Aplicația AEF-A.2.12

ANALIZA FLAMBAJULUI STRUCTURILOR MECANICE DE TIP BARĂ

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

În practica sistemelor mecanice se întâlnesc frecvent situații când, datorită formei (de regulă, piese ce au dimensiunea pe o direcție mult mai mică decât pe celelalte două), încărcărilor (de compresiune) și legăturilor, elemente ale acestora devin instabile. Cedarea prin pierderea stabilității a elementelor sistemelor mecanice poate avea consecințe catastrofale asupra întregului sistem.

Decizia de a studia stabilitatea elastică, cu programe performante care au la bază MEF, a structurilor elementelor sistemelor mecanice este luată, de obicei, de inginerul proiectant care, în urma analizei preliminare, intuiește posibilitatea pierderii stabilității.

A.2. Descrierea aplicației

Biela de antrenare a antebraţului robotului industrial din figura de mai jos, când punctul caracteristic al elementului efector descrie spaţiul de lucru, este posibil să fie solicitată la compresiune. Forma şi dimensiunile bielei de antrenare, executată din aliaj de aluminiu (duraluminiu) sunt prezentate în figura de mai jos. Legăturile bielei de antrenare cu antebraţul şi cu elementul de antrenare sunt realizate prin policuple cu rulmenţi radiali cu ace.



A.3. Scopul aplicației

Pentru evidențierea cedării acestei pârghii prin pierderea stabilității, se face analiza cu elemente finite care urmărește determinarea forțelor critice pentru diferite forme proprii de pierdere a stabilității structurii acesteia. Dimensiunile bielei de antrenare, executată din duraluminiu, sunt: L= 900 mm, $R_1 = 15$ mm, $R_2 = 25$ mm, g = 12 mm. Muchiile ascuțite ale profilului frontal se racordează cu R = 20 mm.

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

În figura de mai jos se prezintă forma geometrică și dimensiunile asociate modelului de analiză. Grosimea elementului este constantă.

Pentru realizarea unei acurateți mărite a simulării comportării la flambaj, ținând cont de rigiditatea mărită a bolțurilor și de posibilitatea utilizării elementelor idealizate de tip rigid, bolțurile se înlocuiesc cu câte un element rigid virtual echivalent cu un sistem de bare radiale cu rigiditate infinită legate la un nod central.

Condițiile limită impuse modelului permit rotirile în jurul axelor elementelor rigide virtuale considerate, țin cont de faptul că biela de analizat este ghidată lateral în zonele de asamblare cu piesele de legătură (rotirile după axele X și Y din planul bielei sunt nule) și anulează translațiile în raport cu sistemul de coordonate XYZ pentru nodul master al unui element rigid, prin introducerea unei cuple de rotație virtuale, și anularea translațiilor în plan frontal (după axele OY și OZ) pentru celălalt punct master.

Pentru evidențierea direcției de flambaj modelul se încarcă cu o forță F = 1 N pe direcția centrelor alezajelor, axa OX.



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale aliajului de aluminiu (duraluminiu) din care este executată biela de antrenare, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 73000 \text{ N/mm}^2$;
- coeficientul contracției transversale (Poisson), v = 0.18.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

C.1. Modelarea geometrică
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: Parghie.
<u>T</u> ools \rightarrow <u>Options</u> \rightarrow Options : Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm);





D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modulului de calculImage: Compute: \downarrow All, \neg OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \neg Yes \rightarrow Computation Status.

D.2. Activarea modulului de analiză a flambajului cu elemente finite
Insert \rightarrow Buckling Case \rightarrow Buckling Case: Static Case Solution, Reference: Static Case
Solution.1,
D.3. Relansarea modulului de calcul
$\square (Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \Box OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \Box Yes$
\rightarrow Computation Status.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR







Determinarea forțelor critice de flambaj și a formelor proprii de pierdere a stabilității elastice a structurilor elementelor sistemelor mecanice utilizând programe performante care au la bază MEF este o etapă importantă în proiectarea formei și a dimensiunilor acestora. Modelele cu elemente finite, încărcările și condițiile limită asociate acestora pentru analiza stabilității elastice au specificități legate de tipul problemei și, uneori chiar de tipul programului performant utilizat.

Forța critică de flambaj asociată unei forme proprii de pierdere a stabilității se calculează cu relația $F_{ci} = F_i/F_0$, în care F_i este factorul forței critice asociat modului propriu de oscilație *i* și F_0 este forța concentrată care încarcă structura de analizat. Pentru biela analizată în această aplicație, deoarece încărcarea $F = F_0 = 1N$, forțele critice de flambaj sunt egale cu factorii de flambaj asociați. În imaginile de mai sus se prezintă câmpul de deplasări personalizat pentru primele 10 forme de pierdere a stabilității asociate forțelor critce de flambaj respective. În cazul în care se dorește obținerea mai multe forme de pierdere a stabilității, utilizatorul poate seta modelul de analiză cu elemente finite pentru numărul dorit

G. EXERCIŢIU

Să se analizeze cu elemente finite pierderea stabilității în cazul în care biela analizată mai sus este înlocuită cu cea din figura de mai jos. Aceasta este executată din oțel turnat și are dimensiunile: L = 180 mm, $\phi_{1e} = 80$ mm, $\phi_{1i} = 50$ mm, $\phi_{2e} = 70$ mm, $\phi_{2i} = 40$ mm, b = 40 mm, c = 7 mm.

