

Расчет тонкостенных металлических рам на действие повторно-переменных нагрузок

Алявдин П.В., Петрусевич В.А.

Зеленогурский университет, Зелена Гура, Польша
Белорусский национальный технический университет

Современные постановки задач оптимизации металлических конструкций ограничены, главным образом, 1-м и 2-м классами сечений. В данной статье разработана математическая модель оптимизации приспособляемости конструкций металлической рамы, которая включает элементы от 1-го до 4-го классов сечений под действием повторно-переменной нагрузки. Выполнен расчёт плоской металлической рамы с использованием теории математического программирования и алгоритмов оптимизации. Исходя из полученного оптимального решения задачи, согласно формулам проверки потери устойчивости элементов по Еврокоду (ТКП EN 1993-1-1), подобраны сечения элементов металлической рамы. В качестве критерия оптимизации выбран минимальный предельный изгибающий момент M^0 с учетом приспособляемости конструкций при повторном нагружении. При этом параметры поперечного сечения и соотношения предельных усилий элементов известны, параметры материала и длины всех i -х элементов также определены, $i \in [1: I]$. Задача расчёта упругопластической системы при повторно-переменном нагружении имеет вид

$$\left. \begin{array}{l} \text{Найти:} \quad \min M^0 \\ \text{При условиях:} \quad \sum_{i \in [1: I]} \alpha_{ij} E_{pi} m_i = 0; \quad k_{yy} (M_i^+ + E_{pi} m_i) \leq \mu_i M^0; \\ \quad \quad \quad k_{yy} (-M_i^- - E_{pi} m_i) \geq \mu_i M^0, \quad i \in [1: I]; \quad M^0 \geq 0, \end{array} \right\}$$

где M_i^+ , M_i^- - наибольший и наименьший изгибающие моменты в системе в предположении ее упругой работы; I - число расчетных сечений; α_{ij} - элементы матрицы α условий равновесия; μ_i - заданные составляющие вектора μ коэффициентов соотношений характеристик несущей способности системы; m_i - элементы вектора остаточных усилий m ; M^0 - предельный изгибающий момент: $M^0 = f_{yb} \cdot W_{pl,y}$ для элементов 1-го и 2-го классов сечения; $M^0 = f_{yb} \cdot W_{eff,y}$ для элементов 3-го и 4-го классов сечения; k_{yy} - коэффициент взаимодействия, определяемый по ТКП EN 1993-1-1. Диагональная матрица $E_p = [E_{pi}]$ записывается следующим образом:

$$E_{pi} = \begin{bmatrix} \text{diag}[1] & \text{для классов 1 и 2} \\ \text{diag}[0] & \text{для классов 3 и 4} \end{bmatrix}, \quad i \in [1: I].$$