

розрахунками. Узагальнюючи отримані результати можна дійти висновки, що тонкі пластини краще розбивати plate-елементами або brick-елементами, різниця полягає тільки у часі комп'ютерного розрахунку.

Список використаних джерел

1. Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук О.В. Чисельне визначення частот і форм вільних коливань рівнобедрених трикутних пластин з вільними краями. *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* 2020. **63**, № 3. С. 28-39.
2. Grigorenko O.Y., Borisenko M.Y., Boichuk O.V., Vasil'eva L.Y. Free Vibrations of Triangular Plates with a Hole. *Int. Appl. Mech.* 2021. **57**, № 5. P. 534-542.

**РОЗРАХУНОК ЧАСТОТ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ГОФРОВАНИХ ПЛАСТИН З РІЗНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФРУВАННЯ**

Борисенко М.Ю.<sup>1</sup>, Лобов В.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

<sup>2</sup>Миколаївський муніципальний колегіум ім. В.Д. Чайки

Однією з актуальних задач прикладної математики є дослідження коливань плоских конструкцій різної форми з урахуванням розподілу ребер жорсткості у вигляді гофр, які дають змогу підвищити стійкість конструкції при тій самій вазі пластинки. У зв'язку з цим, є необхідним поширити чисельні методи на дослідження частот і форм вільних коливань гофрованих квадратних пластин з жорстко закріпленими краями. Одним з таких методів, є метод скінченних елементів (МСЕ), який лежить в основі роботи програми FEMAP, яка апробована в ряді досліджень [1-2].

За допомогою системи FEMAP побудовані три тонкі алюмінієві (модуль Юнга  $E = 71 \text{ ГПа}$ , коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,34$ , густина  $\rho = 2710 \text{ кг/м}^3$ ) квадратні гофровані пластини зі стороною  $a = 0,14 \text{ м}$ , товщиною  $h = 3 \text{ мм}$ , кількістю гофрів  $k = 2$  з різними профілями (рис. 1). При способі гофрування  $G1$  відбувається тільки пряме зміщення матеріалу на  $h/2$  по товщині пластини, при  $G2$  – пряме зміщення матеріалу на  $h/2$  по товщині пластини та набігання матеріалу на  $h/2$  по ширині пластини, при  $G3$  – криве зміщення матеріалу із

складовими по товщині на  $h/2$  та по ширині на  $h$ . Розраховані перші п'ять частот гофрованих пластин з різними профілями наведені в таблиці 1, де: Elements – кількість елементів; Nodes – кількість вузлових точок; Time – відносний час комп'ютерного розрахунку. Перші п'ять форм коливань наведені на рис. 2.

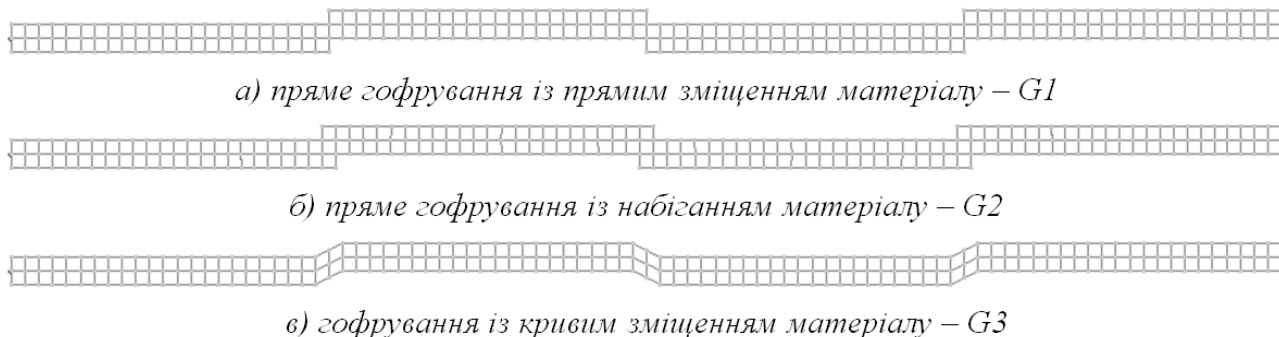


Рис. 1. Види профілів гофрування

Таблиця 1

Частоти гофрованих пластин різних профілів

Form	f, Гц		
	G1	G2	G3
1	1522,48	1546,97	1534,63
2	2924,41	3010,76	3023,15
3	3120,41	3178,87	3120,75
4	4372,00	4472,14	4442,91
5	4671,20	4954,56	4996,12
Elements	17112	17577	17112
Nodes	26508	27072	26226
Time, c	56	50	26

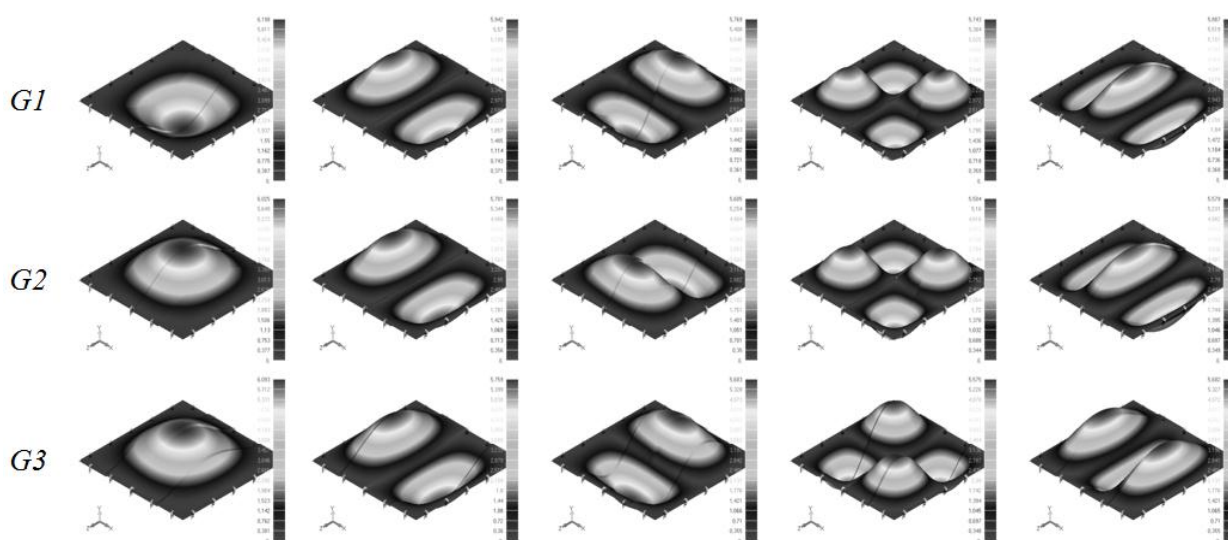


Рис. 2. Перші п'ять форм коливань гофрованих пластин з різних профілів

Аналізуючи дані таблиці 1 необхідно відмітити пластини гофровані

профілем типу  $G3$ , оскільки при однаковій масі пластини час розрахунків значно менший, а частоти вільних коливань дещо вищі, що свідчить про кращу жорсткість пластини, при цьому форми коливань у всіх пластин є однаковими.

Список використаних джерел

3. Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук Е.В., Новицький В.С. Чисельний аналіз вільних коливань прямокутних пластин на основ різних підходів. *Вісн. Запорізького нац. унів. Сер. фіз.-мат. науки*. 2019. №1. С. 33-34.
4. Grigorenko O.Y., Borisenko M.Y., Boichuk O.V., Vasil'eva L.Y. Free Vibrations of Triangular Plates with a Hole. *Int. Appl. Mech.* 2021. **57**, № 5. P. 534-542.

## **АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Кирисов І.Г.

Українська інженерно-педагогічна академія

На сьогодні в Україні дуже активно розвивається сонячна енергетика. На теперішній час в Україні налічується 875 промислових СЕС та майже 30000 домогосподарств в яких встановлено сонячні батареї. Зараз у світі найбільш поширені сонячні батареї на основі моно- і полікристалічного кремнію, на долю яких доводиться 80% світового ринку виробництва сонячних батарей. Термін експлуатації сонячних батарей, який встановлює виробник, складає 20-25 років. Як показує практика експлуатації, вже через 2 роки у сонячних батареях починають відбуватися процеси деградації, внаслідок чого знижується вихідна потужність від 10 до 40% від номінальної. При цьому значно знижується ККД сонячної батареї. Зниження вихідної потужності відбувається через дії певних факторів, які впливають на сонячні батареї під час експлуатації та прискорюють її деградацію.

Фактори, які підвищують ризик деградації фотоелектричних модулів:

1. Погодні умови (температура і підвищена вологість, їхні різкі коливання);
2. Пошкодження ізоляційного шару;