

КОЛИВАННЯ ТРИШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ З РЕБРИСТИМ НАПОВНЮВАЧЕМ І ПРУЖНОЮ ОСНОВОЮ

Анна Лисенко, Євген Сторожук

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

На сьогодні тришарові оболонки знаходять широке застосування в різних галузях техніки, цивільному і промисловому будівництві.

У цій роботі отримано чисельний розв'язок динамічної задачі про нестационарні коливання тришарової циліндричної оболонки еліптичного перерізу з дискретним поздовжнім та поперечним ребристим наповнювачем, яка взаємодіє з пружною основою типу Пастернака. Деформування основи описується моделлю з двома параметрами: C_1 , який характеризує жорсткість основи на стиск-розтяг; C_2 – на зсув [1].

На рис. 1 наведена розрахункова схема вихідної конструкції. Віднесемо дану конструкцію до криволінійної ортогональної системи координат α_1, α_2, z , де координатні лінії α_1, α_2 збігаються з лініями головних кривизн серединних поверхонь оболонок (обшивок), а координатна лінія z напрямлена по нормалі до цих поверхонь.

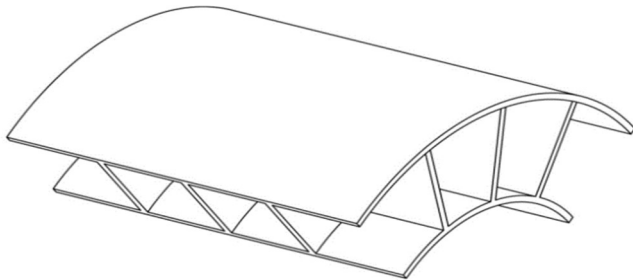


Рис. 1. Тришарова циліндрична оболонка з ребристим наповнювачем

Вирази для коефіцієнтів першої квадратичної форми і кривизн координатних поверхонь обшивок мають такий вигляд [2]:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1; A_2 = (a_k^2 \cos^2 \alpha_2 + b_k^2 \sin^2 \alpha_2)^{1/2}; \\ k_1 &= 0; k_2 = a_k b_k (a_k^2 \cos^2 \alpha_2 + b_k^2 \sin^2 \alpha_2)^{-3/2}; k = 1, 2. \end{aligned} \quad (1)$$

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2024»,
27–29 травня 2024 р., Львів**

Тут a_k, b_k – півосі еліпсів, які характеризують поперечні перерізи відповідних циліндричних оболонок.

Геометричні співвідношення для обшивок і ребристого наповнювача записані на основі теорії, в якій мають місце гіпотези Тимошенка, а фізичні – згідно з законом Гука для ортотропних матеріалів.

Рівняння руху пружної тришарової циліндричної оболонки еліптичного перерізу з дискретним ребристим наповнювачем і пружною основою отримані з варіаційного принципу Гамільтона – Остроградського [1]:

$$\int_{t_1}^{t_2} [\delta(\Pi - K) + \delta A] dt = 0, \quad (2)$$

де

$$\Pi = \sum_{n=1}^2 \Pi^n + \sum_{i=1}^I \Pi_i + \sum_{j=1}^J \Pi_j + \Pi_{found}; \quad (3)$$

$$K = \sum_{n=1}^2 K^n + \sum_{i=1}^I K_i + \sum_{j=1}^J K_j;$$

Π^n, K^n – потенціальна і кінетична енергії n -ї обшивки; Π_i, K_i – потенціальна і кінетична енергії i -го ребра; Π_j, K_j – потенціальна і кінетична енергії j -го ребра; Π_{found} – потенціальна енергія пружної основи; A – робота зовнішніх сил; t_1, t_2 – фіксовані моменти часу.

Числовий алгоритм розв’язання даної задачі базується на використанні інтегро-інтерполяційного методу побудови різницевих співвідношень за просторовими координатами і явної різницевої схеми за часовою координатою.

Як приклад, розглядалася задача динамічної поведінки тришарової циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу з дискретним поздовжньо-поперечним ребристим наповнювачем, яка знаходиться на пружній основі типу Пастернака, за дії імпульсного поверхневого навантаження.

1. Головка К.Г., Луговой П.З., Мейш В.Ф. Динамика неоднородных оболочек при нестационарных нагрузках / под ред. акад. НАН Украины А.Н. Гузя. – К.: Изд. – полиграф. центр «Киевский ун-т», 2012. – 541 с.
2. Павлюк А.В. Динаміка тришарової циліндричної оболонки еліптичного перерізу з поздовжньо-поперечним ребристим дискретним наповнювачем // Фізика і хімія твердого тіла. – 2017. – Т.18, № 2. – С. 243 – 248.

**FLUCTUATION THREE-LAYER CYLINDRICAL SHELLS OF
ELLIPTICAL SECTION WITH RIBBED FILLER AND ELASTIC BASE**

This paper presents the formulation of dynamic problems of the theory of three-layer cylindrical shells of elliptical cross-section with discrete ribbed filler interacting with an elastic base according to the Pasternak model.