

УДК 621

СНИЖЕНИЕ МАССЫ КОНСТРУКЦИИ БАЛКИ ПРИ СОХРАНЕНИИ ЕЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

А. А. КАТЬКАЛО

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Типовая конструкция балки, как правило, изготавливается из сплошного поперечного сечения, момент сопротивления W_x которого определяется по максимальному изгибающему моменту $M_{x,\max}$ и допускаемому напряжению $[\sigma]$ (рис. 1).

Конструкция типовой балки имеет дополнительный ненужный запас прочности по нормальным напряжениям, что приводит к увеличению ее массы. В технике известна конструкция балки равного сопротивления. Размеры поперечного сечения такой балки выполняются изменяющимися по длине балки и пропорциональными величине изгибающего момента, действующего в сечении. Это позволяет уменьшить массу конструкции ориентировочно на 25 %. Такие конструкции используются в машиностроении (валы), автомобилестроении (рессоры). В других областях их использование зачастую ограничивается наличием у таких конструкций криволинейных наружных граней.

В работе предлагается создать конструкцию балки с плоскими наружными гранями, а уменьшение момента сопротивления поперечного сечения с целью приближения к балке равного сопротивления создать за счет пустоты внутри конструкции. Конструкция такой балки приведена на рис. 2.



Рис. 1. Типовая конструкция балки

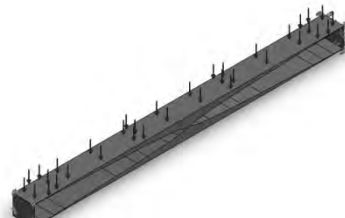


Рис. 2. Предлагаемая конструкция балки

Поперечное сечение балки образуется из двух полусечений, смещенных от оси балки на некоторое расстояние (рис. 3).

Размеры пустоты внутри предлагаемой балки должны создавать такой момент сопротивления сечения $W_x^1(z)$, чтобы его значение было равно моменту сопротивления балки равного сопротивления $W_x(z)$.

$$W_x^1(z) = W_x(z).$$

Момент сопротивления поперечного сечения можно определить из следующих выражений:

$$W_x^1(z) = \frac{b \cdot H^2}{6} - \frac{b \cdot h'(z)^2}{6}; \quad W_x(z) = \frac{M_x(z)}{[\sigma]}.$$

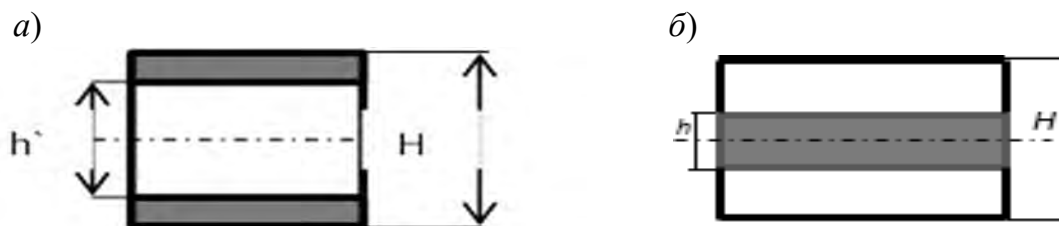


Рис. 3. Схемы поперечных сечений балок: *a* – предлагаемая балка; *б* – балка равного сопротивления

Приравняв эти выражения, получим толщину

$$h'(z) = \sqrt{H^2 - \frac{6 \cdot M_x(z)}{b \cdot [\sigma]}}.$$

Вычисление высоты $h'(z)$ необходимо для создания модели предлагаемой конструкции в SolidWorks.

Моделирование конструкции балки в SolidWorks подтвердило снижение массы конструкции за счет равенства нормальных напряжений по всей длине балки более чем на 60 %. Это обусловлено ростом момента сопротивления при параллельном переносе осей. Однако при этом снижается жесткость конструкции, поэтому в реальной конструкции приходится закрывать торцевые и/или боковые грани пластинами.

Конструкция пустотелой балки равного сопротивления, приведенная на рис. 4, позволяет уменьшить массу балки более чем на 50 %.

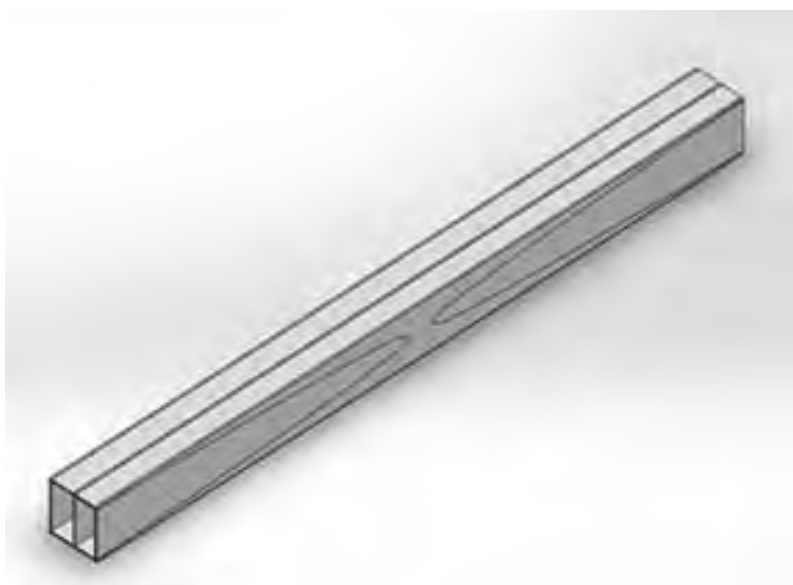


Рис. 4. Пустотелая балка равного сопротивления