

ВИРІШЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНИХ МОДЕЛЕЙ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра ПЗАС

Однією з важливих задач механіки є задача про згин консольної балки під дією зосередженої на її вільному кінці сили. Про важливість цієї задачі може свідчити постійне повертання до неї в роботах різних вчених, починаючи від Галілея, Ейлера, Нав'є та інших [1] закінчуючи роботами останнього часу [2]. Одне вирішень цієї задачі, з урахуванням геометричної нелінійності, продемонстровано в роботі Батчера і Дракера [3]. Це рішення базується на спрощеннях балочної теорії та тому, що сила залишається паралельною вісі y . Більш цікавою є задача зі слідкуючою силою, тобто коли кут між силою та дотичною до нормальної вісі балки залишається постійним (Рис. 1).

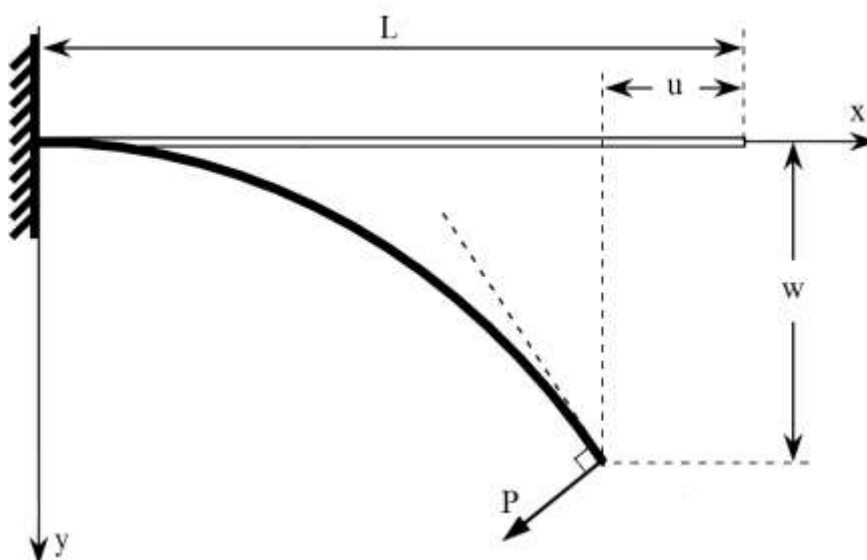


Рис. 1 Консольна балка з урахуванням великих переміщень під дією слідкуючої зосередженої сили

Математичний опис цієї задачі наведено в роботі [4], де також розглянуто результати його чисельного розрахунку.

Ця робота спирається на використання запропонованого в роботі [4] дискретного елемента для розв'язання цієї задачі. Дискретна модель задачі, що складається з п'яти елементів ($N = 5$) представлена на Рис. 2.

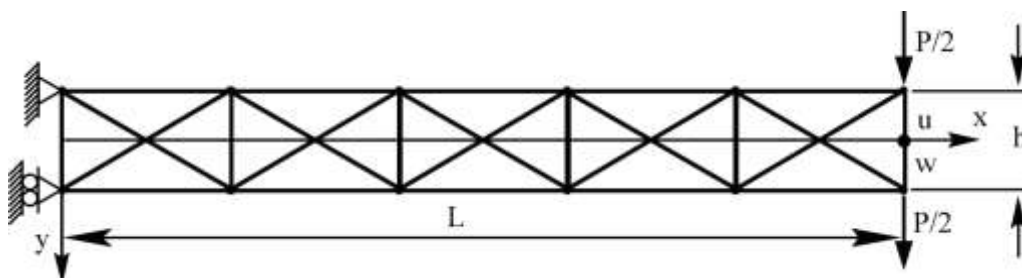


Рис. 2 Дискретна модель консолі з зосередженням на кінці силою

Для співставлення результатів отриманих за допомогою дискретної моделі і наведених в [4] вони приводяться до безрозмірного виду: $\xi = w / L$, $\eta = (L - u) / L$, $A = PL^2/EI$. На Рис.3 наведено графічні результати обрахунку за допомогою дискретної моделі та наведені в роботі [4].

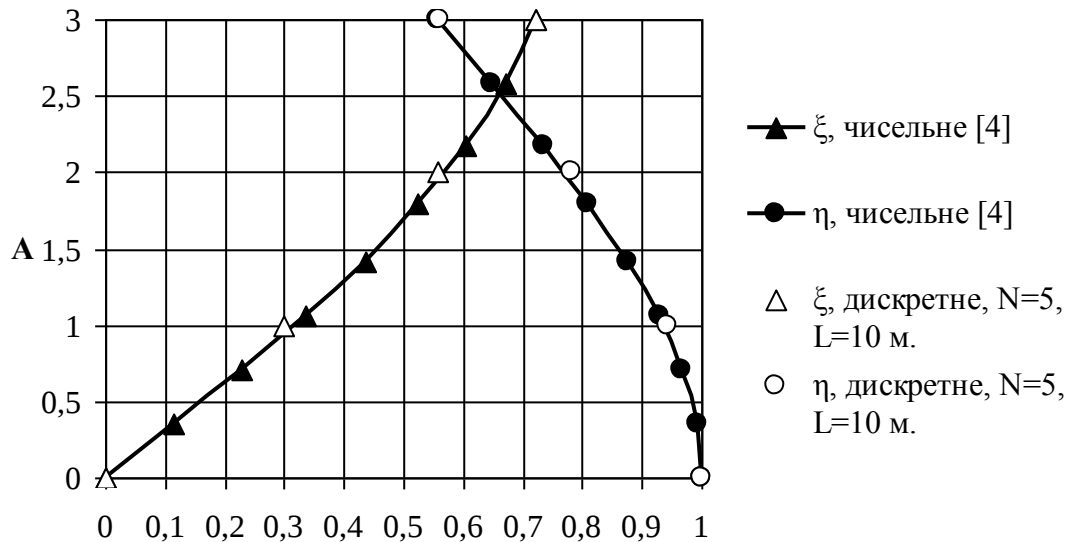


Рис. 3 Безрозмірні значення переміщень кінця консольної балки з зосередженою на її кінці слідкуючою силою

Висновки:

Як можна бачити отримані за допомогою дискретної моделі результати є досить наближеними до отриманих аналітично з допомогою чисельних методів.

Дискретна модель запропонована в [5] може бути використана для розрахунків задач з урахуванням великих переміщень та врахуванням зміни напрямку дії навантажень.

Література

1. Kurrer, K.-E. The history of the theory of structures: from arch analysis to computational mechanics [Текст] / K.-E. Kurrer. — Berlin: Ernst & Sohn, 2008. — 848 p. — ISBN: 978-3-433-01838-5.
2. Wang, J. An explicit solution of the large deformation of a cantilever beam under point load at the free tip [Текст] / J. Wang, J.-K. Chen, S. Liao // Journal of Computational and Applied Mathematics. — 2008. — Vol. 212. — Pp. 320–330.
3. Bisshopp, K. E. Large deflections of cantilever beams [Текст] / K. E. Bisshopp, D. C. Drucker // Quarterly of Applied Mathematics. — 1945. — Vol. 3. — Pp. 272–275.
4. McComb H. G. Jr. Large deflections of a cantilever beam under arbitrarily directed tip load [микрофильм] : тех. отч. / H. G. McComb Jr., Langley Research Center. — Hampton, Va.: National Aeronautics and Space Administration, Langley Research Center; [Springfield, Va.: For sale by the National Technical Information Service]. — 1985. — 22 p.
5. Шамровський А.Д. Решение плоских статических задач механики деформируемого твердого тела при помощи дискретных моделей, получаемых на основе экспериментальных данных [Текст] / А.Д. Шамровский, Ю.А. Лымаренко, Д.Н. Колесник // Проблемы обчислювальної механіки і міцності конструкцій: збірник наукових праць / Дніпропетровський національний університет. — Дніпропетровськ: Ліра, 2011. — Вип. 17. — С. 274–288.