

ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА ЕЛІПТИЧНОСТІ НА ПІДКРІПЛЕНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНІ ОБОЛОНКИ

Майбородіна Н. В., к. ф.-м. н.

natashamai2311@gmail.com

Герасименко В.П., інженер

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

Ковальов О.В., інженер

alekstdaty1979@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Задачі динамічної поведінки підкріплених еліпсоїдальних оболонок під дією нестационарного навантаження є актуальними, оскільки знаходять широке застосування в сучасних інженерних конструкціях та електромеханічних комплексах і системах. В основному розглянуто гармонічні коливання підкріплених оболонок простої геометрії [1]. Результати по вимушеним коливанням оболонок розглянуто в роботах [2...4].

Метою даної роботи є постановка та чисельне розв'язання задачі про дослідження впливу коефіцієнта еліптичності на коливання дискретно підкріпленої еліпсоїдальної оболонки під дією нестационарного навантаження.

Основні матеріали дослідження. Геометрія серединної поверхні оболонки: $x = R \sin \alpha_1 \sin \alpha_2$, $y = R \sin \alpha_1 \cos \alpha_2$, $z = kR \cos \alpha_1$, де α_1 , α_2 – гауссові криволінійні координати; $k = b/a$ – параметр еліптичності; a , b – півосі еліпса [4].

Розглядалась задача вимушених коливань підкріпленої повздовжніми ребрами частини еліпсоїдальної оболонки $D = \{\alpha_{10} \leq \alpha_1 \leq \alpha_{1N}, \alpha_{20} \leq \alpha_2 \leq \alpha_{2N}\}$ під дією навантаження $P_3(t) = A \cdot \sin \frac{\pi}{T} [\eta(t) - \eta(t-T)]$, $A = 10^6 \text{ Па}$; $T = 50 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.

Параметри конструкції: $\alpha_{10} = \frac{\pi}{12}$, $\alpha_{1N} = \pi - \frac{\pi}{12}$, $\alpha_{20} = -\frac{\pi}{2}$, $\alpha_{2N} = \frac{\pi}{2}$,
 $\frac{a}{h} = 60$, $\frac{b}{a} = 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5$, $h_i = 4 \cdot h$, $F_i = 4 \cdot h^2$, $E_1 = E_2 = 7 \cdot 10^{10} \text{ Па}$,
 $\nu_{12} = \nu_{21} = 0,33$, $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $E_j = E_1$, $\rho_j = \rho$.

Зовнішні повздовжні підкріплюючі ребра розміщувались вздовж координати α_1 в перерізах $\alpha_{2i} = -\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4}i$, $i = 0, 1, 2$.

На рисунку 1 зображено залежність величини u_3 від α_1 в перерізі $\alpha_2 = \frac{\pi}{8}$ в момент часу $t = 3T$. В силу симетрії розглядається залежність в діапазоні $\pi/12 \leq \alpha_1 \leq \pi/2$. Крива 1 відповідає випадку $\frac{b}{a} = 1$; крива 2 – $\frac{b}{a} = 1,1$; крива 3 – $\frac{b}{a} = 1,2$; крива 4 – $\frac{b}{a} = 1,3$; крива 5 – $\frac{b}{a} = 1,4$; крива 6 – $\frac{b}{a} = 1,5$. Найбільшого значення величина $u_3 = 5,498 \cdot 10^{-5}$ досягає для коефіцієнта еліптичності $\frac{b}{a} = 1,5$ (крива 6). В порівнянні зі значенням величини $u_3 = -0,589 \cdot 10^{-5}$ для коефіцієнта

еліптичності $\frac{b}{a} = 1$ (крива 1): $\frac{5,498 \cdot 10^{-5}}{-0,589 \cdot 10^{-5}} \approx 9$.

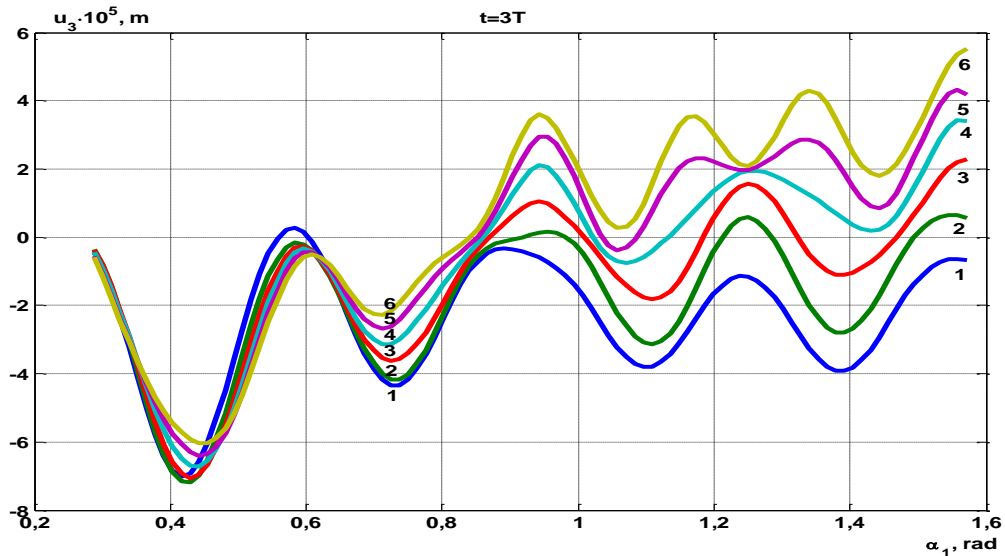


Рисунок 1. Залежність u_3 від α_1 в перерізі $\alpha_2 = \frac{\pi}{8}$ в момент часу $t = 3T$

Висновок. Результати розрахунків показали, що максимальні величини прогину u_3 проявляються в середині гладкої області – між ребрами. Величина прогину u_3 для випадку $\frac{b}{a} = 1,5$ в дев'ять разів більша від величини прогину u_3 для випадку $\frac{b}{a} = 1$.

Список використаних джерел

1. Амиро И.Я., Заруцкий В.А. Учет дискретного размещения ребер при изучении напряженно-деформированного состояния, колебаний и устойчивости ребристых оболочек (обзор). *Прикладная механика*. 1998. Т. 34, № 4. С. 3 – 22.
2. Майбородина Н.В., Мейш В.Ф., Герасименко В.А. Динамическое поведение дискретно подкрепленных продольными ребрами эллипсоидальных оболочек при нестационарной распределенной нагрузке. *Математичні проблеми технічної механіки: збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету*. Дніпродзержинськ, 2012. Вип. 19 (2). С. 54 – 60.
3. Майбородина Н.В., Герасименко В.П. Застосування в автоматизації підкріплених еліпсоїдальних оболонок під дією нестационарного навантаження. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія “Техніка та енергетика АПК”. К.: ВЦ НУБіП України, 2016. Вип. 242, С. 242 – 245.
4. Мейш В.Ф., Майбородина Н.В. Исследование напряженно-деформированного состояния дискретно подкрепленных продольными ребрами эллипсоидальных оболочек при нестационарных распределенных нагрузках. *Теоретическая и прикладная механика*. 2007. Вып. 43. С. 150 – 155.