

ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ НЕЗАМКНУТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ З КРУГОВИМ ГОФРОВАНИМ ПЕРЕРІЗОМ

Олександр Григоренко, Максим Борисенко, Олена Бойчук

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України;

Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського (Україна)

ayagrigorenko1991@gmail.com; mechanics530@gmail.com

При проектуванні деталей машин та елементів конструкцій необхідно враховувати частоти і форми вільних коливань конструкції, оскільки при співпаданні частоти зовнішньої сили з частотою вільних коливань спостерігається руйнівне явище резонансу. Циліндричні оболонки широко використовуються у різних галузях промисловості оскільки мають високу міцність та стійкість при відносно невеликій масі. Підвищення міцнісних характеристик із збереженням маси можна здійснювати за рахунок зміни геометричних параметрів таких як товщина стінки оболонки [1] або форми поперечного перерізу [2]. Одним із способів зміни поперечного перерізу є гофрування. Визначенню частот і форм вільних коливань циліндричних оболонок з гофрованим поперечним перерізом методом сплайн-колокації присвячені роботи [3, 4, 6].

Метою даного повідомлення є визначення частот і форм вільних коливань пружної ізотропної незамкненої циліндричної оболонки кругового гофрованого поперечного перерізу сталюї товщини з жорстко закріпленними торцями на основі методу скінчених елементів; встановлення залежності частоти вільних коливань від густини гофрування.

Для розрахунків застосовано програму для інженерного аналізу методом скінчених елементів – FEMAP з розв'язувачем NX Nastran [5]. Обраний програмний засіб дає можливість користувачу оцінити поведінку комп'ютерної моделі конструкції в реальних умовах експлуатації, дати оцінку її несучої здатності без значних затрат часу та коштів.

В якості ізотропного матеріалу обиралась сталь (модуль Юнга $E = 214 \text{ Аї } \text{а}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,32$, густина $\rho = 7820 \text{ еї } / \text{і}^3$). Параметричні рівняння серединної поверхні оболонки:

$$x(\varphi) = (R + r \cos(k\varphi)) \cos \varphi ;$$

$$y(\varphi) = (R + r \cos(k\varphi)) \sin \varphi ,$$

де R – радіус базового кола, r – амплітуда гофр, k – густина гофрування.

Висота, товщина стінки оболонки та радіус базового кола такі ж як для циліндричної оболонки із значенням ексцентриситету $\varepsilon = 0$ [2].

В результаті розрахунків: розв'язано тестову задачу, отримані результати відрізняються на не значну величину від результатів [4]; отримано частоти і форми вільних коливань дослідженої оболонки з різною густиною гофрування із збереженням маси оболонки; встановлено залежність частот вільних коливань від кількості гофр. Зміна форми поперечного перерізу за рахунок гофрування дає можливість керувати спектром частот вільних коливань для виведення оболонки з резонансного режиму, що є актуальною проблемою і потребує подальшого дослідження.

1. Будає В.Д., Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук О.В. Вільні коливання еліптичної оболонки змінної товщини // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, серія: «Математика. Механіка». – 2014. – 32, № 2. – С. 32-37.
2. Будає В.Д., Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук О.В. Вплив ексцентриситету еліптичної оболонки на розподіл її динамічних характеристик // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, серія: «Фізико-математичні науки». – 2015. – 2. – С. 23-28.
3. Пузырев С.В. Исследование свободных колебаний гофрированных цилиндрических оболочек // Теоретическая и прикладная механика. – 2010. – 1, № 47. – С. 106-113.
4. Пузырев С.В. О свободных колебаниях некруговых цилиндрических оболочек с гофрированным эллиптическим сечением // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – 2013. – № 1. – С. 47-53.
5. Рудаков К.Н. FEMAP 10.2.0. Геометрическое и конечно-элементное моделирование конструкций. – К. НТУУ «КПИ», 2011. – 317с.
6. Семенюк Н.П., Бабич И.Ю., Жукова Н.Б. Свободные колебания гофрированных цилиндрических оболочек // Прикладная механика. – 2013. – 41, № 1. – С. 58-67.

FREE VIBRATIONS OF AN UNCLOSED CYLINDRICAL SHELL WITH A CIRCULAR CORRUGATED CROSS-SECTION

Frequencies and shapes of free vibrations of elastic isotropic unclosed cylindrical shell with a circular corrugated cross-section of a constant thickness and with a rigidly fixed face ends are calculated. A program for finite element analysis FEMAP with NX Nastran solving is used for calculations. It is established that the change in the shape of the cross-section due to corrugation makes it possible to control the spectrum of free vibration frequencies to withdraw the shell from the resonance regime.