

Расчет и проектирование главной балки

Определим ширину грузовой площади на главную балку: ширина грузовой площади равна $B = 4$ м. На рисунке 14 показан фрагмент балочной клетки и грузовая площадь на главную балку.

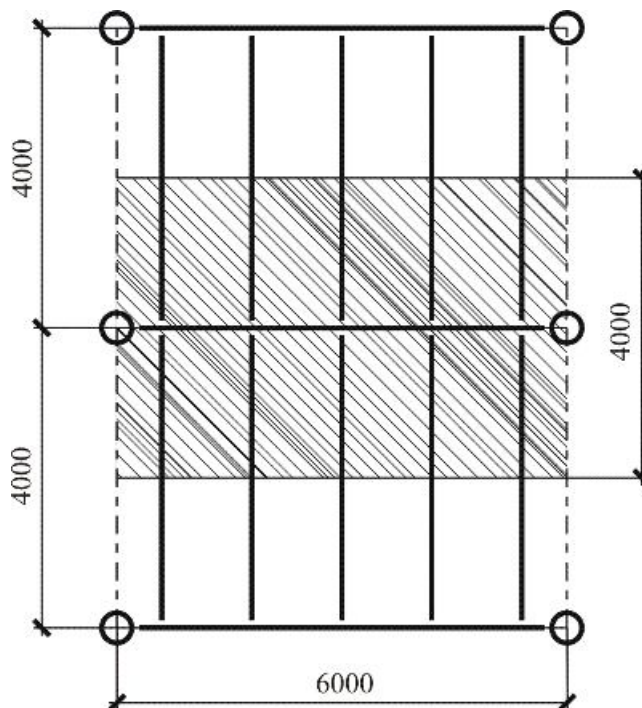


Рис. 14. Грузовая площадь на главную балку

Определяем погонные нагрузки на главную балку:

1. Нормативная нагрузка

$$q_n = 1,02 \gamma_n q'_n B ,$$

где коэффициент 1,02 учитывает собственный вес главной балки; B — ширина грузовой площади на главную балку, м:

$$q_n = 1,02 \cdot 1 \cdot 10,628 \cdot 4 = 43,36 \text{ кН/м.}$$

2. Расчетная нагрузка:

$$q = 1,02 \gamma_n q' B ,$$

$$q = 1,02 \cdot 1 \cdot 12,659 \cdot 4 = 51,65 \text{ кН/м.}$$

На рисунке 15 показана расчетная схема главной балки.

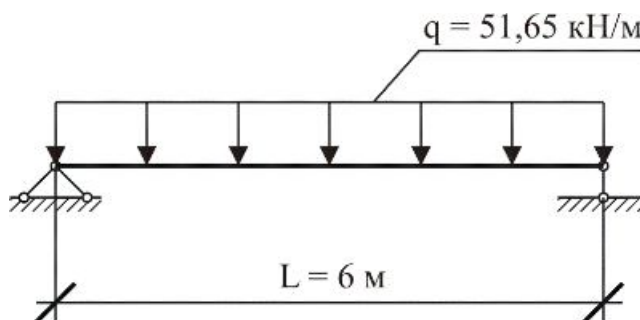


Рис. 15. Расчетная схема главной балки

Определим величину наибольшего изгибающего момента и поперечной силы, возникающих в балке:

- максимальный изгибающий момент:

$$M_{max} = \frac{q L^2}{8} = \frac{51,65 \cdot 6^2}{8} = 232,43 \text{ кНм};$$

- максимальная поперечная сила:

$$Q_{max} = \frac{q L}{2} = \frac{51,65 \cdot 6}{2} = 154,95 \text{ кН}.$$

На рисунке 16 показаны эпюры изгибающих моментов (M) и поперечных сил (Q), возникающих в главной балке.

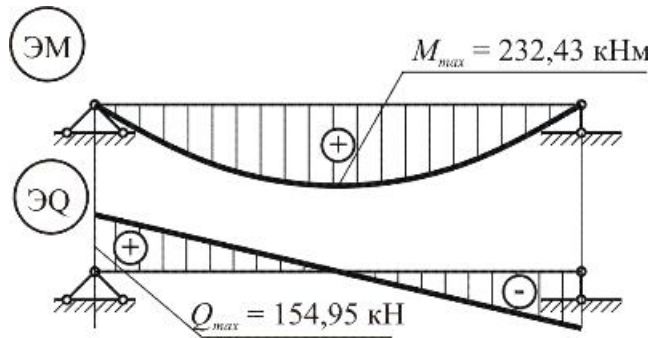


Рис. 16. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в главной балке

Подбор сечения главной балки выполняем аналогично балке настила. Из условия прочности по нормальным напряжениям определяем минимальный требуемый момент сопротивления:

$$W_x^{min} = \frac{M_{max}}{R_y \gamma_c} = \frac{232,43}{240000 \cdot 1,1} = 8,804 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3,$$

из условия жесткости определим минимальный требуемый момент инерции сечения:

$$I_x^{min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n L^3}{E \left[\frac{f}{l} \right]} = \frac{5}{384} \cdot \frac{43,36 \cdot 6^3}{2,06 \cdot 10^8 \cdot 0,004} = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4,$$

Получаем, что для удовлетворения условиям прочности и жесткости необходимо принять двутавр № 40Б2 с $I_x = 18530 \text{ см}^4$ и $W_x = 935,7 \text{ см}^3$ [3].

Принятое сечение необходимо проверить по следующим критериям:

1. Условие прочности опорных сечений по касательным напряжениям по п. 5.12 [2]:

$$\tau = \frac{Q_{max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \gamma_c,$$

где Q_{max} — максимальная поперечная сила, возникающая в балке от расчетной нагрузки, кН; S_x — статический момент сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси, см^3 ; t_w — толщина стенки двутавра, см; R_s — расчетное сопротивление стали сдвигу, кН/см^2 . Расчетное сопротивление стали сдвигу определяем по таблице 1* [2]:

$$R_s = 0,58 R_y = 0,58 \cdot 24 = 13,92 \text{ кН/см}^2;$$

$$\tau = \frac{154,95 \cdot 529,7}{18530 \cdot 0,75} = 5,91 < 15,312.$$

Условие выполняется, поэтому прочность опорных сечений по касательным напряжениям обеспечена.

2. Условие общей устойчивости главной балки.

Для оценки общей устойчивости необходимо проверить условие (п. 5.16* [2]):

$$\frac{l_{ef}}{b} \leq \left[\frac{l_{ef}}{b} \right],$$

где l_{ef} — расчетная длина главной балки, м; b — ширина сжатого пояса главной балки, м; $\left[\frac{l_{ef}}{b} \right]$ — предельная величина, определяемая по таблице 8*[2]. При этом размеры сечения главной балки должны удовлетворять следующим соотношениям:

$$\text{I. } 1 \leq \frac{h}{b} < 6,$$

где h — расстояние между осями поясных листов, м:

$$1 < \frac{0,3845}{0,165} = 2,33 < 6,$$

условие выполняется;

$$\text{II. } 15 \leq \frac{b}{t} \leq 35,$$

где t — толщина сжатого пояса, м:

$$\frac{b}{t} = \frac{0,165}{0,0115} = 14,35 < 15.$$

Поскольку условие II не выполняется, то принимаем $\frac{b}{t} = 15$.

Так как нагрузка приложена к верхнему поясу главной балки, то предельное значение $\left[\frac{l_{ef}}{b} \right]$ определяется следующим образом:

$$\left[\frac{l_{ef}}{b} \right] = \left[0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}};$$

$$\left[\frac{l_{ef}}{b} \right] = \left[0,35 + 0,0032 \cdot 15 + \left(0,76 - 0,02 \cdot 15 \right) \frac{0,165}{0,3845} \right] \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{240}} = 17,44.$$

Расчетная длина главной балки определяется как расстояние между закреплениями верхнего пояса из плоскости, т.е. $l_{ef} = 1,2$ м. Выполняем проверку условия общей устойчивости:

$$\frac{1,2}{0,0165} = 7,27 < 17,44.$$

Условие выполняется, поэтому общая устойчивость главной балки будет обеспечена.

3. Проверка стенки главной балки на местное давление под балкой настила по п. 5.13 [2].

Проверяется условие:

$$\sigma = \frac{F}{t_w l_{ef}} \leq R_y \gamma_c,$$

где F — расчетное значение нагрузки, кН; l_{ef} — условная длина распределения нагрузки, см. Величина силы F определяется по формуле

$$F = 2 Q_{max}^{BH},$$

где Q_{max}^{BH} — вертикальная опорная реакция балки настила, кН:

$$F = 2 \cdot 30,68 = 61,36.$$

Условная расчетная длина определяется по формуле

$$l_{ef} = b^{BH} + 2 t ,$$

где b^{BH} — ширина балки настила, см; t — толщина сжатого пояса главной балки, см:

$$l_{ef} = 10 + 2 \cdot 1,15 = 12,3.$$

Проверяем условие:

$$\sigma = \frac{61,36}{0,75 \cdot 12,3} = 6,65 < 26,4 .$$

Условие выполняется, поэтому прочность стенки на местное давление обеспечена.

Из конструктивных соображений подкрепим стенку главной балки поперечными ребрами жесткости:

- определим максимальный шаг расстановки ребер по п. 7.10 [2]:

$$a_{max} = 2,5 h_{ef} = 2,5 \cdot 37,3 = 93,25 \text{ см};$$

- минимальную ширину выступающей части ребра:

$$b_h = \frac{h_{ef}}{30} + 4 = \frac{37,3}{30} + 4 = 5,24 \text{ см};$$

- минимальную толщину ребра жесткости:

$$b_h = 2 b_h \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 5,24 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,36 \text{ см}.$$

Главная балка передает нагрузку на оголовок колонны через опорное ребро (рис. 17).

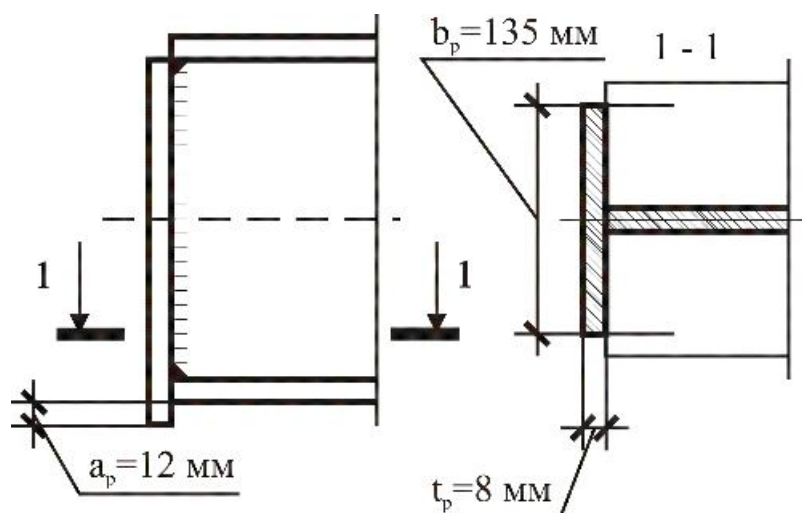


Рис. 17. Приопорный участок главной балки

Расчет опорного ребра сводится к определению толщины t_p и ширины ребра b_p . Основное условие — условие прочности на смятие торца ребра

$$\frac{Q_{max}^{ГБ}}{t_p b_p} \leq R_p \gamma_c ,$$

где $Q_{max}^{ГБ}$ — максимальная поперечная сила, возникающая в главной балке, кН; R_p — расчетное сопротивление стали смятию торцевой поверхности, кН/см². Согласно [2] величина R_p для стали класса С245 равна 37 кН/см².

Примем ширину опорного ребра $b_p = 13,5$ см. Тогда из условия смятия можно выразить минимальную требуемую толщину опорного ребра:

$$t_p^{min} = \frac{Q_{max}^{ГБ}}{b_p R_{p'c}} = \frac{154,95}{13,5 \cdot 37 \cdot 1,1} = 0,28 \text{ см.}$$

Исходя из конструктивных соображений, принимаем толщину опорного ребра $t_p = 0,8$ см. Величину выступающей части опорного ребра назначаем $a_p = 1,2$ см.

[Назад](#)[Вперед](#)