

ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ СЕНДВИЧ ПЛАСТИН З АУКСЕТИЧНИМ СОТОВИМ ЗАПОВНЮВАЧЕМ

Лідія Курпа¹, Тетяна Шматко², Ганна Лінник³, Ірина Морачковська⁴

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,

¹ Kurpalidia@gmail.com, ² ktv_ua@yahoo.com, ³ linnik2105@gmail.com, ⁴ i.morachkovska@gmail.com

Досліджено вільні коливання тришарових композитних сендвич пластин. Зовнішні (лицьові) шари є ізотропними або ортотропними з однаковими пружними константами, а заповнювач має сотову ауксетичну структуру з негативним коефіцієнтом Пуасона. Розглянуто шестикутну форму сот (рис. 1), для яких використано відомі формули [1, 2] для обчислення матеріальних властивостей заповнювача.

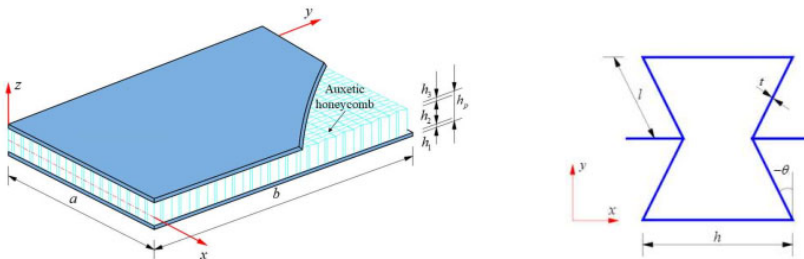


Рис. 1

Для побудови математичної моделі задачі використано уточнену теорію пластин третього порядку (теорію Редді, TSDT [3]). Для розв'язання задачі використано метод Рітца у сполученні з теорією R-функцій [4]. Виведено аналітичні формули для обчислення матеріальних властивостей сендвич пластин, які змінюються за товщиною пластини. Розроблено програмне забезпечення для вивчення динамічної поведінки сендвич пластин складної геометричної форми та різних типів граничних умов. Одержані результати порівняно з відомими.

Наприклад, в табл. 1 представлено таке порівняння з результатами [2] для квадратної пластини загальної товщини h_p з наступними параметрами:

$h_p = 0.1$ м, $E = 69$ ГПа, $\rho = 2700$ кг/м³, $\nu = 0.33$, $a = b = 20h_p$. Позначення С, S, F відповідають різним граничним умовам на сторонах пластини, а саме С – жорстке закріплення, S – шарнірне обпирання, F – вільний край. У праці [2] автори застосовували теорію першого порядку та метод скінчених елементів. Найбільша різниця спостерігається за жорсткого закріплення сторін пластини.

тин. Для шарнірно закріплених пластин результати майже співпадають.

Таблиця 1. Порівняння основної частоти $\Lambda = \lambda / (2\pi)$ [Hz] сендвич квадратної пластини з ізотропними лицьовими шарами та ауксетичним заповнювачем ($h/a = 0.1$ м, $2a = 2b = 20h$, $t/l_0 = 0.01385$, $h_0/l_0 = 1$)

θ°	method	CCCC	SSSS	CSCS	CCCF	SCSF	CFCF
-10	RFM	263.25	151.09	214.37	176.19	95.86	163.66
	[2]	276.81	151.55	222.49	183.10	96.48	170.14
-35	RFM	260.19	149.26	211.89	174.15	95.70	161.77
	[2]	273.55	149.73	219.83	180.90	95.32	168.09
-55	RFM	248.54	142.32	202.53	166,50	90.31	154.67
	[2]	261.19	142.85	209.68	172,50	90.91	160.25
-80	RFM	102.83	58.28	85.03	70.09	37.01	65.21
	[2]	108.60	58.97	86.32	70.79	37.42	65.60

Для ілюстрації можливостей запропонованого підходу вивчено вільні коливання пластин складної геометричної форми при наявності вирізів та отворів.

1. *Nguyen, T. T., Nguyen, V. L., Tran, M. T., Nguyen, H. N., Mai, C. A.* Navier solution for static and free vibration analysis of sandwich plate with auxetic honeycomb core resting on pasternak elastic foundation // J. Sci. Tech. Civ. Eng. – 2022. – **16**, No. 3. – P.18–28.
2. *Quac T. H., Tu T.M., Tham V.V.* Free vibration and dynamic response of sandwich composite plates with auxetic honeycomb core // J. Sci. Tech. Civ. Eng. – 2021. – **15**, No. 4. – P.1–14.
3. *Reddy J.N.* Mechanics of laminated composite plates and shells. Theory and analysis. – Boca Raton: CRC Press, 2004. – 858 p.
4. *Рвачев В.Л.* Теория R-функций и некоторые ее приложения. – Киев: Наук. думка, 1982. – 522 с.

FREE VIBRATION OF SANDWICH PLATES WITH AUXETIC HONEYCOMB CORE

This study investigates free vibrations of the sandwich plate with auxetic honeycomb core and isotropic or orthotropic face sheets. The third order shear deformation theory (TSDT) is applied to construct mathematical model. The variational Ritz method and the R-functions theory are used to solve the given problem for plates with a complex form and different boundary conditions. Analytical formulas are obtained to calculate the effective material properties of the composite structure. The reliability and accuracy of the proposed method have been validated via comparisons of the present results with known ones for square plates with different boundary conditions. Some examples of the sandwich plates with complex form are studied. The effect of geometric parameters of auxetic material, sizes of the cell, inclined angles, the thickness ratio of layers, was investigated.