Aplicația AEF-A.2.4

ANALIZA STATICĂ LINIARĂ A ELEMENTELOR DE TIP CAPTOR TENSOMETRIC

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

Există în componența multor produse tehnice, componente mecanice care au structuri compacte distincte cerute de funcția principală de îndeplinit. Reprezentative acestui grup de componente sunt elementele elastice (arcurile), elementele de amortizare, elementele de susținere (carcase) etc. Specificul acestor elemente, de regulă, este dat de legăturile fixe sau cvasifixe ale acestora cu părțile învecinate. Analiza cu elemente finite a acestor componente, pentru obținerea de rezultate precise, presupune definirea cu acuratețe a modelului solid, a restricțiilor impuse de legăturile cu elementele învecinate, precum și a încărcărilor.

A.2. Descrierea aplicației

În componența standurilor de încercări și a unor dispozitive sau produse (balanțe, sisteme de automatizare a proceselor etc.) există subsisteme de măsurare a forțelor bazate pe traductoare care au atașate elemente elastice cu senzori adecvați. Frecvent, pentru măsurarea forțelor sunt utilizate traductore tensometrice electro-rezistive (mărcile tensometrice) formate dintr-un fir conductor subțire, lipit pe un suport de hârtie sau material izolant. Traductoarele lipite pe un element (captor) elastic se deformează datorită acțiunii forței exterioare și consecință a modificării lungimii și secțiunii firului produc modificări ale parametrilor electrici (intensitate și tensiune) într-un circuit adecvat.

Captorul elastic pentru măsurarea forței F, prezentat în figura de mai jos, este suport pentru mărcile tensometrice R1, R2, R3, R4 conectate, de obicei, într-un circuit în punte Wheatstone. Consecință a deplasărilor punctelor de sub suportul mărcii tensometrice apar variații ale lungimilor (secțiunilor) firelor conductoare și, implicit, variații ale rezistențelor electrice.



A.3. Scopul aplicației

În cazul acestei aplicații se prezintă analiza câmpurilor deplasărilor, deformațiilor și tensiunilor din structura captorului elastic. Analiza se efectuată în scopul stabilirii zonelor cu deformații maxime în vederea aplicării mărcilor tensometrice și, pe de altă parte, evidențierea neatingerii limitei de curgere a materialului în condițiile încărcării maxime. Captorul prezentat, având dimensiunile următoare: Re = 60 mm, $R_i = 50 \text{ mm}$, $R_1 = 20 \text{ mm}$,

L = 120 mm, a = 90 mm, b = 60 mm, $c_1 = 76$ mm, $c_2 = 45$ mm, $c_3 = 25$ mm, g = 2 mm, $\phi_1 = 10$ mm, $\phi_2 = 30$ mm, este proiectat să funcționeze în gama de valori ale forțelor de 5-10 kN, aplicate asupra acestuia prin contactul direct pe suprafețele frontale ale lamajelor cu piesele de încărcare adiacente. Materialul elementului elastic este oțel, OLC 45, îmbunătățit la 250-270 HB.

B. ÎNTOCMIREA MODELULUI DE ANALIZĂ

B.1. Definirea modelului de analiză

Pentru întocmirea modelului de analiză cu elemente finite asociat aplicației de mai sus se impune identificarea:

- formei și dimensiunilor geometrice,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele adiacente,
- încărcărilor exterioare,
- caracteristicilor materialului.

B.2. Descrierea modelului de analiză

Forma geometrică și dimensiunile modelului de analiză sunt identice cu cele ale structurii 3D a captorului și sunt prezentate în figura de mai sus.

Pentru ca modelul de analiză să aibă aceeași comportare cu modelul real este necesar să se asocieze condițiile limită, în acest caz, restricții de deplasare după cele trei direcții ale sistemului de coordonate general XYZ, a punctelor de pe suprafața lamajului de așezare a elementului elastic.

Structura modelului de analiză se încarcă pe suprafața celuilalt lamaj cu forța distribuită echivalentă forței maxime de încărcare a captorului, F = 10kN.



Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale materialului, oțel OLC 45, îmbunătățit la 250-270 HB, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 204000 \text{ N/mm}^2$;
- coeficientul contracției transversale (Poisson), v = 0,3.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

C.1. Modelarea geometrică

Activarea modulului de generare a solidelor și setarea unității de măsură pentru lungimi <u>S</u>tart \rightarrow <u>M</u>echanical Design \rightarrow <u>P</u>art Design \rightarrow **New part**: New part name: Captor. <u>T</u>ools \rightarrow <u>O</u>ptions ... \rightarrow **Options**: Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm); \rightarrow OK.





D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modulului de calcul
$\blacksquare (Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \ \Box OK \rightarrow Computation Resources Estimation , \Box Yes$
\rightarrow Computation Status.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR



E.4. Generarea raportului analizei

(Generate Raport) \rightarrow **Raport Generation**: [selectarea cazului analizat, Static case], \rightarrow OK \rightarrow [selectarea pentru vizualizare a fişierului de tip .mht rezultat (v. Anexa 1)].

F. CONCLUZII

Perfomanțele unui captor elastic al unui traductor tensometric, în mare parte, sunt determinate de dimensiunile și configurația acestuia, care trebuie să corespundă unor exigențe legate de stările de deformație și de tensiuni.

Pentru obținerea unei sensibilități cât mai ridicate a captorului este necesar ca senzorul electrorezistiv (marca tensometrică) să fie aplicat într-o zonă a acestuia în care deformațiile să fie cvasiconstante cu valorile adecvate caracteristicilor mărcii tensometrice utilizate. În acest caz, această condiție se evaluează prin analiza câmpului de deplasări din figura E.2. Astfel, se observă că în zonele curbate laterale ale elementului elastic deplasările pe direcția de acțiune a forței de măsurat sunt cvasiconstante cu valorile 0,07-0,09 mm (partea centrală a zonei marcată cu verde). Pe de altă parte, analizând câmpurile tensiunilor (figura E.3), acestea sunt localizate în aceleași zone. În plus, se observă că tensiunea echivalentă maximă *Von Mises* (63,3 MPa) este sub limita de curgere admisibilă materialului folosit.

Proiectarea asistată de calculator a elementului elastic se face iterativ. Pornind de la o structură inițială, cu forma și dimensiunile stabilite prin metode clasice, se întocmește modelul de analiză cu elemente finite. După rezolvarea acestuia și analiza rezultatelor, în cazul în care se depășesc condițiile limită (de rezistență și/sau de deplasare) se operează modificări ale dimensiunilor sau chiar ale formei, după care se reanalizează noul model cu elemente finite. Procesul continuă în vederea apropierii de structura optimă (de ex. masă minimă) cu respectarea condițiilor de rezistență și de deplasare.

G. EXERCIŢIU

Să se efectueze analiza cu elemente finite a captorului elastic, prezentat mai jos, din componența unui traductor tensometric al unei balanțe. Acesta este executat din aliaj de aluminiu (duraluminiu) și este încărcat cu forța F = 1kN.

