

УДК 539.3

ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ І НЕОДНОРІДНОСТІ ПЛАСТИН НА СПЕКТР ВЛАСНИХ ЧАСТОТ І ФОРМИ КОЛИВАНЬ

Алексейчук О.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Анотація. В роботі розглядається вплив змінної зосередженої маси, яка переміщується вздовж радіуса круглої пластини на спектр її власних частот і форми коливань. Також досліджено вплив отворів різних радіусів та їх положення відносно центра пластини на її частоти і форми коливань. Розрахунки проведено методом скінченних елементів для пластини з алюмінієвого сплаву Д16Т.

Ключові слова: метод скінченних елементів, спектр власних частот, форми коливань

Проектування сучасних конструкцій тісно пов'язане з проведенням попередніх розрахунків для оцінки міцності, жорсткості та стійкості пластин, які перебувають під дією статичних і динамічних навантажень. Пластини з конструкційними особливостями, такими як вирізи, зосереджені маси, перфорації, широко використовуються в приладобудуванні, машинобудуванні і будівництві [1]. Розрахунок пластин з неоднорідностями з використанням простих аналітичних рішень є занадто складним. У зв'язку з цим розв'язання подібних завдань проводиться з використанням чисельних методів. Одним з найбільш перспективних методів дослідження задач стійкості та власних коливань пластин з неоднорідностями є метод скінченних елементів [2].

Дана робота присвячена дослідженню впливу неоднорідності, а саме зосередженої маси, та нелінійності геометрії на спектр власних частот і форми коливань круглої пластини.

Розглядали круглу пластину радіусом $R=1,2$ м, товщиною $0,015$ м, виготовлену з алюмінієвого сплаву Д16Т з відповідними властивостями: модуль Юнга $E = 71000$ МПа, коефіцієнт Пуасона $\nu = 0,34$, густина $\rho = 2700$ кг/м³. Пластина вільно спирається на власний контур.

Вивчалися наступні питання:

1. Вплив отворів на частоту і форму власних коливань круглої пластини.

Розглядався отвір радіусом $r = 0,01 \dots 0,5R$ на відстані $X = 0,1 \dots 0,8R$ від центра пластини (рис.1.).

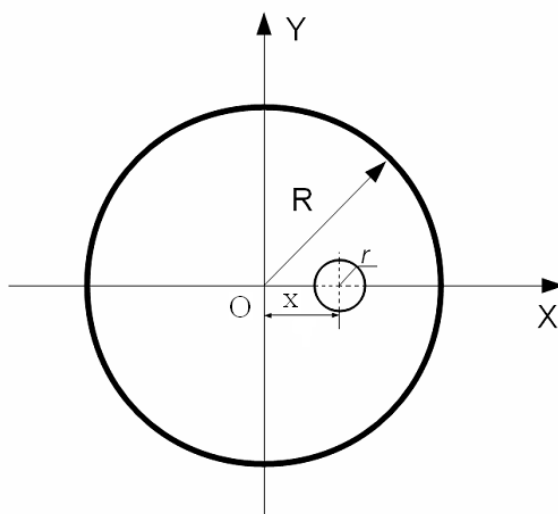


Рис.1. Розрахункова схема визначення власних частот і форм коливань пластин з отвором

2. Вплив зосередженої маси на частоту і форму власних коливань круглої пластини. Розташування зосередженої маси варіюється уздовж радіуса на відстані від 0 до $0,8R$ від центра пластини. Маса варіюється від 10% до 50% маси пластини.

Розрахункова схема показана на рис.2.

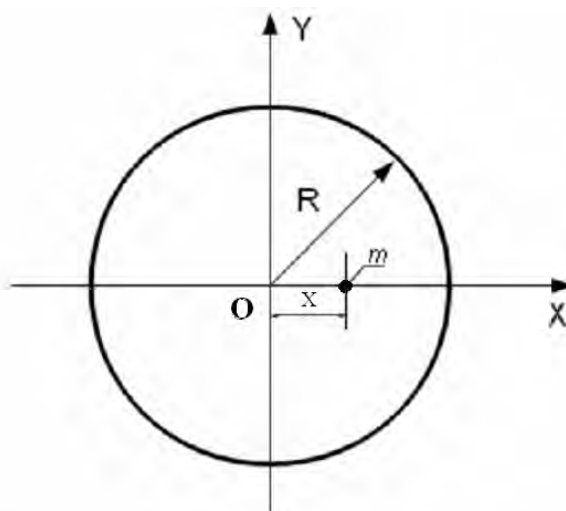


Рис.2. Розрахункова схема з зосередженою масою

Показано, що отвори невеликого радіусу ($r = 0,01R - 0,15R$) мало впливають на частоту власних коливань суцільної круглої пластини і не надають будь-якого значного впливу на їх форму. Відмінності спостерігаються для пластин з отвором великого радіусу ($r \geq 0,25R$), при зміщенні його до краю пластини. Але і при цьому форми коливань в загальних рисах повторюють форму коливань пластини без отвору. Отвори радіуса більше 35% від радіуса пластини призводять до значної зміни форм коливань і збільшення, починаючи з третьої, значень частот власних коливань. Дані чисельні рішення підтверджують отримані К.Г. Чижевським аналітичні результати [3].

Розташування зосередженої маси в центрі пластини незалежно від її величини призводить до зменшення амплітуди коливань, але не змінює форму. При зміщенні зосередженої маси вздовж радіуса виникають несиметричні форми коливань; в місцях розташування зосередженої маси спостерігається виникнення вузлових ліній, які не властиві коливанням пластини без зосередженої маси. Зосереджена маса, яка розташована в центрі пластини, знаходиться на вузлових лініях і не впливає на форму власних коливань, а лише призводить до зменшення частоти.

Список літератури:

1. Григолюк Э.И. Проблемы построения теории тонких пластин / Э.И. Григолюк, В.И. Мамай // Физико-математическое моделирование и информационные технологии. - 2006. - № 3. - С. 56-71.
2. Hartmann F. Structural Analysis With Finite Elements. / F. Hartmann, C. Katz. Springer, 2007. – 604 p.
3. Чижевский К. Г. Расчёт круглых и кольцевых пластин/К. Г. Чижевский, - Л: Машиностроение, 1977. – 184 с.