

ПОСТАНОВКА ТА ЧИСЕЛЬНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗКУ ДИНАМІЧНИХ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ ТРИШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ З ДИСКРЕТНИМ РЕБРИСТИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Мейш В.Ф., д.ф.-м.н., проф., Павлюк А.В.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАН України, м. Київ

e-mail: vfmeish@gmail.com

Тонкостінні шаруваті елементи конструкцій у вигляді пластинок і оболонок різноманітної форми знаходять широке застосування в машинобудуванні, промисловому та громадському будівництві, авіаційній та космічній техніці, суднобудуванні. Значне поширення отримали тришарові оболонкові елементи, які складаються з двох несучих шарів та заповнювача, який забезпечує їх сумісну роботу. В ряді випадків заповнювач має дискретну структуру, що ускладнює розрахунок вказаних оболонкових елементів, зокрема при нестационарних навантаженнях. Складність процесів, що при цьому виникають обумовлює необхідність застосування сучасних чисельних методів розв'язку динамічних задач поведінки тришарових оболонкових елементів з дискретним заповнювачем [1, 3].

В роботі наведено постановку динамічних задач теорії тришарових циліндричних оболонок еліптичного перерізу з дискретним ребристим наповнювачем [2]. Система диференціальних рівнянь базується на використанні теорії оболонок і стержнів типу Тимошенка [1].

Деформований стан внутрішньої і зовнішньої обшивок може бути визначений через компоненти узагальнених векторів переміщення відповідних

серединних поверхонь – $\bar{U}_1 = (u_1^1, u_2^1, u_3^1, \varphi_1^1, \varphi_2^1)$ і

$\bar{U}_2 = (u_1^2, u_2^2, u_3^2, \varphi_1^2, \varphi_2^2)$. Деформований стан ребра, направлено вздовж

вісі α_1 , будемо визначати вектором переміщення лінії центру ваги

поперечного зрізу $\bar{U}_i = (u_{1i}, u_{2i}, u_{3i}, \varphi_{1i}, \varphi_{2i})$. Відповідно ребра,

направлено вздовж вісі α_2 – вектором $\bar{U}_j = (u_{1j}, u_{2j}, u_{3j}, \varphi_{1j}, \varphi_{2j})$.

Для виводу рівнянь коливань тришарової пружної структури з дискретним наповнювачем використовується варіаційний принцип стаціонарності Гамільтона – Остроградського, згідно якого

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (K - \Pi + A) dt = 0, \text{ де } K - \text{ повна кінетична енергія пружної системи,}$$

Π – повна потенціальна енергія пружної системи, A – робота зовнішніх сил,
 t_1 і t_2 – фіксовані моменти часу.

На основі варіаційного принципу Гамільтона – Остроградського отримано рівняння коливань неоднорідної пружної структури та відповідні граничні та початкові умови.

Розвинуто ефективний чисельний метод розв'язування задач нестационарних коливань тришарових оболонок з дискретним наповнювачем. Створено алгоритми та програмне забезпечення розв'язку задач динамічної поведінки тришарових оболонок з дискретним наповнювачем при нестационарних навантаженнях.

1. Луговой П.З., Мейш В.Ф., Штанцель С.Э. Вынужденные нестационарные колебания трехслойной цилиндрической оболочки с продольно-поперечным дискретным ребристым наполнителем // Прикладная механика. -2005. – 41, №2. – С. 60-67.
2. Мейш В.Ф., Кепенач Н.П. Нестационарная динамика продольно подкрепленных цилиндрических оболочек эллиптического поперечного сечения // Прикладная механика. -2014. – 50, №6. – С. 83-89.
3. Головки К.Г., Луговой П.З., Мейш В.Ф. Динамика неоднородных оболочек при нестационарных нагрузках: монография под ред. акад НАН Украины А.Н. Гузя. - К.: Изд. полигр. центр «Киевский ун-т», 2012. – 541 с.

FORMULATION AND NUMERICAL ALGORITHM FOR SOLVING DYNAMIC PROBLEMS OF THE THEORY OF THREE-LAYER CYLINDRICAL SHELLS ELLIPTICAL CROSS SECTION WITH DISCRETE RIBBED FILLER

In this paper we consider the problem of forced oscillations of three-layer cylindrical shells with an elliptical cross section under the action of the nonstationary loads. The system of differential equations is based on the theory of shells and rods Timoshenko type. Postulation and numerical algorithm for the solution of the put problem are represented.