

**АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВНЫХ
СЕЧЕНИЙ ДВУТАВРОВЫХ БАЛОК, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В УЧЕБНИКАХ ПО
МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КОНСТРУКЦИЯМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ**

Баландина К. А.,

научный руководитель доктор технических наук Енджиевский Л. В.

Сибирский федеральный университет

Инженерно-строительный институт

Интерес к данной теме у меня появился прежде всего из-за ее актуальности и масштабности. В большинстве учебников по металлическим конструкциям предлагается множество формул по определению оптимальной высоты сечения составных балок, минимальной площади всего сечения и его составляющих в зависимости от ограничительных условий по расходу материала, условиям прочности, требованиям местной и общей устойчивости и др.

Математическая формулировка задачи оптимизации параметров сечений любой конструктивной формы предполагает выбор функции цели и множества параметров, определяющих функцию цели:

$$f(x) = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n). \quad (1)$$

Далее представленная задача сводится к выбору математического метода и реализации с целью поиска глобального минимума функции цели. Все известные методы поиска глобального минимума при большом количестве переменных сложны и в вычислительном плане трудоемки. В инженерных подходах задача сужается и, как правило, сводится к однопараметрической и поиску локального минимума. В качестве примера рассмотрим два подхода принципиально отличных по выбору функции цели и фиксируемых (заданных) параметров.

В [1-3] функция цели

$$A = 2 \frac{W}{h} + \frac{2}{3} t_w h \quad (2)$$

Фиксируемые параметры, т. е. заданы – гибкость стенки λ_w , момент сопротивления W , все другие параметры, кроме h .

$$\frac{dA}{dh} = -\frac{2W}{h^2} + \frac{2}{3} t_w = 0;$$

$$h_{opt} = k \sqrt[3]{W \lambda_w}. \quad (3)$$

В [4] функция цели масса 1м длины балки, равная сумме масс поясов и стенки:

$$G_s = G_n + G_{cr} = 2c \frac{M \phi_n \rho}{h k_x} + h t_w \psi_{cr} \rho, \quad (4)$$

где c – доля момента, воспринимаемого поясами балки; ϕ_n – конструктивный коэффициент поясов (отношение фактической площади пояса к теоретической); ψ_{cr} – конструктивный коэффициент стенки; ρ – плотность металла.

Здесь фиксированные значения момента сопротивления W , толщины стенки t_w и все прочие. При этом h_{opt} определяется по формуле

$$\frac{dE_s}{dh} = -\frac{2\sigma M \psi_{cr} P}{h^2 B_y} + t_w \psi_{cr} P = 0,$$

$$\text{откуда } h_{opt} = k \sqrt{\frac{W}{t_w}}, \quad (5)$$

$$\text{то есть } k = \sqrt{\frac{2\sigma \psi_{cr}}{\psi_{cr}}}. \quad (6)$$

По рекомендациям этого же учебника следует принимать $k = 1,2 \dots 1,15$ для сварных балок и $k = 1,25 \dots 1,2$ для балок с фрикционными соединениями.

Замечания к аналитическим формулам [4]:

1. В рассматриваемом и последующих изданиях этого учебника допущена, очевидно, описка при записи коэффициента k : вместо (3) представлено в формуле 7.20[4]

$$k = \sqrt{2\sigma \psi_{cr} \psi_{cr}};$$

2. Рекомендованные числовые значения k слабо аргументированы, кроме того они не учитывают изменения трудоемкости технологии выполнения болтовых и сварных соединений, которые за длительный период естественно совершенствовались. Поэтому эти рекомендации возможно были справедливы на период той временной давности. В учебнике следует хотя бы подчеркивать, указывая на их область применения.

3. Не ясна цель доказательства легкого приведения формулы 7.20 к 7.21 [4]. Само доказательство полученного совпадения (т.е. равенства) может иметь место лишь в каком-то частном случае. Из описания только ясно можно утверждать, что получено совпадение по форме записи, а по числовому результату его нет и в общем быть не может.

4. Также при выводе h_{opt} не учтено, что c это функция от h , а это в свою очередь предполагает необходимость взятия производной от выражения (4) по h и по c .

Список литературы

- 1 Муханов К. К. Металлические конструкции. – Москва : Стройиздат, 1978.
- 2 Васильев А. А. Металлические конструкции : учебное пособие для техникумов. Изд. 2-е перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1976. – 420 с.
- 3 Металлические конструкции. В 3т. Т. 1. Элементы конструкций : учебник для строит. вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В.В. Филиппов [и др.] ; под ред. В. В. Горева – 3-изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2004. – 551 с.
- 4 Металлические конструкции : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева [и др.] ; под ред. Ю. И. Кудишина. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский центр «Академия», 2006. – 688 с.