

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПРУЖНОГО СТАНУ ТОВСТОСТІННОЇ
ОБОЛОНКИ СКІНЧЕНОЇ ДОВЖИНИ

Молдаванова Н.О., асистент кафедри ПММ, СумДУ

Упродовж довгого часу не зменшується інтерес до досліджень напруженого стану елементів конструкцій, що знаходяться в умовах високо інтенсивних температурних та механічних навантажень. Поряд із задачами, в яких враховується зв'язаність термопружних полів, розглядають не менш важливі – задачі узагальненої термопружності, в яких враховується гіпотеза про скінченність швидкості поширення тепла.

В даній роботі розв'язується динамічна зв'язана задача термопружності для товстостінної циліндричної оболонки скінченої довжини із урахуванням швидкості поширення тепла. На основі оболонки задано мішані граничні умови, а на обмежуючих циліндричних поверхнях діє механічне навантаження (його нормальна складова). Крім того, поверхнєве навантаження вважалось постійним за товщинною координатою x_3 , та нерівномірним вздовж кругових контурів поперечного перерізу оболонки. Функція навантаження $N(\beta)$, $\beta \in [0; 2\pi]$ представлена на рис. 1.

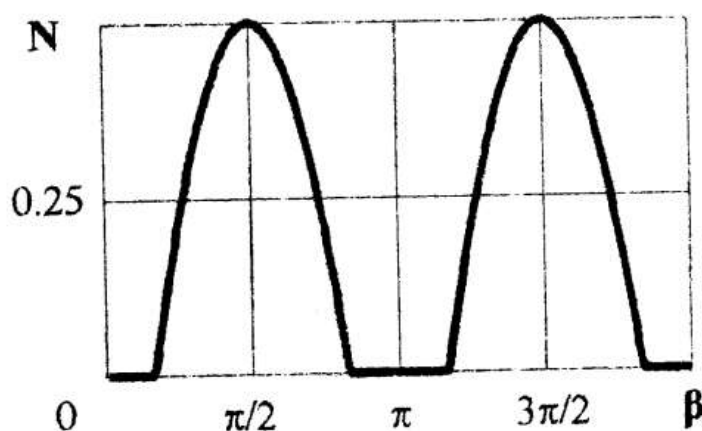


Рисунок 1

Дану граничну задачу розв'язано методом рядів з використанням побудованих раніше однорідних розв'язків для суцільного шару [1]. Мегагармонічні функції $\psi_n^{(j)}$, $\varphi_n^{(j)}$, $j = \overline{1,4}$, що входять до розв'язків, представлені нескінченними рядами

$$\{\psi_n^{(j)}, \varphi_n^{(j)}\} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \left(\{A, C\}_{nk}^{(j)} J_k(\gamma r) + \{B, D\}_{nk}^{(j)} H_k^{(1)}(\gamma r) \right) e^{ik\beta}, \quad \beta \in [0; 2\pi],$$

де $\{A, C, B, D\}_{nk}^{(j)}$ - невідомі, що підлягають визначенню, $\{J_k, H_k^{(1)}\}(\gamma r)$ - відповідно функції Бесселя та Ганкеля першого роду.

Функції навантаження на контурах записуються у вигляді комплексних рядів Фур'є за степенями $e^{ik\beta}$.

В результаті чисельних досліджень підтверджено вплив зв'язаності термомеханічних полів на розподіл польових величин в тілі. Розглянуто залежність модуля амплітуди кільцевого нормального напруження $|S_{\theta\theta}|$ від відносного хвильового числа $\gamma_1 r$. Розрахунки проводились для оболонки довжиною $l = 2$, з внутрішнім і зовнішнім радіусами $r_1 = 1$ і $r_2 = 5$ відповідно. Матеріал оболонки – полівінібутіраль, для якого час релаксації теплового потоку $\tau^* = 10^{-4} \text{ c}$, а коефіцієнт зв'язаності $\delta = 0,431$.

Проведено порівняльний аналіз амплітудно-частотної характеристики $|S_{\theta\theta}|$ в точці внутрішнього контуру: суцільна лінія на рис. 2 відповідає зв'язаній, а пунктирна – незв'язаній задачі термопружності ($\delta = 0$).

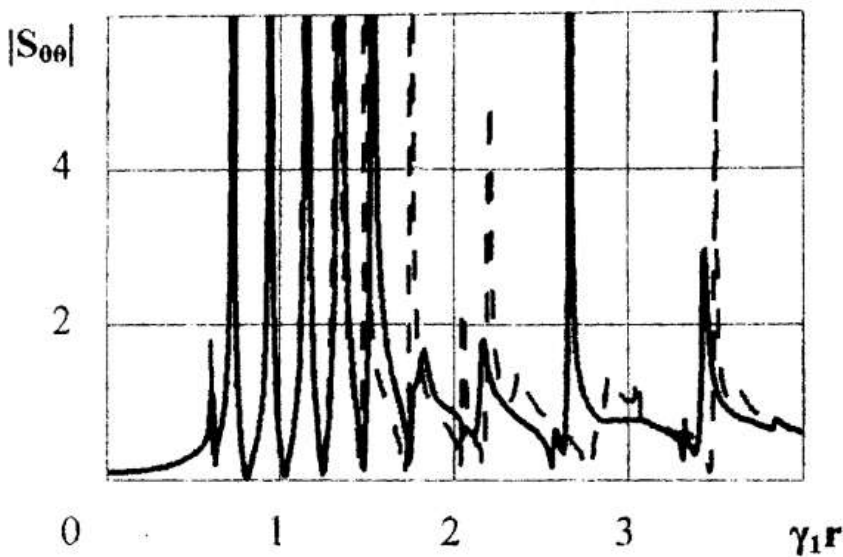


Рисунок 2

Врахування зв'язаності полів призводить до зміни $|S_{\theta\theta}|$ - в умовах високочастотних процесів відбувається помітне зміщення власних частот тіла. При цьому зменшується кількість „резонансів”, і, як наслідок, робить модуль амплітуди розглядуваного напруження величиною обмеженою для деяких діапазонів високих частот.

Список літератури

1. Фильштинский Л.А., Молдаванова Н.А. Сосредоточенные возбуждения толстой плиты в связанной задаче термоупругости // Проблемы машиностроения. - 2006. - Т.9, №2. - С.68-78.