

## **ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ П'ЯТИКУТНИХ ПЛАСТИН**

**Максим Борисенко**

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАНУ, [mechanics530@gmail.com](mailto:mechanics530@gmail.com)

Пластини різної форми є поширеними елементами тонкостінних конструкцій інженерних споруд та сучасних будівель, авто- та авіо-промисловості, кораблів, космічних апаратів та інших галузей із застосуванням сучасних технологій. Під час проектування таких конструкцій є необхідним розрахунок несучих елементів на випадок дії раптово виникаючих динамічних навантажень різної природи. Важливим аспектом у забезпеченні надійності таких пластинчастих елементів є визначення частот і форм вільних коливань з високою точністю з урахуванням властивостей матеріалу і граничних умов, що є актуальною проблемою прикладної математики та механіки.

Одним із сучасних методів дослідження частот і форм вільних коливань є метод скінченних елементів (МСЕ), який є основою багатьох програм для інженерного розрахунку, наприклад, програми FEMAP з розв'язувачем NX Nastran, який використовується в ряді дослідження [1-4]. Також, широке застосування в задачах динаміки пластин знайшов метод Релея-Рітца [1, 2].

Теоретичні дослідження вільних коливань пов'язані з значними труднощами реалізації математичної моделі та необхідністю розв'язання складної системи диференціальних рівнянь в частинних похідних із змінними коефіцієнтами, при розв'язанні якої спостерігається нестійкість розрахунку, втрата необхідного порядку даних обчислень. Визначення частот вільних коливань п'ятикутних пластин пов'язане з проблемами обчислювального характеру та необхідністю переходу до неортогональної системи координат, у зв'язку з цим є необхідним застосовувати чисельні методи.

Метою даного повідомлення є поширення підходу для розрахунку частот вільних коливань ізотропних квадратних пластин за методом Релея-Рітца [1] на розрахунок частот вільних коливань ізотропних п'ятикутних пластин різної товщини з вільними краями та поширення методу скінченних елементів до розв'язування задачі вказаного класу.

В роботі розглянуто вільні коливання ізотропних п'ятикутних пластин різної товщини з вільними краями на основі двох різних підходів. Поширено підхід для розрахунку частот вільних коливань ізотропних квадратних пластин за методом Релея-Рітца на розрахунок частот вільних коливань

## **Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2022», 25–27 травня 2022 р., Львів**

п'ятикутних пластин. Розраховані коефіцієнти форм коливань і граничних умов формули, отриманої методом Релея-Рітца, які залежать від співвідношення товщини до сторони пластини. Встановлені межі застосування формули. Методом скінченних елементів розраховані частоти та форми вільних коливань пластин вказаного класу. Проведено порівняння розрахованих частот МСЕ з частотами розрахованими за формулою, отриманої методом Релея-Рітца, та встановлено точність розрахунків двома методами. Проведено порівняння отриманих форм коливань МСЕ з формами коливань отриманими іншими авторами. Встановлено топологію форм вільних коливань для п'ятикутної, чотирикутної та трикутної пластини з вільними краями. Реалізовані у роботі підходи дають можливість досліджувати динамічні характеристики пластин інших конфігурацій і можуть бути використані для оцінки точності інших підходів.

1. *Григоренко О.Я.* Чисельний аналіз вільних коливань прямокутних пластин на основ різних підходів / О.Я. Григоренко, М.Ю. Борисенко, Е.В. Бойчук, В.С. Новицький // Запорізького національного університету, серія фізико-математичні науки, 2019. – №1. – С. 33-41.
2. *Григоренко О.Я.* Чисельне визначення частот і форм вільних коливань рівнобедрених трикутних пластин з вільними краями / О.Я. Григоренко, М.Ю. Борисенко, О.В. Бойчук // *Mat. методи та фіз.-мех. поля*, 2020. – 63, № 3. – С. 28-39.
3. *Borysenko M.* Numerical analysis of frequencies and forms of own collars of different forms with free zone / M. Borysenko, A. Zavorodnii, R. Skupskyi // *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 2019. – Vol.18, №1, – P. 5-13.
4. *Grigorenko O.Y.* Free Vibrations of Triangular Plates with a Hole / O.Y. Grigorenko, M.Yu. Borysenko, O.V. Boichuk, L.Ya. Vasil'eva // *International Applied Mechanics*. – 2021. – Т. 57. – №. 5. – С. 534-542.

### **NUMERICAL ANALYSIS OF FREQUENCIES OF FREE VIBRATIONS OF PENTAGONAL PLATES**

*The free vibrations of isotropic pentagonal plates of different thicknesses with free edges based on two different approaches are considered: finite element method, Rayleigh-Ritz method. The dynamic characteristics which depend on the ratio of the thickness to the side of the plate, are calculated. The results calculated compared and the accuracy of the calculations by two methods was established.*