

UDC 539.3

Z. Yu. Zhuravlova✉

MECHANICAL RESPONSE OF A SEMI-INFINITE POROELASTIC CUBOID TO AN EXTERNAL LOAD

The novelty of the proposed work lies in obtaining an exact analytical solution of the three-dimensional poroelasticity problem for a semi-infinite cuboid. During the solving three-dimensional poroelasticity problems arise mathematical difficulties due to the dimension of the system of differential equations that must be solved. Traditionally, such solutions are mainly obtained with the help of different numerical approaches. The proposed problem is formulated as a three-dimensional boundary value problem in terms of Biot's model, which considers the fully coupled behavior of a homogenized solid phase based on the structural skeleton, and a homogenized fluid phase, describing the interpenetrating fluid. The analytical method of integral transforms is applied to derive the solution. This made it possible to obtain explicit expressions describing the stress in the skeleton and fluid pressure in the pores. The study of these characteristics is carried out depending on various poroelastic properties of the material and types of applied load. The obtained numerical results can be used in engineering simulation of poroelastic structures, as well as an etalon one in the development of new numerical methods for solving problems of three-dimensional poroelasticity.

Key words: poroelastic semi-infinite cuboid, integral transform, matrix differential calculus, exact solution.

МЕХАНІЧНИЙ ПОРОПРУЖНИЙ ВІДГУК НАПІВНЕСКІНЧЕННОГО КУБОІДА НА ЗОВНІШНЄ НАВАНТАЖЕННЯ

Новизна запропонованої роботи полягає в отриманні точного аналітичного розв'язку тривимірної задачі поропружності для напівнескінченного кубоїда. Розв'язування тривимірних задач поропружності зумовлює значні математичні труднощі через розмірність системи диференціальних рівнянь, яку потрібно розв'язати. Традиційно такі розв'язки отримують переважно за допомогою різних числових підходів. Запропоновану задачу сформульовано як тривимірну крайову задачу в термінах моделі Біо, що розглядає повністю зв'язану поведінку гомогенізованої фази твердого тіла, що базується на структурному каркасі, та гомогенізованої фази рідини, що описує взаємопроникну рідину. Для отримання розв'язку застосовано аналітичний метод інтегральних перетворень. Це дозволило отримати явні вирази, що описують напруження у твердому каркасі та тиск рідини у порах. Проведено дослідження залежності цих характеристик від різних поропружних властивостей матеріалу та типу прикладеного навантаження. Отримані числові результати можуть бути використані в інженерному моделюванні поропружних структур, а також як еталонні при розробці нових числових методів розв'язання задач тривимірної поропружності.

Ключові слова: поропружний напівнескінченний кубоїд, інтегральне перетворення, матричне диференціальне числення, точний розв'язок.

Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa

Received
22.04.23

✉ z.zhuravlova@onu.edu.ua