



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

MSC.Marc 2005r3 Tutorial 2

Robert Zemčík

Západočeská univerzita v Plzni
2014

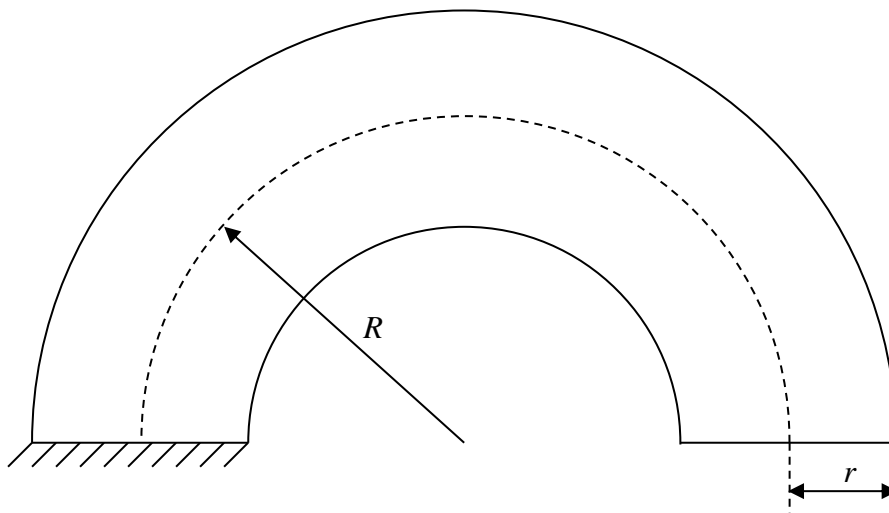
Tento dokument obsahuje návod na modální analýzu tenkostěnné laminátové nádoby pomocí MKP v programu MSC.Marc 2005r3.

Zadání úlohy

Tenká nádoba ve tvaru poloviny anuloidu je vyrobena ze 7 vrstev jednosměrového kompozitu (uhlík-epoxid). Skladba laminátu je $[0/\pm 45/90]_S$ vzhledem k ose trubky. Nádoba je pevně spojena s rámem podél jedné z podstav. Určete první 3 vlastní frekvence a příslušné vlastní tvary kmitu

$$\begin{aligned} R &= 1000 \text{ mm} \\ r &= 250 \text{ mm} \\ t &= 0.2 \text{ mm (jedna vrstva)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_L &= 110 \text{ GPa} \\ E_T &= 10 \text{ GPa} \\ \nu_{LT} &= 0.3 \text{ GPa} \\ G_{LT} &= 5 \text{ GPa} \\ \rho &= 1540 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$



Postup řešení

Postupujte dle níže uvedeného schématu. Jednotlivé položky odpovídají tlačítkům v příslušné úrovni kaskádovitého menu.

Položky menu, tlačítka, zadávané hodnoty

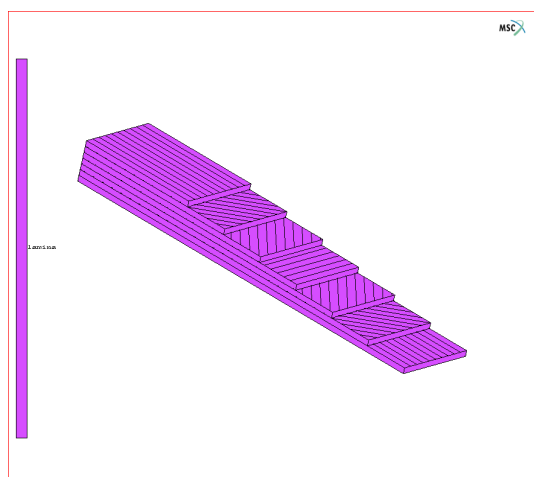
vysvětlení

Položky menu, tlačítka, zadávané hodnoty	vysvětlení
PREPROCESSING	příprava modelu
MESH GENERATION	tvorba sítě
COORDINATE SYSTEM – SET	nastavení souřadnicové mřížky
U DOMAIN	rozsah ve směru x
-0.25 0.25	
U SPACING	dělení
0.01	
V DOMAIN	rozsah ve směru y
-0.25 0.25	
V SPACING	dělení
0.01	
■ GRID	zapnout mřížku
FILL (v dolní liště)	celkový pohled
RETURN (nebo RIGHT-CLICK na menu)	návrat (slouží pro návrat do předchozí úrovně menu, dále je v textu vynecháno)
CURVE TYPE	typ křivky
ARC – CENTER/RADIUS/ANGLE/ANGLE	oblouk
CRVS – ADD	přidat křivku
0 0 0	střed (x,y,z)
0.25	poloměr
0	počáteční úhel
360	koncový úhel
CONVERT	konverze
DIVISIONS	dělení (počet vzniklých hran)
16 1	
CURVES TO ELEMENTS	křivky na elementy
1	
#	(slouží k ukončení zadávání seznamu více položek)
EXPAND	vytažení do dalšího rozměru
CENTROID	střed
1 0 0	
ROTATION ANGLES	rotace kolem os x, y a z
0 10 0	
REPETITIONS	opakování
18	
ELEMENTS	aplikovat na elementy
ALL – EXIST.	všechny existující
COORDINATE SYSTEM – <input type="checkbox"/> GRID	vypne mřížku
FILL	
SWEEP	uklizení (duplicitních prvků)
ALL	všechno
GEOMETRIC PROPERTIES	geometrické vlastnosti
3-D	prostorová úloha
SHELL	skořepina
THICKNESS	tloušťka
1	
OK (nebo RIGHT-CLICK)	
ELEMENTS – ADD	přidat elementům
ALL – EXIST.	všem
PLOT SETTING – SHELL	nastavení zobrazování skořepin
■ PLOT EXPANDED	zobrazit tloušťku
◆ SOLID	vyplnit
■ ID BACKFACES	ukázat rub a líc
REDRAW	překreslit
MATERIAL PROPERTIES	materiálové vlastnosti
MATERIAL PROPERTIES	

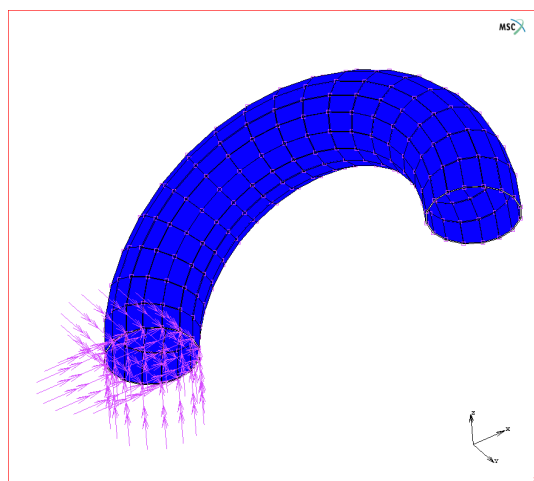
<p>ORTHOTROPIC</p> <p>E11 110e9</p> <p>E22 10e9</p> <p>NU12 0.3</p> <p>G12 5e9</p> <p>MASS DENSITY 1540</p> <p>OK</p> <p>NAME lamina</p> <p>LAYERED MATERIALS NEW COMPOSITE</p> <p>▼ RELATIVE THICKNESS</p> <p>▼ ABSOLUTE THICKNESS</p> <p>ADD LAYERS 1 lamina</p> <p>THICKNESS 2e-4</p> <p>DUPLICATE LAYER 1 2 7</p> <p>ANGLE (LAYER 2) 45</p> <p>ANGLE (LAYER 3) -45</p> <p>ANGLE (LAYER 4) 90</p> <p>ANGLE (LAYER 5) -45</p> <p>ANGLE (LAYER 6) 45</p> <p>OK</p> <p>ELEMENTS – ADD ALL – EXIST.</p> <p>▼ SHOW COMPOSITE</p> <p>▼ SHOW MODEL</p> <p>ORIENTATIONS EDGE23 ADD ALL – EXIST.</p> <p>PLOT</p> <p>ELEMENTS ♦ WIREFRAME REDRAW</p> <p>BOUNDARY CONDITIONS MECHANICAL NAME uchyceni</p> <p>FIXED DISPLACEMENT</p> <p>■ DISPLACEMENT X</p> <p>■ DISPLACEMENT Y</p> <p>■ DISPLACEMENT Z</p> <p>■ ROTATION X</p> <p>■ ROTATION Y</p>	<p>ototropní Youngův modul pružnosti</p> <p>Poissonovo číslo</p> <p>smykový modul</p> <p>hustota</p> <p>název</p> <p>vrstevnaté materially nový kompozit procentuelní tloušťka absolutní tloušťka (zvolit)</p> <p>přidat vrstvy číslo název tloušťka vrstvy</p> <p>duplikovat vrstvy kterou od do úhel v rámci laminátu</p> <p>zobraz skladbu laminátu zobraz model orientace (vrstvy [0]) dle hrany elementu (2–3 uzal)</p> <p>zobrazení elementy – drátěný model překreslit</p> <p>okrajové podmínky mechanické</p> <p>předepsané posuvy a rotace</p>
---	---

<p style="text-align: center;">■ ROTATION Z OK</p> <p>NODES – ADD (myši označit uzly levé podstavy) #</p> <p>ANALYSIS</p> <p>LOADCASE MECHANICAL NAME modalka DYNAMIC MODAL # MODES 3 OK</p> <p>JOBS MECHANICAL modalka (kontrola zaškrtnutí okr. podmínky v INITIAL LOADS) ELEMENT TYPES MECHANICAL 3-D MEMBRANE/SHELL 139 OK ALL – EXIST.</p> <p>RUN SUBMIT (1) OPEN POST FILE (RESULTS MENU)</p> <p>POST PROCESSING</p> <p>RESULTS OPEN DEFAULT DEFORMED SHAPE – DEF & ORIG DEFORMED SHAPE – SETTINGS AUTOMATIC CONTOUR BANDS SCALAR Displacement NEXT INC NEXT INC NEXT INC</p>	<p>přiřadit uzlům</p> <p>analýza</p> <p>zatížení mechanické</p> <p>modální analýza počet módů</p> <p>úloha mechanická vybere se vytvořený loadcase</p> <p>přiřadit typ elementů</p> <p>= 4-uzlová tenká skořepina</p> <p>ovládání úloh spustit řešení (EXIT NUMBER 3004) otevřít výsledky (přeskočí následující 3 řádky)</p> <p>vyhodnocení</p> <p>výsledky otevřít příslušné výsledky zobraz původní i deform. tvar velikost deformací automatická použij barevné kontury zobrazovaný skalár posunutí další krok (mód č.1) mód č.2 mód č.3</p>
--	---

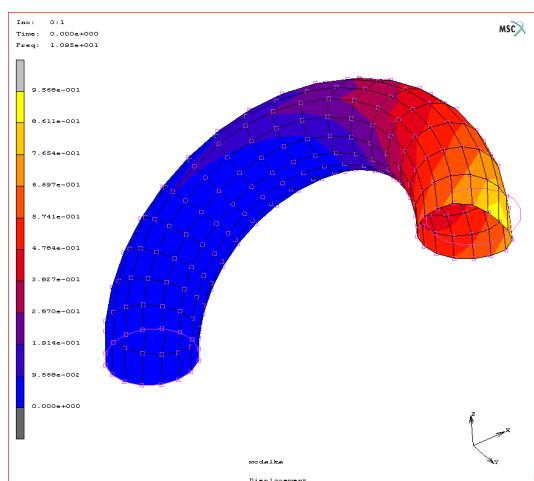
Příloha



Skladba materiálu.



Sít' a okrajové podmínky.



První vlastní tvar kmitu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento dokument je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.