

А.О. РУДЕНКО, В.О. ФЕДОРОВ, к.т.н., доц.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ ТЕТРАГОНАЛЬНОЇ БУДОВИ

В наш час вимоги, що пред'являються до властивостей матеріалів, стали дуже різноманітними з огляду на те, що умови експлуатації матеріалів стали жорсткими і складними. В якості приклада можна вказати наступні властивості, котрі можуть знадобитися від матеріалу: міцність, жорсткість, корозійна стійкість, зносостійкість, легка вага, довговічність, термостійкість, теплопровідність і т. д. Цілком природно, що, використовуючи прості матеріали, дуже важко задовольнити достатньою мірою зазначеним вище вимогам. Саме з цього виникли ідеї використання відповідних сполук матеріалів, що дозволяють отримувати задані властивості.

Завдання роботи полягає в тому, що треба знайти пружні постійні для композиту в цілому. Композит волокнистий і в перерізі має тетрагональну будову. Матриця композита-це нікель: $E=210 \text{ Гпа}$, $\nu=0.28$, $\rho=8902 \text{ кг/м}^3$. Волокно-це вольфрам: $E=350 \text{ Гпа}$, $\nu=0.29$, $\rho=19300 \text{ кг/м}^3$.

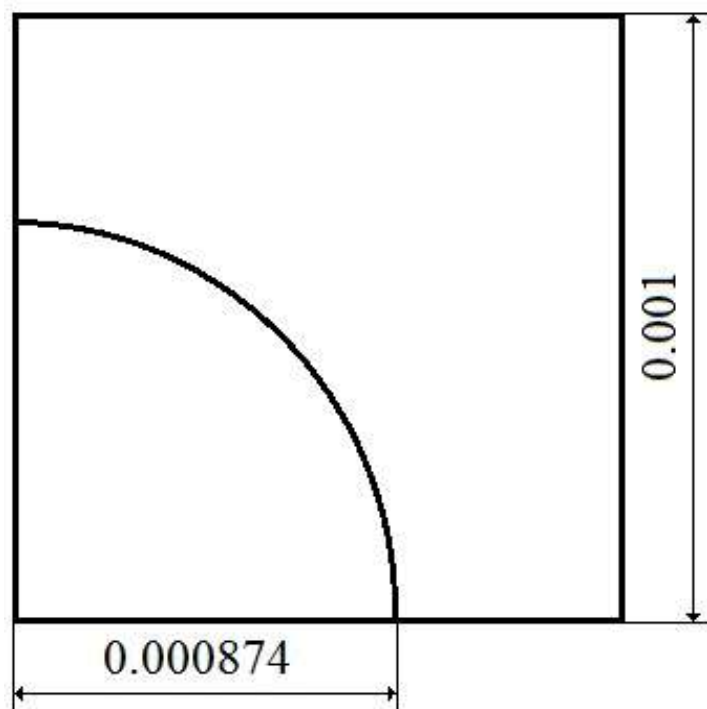


Рис. 1 – Мінімальна представницька частина

Запишемо закон Гука в матричній формі:

$$\sigma_m = C_{mn} \cdot \varepsilon_n, \quad (1)$$

Для ортотропного матеріалу осі симетрії якого співпадають з осями координат Табл. 1. Загальне число постійних, відмінних від нуля для ортотропного матеріалу дорівнює 12. З дванадцяти пружних постійних, що входять в рівняння (1), дев'ять є незаленими.

Таблиця 1 – Пружні постійні в осях симетрії ортотропного КМ

Індекс деформації	Індекс напружень					
	11	22	33	12	23	31
11	$1/E_x$	$-\mu_{yx}/E_y$	$-\mu_{zx}/E_z$	0	0	0
22	$-\mu_{xz}/E_x$	$1/E_y$	$-\mu_{zy}$	0	0	0
33	$-\mu_{xz}/E_x$	$-\mu_{yz}/E_y$	$1/E_z$	0	0	0
12	0	0	0	$1/G_{xy}$	0	0
23	0	0	0	0	$1/G_{yz}$	0
31	0	0	0	0	0	$1/G_{zx}$

Після знаходження пружних постійних, матриця жорсткості має вид:

$$C = \begin{bmatrix} 3.638 \cdot 10^{11} & 1.41 \cdot 10^{11} & 1.41 \cdot 10^{11} & 0 & 0 & 0 \\ 1.41 \cdot 10^{11} & 3.635 \cdot 10^{11} & 1.41 \cdot 10^{11} & 0 & 0 & 0 \\ 1.41 \cdot 10^{11} & 1.41 \cdot 10^{11} & 3.775 \cdot 10^{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 110.7 \cdot 10^9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 105 \cdot 10^9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 105 \cdot 10^9 \end{bmatrix}$$

Рис. 2 - Матриця коефіцієнтів жорсткості КМ

Висновки

В результаті розрахунків, видно що композит є трансверсально-ізотропним. Це пояснюється тим, що в перерізі волокна композиту мають правильну тетрагональну будову і утворюють між собою квадрати. Цей результат підтверджується практичними випробуваннями.

Список літератури: 1. Фудзи Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов: Пер. с японок.-М.: Мир, 1982. – 232 с., 2. Hyer M. W., Stress analysis of fiber-reinforced composite materials: Singapore: International Editions, 1998. – 270 p.