

Пределный анализ плоских тонкостенных металлических рам при действии повторно-переменных нагрузок

Расанец М.А., Петрусевич В.А.

Белорусский национальный технический университет

Современные постановки задач оптимизации металлических конструкций ограничены, главным образом, 1-м и 2-м классами сечений. В 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, $i \in [1 \dots I]$. Задача расчёта упругопластической системы при повторно-переменном нагружении имеет вид:

Найти : $\min M^0$;

При условиях :

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^I \alpha_{ij} E_{pi} m_i = 0; \quad k_{yy} (M_i^+ + E_{pi} m_i) \leq \mu_i M^0; \\ k_{yy} (-M_i^- - E_{pi} m_i) \geq \mu_i M^0; \quad i \in [1 \dots I]; \quad M^0 \geq 0. \end{aligned} \right\}$$

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.