

УДК 621.9

ПРЕДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКИХ ТОНКОСТЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАМ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОВТОРНО-ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

В. А. ПЕТРУСЕВИЧ

Научный руководитель П. В. АЛЯВДИН, д-р техн. наук, проф.

ЗЕЛЕНОГУРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Зелена Гура, Польша

Современные постановки задач оптимизации металлических конструкций ограничены, главным образом, 1-м и 2-м классами сечений. 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 :

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

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. Диагональная матрица $E_p = [E_{pi}]$ записывается следующим образом:

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

