



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

OPTIMIZAREA TOPOLOGICĂ A STRUCTURILOR ÎN INGINERIE

Iacob-Liviu SCURTU, Alexandra-Daniela SCURTU,
Ancuța-Nadia JURCO, Horea-George CRIȘAN

TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE IN ENGINEERING

Nowadays the rapid development of the industry required use the optimization method. First part of this study shows the structural optimization method used in mechanical engineering, being made a detailed explanation of the iterative optimization process. In the second part of the paper is presented the CAD modelling and the topological optimization of the holder used in mechanical engineering. the results of the optimization study and the conclusions are presented at the end of this paper.

Keywords: topological optimization, finite element analysis, objective functions

Cuvinte cheie: optimizare topologică, analiza cu elemente finite, funcții obiectiv

1. Introducere

Dezvoltarea rapidă a industriei impune utilizarea unor metode de optimizare a structurilor. Optimizarea topologică a structurilor mecanice este un proces de determinare a celei mai eficiente forme geometrice a piesei. Forma optimizată a piesei rezultă în urma aplicării criteriilor de optimizare. Prin optimizarea structurală se dorește

determinarea tensiunilor minime din piesă, rigiditate mare, deplasări minime, cost minim și o masă minimă a piesei.

Optimizare este un proces matematic complex, iterativ care impune utilizarea calculatorului și a softurilor dedicate. În această lucrare este prezentată proiectarea CAD a unui model de piesă utilizat în ingineria mecanică și optimizarea topologică a acestuia cu ajutorul softurilor specializate pentru optimizarea structurilor. În general orice mărime parametrică a unei piese poate fi optimizată, cum ar fi: dimensiunile de gabarit ale piesei, forma piesei prin crearea de raze de racordare, frecvențele proprii etc [4].

Procesul de optimizare topologică este prezentat în figura 1. Punctul de start este determinat de volumul inițial al modelului. Variabilele de proiectare, constrângerile mecanice și forțele aplicate determină cazul de încărcare al modelului de optimizare. Rezultatele analizei cu elemente finite decid dacă modelul corespunde cerințelor pentru optimizare sau geometria acestuia va trebui îmbunătățită prin urmarea unei noi iterații.

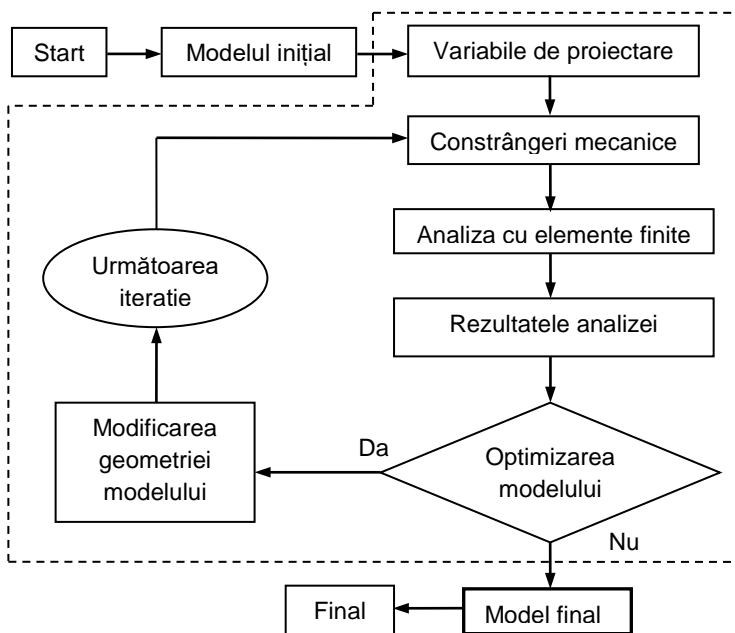


Fig.1 Diagrama procesului de optimizare [1]

În figura 1 interiorul traseului discontinuu delimitează bucla de optimizare. În zilele noastre procesul de optimizare este parte componentă a procesului de proiectare și fabricare. Modelul final rezultat în urma procesului iterativ de optimizare trebuie să satisfacă condițiile și restricțiile impuse la funcționarea produsului final. Printre metodele existente de optimizare a structurilor care sunt utilizate până în prezent sunt optimizarea topologică și optimizarea topografică. Prin utilizarea optimizării topologice se poate reduce volumul materialului și creșterea rigidității modelului optimizat [3]. Optimizarea topografică a structurilor generează o nouă formă a modelului care poate conține nervuri de ranforsare. Acest tip de optimizare se aplică în special modelelor discretizate în elemente finite de tip shell.

2. Modelarea CAD

Modelarea CAD a geometriei este primul pas în proiectarea modelului. Prin utilizarea tehnicilor specifice de proiectare asistată de calculator modelul propus este modelat în softul SolidWorks.

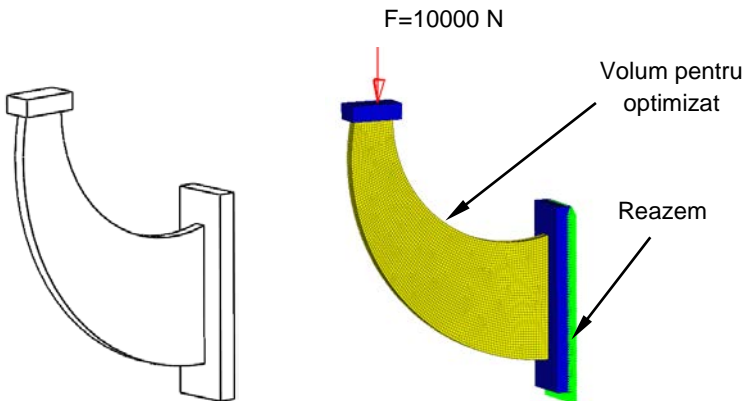


Fig.2 Modelul propus pentru optimizare

Fig.3 Discretizarea volumului pentru optimizat

3. Optimizarea topologică

În cadrul procesului de optimizare geometria modelului este preluată și discretizată în elemente finite tridimensionale în softul Altair Hypermesh. Modelul este discretizat în 24272 de elemente hexaedrice

cu o lungime a laturii de 1 mm și este prezentat în figura 2 unde se poate observa volumul pe care se aplică algoritmul de optimizare și zonele din piesă care se aleg să rămâne neschimbate după aplicarea procesului de optimizare. După discretizarea modelului un aspect important îl constituie alegerea și atribuirea materialului.

Tabelul 1

Densitatea inițială	$7,85e^{-6}$ kg/mm ³
Coeficientul lui Poisson	0,3
Modulul lui Young	210 GPa

Materialul ales este oțelul, cu caracteristicile mecanice din cardul MAT 1, prezentate în tabelul 1, disponibil în setul de materiale al softului. Piesa este rulată în solverul Optistruct existent în softul Altair Hypermesh [5]. Modelul discretizat este fixat rigid la un capăt, iar la celălalt capăt este acționat de o forță de 10000 N.

4. Rezultatele optimizării

În urma rulării procesului de optimizare asupra modelului de bază, se poate alege generarea mai multor variante constructive optimizate. În figura 4 sunt prezentate trei variante constructive generate.

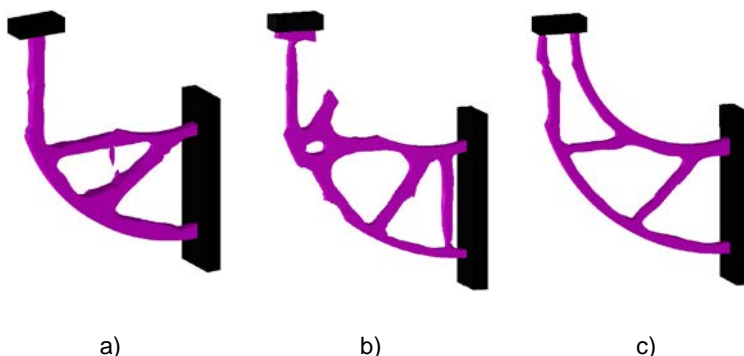


Fig. 4 Modelul de suport, prezentat în trei variante de optimizare

În tabelul 2, prezentat mai jos s-a indicat masa modelului rezultat după optimizare. Se observă ca forma și masa variantei trei

rezultate corespunde cel mai bine utilizării. Modelul de suport optimizat din figura 4c, este generat prin utilizarea planelor simetrice în procesul de optimizare.

Tabelul 2

	Modelul de bază	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Masa (kg)	0,19	0,11	0,12	0,11

Valorile maselor prezentate în tabelul 2 sunt în conformitate cu modelele prezentate în figura 4. În figura 5 este prezentat modelul optimizat al suportului suprapus peste modelul de bază, în scopul unei mai bune vizualizării a formei rezultate.

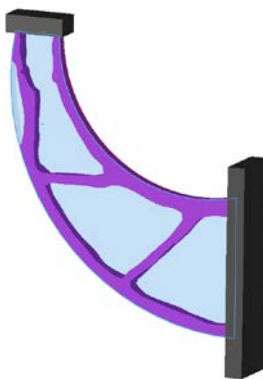


Fig. 5 Modelul final al suportului suprapus peste modelul de bază

5. Concluzii

- Integrarea procesului de optimizare în proiectarea produselor prezintă multe avantaje, printre care, utilizarea la minim a resurselor materiale, crearea diferitelor cazuri de încărcare pe același model de piesă, reducerea timpului de proiectare a produsului finit etc.

- Printre puținele dezavantaje ale utilizării metodelor de optimizare sunt costurile ridicate ale sistemelor de calcul și a softurilor specializate.

- Producerea unui model optimizat în această formă este posibilă prin folosirea tehnologiilor neconventionale, a centrelor CNC sau a imprimantelor 3D.

■ Studiul dezbătut în această lucrare are ca scop prezentarea generală a unei metode de optimizare topologică pe un model de piesă folosit în ingineria mecanică.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Scurtu, I.L., Bodea, Sanda Mariana, Jurco, Ancuta Nadia, *Design optimization method used in mechanical engineering*, Journal of Industrial Design and Engineering Graphics (JIDEG), vol.11, nr.2, 2016.
- [2] Scurtu, L., Bodi, S., Dragomir, M., *Optimization Method Applied in CAD Based Furniture Design*, Acta Technica Napocensis Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering Vol. 58, Issue IV, November, 2015, pp. 559-562, ISSN: 1221 – 5872.
- [3] Shinde, G., Kajale, S., *Design Optimization in Rotary Tillage Tool System Components by Computer Aided Engineering Analysis*, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 3, No. 3, June 2012, pp. 279-282.
- [4] * * * http://www.resist.pub.ro/Cursuri_master/OS/OS_Curs_03.pdf, Accesat: 2016-09-10.
- [5] * * * Optistruct – *User manual*, Accessed: 2017-01-02.

Şef lucr.Dr.Ing. Iacob-Liviu SCURTU
Departamentul de Autovehicule Rutiere si Transporturi,
Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, membru AGIR
e-mail: liviu.scurtu@auto.utcluj.ro

Dr.Ing. Alexandra-Daniela SCURTU
Departamentul de Fizica Chimie, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca
e-mail: daniela.pop@phys.utcluj.ro

As.Dr.Ing. Ancuta-Nadia JURCO
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi
Universitatea Tehnică Cluj-Napoca
e-mail: ancuța.jurco@auto.utcluj.ro

As. Dr.Ing. Horea-George CRIȘAN
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi
Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,
e-mail: horea.crișan@auto.utcluj.ro