

УДК 621

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАССЫ КОНСТРУКЦИЙ

А. А. КАТЬКАЛО, В. Ю. БУТЬКО
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Современное развитие аддитивных технологий позволяет существенно изменить технологию производства многих конструкций и при этом снизить массу последних. Одним из направлений реализации рассматриваемой концепции является изготовление балок равного сопротивления.

Рассматриваем однопролетную балку (рис. 1), нагруженную равномерно распределенной нагрузкой.

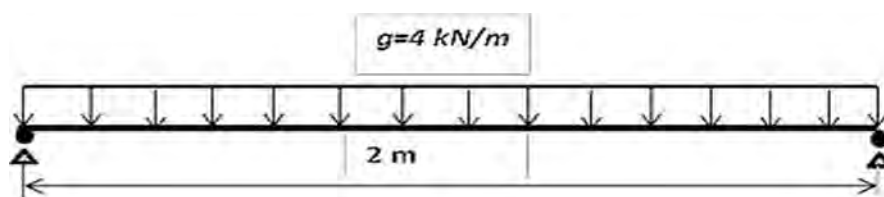


Рис. 1. Схема однопролетной балки

Поперечное сечение балки определяется по максимальному изгибающему моменту M_x и допустимому напряжению материала $[\sigma]$.

Момент сопротивления поперечного сечения

$$W_x = \frac{M_x}{[\sigma]} = \frac{2 \cdot 10^3}{1,9 \cdot 10^8} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

При $[\sigma] = 190 \text{ МПа}$ и изгибающем моменте $M_x = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}$ сторона квадратного поперечного сечения составит 0,04 м.

Максимальное (допустимое) напряжение необходимо только в средней части балки. По мере удаления от середины балки поперечное сечение (рис. 4) создает запас в несколько раз по прочности. Это приводит к утяжелению конструкции и повышению ее стоимости вследствие перерасхода материала. Коэффициент запаса прочности приведен на рис. 2.

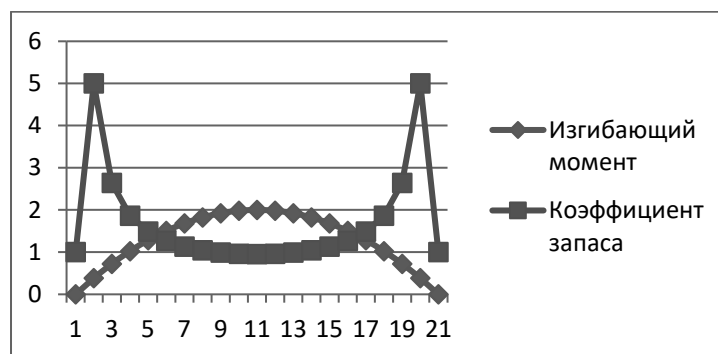


Рис. 2. Эпюра изгибающих моментов и график коэффициента запаса

В средней части он равен единице, а при приближении к шарнирам возрастает в несколько раз. Для уменьшения коэффициента запаса и снижения массы конструкции может служить балка с изменяющимся по высоте сечением (рис. 3, а).

Однако по архитектурно-строительным аспектам она не всегда приемлема на практике. Балка равного сопротивления может быть выполнена с плоскими поверхностями и пустотой внутри (рис. 3, б).

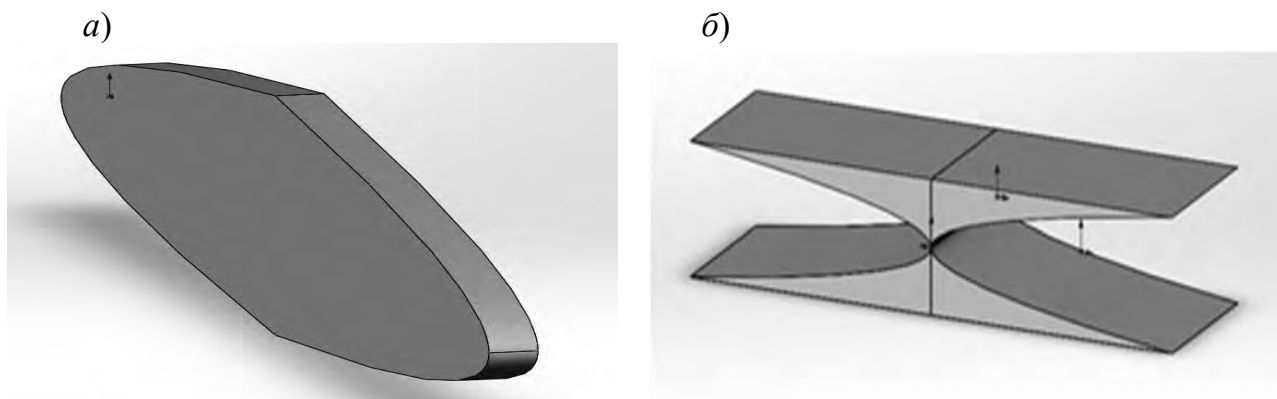


Рис. 3. Конструкции балок равного сопротивления

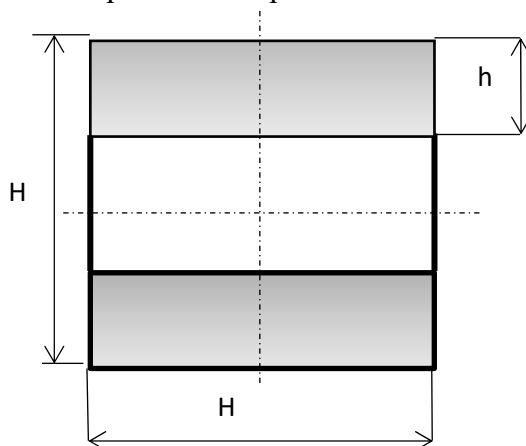


Рис. 4. Поперечное сечение

Толщины верхней и нижней части сечения определяются выражением

$$h = 0,04 - \sqrt[3]{\frac{6 \cdot M_x(z)}{[\sigma]} - 0,04^3},$$

где $M_x(z)$ – аналитическое выражение изгибающего момента для данной схемы балки, $M_x(z) = 4 \cdot z - 2 \cdot z^2$.

Пустота внутри сечения снижает жесткость сечения. Для устранения этого недостатка пустота может быть заполнена тонкостенными элементами.