

О. Я. Григоренко<sup>1</sup>, М. Ю. Борисенко<sup>1</sup>, О. В. Бойчук<sup>2</sup>,  
Н. П. Борейко<sup>1</sup>

### ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ ШЕСТИКУТНИХ ПЛАСТИН З РІЗНИМИ ВАРІАНТАМИ ЗАКРІПЛЕННЯ КРАЇВ

<sup>1</sup>Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАНУ,  
вул. Нестерова, 3, 03057, Київ, Україна;  
e-mail: ayagrigorenko1991@gmail.com; mechanics530@gmail.com;  
nataliya.petrivna@ukr.net;

<sup>2</sup>Миколаївський національний аграрний університет,  
вул. Георгія Гонгадзе, 9, 54020, Миколаїв, Україна;  
e-mail: boychuklena27@gmail.com

Багатокутні пластини є поширеними елементами різних тонкостінних конструкцій, будівель, корпусів машин та інженерних споруд, які піддаються статичним та динамічним навантаженням, тому при їх проектуванні необхідно проводити попередні розрахунки на стійкість та міцність, а в реальних умовах експлуатації потрібно уникати резонансних режимів, що спричиняє руйнування. При конструюванні таких складних споруд використовують комбінації пластини різної форми з різними граничними умовами. Постає актуальна проблема механіки та прикладної математики про поширення аналітичних, чисельних та експериментальних методів до розв'язання задач динаміки пластин різної форми. В сучасній науці для розв'язування даної задачі широко застосовують різноманітні комп'ютерні програмні комплекси автоматизованого проектування, які ґрунтовані на різних чисельних методах, наприклад, на методі скінченних елементів (МСЕ). Одним з таких комплексів є FEMAP з розв'язувачем NX Nastran [1]. Запропонований програмний комплекс апробовано на багатьох задачах динаміки пластин з отвором та без з різними варіантами закріплення [2, 3]. В [2] розглянуті вільні коливання ізотропних шестикутних пластин різної товщини з вільними краями на основі двох різних підходів, а отримані результати розрахунків підтверджуються експериментально [4].

Метою даного повідомлення є розрахунок методом скінченних елементів частот та форм вільних коливань ізотропних тонких шестикутних пластин при різних варіантах жорстко закріплених та вільних країв.

За допомогою FEMAP побудовано геометрію шестикутної пластини правильної форми зі стороною  $a=240$  мм, товщина пластини  $h=4$  мм ( $h/a=1/60$ ). Матеріалом пластини задавався алюміній: модуль Юнга  $E=71$  ГПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu=0,33$ , густина  $\rho=2710$  кг/м<sup>3</sup>. Пластинка досліджувалась при різних варіантах жорстко (С) закріплених країв і вільних (F) країв (рис. 1). Скінченно-елементна розбивка проводилась plate-елементами розміром сторони  $h$ .

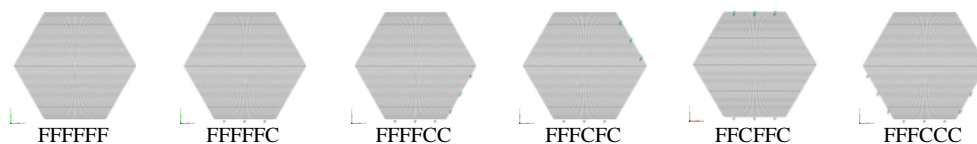


Рис. 1.

В результаті розрахунків отримано частоти вільних коливань шестикутної пластини з різними варіантами закріплення. Для встановлення залежності частоти від накладених граничних умов були введені коефіцієнти граничних умов, отримані в результаті ділення відповідної частоти закріпленої пластинки на відповідну частоту пластини з вільними краями. Як приклад на рис. 2 представлені перші десять форм вільних коливань шестикутної пластини з варіантом закріплення (FFCFFC).

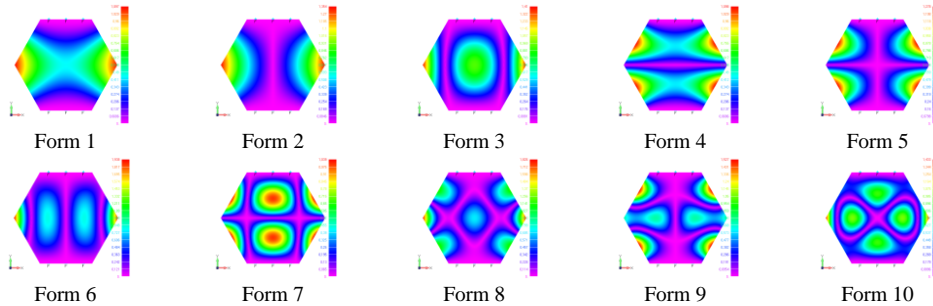


Рис. 2.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: частоти і форми, вільні коливання, шестикутна пластинка, метод скінченних елементів, жорстке закріплення.

1. Рудаков К.Н. FEMAP 10.2.0. Геометрическое и конечно-элементное моделирование конструкций. – К. НТУУ «КПИ», 2011. – 317с.
2. Grigorenko A., Borysenko M., Boychuk O., Boreiko N. Numerical Analysis of Free Vibration Frequencies of Hexagonal Plate // Selected Problems of Solid Mechanics and Solving Methods. Advanced Structured Materials. – 2024. – **204** – P. 201 – 220.
3. Grigorenko O.Y., Borisenko M.Y., Boichuk O.V., Vasileva L.Y. Free Vibrations of Triangular Plates with a Hole // Int. Appl. Mech. – 2021. – **57**, N 5. – P. 534 – 542.
4. Waller M.D. Vibrations of free plates: line symmetry; corresponding modes // Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences. – 1952. – **1105**, N 211. – P. 265 – 276.

**О.Ya. Grigorenko<sup>1</sup>, М.Yu. Borysenko<sup>1</sup>, O.V. Boichuk<sup>2</sup>, N.P. Boreiko<sup>1</sup>**

**FREE VIBRATIONS OF HEXAGON PLATES  
WITH DIFFERENT VARIATIONS OF FASTENING AT THE EDGES**

<sup>1</sup>*S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of the National Academy of Sciences,  
P. Nesterov Str., 3, 03057, Kyiv, Ukraine;*

*e-mail: ayagrigenko1991@gmail.com; mechanics530@gmail.com; nataliya.petrivna@ukr.net;*

<sup>2</sup>*Mykolayiv National Agrarian University, Georgy Gongadze Str., 9, 54030, Mykolayiv, Ukraine;  
e-mail: boychuklena27@gmail.com*

Free vibrations of isotropic hexagonal plates with different variants of rigid fastening at the edges are considered using the finite element method. The results obtained were compared. The dependences of the frequency of free vibrations on the method of fastening have been established. The approaches implemented in the work make it possible to study the dynamic characteristics of plates of other configurations.