Aplicația AEF-A.2.13

ANALIZA FRECVENȚELOR ȘI MODURILOR PROPRII DE VIBRAȚIE ALE STRUCTURILOR DE TIP MEMBRANĂ

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

În multe situații practice pentru proiectarea sistemelor mecanice complexe este necesară cunoașterea frecvențelor și modurilor proprii de vibrație ale unor componente sau chiar a ansamblului. Acești parametri, invariabili cu timpul, determinați în condițiile respectării configurației de echilibru, sunt caracteristici intime ale structurii analizate dependente de formă, dimensiuni și de material.

Proiectarea mașinii vibratoare de alimentare figura alăturată presupune studiul din frecvențelor naturale și a formelor proprii de oscilație ale igheabului semicircular executat din material compozit, Kevlar 49 Epoxy. Structura įgheabului este rigidizată în zona pârghiilor de susținere și de antrenare prin includerea unor piese metalice cu forme adecvate. Frecvențele proprii obținute în urma analizei și rezolvării modelului cu elemente finite sunt utile în proiectare pentru studiul fenomenelor de rezonanță și pentru analiza dinamică (modală) a structurii. Deoarece cu MEF structurile continue sunt aproximate printr-un sistem de elemente finite, și analizele de valori proprii conduc la soluții aproximative care pot fi minimizate prin discretizarea optimă.





A.3. Scopul aplicației

În această aplicație se prezintă studiul frecvențelor proprii și modurilor de vibrație pentru subansamblul jgheabului vibratorului de mai sus. Dimensiunile jgheabului la nivelul fibrelor medii ale membranei stratificate sunt: $l_1 = 450 \text{ mm}$, $l_2 = 890 \text{ mm}$, $l_3 = 300 \text{ mm}$ și R = 210 mm. Armătura de rigidizare realizată din oțel OL37 are dimensiunile R1 = 210mm, b = 100 mm și grosimea g_1 =4 mm.

Indicii parametrilor caracteristici ai materialului sunt aceiași cu notațiile direcțiilor sistemului de coordonate asociat materialului (1 și 2 – direcții în planul de ortotropie și z – direcție normală la acest plan). Structura jgheabului este compusă din patru structuri simetrice, fiecare cu grosimea de 0,5 mm și cu direcțiile principale 90/-90/45/-45.

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,
- caracteristicilor materialului.

B.2. Descrierea modelului de analiză

Forma geometrică și dimensiunile modelului de analiză a jgheabului și armăturilor de rigidizare sunt prezentate în figura de mai jos.

Deoarece suporții jgheabului au rigiditate mărită, structura modelului de analiză se consideră rezemată în zonele de fixare de aceștia, prin anularea deplasărilor de translație în raport cu sistemul global XYZ.

Analiza cu elemente finite a frecvențelor și modurilor proprii ale unei structuri elastice, fiind o problemă de valori proprii, nu implică încărcarea acesteia.



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile materialelor, sunt:

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

pentru oțel OL 37 și

- modulele de elasticitate longitudinală, $E_1 = 1,0701 \times 10^7 \text{ MPa}$, $E_2 = 5,4375 \times 10^5 \text{ MPa}$;
- modulele de elasticitate transversală $G_{12} = 2,523 \times 10^5$ MPa, $G_{1z} = 2,523 \times 10^5$ MPa, $G_{2z} = 2,523 \times 10^5$ MPa;
- coeficientul contracției transversale v = 0,4;
- densitatea $\rho = 2.6 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$;

pentru materialul compozit din Kevlar 49 Epoxy.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

C.1. Modelarea geometrică
C.1.1. Modelarea geometrică a jgheabului
Activarea modulului de generare a solidelor și setarea unității de măsură pentru lungimi
<u>Start</u> \rightarrow <u>M</u> echanical Design \rightarrow <u>P</u> art Design \rightarrow New part : New part name: Jgheab.









D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modulului de calcul
$\square (Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \neg OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \neg Yes$
\rightarrow Computation Status.
D.2. Activarea modulului de analiză a frecvențelor proprii
<u>Insert</u> → <u>Frequency Case</u> → Frequency Case : I Restraint, \square Masses, \square Static Case
Solution,
D.3. Relansarea modulului de calcul
$\square (Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \neg OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \neg Yes$
\rightarrow Computation Status.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea câmpurilor de deplasări/frecvențe proprii

(Displacement) \rightarrow [selectare cu mouse-ul, buton dreapta, în zona imaginii cu deplasările reprezentate cu vectori] \rightarrow Translational displacement vector.1 object \rightarrow Definition \rightarrow Image Edition: Visu: Average iso; Occurences: Frequency (Hz) [selectare valoare frecvență proprie din listă], \rightarrow OK.







Determinarea frecvențelor proprii și a modurilor de vibrație corespunzătoare ale elementelor sistemelor mecanice cu programe performante care au la bază MEF este unica variantă. Această posibilitate este implicată de formele geometrice complexe și de legăturile diverse ale acestor elemente cu alte părți ale ansamblului.

Datele obținute în urma analizei cu elemente finite a frecvențelor și modurilor de vibrație (frecvențe proprii, forme de vibrație, deplasări, tensiuni, reacțiuni etc.) sunt utile în activitatea de proiectare în vederea evitării funcționării sistemelor la rezonanță sau pot fi folosite ca date de intrare în analizele modale, de asemenea, cu programe performante MEF, pentru studiul comportării dinamice. Pentru jgheabul analizat s-au identificat 10 frecvențe proprii: 1,38569 Hz, 1,39501 Hz, 1,61722 Hz, 1,62977 Hz, 1,63377 Hz, 1,65389 Hz, 2,88587 Hz, 2,89281 Hz, 2,92392 Hz, 3,47534 Hz. În cazul în care se dorește identificarea mai multor frecvențe proprii se setează numărul dorit în fereastra **Image Edition,** cartela Occurences, accesibilă prin selectarea cu mouse-ul (click dreapta) pe imaginea din spațiul de lucru. În imaginile de mai sus sunt prezentate câmpurile de deplasări și de tensiuni pentru primele 6 forme proprii.



