

УДК 539.3:519.72

*Григорович М. С., група КН-22-2, факультет ІТ та МІ*

*Науковий керівник: Дікарев К. Б., к.т.н., доцент., каф. ТСП*

*Придніпровська державна академія будівництва і архітектури*

## **ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ГВИНТОВИЙ ПРУЖИНИ, ЩО ПРАЦЮЄ НА КРУЧЕННЯ ПРИ НЕЧІТКІЙ ІНФОРМАЦІЇ**

У сфері будівництва Україна стикається з проблемою недостатньої уваги до оптимізації використання циліндричних пружин у будівельних конструкціях. Враховуючи їх важливу роль у підвищенні безпеки, якості та економічності будівельних об'єктів, ця проблема стає критичною. За обмежених ресурсів для досліджень та складності впровадження сучасних методик оптимізації, фахівці часто ігнорують цю сферу. Оптимальне проектування цих пружин може допомогти зменшити витрати на матеріали та виробництво, збільшити їх ефективність та тривалість служби, що робить їх економічно вигідними для використання в будівельних проектах.

**Мета** роботи полягає у розробці наукових основ оптимального проектування гвинтовий пружини, що працює на кручення при нечіткій інформації щодо вихідних даних, а також проведення аналізу отриманих розв'язків і порівняння з чисельним рішенням детермінованою задачі методом випадкового пошуку і аналітичним рішенням детермінованої задачі.

У процесі проектування пружини на кручення, діє пара сил, яка закручує її в поперечних перетинах. Оптимальне проектування таких пружин вимагає урахування нечіткої інформації, яка може бути присутня через неповноту даних про навантаження, розбіжності в вимогах до пружини або невизначеність умов експлуатації.

Для формалізації такої нечіткої інформації використовуються нечіткі числа, що описуються функцією приналежності.

Нечіткість може виникати з кількох причин. **Непередбачуваність навантажень** - в будівельних конструкціях навантаження можуть сильно варіювати через вплив зовнішніх факторів, як-от вітер, сніг, або сейсмічні впливи, що ускладнює точне визначення крутного моменту, який має бути прийнятий за основу при проектуванні пружин. **Варіації в конструкційних матеріалах** - різноманітність будівельних матеріалів та їх властивостей також може вносити нечіткість у розрахунки. Наприклад, старіння матеріалу або його взаємодія з навколишнім середовищем може змінити його властивості, що впливає на крутий момент. **Зміни умов експлуатації** - будівельні конструкції можуть використовуватись у широкому спектрі умов, що можуть відрізнятися від тих, що були передбачені під час проектування. Зміни температури,

вологості або навіть перепланування можуть вплинути на крутний момент, який діє на пружини.

Для адаптації до цих викликів використовуються розширені методи проектування, зокрема нечітке моделювання та нечітка оптимізація, які дозволяють враховувати нечіткі вхідні дані та вибудовувати більш гнучкі та надійні конструктивні рішення. Для визначення оптимального проектування гвинтовий пружини, що працює на кручення при нечіткій інформації, було прийнято два варіанти:

1. Вихідний параметр  $M$  задається нечітким чином: значення крутного моменту «приблизно дорівнює  $M_0$ », де величину  $M$  опишемо нечітким трикутним числом  $(\alpha, M_0, \beta)$  (рис. 1).

2. Значення крутного моменту знаходиться «приблизно» в діапазоні  $(a, b)$ , де величину  $M$  опишемо нечітким трапецієвидним числом  $(\alpha, m_1, m_2, \beta)$  (рис. 2).

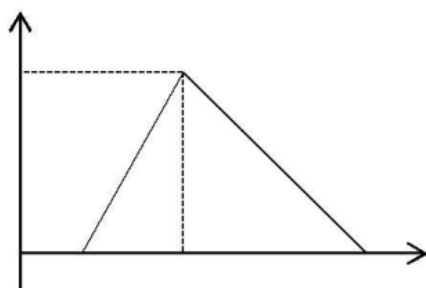


Рис. 1 Нечітке трикутне число

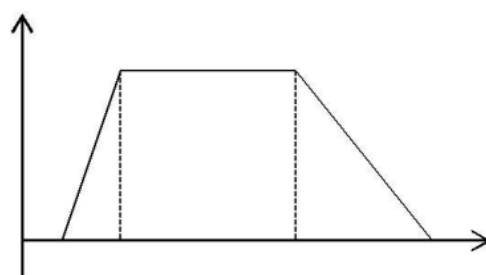


Рис. 2 Нечітке трапецієвидне число

Результати розрахунків оптимальних значень  $d$ ,  $D$ ,  $W$  представлені в табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняння значень розв’язку при нечітких даних**

Варіант	1	2	Чисельне рішення детермінованою задачі методом випадкового пошуку	Аналітичне рішення детермінованої задачі
Розв’язок при нечітких даних				
$d$ (м)	0,0029	0,0029	0,0028	0,0028
$D$ (м)	0,0328	0,0277	0,03	0,0294
$W$ (Н)	0,4815	0,5270	0,4267	0,4254
$\Delta\%$	13	24	3	0,4254

Для порівняння в таблиці наведено результати обчислень за пропонованою методикою і аналітично, використовуючи умови Куна-Таккера для детермінованої задачі нелінійної оптимізації. Відзначається збіг результатів чисельного і аналітичного рішення задачі. Наявність обраного виду невизначеності і ступеня розмитості веде до збільшення ваги пружини на 13 % (1 варіант) і на 24 % (2 варіант).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бараненко В. А., Иванец М. В., Чаплыгина С. Н. Оптимальное проектирование цилиндрических пружин в условиях нечёткой информации / В.А. Бараненко , М. В. Иванец, С. Н. Чаплыгина // Збірник наукових праць фізико-математичні науки №3, Запоріжжя. – 2015. – С. 23 – 27
2. Пономарев С.Д. , Современные методы расчета витых пружин, "Вестник машиностроения", 1947, Ш 5.
3. Расчет пружин кручения в метрических единицах измерения [Електронний ресурс] // autodesk. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/inventor-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Inventor-Help/files/GUIDABAD1D28-C07E-48F3-9CEC-16CE9D5D2A52-htm.html>. 109