



Universitatea *Transilvania* din Brașov

TEZĂ DE ABILITARE
REZUMAT

Titlu: **Optimizarea Aerodinamică a Automobilelor**

Domeniul: **Inginerie Mecanică**

Autor:Dr ing. Angel HUMINIC
Universitatea Transilvania din Brașov

BRASOV, 2016

Rezumat

OPTIMIZAREA AERODINAMICĂ A AUTOMOBILELOR

Lucrarea abordează un domeniu de cercetare ce se încadrează în preocupările inginerilor din domeniul construcției de automobile pentru a asigura o curgere optimă în jurul caroseriilor, esențială pentru reducerea rezistenței la înaintare a automobilelor și implicit pentru reducerea consumului de combustibil. După o perioadă în care eforturile proiectanților au fost concentrate asupra formei exterioare a caroseriei, recent, atenția acestora se îndreaptă tot mai mult asupra geometriei structurii inferioare a în vederea asigurării unei curgeri optime și pe sub vehicule, aceasta fiind în prezent principala direcție de cercetare din domeniul aerodinamicii automobilelor.

În acest sens, în teză sunt prezentate rezultatele studiilor proprii referitoare la influența geometriei inferioare asupra caracteristicilor aerodinamice ale automobilelor, precum și la rolul structurilor aerodinamice auxiliare. Modul de rezolvare al problemelor abordate e unul modern, fiind utilizate în cercetare atât metodele clasice, respectiv cele experimentale și teoretice, cât și metode moderne, de analiză a curgerii aerului în jurul caroseriilor de automobile în medii virtuale, utilizând facilitățile unui soft CFD.

În prima parte a lucrării sunt expuse pe scurt principalele noțiuni de aerodinamica autovehiculelor, în concordanță cu studiile efectuate și prezentate în capitolele următoare.

Capitolul 1.2 este dedicat studiului teoretic al interacțiunii dintre autovehicule și calea de rulare. Este prezentată o metodă analitică originală de evaluare a interacțiunii aerodinamice dintre automobile și calea de rulare, prin descompunerea rezistenței la înaintare (F_x) a autovehiculelor în două componente

$$F_x = F_{x_{ext}} + F_{x_{inf}}$$

unde $F_{x_{ext}}$ este forța de rezistență la înaintare determinată de interacțiunea curentului de aer cu suprafețele exterioare (laterale și superioare ale autovehiculului), având debitul Q_{ext} ,

$F_{x_{inf}}$ reprezintă forța de rezistență la înaintare determinată de curgerea aerului pe sub vehicul, în spațiul modelat ca ajutoraj Venturi (convergent – divergent) determinat de suprafața geometriei inferioare a vehiculului și calea de rulare, având debitul Q_{inf} în secțiunea caracteristică $b \times h$.

Considerând o curgere omogenă în secțiunea caracteristică $b \times h$ a ajutorajului, pentru cea de a două componentă a fost determinată analitic următoarea relație

$$F_{x_{inf}} = \zeta_{inf} b h \frac{\rho v^3}{2 v_{\infty}}$$

unde ζ_{inf} este coeficientul de rezistență aerodinamică a geometriei inferioare
 v este viteza medie a aerului prin secțiunea minimă a ajutorajului.

De asemenea, sunt propuși indicatori adimensionali de evaluare ai interacțiunii aerodinamice autovehicul – cale de rulare

- $K_{F_{xinf}}$ coeficient ce reprezintă participația forței generate prin curgerea inferioară a aerului la rezistența aerodinamică globală a vehiculului, relația,
- $K_{Q_{inf}}$ coeficient ce reprezintă participația debitului ce curge pe sub vehicul, la debitul total dislocat de automobil
- c_{xinf} coeficientul (echivalent) de rezistență aerodinamică la curgerea aerului pe sub geometria inferioară a automobilului.

$$K_{F_{xinf}} = \frac{F_{xinf}}{F_x} = \frac{\zeta_{inf}}{c_x} \frac{b h}{A} \left(\frac{v}{v_\infty} \right)^3,$$

$$K_Q = \frac{Q_{inf}}{Q},$$

unde (ζ_{inf}/c_x) este rezistența relativă,
 $(b h/A)$ este aria relativă,
 (v/v_∞) reprezintă viteza relativă.

Astfel c_{xinf} poate fi exprimat cu relația

$$c_{xinf} = K_{F_{xinf}} c_x = \zeta_{ub} \frac{b h}{A} \left(\frac{v}{v_\infty} \right)^3.$$

Analiza rezultatelor obținute în cazul unui model experimental de automobil ARO 26 a evidențiat necesitatea limitării, pe cât posibil, a debitului de aer vehiculat pe sub vehicul. Creșterea F_{xinf} este direct proporțională cu Q_{inf} , influențând în final valoarea forței de rezistență aerodinamică rezultante. De asemenea, au fost evidențiate soluții practice pentru micșorarea F_{xinf} .

În capitolul 1.3, fenomenele de aerodinamica autovehiculelor sunt abordate numeric, utilizând facilitățile oferite de un soft CFD, ANSYS CFX. Sunt prezentate rezultatele unor studii referitoare la

- Influența componentelor structurii inferioare ale automobilului studiat asupra rezistenței aerodinamice rezultante. Astfel, au fost evaluate forțele aerodinamice pe suprafețele ce definesc structura inferioară a modelului, separat pe roți (față și spate) și principalele elemente de structură, precum lonjeroanele șasiului, punții spate, transmisia cardanică, suspensii, amortizorul de zgomot final. Analiza rezultatelor obținute, în concordanță cu cele experimentale, a permis formularea următoarelor concluzii:
 - un procent ridicat, (35 – 50)%, din forța de rezistență aerodinamică generată de curgerea aerului pe sub structura inferioară a automobilului se datorează roților, influența acestora scăzând cu creșterea vitezei, când vârtejurile generate de roți

sunt antrenate (și atenuate) de curentul de aer ce curge pe suprafețele laterale; ale mașinii,

- o variație în opoziție o are ponderea datorată componentelor structurii inferioare a automobilului; creșterea influenței acestor elemente la rezistența aerodinamică are loc odată cu cea a vitezei de deplasare.
- Influența mișcării roților asupra caracteristicilor aerodinamice ale automobilelor. Studiile efectuate au evidențiat că mișcarea de rotație a roților duce la modificarea caracteristicilor aerodinamice ale autovehiculului, mai pronunțată în cazul forței de portanță, fiind înregistrate variații relative ale coeficienților aerodinamici în intervalele $\Delta C_x = (3 - 5)\%$, respectiv $\Delta C_z = (15 - 20)\%$.

În capitolul 1.4 sunt prezentate instalațiile și echipamentele utilizate în cercetările experimentale și măsurătorile efectuate în scopul evaluării performanțelor acestora, în acord cu normele SAE, Astfel, pentru măsurarea forțelor aerodinamice a fost utilizată o balanță tensometrică, multielement, conectată la un sistem de achiziție date controlat cu ajutorul unui calculator de proces. Pentru a reproduce mișcarea relativă dintre automobil și calea de rulare a fost conceput și realizat un dispozitiv cu covor rulant.

În capitolul 1.5 sunt prezentate rezultatele unor studii experimentale efectuate în concordanță cu fenomenele investigate în capitolele anterioare. Au fost studiate

- influența gării la sol asupra caracteristicilor aerodinamice de portanță și rezistență ale modelului experimental ARO 26, având geometria inferioară modelată ca ajutoraj Venturi, situație în care se obține o îmbunătățire a caracteristicilor aerodinamice ale automobilului, mai semnificativă în cazul c_z ;
- influența geometriei structurii inferioare asupra caracteristicilor aerodinamice ale modelului studiat; astfel, în cazul unei geometrii a structurii inferioare a automobilului cu elemente neprotejate din punct de vedere aerodinamic (surse de impact), incluzând și roțile, are loc o creștere a coeficienților aerodinamici;
- influența metodei de reproducere a efectului de sol asupra rezultatelor experimentale; astfel, utilizarea un dispozitiv de simulare a efectului de sol a avut ca rezultat o reducere a coeficienților aerodinamici.

În capitolul 2 sunt prezentate câteva studii referitoare la caracteristicile aerodinamice ale automobilelor echipate cu eleroane, precum și influența acestora asupra rezistenței aerodinamice și portanței. Utilizând ca referințe profilele aerodinamice ClarkY (11.7 %) și Eppler E423 (12.5 %), a fost studiată curgerea în jurul unor eleroane asistate de efectul Coandă. Față de soluțiile utilizate până în prezent, cu spoiler/eleroane acționate mecanic pentru a putea controla forța deportantă generată, aripa deportantă asistată de efectul Coandă prezintă avantajul îmbinării simplității constructive (spoiler fix, fără componente în mișcare relativă) cu cel al posibilității de control al forței aerodinamice deportante generate. Se poate obține în acest mod o valoare optimă a forței de apăsare aerodinamică pe spoiler în întreg intervalul de viteze ale autovehiculului.

A fost studată influența mai multor parametri, precum viteza inițială de lansare a jeturilor și dimensiunea caracteristică ajutorajului de lansare, rezultatele obținute evidențiind faptul că efectul Coandă contribuie la micșorarea/eliminarea zonelor de desprindere a stratului limită, implicit și la îmbunătățirea caracteristicilor aerodinamice ale eleroanelor și automobilelor echipate cu astfel de dispozitive.