

УДК 539.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ ВІДКРИТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

Бойчук О.В., к. ф.-м. н., ст.викладач

Миколаївський національний аграрний університет

Борисенко М.Ю., к. ф.-м. н., вчитель-методист

Миколаївський муніципальний колегіум ім. В.Д. Чайки

Наведені результати чисельного розрахунку динамічних характеристик незамкненої циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу постійної та змінної товщини з різними варіаціями відкритості оболонки – уздовж малої та великої півосей, а також з двома варіантами жорсткого закріплення на торцях. Розрахунок частот і форм вільних коливань проводився методом скінченних елементів, реалізованого за допомогою програмного комплексу FEMAP. Проводиться порівняльний аналіз залежностей власних частот від кута відкритості відносно великої та малої півосей.

Широкого застосування в будівництві різних інженерних конструкцій набули циліндричні оболонки некругового поперечного перерізу постійної та змінної товщини, які можуть мати як замкнутий, так і незамкнутий контур з різною варіацією граничних умов. При проектуванні таких споруд необхідно мати інформацію про їхні динамічні характеристики, зокрема про частоти і форми вільних коливань, так як в реальних умовах експлуатації необхідно уникати резонансних режимів.

Розв'язок задачі на визначення власних частот в рамках теорії тонких оболонок можливий для об'єктів простої геометричної форми. У випадках складної геометричної форми, наприклад, замкнутої оболонки еліптичного поперечного перерізу з різним характером зміни товщини, доцільно застосовувати метод скінченних елементів (МСЕ).

За допомогою програми FEMAP була побудована геометрія оболонок у вигляді циліндричної поверхні еліптичного поперечного перерізу товщини з розмірами: висота 0,12м, півосі серединної поверхні: $a=50,810\text{мм}$ і $b=36,285\text{мм}$. В якості матеріалу задавалась сталь с характеристиками: модуль Юнга 212ГПа , коефіцієнт Пуассона 0,3, густина 7800кг/м^3 . Для оболонки постійної товщини

задавалась товщина $d=2$ мм. Параметри моделювання вибрані у відповідності з характеристиками і розмірами замкнутої некругової циліндричної оболонки постійної товщини, що досліджувалась на частоти и форми вільних коливань МСЕ [1] і методом стробогологафічної інтерферометрії [2]. Для оболонки змінної товщини із забезпеченням еквівалентності маси розглядались два варіанти: 1) товщина оболонки уздовж великої півосі $d_a=3$ мм, уздовж малої півосі $d_b=1,3$ мм; 2) товщина оболонки уздовж великої півосі $d_a=1$ мм, уздовж малої півосі $d_b=2,73$ мм. Потім оболонка розрізалась сектором заданого кута відкритості φ . Розглянути різні способи відкритості: відносно великої і відносно малої півосей. Для оболонки постійної товщини кут відкритості змінювався від 0^0 до 180^0 з кроком 10^0 . Для оболонок змінної товщини кут відкритості змінювався від 0^0 до 90^0 з кроком 10^0 . Оболонки досліджувалась при жорстко закріпленому одному і двох торцях. так як в залежності від цього будуть змінюватися її властивості міцності, а відповідно і частоти вільних коливань.

Розрахунок резонансних частот вільних коливань незамкненої циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу постійної товщини дає можливість зробити ряд висновків:

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається при куті відкритості 0^0 відносно великої півосі для двох випадків розглянутих граничних умов;

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається для консольної оболонки при куті відкритості близько 130^0 відносно малої півосі, для затисненої з двох торців оболонки при куті відкритості близько 150^0 відносно малої півосі;

- вплив кута відкритості більший в разі защемлення двох торців;

- характер залежностей резонансної частоти від кута відкритості відносно великої півосі і відносно малої півосі протилежний.

Розрахунок резонансних частот вільних коливань незамкненої циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу змінної товщини першого типу дає можливість зробити ряд висновків:

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається при куті відкритості 0^0 відносно великої півосі для жорсткого закріплення по двом торцям і при 90^0 для консольного закріплення в межах розглядуваних кутів відкритості;

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається для оболонки з консольним закріпленням при куті розкриття 60^0 відносно малої півосі, для закріпленої по двом торцям при куті розкриття 70^0 відносно малої півосі;

- в разі закріплених двох торців кут відкритості впливає більш рівномірно;

- характер залежностей резонансної частоти від кута відкритості відносно великої півосі і відносно малої півосі протилежні.

Розрахунок резонансних частот вільних коливань незамкненої

циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу змінної товщини другого типу дає можливість зробити ряд висновків:

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається при куті відкритості 0^0 відносно великої півосі для жорсткого закріплення по двом торцям, а також для жорсткого закріплення по одному торцю;

- максимальне значення першої резонансної частоти спостерігається для оболонки з жорстко закріпленим одним торцем при куті відкритості 80^0 відносно малої півосі та 90^0 для закріпленої по двом торцям в межах розглянутих кутів відкритості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Budak V.D., Grigorenko A.Ya., Borisenko M.Yu., Boychuk E.V. Determination of eigenfrequencies of an elliptic shell with constant thickness by the finite-element method // J. of Mathematical Sci. – 2016. – 212, N 2. – P. 182 – 192.

2. Буда́к В.Д., Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Пригода О.П., Бойчук О.В. Визначення власних частот тонкостінної оболонки некругового поперечного перерізу методом стробоголографічної інтерферометрії // Проблеми вычислительной механики и прочности конструкций. – 2015. – № 24. – С. 18 – 25.