

УДК 539.312

Фасоляк А. В.

канд. фіз.-мат. наук, старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

### **НЕСТАЦІОНАРНА ДИНАМІКА ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК РІЗНИХ РАДІУСІВ, ОСІ ЯКИХ РОЗТАШОВАНІ ПАРАЛЕЛЬНО**

Розглядається необмежене пружне однорідне середовище. Нехай середовище містить дві циліндричні порожнини, які підкріплені тонкими пружними оболонками. Припускається, що осі порожнин паралельні, а направляючі мають різні радіуси. Відстань між оболонками в межах від одного до шести радіусів більшої з них. Вивчається випадок, у якому до внутрішньої поверхні оболонки більшого радіуса прикладене динамічне навантаження, яке залежить від часу як одинична функція Хевісайда, а поверхня меншої оболонки вільна від напружень. Також використовується припущення, що навантаження не залежить від осьової координати, тобто задача зводиться до плоскої задачі теорії пружності. Контакт між оболонками та середовищем вважаємо жорстким.

Для розв'язку задачі застосуємо метод скінченних елементів (МСЕ). Дискретизація області проводиться шляхом розбиття її на трикутники. В якості скінченно-елементної схеми обираємо трикутний елемент із шістьма ступенями свободи. На основі отриманої дискретизації будемо матриці жорсткості та мас. Для розв'язання динамічної задачі використовуємо  $\theta$ -метод Вілсона, який дозволяє звести диференціальне матричне рівняння до послідовності квазістичних матричних рівнянь, для розв'язку яких використовується метод спряжених градієнтів.

Досліджено взаємний вплив двох оболонок в залежності від відстані між ними та співвідношенням між їх радіусами. Встановлено, що при взаємній відстані понад 5 радіусів більшої оболонки взаємний вплив є незначним, тому з високою точністю можна розглядати задачу для середовища з однією порожниною [1].

Таким чином, отримано та проаналізовано розв'язок динамічної задачі для пружного середовища з двома циліндричними порожнинами, що підкріплені оболонками. Отримані результати і запропоновані алгоритми можуть використовуватись при динамічному розрахунку підземних споруд, зокрема шахт, трубопроводів та тунелів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Пожуєв А. В. Нестационарна невісесиметрична деформація циліндричної оболонки у пружному просторі під дією рухомих поверхневих навантажень / А. В. Пожуєв, А. В. Фасоляк // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2015. – № 2. – С. 108–114.