

Расчет максимального прогиба балки по второму предельному состоянию

$$f = 5/384 * (Q_{норм} L^4) / EI_x \leq [f],$$

где $E = 2 * 10^4$ кН/см² — модуль упругости.

$$I_x = 31900 \text{ см}^4 \text{ (из сортамента).}$$

$[f]$ предельно допустимый прогиб для длины пролета 15,2м; $[f] = 67,39$ мм;

$$f = 45,94 \text{ мм.}$$

$$45,94 < 67,39.$$

Исходя из расчетов выбранная балка 2 и 3 отвечает всем заданным параметрам прочности для выбранной конструкции.

В связи с тем, что $W_{прх}$ почти равно W_x рекомендуется установить по центру балки дополнительную колонну.

Расчет балки 4 на прогиб Пролет Б

Нормативная равномерно распределенная нагрузка на балку

$$P_{норм} = P1 + P2$$

Суммарная нагрузка

$$P_{сум} = P1 * K1 + P2 * K2$$

Для данного помещения временная нагрузка от снежного покрова составляет 5 кПа или 500 кг/м². Толщина снежного покрова 1м.

$$P1 = 35 \text{ кПа}$$

$K1 = 1,2$ – коэффициент запаса надежности

$$P2 = 41,4 \text{ кг/м}^2 \text{ (Балка 35Б1) – вес балки на } 1 \text{ м}^2$$

$K2 = 1,3$ – коэффициент запаса.

$$P_{норм} = 35 + 0,414 = 35,414 \text{ кПа}$$

$$P_{сум} = 35 * 1,2 + 0,414 * 1,3 = 42 + 0,54 = 42,54 \text{ кПа}$$

Нормативная нагрузка на балку

$$a_{max} = 0,9 \text{ м}$$

$$Q_{норм} = P_{норм} * a$$

$$Q_{норм} = 35,414 * 0,9 = 31,88 \text{ кПа/м}$$

Расчетная нагрузка на балку

$$Q_{рас} = P_{сум} * a$$

$$Q_{рас} = 42,54 * 0,9 = 38,286 \text{ кПа/м}$$

Максимальный изгибающий момент:

$$M_{max} = (Q_{рас} L^2)/8;$$

L – для пролета Б = 12,24 м

$$M_{max} = (38,286 * 12,24^2)/8 = 716,99$$

Максимальная поперечная сила:

$$Q_{max} = (Q_{рас} L)/2;$$

$$Q_{max} = (38,286 * 12,24)/2 = 234,31$$

Требуемый момент сопротивления поперечного сечения балки относительно оси x:

$$W_{тpx} = M_{max}/(c_1 R_y \gamma_c);$$

где $c_1 = 1,12$ – коэффициент, учитывающий пластические деформации;

$R_y = 240$ МПа — расчетное сопротивление изгибу для стали.

$\gamma_c = 0,9$ – коэффициент условий работы.

$$W_{тpx} = 2560,7 \text{ см}^3$$

Выбранная балка 4 – 35Б1 имеет моментом сопротивления относительно оси x –

$$W_x = 641,3 \text{ см}^3$$

$W_x < W_{тpx}$. Не выполняется

Расчет максимального прогиба балки по второму предельному состоянию

$$f = 5/384 * (Q_{норм} L^4)/EI_x \leq [f],$$

где $E = 2 * 10^4$ кН/см² — модуль упругости.

$I_x = 11094,49$ см⁴ (из сортамента).

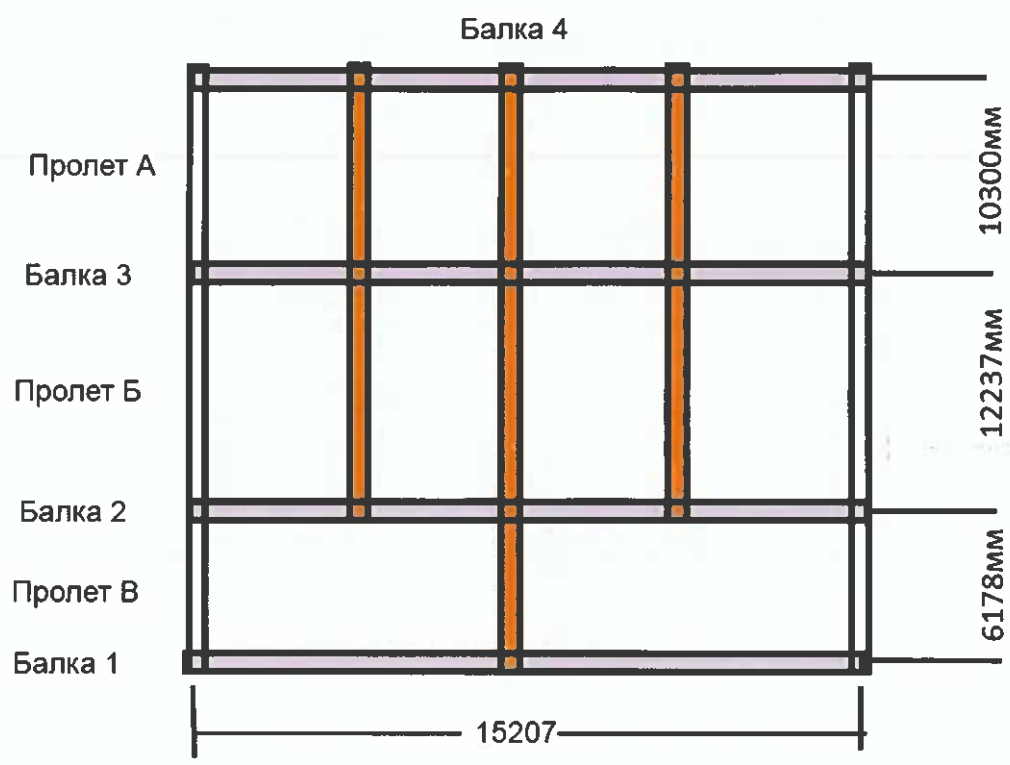
$[f]$ предельно допустимый прогиб для длины пролета 12,237 м (Пролет Б); $[f] = 56,31$ мм;

$$f = 96,97 \text{ мм.}$$

$f > [f]$. Не выполняется

Исходя из расчетов, на участке пролета Б Балка 4 не соответствует заданным параметрам прочности для выбранной конструкции.

Для устранения критических нагрузок необходимо с каждой стороны от балки 4 на участке пролета Б добавить одну аналогичную балку на равном удалении друг от друга.



Расчет балки 2 и 3 на прогиб

Нормативная равномерно распределенная нагрузка на балку

$$P_{\text{норм}} = P1 + P2$$

Суммарная нагрузка

$$P_{\text{сум}} = P1 * K1 + P2 * K2$$

Для данного помещения временная нагрузка от снежного покрова составляет 5 кПа или 500 кг/м². Толщина снежного покрова 1 м.

$$P1 = 30 \text{ кПа}$$

K1 = 1,2 – коэффициент запаса надежности

$$P2 = 77,6 \text{ кг/м}^2 \text{ (Балка 45М1) – вес балки на } 1 \text{ м}^2$$

K2 = 1,3 – коэффициент запаса.

$$P_{\text{норм}} = 30 + 0,776 = 30,776 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{сум}} = 30 * 1,2 + 0,776 * 1,3 = 36 + 1,01 = 37,01 \text{ кПа}$$

Нормативная нагрузка на балку

$$a_{\text{тах}} = 0,9 \text{ м}$$

$$Q_{\text{норм}} = P_{\text{норм}} * a$$

$$Q_{\text{норм}} = 30,776 * 0,9 = 27,7 \text{ кПа/м}$$

Расчетная нагрузка на балку

$$Q_{\text{рас}} = P_{\text{сум}} * a$$

$$Q_{\text{рас}} = 37,01 * 0,9 = 33,31 \text{ кПа/м}$$

Максимальный изгибающий момент:

$$M_{\text{тах}} = (Q_{\text{рас}} L^2) / 8;$$

L – для Балки 3 = 15,2 м

$$M_{\text{тах}} = (33,31 * 15,2^2) / 8 = 961,99$$

Максимальная поперечная сила:

$$Q_{\text{тах}} = (Q_{\text{рас}} L) / 2;$$

$$Q_{\text{тах}} = (33,31 * 15,2) / 2 = 253,16$$

Требуемый момент сопротивления поперечного сечения балки относительно оси x:

$$W_{\text{трх}} = M_{\text{тах}} / (c_1 R_y \gamma_c);$$

где c₁ = 1,12 – коэффициент, учитывающий пластические деформации;

R_y = 240 мПа — расчетное сопротивление изгибу для стали.

γ_c = 0,9 – коэффициент условий работы.

$$W_{\text{трх}} = 1413,5 \text{ см}^3.$$

Выбранная балка 3 – 45М1 имеет моментом сопротивления относительно оси x –

$$W_x = 1420 \text{ см}^3;$$

$$W_x > W_{\text{трх}}.$$