

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК З ПОЧАТКОВИМИ НЕДОСКОНАЛОСТЯМИ

Кочуров Р.Є., Аврамов К.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Розглядається тонка циліндрична оболонка, яка має малі відхилення від ідеальної циліндричної форми. Оболонка шарнірно-оперта та знаходиться під дією рівномірно розподілених періодичних зусиль осьового стиску $N_x(t) = N_1 \cos \Omega t$ по торцевим перерізам. Динаміка оболонки описується рівняннями Доннела-Муштари-Власова.

Динамічний прогин оболонки враховує взаємодію між трьома парами спряжених форм коливань, які мають близькі частоти лінійних коливань:

$$w = \sum_{i=1}^3 (f_{2i-1} \cos s_i y + f_{2i} \sin s_i y) \sin r x + f_7 \sin^2 r x + f_8, \quad (1)$$

де $s_i = n_i / R$; $r = m \pi / L$; $i = \overline{1,3}$; n_i, m – параметри хвильоутворення.

Початкові недосконалості форми представлялися так

$$w_0 = (f_{10} \cos s_1 y + f_{20} \sin s_1 y) \sin r x, \quad (2)$$

Функція напружень визначається з умови безперервності поля переміщень по окружній координаті. У результаті застосування методу Бубнова-Гальоркіна отримана дискретна динамічна система, яка має вісім ступенів свободи. За допомогою чисельного моделювання були отримані рухи, що відповідають біжучим в оболонці хвилям. Для цього застосовувався метод продовження розв'язку у вигляді схеми предиктор-коректор. Цей алгоритм був створений в середовищі Maple. Проводився аналіз стійкості рухів за допомогою теорії Флоке-Ляпунова.

Результати досліджень представлялися на біфуркаційних діаграмах. Початкові недосконалості розкладалися за власними формами узагальнених координат f_1, f_2 . Тому по цим координатам спостерігається «розщеплення» нелінійного поведження оболонки. Розв'язки, які збігалися для узагальнених координат f_1, f_2 в оболонці без початкових недосконалостей, розрізняються в моделі з недосконалостями. Розв'язки для координат f_3, f_4 , а також для f_5, f_6 збігаються, як і в моделі без початкових недосконалостей. Результати, отримані методом продовження розв'язку по параметру, дуже близькі до результатів, отриманих раніше асимптотичними методами. Зазначимо, що різниця зростає із збільшенням амплітуд.