

Міняйло Т.О., аспірант, Шамровський О. Д., проф., д.ф.-м.н. – науковий керівник

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ПЛОСКОГО ЕЛЕМЕНТУ СКІНЧЕННИХ РОЗМІРІВ ОРТОТРОПНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ КОНСОЛІ

*Запорізька державна інженерна академія, каф. ПЗАС*

Класичні моделі механіки деформівного твердого тіла застосовуючи апарат диференціальних рівнянь спочатку базуються на суцільному та безперервному середовищі. Вже при сторенні цих моделей у 19 столітті було відомо, що класичні матеріали такі як дерево, залізо насправді мають дискретну структуру. Проте дискретність достатньо мала, що дозволяло виконувати операцію згладжування і описувати за допомогою континуальної моделі реально дискретне середовище.

На сьогоднішній день з'являються все нові види конструкційних матеріалів з яскраво вираженою дискретністю, так що процедура згладжування дає занадто велику похибку. Виникає проблема спочатку дискретної моделі.

Розглядаючи механіку деформівного твердого тіла для випадку суцільного середовища та вивчаючи фізичні властивості певних матеріалів гостро стоїть питання про побудову загальної математичної моделі, що враховувала б особливості кожного з представлених середовищ, а також розробка універсального методу розрахунку для неї.

Традиційно вважається, що найбільш складні задачі теорії пружності виникають в тому випадку, коли досліджуваний матеріал характеризується анізотропними властивостями.

Перші дослідження в цьому напрямку пов'язані з іменами С.Г.Лехницького, Г.Н.Савіна та ін. [1-2] Популярним також є метод скінченних елементів, на основі якого створено достатньо програмних продуктів, що нині користуються попитом та займаються питанням розширення предметної області, включаючи в себе задачу геометричної нелінійності та моделювання поведінки у випадку закритичної деформації.

Дане питання широко розглянуто у роботах Колесника під керівництвом професора Шамровського О.Д. Ними запропонована дискретна модель для анізотропного суцільного середовища та метод послідовних переміщень для вирішення поставлених задач. [3]

Продовжуючи обраний напрямок була розроблена дискретна модель для ортотропного середовища [4], представлено та застосовано метод послідовних переміщень для її розрахунку [5].

Використовуючи отримані результати попередніх робіт для одного елемента є можливість вирішити задачі для більш складних конструкцій, застосовуючи апарат симетризації розрахунку жорсткостей стрижнів для дискретного елемента.

На рис.1-2 представлено результати розрахунків консолей, що складаються з трьох елементів при різних значеннях навантаження.

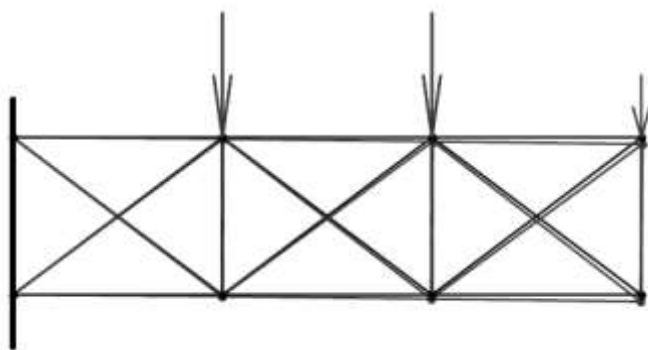


Рис. 1 – Розрахунок консолі з трьох елементів при  $P=0,1$

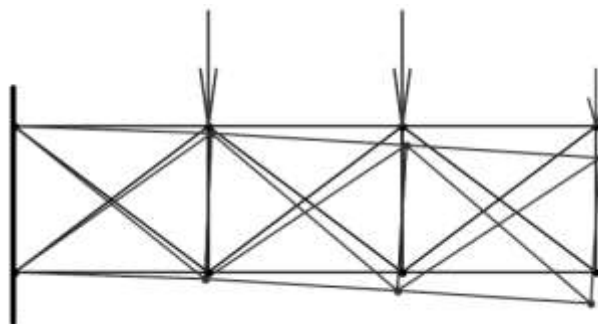


Рис. 2 – Розрахунок консолі з трьох елементів при  $P=0,2$

Слід зазначити, що дискретизація рівномірного навантаження досягається шляхом зосередження його у вузлах кожного елемента окремо, тобто на стику двох елементів ми маємо вузол, що має подвійне значення навантаження у порівнянні із незафіксованим одинарним вузлом. На рисунках ця пропорційність відображена довжиною стрілок.

Метод послідовних переміщень дозволяє розраховувати конструкції і більш складного характеру. На рис.3 представлена консоль, що складається з п'ятих елементів.

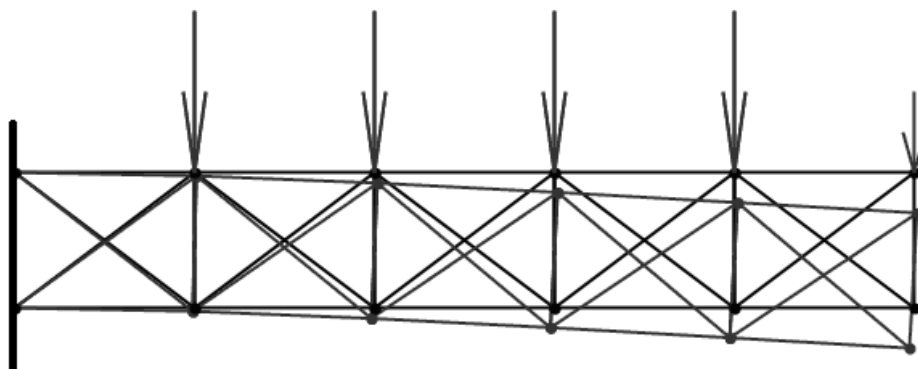


Рис. 3 – Розрахунок консолі з п'ятих елементів при  $P=0,1$

Отримані результати дозволяють проводити дослідження для моделювання ортотропного середовища на основі розробленого дискретного елемента, застосовуючи метод послідовних переміщень. У подальшому планується рішення класичних задач механіки для довільної форми конструкції, а також для випадку прикладення слідкуючого навантаження.

#### **Висновки:**

Застосовано попередньо розроблену дискретну модель суцільного середовища для ортотропного випадку для вирішення задач механіки твердих тіл, представлено метод візрачення жорсткостей моделі в залежності від виду деформацій. Вирішено та представлено результати розрахунку консолей, що формуються з дискретних елементів для рівномірного навантаження.

#### **Література**

1. Лехницький Г.С. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. -446 с.
2. Савин Г.Н. Основная плоская статическая задача теории упругости для анизотропной среды. Тр. Института строительной механики АН УССР, № 32, 1938.1-55.
3. А. Д. Шамровский, д-р техн. наук, Ю. А. Лымаренко, канд. техн. наук, Д. Н. Колесник, Решение плоских статических задач механики деформируемого твердого тела при помощи дискретных моделей, получаемых на основе экспериментальных данных. // Проблемы обчислювальної механіки і міцності конструкцій: збірник наукових праць / Дніпропетровський національний університет. – Дніпропетровськ: Ліра, 2011. – вип. 17. – С. 274 – 288.
4. Шамровський О.Д., Міняйло Т.О. Дискретна модель плоского елемента скінченних розмірів для ортотропного середовища // Методи розв'язання прикладних задач механіки деформівного твердого тіла: зб. наук. праць - Дніпропетровськ, 2012. - Вип.13. - С.428-436.
5. Усовершенствованный метод последовательных перемещений для расчета стержневых конструкций / А. Д. Шамровский, Д. Н. Колесник, Т. А. Миняйло //Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 2011. - № 2. - С. 107 – 111.