

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПОРОЖНИСТОГО ЦИЛІНДРУ ІЗ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гребенюк С.М.

Композиційні матеріали набули широкого поширення в техніці завдяки відповідності вимогам міцності і жорсткості при найменшій матеріаломісткості, що досягається зміною структури армування. У сучасних силових конструкціях найчастіше застосовують волокнисті композиційні матеріали, що представляють собою порівняно податливу матрицю, армовану високоміцними і високомодульними волокнами.

Розглянемо напружено-деформований стан порожнистого циліндру із волокнистого композиційного матеріалу під дією внутрішнього тиску та вільною зовнішньою поверхнею. Напрямок армування волокнами відповідає тангенціальному напрямку циліндра.

Однонаправлений композиційний матеріал можна розглядати як ортотропне середовище, пружні сталі якого залежать від пружних сталих структурних компонентів та об'ємної долі кожного з них. Співвідношення, за якими обчислюються пружні сталі ортотропного матеріалу, називаються правилом сумішів [1].

Використовуючи розв'язок аналогічної задачі для ортотропного циліндру [2] та правило сумішів отримуємо розв'язок для порожнистого циліндру із композиту.

Переміщення у радіальному напрямку визначаються співвідношенням:

$$U = \frac{qR_1 \sqrt{\frac{E_2}{E_1} + 1} (1 - \nu_{12}\nu_{21}) \left(R^2 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} + R_2^2 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} \right)}{\left(\sqrt{E_1 E_2} + E_2 \nu_{12} \right) \left(R_2^2 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} - R_1^2 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} \right) \cdot R \sqrt{\frac{E_2}{E_1}}},$$

де $E_1 = \frac{E_C E_R}{E_R \psi_C + (1 - \psi_C) E_C}$; $E_2 = E_C \psi_C + E_R (1 - \psi_C)$; $\nu_{21} = \nu_C \psi_C + \nu_R (1 - \psi_C)$;

$\nu_{12} = \frac{E_2 \nu_{21}}{E_1}$; E_C – модуль пружності матеріалу волокна; E_R – модуль пружності матеріалу матриці; ψ_C – коефіцієнт армування, що характеризує відносний об'ємний зміст волокон.

Отримані також співвідношення для радіальних та тангенціальних напружень та деформацій. Досліджено напружено-деформований стан порожнистого циліндру у залежності від коефіцієнту армування.

Список посилань:

1. Алфутів Н.А., Зиновьев П.А., Попов Б.Г. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с.
2. Киричевский В.В. Метод конечных элементов в механике эластомеров. – Киев: Наукова думка, 2002. – 655 с.