

УДК 624.074.5

Крохмальний Б. – ст. гр. МБмн-61, Хумало П. – ст. гр. ІМБм-63

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Науковий керівник – к.т.н., доцент Сорочак А.П.

Krohmalnyi B., Khumalo P.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

METHODS OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OPTIMIZATION FOR BUILDING STRUCTURES

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Sorochak A.

Ключові слова: оптимізація конструкцій, генетичний алгоритм, метод послідовних наближень.

Keywords: design optimization, genetic algorithm, method of successive approximations.

Задачі оптимізації будівельних конструкцій за певними параметрами доволі часто зустрічаються в практиці проектування, особливо для металевих конструкцій. Цільовою задачею оптимізації найчастіше виступає мінімізація матеріаломісткості чи вартості конструкції, рідше – її будівельної висоти чи інших розмірів.

Для нескладних завдань з малою кількістю параметрів можна підібрати кілька варіантів конструкцій, аналізуючи і з кожним новим варіантом поступово наближаючи їх до найкращих техніко-економічних показників (далі – ТЕП).

Для складніших завдань найчастіше існує кілька варіантів оптимальних ТЕП, до яких можна дійти методом послідовного наближення [1, 2]. Але знаходження всіх цих мінімумів простим підбором – досить складне завдання. Крім того, метод послідовних наближень при великій кількості вхідних параметрів дає величезну кількість їх поєднань, аналіз яких навіть за однієї ітерації вимагає значних затрат часу [3].

Якість оптимізації способом послідовних наближень значною мірою залежить від кількості варіантів конструкції та ширини охоплення можливих комбінацій конструктивних параметрів при їх створенні. Очевидно, що розв'язок задачі оптимізації в цьому випадку буде значною мірою залежати від досвіду проектувальника, на основі якого він обиратиме як самі конструктивні параметри, значення яких змінюватиметься, так і можливі значення даних параметрів. Такий підхід є доволі суб'єктивним та не гарантує включення до розгляду та порівняння варіантів конструкції з найбільш оптимальними параметрами, тобто знаходження глобального мінімуму обраної функції оптимізації.

Для полегшення процесу підбору можна використовувати два алгоритми: генетичний алгоритм (модель еволюції Дарвіна) та модель остигання речовини до абсолютного нуля [1, 4].

Алгоритм, що використовує модель остигання речовини до абсолютного нуля, є простішим з двох наведених. У його основі лежить стабілізація молекул речовини у певному положенні рівноваги за нормальної температури нуля [5]. Параметри конструкції можна представити як деяку кількість молекул, що коливаються і

взаємодіють між собою. При охолодженні цієї групи молекул вони займають одне з найбільш стабільних положень, яке є одним з шуканих мінімумів задачі оптимізації.

Генетичний алгоритм, який використовує модель дарвінівської еволюції, більш складний. Кожен із побудованих у процесі оптимізації варіантів конструкції виступає як особина зі своїм набором генів – геномом [1].

Як параметр пристосованості ефективно задавати мінімальну масу несучої конструкції [4]. Геномом можуть бути геометричні параметри конструкції. Додатковою умовою оптимізації є збереження конструкцією несучої здатності [1, 4].

У кожному поколінні народжується деяка кількість варіантів конструкції – особин. Кожна особина має свій набір генів, який певною мірою відрізняється від генів попереднього покоління. Якщо особина сильно віддаляється від умови пристосованості, то вона гине, а ген, носієм якого вона є, відсівається разом із нею як неефективний. В результаті виживають найбільш пристосовані варіанти конструкції.

Важливим є те, що якщо одна особина отримала ген, що сильно відрізняється від абсолютної більшості своїх родичів на краще, то вона починає перетягувати весь процес еволюції на себе. Таким чином, у дуже складних завданнях ніколи не можна бути впевненим, що еволюція пішла у правильному напрямку. Завжди може з'явитися особина, яка буде різко виділятися із загальної маси та перетягне весь процес на себе. Проте процес оптимізації можна вважати завершеним, коли кілька сотень поколінь не виявляється така особина з найкращим геном.

Варто враховувати, що при використанні обох алгоритмів завжди залишається ймовірність виявлення того, що обраний напрямок наближення невірний і при принципово іншій комбінації параметрів існує інше, більш краще рішення – інший оптимальний ТЕП.

Для різних завдань може бути найбільш ефективним як один, так і інший алгоритм, а іноді їх послідовне застосування [5]. Наприклад, алгоритм остигання речовини швидко знаходить кілька напрямків найбільш відповідних комбінацій параметрів, а остаточну оптимальну комбінацію краще шукає генетичний алгоритм.

Бібліографія:

1. Lan T.T. Space Frame Structures: Structural Engineering Handbook / Ed. Chen Wai-Fah. – Boca Raton: CRC Press LLC, 1999. – 59 p.
2. Зинькова В.А. Динамика рационализации структуры ферм // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова: юбил. междунар. науч.-практ. конф., посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. техн. ун-та им. В.Г. Шухова, 2014. – С. 25–28.
3. Гурський В.М. Оптимізація довговимірних конструкцій за статичною міцністю та частотними характеристиками / В.М. Гурський, І.В. Кузьо, А.І. Медвідь // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Вип. 51. – 2017. – С. 33-40.
4. Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация металлических конструкций путем эволюционного моделирования. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 239 с.
5. Bayar Jafar Alsulayfani, Tarek Edrees Saaed. Optimization of space frame design // International Conference on Innovative and Smart Structural Systems for Sustainable Habitat (INSHAB-2008). – Coimbatore, 03–05 January 2008. – Pp. 43-48.