

ДВОРІВНЕВИЙ РОЗРАХУНОК ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТКАНИХ КОМПОЗИТІВ

Костромицька О.А., Львов Г.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі застосовано дворівневий підхід для чисельного визначення ефективних пружних постійних тканих композитів. Процедура осереднення розділена на два різномасштабних етапи. На першому (мікромасштабному) рівні обчислюються усереднені характеристики пучка волокон - однонаправлено армованого волокнистого композиту гексагональної структури з поперечним перерізом мінімального представницького об'єму (рис. 1), - на основі відомих властивостей волокон і матриці. З метою зниження обчислювальних витрат на мікромасштабному рівні осереднення використано математичну аналогію між задачею поздовжнього зсуву і двовимірною задачею стаціонарної теплопровідності [1]. Це дозволило обмежитись на першому рівні аналізом двовимірних задач.

Другий рівень осереднення виконано для плетеного композиту, модель представницького елемента якого показано на рис.2. Запропоновано методику чисельного моделювання базових експериментів, необхідних для визначення всіх характеристик пружності плетених композитів. Сформульовано системи граничних умов, які забезпечують повну відповідність розподілу мікронапружень всередині представницького об'єму тому стану, який виникає при однорідній макродеформації композиту. На другому етапі осереднення використовуються ефективні пружні характеристики пучка волокон, знайдені на першому етапі. При цьому враховано поворот головних напрямків пружних властивостей трансверсально ізотропного пучка (рис.3). Орієнтація осей глобальної системи координат $\{n_1, n_2, n_3\}$ відносно локальної $\{e_1, e_2, e_3\}$ визначається косинусами кутів між відповідними осями: $\alpha_{ij} = n_i \cdot e_j$. Для завдання властивостей пучка в глобальній системі координат компоненти тензора пружних постійних змінюються на нові значення за правилами перетворення тензорів четвертого рангу [2]: $C_{ijkl}^* = C_{prst} \alpha_{ip} \alpha_{jr} \alpha_{ks} \alpha_{lt}$. В таблиці представлено отримані результати.

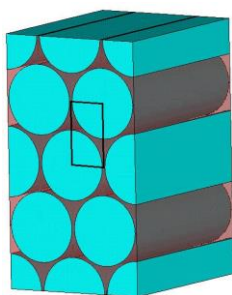


Рисунок 1

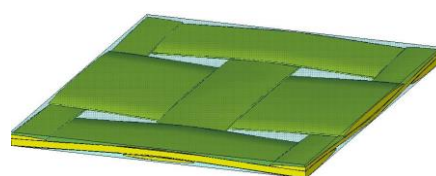


Рисунок 2
Пружні характеристики тканого композиту

$E_x,$ ГПа	$E_y,$ ГПа	$E_z,$ ГПа	$G_{xy},$ ГПа	$G_{yz},$ ГПа	$G_{xz},$ ГПа	ν_{yx}	ν_{zy}	ν_{zx}
45.87	18.35	7.84	2.392	1.192	2.052	0.0517	0.221	0.085

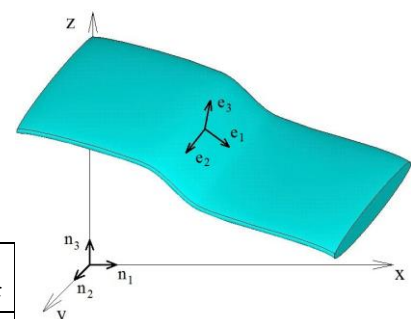


Рисунок 3

Література:

1. Daryazadeh S., Lvov G., Tajdari M. A new numerical procedure for determination of effective elastic constants in unidirectional composite plates // J. of Solid Mechanics.– 2016.–Vol. 8.– № 1.– P. 104-115.
2. Лурье А.И. Теория упругости. – М.: Наука, 1970. – 940 с.