

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ ЧИСЛОВОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРИЧНОЇ І ТОПОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ

Курилов Б. М., студент; Павленко І. В., асистент.

Процедура оптимізації є важливою складовою на етапі проектування сучасних машинобудівних конструкцій, які мають відповідати вимогам міцності, жорсткості, матеріалоемності при одночасній наявності інших обмежень – геометричних, технологічних тощо.

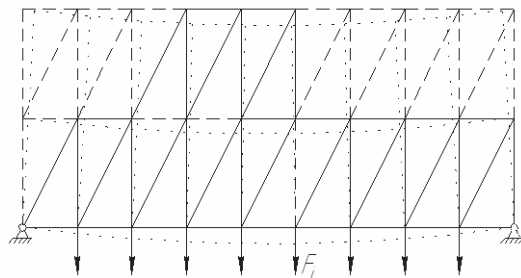
Задачі, що розв'язуються в теорії оптимального проектування, полягають у визначенні форми, внутрішніх властивостей і умов роботи конструкції, що надають екстремум обраній характеристиці. Елементами постановок таких задач є вибір моделі, керуючих функцій, функціонала, що підлягає оптимізації, та системи обмежень [1-2].

Сучасний стан розвитку потужних CAE-систем дозволяє із застосуванням числових методів проводити оптимізацію складних механічних систем. Зокрема, з використанням мови APDL розробляються пакети прикладних програм для проведення параметричної та топологічної оптимізації з використанням ANSYS Workbench і Beta-версії його модуля Shape Optimization [3].

Топологічна оптимізація сьогодні є недостатньо дослідженим напрямом, представляє науково-практичний інтерес для розв'язання задач оптимального проектування і характеризується високою розмірністю вектора параметрів системи та застосуванням оригінальних методик розрахунку [4].

У роботі із застосуванням системи комп'ютерної алгебри MathCAD 15 створений файл числової реалізації методу скінченних елементів для розрахунків плоских стрижневих конструкцій довільної конфігурації. Після введення геометричних і фізичних параметрів, задання кінематичних і силових граничних умов (закріплень і зовнішніх навантажень) у результаті розрахунку отримуються значення вузлових переміщень і внутрішніх напружень у стрижневих елементах. Застосування скінченних елементів змінної (у тому числі, нульової) ваги дозволяє реалізовувати алгоритм топологічної оптимізації, що зводиться до зменшення кількості стрижнів і, відповідно, металоємності конструкції. На кожній ітерації процедури оптимізації перевіряються умови існування рівноважного положення конструкції, міцності і жорсткості.

На рисунку показана розрахункова схема прикладу розрахунку ферми, що складається з 65 стрижневих елементів, з'єднаних 30 вузлами.



а



б

Рисунок – Розрахункова схема стрижневої конструкції (а) та алгоритм її топологічної оптимізації (б)

Пунктиром позначена форма здеформованої конструкції. Штриховими лініями виділені стрижні, рекомендовані до видалення. У результаті оптимізації металоемність конструкції зменшена на 38% з дотриманням умов міцності і жорсткості.

Список літератури

1. Баничук Н. В. Оптимизация форм упругих тел. – М. : Наука, 1980. – 256 с.
2. Болдырев А. В. Автоматизация конструирования летательных аппаратов : электронное учебное пособие / А. В. Болдырев, В. А. Комаров. – Самара : СГАУ, 2012. – 123 с.
3. Лазарева Д. В. Математичні моделі та чисельно-аналітичні методи аналізу в САПР складних асиметричних технічних систем : дисертація на здобуття наукового ступеня к. т. н. : 05.03.12 – системи автоматизації проектувальних робіт. – Одеса : ОНПУ, 2015. – 192 с.
4. Троицкий А. В. Математические модели и методы анализа чувствительности в задачах оптимизации конструкции роторов : дисертація на соискание учёной степени к. т. н. : 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. – М. : МГТУ им. Баумана, 2006. – 163 с.