

УДК 539.312

Фасоляк А.В.¹

¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

НЕСТАЦІОНАРНА ДИНАМІКА ПРУЖНОГО СЕРЕДОВИЩА З ЦИЛІНДРИЧНОЮ ПОРОЖНИНОЮ ТА ПОВЕРХНЕЮ, ПІДКРІПЛЕНИМИ ТОНКОСТІННИМИ СТРУКТУРАМИ

Розглядається необмежене пружне однорідне середовище, яке віднесено до декартової системи координат. Припускається, що середовище має поверхню, яка задається площиною, паралельною координатній площині Ozx . Вдovж описаної поверхні розташована тонка пружна плита, яка жорстко зчеплена з середовищем. Нехай середовище містить циліндричну порожнину, вісь якої співпадає з віссю Oz . Дана порожнина підкріплена тонкою пружною оболонкою. Контакт між оболонкою та середовищем припускаємо жорстким. Відстань від осі порожнини до поверхні контакту середовища та плити в

межах від двох до шести радіусів порожнини. Вивчається випадок, у якому до внутрішньої поверхні оболонки прикладене динамічне навантаження, яке залежить від часу як одинична функція Хевісайда, а поверхня плити вільна від напружень. Також використовується припущення, що навантаження не залежить від осрової координати (Oz), тобто задача зводиться до плоскої задачі теорії пружності.

Для розв'язку задачі застосуємо метод скінченних елементів (МСЕ). Дискретизація області проводиться шляхом розбиття її на трикутники. В якості скінченно-елементної схеми для оболонки та середовища обираємо трикутний елемент із шістьма ступенями свободи. Плита моделюється одновимірними елементами, які ґрунтуються на класичній теорії тонких пластин (елемент має чотири ступені свободи). На основі отриманої дискретизації будемо матриці жорсткості та мас. Для розв'язання динамічної задачі використовуємо θ -метод Вілсона, який дозволяє звести диференціальне матричне рівняння до послідовності квазістичних матричних рівнянь, для розв'язку яких використовується метод спряжених градієнтів.

Досліджено вплив глибини розташування оболонки на динамічний НДС розглянутої механічної системи. Проведено порівняння отриманих результатів з аналогічними, отриманими у роботі [1], де розглянута механічна система з вільною поверхнею. Встановлено, що при глибині залягання оболонки понад чотири радіуси оболонки взаємний вплив є незначним, тому без значної втрати точності можна розглядати задачу для необмеженого середовища з порожниною [2].

Таким чином, отримано та проаналізовано розв'язок динамічної задачі для пружного середовища з циліндричною порожниною та поверхнею, що підкріплені тонкостінними структурами. Отримані результати і запропоновані алгоритми можуть використовуватись при динамічному розрахунку підземних споруд, зокрема трубопроводів та тунелів неглибокого залягання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пожуєв В. І. Нестационарна деформація циліндричної оболонки у пружному півпросторі з вільною поверхнею / В. І. Пожуєв, А. В. Пожуєв, А. В. Фасоляк // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2016. – № 1. – С. 119–126.
2. 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.