

SIMULAREA COMPORTAMENTULUI LA SOLICITĂRI STATICE AL UNEI COMPONENTE AUTO DE INTERIOR, UTILIZÂND METODA ELEMENTELOR FINITE

Drd. ing. Ovidiu Mihai TERCIU, Prof. univ. dr. ing. dr.h.c. Ioan CURTU,

Universitatea „Transilvania” din Braşov

REZUMAT. Lucrarea prezintă o analiză prin metoda elementelor finite (MEF) a unei componente auto de interior, denumită garnisaj stâlp A, supusă la solicitări statice. Componenta a fost proiectată utilizând soft-ul Catia și modelată în programul Abaqus. Piesa prezintă o geometrie tridimensională complexă, fiind realizată din diferite materiale (compozite stratificate, mase plastice etc.). În urma analizei la solicitări statice au fost determinate distribuția și valorile tensiunilor și deformațiilor de pe componenta analizată.

Cuvinte cheie: componente auto de interior, materiale compozite, solicitări statice, MEF.

ABSTRACT. The paper presents an analysis using finite element method (FEM) of an interior automotive component, named the A pillar trim of a car, subjected to static stress. Component was designed using Catia software and modelled in Abaqus program. The part is considered a complex three-dimensional geometry, being made of different materials (composite laminates, plastics etc.). Static analysis determined the distribution and values of stresses and strains on the analyzed component.

Keywords: automotive interior parts, composite materials, static stress, FEM.

1. INTRODUCERE

Simulările prin metoda elementelor finite sunt importante pentru a prezice, de exemplu, rezistența și durabilitatea în utilizare a diferitelor structuri mecanice. Cererile în procesele industriale sunt foarte vaste și variază de la cârje până la navete spațiale.

În industria auto, producătorii de autovehicule sunt într-o continuă încercare în a crește durabilitatea componentelor și a îmbunătății siguranța automobilelor și nu întârzie să folosească aceste performanțe în promovarea automobilelor prin intermediul publicității. De asemenea, aceștia trebuie să fie siguri că automobilele lor îndeplinesc anumite standarde în testele efectuate de către autorități prin simularea anumitor solicitări care apar în timpul utilizării acestora, chiar înainte ca acestea să fie testate.

Scopul acestei analize prin metoda elementelor finite (MEF) a fost determinarea câmpurilor de deformații și tensiuni care apar la o componentă auto de interior denumită garnisaj stâlp A, supusă la solicitări statice. Aceasta componentă prezintă o geometrie spațială complexă și a fost modelată, ca fiind realizată, din diverse materiale plastice și compozite ranforsate cu fibre. Solicitățile statice pot apărea atât în timpul utilizării, cât și în timpul montării sau demontării componentelor auto de interior.

Rolul componentei garnisaj stâlp A, pe lângă cel estetic, având ca principală funcție aceea de acoperire a scheletului metalic și al circuitelor electrice, este și acela de amortizare a impactului dintre pasager și structura rigidă a caroseriei [2].

Componenta aleasă pentru modelare, respectiv garnisajul stâlpului A, al automobilului Dacia Logan, poate fi observată în figura 1.



Fig. 1. Interiorul automobilului Dacia Logan și poziția componentei garnisaj stâlp A.

Principalele teste prevăzute pentru componenta garnisaj stâlp A sunt realizate în centrele de testare pentru siguranța pasagerilor conform standardului american

FMVSS201 (Federal Motor Vehicle Safety Standards). Acest standard specifică performanțele de siguranță ale interiorului unui autovehicul. Conform acestui standard, în interiorul unui autovehicul este proiectat un cap de manechin, măsurându-se accelerația acestuia pentru a determina capacitatea componentei de amortizare a impactului prin calcularea valorii HIC (Head Injury Criterion) care trebuie să aibă o valoare mai mică decât 1000 [1].

2. PROIECTAREA ȘI MODELAREA CU MEF A COMPONENTEI AUTO DE INTERIOR

Modelarea 3d a componentei s-a realizat în soft-ul CatiaV5 pe baza punctelor obținute după scanarea 3d a unei componente reale (fig. 2.).

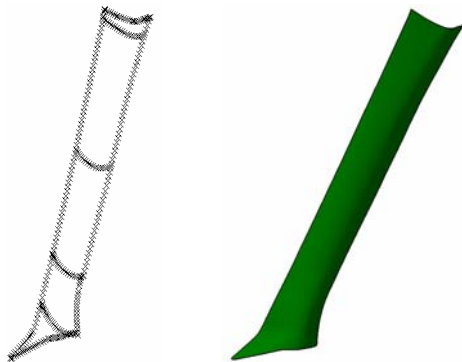


Fig. 2. Componenta garnisaj stâlp A modelată 3d în soft-ul CatiaV5.

După etapa de proiectare modelul 3d a fost importat sub formă de membrană (shell) în soft-ul ABAQUS 6.9.

Pentru analiză au fost introduse, ca date de intrare, atât caracteristicile unor materiale plastice de tipul: PP (polipropilenă), ABS (acrilonitril-butadien-stiren), PET (polietilenă teraflatată), cât și a unor materiale compozite cu proprietăți superioare cum ar fi cele din rășină epoxidică ranforsată cu fibre de sticlă (E_glass/Epoxy) sau fibre de carbon (Carbon/Epoxy). În tabelul 1 și tabelul 2 sunt date proprietățile materialelor utilizate în analiză [3]. Proprietățile materialelor au fost introduse prin intermediul meniului *Materials* al programului ABAQUS în funcție de natura materialului ales în analiză: izotrop pe un singur strat sau anizotrop ca material compozit stratificat, introducându-se proprietățile și orientarea fiecărui strat.

În etapa de discretizare a modelului în elemente finite, modelul a fost discretizat cu elemente de tip quad 4 (patrulater), după cum se poate observa în figura 3.

În etapa de definire a caracteristicilor de material, acestea au fost introduse în funcție de natura materialului utilizat. La materialele izotrope au fost definite

caracteristicile prezentate în tabelul 1, respectiv modulul Young și coeficientul lui Poisson, materialul fiind dispus într-un singur strat cu grosimea de 4,2 mm. Pentru piesele din materialele compozite armate cu fibre de sticlă (E_glass/Epoxy) și fibre de carbon (Carbon/Epoxy) au fost definite straturile de material și au fost introduse caracteristicile din tabelul 2. Materialele compozite au fost dispuse în 3 straturi cu grosimea de 1,4 mm pe strat, dimensiunea finală fiind de 4,2 mm, orientarea straturilor față de direcția longitudinală a piesei fiind 0/90/0°.

Tabelul 1

Proprietățile materialelor plastice introduse în analiza cu MEF ca date de intrare

Materiale izotrope	Modulul Young [MPa]	Coeficientul lui Poisson	Densitatea [kg/m ³]
ABS	2900	0,422	1050
PET	2700	0,37	1490
PP	1300	0,35	906

Tabelul 2

Proprietățile materialelor compozite introduse în analiza cu MEF ca date de intrare

Materiale compozite	E_glass/Epoxy	Carbon/Epoxy
E1 [MPa]	39000	181000
E2 [MPa]	8600	10300
Nu12	0,28	0,28
G12 [MPa]	3800	7170
G13 [MPa]	3800	7170
G23 [MPa]	3800	7170



Fig. 3. Modelul discretizat în elemente finite.

În etapa de definire a solicitărilor, piesa a fost solicitată cu o forță uniform distribuită pe o suprafață eliptică. Prin această solicitare s-a dorit simularea prinderii componentei cu membrul superior stâng de către pasager (fig. 4).



Fig. 4. Simularea prinderii componentei de către pasager.

Unele autovehicule au prevăzute mânere de prindere, în special pe garnisajul stâlpului A din partea pasagerului, utilizate în special la urcarea și coborârea pasagerilor din autovehicul. În figura 5 se poate observa o componentă a unui automobil echipată cu un astfel de mâner.

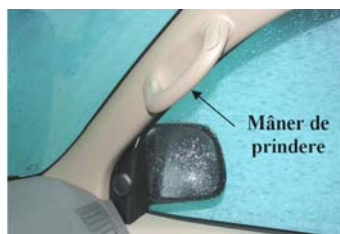


Fig. 5. Componentă garnisaj stâlp A echipată cu mâner de prindere [4].

Suprafața de prindere, pe care a fost aplicată forța distribuită, a fost aproximată prin proiectarea unei elipse pe modelul 3d al componentei după cum se poate observa în figura 6.

Forța aplicată componentei reprezintă $\frac{1}{4}$ din greutatea normală de 80 kg a unui adult, respectiv 196,2 N, distribuită pe o suprafață de 0,004 m², rezultând o presiune de 0,049 MPa.

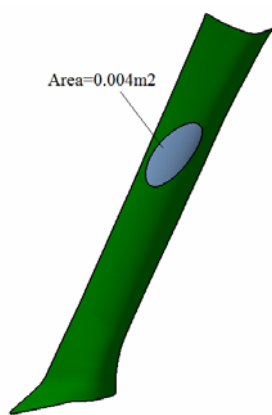


Fig. 6. Suprafața pe care este aplicată forța uniform distribuită.

În etapa de stabilire a condițiilor de frontieră, piesa a fost considerată ca fiind încastrată la capete și simplu rezemată pe cele două muchii laterale, pe direcțiile normale ale suprafețelor aferente, după cum se poate

observa în figura 7. Piesa reală prezintă clipsuri de prindere la cele două capete realizate în urma procesului de formare prin injecție.

Forța uniform distribuită a fost aplicată ca fiind normală pe suprafața de prindere după direcția indicată în figura 8.

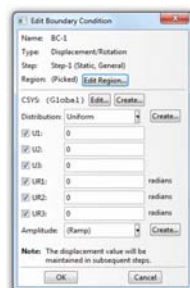


Fig. 7. Condițiile de frontieră ale piesei analizate.



Fig. 8. Condițiile de încărcare ale piesei analizate.

După rularea analizei modelului, softul ABAQUS permite vizualizarea distribuției câmpului de tensiuni și deformații pe piesa analizată precum și valorile maxime ale acestora. În figura 9 se poate observa distribuția tensiunilor pe piesa solicitată, cu zone în care acestea sunt maxime.

În figura 10 se poate observa distribuția deplasărilor și zonele în care valorile deplasărilor sunt maxime.

Pentru compararea rezultatelor s-au ales valorile maxime ale tensiunilor și deplasărilor de pe suprafața mediană a piesei. Comparând rezultatele obținute în urma modelării cu elemente finite în figura 11 se pot observa deplasările maxime de pe piesa modelată din diferite materiale plastice sau compozite.

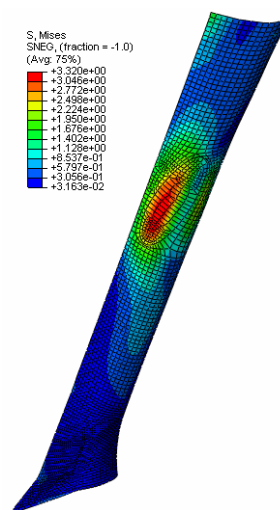
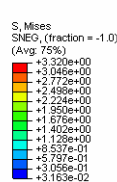


Fig. 9. Distribuția tensiunilor von Mises pe componenta solicitată.

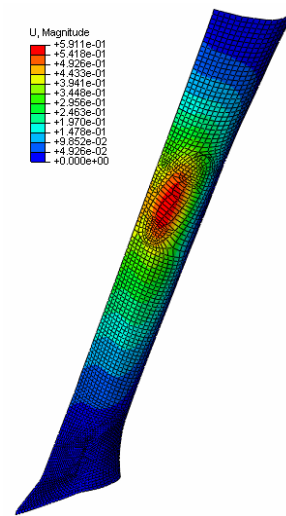
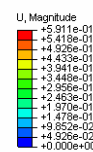


Fig. 10. Distribuția deplasărilor pe componenta analizată.

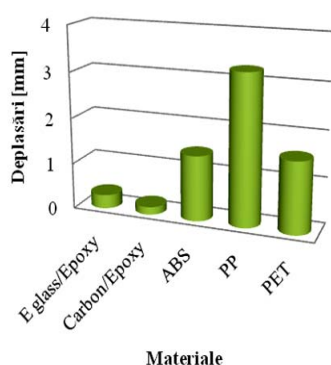


Fig. 11. Deplasările maxime obținute pe piesa din materiale plastice sau compozite.

3. CONCLUZII

În urma analizei se poate observa că materialul utilizat joacă un rol important asupra valorilor deplasărilor care apar ca urmare a solicitărilor statice. Aceste deplasări, în urma solicitărilor repetate, duc treptat la deformații remanente ale componentelor cu efecte estetice nedorite.

Deși componentele din materialele compozite sunt produse la un preț mai mare decât cele din mase plastice, acestea posedă o serie de avantaje care le fac să fie apreciate în industria auto, cum ar fi: greutatea scăzută a componentelor dată de posibilitatea obținerii unor piese cu grosimi mai mici; îmbunătățesc proprietățile de

amortizare a impactului și nu se așchiază la impact punând în pericol sănătatea pasagerului.

O mare problemă a utilizării materialelor compozite este aceea legată de reciclarea componentelor după ciclul de utilizare. Această problemă se poate ameliora prin utilizarea fibrelor naturale pentru ranforsarea materialelor compozite.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/59321

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Berne Kennborn**, *Master Thesis - Topology Optimization of Interior Parts using Abaqus Explicit Solver*, Division of Solid Mechanics, Lund University, Sweden, 2007;
- [2] **C. Fremgen, L. Mkrtychyan, U. Huber, M. Maier**, *Modeling and testing of energy absorbing lightweight materials and structures for automotive applications*, Science and Technology of Advanced Materials 6 (2005) ISBN 883-888, 2005;
- [3] **Cerbu, C., Curtu, I.** - *Mecanica materialelor compozite*, Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-973-635-951-4, 2007;
- [4] ***<http://www.team-bhp.com>, accesată la 30.06.2011

Despre autori

Drd. ing. **Ovidiu Mihai TERCIU**
Universitatea *Transilvania* din Brașov

Prof. univ. dr. ing. **Ioan CURTU**
Universitatea *Transilvania* din Brașov

A absolvit Facultatea de *Industrializarea Lemnului*; dr. ing. din anul 1973.

Este conducător de doctorat în specialitatea *Rezistența materialelor, elasticitate și plasticitate*. Este membru titular al Academiei de Științe Tehnice din România. Este membru al Academiei de Științe Naturale a Federației Ruse, Moscova. A publicat 20 de cărți în edituri centrale, precum și numeroase articole științifice. Are preocupări în analiza corpurilor izotrope și anizotrope.