asfaltul inapoi o vom numi de acum incolo forta de aderenta sau Aderenta pentru a sublinia ca ea totusi este o forta care ajuta autovehiculul sa se deplaseze. Asa cum se vede si din figura de mai sus ea se opune miscarii, pentru ca un autovehicul care nu mai primeste propulsie de la motor (F = 0) in cele din urma se va opri. Dar forta de Aderenta ajuta autovehiculul sa se mentina in miscare si mai ales isi schimba sensul si il ajuta sa se opreasca atunci cand se actioneaza sistemul de frinare(daca frinam fara sa blocam rotile avem de-a face cu o frinare pe baza fortei de frecare la rostogolire, daca blocam rotile vom frina cu ajutorul fortei de frecare la alunecare si eficienta frinarii va fi mult mai scazuta).

In cazul unei roti care este supusa unei forte de rotatie, provenita de la motor, mai mare decat forta de frecare (aderenta) care se dezvolta la suprafata de contact dintre roata si suprafata de rulare cand autovehiculul este in repaus (mai ales daca luam in considerare cazul cand asfaltul este ud sau acoperit cu zapada) ce se va intampla este ca roata va incepe sa patineze adica sa se frece de suprafata de rulare fara sa avanseze.Daca forta cu care se actioneza asupra rotii este mai mica decat forta de frecare (aderenta) prezenta la suprafata de contact dintre roata si suprafata de rulare (care este si in functie de coeficientul de frecare dintre roata si suprafata de rulare mai mare pe asfalt uscat si mai mic pe asfalt acoperit cu zapada sau gheata) roata incepe sa se roteasca si autovehiculul se pune in miscare. Miscarea continua atata timp cat exista o forta motoare care invinge frecarea cu suprafata de rulare si frecarea cu aerul. In acelasi timp daca forta cu care este propulsat sau la care este supus un autovehicul este mai mare decat aderenta pe care o furnizeaza cele patru suprafete de contact dintre roti si suprafata de rulare, acesta intra in derapaj. Daca la iesirea dintr-un viraj dorim sa acceleram puternic, sa ne marim rapid viteza de deplasare, acest lucru se poate face numai in masura aderentei de care dispunem, daca aceasta e depasita rotile incep sa se invirta in gol si mai degraba pierdem, decat cistigam viteza. Daca dorim sa intram intr-un viraj cu o viteza mai mare, deci cu o forta centrifuga care actioneaza asupra autovehiculului mai mare decat forta de aderenta dintre roti si suprafata de contact, se va intampla ca vom intra in derapaj. Sint legi ale fizicii si trebuie intelese si tratate ca atare, adica cu respect.

Pentru a intelege mai bine cum ajuta fortele de frecare miscarea unui autovehicul ginditi-va la situatia cu care poate v-ati confruntat cand ati vrut sa impingeti un obiect foarte greu si mai degraba ati alunecat voi in spate decat sa clintiti obiectul. Asa si in cazul unui autovehicul: fortele care actioneaza la suprafata de contact dintre roata si asfalt imping asfaltul inapoi si au ca efect propulsarea autovehiculului inainte. (asa cum am spus, forta de frecare care apare se opune miscarii de deplasare a asfaltului inapoi deci are sensul orientat in directia de deplasare a autovehiculului - Daca la sala mergem pe banda nu avansam noi inainte, impingem banda inapoi. Daca cineva opreste banda, ne vom misca inainte.)

Pentru a avea o miscare prin frecare cu alunecare trebuie ca forta cu care actionam asupra corpului ce trebuie deplasat sa fie mai mare decat forta de frecare statica la alunecare. Daca in schimb corpul este rotund apare avantajul ca forta ce trebuie exercitata asupra acestuia pentru a se deplasa este mai mica decat forta statica de frecare la alunecare dintre cele doua corpuri. Dezavantajul este ca, daca in cazul frecarii la alunecare, cu cat forta de impingere este mai mare cu atat deplasarea este mare in cazul frecarii la rostogolire forta de propulsie a rotii trebuie sa fie un pic mai mica decat aderenta. Degeaba e mai mare pentru ca in acest caz se rupe aderenta si nu se obtine o deplasare mai buna.

Deci, in cazul unui autovehicul forta exercitata de roata asupra asfaltului trebuie sa fie tot timpul mai mica decat forta de frecare la rostogolire (aderenta) dintre cele doua suprafete. Daca forta aplicata este mai mare roata incepe sa patineze pe asfalt. Forta maxima ce poate fi aplicata la roata, atat in accelerare, cat si in frinare este o idée mai mica decat cea care ar duce la deraparea rotii. Ganditi-va ca aveti role in picioare si doriti sa va impingeti inapoi sprijinindu-va de o cutie mare, dar nu foarte grea. Daca forta cu care impingeti in ea e mai mare decat forta de frecare statica dintre cutie si suprafata pe care e asezata, veti deplasa cutia. Pentru a va deplasa inapoi, forta cu care impingeti in cutie trebuie sa fie mai mica decat forta statica de frecare la alunecare dintre cutie si suprafata pe care sta. In felul acesta ea va ramine neclintita si va veti putea deplasa inapoi. La fel si un autovehicul, nu va putea sa impinga asfaltul inapoi cu o forta mai mare decat aderenta dintre anvelope si asfalt. Nici nu va putea frina folosind o forta de decelerare mai mare decat ii permite aceeasi aderenta. Si nici nu va putea intra intr-un viraj cu o viteza care va genera o forta centrifuga mai mare decat forta de aderenta furnizata de anvelope in contact cu suprafata de rulare.

Sa ne gindim putin la mersul omului. Miscarea de impingere inspre in spate facuta de laba piciorului intilneste frecarea statica a suprafetei pe care se merge si utilizind aceasta forta corpul omenesc se propulseaza inainte. In caz ca suprafata pe care se merge este de gheata si suntem incaltati cu pantofi cu talpa neteda si alunecoasa forta de frecare statica care se opune miscarii va fi foarte mica si va trebui sa facem pasi mici si miscari usoare pentru a nu aluneca inapoi, si a continua sa ne propulsam inainte. In cazul cand ai nevoie sa dezvolti o forta de impingere mare la sol pentru a te propulsa cu viteza inainte, daca esti de exemplu un atlet care participa la suta de metri, atunci ca sa beneficiezi de o forta de frecare foarte mare alergi pe o suprafata de tartan si te incalti cu pantofi sport cu cuie, special facuti pentru alergat.

Sau ginditi-va la un copil care face o tractiune agatat de creanga unui copac. Acesta se poate ridica in forta bratelor numai in masura in care greutatea sa este mai mica decat cea pe care o poate suporta creanga copacului fara sa se rupa. Daca acesta e mai greu decat poate suporta creanga copacului, aceasta se va rupe. Mai mult decat atat, daca presupunem ca greutatea copilului este aproape egala cu cea care o poate suporta creanga copacului inainte de a se rupe, o influenta asupra limitei de rezistenta furnizata de creanga va fi data de felul cum e facuta tractiunea; daca aceasta e facuta progresiv cu o miscare lenta, creanga va rezista solicitarii, daca e facuta brusc, cu balans iar pe miscarea descendenta nu se coboara usor din forta bratelor ci se da drumul dintr-o data corpului, oprindu-se apoi brusc la capatul miscarii, mai mult ca sigur creanga va ceda. Asa e si in cazul aderentei furnizata intr-o situatie limita de rulare. Daca ne apropiem progresiv de acea limita vom putea beneficia de ea in intregime, orice miscare brusca poate determina pierderea aderentei mult mai devreme decat ar fi putut fi cazul. Tot ce poate face copilul este in limita rezistentei la rupere oferite de creanga copacului. La fel si in cazul unui autovehicul; tot ce se poate face cu el este in limita aderentei oferite de anvelope in contact cu suprafata de rulare.

Frecarea cu un fluid

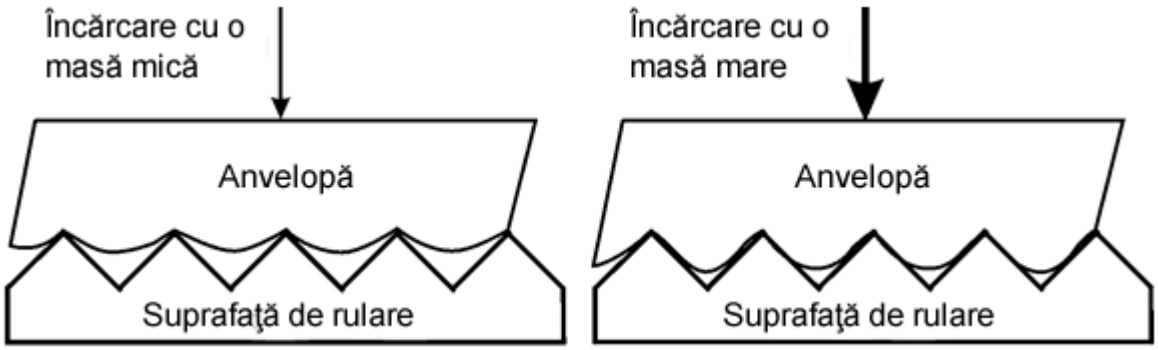
Apare atunci cand un cop solid este in contact si se misca in raport cu un lichid sau un gaz. Este cazul unui autovehicul care se misca in atmosfera inconjuratoare, a unei barci care pluteste pe apa sau a uleiului care lubrifiaza piesele in miscare ale unui motor.

Acest tip de frecare nu va fi tratat in detaliu in cadrul acestui articol. Singurul lucru pe care il voi mentiona este ca viscozitatea unui fluid determina in cea mai mare parte forta de frecare dintre un corp si fluidul respectiv.

Frecarea dintre cauciuc si asfalt la nivel microscopic

Cauciucul genereaza aderenta pe doua cai: prin aderare la suprafata de contact si prin deformare si intrepatrundere cu suprafata de contact. Primul fel de aderenta s-ar putea numi aderenta chimica iar al doilea, aderenta mecanica.

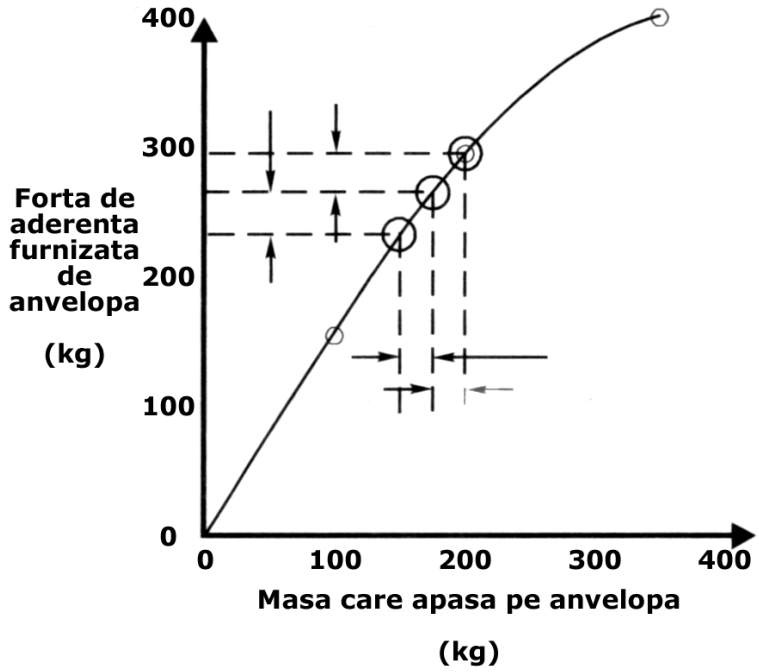
Cauciucul se aseamana intr-o anumita masura cu materialele adezive, are proprietatea de a adera la alte suprafete; aceasta forta de aderare nu e asa mare ca in cazul altor materiale, dar exista. Ea este efectul legaturilor care se stabilesc la nivel molecular intre cauciuc si suprafata de rulare. Desi suprafata de contact poate fi doar cat marimea unei palme in aceasta suprafata sunt o multitudine de legaturi care asigura aderenta anvelopei pe suprafata de rulare. Forta totala de adeziune este egala cu suma tuturor acelor forte minuscule ale fiecarei particule de contact in parte. Pare deci foarte logic sa presupunem ca, cu cat aria suprafetei de contact este mai mare cu atat mai multe legaturi de adeziune se vor forma intre cele doua suprafete si deci forta totala de adeziune va fi cu atat mai mare. Acest lucru atat de evident este dovedit practic si prin urmare adevarat: forta de aderenta dintre o anvelopa de cauciuc si suprafata de rulare este proportionala cu aria suprafetei de contact dintre cele doua. Insa zona de contact dintre anvelopa si asfalt nu este perfect neteda, ca de faianta. Suprafatele care vin in contact au asperitati si suprafata reala de contact este limitata de protuberantele din asfalt a caror forma cauciucul nu o poate copia cu exactitate, 100%, oricat de moale ar fi si oricat de mare ar fi sarcina care apasa asupra lui.



Insa asa cum se vede din figura de mai sus o sarcina mai mare care apasa pe anvelopa face cauciucul sa patrunda mai adinc in iregularitatile din asfalt. Odata ce cauciucul patrunde mai adinc in asfalt suprafata de contact dintre ele creste si odata cu aceasta cresc ambele componente care genereaza aderenta si componenta bazata pe adeziunea moleculara si componenta bazata pe deformarea mecanica. Componenta adeziva este componenta principala care furnizeaza aderenta unei anvelope insa pentru aceasta suprafetele trebuie sa fie uscate si curate. Aderenta prin adeziune scade dramatic cind asfaltul este acoperit cu apa, zapada, tarina. O suprafata umeda previne formarea legaturilor adezive. In acest caz aderenta prin

deformarea si intrepatrunderea suprafetelor de contact devine componenta principala prin care se produce aderenta. Se pot pune in evidenta mai usor aceste doua componente ale aderentei, aderenta adeziva si aderenta mecanica daca ne gindim ca le avem pe amindoua atunci cind asfaltul este curat si uscat iar daca incepe sa ploua raminem numai cu aderenta mecanica. Scarederea de aderenta resimtita pe ploaie e cauzata de disparitia aderentei adezive a anvelopei.

Asa cum am mai spus, forta acestor legaturi minuscule de adeziune creste odata cu cresterea sarcinii pe suprafata de contact. Cu cat greutatea care apasa asupra unei anvelope este mai mare cu atat forta legaturilor de adeziune este mai mare, pentru ca suprafata aflata in contact se mareste si ea. Insa, lucru extrem de important, cu care vom opera pe intreg parcursul acestei scrieri, cresterea aderentei nu este direct proportionala cu greutatea care apasa pe roata. Graficul de variatie al acestor doua marimi este dat in figura urmatoare.

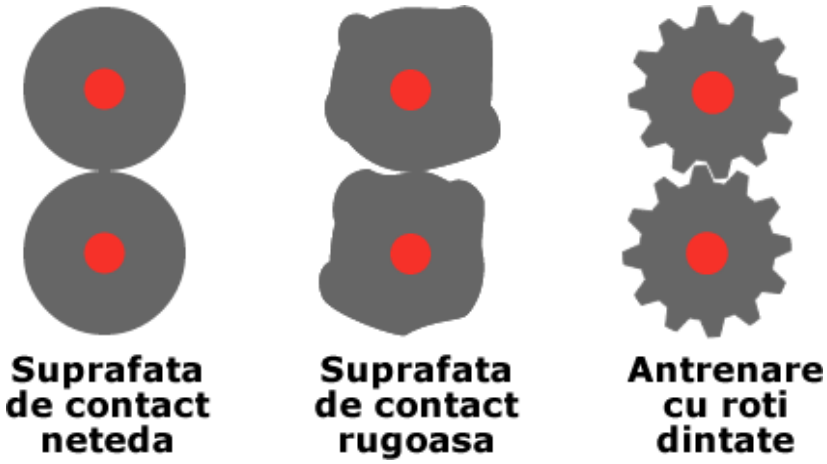


De aici se vede ca de la un moment dat cresterea de greutate duce la o foarte mica modificare a aderentei. Aceasta se intampla deoarece exista un moment pana la care greutatea pe roata creste liniar cu aderenta si acest lucru se intampla atata timp cat cresterea de greutate pe roata determina penetratrea mai adinca a cauciucului in asperitatile din asfalt si cresterea suprafetei de contact. Cu cat acesta penetreaza mai mult asperitatile cu atat aria suprafetei de contact dintre cauciuc si asfalt creste si e normal sa creasca si aderenta. Insa la un moment dat se ajunge la limita si cauciucul s-a deformat cat de mult putea, a umplut toate asperitatile care puteau fi umplute, iar o sarcina suplimentara asupra lui nu mai are un efect liniar de crestere a ariei suprafetei de contact.

Asa cum am aratat mai sus, suprafata cauciucului si mai ales cea a asfaltului ca suprafata de rulare nu sunt netede. Ele prezinta tot felul de mici asperitati iar in practica

cauciucul se pliaza, in functie de consistenta sa, dupa acele asperitati. Pare logic sa ne gindim ca proprietatea cauciucului (data printre altele de consistenta sa), de a penetra intr-o masura mai mica sau mai mare printre acele asperitati va avea ca efect cresterea aderentei dintre cele doua suprafete nu numai prin marirea suprafetei ariei de contact dintre microparticulele venite in contact unele cu altele ci surplusul de aderenta va fi si de natura mecanica; deformarile pe care cauciucul le-a suferit pentru a intra printre asperitati se opun alunecarii rotii pe suprafata de rulare pana la momentul in care se rup efectiv de pe anvelopa (asa cum se opun in cazul unui corp pe care incercam sa-l impingem de-a lungul unei suprafete - caz de care s-a discutat anterior).

Ganditi-va la doua roti metalice una in contact cu cealalta din care una e antrenata de un motor si o antreneaza si pe cealalta la rindul ei. Daca suprafata de contact dintre cele doua roti este neteda antrenarea se poate face intr-o anumita masura dar lucrurile ar decurge mult mai bine daca suprafata de contact dintre cele doua roti ar fi cu asperitati. Si mai bine ar sta lucrurile daca rotile ar fi prelucrate; doua roti dintate ar transmite mult mai bine miscarea de la una catre alta. In acest fel trebuie sa ne gindim la asperitatile din asfalt prin care penetreaza cauciucul, ca si la antrenarea care are loc intre doua roti dintate; numai ca in acest caz dintii sunt foarte foarte mici, neregulati si elastici si de aceea nu pot dezvolta o forta de antrenare prea mare.



(Scopul fortei de antrenare a rotii nu este sa invinga aderenta existenta la roata, de orice natura ar fi ea ci sa se ridice pana la limita acestei aderente si sa ramina sub ea. In felul acesta cu cat un autovehicul beneficiaza de o aderenta mai mare cu atat el poate dezvolta o putere mai mare. Puterea unui autovehicul este intotdeauna limitata de aderenta de care dispune, ea nu poate fi pusa la sol in lipsa acesteia. Din aceasta cauza vedem aceasta cautare continua pentru anvelope cu o aderenta cat mai buna. De aceea o masina de mare putere va avea intotdeauna si anvelope pe masura, pentru a-i furniza aderenta necesara, altfel ar fi un nonsens.)

Urmare celor spuse mai sus rezulta unul din cele mai importante aspecte practice referitoare la aderenta. Dat fiind un autovehicul de o anumita greutate, cea mai buna aderenta in cazul lui se obtine atunci cand acea greutate este repartizata egal pe fiecare din cele patru roti. In cazul in care acest lucru nu se poate realiza, cresterea de sarcina de pe una din punti va duce intr-adevar la cresterea de aderenta pe acea punte dar nu direct proportional cu cresterea de greutate, ci la o rata mai mica. De aici efortul sustinut al fiecarui constructor de autovehicule de a face autovehicule cu greutatea repartizata cat mai egal intre punti. Dat fiind faptul ca amplasarea motorului in spate nu se poate compensa total, de cele mai multe ori autovehiculele cu motorul in spate au 60% din greutate pe puntea spate si 40 % din greutate pe puntea fata. Varianta constructiva care se apropie cel mai mult de raportul optim de 50 / 50 intre punti este cea cu motorul amplasat in fata si cutia de viteze in spate.

Tot pentru realizarea acestui deziderat de a avea sarcini egale pe fiecare roata (chiar si in viraje unde apare un transfer de greutate de pe rotile de la interiorul virajului catre rotile de pe exteriorul virajului si egalizarea greutatilor e mai greu de obtinut) autovehiculele performante beneficiaza de urmatoarele atuuri constructive:

- centrul de greutate e cat mai coborit pentru a exista un transfer de masa cat mai mic
- ecartamentul este cat mai mare pentru ca la un anumit transfer de greutate o cat mai mica parte din acesta sa ajunga sa apese pe roata in final
- ampatamentul e cat mai mare pentru ca la transferal de masa generat de frinare sau accelerare o parte cat mai mica din aceasta sa ajunga in final pe rotile din fata sau din spate
- se monteaza bare antiruliu pe una sau pe ambele punti din care se regleaza transferul de mase intre punti in asa fel incat masa transferata sa se transmita preponderant catre puntea cu incarcare mai mica, totul in incercarea de a echilibra cat mai bine masele pe toate cele patru roti.

Iar in final cand toate acestea au fost facute si se doreste si mai mult, se reduce din greutatea autovehiculului cu totul, pentru ca daca acesta este mai usor, cu atat mai mic va fi transferul de mase pe care il va genera in diversele conditii de exploatare.

Gradul de elasticitate al unei anvelope

Orice material se deformeaza daca apasam asupra lui suficient de tare.

Elasticitatea este masura in care un material se deformeaza raportat la forta cu care se actioneaza asupra lui.

Daca definim modulul de elasticitate K ca fiind raportul dintre forta aplicata pe unitatea de suprafata a corpului testat supra deformarea pe care acesta o sufera vom avea urmatoarea formula:

K= F/S/D= P/D

(unde forta supra suprafata este presiunea)

Deformarea D este o marime fara unitate de masura deoarece ea este un raport intre distanta cu care s-a alungit sau comprimat corpul studiat impartita la distanta initiala a acestuia. Daca avem un corp de 1000mm care s-a alungit cu 10 mm sub actiunea unei forte deformarea este 10mm/1000mm=0.001

Rezistenta la oboseala

Oboseala in cazul unui material apare cand acesta este supus actiunii ciclice a unei forte. De exemplu daca luam o sarma si incercam sa o rupem prin intindere nu vom putea; daca insa o indoim rapid, de cateva ori stinga dreapta, se va incalzi si va ceda intr-un punct.

In timpul rulajului anvelopa este supusa unor solicitari ciclice. De fiecare data cand o portiune din anvelopa ajunge in contact cu suprafata de rulare ea incepe sa se deformeze, sa-si piarda rotunjimea si sa aiba in zona de contact mai degraba o forma plata.Cu cat viteza de rulare este mai mare cu atat solicitarile ciclice la care este supusa anvelopa sunt mai multe pe unitatea de timp si efectul lor este mai pronuntat. Anvelopele trebuie in asa fel poiectate incat sa faca fata acestor solicitari.

Presiunea din anvelopa

Presiunea de aer din anvelopa este cea care se opune si suporta greutatea autovehiculului care apasa pe acea anvelopa. Greutatea autovehiculului se transmite prin janta si mai apoi prin aerul sub presiune dintre marginea inferioara a jantei si portiunea de anvelopa de deasupra suprafetei de contact si prin peretii laterali ai anvelopei catre aria de contact cu suprafata de rulare. La aparitia unei sarcini pe ea (ca atunci cand lasam autovehiculul pe roti dupa ce a fost ridicat pe un elevator) anvelopa se deformeaza. In partea de jos, cea in contact cu suprafata de rulare,se turteste iar in partea de sus opusa acesteia se rotunjeste. In felul acesta micsorarea volumului de aer din partea de jos a anvelopei este compensat de marirea volumului de aer din partea de sus a anvelopei. In felul acesta volumul ocupat de aer ramine acelasi chiar daca forma anvelopei se schimba si presiunea de aer din ea ramine aceeasi ca si atunci cand a fost umflata inainte de a fi montata pe autovehicul. Masura in care se schimba forma anvelopei la aparitia unei sarcini asupra sa este determinata intr-un mod hotaritor de inaltimea talonului anvelopei, de latimea caii de rulare si de diametrul anvelopei.

Orice anvelopa are marcat pe ea un indice de greutate; adica o greutate maxima pe care o poate suporta fara sa ii fie pusa in pericol integritatea.

Greutatea care apasa asupra anvelopei fiind data, presiunea din anvelopa determina aria suprafetei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare.

Formula care se aplica in acest caz este P=F/S, presiunea este egala cu forta supra suprafata.(presiunea este cea din interiorul anvelopei, forta este greutatea care apasa pe anvelopa iar suprafata este aria suprafetei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare)

Deci presiunea la care este umflata anvelopa fiind data, in functie de greutatea autovehiculului vom avea o anumita arie a suprafetei de contact, totul in asa fel incat presiunea care apasa prin aria de contact asupra pamintului va egala greutatea autovehiculului care apasa pe acea roata.

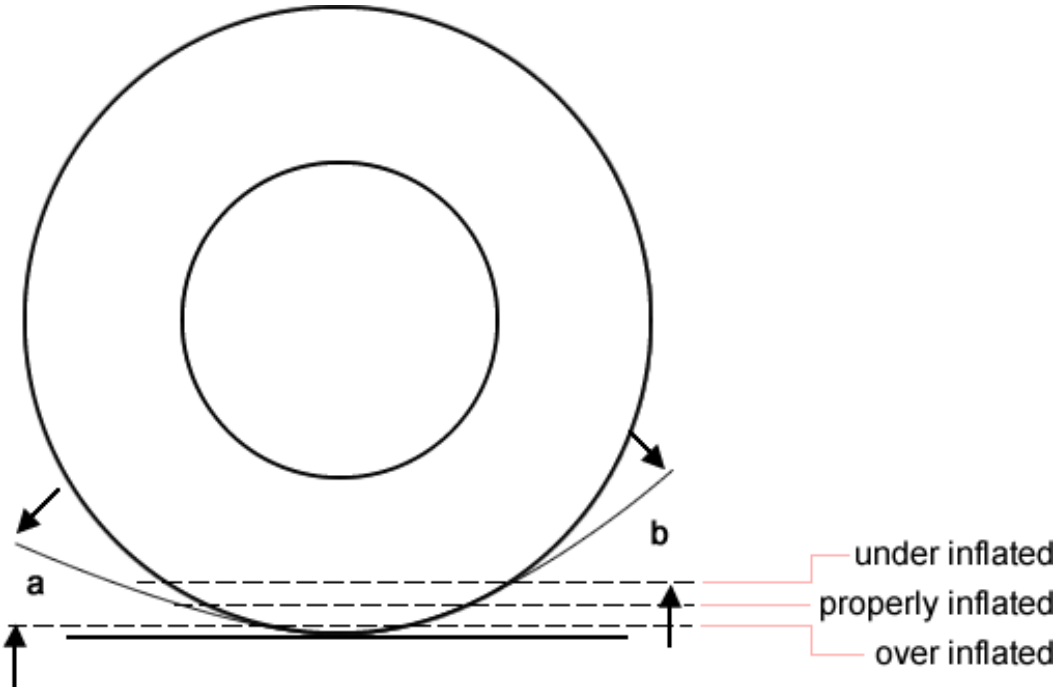
Suprafata de contact o putem aproxima ca fiind dreptunghiulara; un dreptunghi a carui latime nu se schimba (decat daca schimbam anvelopa) numai lungimea acestuia variaza in functie de sarcina. Daca crestem sarcina asupra unei anvelope (se mai urca doi oameni pe bancheta din spate), presiunea in anvelopa ramine aceeasi in schimb aria suprafetei de contact creste, mai precis creste lungimea acestei suprafete iar la sfirsit avem o noua situatie de echilibru in care produsul dintre aria suprafetei de contact si presiunea din interiorul anvelopei egaleaza sarcina marita care apasa de aceasta data asupra anvelopei.

Foarte important de retinut: daca la presiunea din interiorul unei anvelope nu umblam, intotdeauna aria suprafetei de contact dintre acea anvelopa si suprafata de rulare va creste sau va scadea in functie de sarcina care apasa pe acea roata. Intr-un caz static aria va creste daca se mai urca cineva in masina si va scadea daca cineva coboara, dar nu numai atat. Aria suprafetei se schimba in permanenta in concordanta cu schimbarea de sarcina pe roata; daca roata respectiva este pe puntea spate a masinii aria suprafetei de contact creste cand masina

se accelereaza si scade cand masina se frineaza. Daca roata respectiva ar fi pe interiorul unui viraj sarcina pe ea si implicit aria de contact cu suprafata de rulare scade iar cand roata se afla pe exteriorul virajului sarcina pe roata si aria de contact cresc. Masa autovehiculului fiind o constanta e clar ca cresterea sarcinii mai mult pe o roata sau alta are ca efect scaderea sarcinii pe alta sau altele in asa fel incat aria totala a suprafetei de contact de pe toate cele patru roti e intotdeauna constanta si ea. Cum am spus si mai inainte autovehiculul dispune de cea mai buna aderenta in momentul cand sarcina este distribuita egal pe toate patru rotile (pentru ca atunci si ariile suprafetelor de contact ale rotilor cu solul sint egale); in orice alta situatie aderenta este mai mica. De aici rezulta cu claritate ca este total contraindicat sa bruscati autovehiculul si sa determinati variatia sarcinii care apasa pe roti. Cu cat e bruscat mai putin cu atat transferul de sarcina variaza mai putin. El nu poate fi eliminat dar poate fi redus intr-o anumita masura, printr-un stil de condus cu miscari cursive.

Alt lucru foarte important de retinut: daca la un autovehicul de o anumita greutate schimbam toate anvelopele cu unele mai late, dar presiunea la care sunt umflate acestea ramine aceeasi vom avea aceasi arie totala a suprafetei de contact. Singurul lucru care se schimba este ca dreptunghiul care reprezinta aria de contact a fiecarei anvelope in parte va avea latimea mai mare (deoarece am pus anvelope mai late) dar lungimea va fi mai mica in asa fel incat produsul lor va fi egal cu aria existenta in cazul anvelopelor vechi mai inguste. Deci determinant pentru marimea ariei de contact, atata timp cat presiunea este aceeasi, este sarcina pe roata nu dimensiunea anvelopei.

Daca reducem presiunea in anvelopa, aria suprafetei de contact cu solul creste dar exista o limita sub care nu putem scadea presiunea datorita deformarii care apare in anvelopa, care va genera incalzirea acesteia si in final distrugerea ei. Cand anvelopa este umflata mai putin, deformarea pe care o sufera talonul in miscarea de rotatie prin care vine ciclic in contact cu suprafata de rulare este mai pronuntata iar cu cat temperatura mediului ambiant este mai ridicata si viteza de rulare este mai mare, cu atat temperatura de lucru la care se stabilizeaza anvelopa este mai mare, la un moment dat, aceasta putind depasi limita suportata de anvelopa; in acel moment adezivii care tin impreuna straturile (pliurile din care este formata structura anvelopei) si ranforsarile din care e construita anvelopa pot incepe sa-si piarda proprietatile de aderenta; straturile si ranforsarile (manunchiurile de fire rasucite de otel) se pot desprinde unele de altele si anvelopa poate sa faca explozie. Chiar daca nu se ajunge pana aici, functionarea anvelopei la temperaturi ridicate duce la uzarea neuniforma si foarte rapida a acesteia.



Daca studiem cu atentie figura de mai sus vedem schematizat o anumita relatie de variatie a unghiului de deformare a anvelopei la intrarea si iesirea talonului din zona suprafetei de contact cu solul. Observam insa ca acest unghi este cu atat mai mare cu cat aria suprafetei de contact este mai mare; exact cum am spus, cu cat sarcina care apasa pe anvelopa este mai mare cu atat aria suprafetei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare este mai mare dar si deformarea anvelopei este mai mare. Dar mai observam ca totul depinde si de forma ariei suprafetei de contact; daca aceasta e mai lunga (in cazul unor anvelope mai inguste) deformarea este mai mare. Daca aria este mai scurta dar mai lata (ca in cazul unor anvelope mai late) atunci deformarea este mai redusa; totul analizat la o sarcina constanta pe anvelopa. De aici rezulta ca in cazul unor anvelope mai late chiar daca aria de contact nu se mareste (atata timp cat avem aceeasi sarcina si aceeasi presiune interna) avem avantajul ca deformarea pe care o sufera anvelopa este mai mica si corespunzator acestei deformari mai mici putem reduce presiunea in anvelopa pana cand obtinem un grad de deformare al anvelopei similar cu cel inregistrat la anvelopa mai ingusta. Este normal deci sa presupunem ca anvelopa mai lata va rezista la fel de bine la un grad de deformare identic cu cel inregistrat la anvelopa ingusta (fara sa se incalzeasca excesiv) dar la un acelasi grad de deformare anvelopa lata va avea o presiune interna mai mica si o arie de contact mai mare decat anvelopa mai ingusta.

Acesta este un prim avantaj foarte important al anvelopelor mai late fata de cele mai inguste: la o aceeasi sarcina ele pot functiona fara probleme la o presiune interna ceva mai mica decat cele inguste si in felul acesta acelasi vehicul cand este echipat cu anvelope mai late are o arie de contact mai mare intre anvelope si suprafata de rulare si deci o aderenta mai buna.

Mai exista si un al doilea avantaj al anvelopelor late comparative cu cele inguste dar acesta va fi discutat mai tirziu.

In discutia de pana acum s-a considerat ca anvelopele care se monteaza sunt mai late dar inaltimea talonului este aceeasi. Daca concomitent cu cresterea latimii anvelopelor micsoram si inaltimea talonului (si nu e nimic care ne-ar putea impiedica s-o facem) rezultatele sunt si mai bune in ceea ce priveste gradul de deformare la care e supus talonul in miscarea sa ciclica prin zona suprafetei de contact cu solul. In acest caz presiunea in interiorul acestui gen de anvelopa se poate reduce un pic si mai mult.(cu atat mai mult cu cat talonul anvelopei este mai rigid)

Un alt avantaj pe care il prezinta anvelopele mai late si cu talon ingust si rigid este ca se poate utiliza in constructia lor (tot datorita faptului ca temperatura lor de functionare este mai mica decat cea a anvelopelor inguste si cu talon inalt) un amestec de cauciuc mai moale fara ca acesta sa se uzeze atat de repede cum s-ar uza daca ar fi folosit la constructia anvelopelor inguste cu talon inalt. Anvelopele din cauciuc mai moale sunt mai aderente prin insasi coeficientul de frecare mai mare pe care il prezinta un astfel de cauciuc

Singurul dezavantaj al anvelopelor mai late este dat de greutatea mai mare atat a lor cat si a jantelor mai late care trebuie sa echipeze corespunzator autovehiculul.

Anvelopele de constructie radiala care sunt cel mai adesea folosite in zilele noastre au ranforsarile dispuse radial si in felul acesta deformarea care apare in cazul lor este mai mica decat in cazul altor tipuri constructive de anvelope. O deformare mai mica in zona ariei de contact duce la o temperatura de functionare mai mica (implicit o uzura mai mica a anvelopei) si la o mai mica rezistenta opusa de anvelopa la inaintarea autovehiculului (deci un consum mai mic de combustibil)

Anvelopele radiale au cistigat teren in detrimental altor tipuri constructive de anvelope deoarece pe baza acestui tip de design s-au putut obtine anvelope care sa suporte viteze mari de rulare asa cum s-a cerut la un moment dat in evolutia autovehiculelor (mai degraba in Europa - in USA nu a fost o asemenea cerinta deoarece la ei viteza pe autostrazi e la limita celei de pe drumurile cu doua benzi de la noi).

Retineti si ca la anvelopele de tip radial unghiul de deviere care apare la virarea anvelopei este mai mic comparativ cu unghiul de deviere ce apare la anvelopele in care ranforsarile sunt dispuse in diagonala si nu radial. Unghiul de deviere este o caracteristica foarte importanta a anvelopei si vom discuta in detaliu despre el, ceva mai incolo.

Design-ul benzii de rulare a anvelopei

Vom face o prima mare diferentiere intre cerintele pentru o anvelopa pe timp de ploaie sau pe timp uscat si o a doua diferentiere intre cerintele pe timp uscat pentru o anvelopa de strada comparativ cu una de curse.

In primul rind orice anvelopa pentru ploaie fie ea de strada sau de curse trebuie sa aiba niste canale in calea de rulare care sa-i permita evacuarea apei dintre anvelopa si suprafata de rulare. Daca o anvelopa nu poate evacua in timp util apa de sub ea, se poate ajunge in situatia (riscul e cu atat mai mare cu cat creste viteza de deplasare) ca anvelopa sa nu mai atinga asfaltul ci sa se deplaseze pe o perna de apa formata (prinsa) intre anvelopa si asfalt. Acest fenomen este cunoscut sub denumirea de acvaplanare si trebuie evitat cu orice prêt pentru ca nu exista nici un fel de aderenta atunci cand anvelopa se deplaseaza pe apa si corespunzator acestui caz, nici un fel de control al conducatorului auto asupra autovehiculului. Pentru a contracara acest fenomen se creeaza acea intreaga retea de canale de pe suprafata caii de rulare cunoscute si sub denumirea de floare. Pare logic sa constientizam ca o anvelopa mai ingusta e mai putin predispusa la acvaplanare deoarece apa are de parcurs o distanta mai mica pana sa iasa total de sub aria de contact a anvelopei cu suprafata de rulare. La fel cum e logic sa constientizam ca atunci cand o anvelopa se uzeaza, canalele de evacuare a apei devin mai putin adinci si volumul de apa evacuat nu mai este la fel de mare ca atunci cand anvelopa era noua. Pentru ca anvelopele de strada nu se schimba atunci cand incepe ploaia asa cum se intampla la curse, ele sunt concepute sa functioneze satisfacator atat pe timp uscat cat si pe timp de ploaie. Insa aceleasi canale care ajuta la evacuarea apei pe timp de ploaie sunt cele care diminueaza aria suprafetei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare si fac ca talonul unei anvelope sa se torsioneze pentru compensarea lor cu atat mai mult cu cat canalele de evacuare a apei sunt mai multe si mai groase. Adica la o anumita sarcina pe anvelopa si la o presiune interna data rezulta o anumita arie a suprafetei de contact; cu cat modelul de pe calea de rulare a anvelopei are spatii libere mai mari cu atat pentru a asigura aria suprafetei de contact necesare, anvelopa trebuie sa se deformeze mai mult. Simplu fapt de a schimba o anvelopa de strada cu canale mai mari pe unitatea de suprafata, cu una cu canale mai mici pe aceeasi unitate de suprafata ne da ocazia sa folosim o presiune interna mai mica si totusi anvelopa va functiona la fel de bine ca si prima la o presiune mai ridicata. Cu atat mai mult daca decidem sa utilizam o anvelopa slick care este perfect neteda pe calea de rulare, vom observa ca aceasta poate lucra la o presiune mai mica decat presiunea standard pentru cazul anvelopelor de strada. In cazul slick-urilor putem folosi o presiune in anvelopa mult redusa si cu toate acestea gradul de deformare la care este supusa anvelopa este in limite normale, pentru ca atunci cand vine in contact cu suprafata de rulare o face pe toata suprafata sa, contactul total nefiind impiedicat de existenta vreunor canale de evacuare.

Pentru cazul cand se ruleaza pe asfalt uscat cea mai buna optiune pe care o avem sunt anvelopele tip slick. Aderenta unei anvelope pe asfalt uscat este diminuata de existenta oricarui fel de model pe calea de rulare a acesteia. Forta de aderenta ce se stabileste intre anvelopa si suprafata de rulare in zona de contact este mai mare in acest caz pentru ca toata calea de rulare se comporta unitar. In cazul unei anvelope cu model pe calea de rulare este posibila miscarea neunitara si neuniforma a partilor de cauciuc aflate intre canalele de evacuare; acestea au o anumita elasticitate care le da posibilitatea sa se miste independent de

calea de rulare a anvelopei, intr-o anumita masura. La anvelopele tip slick calea de rulare are o miscare mult mai uniforma si asigura o aderenta mai buna prin faptul ca este constant in contact cu suprafata de rulare. De aceea anvelopele tip slick dau pilotului o informatie mai clara despre aderenta de care acesta dispune intr-o situatie sau alta.

O mentiune aparte in ceea ce priveste anvelopele ce echipeaza SUV-urile

SUV-urile sunt autovehicule grele si cu centrul de greutate ridicat. Cu cat anvelopele cu care acestea sunt echipate sunt mai aderente cu atat probabilitatea ca aceste autovehicule sa se rastoarne este mai mare. Asa ca a fost gasita o solutie facila: anvelopele cu care se echipeaza standard aceste autovehicule au deliberat o aderenta mai redusa pentru a minimiza acest tip de risc. Partea tragica este ca o anvelopa care genereaza o aderenta laterala redusa genereaza si o aderenta la frinare la fel de redusa, dar momentan pare sa nu conteze acest aspect pentru producatorii de astfel de autovehicule.

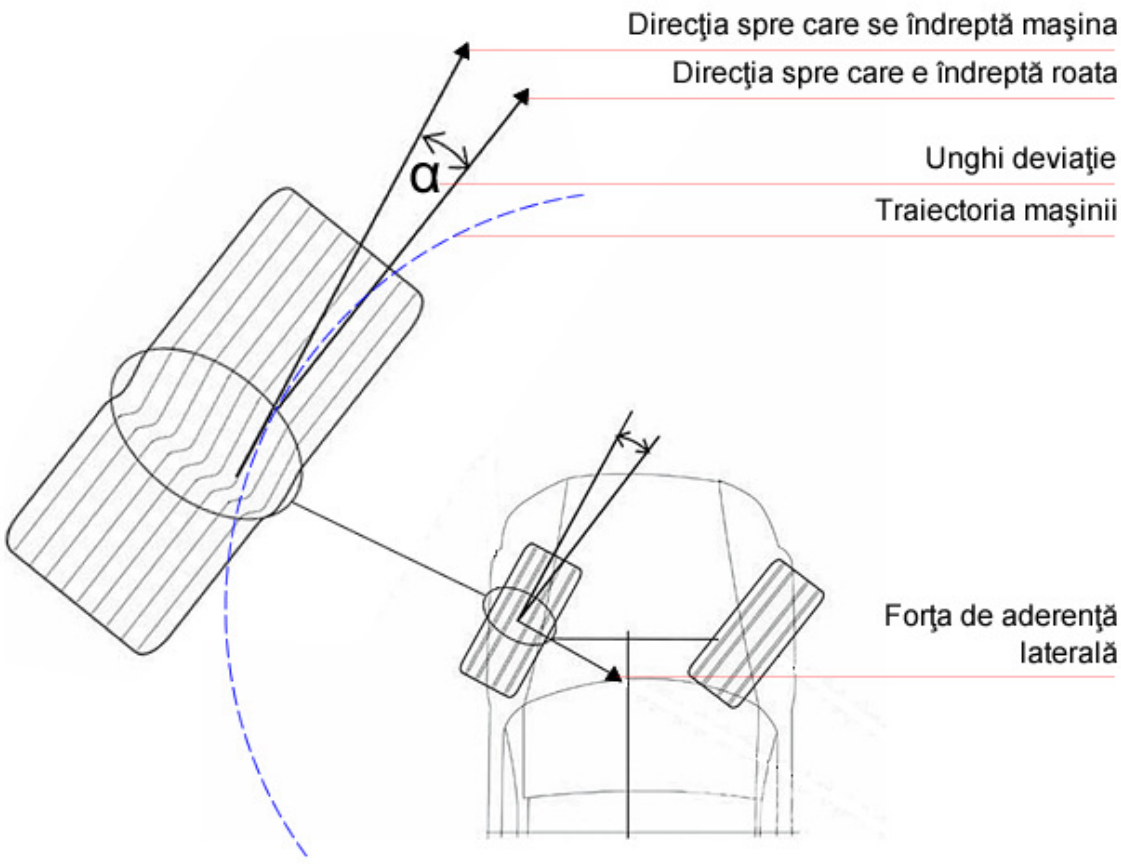
Anvelopele

Comportamentul anvelopelor in timpul utilizarii.

Pentru a putea intelege cum genereaza anvelopele forta care face posibila schimbarea directiei de mers a unui autovehicul trebuie sa introducem si sa explicam notiunea de unghi de deviatie.

Unghiul de deviatie (slip angle in engleza) este unghiul care apare intre directia in care roata este orientata pe timpul virajului si directia in care autovehiculul se deplaseaza.

La o prima privire ar parea ca directia in care sunt orientate rotile de pe puntea fata a unui autovehicul este directia in care autovehiculul se deplaseaza dar la o analiza atenta se constata ca nu este asa. Imediat ce rotim volanul din pozitia orientat drept inainte, apare un unghi exemplificat in figura urmatoare, intre directia in care rotile sunt indreptate si directia in care autovehiculul se deplaseaza efectiv.



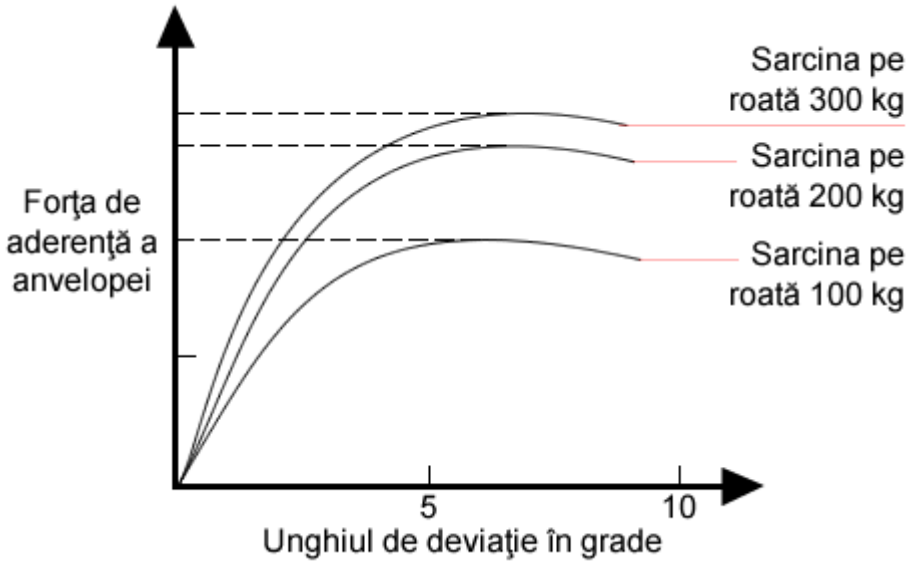
Aparitia acestui unghi de deviatie este posibila datorita naturii elastice a anvelopelor. Odata cu rotirea volanului din directia drept inainte, asupra autovehiculului incepe sa actioneze o forta laterala care trage de autovehicul inspre in afara virajului (de fapt este forta de inertie care se opune la schimbarea directiei de mers). Aceasta forta, numita forta centrifuga, avind

formula $F_C = m\frac{v^2}{R}$, actioneaza asupra fiecarui punct al autovehiculului. Asa cum stim de la orele de fizica de la scoala, pentru usurinta, se lucreaza cu o forta rezultanta totala care actioneaza in centrul de greutate al corpului studiat. In cazul unui autovehicul are sens sa consideram o forta centrifuga totala (care actioneaza in centrul de greutate al autovehiculului) proportionala cu masa autovehiculului inmultita cu patratul vitezei de deplasare a acestuia si invers proportionala cu raza de virare (adica cu cat virajul are un diametru mai mic, este mai strins, cu atat forta centrifuga care actioneaza asupra autovehiculului este mai mare) dar este de si mai mare ajutor sa consideram aceasta forta centrifuga totala ca fiind compusa dintr-o forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii fata si o forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii spate. Aceste doua forte sunt arareori egale; de cele mai multe ori forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii fata este mai mare decat forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii spate (in principal pentru ca de regula marea majoritate a autovehiculelor sunt mai grele pe puntea fata decat pe puntea spate). In acest moment trebuie scos in evidenta ca din cei trei termeni care influenteza forta centrifuga, numai viteza este identica pentru fortele aferente celor doua punti. Masa este diferita pentru ca intr-un caz se ia in calcul masa puntii fata iar in celalalt masa puntii spate (cele doua mase adunate dau masa totala a autovehiculului). Si razele de virare ale celor doua punti sunt diferite: cand autovehiculul este subvirator raza de virare a puntii fata este mai mare decat raza de virare a puntii spate iar la un autovehicul supravirator este invers. In cazul unui autovehicul cu comportament neutru razele de virare ale celor doua punti sunt egale.

Odata definite aceste doua forte centrifuge, aferente celor doua punti ale autovehiculului, trebuie specificat ca ele actioneaza in centrul de greutate al fiecarei punti in parte.

Forta care se opune deplasarii autovehiculului in afara traiectoriei pe care doreste sa o imprime conducatorul auto este forta de aderenta dintre anvelope si suprafata de rulare. Aceasta forta de sens contrar fortei centrifuge, actioneaza la nivelul suprafetei de contact dintre anvelopa si asfalt de aceea intre cele doua forte apare un moment de rotatie cu atat mai mare cu cat centrul de greutate al autovehiculului este mai ridicat fata de nivelul suprafetei de rulare.

Forta de aderenta este influentata de greutatea puntii ce apasa asupra anvelopei dar relatia nu este una de proportionalitate directa. Forta de aderenta ce se opune deplasarii laterale a autovehiculului este influentata de greutate dupa o relatie descrisa de graficul urmator (despre acest lucru am mai discutat - reluam acum mai concret).



Asa cum se vede din grafic, cu cat un autovehicul este mai usor cu atat beneficiaza de o aderenta mai buna in raport cu masa sa.

Adica un autovehicul in care se afla numai conducatorul acestuia va dezvolta o forta de aderenta laterala mai mare pentru fiecare kilogram din masa sa decat acelasi autovehicul cand are inca 4 pasageri la bord. Desi in acest din urma caz forta de aderenta totala este mai mare, daca facem raportul intre forta de aderenta totala 2 supra masa autovehiculului cu 5 persoane la bord si forta de aderenta totala 1 supra masa autovehiculului cu o persoana la bord vedem ca forta de aderenta pe kg in cazul cu masina mai usoara este mai mare. Când studiem forta centrifuga aferenta celor doua cazuri, cum ea e direct proportionala cu masa autovehiculului, observam ca in termeni relativi avem o aderenta mai mare raportat la forta centrifuga ce actioneaza asupra autovehiculului atunci cand acesta e mai usor.

Am definit fortele care actioneaza asupra autovehiculului odata cu incercarea de a schimba directia de mers a acestuia, insa tot nu reiese clar de ce apare unghiul de deviatie. Din graficul de mai sus se vede ca desi nu este direct proportionala cu greutatea ce apasa asupra anvelopei, forta de aderenta laterala dezvoltata intre aceasta si suprafata de contact este influentata de greutate. Orice punct pe pe calea de rulare a anvelopei, in momentul cand datorita miscarii de rotatie a anvelopei ajunge sa se afle in zona de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare, va dezvolta o forta de aderenta, printre altele si datorita greutatii autovehiculului care apasa asupra lui. Aceasta forta de aderenta poate fi folosita pentru a accelera autovehiculul, pentru a-l frina sau, cazul pe care il analizam acum, pentru a se opune fortei centrifuge si a genera contraforta necesara pentru realizarea virajului. (Subliniez ca orice punct de pe suprafata caii de rulare a anvelopei produce forta de aderenta numai in momentul cand se afla in contact cu suprafata de rulare; odata ce a iesit din zona de contact asupra lui

nu mai actioneaza greutatea masinii si nemaifiind in contact cu suprafata de rulare nu mai are nici un fel de influenta asupra traiectoriei autovehiculului pana in momentul cand, datorita miscarii de rotatie ajunge din nou in contact cu suprafata de rulare). Atita timp cat roata se deplaseaza in directie dreapta nu se produce nici o forta laterala in zona de contact cu suprafata de rulare. Odata ce volanul este virat intr-o directie sau in alta apare urmatorul fenomen; miscarea se transmite total de la volan prin caseta de directie la bratul fuzetei si apoi la janta insa elasticitatea si calitatile de aderenta ale anvelopei fac ca zona acesteia aflata in contact cu asfaltul sa nu se deplaseze concomitent cu janta. Am aratat mai devreme ca in zona de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare exista o forta de aderenta; aceasta aderenta face ca la miscarea jantei determinata de rotirea volanului portiunea din anvelopa in contact cu suprafata de rulare sa mai ramina un pic orientata pe directia anterioara de deplasare. Acesta este momentul cand orientarea jantei (a rotii) si orientarea suprafetei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare nu mai sunt identice cum era in cazul in care roata mergea in directie dreapta. Acum roata s-a virat, insa suprafata de contact a caii de rulare a ramas cumva in urma rotii (cu un anumit unghi) catre directia de mers initiala. Acest lucru e determinat de forta de aderenta dintre anvelopa si calea de rulare; adrenta se opune desprinderii cu usurinta a punctelor de pe anvelopa aflate in contact cu suprafata de rulare si alinierea lor pe noua directie pe care este orientata roata (janta de fapt). Mai degraba apare o torsionare a talonului anvelopei si janta se orienteaza pe directia imprimata de miscarea volanului insa suprafata de contact ramine orientata mai aproape de vechea directie; intre orientarea rotii si orientarea caii de rulare a acesteia apare un unghi de deviatie care poate ajunge pana la 10 de grade in functie de tipul anvelopei si cel al suprafetei de rulare. (in cazul in care rulam cu o anvelopa de asfalt tip slick deasupra unui lac inghetat, aderenta dintre anvelopa si suprafata de rulare este aproape zero asa ca la schimbarea directiei rotii calea de rulare nu va fi impiedicata de nici o forta sa preia aceeasi orientare ca si roata; in acest caz nu vom avea un unghi de deviere intre roata si calea sa de rulare si drept urmare pe o asemenea suprafata si cu astfel de anvelope nu vom putea vira; autovehiculul se va deplasa tot pe directia inainte chiar daca acum rotile sunt virate).

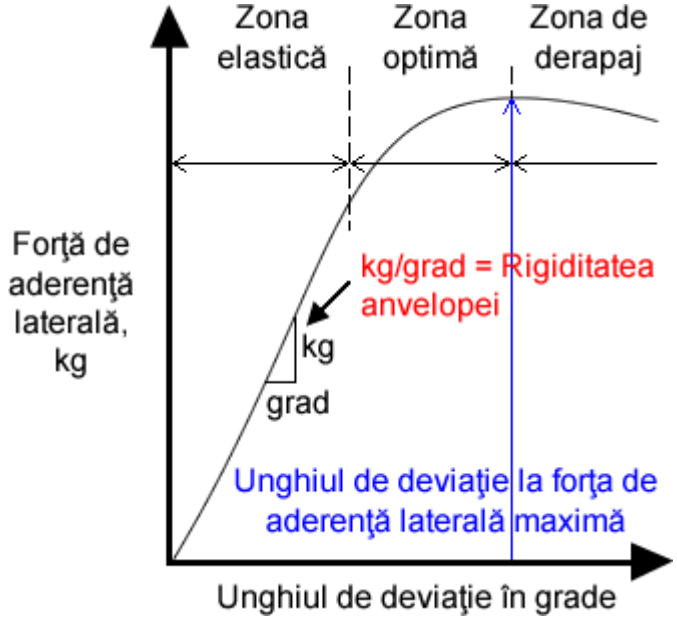
Elasticitatea talonului unei anvelope este finita;cand limita de elasticitate este atinsa anvelopa prin rigiditatea talonului trage dupa ea si calea de rulare numai ca niciodata nu se ajunge ca ele sa aiba aceeasi orientare. Intotdeauna intre ele exista un unghi de deviere mai mic sau mai mare, de la caz la caz. Un punct de pe anvelopa imediat ce a iesit din zona de contact dintre anvelopa si suprafata de contact (datorita miscarii de rotatie a anvelopei) se va alinia pe directia pe care este orientata roata (in afara suprafetei de contact anvelopa face corp comun cu janta si au amindoua aceeasi orientare - in zona suprafetei de contact dintre anvelopa si asfalt talonul anvelopei este torsionat si exista o orientare diferita a caii de rulare a anvelopei fata de orientarea jantei - este evident ca acest unghi de deviere este mai mare la anvelopele cu talon mai inalt decat la cele cu talon ingust, cele cu talon ingust sunt mai rigide, drept urmare se torsioneaza mai putin decat cele cu talon inalt) / (deasemenea presiunea din

interiorul anvelopei determina gradul de elasticitate al talonului acesteia - talonul unei anvelope umflate mai tare se torsioneaza mai putin)

Odata ce punctul iesit din calea de rulare si aliniat la directia de orientare a anvelopei face o rotatie si intra din nou in zona de contact dintre anvelopa si asfalt acesta va fi fortat sa se dezalinieze si sa se reorinteze din nou pe directia pe care se deplaseaza calea de rulare a anvelopei. Imediat ce ajunge in contact cu suprafata de rulare asupra lui incepe sa apese din nou parte din greutatea autovehiculului si punctul, asemeni tuturor celorlalte puncte din jurul lui, incepe din nou sa exercite o forta de aderenta prin care mentine autovehiculul pe traiectorie. In acest fel, din aproape in aproape - cu fiecare rotatie a rotii, autovehiculul isi schimba directia proportional cu cat de mult a fost rotit volanul.

Forta de aderenta laterala si unghiul de deviatie

Intre forta de aderenta laterala si unghiul de deviatie exista o relatie conform graficului urmator:



Dupa cum se vede analizind forma graficului, o anvelopa nu genereaza forta de aderenta laterala atata timp cat nu este virata de pe directia drept inainte si nu apare un unghi de deviatie intre zona de contact cu suprafata de rulare si restul anvelopei. Trebuie subliniat ca forma acestui grafic nu este identica pentru orice tip de anvelopa. Ea este specifica fiecarui tip de anvelopa in parte, functie de parametri constructivi ai acesteia, dar in mare, forma de variatie a acestuia este similara pentru o clasa larga de anvelope avind trei zone principale.

La inceput, pe partea liniara a graficului forta de aderenta laterala creste direct proportional cu unghiul de deviatie al carcasei anvelopei, aflata in contact cu suprafata de rulare, fata de restul anvelopei care face corp comun cu janta. Singurul aspect care trebuie

subliniat aici este ca cu cat anvelopa este mai rigida constructiv cu atat panta graficului este mai abrupta adica va furniza forte de aderenta laterala un pic mai mari la unghiuri de deviatie mai mici. Nu inseamna ca va furniza o forta de aderenta laterala mai mare ci doar ca incepe sa o furnizeze la unghiuri de deviatie mai mici.

In a doua portiune a graficului observam ca forta de aderenta laterala creste dar la o rata mai scazuta decat unghiul de deviatie. Ceea ce se intampla in aceasta faza este ca o serie de puncte situate pe anvelopa in zona de contact dintre aceasta si suprafata de rulare incep sa piarda aderenta si aluneca pe asfalt in loc sa adere la acesta si sa asigure astfel o crestere a fortei de aderenta laterala. In aceasta a doua faza se atinge maximul fortei de aderenta laterala ce poate fi generata de o anvelopa.

Mai apoi intram in partea a treia a graficului, cea in care forta de aderenta laterala incepe sa scada odata cu cresterea unghiului de deviatie (adica am rotit de volan mai mult decat trebuia). Acest lucru se intampla pentru ca din ce in ce mai multe puncte din zona de contact a anvelopei cu asfaltul pierd aderenta datorita solicitarilor prea mari, peste capacitatea elastica a anvelopei, la care este supusa aceasta. Se depaseste astfel punctul optim in care anvelopa furnizeaza aderenta maxima si se trece in faza de derapaj din ce in ce mai pronuntat pana cand se intra in derapaj total iar atunci forta de aderenta laterala dezvoltata de anvelopa scade foarte mult.

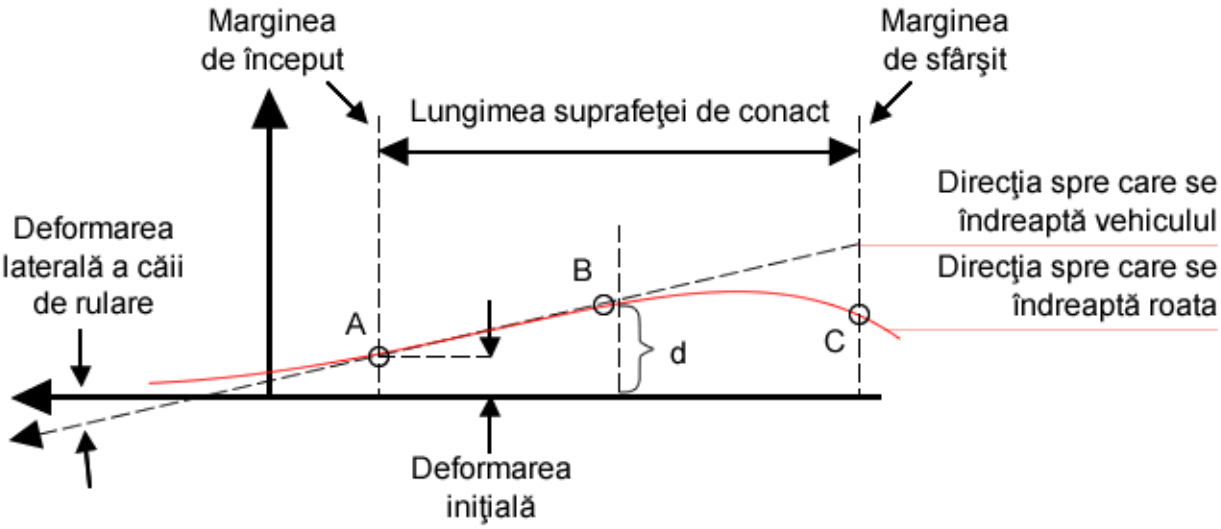
Spre exemplu, daca consideram cazul unei anvelope care dezvolta aderenta maxima la un unghi de deviatie de 6 grade si a carei zona liniara de variatie se termina cand unghiul de deviatie atinge 4 grade:

Putem explica forma de variatie a graficului in modul urmator; intr-o prima faza pana cand unghiul de deviatie atinge 4 grade, forta de aderenta laterala creste liniar cu unghiul de deviatie pentru ca anvelopa montata pe autovehiculul in cauza este astfel realizata constructiv incat, in cazul de fata, orice punct care intra la un moment dat in suprafata de contact dintre anvelopa si asfalt deviaza de pe traiectoria pe care a intrat initial la inceputul zonei de contact cu 4 grade pana la iesirea din zona de contact si cu toate astea nu pierde aderenta cu asfaltul.

Dupa ce unghiul de deviatie devine mai mare de 4 grade (datorita faptului ca la aceeaşi viteză s-a rotit mai mult de volan, de exemplu), sa zicem ca a ajuns la 5 grade; acum aproape toate punctele de pe anvelopa intra si strabat zona de contact (schimbindu-si de-a lungul acesteia traiectoria cu 5 grade fata de planul pe care au intrat initial) iar dupa ce fiecare dintre ele a atins o deviatie de 4 grade fata de planul vertical, paralel cu directia de mers, ce contine punctul initial prin care fiecare dintre ele a intrat in zona de contact, unele dintre ele pierd aderenta cu suprafata de contact si derapaza si nu mai contribuie la cresterea fortei de aderenta laterala decat intr-o mai mica masura. Maximul fortei de aderenta laterala se obtine la un unghi de deviatie de 6 grade si de aici incolo efectul cumulat al modului in care se comporta fiecare punct din care se compune suprafata de contact dintre anvelopa si asfalt incepe sa fie din ce in ce mai mic. La un moment dat anvelopa poate pierde total aderenta fata de suprafata de rulare si derapeaza pe aceasta.

Foarte important de retinut este faptul ca zona in care punctele de pe anvelopa pierd aderenta si intra in derapaj este incepind dinspre partea in care se sfirseste zona de contact catre partea de inceput a zonei de contact (tinind cont de directia de mers). Pina la un unghi de deviatie de 4 grade nu exista nici un derapaj dar mai apoi in zona de sfirsit a zonei de contact majoritatea punctelor incep sa derapeze. Pe masura ce unghiul de deviatie creste zona in care apare derapajul se mareste spre zona de mijloc a zonei de contact iar daca se continua sa se mareasca unghiul de deviatie putem ajunge la situatia cand toate punctele din zona de contact derapeaza. Totul se explica prin faptul ca punctele in cauza nu au o problema in a rezista unei deviatii mici de pana la cateva grade, asa cum apare in partea de inceput a zonei de contact, mai greu e spre sfirsitul zonei de contact cand un astfel de punct ajunge la o deviatie de peste 4 grade (pentru ca distanta d e mai mare daca unghiul de deviatie e de 5 grade decat daca e de 4 grade). In aceasta zona punctul pierde aderenta cu asfaltul, incepe sa derapeze, genereaza o forta de aderenta dar aceasta este mult mai mica decat daca ar fi ramas sub limita unghiului de deviatie optim pe care il suporta anvelopa. Aceasta ar fi baza teoretica pe care se intemeiaza recomandarile date tuturor pilotilor de a incerca sa nu se derapeze masina.

Prezentarea schematica a traiectoriei unui punct de pe anvelopa de-a lungul zonei de contact cu suprafata de rulare arata in felul urmator:



Punctul A marcheaza inceputul zonei de contact, punctul B mijlocul ei iar puctul C sfirsitul ei. Zona de contact este reprezentata ca si cum ar fi vazuta dintr-un punct din interiorul anvelopei situat deasupra zonei de contact dar imediat sub janta. Vom studia traiectoria unui punct de pe calea de rulare a anvelopei insa trebuie de la inceput subliniat ca acesta nu se misca independent ci in relatie cu celelalte puncte din jurul sau. anvelopa are o anumita elasticitate, se deformeaza si revine la forma initiala la trecerea prin zona de contact cu suprafata de rulare.

Asa cum se vede si din reprezentarea grafica, deviatia nu incepe exact la intrarea in zona de contact ci putin mai inainte; anvelopa nu preia dintr-o data deviatia, la contactul cu solul, ci efectul de torsiune asupra talonului anvelopei face ca deviatia sa se propage si putin in afara zonei de contact. La fel, la iesirea din zona de contact, un punct nu revine instantaneu la pozitia pe calea de rulare pe care a avut-o inainte de intrarea in zona de contact, ci ii trebuie un anumit timp dupa iesirea din zona pentru a-si relua pozitia. Deci miscare de deviatie incepe undeva inaintea zonei de contact si se continua si dupa iesirea din aceasta.

Odata intrat in zona de contact punctul isi continua traiectoria deja asumata pana cand distanta fata de marginea imaginara a anvelopei (trasata ca si cum anvelopa s-ar roti in directie dreapta si nu ar aparea nici un unghi de deviatie) devine mai mare decat forta elastica pe care o poate dezvolta punctul de pe anvelopa. (forta elastica pe care o poate dezvolta un punct de pe anvelopa nu poate fi mai mare decat forta de aderenta dintre acel punct si suprafata de rulare - marimea aderentei stabileste alungirea pe care o poate dezvolta punctul considerat).

Ganditi-va ca pe o masa foarte neteda avem un fir de elastic si la un capat al acestuia legam o greutate iar de celalalt capat tragem in plan orizontal. Forta maxima cu care putem trage de elastic si acesta continua sa se intinda fara ca greutatea de la capatul sau sa inceapa sa se deplaseze odata cu el, de-a lungul mesei, depinde de marimea greutatii pe care am legat-o. Daca aceasta este mai mare decât poate elasticul suporta, elasticul se intinde la maxim iar apoi mai degraba se rupe decat sa deplaseze greutatea. Un alt aspect care poate fi analizat aici, utilizind aceasta analogie, este urmatoarea: daca elasticul este intins incet el se va intinde mai mult pana sa se rupa; daca este intins brusc se va rupe inainte de a atinge aceeasi marime a intinderii ca si in primul caz. Aceasta constituie o baza teoretica pentru recomandarea pe care o primesc foarte multi piloti de a nu brusca comenzile autovehiculului pentru ca orice bruscare se transmite la anvelope si are ca efect inrautatirea performantelor acestora comparativ cu cazul cand s-ar fi actionat cu mai multa finete.

Deci dupa ce punctul X ajunge la distanta d de margine pierde aderenta cu asfaltul si incepe sa derapeze pe acesta dezvoltind o forta laterala mult mai mica de acum incolo decat dezvolta inainte. (acelasi punct situat pe o anvelopa mai buna, aflata la temperatura optima, pe o suprafata cu aderenta mai mare ar avea o aderenta mai mare la asfalt si in felul acesta distanta d pe care ar putea-o asuma pana sa piarda aderenta si sa intre in derapaj ar fi mai mare decat in cazul analizat de noi)

Punctul X nemaifiind in legatura cu un punct fix de pe suprafata de asfalt va incerca sa revina la pozitia sa normala de pe calea de rulare tras fiind de forta elastica care nu mai are acum o contrapondere in forta de aderenta dintre punctul considerat si asfalt. Mai exista forta de frecare dintre punct si asfalt care se opune revenirii dar si aceasta va disparea odata ce punctul iese din zona de contact cu asfaltul. Procesul se repeta in momentul cand punctul X intra din nou, dupa ce a facut o rotatie completa, in contact cu suprafata de rulare.

Anvelope late vs. anvelope inguste

Aria suprafetei de contact dintre anvelopa si asfalt este in functie de greutatea autovehiculului ce apasa pe anvelopa si de presiunea din anvelopa. Din fizica de liceu ne amintim ca presiunea P = F/S forta pe unitatea de suprafata.

In cazul anvelopei unui autovehicul forta este greutatea cu care acesta apasa anvelopa pe sol si in functie de presiunea la care a fost umflata anvelopa vom avea o anumita suprafata de contact intre anvelopa si asfalt.

Un autovehicul cu anvelope identice pe toate cele patru roti si umflate la presiuni egale va fi in contact cu solul pe arii diferite pentru ca greutatea care apasa asupra fiecarei roti nu este aceeasi.

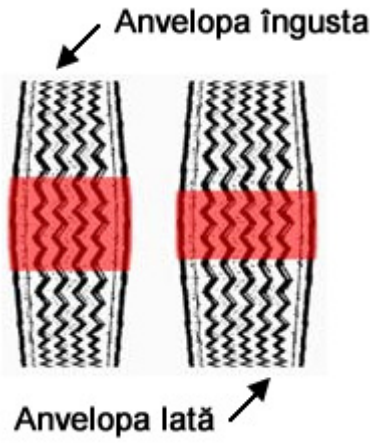
Daca consideram acelasi autovehicul avind insa anvelope mai late (umflate la aceeasi presiune ca in cazul anterior) aria suprafetei de contact in cazul fiecarei roti in parte va fi aceeasi ca si in primul caz. Avem aceeasi forta si aceeasi presiune deci aplicand formula vom avea aceeasi suprafata de contact. Faptul ca in al doilea caz avem anvelope mai late genereaza totusi o modificare importanta si anume: desi aria suprafetei de contact este aceeasi forma ei se schimba.

(Este normal sa ne asteptam ca si in primul caz si in al doilea caz anvelopa sa fie in contact cu solul pe toata latimea sa.)

Deoarece asa cum am vazut ariile suprafetelor de contact sunt egale in cele doua cazuri iar latimile suprafetei de contact sunt diferite fiind egale cu latimea fiecarei anvelope in parte rezulta ca lungimea suprafetei de contact este mai mare in cazul anvelopelor mai inguste si mai mica in cazul anvelopelor mai late.

(simplificam si aproximam forma suprafetei de contact ca fiind un dreptunghi avind una din laturi latimea anvelopei)

Asadar in cazul unui aceluiasi autovehicul echiparea cu anvelope mai late sau mai inguste umflate la aceeasi presiune nu modifica aria suprafetei de contact dintre acesta si sol dar modifica forma acestei suprafete. Situatia se prezinta ca in figura urmatoare.

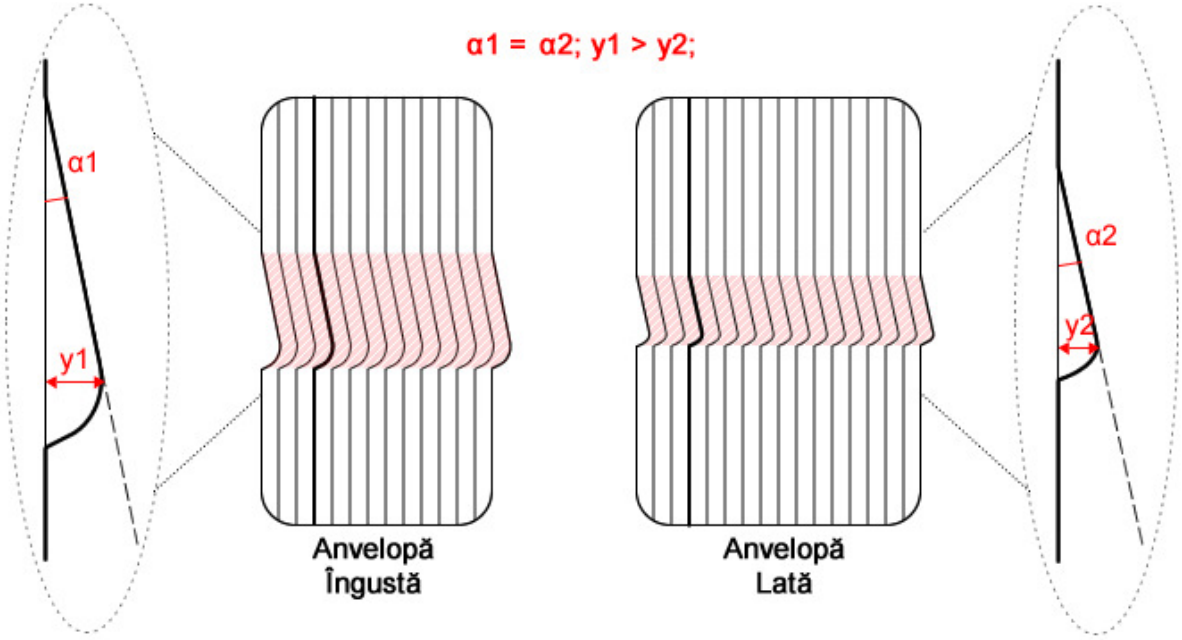


La o prima privire am putea trage concluzia ca montarea unor anvelope mai late nu aduce nici un beneficiu deoarece aria suprafetei de contact nu se modifica.

Daca analizam insa modul cum se comporta o anvelopa mai lata in cazul virarii, atunci cand calea sa de rulare este fortata sa ruleze cu o deviatie de unghi fata de directia in care sunt indreptate rotile, vom vedea de ce e mai avantajos sa folosim aceste anvelope.

Am vazut din figura anterioara ca un punct de pe calea de rulare a anvelopei pierde contactul cu suprafata pe care ruleaza dupa ce a fost deviat cu un anumit unghi fata de directia pe care a intrat.

Daca presupunem ca un punct de pe calea de rulare a anvelopei pierde contactul cu asfaltul dupa ce a fost supus unei deviatii de y mm avem urmatoarele doua cazuri



Deviatia x apare si in cazul anvelopei inguste si in cazul anvelopei late la o aceeasi distanta fata de inceputul suprafetei de contact dintre aceasta si sol.

Notam aceasta distanta cu y. Din punctul y incolo, in cazul ambelor anvelope, cauciucul nu mai adera in totalitatea sa la asfalt, ci o parte din el derapeaza pe deasupra acestuia.

Observam insa ca aria suprafetei aflate in derapaj este mult mai mare in cazul anvelopei inguste decat in cazul anvelopei late.

In asta consta superioritatea anvelopelor mai late; un acelasi autovehicul, la un acelasi unghi de deviatie, atunci cand e echipat cu anvelope mai late, o mai mare parte din aria suprafetei de contact ramine aderenta la sol si o mai mica parte incepe sa derapeze comparativ cu cazul cand e echipat cu anvelope mai inguste.

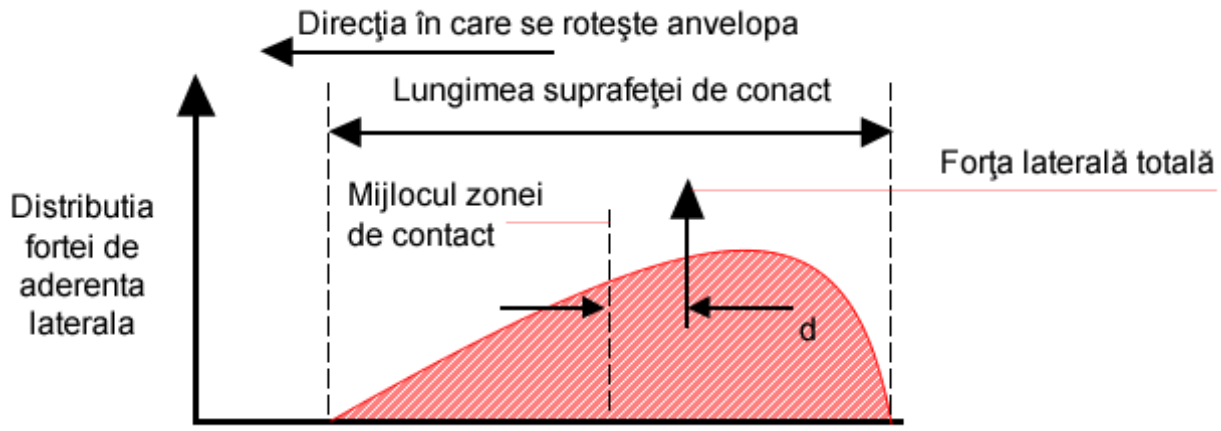
Momentul de autoindreptare a rotilor

Pentru a vira autovehiculul e necesara o anumita forta pentru a roti de volan.

Forta care se opune rotirii volanului in directia de virare se numeste moment de autoindreptare a rotilor.

In figura de mai jos observam ca forta de aderenta laterala generata de o anvelopa nu este de marime constanta de-a lungul zonei de contact dintre anvelopa si calea de rulare ci variaza pe lungimea acesteia.

Ea are o forma de variatie determinata si similara in mare parte, cu cea a unghiului de deviatie al anvelopei.

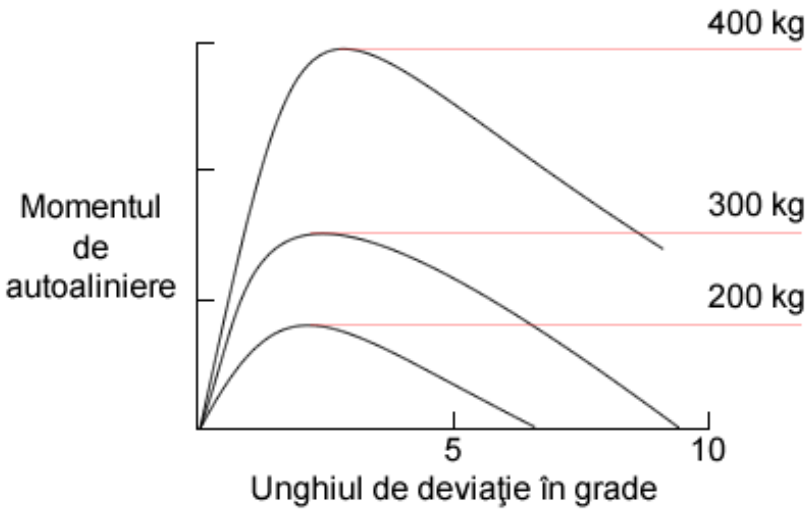


In partea de inceput a zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare orice punct de pe calea de rulare a anvelopei n-a apucat inca sa fie tensionat si sa dezvolte o forta de aderenta. In aceasta parte de inceput forta de aderenta laterala exercitata de anvelopa porneste de la zero si incepe sa creasca odata ce ne deplasam catre mijlocul zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare.

La un moment dat dupa ce am trecut de centrul zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare forta de aderenta laterala incepe sa scada deoarece o parte din punctele de pe suprafata de rulare a anvelopei sunt tensionate mai mult decat le permite elasticitatea cauciucului sa se alungeasca si atunci ele rup aderenta si incep sa derapeze pe suprafata de rulare. Evident la iesirea din zona de contact forta de aderenta laterale devine iarasi zero.

Forta rezultata din compunerea tuturor fortelor corespunzatoare fiecarui punct din zona de contact are un maxim situat undeva dupa mijlocul zonei de contact catre in spate. Am notat cu **d** distanta dintre mijlocul zonei de contact dintre roata si suprafata de rulare si locul unde forta laterala rezultanta actioneaza asupra rotii. Faptul ca forta rezultanta nu actioneaza exact in mijlocul zonei de contact da nastere unui moment de rotatie care actioneaza in sensul indreptatrii rotilor din directia in care sunt virate.

In figura urmatoare puteti vedea caracteristica de variatie dintre momentul de autorevenire a rotilor si unghiul de deviatie.



Forma de variatie ne arata cum momentul de revenire creste pana la unghiul de deviatie care ofera aderenta optima iar apoi pe masura ce anvelopa incepe sa derapeze momentul incepe si el sa scada mult in cazul unor unghiuri de deviatie mari la care autovehiculul derapeaza foarte tare.(La unghiuri de deviatie mai mari partea din spate a zonei de contact a anvelopei incepe sa derapeze mai mult, forta de aderenta din acea zona scade si forta rezultanta maxima se deplaseaza mai aproape de mijlocul zonei de contact a anvelopei;deci bratul fortei scade si concomitent scade si momentul de revenire)

Orice conducator a resimtit acest mod de variatie. Cand se initiaza un viraj se simte o rezistenta ce se opune rotirii volanului; pe masura ce rotim mai mult de volan daca anvelopa incepe sa derapeze rezistenta resimtita prin volan incepe sa scada ajungindu-se ca sa nu mai simtim nici un fel de rezistenta atunci cand ne deplasam pe asfalt ud sau acoperit cu zapada si am rotit volanul mai mult decat trebuia iar autovehiculul a pierdut aderenta si a intrat in derapaj.

Din grafic se vede ca momentul de revenire variaza si in functie de greutatea autovehiculului. Cu cat un autovehicul e mai greu cu atat forta care o resimtim la rotirea volanului este mai mare. Pentru a contracara acest lucru la autovehiculele de la o anumita greutate in sus se instaleaza un mecanism de servodirectie pentru a usura efortul ce trebuie depus de conducatorul auto la rotirea volanului.

Fenomenul care se intampla la rotirea volanului la intrarea in viraj si care determina forta de rezistenta pe care o resimte conducatorul auto este foarte complex si include mult mai multi factori decat au fost enumerati aici. Unghiul de fuga al rotilor este unul dintre factorii cu influenta foarte mare in fenomen. Daca unghiul de fuga ar fi zero atunci roata ar pivota la virare intr-un punct situat in mijlocul zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare. Cum unghiul de fuga nu este niciodata zero ci pozitiv de ordinul a 3 - 5 grade roata

intotdeauna pivoteaza intr-un punct situat in fata punctului de mijloc al zonei de contact. Astfel ca unghiul de fuga induce o crestere (artificiala cumva) a bratului fortei (şi deci a momentului de autoaliniere) ce tinde sa readuca roata cu si mai mare putere pe directia de deplasare drept inainte. Totodata caderea si convergenta au si ele influenta lor.

Cum am spus fenomenul este complex si destul de greu de explicat dar are o importanta practica foarte mare de aceea l-am abordat.

Asa cum s-a vazut si din penultima figura, rezistenta resimtita in miini la virarea volanului creste odata cu cresterea fortei laterale de aderenta dezvoltate de anvelopa care la rindul sau este in strinsa legatura cu unghul de deviatie al anvelopei. In momentul cand s-a atins forta de aderenta maxima (unghiul de deviatie optim) orice rotire suplimentara a volanului nu mai are ca efect o crestere a fortei de aderenta laterala ci o scadere a acesteia prin aparitia derapajului. Importanta practica a momentului de autorevenire a rotilor este ca are acelasi mod de variatie ca si forta de aderenta laterala. Noi nu putem sti din masina ce unghi de deviatie avem la roata si cat il mai putem mari pana sa intram in derapaj. Dar atata timp cat simtim o crestere a rezistentei opuse de volan la rotire pe masura ce viram lucrurile sunt in regula. In momentul in care simtim ca incepe o mica reducere a rezistentei pe care o resimtim daca incercam sa viram volanul mai mult, este un semnal ca ne aflam la limita de aderenta, rotirea volanului mai mult nu va mai aduce nici un cistig, ba din contra. In aceasta consta importanta momentului de revenire, ne ofera o informatie despre momentul cand am ajuns la unghiul de deviatie maxim si trebuie sa raminem acolo. Marea arta este de a simti cat mai bine acest moment. Daca am depasit limita aderentei maxime momentul de revenire incepe sa scada. Acesta este un semnal ca suprasolicitam fara rost anvelopele, acestea se afla deja in derapaj si frineaza inaintarea autovehiculului. Pilotii cu rezultate foarte bune au invatat sa recunoasca acest moment de revenire si sa-l exploateze in folosul lor.

Rezistenta la rulare

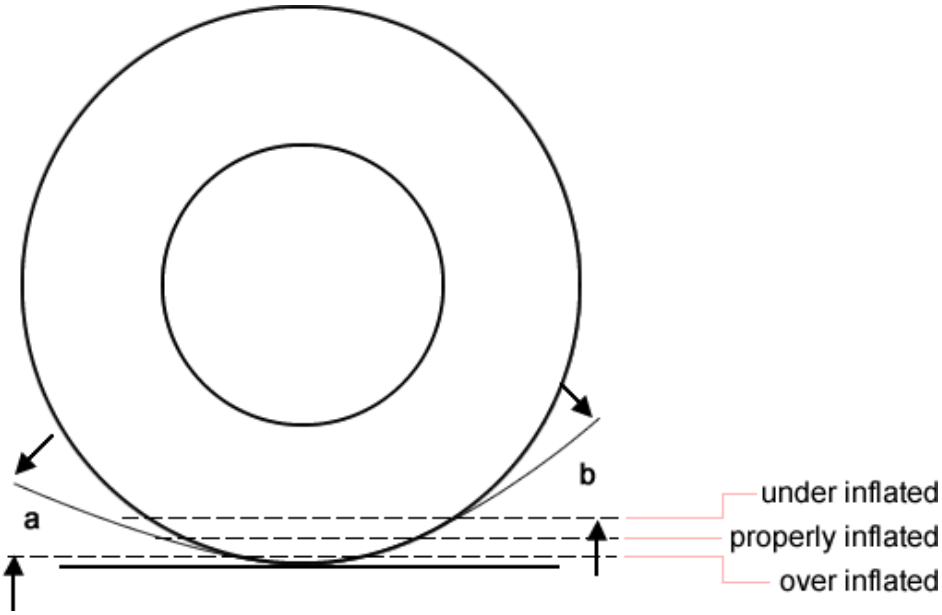
Aria zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare este determinata de greutatea autovehiculului si de presiunea din anvelopa. Ea creste daca marim greutatea autovehiculului sau scadem presiunea din anvelope si scade daca marim presiunea din anvelope sau reducem greutatea autovehiculului.

Aderenta dintre autovehicul si suprafata de rulare este cu atat mai buna cu cat aria zonei de contact este mai mare. Gindind doar in acesti termeni, ar parea ca e o idee buna sa avem un autovehicul cat mai greu si o presiune in anvelope cat mai scazuta. De ce nu e bine (pentru aderenta) ca un autovehicul sa fie cat mai greu am aratat anterior.

Ramane de dezbatut influenta presiunii din anvelope.

In momentul cand reducem presiunea din anvelopele unui anumit vehicul, datorita naturii elastice a acestora, aria zonei de contact dintre el si suprafata de rulare creste. Acest

lucru se realizeaza prin deformarea talonului anvelopei, prin turtirea lui pe directia in care greutatea masinii apasa asupra lui.



Asa cum se vede din figura pe restul circumferintei anvelopei forma talonului ramane neschimbata. In miscarea de rotatie a anvelopei apare o deformare continua a talonului acesteia care suporta la un moment dat greutatea autovehiculului; in momentul cand talonul iese din zona de sprijin a autovehiculului pe sol talonul revine la forma toroidala initiala si o pastreaza pana cand revine iar in zona de sprijin dupa o rotatie completa a anvelopei. Aceasta solicitare repetata pe care o inregistreaza talonul in zona in care anvelopa e in contact cu suprafata de rulare are ca efect incalzirea anvelopei. Talonului nu-i plac aceste miscari de dute-vino si el opune rezistenta acestora. Iar sistemul de propulsie al autovehiculului consuma energie pentru a invinge aceasta rezistenta si deci ii ramine mai putina pentru a accelera autovehiculul de exemplu.

Cu cat creste viteza de deplasare a unui autovehicul cu atat creste frecventa cu care talonul anvelopei este supus la comprimare urmata de destindere iar structura interna a anvelopei trebuie sa-i faca fata si asta pe durata a zeci de mii de kilometri.

Mai mult decat de viteza de rulare, rezistenta la rulare a anvelopei este afectata de presiunea din anvelope. Daca analizam un autovehicul de greutate constanta la doua presiuni diferite (si deci la doua arii ale zonei de contact diferite) vom observa ca in cazul cu presiunea mai mica distanta cu care inaltimea talonului se deformeaza in zona de sprijin este mai mare decat in cazul aceluiasi vehicul dar la presiunea mai mare. Cu cat amplitudinea solicitarii asupra talonului este mai mare cu atat rezistenta la rulare opusa de anvelopa este mai mare pentru ca deformarea talonului atrage dupa sine si o anumita deformare a formei caii de rulare (influenta este cu atat mai mare cu cat latimea caii de rulare este mai ingusta - la anvelopele late influenta miscarii talonului asupra formei caii de rulare a anvelopei este mult mai redusa).

Deci cu atat se va consuma mai multa energie de la motor pentru a invinge aceasta rezistenta si cu atat mai multa caldura va fi degajata de anvelopa. Iar la un moment dat anvelopa nu va mai putea degaja suficient de rapid caldura produsa si temperatura in interiorul ei se va ridica peste temperatura optima la care anvelopa dezvolta aderenta maxima. Nu numai ca aderenta va scadea dar anvelopa se va uza mult mai rapid in acest regim, structura ei va fi supusa unui efort mult mai mare decat cel pentru care a fost proiectata; in acest caz pot aparea uzuri pronuntate sau anvelopa poate ceda.

Pe masura ce anvelopa se incalzeste apar doua efecte de luat in consideratie. Unul este ca elasticitatea cauciucului din care este confectionata anvelopa se imbunatateste (pe masura ce tempeartura anvelopei creste peste cea a mediului ambiant pana la o limita de 100 grade Celsius sa zicem). Pina se atinge aceasta temperatura limita (care totusi variaza functie de caracteristicile constructive ale anvelopei) rezistenta la rulare opusa de anvelopa scade iar aderenta dezvoltata de aceasta creste, ceea ce trebuie retinut.

Al doilea este ca odata cu cresterea temperaturii anvelopei (deci inclusiv a aerului din anvelopa) presiunea acesteia creste si ea (de la 2 bari cat sa zicem ca era la inceput pana la 2,2 - 2,4 bari). Odata cu cresterea de presiune (si fiindca greutatea autovehiculului ramine aceeasi) aria zonei de contact se micsoreaza ceea ce determina o scadere a aderentei autovehiculului.

In concluzie: o anvelopa functioneaza optim la o anumita presiune interna, si cand atinge o anumita temperatura. In plus temperatura si presiunea sunt afectate de greutatea autovehiculului care apasa asupra anvelopei.

Daca temperatura anvelopei este sub optim anvelopa opune o rezistenta la rulare mai mare si nu ofera cea mai buna aderenta. In domeniul de temperatura optim (85 -95 grade Celsius pentru tipul de anvelope folosite de mine de exemplu) anvelopa ofera aderenta maxima si o rezistenta la rulare mai mica decat in primul caz. La o temperature peste 100 de grade Celsius aderenta oferita de anvelopa scade, particulele de material din care este confectionata se rup cu usurinta din ea in loc sa adere la suprafata de rulare si sa mentina o legatura elastica cu corpul anvelopei pentru cat mai mult timp.

Daca presiunea interna a anvelopei este sub cea optima talonul anvelopei este supus unor miscari de o amplitudine mai mare decat e cazul si acest lucu are ca efect incalzirea anvelopei peste temperatura maxima de lucru, uzarea pronuntata a acesteia sau chiar deteriorarea ei. Daca presiunea interna este mai mare (sau devine dupa incalzirea anvelopei) decat cea optima confortul in timpul calatoriei este afectat pentru ca rotile devin mult mai rigide si nu mai atenueaza denivelarile din suprafata de rulare iar aderenta scade deoarece aria zonei de contact scade odata cu cresterea presiunii din anvelopa. Presiunea optima de lucru este cea mai mica presiune la care anvelopele autovehiculului nu se incalzesc peste temperatura optima de lucru. In acest caz autovehiculul dispune de aria maxima a zonei de contact cu suprafata de rulare fara a fi afectat insa de temperatura prea mare a anvelopelor care ar diminua aderenta furnizata, ar genera uzura pronuntata si risc de accidente.

Cand vorbim de presiunea optima de lucru ne referim la presiunea care se atinge in mersul autovehiculului atunci cand anvelopele se incalzesc; presiunea la care se vor umfla ele la rece va fi putin mai mica decat aceasta pentru ca optimul sa fie atins in timpul deplasarii. Deasemenea trebuie tinut cont de greutatea autovehiculului; una e daca in autovehicul se deplaseaza numai conducatorul auto si alta e daca mai sunt inca 4 pasageri.

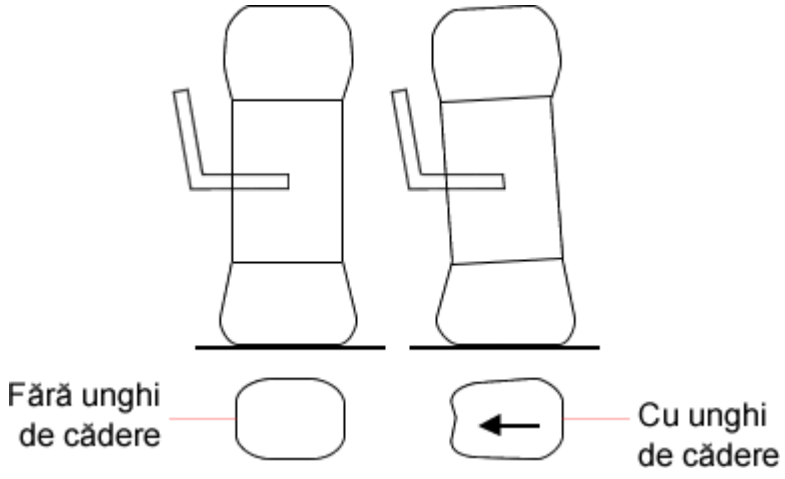
Un alt aspect care trebuie mentionat este ca o anvelopa care are din constructie un talon ingust este mai rigida in ceea ce priveste deformarea talonului decat o anvelopa cu talon inalt. Deci o anvelopa cu talon mai ingust, montata fiind pe un acelasi autovehicul, va suporta deformatii mai mici decat una cu talon inalt data fiind o aceeasi presiune interna la care acestea sunt umflate. Corespunzator, daca la un acelasi autovehicul se schimba anvelopele cu unele cu talon mai ingust, se poate scadea putin presiunea la care acestea se vor umfla (fata de cazul precedent) si se obtine concomitent o marire a ariei zonei de contact deci o aderenta mai buna. Acesta este unul dintre motivele pentru care anvelopele cu talon ingust sunt preferate mai intotdeauna celor cu talon inalt.

(Alt motiv pentru care sunt preferate este deoarece coboara autovehiculul iar un centru de greutate mai coborit genereaza un comportament rutier mai bun; alt motiv este generat tot ca o consecinta a rigiditatii talonului: anvelopa lucreaza la unghiuri de deviatie mai mici iar autovehiculul da conducatorului auto senzatia ca urmareste mai bine comenzile acestuia sporindu-i increderea - deasemenea in acest caz anvelopa induce mai putina frinare la inaintarea prin viraj a autovehiculului (datorita unghiului de deviatie mai mic) si pe cale de consecinta mai mult din puterea motorului poate fi folosita pentru accelerare decat pentru a invinge rezistenta la inaintare opusa de anvelope.)

Alti factori care influenteaza aderenta furnizata de anvelopa

Camber thrust - tractiunea indusa de unghiul de cadere

Efectul unghiului de cadere al rotii asupra formei zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare este exemplificat in figura urmatoare.



Atunci cand intr-o margine a rotii apasa o greutate mai mare decat in cealalta margine, forma zonei de contact devine trapezoidala asa cum se vede din figura.

Marginea de inceput a zonei de contact nu mai este perpendiculara pe directia de deplasare ci deja are o inclinare catre interiorul autovehiculului. Odata ce zona de contact nu mai are forma de dreptunghi cu latura din fata perpendiculara pe directia de mers ne putem astepta ca autovehiculul sa nu se mai deplaseze drept inainte ci pe o noua directie perpendiculara pe noua latura de inceput a zonei de contact (care acum a devenit trapezoidala). Roata tinde sa se deplaseze pe o directie spre interiorul sau spre exteriorul autovehiculului dupa cum caderea este setata negativa sau pozitiva. (Pare logic sa ne asteptam la acest lucru deoarece si atunci cand viram rotile si anvelopa preia un unghi de deviatie, directia pe care se deplaseaza autovehiculul este nu cea in care este orientata roata ci o directie determinate de orientarea zonei de contact.)

Motivul pentru care in cazul caderii directia pe care se misca autovehiculul nu se modifica este ca actiunea cauzata de una din roti este contracarata de actiunea celeilalte. (asta in cazul cand unghiurile de cadere sunt egale - poate ati experimentat situatia cand, odata ce ati luat mina de pe volan, autovehiculul trage intr-o parte - acest fenomen poate fi cauzat de inegalitatea dintre unghiurile de cadere ale rotilor de pe puntea fata a autovehiculului)

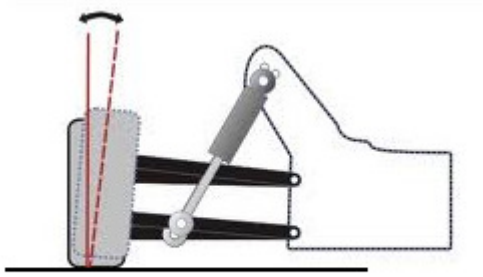
Daca o sa va uitati cu atentie la o roata cu un unghi de cadere mai mare (2 - 2,5 grade negativ) o sa observati ca talonul anvelopei este deformat si se ingusteaza in partea interioara a anvelopei in timp ce in partea exterioara talonul se deformeaza mai putin (se inalta raportat la situatia cand anvelopa nu avea nici un fel de unghi de cadere). Daca am masura distanta de la asfalt la marginea interioara a jantei si distanta de la asfalt la marginea exterioara a jantei si le-am compara am observa ca distanta din interior este mai mica decat distanta din exterior. Roata, in miscarea ei de rotatie nu mai are raza de rotatie de pe interiorul sau egala cu cea de pe exteriorul sau asa cum era in cazul cu unghiul de cadere zero. La o rotatie completa a rotii marginea sa interioara parcurge o distanta mai scurta un pic decat marginea ei exterioara; in felul acesta apare o tendinta a rotii de a imprima autovehiculului o traiectorie orientate spre interiorul acestuia desi volanul este orientat drept inainte. Aceasta tendinta este contracarata de cealalta roata care imprima un efect opus (una incearca sa vireze spre stinga si cealalta spre dreapta)

Se intampla exact ca si in cazul unei motociclete, aceasta vireaza prin simplul fapt ca roata se inclina spre interiorul virajului si in marginea interioara a zonei de contact a anvelopei cu solul raza de rotatie este mai mica decat in marginea exterioara a zonei de contact. Daca legati printr-o axa solida doua roti din care una este un pic mai mare decat alta iar apoi impingeti de axa aceasta nu se va deplasa drept inainte ci va descrie un viraj avind roata mai mica la interior. Se va deplasa drept inainte numai daca rotile sunt perfect egale. Exact acelasi fenomen se intampla in cazul unei anvelope care se roteste la un unghi diferit de 90 de grade fata de sol; putem gindi anvelopa ca fiind compusa din doua roti imaginare situate una in

marginea interioara a anvelopei si una in marginea exterioara a acesteia (interiorul si exteriorul se considera prin raportare la viraj).

Lucrurile spuse mai sus sunt valabile atata timp cat volanul este pe directia drept inainte pentru rotile de pe puntea fata sau in permanenta pentru rotile de pe puntea spate a unui autovehicul cu axa solida intre roti (cum era de exemplu la Dacia papuc cu tractiune spate). Pentru un autovehicul cu suspensie independenta pe puntea spate sau cand se vireaza volanul pentru orice tip de suspensie fata, printre altele se intampla si faptul ca, datorita ruliului la care este supus autovehiculul, unghiurile de cadere ale rotilor fata de sol se modifica in mod diferit la roata de pe interiorul virajului fata de cum se modifica la roata de pe exterior. Deci de-a lungul virajului actiunea lor nu mai este egala si nu se mai compenseaza una pe alta.

Rotile sunt legate de autovehicul printr-un brat superior si printr-un brat inferior care nu au lungimi egale.



Modificarea unghiului de cădere în funcție de ruliul autoveiculului

Ruliul autovehiculului trage de roti in mod diferit: de una trage in sus si de una trage in jos. Faptul ca bratele nu sunt egale face ca rotile sa fie trase mai mult in zona de actiune a bratului superior care este mai scurt. Aceasta tragere determina modificarea unghiului de cadere al rotilor in sensul ca la roata din interiorul virajului unghiul devine mai negativ decat era iar la roata din exteriorul virajului unghiul se modifica de la negativ spre zero (putind ajunge chiar pozitiv). Unul dintre motivele pentru care in competitii se folosesc suspensii cat mai rigide este pentru a contracara aceste modificari induse in geometria autovehiculului de transferul de mase la care acesta este supus mai ales in viraje.

Din cate imi dau eu seama camber thrust-ul are o influenta de-a lungul virajelor numai pentru motociclete, biciclete si in competitiile Nascar unde se folosesc masini cu punte rigida pe spate iar dat fiind ca circuitele ovale se parcurg numai in sensul invers acelor de ceasornic poti seta roata de pe interiorul virajului cu o cadere pozitiva iar roata de pe exteriorul virajului cu o cadere negativa si in felul acesta sa cumulezi doua forte care trag autovehiculul catre interiorul virajului.

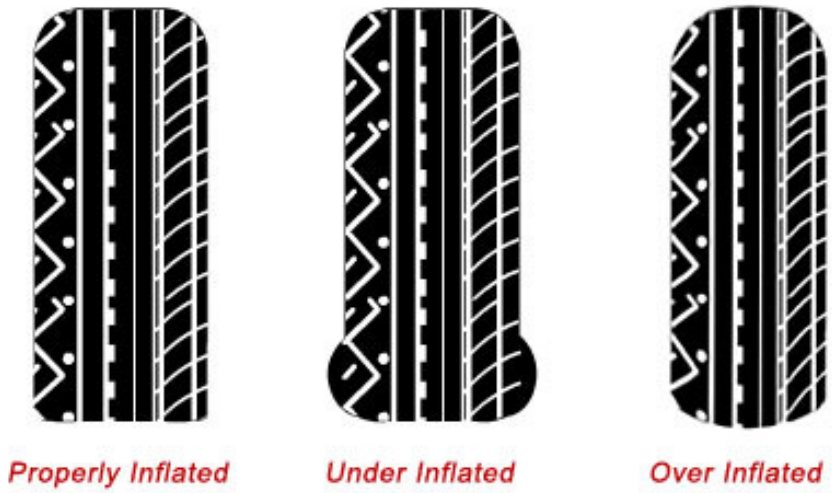
Pentru autovehiculele cu suspensie independenta nu vad un avantaj provenit din camber thrust. Faptul ca autovehiculelle sunt setate cu caderi negative la roti este numai pentru ca in viraje, cand asa cum am spus miscarea autovehiculului altereaza unghiurile

geometriei rotilor stabilite in regim stationar, rotile din exteriorul virajului catre care se transfera cea mai mare parte din masa autovehiculului si care deci conteaza cel mai mult pentru aderenta generala a autovehiculului sa ajunga de la o cadere negativa asa cum este setata ea in regim stationar la o cadere zero de-a lungul virajului si in felul acesta cu roata perpendicular pe sol sa asigure autovehiculului o arie maxima a suprafetei de contact dintre anvelopa si asfalt si in felul acesta o aderenta maxima. Se cauta obtinerea aderentei maxime pe viraj cu compromisul de a beneficia de o aderenta putin mai scazuta pe toate portiunile de linie dreapta unde unghiul de cadere setat rotilor duce la o mica scadere a ariei zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare.

Arta stabilirii unghiurilor de cadere negativa la roti in regim stationar consta in a le seta in asa fel incat in viraje rotile de pe exteriorul virajului sa fie prpendiculare pe sol si deci sa aiba caderea zero. Iar pentru asta trebuie ca si rotile de pe partea opusa sa fie setate la aceeasi cadere in regim stationar pentru ca altfel pe drum drept autovehiculul ar trage intr-o parte tocmai din cauza fenomenului de camber thrust de care am discutat.

Presiunea din anvelope

Presiunea din anvelopa este poate cea mai importanta variabila ce poate fi utilizata pentru a influenta comportamentul unei anvelope. In primul rind, asa cum am spus si mai inainte presiunea din anvelopa determina marimea ariei zonei de contact dintre anvelopa si suprafata de rulare. La o presiune mai mica avem o zona de contact mai mare si deci o aderenta mai buna.



In afara de aceasta o presiune mai mare in anvelopa rigidizeaza corpul acesteia pe janta si tot ansamblul janta anvelopa are un comportament mai ferm; daca ar fi sa comparam acelasi autovehicul in doua ipostaze odata cu anvelopele la o presiune putin mai ridicata decat

normal si odata la o presiune putin mai coborita decat normal in primul caz autovehiculul este mult mai agil, urmareste mult mai repede schimbarea de directie imprimata rotilor.

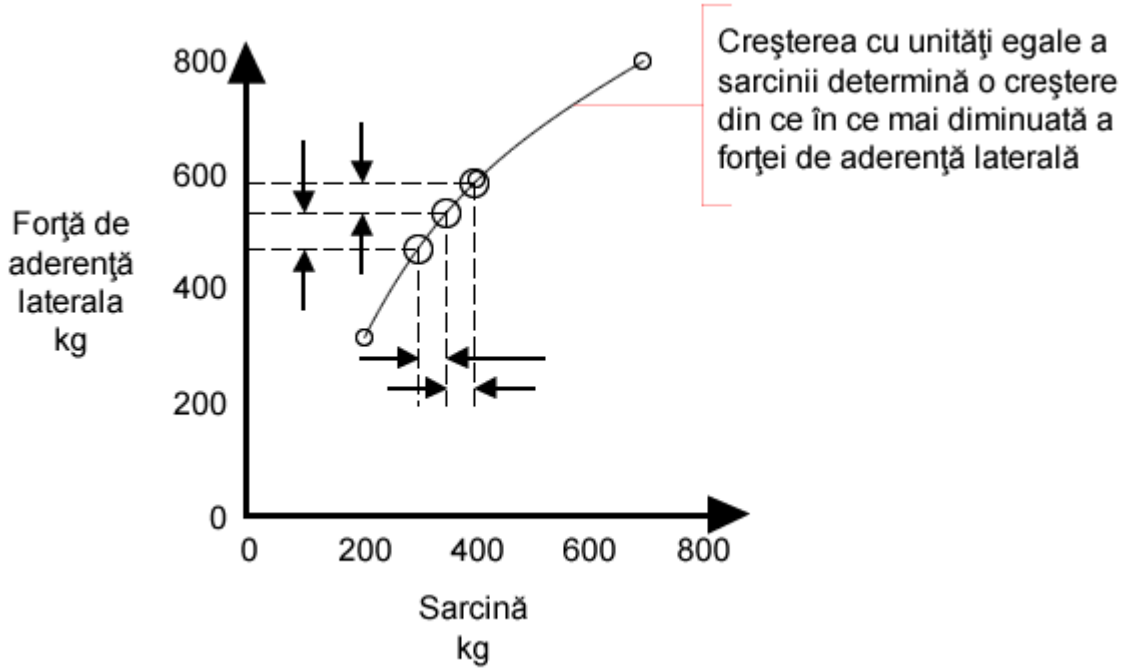
Anvelopele pot fi asemuite unor arcuri avind presiunea din interiorul lor ca factorul ce determina taria arcului. Calatoria cu un autovehicul cu rotile umflate mai tare este mai putin confortabila, acesta are o tendinta mai pronuntata de a sari pe deasupra denivelarilor de pe drum iar cand anvelopa nu se afla in contact cu suprafata de rulare, chiar daca e pentru foarte scurt timp, nu se poate controla directia de deplasare a acestuia.

Pare logic sa deducem ca o carcasa a anvelopei mai rigida se va torsiona mai greu si unghiul de deviatie obtinut pe viraj va fi mai mic decat intr-un caz identic dar cu singura diferenta ca presiunea din anvelope e mai mica. Dupa un anumit unghi de deviatie anvelopa mai degraba va rupe aderenta cu suprafata de rulare si va derapa pe deasupra acesteia decat sa se torsioneze mai mult si sa genereze o forta de aderenta laterala mai mare. O anvelopa umflata mai putin se va deforma cu mai multa usurinta si va fi in permanenta intr-un contact mai bun cu suprafata de rulare; vom putea genera unghiuri de deviatie mai mari si deci o aderenta laterala mai mare. Singura problema e ca vine un moment cand o presiune mai mica genereaza o crestere a temperaturii de lucru a anvelopei peste domeniul optim si are ca efect scaderea aderentei generate de anvelopa si uzarea pronuntata a acesteia. Arta consta in a gasi presiunea minima (la cald) care sa mentina anvelopa in domeniul optim de lucru pe durata intregii curse. Apoi trebuie vazut ce presiune trebuie setata cand autovehiculul e stationat si anvelopele sunt reci in asa fel incat atunci cand acestea se incalzesc (si aerul din anvelopa se dilata marind presiunea din anvelopa) sa se ajunga exact la presiunea optima in care anvelopa dezvolta aderenta maxima fara sa se supraincalzeasca si sa se uzeze pronuntat.

Dezavantajul in cazul mersului cu presiune mai redusa este ca anvelopa nu va raspunde asa prompt schimbarii de directie la intrarea in viraj. Va trebui asteptat un timp putin mai lung dupa ce am virat de volan decat intr-un caz identic numai cu diferenta ca rotile erau umflate un pic mai tare.

Efectul cresterii sarcinii asupra comportamentului anvelopelor

Forta de aderenta laterala dezvoltata de o anvelopa creste odata cu cresterea sarcinii care se aplica asupra ei dar nu direct proportional cum ar creste daca s-ar aplica legea frecarii prin alunecare cunoscuta din mecanica clasica. Forta de aderenta laterala creste cu o rata mai mica decat cea a cresterii sarcinii care se aplica asupra anvelopei.



Sa facem o comparatie intre doua ipostaze diferite intre care se poate afla un autovehicul: odata cand are numai soferul la bord si celalalt caz cand autovehiculul are soferul plus inca 4 pasageri la bord (restul conditiilor sunt identice)

Asa cum am spus mai inainte aderenta maxima se obtine atunci cand anvelopa este umflata la presiunea minima (adica la aria maxima a suprafetei de contact cu solul) la care anvelopa nu se incalzeste peste temperature optima de rulare. (Este normal ca in acest caz ipotetic luam in calcul sarcina la care autovehiculul va rula - adica una va fi presiunea minima de rulare la aderenta maxima in cazul in care autovehiculul ruleaza numai cu conducatorul auto la bord si alta va fi in cazul in care mai urca inca 4 pasageri la bord; in ultimul caz va trebui sa mai umflam putin rotile pentru ca daca le-am lasa asa ele s-ar deforma datorita greutatii suplimentare care apasa asupra lor un pic mai mult decat in primul caz si acest lucru ar avea ca efect cresterea temperaturii de lucru peste optimul la care este asigurata aderenta maxima). Va este clar ca in realitate nimeni nu sta sa regleze presiunea dupa sarcina pe care o suporta autoturismul in fiecare caz particular in parte; se foloseste o presiune care sa faca fata unor conditii mai variate de exploatare cu sacrificarea aderentei pentru o gama larga de situatii. Deci, am modificat presiunea in cazul cu 5 persoane la bord, am crescut-o in asa fel

incat aria suprafetei de contact dintre anvelopa si sol a ramas aceeasi. Dar in acest din urma caz, forta centrifuga care va actiona asupra autovehiculului va fi mai mare la aceeasi viteza de rulare printr-un viraj de raza egala deoarece este proportionala cu masa autovehiculului iar aceasta a crescut. Ar trebui ca simplul fapt ca asupra anvelopei apasa mai multe kilograme sa faca ca aderenta acesteia la sol sa creasca astfel incat sa compenseze cresterea fortei centrifuge insa in realitate acest lucru nu se intampla intocmai asa.

Desi aria suprafetei de contact cu solul este aceeasi in ambele cazuri studiate numarul de kilograme care apasa pe unitatea de suprafata este mai mare in cel de-al doilea caz pentru ca mai sunt aproximativ 300 de kg in plus care se repartizeaza si ele. Apasarea suplimentara generate de ele ar trebui sa mareasca aderenta la sol si, o si face, dar la o rata mai mica.

Explicatia este urmatoarea: Cum am mai spus aici nu se aplica legea frecarii din mecanica clasica. Acolo daca sarcina creste si forta de frecare creste direct proportional cu aceasta. In cazul discutat aici forta de frecare dintre anvelopa si suprafata de rulare are o componenta care creste direct proportional cu sarcina care apasa asupra ei. Cu cat mai multe kilograme apasa asupra anvelopei cu atat mai mult ea este apasata si fortata sa se plieze printre micile asperitati existente in zona de contact a suprafetei de rulare. Anvelopa este elastica si odata cu cresterea temperaturii aceasta devine si mai elastica dar elasticitatea ei nu creste la infinit. Se ajunge la un moment dat ca oricat de mare ar fi greutatea care apasa asupra ei, ea sa nu patrunda mai mult in asperitatile aflate sub ea. Exista o limita pana la care copiaza asperitatile de sub ea; nu le poate copia perfect dar mai ales nu exista o relatie de proportionaliatate perfecta intre greutate si gradul de penetrare a cauciucului din anvelopa in asfalt; raportul penetrare/greutate este cu atat mai bun cu cat greutatea este mai mica, pe masura ce greutatea creste penetrarea nu poate tine pasul cu ea, creste dar la o rata mai mica. Aderenta mecanica generata de gradul de penetrare a anvelopei in asperitatile din asfalt are astfel o crestere la o rata mai mica decat cea a sarcinii ce o genereaza.

In plus forta de aderenta laterala mai este determinata si de forta de adeziune dintre moleculele de cauciuc si cele de asfalt care apar in zona de contact dintre cele doua suprafete. Cu cat sarcina pe anvelopa este mai mare si penetrarea este mai buna cu atat suprafata de contact dintre anvelopa si asfalt creste. Daca suprafata de contact creste, creste si numarul de molecule dintr-o suprafata si dintr-alta care adera unele la altele. Dar anvelopa e din cauciuc nu din plastilina, ea copiaza suprafata pe care ruleaza dar nu o face in proportie de 100%. Proportia in care o face creste odata cu sarcina care apasa pe anvelopa dar nu direct proportional ci la o anumita rata asa cum este exemplificata in graficul de mai sus. Pe masura ce anvelopa se incalzeste gradul in care anvelopa penetreaza asperitatile din suprafata de rulare creste independent de sarcina. Orice pilot stie ca o anvelopa odata ajunsa in jurul temperaturii de 90 de grade Celsius ofera o aderenta mult mai buna decat atunci cand se afla la temperatura mediului ambiant. Acest lucru se intampla nu numai pentru ca anvelopa se inmoaie si se muleaza mai bine pe asperitaile din suprafata de rulare dar si adeziunea dintre particulele dintre cele doua suprafete este mai puternica.

Odata ce temperatura anvelopei depaseste zona optima, aderenta generata de aceasta scade. Acest lucru se intampla deoarece la temperaturi mari, desi legatura de adeziune dintre o particula de cauciuc si una de asfalt ramine la fel de puternica, solicitarea mecanica la care eate supusa particula de cauciuc face ca aceasta sa se rupa de pe corpul anvelopei si astfel sa nu mai asigure nici o forta de tractiune. Incalzirea anvelopei peste o limita face ca legaturile dintre particulele de cauciuc sa slabeasca si chiar daca particula ramine aderenta la suprafta de asfalt ea cedeaza solicitarii mecanice generate de tractiunea exercitata de motor la roata si se rupe de corpul anvelopei.

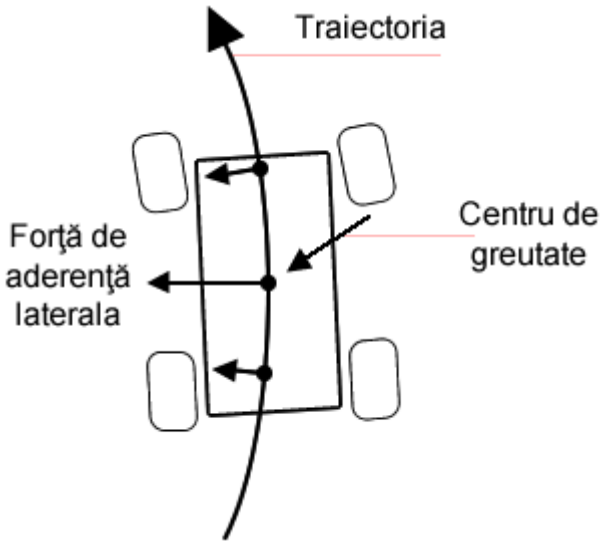
Fata de cele discutate mai sus, in realitate autovehiculele ruleaza preponderant la o anumita presiune, independent de sarcina. Nu sta nimeni sa regleze presiunea de fiecare data. In acest caz diferentele generate de variatia de sarcina in comportamentul autovehiculului sunt si mai mari.

Sa presupunem ca avem un autovehicul care are o presiune optima recomandata de producator pentru cazul cand se afla doua persoane la bord si urcam inca trei personae la bord fara sa facem nici o ajustare de presiune. In acest caz, imediat aria suprafetei de contact se mareste lucru care pare a fi bun la prima vedere. Dar talonul anvelopei s-a deformat mai mult in acest din urma caz si anvelopa se va incalzi mai tare in timpul rularii.

Apoi sa cercetam mai cu atentie ce se intampla cu aria suprafetei de contact; aria creste dar nu creste latimea acesteia care e limitata la latimea constructiva a anvelopei, ci creste lungimea acesteia. In cazul cu o sarcina mai mare avem deci o zona de contact mai lunga decat in cazul sarcinii mai mici.

In cazul unui viraj, anvelopa lucreaza la un unghi de deviatie fata de directia in care este indreptata janta. Asa cum am explicat cand am vorbit de anvelope late versus anvelope inguste, la acelasi unghi de deviatie a anvelopei, in cazul unei arii de contact mai lungi avem o zona mai mare care pierde aderenta decat in cazul unei arii de contact mai scurte. Asta pentru ca, in functie de unghiul de deviatie, derapajul anvelopei pe suprafata de rulare incepe de la o distanta egala fata de marginea de inceput a zonei de contact iar daca ariile de contact sunt la fel de late inseamna ca zona aflata in derapaj este mai mare in cazul zonei de contact mai lungi. Chiar daca aria suprafetei de contact este mai mare in cazul autovehiculului cu sarcina mai mare o parte mai mare din aceasta se afla in derapaj (in cazul unui viraj) decat in cazul autovehiculului cu sarcina mai mica. In termeni relativi, autovehiculul cu sarcina mai mica beneficiaza de o aderenta mai buna pentru ca desi aria zonei de contact este mai mica, in cazul sau, o parte mai mare din ea ramine in contact cu suprafta de rulare.

Balansul si controlul autovehiculului



In figura de mai sus este reprezentat schematic un autovehicul aflat in viraj si fortele ce actioneaza asupra lui. Forta de aderenta laterala este compusa din forta de aderenta aferenta rotilor de pe puntea fata si forta de aderenta aferenta rotilor de pe puntea spate. Rezultanta lor actioneaza in centrul de greutate al autovehiculului si se opune fortei centrifuge care tinde sa tina autovehiculul pe traiectoria dreapta avuta inainte de viraj. Pentru ca autovehiculul sa se deplaseze in echilibru pe traiectoria circulara adecvata virajului respectiv trebuie nu numai ca fortele de aderenta laterala si cele centrifuge aferente celor doua punti sa se contracareze una pe alta dar si produsul dintre forte si bratul lor pentru puntea fata sa fie egal cu produsul dintre forte si bratul lor pentru puntea spate. Daca aceste produse nu sunt egale autovehiculul gireaza in jurul centrului sau de greutate pana cand echilibrul se produce din nou. Spunem despre el ca subvireaza sau supravireaza spre deosebire de cazul cand momentele celor doua punti sunt in echilibru permanent si autovehiculul are un comportament neutru.

Forta centrifuga ce actioneaza asupra unui autovehicul aflat in virare este dependenta de masa autovehiculului, viteza de deplasare si raza virajului.Primordial pentru a avea o forta centrifuga ce actioneaza asupra autovehiculului este sa avem o forta de aderenta laterala la roti care sa-i imprime o traiectorie circulara de o anumita raza. Deci marimea unghiului de deviatie determina raza de virare si in acest fel forta centrifuga care actioneaza asupra autovehiculului (masa autovehiculului este constanta si viteza o consideram data - viteza potrivita de abordare a acelui viraj). Odata rotit volanul apare un unghi de deviatie la anvelopele de pe puntea fata apoi prin rigiditatea sasiului se transmite un unghi de deviatie si catre anvelopele puntii spate iar asupra autovehiculului incepe sa actioneze o forta centrifuga proportionala cu masa autovehiculului, cu patratul vitezei de deplasare si invers proportionala cu raza de virare.

Balansul autovehiculului inseamna modificarea de catre pilot a acestor parametri pentru a se obtine controlul dorit asupra lui. Asa cum am discutat exista mult mai multi factori care intra in calcul pentru obtinerea celei mai bune aderente posibile pe un viraj dar mare parte dintre ei nu pot fi controlati in aceasta faza. Nu se poate interveni pe viraj si sa se seteze presiunea optima, nu se poate creste sau scadea temperatura anvelopei instantaneu, nu se pot modifica unghiurile de cadere, convergenta sau fuga. Aceste lucruri trebuiau facute mai inainte (inclusiv alegerea celor mai bune anvelope). Pe parcursul unui viraj se poate interveni doar asupra razei de virare prin rotirea mai mult sau mai putin a volanului; aspra vitezei de deplasare prin apasarea pedalei de frina sau de acceleratie; asupra masei totale nu se poate interveni dar se poate doza mai multa masa pe puntea fata sau pe puntea spate, tot din pedala de frina sau din acceleratie. Dupa cum se vede actionarea pedalei de frina sau de acceleratie are un dublu efect si asupra masei si asupra vitezei de deplasare. Mai mult decat atat, modificarile operate asupra vitezei de deplasare au o influenta mult mai mare asupra comportamentului autovehiculului deoarece forta centrifuga se modifica functie de patratul vitezei de deplasare. Un caz mai aparte este cel in care se apasa pedala de acceleratie doar atat cat sa invinga forta de rezistenta la inaitare pe care o intimpina autovehiculul pe viraj si sa pastreze o viteza constanta a acestuia; repartizarea maselor pe cele doua punti va fi deasemenea pastrata constanta in acest caz. Daca in acest caz si unghiurile de deviatie inregistrate la rotile de pe puntea fata sunt egale cu cele inregistrate la rotile de pe puntea spate autovehiculul are un comportament perfect neutru; s-a setat o traiectorie din volan corespunzatoare virajului care se abordeaza, rotile de pe puntea fata au preluat unghiul de deviatie dorit iar rotile de pe puntea spate preiau un unghi egal si calca exact pe traiectoria pe care o au rotile fata. Spre deosebire de acest caz, la subvirare rotile de pe puntea spate au un unghi de deviatie mai mic si calca pe o tratectorie situata mai spre interiorul virajului decat cea urmata de rotile de pe puntea fata. In cazul supravirarii rotile de pe puntea spate au un unghi de deviatie mai mare decat cele de pe puntea fata si calca pe o traiectorie situata mai spre exteriorul virajului decat rotile din fata. Comportamentul subvirator, supravirator sau neutru este mai mult determinat de parametrii constructivi ai autovehiculului dar poate fi si indus de conducatorul acestuia.

De exemplu in cazul discutat anterior cu autovehiculul care se deplaseaza cu viteza constanta pe viraj la unghiuri de deviatie egale pe ambele punti daca pe masura ce apasam mai mult pedala de acceleratie unghiurile de deviatie inregistrate la cele doua punti ramin egale atunci avem un comportament total neutru - probabil este vorba de un autovehicul cu motorul amplasat central si cu centrul de greutate cat mai jos si cat mai in centrul sau. Daca la accelerare unghiul de deviatie de pe puntea spate creste mai mult decat unghiul de deviatie de pe puntea fata (pentru ca masa de pe puntea spate a autovehiculului este mai mare decat masa de pe puntea fata si corespunzator forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii spate este mai mare decat cea corespunzatoare puntii fata - viteza fiind egala pentru ambele punti iar raza fiind la inceput egala pentru ambele punti dar mai apoi incepind sa fie mai mare

pentru puntea spate decat cea de pe puntea fata) intram intr-un comportament supravirator. Pentru a corecta acest tip de comportament se revine cu volanul aproape de pozitia drept inainte (pentru a se mari si raza de virare de pe puntea fata si a se obtine o traiectorie cu raze de virare egale pe ambele punti, situatie in care autovehiculul este mai usor de controlat) sau chiar se contrabracheaza volanul. Acest tip de comportament se inregistreaza in cazul autovehiculelor cu motorul si tractiunea in spate si care din acest motiv sunt mult mai grele pe puntea spate.

Daca la accelerare se observa ca autovehiculul nu se mai inscrie pe viraj ci are o tendinta de a iesi inspre inafara lui inseamna ca unghiul de deviatie la rotile de pe puntea fata incepe sa se mareasca; prin marirea unghiului de deviatie de pe rotile fata raza de virare in cazul puntii fata s-a marit fata de raza de virare inregistrata in cazul puntii spate. Marindu-se raza de virare in cazul puntii fata inseamna ca forta centrifuga a scazut pana la nivelul la care a putut fi din nou echilibrata de forta de aderenta laterala maxima ce poate fi dezvoltata de aceasta punte. Acest tip de comportament se inregistreaza la autovehiculele la care motorul si tractiunea sunt in fata si din acest motiv cea mai mare parte din greutatea autovehiculului apasa pe puntea fata. Lucrurile se intampla insa putin deferit decat in cazul supravirarii. In cazul supravirarii la apasarea pedalei de acceleratie apare un transfer suplimentar de greutate de pe puntea fata catre puntea spate care si asa este destul de grea. Intr-o prima faza (pana sa se exercite vreo corectie din volan) descarcarea puntii fata inseamna o forta centrifuga mai mica care actioneaza asupra acesteia si deci o torsiune mai mica care se aplica talonului anvelopelor puntii fata, deci unghiul de deviatie scade un pic; incarcarea suplimentara a puntii spate inseamna o forta centrifuga mai mare care actioneaza asupra acesteia, o torsiune mai mare a talonului anvelopelor si un unghi de deviatie mai mare. Deci in cazul supravirarii marirea fortei centrifuge ce actioneaza asupra puntii spate determina marirea unghiului de deviatie.

In cazul subvirarii la apasarea pedalei de acceleratie o parte din greutatea ce apasa asupra puntii fata se transfera catre puntea spate. (trebuie tinut cont ca atunci cand masa care apasa asupra unei anvelope creste, forta de aderenta laterala dezvoltata de ea creste si ea dar nu direct proportional ci conform graficului de la pagina 45) Cresterea greutatii care apasa asupra anvelopei determina o penetrare mai buna a acesteia in asperitatile din asfalt dar aceeasi crestere de greutate determina si o crestere a fortei centrifuge care actioneaza pe puntea respectiva, deci o torsionare suplimentara a talonului anvelopei si deci functionarea acesteia la un unghi de deviatie mai mare unde asa cum am vazut forta de aderenta laterala incepe sa scada de la un anumit unghi de deviatie incolo. Subvirarea nu apare in aceasta situatie (adica prin apasarea pedalei de acceleratie) decat daca autovehiculul este accelerat intr-o asa de mare masura incat rotile de pe puntea fata pierd aderenta laterala.

Cel mai adesea subvirarea apare cand autovehiculul (cu motor si tractiune pe fata) intra cu o viteza prea mare in viraj si forta centrifuga este mai mare (datorita vitezei mari) decat forta de aderenta laterala ce poate fi dezvoltata de anvelopele de pe puntea fata. Sau chiar

daca viteza nu este mai mare decat trebuie, autovehiculul se frineaza violent si o mare parte din masa acestuia se transfera pe puntea fata si mareste forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii fata (prin marirea factorului masa) peste limita de aderenta care poate fi dezvoltata de anvelope. Cel mai adesea subvirarea apare dintr-o combinatie a celor doua cazuri descrise mai sus. Subvirarea se corecteaza cel mai usor prin rotirea volanului inapoi spre pozitia drept inainte pana ce raza de virare a fost marita in asa masura incat forta centrifuga ce trage asupra puntii fata scade sub nivelul de aderenta ce poate fi furnizata de anvelopele acestei punti. Deschiderea volanului se poate face daca este suficient loc pe drum astfel incat sa nu se iasa de pe el sau daca nu vine ceva de pe contrasens. Daca deschiderea volanului nu mai este posibila se poate incerca accelerarea autovehiculului nu in sensul de a-i mari viteza ci in sensul de a transfera ceva masa de pe puntea fata catre puntea spate. In nici un caz n-ar trebui frinat intr-o atare situatie pentru ca nu ar face decat sa inrautateasca lucrurile; la fel stau lucrurile si cu rotirea suplimentara a volanului in sensul de a vira mai mult (micsorindu-se raza de virare se mareste forta centrifuga ce actioneaza asupra puntii fata, care si asa nu este echilibrata momentan de aderenta furnizata de anvelope)

Consecintele inegalitatii dintre unghiurile de deviatie ale celor doua punti

Spunem despre un autovehicul ca este echilibrat atunci cand unghiul de deviatie de la rotile de pe puntea fata este egal cu unghiul de deviatie de la rotile de pe puntea spate. Masina are o traiectorie in care rotile spate merg pe urma rotilor fata. Cand un autovehicul se afla in subvirare sau supravirare rotile de pe una din punti lucreaza la un unghi de deviatie mai mic decat rotile de pe cealalta punte consecinta fiind ca nu se genereaza forta de aderenta totala care ar putea fi maxim disponibila. Este rolul pilotului sa manevreze de asa maniera comenzile autovehiculului in asa fel incat sa se deplaseze prin viraj cu unghiuri de deviatie cat mai apropiate intre cele doua punti. Mai mult, in cazul subvirarii, unghiul de deviatie mai mare dezvoltat de anvelopele de pe puntea fata infrineaza inaintarea autovehiculului prin viraj, mai mult decat in cazul in care unghiul de deviatie la roti ar fi mai mic.

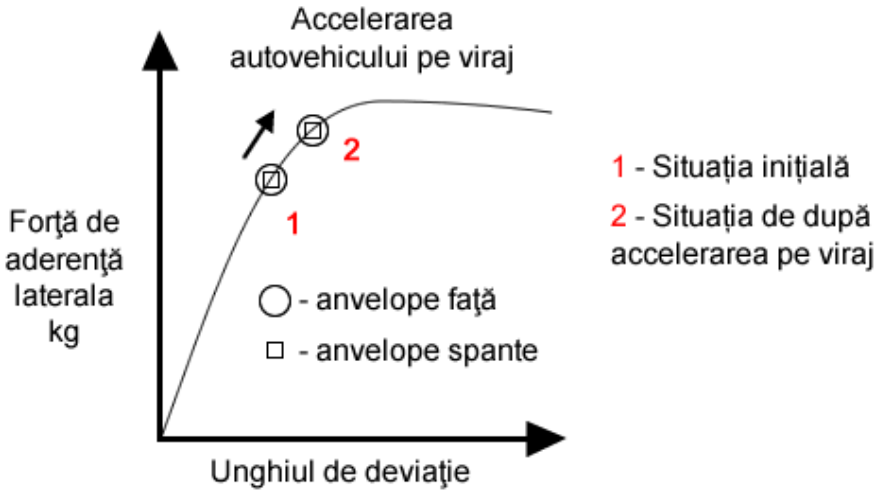
Vreau sa remarc acest aspect deoarece desi orice setare a unui autovehicul ar trebui sa-l aduca pe acesta cat mai aproape de un comportament neutru, exista multi piloti care-l seteaza catre un comportament putin subvirator. Comportamentul putin subvirator infrineaza autovehiculul pe viraj, asa cum am mai spus, insa e preferat cateodata pentru ca permite o mai mare marja de siguranta prin viraj. Fiind astfel setat este mult mai putin probabil pentru un autovehicul sa intre in supravirare decat daca ar fi setat neutru. Un autovehicul setat neutru poate sa intre in supravirare daca este accelerat peste o anumita limita prin viraj sau daca s-a abordaat virajul cu o viteza mai mare decat cea limita (transferul de masa de pe

puntea fata catre puntea spate dezechilibreaza fortele de aderenta care erau egale inainte de accelerarea autovehiculului).

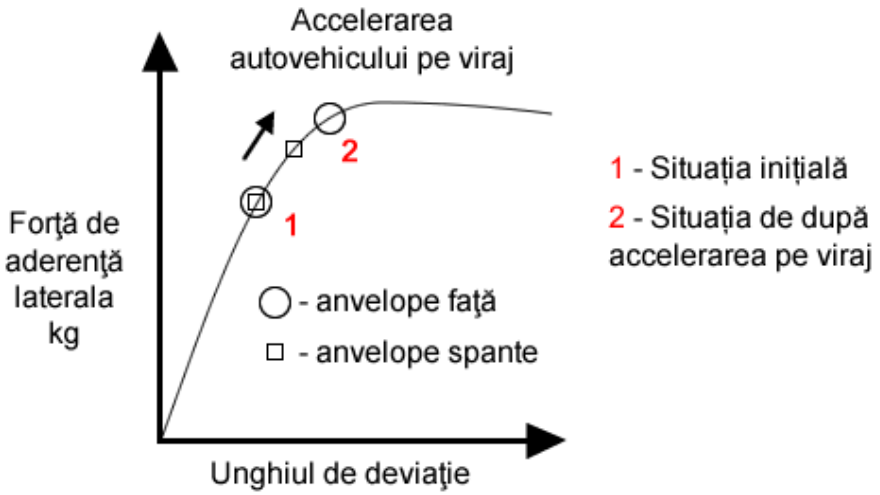
In schimb, pilotii care-si seteaza autovehiculele cat mai aproape de un comportament neutru pot cistiga cateva fractiuni de secunda pe tur daca stau aproape de limita si fara sa intre in supravirare.

Graficele unghirilor de deviatie pe fiecare punte in parte pentru cele 3 cazuri:

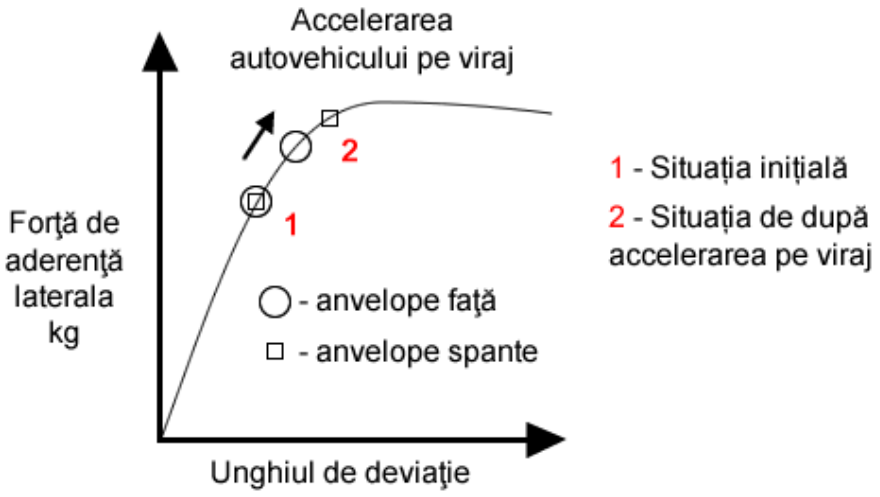
- subvirare
- supravirare
- comportamnet neutru.



In cazul comportamentului neutru odata cu accelerarea autovehiculului pe viraj se produce o marire de aceeasi amplitudine a unghiurilor de deviatie de pe cele doua punti. Si anvelopele de pe puntea fata si cele de pe puntea spate vor avea unghiuri de deviatie mai mari, vor produce o forta mai mare de aderenta laterala, dar vor ramine pe o traiectorie comuna.



In cazul cand la intrarea pe viraj autovehiculul subvireaza rotile de pe cele doua punti nu mai urmeaza o traiectorie comuna. Unghiul de deviatie pe rotile de pe puntea fata este mai mare decat cel al rotilor de pe puntea spate. Marirea unghiului de deviatie inseamna de fapt cresterea diferentei dintre directia in care roata e orientata si directia in care roata se deplaseaza. In cazul subvirarii prin simpla accelerare, pozitia volanului raminind aceeasi, unghiul de deviatie creste deci creste unghiul dintre directia in care este indreptata roata (inspre viraj) si directia inspre care ea se deplaseaza efectiv (3 - 5 grade mai inspre in afara virajului decat directia pe care se roteste janta). Cresterea acestui unghi se resimte de cel de la volan ca o tendinta a autovehiculului de a se vira mai putin, de a trage inspre exteriorul virajului in loc sa traga spre interiorul virajului. Reflexul e de a roti mai mult de volan in directia virajului. Rotirea volanului inspre viraj micsoreaza raza de virare pe care o urmeaza autovehiculul si drept urmare creste forta centrifuga care actioneaza asupra acestuia. Cresterea fortei centrifuge trebuie echilibrata de o crestere a unghiului de deviatie a caii de rulare a rotii fata de directia in care este indreptata janta. Dupa cum se vede din grafic, cresterea de aderenta laterala odata cu cresterea unghiului de deviatie nu se intampla la infinit. La un moment dat forta de aderenta laterala incepe sa creasca mai putin si apoi chiar sa scada odata cu cresterea unghiului de deviatie. Deci dupa ce am rotit volanul inspre viraj in asa masura incat am atins unghiul de deviatie corespunzator aderentei maxime, orice virare suplimentara a volanului nu va mai avea nici un efect pozitiv, ba din contra.Din fericire, asa cum am mai aratat, exista o modalitate prin care putem simti de la volan cand s-a atins unghiul de deviatie maxim si continuarea virarii volanului nu ar face decat sa inrautateasca lucrurile; este momentul cand incepem sa simtim o micsorare a rezistentei opusa de volan la rotirea inspre viraj. Acesta este un semnal ca rotile incep deja sa piarda aderenta si aceasta pierdere de aderenta se resimte ca o usurare a efortului cerut pentru a vira volanul. Cel mai intelept lucru de facut este sa raminem cel mult in acea pozitie cu volanul. Sau daca e o situatie limita, trebuie indreptat volanul cat de mult se poate si apoi frinat si redus viteza pana cand se poate vira din nou volanul si aborda virajul cu noua viteza (mai mica) la care s-a ajuns.



Daca la accelerarea autovehiculului rotile de pe puntea spate ajung la unghiul maxim de deviatie inaintea rotilor de pe puntea fata avem fenomenul de supravirare. Marirea unghiului de deviatie al rotilor spate comparativ cu rotile fata are ca efect iesirea spatelui autovehiculului inspre exteriorul virajului ceea ce face ca acesta sa se inscrie mai bine in viraj. Problema e ca aceasta miscare nu este intotdeauna controlabila si se poate intampla ca spatele autovehiculului sa se roteasca dintr-o data prea mult sau prea violent inspre exterior si sa scape de sub controlul pilotului.

In concluzie: cresterea graduala a unghiului de deviatie al unei anvelope are o legatura directa cu cresterea aderentei laterale furnizata de anvelopa pana la un punct. Se ajunge in situatia in care unghiul de deviatie dezvoltat de o anvelopa atinge un maxim la care furnizeaza forta de aderenta laterala maxima (acest unghi maxim depinde de tipul constructiv al anvelopei si poate fi intre 5 si 10 grade) Dupa atingerea acestui unghi forta laterala dezvoltata de anvelopa nu mai creste. Problema suplimentara care apare este ca nu intotdeauna unghiul de deviatie de pe rotile puntii fata evolueaza in acelasi fel cu cel al rotilor puntii spate. Daca s-ar intampla asa comportamentul unui autovehicul ar fi foarte predictibil. Chiar daca la un moment dat avem un autovehicul care vireaza cu unghiuri de deviatie egale pe ambele punti asta nu inseamna ca daca frinam sau acceleram acel autovehicul pe viraj unghiurile de deviatie de pe cele doua punti vor varia in acelasi fel si vor avea o traiectorie comuna. Cel mai adesea se intampla ca daca frinam un autovehicul pe viraj intram cu acesta intr-un comportament subvirator iar daca il acceleram intram cu el intr-un comportament supravirator. Traiectoriile rotilor de pe puntea fata nu mai coincid cu cele ale rotilor de pe puntea spate si trebuie efectuate corectii din volan (si nu numai) pentru pastrarea directiei avute anterior. Iar cand lucrurile se intampla foarte repede, trebuiesc abilitati pentru a face acest lucru cu succes.

Idealul ar fi ca mai tot timpul un autovehicul sa opereze cu ambele punti simultan la unghiul de deviatie maxim care totodata corespunde cu forta de aderenta maxima pe care o poate dezvolta anvelopa. In felul acesta autovehiculul se poate deplasa cu viteza maxima pe viraj. Daca una dintre punti are un unghi de deviatie mai mic decat cealalta, acea punte furnizeaza o forta de aderenta laterala mai mica (acest lucru nu este intrutotul adevarat; am simplificat pentru a trage o concluzie - de exemplu daca anvelopele de pe cele doua punti sunt de latimi diferite este logic ca ele vor dezvolta forte de aderenta laterala diferite la acelasi unghi de deviatie) decât ar putea s-o facă.

Tinind cont de parametrii constructivi ai autovehiculului, egalizarea unghiurilor de deviatie la care ruleaza cele doua punti se poate face de pilot, prin intermediul comenzilor pe care le are la dispozitie, cu un grad mai mic sau mai mare de succes. Cum am spus, in afara de caracteristicile constructive ale autovehiculului un rol importanta il joaca si abilitatile pilotului.

Controlul autovehiculului la limita

Vroiam sa scriu si despre asta ceva teorie dar apoi m-am gindit ca mai bine mergeti la o scoala de pilotaj sau, si mai bine, va cumparati un kart :)