

Исходные данные

Производственная площадка промышленного здания имеет размеры в плане: $L_0 \times B_0 = 18 \times 12$ м. В здании применяется балочная клетка нормального типа с этажным опиранием балок. Размеры ячейки балочной клетки $L \times B = 6 \times 4$ м. Нагрузка от технологического оборудования на перекрытие $p_n = 10$ кПа. Отметка верха настила равна 7 м.

Определение толщины стального настила и сбор нагрузок на 1 м² поверхности производственной площадки

Для расчета стального настила из него вырезают полосу шириной 1 м (рис. 9).

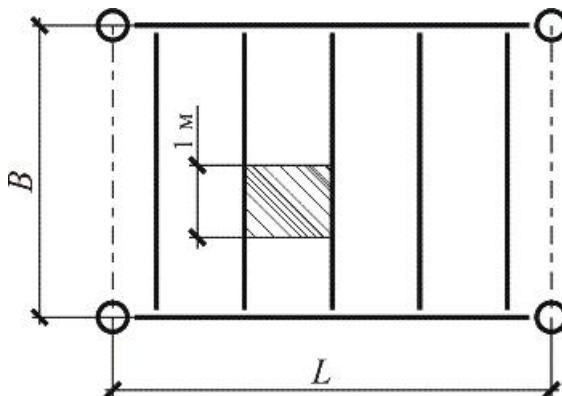


Рис. 9. План балочной клетки:

1 — балка настила; 2 — главная балка; 3 — колонна

После необходимо назначить толщину настила. Для этого можно воспользоваться рекомендациями таблицы 1.

Таблица 1. Рекомендации по выбору толщины стального настила

Нагрузка от технологического оборудования p_n , кПа	≤ 10	11÷20	21÷30	>30
Толщина стального настила, мм	6; 8	8; 10	10; 12	12; 14

Толщину настила принимаем $\delta = 8$ мм.

Пролет настила a предварительно определяют по формуле А.Л. Телояна:

$$a = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72 E_1}{n_0^4 q_n} \right) \delta ,$$

где n_0 — величина, обратная предельному относительному прогибу настила; q_n — нормативная нагрузка на 1 м² поверхности перекрытия, кПа; E_1 — величина, определяемая по формуле, кПа:

$$E_1 = \frac{E}{1-\nu^2} ,$$

где E — модуль упругости стали, кПа; ν — коэффициент Пуассона:

$$E_1 = \frac{2,06 \cdot 10^8}{1-0,3^2} = 2,26 \cdot 10^8 \text{ кПа},$$

δ — толщина настила, м;

Определяем нагрузки на поверхность настила. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Нагрузки на 1 м² поверхности производственной площадки

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка q_n , кПа	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка q , кПа
<i>Постоянная</i>			
1. Вес стального настила $\delta = 8$ мм, $\gamma = 78,5$ кН/м ³	0,628	1,05	0,659
<i>Длительная временная</i>			
2. Нагрузка от технологического оборудования $p_n = 10$ кПа	10	1,2	12
3. Итого <i>полная</i>	10,628	—	12,659

Определяем величину пролета настила:

$$a = \frac{4 \cdot 150}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot 2,26 \cdot 10^8}{150^4 \cdot 10,628} \right) 0,008 = 1,29 \text{ м.}$$

Пролет настила должен быть кратен пролету главной балки L . В соответствии с этим выполняем корректировку пролета настила. Принимаем $a = 1,2$ м.

Настил с указанными выше параметрами должен удовлетворять требованию жесткости:

$$f \leq [f],$$

где f — максимальный прогиб, возникающий в настиле, м; $[f]$ — предельный прогиб, м. Максимальный прогиб определяем по формуле

$$f = \frac{f_0}{1 + \alpha},$$

где f_0 — максимальный прогиб однопролетной балки с шарнирным опиранием концов, м; α — коэффициент, учитывающий неподвижность опор настила. Величину f_0 определяют в зависимости от типа нагрузки, приложенной к настилу, и характера её распределения. Для балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой, максимальный прогиб определяется по формуле

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n a^4}{E_1 I_x},$$

где I_x — момент инерции полосы настила шириной 1 м относительно нейтральной оси, м⁴:

$$I_x = \frac{\delta^3}{12} = \frac{0,008^3}{12} = 4,27 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Определяем прогиб f_0 :

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,628 \cdot 1,2^4}{2,26 \cdot 10^8 \cdot 4,27 \cdot 10^{-8}} = 2,97 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Коэффициент α определяют из кубического уравнения:

$$\alpha + 2\alpha^2 + \alpha^3 = 3 \frac{f_0^2}{\delta^2}$$

Подставляя в уравнение значения толщины настила и балочного прогиба, получаем, что $\alpha = 2,826$. Определяем величину прогиба в настиле:

$$f = \frac{2,97 \cdot 10^{-2}}{1 + 2,826} = 7,76 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Предельный прогиб настила равен:

$$[f] = \frac{a}{150} = \frac{1,2}{150} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Условие жесткости соблюдается. Настил удовлетворяет требованиям второй группы предельных состояний.

План производственной площадки представлен на рисунке 10.

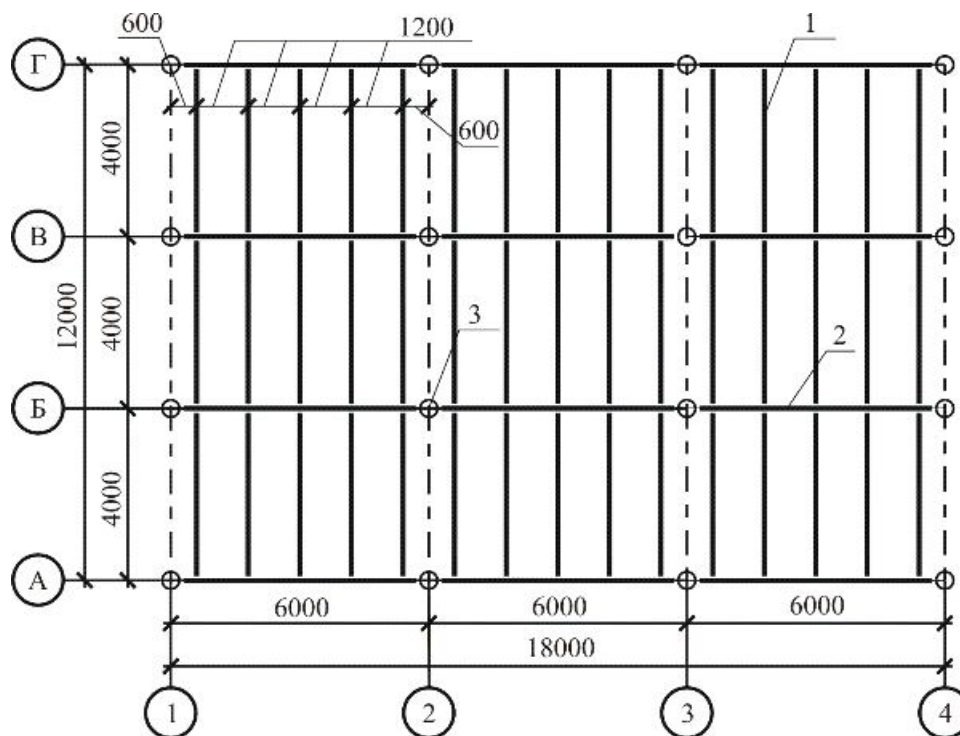


Рис. 10. План балочной клетки:

1 — балка настила; 2 — главная балка; 3 — колонна

Настил, отвечающий требованиям условия жесткости и нагруженный нагрузкой до 50 кПа, можно не проверять на прочность по нормальным напряжениям, поскольку при таких условиях прочность настила будет обеспечена.

Вперед