

Universitatea POLITEHNICA din București

Școala Doctorală Transporturi

TEZĂ DE DOCTORAT

Cercetări privind siguranța pasivă a automobilelor

Conducător științific:

Prof. univ. em. dr. ing. Gheorghe FRĂȚILĂ

Doctorand:

Ing. Ana-Maria MANEA

BUCUREȘTI

2021

Rezumat

Cuvinte cheie: siguranța pasivă, impact frontal, impact lateral, modele matematice, Matlab Simulink, deformare totală, Ansys, alungire relativă plastic.

În vederea îmbunătățirii siguranței pasive a autovehiculelor, comportarea autovehiculelor la impact reprezintă o problemă complexă și importantă în industria constructoare de autovehicule. Eforturile depuse pentru a crește gradul de siguranță a autovehiculelor se concentrează pe protejarea conducătorului și a pasagerilor de efectele unei coliziuni.

Sistemul de siguranță pasivă este reprezentat de toate măsurile care ajută la eliminarea sau reducerea efectelor accidentelor de circulație.

În primele trei capitole ale lucrării au fost întocmite mai multe sinteze cu privire la: evoluția în timp a creșterii siguranței automobilului prin introducerea sistemelor de siguranță activă și pasivă; stadiul actual al reglementărilor legislative referitoare la siguranța pasivă a autovehiculelor; stadiul actual al cercetărilor privind construcția caroseriilor de autoturisme pentru creșterea gradului de siguranță al ocupanților.

În ceea ce privește stadiul actual al cercetărilor privind construcția caroseriilor de autoturisme pentru creșterea gradului de siguranță al ocupanților prin realizarea unei structuri rigide în jurul habitaculului care este capabilă să asigure un spațiu minim de supraviețuire pentru ocupați în timpul unui impact. De asemenea, tot pentru a asigura integritatea compartimentului pasagerilor, structurile de rezistență ale automobilului care înconjoară habitacul trebuie să se construiască astfel încât, acestea în timpul unui impact să poată să se deformeze și să preia o mare parte din energia de impact.

De asemenea, tot pentru protecția pasagerilor s-au dezvoltat sistemele de reținere (centurile de siguranță, sistemul Airbag și scaunele) care au rolul de a asigura și proteja ocupații în timpul unui impact.

Mai departe, s-au analizat mai multe medii de modelare și simulare pentru studiul coliziunilor autovehiculelor prin elaborarea mai multor modele matematice simple și complexe pentru studiul coliziunii dintre două corpuri. Pentru rezolvarea acestor modele matematice s-au realizat scheme simplificate, care au fost rezolvate cu ajutorul mediului de modelare și simulare oferit de către programul Matlab Simulink, plecând de la ecuația generalizată a lui Lagrange.

În ceea ce privesc rezultatele obținute în urma rezolvării modelului uni-dimensional de tip masă-arc, deformarea totală a structurii autovehiculului la viteza de 50 km/h nu depășește valoarea de 700 mm.

În ceea ce privește rezolvarea modelului cu două grade libertate, format din două corpuri, acesta s-a rezolvat prin două metode. În primul caz s-a considerat un sistem echivalent de tip masă-arc, iar în al doilea caz s-a considerat un sistem echivalent de tip masă-arc-amortizor. În final, pentru a studia

fenomenele și diferențele apărute în rândul celor două cazuri au fost reprezentate grafic deplasările relative, vitezele relative și accelerațiile relative. Deformațiile în cazul modelului de calcul masă-arc sunt mai mari față de cele înregistrate în cazul modelului echivalent masă-arc-amortizor.

În urma rezolvării modelului cu n grade de libertate pentru studiul impactului frontal cu o barieră nedeformabilă, deformația structurii compartimentului față în timpul unui impact produs la 50 km/h este de aproximativ 600 mm. În acest caz s-a considerat un sistem echivalent de tip masă-arc.

În ceea ce privește rezolvarea modelului cu n grade de libertate pentru studiul impactului frontal pe 40 % din suprafață frontală cu o barieră nedeformabilă, deformația structurii compartimentului față în timpul unui impact produs la 50 km/h este de aproximativ 700 mm.

În urma rezolvării modelului pentru studiul impactului lateral cu un stâlp rigid asupra unei uși laterale, deformația structurii în timpul unui impact produs la 32 km/h este de aproximativ 210 mm.

De asemenea, tot pentru studiul comportamentului structurii autovehiculului în timpul unui impact s-au dezvoltat mai multe modele geometrice tridimensionale în programul Ansys. Rezolvarea acestor modele matematice s-au efectuat cu ajutorul metodei elementelor finite.

Rezultatele obținute, în urma rezolvării modelului uni-dimensional cu ajutorul metodei elementelor finite, pentru deformația totală a structurii autovehiculului la viteza de 50 km/h este de aproximativ 330 mm. Comparând rezultatele celor două modele uni-dimensionale (modelul de tip masă-arc și modelul tridimensional) se observă că deformațiile structurii obținute prin modelare și simulare cu elemente finite sunt mai mici față de cele obținute din modelul de calcul matematic.

Prin rezolvarea modelului cu n grade de libertate pentru studiul impactului frontal pe 40% din suprafață frontală cu o barieră rigidă nedeformabilă cu ajutorul metodei elementelor finite se dorește să se realizeze studii privind comportarea la impact frontal a structurii compartimentului față la viteze diferite. Vitezele inițiale ale autovehiculului înainte de impact ia valori din intervalul, $V_{\text{inițială}} = [4, 10, 20, 23, 25, 50]$ km/h. Valoarea deformației este mai mică în comparație cu cea obținută prin calculul modelului matematic de tip masa-arc.

În urma rezolvării modelului matematic pentru studiul impactului lateral cu un stâlp rigid cu ajutorul metodei elementelor finite deformația totală a ușii este de aproximativ 75,2 mm.

În final, se propune modelare și simularea mai multor secțiuni de blocurilor de absorbire a impactului pentru a se studia comportamentul la impact frontal cu viteza de 10 km/h. În urma încercărilor se observă faptul că blocul cu secțiune cilindrică se deformează aproximativ 45,5 mm, cel de secțiune hexagonală se deformează aproximativ 54,4 mm. În ceea ce privesc secțiunile dreptunghiulare, cea mai mică deformație se înregistrează în rândul secțiunii cu 3 camere, urmată de către secțiunea unicelulară și în final secțiunea cu două camere.

În ultima parte a lucrării se prezintă modelarea și simularea a două structuri de scaune pentru autovehicule în vederea încercării punctelor de ancorare a centurii de siguranță, conform Regulamentului nr. 14 CEE-ONU.

Rezultatele încercărilor asupra punctelor de ancorare ale centurii de siguranță vor fi evaluate prin valorile corespunzătoare alungirii relative plastice a materialului și prin valorile corespunzătoare deformației totale. Deformațiile totale înregistrate sunt: $\delta = 297,5$ mm pentru modelul 1 de scaun și $\delta = 207,97$ mm pentru modelul 2 de scaun. De asemenea, în ceea ce privesc rezultatele alungirii relative

plastice, s-au prelevat probe de pe punctele de ancorare ale centurilor de siguranță și valoarea indicată este $\varepsilon=0$. În concluzie, nu apar deformații specifice plastice în punctele de ancorare ale centurilor de siguranță.

În ultima parte a lucrării pentru a evidenția gradul de siguranță oferit ocupanților și pentru a valida modelele matematice cu privire la rezistența punctelor de ancorare a centurii de siguranță se efectuează încercări experimentale în conformitate cu Regulamentul nr 14 ECE-ONU. S-au supus încercării experimentale doua modele de scaune. Acestea au fost încercate simultan prin folosirea unor dispozitive de compunere a forțelor paralele. Dispozitivele de tracțiune sunt așezate pe perna scaunului și sunt presate în spătarul scaunului. Centura de siguranță din zona bazinului se poziționează deasupra dispozitivului presat în spătarul scaunului, strângându-se bine în jurul acestuia. Dispozitivul superior are rolul de a susține centura de siguranță din zona toracică.

Pentru a evidenția gradul de încredere al modelelor realizate s-au comparat rezultatele obținute prin modelare și simulare cu cele obținute experimental.