

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ИЗГИБА ДЛЯ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК С ПЕРФОРИРУЕМОЙ СТЕНКОЙ

В крановых конструкциях используются коробчатые балки с отверстиями, для облегчения массы и технического обслуживания. При проведении расчетов на кручение необходимо знать положение центр изгиба. Существует аналитическая зависимость, выведенная В.Н.Юшкевичем для коробчатых балок со сплошными стенками. На рис. 1 показана зависимость положения центра изгиба от отношения толщин стенок. Геометрические параметры коробчатой балки: t_f - толщина пояса, t_{w1} - толщина толстой стенки, t_{w2} - толщина тонкой стенки, h - высота, b - ширина.

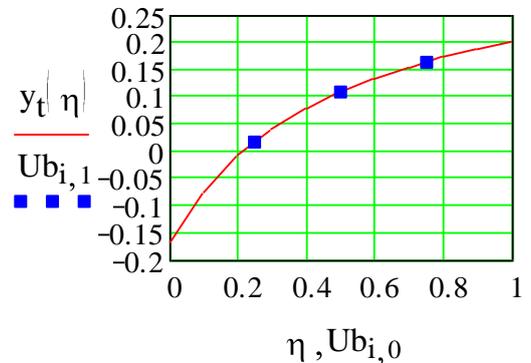


Рис. 1

$$\eta = \frac{t_{w2}}{t_{w1}}, \quad \mu_1 = \frac{h}{b}, \quad \mu = \frac{t_f}{t_{w1}}, \quad \eta = 0, 0.1..1, \quad y_i(\eta) = \frac{[\beta(\eta)(\eta \cdot \mu_1 - 3\mu) + 12\eta\mu^2(1 + \mu_1\mu)]b}{\beta(\eta)[\mu_1(\eta + 1) + 6\mu]}$$

Выполнена проверка аналитической зависимости нахождения центра изгиба методом конечных элементов (МКЭ). Результаты расчета (рис. 1, точки) полностью совпадают с аналитической зависимостью. С помощью МКЭ проанализирована возможность её распространения на коробчатые балки с перфорированной стенкой. В программе NASTRAN (МКЭ) были определены центры изгиба в коробчатых балках с перфорированной стенкой. Чтобы воспользоваться аналитической зависимостью необходимо перфорлируемую стенку заменить на эквивалентную сплошную стенку. Наилучший результат получен из условия равенства податливости сплошной и перфорлируемой стенки на сдвиг. Проанализировано влияние диаметра отверстия на податливость перфорлируемой стенки на сдвиг, отсюда получена зависимость относительной толщины эквивалентной стенки от отношения диаметра отверстия к высоте балки и получено уравнение:

$$\tau 2(x) := if(x < 0.8, -1.25x + 1, 0)$$

где $x=D/h$. После подстановки этого уравнения в аналитическую зависимость, получается:

$$t_e = \tau 2(x)t_{w2}, \quad \eta(x) = \frac{t_e(x)}{t_{w1}}, \quad \mu = \frac{t_f}{t_{w1}}, \quad \beta 1(x) = 2\eta(x)\mu + \mu_1\mu^2(\eta(x) + 1), \quad \mu_1 = \frac{h}{b}$$

$$y_{i1}(x) = \frac{[\beta 1(x)(\eta(x)\mu_1 - 3\mu) + 12\eta(x)\mu^2(1 + \mu_1\mu)]b}{\beta 1(x)[\mu_1(\eta 1(x) + 1) + 6\mu]}$$

Полученное уравнение определяет положение координаты центра изгиба от отношения диаметра отверстия к высоте балке (y_{t1}), (рис. 2), а кривая $U11$ построена по данным МКЭ.

В итоге установлено, что аналитическая методика дает надежные результаты для коробчатых балок со сплошными стенками и при использовании предложенных зависимостей может быть применена для балок с перфорлируемыми стенками.

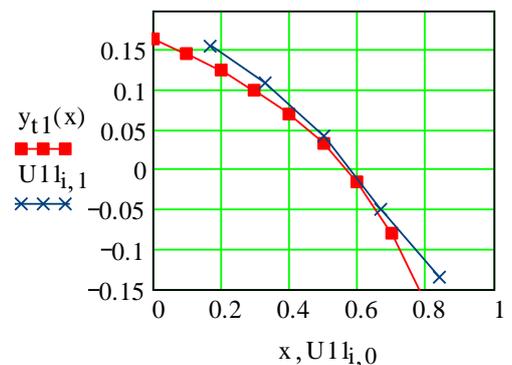


Рис. 2