Aplicația AEF-A.2.14

ANALIZA DINAMICĂ A STRUCTURILOR MECANICE DE TIP MEMBRANĂ

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

În componența sistemelor mecanice, uneori, se întâlnesc și elemente bidimensionale cu grosimea mult micșorată, numite, de obicei, membrane. Structurile acestora, în timpul funcționării pot fi caracterizate de deplasări mărite cu modificări semnificative ale direcțiilor încărcărilor, de obicei, aplicate static (fără considerarea variației în timp) sau pot fi solicitate dinamic când se pune problema determinării răspunsului acestora la anumite regimuri de încărcare variabile în timp. Problemele de analiză dinamică a acestor structuri cu programe performante care au la bază MEF, pentru rezolvare, utilizează module adecvate.

A.2. Descrierea aplicației

Membranele elastice, de obicei, de formă circulară, pot fi părți componente ale manometrelor de precizie (altimetre, vitezometre, vacuumetre etc.) cu domenii largi ale presiunii fluidului. De asemenea, membranele elastice pot fi folosite ca traductori de presiune, forță sau deplasări care, de regulă, se cuplează cu alți traductori, cum sunt cei piezoelectrici sau magnetoelastici. În cadrul sistemelor în care sunt integrate presiunea fluidului de alimentare are valori variabile. Răspunsul dinamic al structurii membranei la acțiunea presiunii de alimentare are implicații directe asupra preciziei de măsurare a parametrului de ieșire.



A.3. Scopul aplicației

În această aplicație se urmărește analiza dinamică liniară pentru determinarea răspunsului dinamic al structurii membranei elastice gofrate din componența capsulei manometrice a unui aparat de bord, prezentată în figura de mai sus. Cele două membrane gofrate ale capsulei manometrice, executate din oțel inoxidabil cu modulul de elasticitate $E = 1,8 \cdot 10^5$ N/mm² și coeficientul contracției transversale v = 0,3, au dimensiunile R = 48 mm, r = 5 mm, $R_1 = 0,3$ mm, l = 10 mm, $R_2 = 10$ mm, h = 2 mm, H = 2,5 mm. Presiunea de alimentare are variația prezentată în figura de mai jos. Pentru a se lua în considerare și subsistemul antrenat de membrană, materializat în figura de mai sus prin intermediul unui capac, se introduce în model o masă distribuită pe suprafața plată, m = 0,05 kg.

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,
- maselor asociate.
- încărcărilor exterioare de tip presiune variabilă în timp,
- caracteristicilor materialului.

B.2. Descrierea modelului de analiză

geometrică Forma si dimensiunile modelului geometric, primele din figurile alăturate, sunt identice cu cele ale structurii. Pentru analiza cu elemente

finite, în conditii de apropiere cât mai mult de modelul real, a răspunsului dinamic se anulează translațiile punctelor de pe circumferinta exterioară și se permite deplasarea numai după axa OY a punctelor din zona centrală.

Efectul subsistemelor antrenate se ia în considerare prin introducerea în centrul membranei a masei m.

În cadrul acestei aplicații se evidențierea urmăreste câmpurilor de deplasări și de tensiuni precum și variația în timp a acestora ca efect al încărcării cu presiunea p reprezentată în figura alăturată.



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale materialului, oțel inoxidabil, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 180000 \text{ N/mm}^2$; •
- 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 Start \rightarrow Mechanical Design \rightarrow Part Design \rightarrow New part: New part name: Semicapsula.

<u>T</u>ools \rightarrow <u>Options</u> ... \rightarrow **Options**: Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm); \downarrow OK.

Generarea punctelor de referință

Point Definition: X 0mm, Y 0mm, Z 0mm; $_{-}$ OK. [similar se introduc şi coordonatele celorlalte puncte (fig. B.2): P2(5,0,0), P3(10,0,0), P4(11,-2,0), P5(15,-2,0), P6(16,0,0), P7(20,0,0), P8(21,-2,0), P9(25,-2,0), P10(26,0,0), P11(30,0,0), P12(31,-2,0), P13(35,-2,0), P14(36,0,0), P15(40,0,0), P16(41,-2.5,0), P17(46,-2.5,0)].



(Polyline) \rightarrow **Polyline Definition**: [se selectează cu mouse-ul din zona grafică sau din structura arborescentă punctele Point.1 până la Point.17, simultan generându-se lista acestora în fereastra Polyline Definition], \rightarrow OK.

Observație

În cazul în care în zona de comenzi (Toolbar) nu se regăsește butonul \cong (Polyline) se va executa următoarea succesiune,

<u>View</u> \rightarrow <u>T</u>oolbars \rightarrow Customize... Customize: Commands, Categories \downarrow All Comands, Commands \downarrow Polyline... \rightarrow se plasează cu mouse-ul (Drag&Drop) simbolul comenzii în zona barei de comenzi (Toolbar), \rightarrow Close.







D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE



Transient Case Solution, Reference: [se selectează din structura arborescentă specificația, Time Case Solution.1], ■ Load excitation, ● New, □ Restraint excitacion, ■ Hide existing analysis case, ⊣OK.

D.4. Modelarea încărcării cu presiune variabilă

Definirea modulației

[Se generază în mediul Excel (sau Notepad) tabelul de mai jos asociat punctelor de pe graficul de aproximare din figura de mai jos; Se va salva fisierul sub numele Book1timp.xls].



Introducerea presiunii variabile

(Time Modulation) \rightarrow Time Modulation: Name: Time Modulation.1, Browse: *Book1timp.xls* [se selecteză fișierul generat anterior], ⊣OK.

Activarea încărcării cu presiune variabilă

[Se selectează cu mouse-ul (click dublu) în structura arborecentă] 🖄 (Load excitation.1) \rightarrow Load Excitation Set: Name: Load excitation.1, Select Load: Loads.1, Select Modulation: TimeModulation.1. Selected factor:1. ⊣OK.

D.5. Relansarea modulului de calcul

(Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \downarrow OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \downarrow Yes \rightarrow Computation Status.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea stării deformate/Animație (analiza statică) \$ (Deformation). (Animate) \rightarrow Animate: Steps number: 20 (se pot modifica și alți parametri), \rightarrow Close.



Pentru modificarea amplitudinii deplasărilor la animație în vederea obținerii unei sugestivități îmbunătățite se poate parcurge succesiunea,

 \rightarrow Amplification magnitude: Factor: 1 (se pot seta și alți parametri), \neg OK.





F. CONCLUZII

În vederea determinării răspunsului dinamic al structurii membranei, s-au parcurs succesiv analizele cu elemente finite statică, frecvențe proprii și dinamică. În figurile E.1 și E.2 sunt vizualizate deformațiile și deplasările pentru analiza statică. Vizualizarea formelor proprii de vibrație asociate frecvențelor proprii sunt prezentate în fig. E.3.

Răspunsul dinamic se poate urmări în diagramele din fig. E.4 și de mai jos, prin care se evidențiază variațiile deplasării, viteza și accelerația unui punct real din partea centrală a membranei, în raport cu timpul.

În cazul luării în considerare a amortizărilor generate de frecările din subsistemul antrenat de membrană, conform succesiunii de mai jos, se observă o reducere a amplitudinilor, deplasărilor, vitezelor și accelerațiilor. Pentru un factor de amortizare de 10%, deplasarea maximă a punctului central se reduce de la 0,31 mm la 0,14 mm.

[Se selectează cu mouse-ul în arborescență, (click dublu) Damping.1] → Damping Choice:

Name: Damping.1, Damping type: Modal damping, \swarrow (Component edition) \rightarrow Damping Definition, Global ratio: 10%, $\neg \cup OK$, $\rightarrow \cup OK$.



G. EXERCIȚIU

Să se determine răspunsul dinamic al arcului disc DIN 2093, cu dimensiunile: D = 40 mm, d = 16,3 mm, g = 2 mm, h = 8 mm, prezentat în figura de mai jos. Acesta este executat din

oțel 50VCr11A, călit la 50 ... 55 HRC și este solicitat de o forță axială uniform distribuită pe muchia interioară de 800 N. Se va lua în considerare frecarea dintre muchia interioară și suprafața de așezare printr-un factor de amortizare de 15%.

