

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

Пацилинец Е.О.

Научный руководитель – к.т.н, доцент Марчук Н.И.

Сибирский федеральный университет

В процессе проектирования конструкций проектировщику приходится назначать ряд параметров конструкции, исходя из их опыта и интуитивных соображений. При этом проектировщик неизбежно отклоняется от оптимального решения. Чем сложнее конструкция, тем меньше возможности интуиции в нахождении оптимального решения. Поэтому использование методов оптимального проектирования имеет важное значение в создании рациональных и экономичных конструкций. В математическом отношении задачи оптимального проектирования сводятся к поиску экстремума (чаще всего условного) какой-либо (целевой) функции (минимум стоимости, объема, максимум жесткости) и значений параметров, при которых этот экстремум достигается.

Применение современных методов оптимизации для решения реальных задач невозможно без мощных вычислительных машин. Поэтому при выборе метода решения той или иной задачи следует иметь в виду не только его точность и простоту реализации, но и возможности конкретной ЭВМ.

Наибольшее развитие для реально проектируемых конструкций получили задачи, в которых в качестве критерия оптимальности принят вес или объем при соблюдении ряда ограничений.

При этом оптимизационная задача сводится к определению параметров оптимизации $\mathbf{h}(h_i) = (h_1, h_2, \dots, h_N)$, соответствующего минимуму, например, объема конструкции, принимаемого в качестве целевой функции

$$V(\mathbf{h}) = \min \left(\sum_{i=1}^m A_i \cdot h_i \right),$$

(1)

при ограничениях:
по прочности

$$\sigma_{\text{экв.}}^{\text{max}} \leq [\sigma]^{\pm},$$

(2)

по жесткости

$$y_{\text{max}} \leq [y],$$

(3)

на пределы изменения параметров оптимизации

$$h(z_i) \geq h_0, \quad (i = 1, \dots, n).$$

(4)

Здесь A_i — площадь в плане двумерного или длина одномерного элемента; h_i — толщины двумерных или площади поперечных сечений одномерных элементов;

$\sigma_{\text{экв.}}^{\text{max}}$ — величина эквивалентного напряжения; $[\sigma]^{\pm}$ — максимально допустимое значение интенсивности напряжений на растяжение и сжатие (расчетное сопротивление); $[u]$ — максимально допустимый прогиб конструкции; h_0 — минимально допустимая толщина двумерного или площадь поперечного сечения одномерного элемента.

В работе предлагается гибридный алгоритм оптимизации конструкций, использующий основные положения решения задач оптимизации и сочетание программных комплексов SCAD и MathCAD.

Программный расчетный комплекс SCAD позволяет выполнить расчет и прочностной анализ широкого класса конструкций, система MathCAD имеет встроенные функции для решения задач оптимизации, а их синтез открывает новые возможности в решении задач оптимизации и получения оптимальных проектов конструкций.

Используя данный алгоритм, был решен ряд задач оптимального проектирования конструкций при статических воздействиях и различных граничных условиях (балок, ферм, пластин). В полученных оптимальных проектах конструкций общее уменьшение объема материала составило от 20 до 60%.

Разработанный алгоритм является эффективным инструментом в создании и проектировании рациональных и оптимальных конструкций.