

## Результаты оптимизации прямоугольной плиты на упругом основании, подкрепленной двумя ребрами жесткости

Вербицкая О. Л.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается задача оптимизации прямоугольной плиты кусочно-постоянной толщины на упругом основании. Статический расчет плиты выполнен методом конечных элементов. Нагрузка представлена в виде вертикальных сил, приложенных к узлам конечно-элементной сетки. Учитывая большую площадь опирания плиты, принята винклеровская модель упругого основания. Жесткость основания включена в матрицу жесткости конечно-элементной системы.

В качестве целевой функции принят объем плиты. Параметрами оптимизации являются толщины плиты на разных ее участках.

Параметры оптимизации ограничены из конструктивных соображений, а также поставлены ограничения по прочности и жесткости.

Оптимизация плиты выполнена методом градиентного спуска с корректировкой направления поиска оптимального решения вблизи границ допустимой области методом проекций на границы.

Представлен пример оптимизации плиты, подкрепленной двумя ребрами жесткости. Приняты следующие данные: размеры плиты в плане  $7,2 \times 7,2$  м; модуль упругости материала  $E = 29$  ГПа; коэффициент Пуассона материала плиты  $\nu = 0,22$ ; коэффициент жесткости основания принят  $k_0 = 20$  из расчета, что при нагрузке  $p = 2 \text{ кг/см}^2 = 200 \text{ кН/м}^2$  осадка основания равна 1 см. Плита имеет два взаимно перпендикулярных ребра шириной 72 см. Нагрузка  $F = 600$  кН приложена в середине плиты. Толщина плиты и ребра ограничена снизу  $h_{lim} = 10$  см. Допускаемый прогиб принят равным  $v_{lim} = 2$  см; расчетное сопротивление  $R = 2,1$  МПа. Параметрами оптимизации являются толщина плиты и высота ребра. Расчет произведен с помощью авторской программы *STURM*, которая позволяет выполнять расчет и оптимизацию плит различной конфигурации. Количество параметров оптимизации может быть увеличено.

В результате расчета получена оптимальная плита толщиной 100 мм и высотой ребра 430 мм.

Предложенный метод оптимизации показал высокую эффективность, так как происходит минимальное количество обращений к статическому расчету плиты. Используемый градиентный спуск и метод проектирования на границы обеспечивает гарантированные результаты поиска оптимального решения.