

## Оптимизация нелинейно деформируемой плиты кусочно-постоянного сечения, ослабленной отверстием

Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Поставлена задача оптимизации поперечно изогнутой железобетонной плиты. Статический расчет выполнен с помощью авторской программы *Sturm* по методу конечных элементов. Жесткость конечных элементов, предельный изгибающий момент и ширина раскрытия трещин определялись по методике СНБ 5.03.01-02. В связи с этим плита рассматривается как нелинейно деформируемая и анизотропная.

В качестве целевой функции принята стоимость плиты, которая складывается из стоимости бетона и арматуры.

$$C(\vec{X}_0) = \min C(\vec{X}), \quad \vec{X} \in R_n \quad \vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T,$$

Поставлены конструктивные ограничения, ограничения по прочности, ширине раскрытия трещин и жесткости

$$x_{lim} - x_k \geq 0, \quad M_{Rd} - M_{Sd} \geq 0, \quad w_{lim} - w_k \geq 0, \quad a_{lim} - a_k \geq 0,$$

где  $M_{Rd}$ ,  $w_{lim}$ ,  $a_{lim}$  – предельный изгибающий момент, допускаемые ширина раскрытия трещин и прогиб.

Выполнена оптимизация защемленной по краям плиты размерами 5600×3000 мм, загруженной распределенной нагрузкой 150 кПа. В качестве параметров оптимизации приняты толщина плиты и площадь сечения арматуры, для которых приняты ограничения снизу – 50 мм и 0,5 см<sup>2</sup>/м. Допускаемый прогиб и ширина раскрытия трещин согласно СНБ 5.03.01-02 не должны превышать соответственно 28 мм и 0,4 мм.

Анализ полученных результатов исследования показал, что оптимальное решение для выбранной в примере плиты может быть получено при изменении ее толщины от 120 мм до 300 мм и изменения площади арматурной сетки от 1,2 мм<sup>2</sup> до 5 мм<sup>2</sup>.

По результатам расчета, полученного с помощью программы *Sturm* и методам сокращения ресурсов, получена оптимальная по стоимости материала плита толщиной 180 мм и площадью арматурной сетки 1,7 см<sup>2</sup>/мп.