

УДК 359.3

Динамічна поведінка попередньо напружених шаруватих пластин

Жидик У. В., к.ф.-м.н., ст. викл. каф. ВМ

Національний університет «Львівська політехніка»
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Пластинки із композитних анізотропних матеріалів часто використовуються як елементи конструкцій у різних областях сучасної техніки. В процесі експлуатації вони зазнають дії різних нестационарних навантажень. Тому розрахунок таких конструкцій є важливою науково-технічною задачею.

Розглянемо прямокутну з розмірами $a_1 \times a_2$ пластинку з загальною товщиною $2h$, складену зі скінченного числа ідеально скріплених між собою тонких армованих волокнами ортотропних шарів з однаковою товщиною і властивостями, матеріальні осі яких орієнтовані під кутом 0° або 90° до осей пластинки x, y . Основні рівняння руху в узагальнених переміщеннях u, v, w, γ_1 для циліндричного згину за теорією типу Тимошенка мають вигляд

$$\begin{aligned} A_{11}u_{,xx} + B_{11}\gamma_{,xx} &= I_1u_{,\tau\tau} + I_2\gamma_{1,\tau\tau}, \\ k'A_{55}(\gamma_{1,x} + w_{,xx}) + N_0w_{,xx} + q &= I_1w_{,\tau\tau}, \\ B_{11}u_{,xx} - k'A_{55}w_{,x} + D_{11}\gamma_{1,x} - k'A_{55}\gamma_1 &= I_2u_{,\tau\tau} + I_3\gamma_{1,\tau\tau}. \end{aligned}$$

Тут A_{ij}, B_{ij}, D_{ij} – коефіцієнти жорсткості; I_i – моменти інерції; k' – коефіцієнт зсуву; N_0 – початкове нормальне зусилля, що діє у напрямку осі x ; q – нормальне поверхневе зусилля; кома перед індексом x позначає частинну похідну за цією змінною, кома перед індексом τ позначає частинну похідну за часом. Розв'язок цієї системи рівнянь за граничних умов вільного обпирання країв $x=0$ і $x=a_1$ і однорідних початкових умов знайдемо методом скінчених інтегральних перетворень Фур'є за координатою x і перетворення Лапласа за часом τ . В Таблиці 1 наведені значення коефіцієнтів динамічності прогинів $K_d = \frac{w_d}{w_{st}}$ у центрі чотиришарової графітопластикової пластинки антисиметричної структури при різних значеннях безрозмірного початкового зусилля $\hat{N}_0 = N_0/E_2h$ за умови раптового та імпульсного прикладання рівномірно розподіленого по поверхні навантаження.

Таблиця 1. Коефіцієнти динамічності прогинів

\hat{N}_0	Раптове навантаження	Імпульсне навантаження
0	2,02	1,98
0,01	1,86	2,39
0,03	1,17	2,95

Із аналізу числових результатів і таблиці видно, що початкове зусилля, що діє у площині пластинки, суттєво впливає на коефіцієнт динамічності прогинів – зі збільшенням розтягуючого зусилля коефіцієнти динамічності при раптовому прикладанні навантаження спадають, а при імпульсному – зростають.