

НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАННИЙ СТАН ШАРУВАТОГО ЦИЛІНДРУ ПРИ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Фасоляк А.В., Штефан Т.О.

Запорізький Національний Технічний Університет

Широке застосування в сучасному проектуванні оптоволоконних трансатлантичних кабелів передачі даних знаходять конструкції, які мають форму шаруватого циліндра. Використання багат шарових конструкцій з композиційних матеріалів відкриває важливий резерв міцності та оптимізації конструкцій. Дослідження властивостей міцності таких конструкцій є актуальним науковим напрямком.

В роботі розглянуто тришаровий круговий циліндр, який знаходиться в умовах вісесиметричної деформації. Навантажено ділянку зовнішньої поверхні циліндру за радіальною змінною, причому довжина навантаженої ділянки дорівнює половині радіусу. Коефіцієнт Пуассона та модуль зсуву для кожного шару циліндру відповідно дорівнюють $\nu_1 = 0,35, G_1 = 1,5; \nu_2 = 0,3, G_2 = 1; \nu_3 = 0,25, G_3 = 9$, шари пронумеровано починаючи з внутрішнього.

Для отримання розв'язку задачі використовувався метод скінчених елементів (МСЕ) для вісесиметричних задач [1]. В якості скінченного елемента будемо використовувати трикутний елемент з трьома вузлами, розташованими у вершинах трикутника. Кожен вузол має по два ступеня свободи. В якості функцій форми обираємо лінійні функції [1]. При дискретизації тіла використовуємо рівномірну сітку, при умові, що кожен шар моделюється різними елементами. В результаті застосування МСЕ початкова задача зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь [1]:

$$[K]\{u\} = \{f\}, \quad (1)$$

де $[K]$ – безрозмірна матриця жорсткості, $\{u\}$ – вектор невідомих безрозмірних переміщень, $\{f\}$ – вектор еквівалентних вузлових безрозмірних навантажень.

Для отримання розв'язку системи (1) використовуємо метод спряжених градієнтів, алгоритм якого наведено, зокрема в роботі [2].

На Рисунку 1 проілюстровано розподіл густини функцій компонент тензору напружень $\sigma_{rr}, \sigma_{xx}, \sigma_{rx}$.

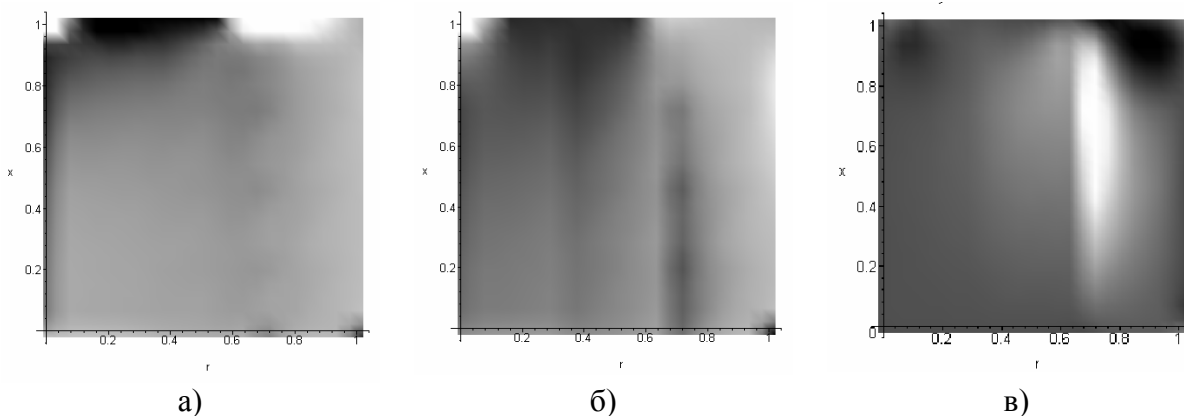


Рисунок 1 – Розподіл компонент тензору напружень а) σ_{rr} , б) σ_{xx} , в) σ_{rx} .

Результати представленого дослідження можуть застосовуватися при наближеному проектуванні трансатлантичних оптоволоконних кабелів передачі даних.

Література

1. Зинкевич О. Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир, 1975. 543 с.
2. Пожуев В. І., Пожуев А. В., Фасоляк А. В. Нестационарна деформація циліндричної оболонки у пружному півпросторі з вільною поверхнею. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. 2016. № 1. С. 119–126.