

1. Расчет предварительно напряженной двускатной балки покрытия

Проектируется двускатная балка покрытия пролетом 18 м одноэтажного промышленного здания. Шаг балок 6 м, вес балки 91 кН. Балка изготавливается в заводских условиях и подвергается тепловой обработке. Для изготовления балки применяется тяжелый бетон класса С30/37 [5, табл. 3.1]. Объемный вес железобетона 25 кН/м³.

Класс конструкции S4 [5, табл. 4.4N] и класс условий эксплуатации конструкции XC1 [5, табл. 4.1]. Район по весу снегового покрова – II (по карте 1 [13]).

1.1. Сбор нагрузки и определение расчетного пролета балки

Нагрузка принимается по табл. 1.

Таблица 1

Нагрузка на 1 м² покрытия, кН/м²

Вид нагрузки	Нормативное значение нагрузки
<i>Постоянная</i> Вес кровли	1,4
Рёбристые плиты покрытия 3х6 м	1,6
Итого постоянная:	3,0
<i>Временная</i> Снеговая нагрузка (для II снегового района)	1,2

Примечание

В проекте Национального приложения РФ к EN 1991-1-3 нормативное (характеристическое) значение снеговой нагрузки принимается равным расчетной величине снеговой нагрузки из табл. 10.1 [13]. Это связано с приведением снеговой нагрузки, определяемой в стандарте РФ с 25-летним периодом повторяемости, к снеговой нагрузке, определяемой в Еврокодах с 50-летним периодом повторяемости, и отличием коэффициентов формы и сочетания снеговой нагрузки в EN и стандарте РФ.

При расчете по предельным состояниям по несущей способности используются частные коэффициенты надежности по материалам γ_c и γ_s , рекомендуемые значения которых приведены в [5, табл. 2.1N]. При расчете по предельным состояниям по эксплуатационной пригодности значение коэффициентов на-

дежности по материалам рекомендуется принимать равными 1,0 [5, примечание п.2.4.2.4(2)].

В качестве частных коэффициентов надежности по нагрузке для предельных состояний по несущей способности из [1, табл. А.1.2(В)] (см. примечание далее) приняты следующие значения: для постоянных нагрузок $\gamma_G = 1,0$ и $\gamma_G = 1,35$; для временных нагрузок $\gamma_Q = 1,5$.

Для предельных состояний по эксплуатационной пригодности следует применять частные коэффициенты надежности по нагрузке, равные 1,0 [1, п. А.1.4.1].

Примечание

EN 1990 при расчете по предельным состояниям по несущей способности (ULS) устанавливает следующие предельные состояния для конструкций (п. 6.4.1):

EQU – потеря устойчивости положения несущей конструкции (например, опрокидывание конструкции под действием ветровой нагрузки). Для расчета используются частные коэффициенты надежности из [1, табл. А.1.2(А)];

STR – достижение предельного сопротивления поперечного сечения конструкции, не испытывающей геотехнические воздействия. Для расчета используются частные коэффициенты надежности из [1, табл. А.1.2(В)];

STR/GEO – достижение предельного сопротивления поперечного сечения конструкции, испытывающей геотехнические воздействия (например фундамент или стенка подвала). Для расчета используются частные коэффициенты надежности из [1, табл. А.1.2(В) и табл. А.1.2(С)];

GEO – достижение предельного сопротивления или предельных деформаций грунтового основания фундаментов здания. Расчеты производятся в соответствии с EN 1997;

FAT – усталостное разрушение конструкции или ее части. Расчеты выполняются на специальные сочетания воздействий.

Постоянная погонная нагрузка на балку покрытия для *расчета по несущей способности* (см. примечание далее) с учетом частных коэффициентов надежности [1, табл. А.1.2(В)] при собственном весе балки 91 кН и шаге балок 6 м:

$$\text{— постоянная } G_d = (3,0 + 91/(18 \cdot 6)) 1,35 \cdot 6 = 31,13 \text{ кН/м;}$$

$$\text{— постоянная } G_d = (3,0 + 91/(18 \cdot 6)) 1,0 \cdot 6 = 23,1 \text{ кН/м.}$$

Примечание

В соответствии с [1, п. 6.3.2, (3)P] для постоянной нагрузки необходимо учитывать два частных коэффициента надежности $\gamma_G = 1,35$ и $\gamma_G = 1,0$, так как постоянная нагрузка при расчете конструкций по несущей способности (ULS) может оказывать благоприятное (уменьшать моменты или поперечные силы) или неблагоприятное (увеличивать моменты или поперечные силы) влияние. В данном расчете неблагоприятным является максимальное значение нагрузки.

Временная (снеговая) нагрузка в соответствии с [2, п. 5] и [13, разд. 10]

$$s_1 = \mu c_e c_t s_k \gamma_f B = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 6 = 8,64 \text{ кН/м,}$$

где $\mu = 0,8$ – коэффициент формы снеговой нагрузки для двускатного покрытия при угле наклона менее 30° [2, п.5.3.3 и табл. 5.2]; $c_e = 1$ – коэффициент защищенности; $c_t = 1$ – термический коэффициент; $s_k = 1,2 \text{ кН/м}^2$ – нормативное значение веса снегового покрова; $\gamma_f = 1,5$ – коэффициент надежности для снеговой нагрузки; $B = 6 \text{ м}$ – шаг балок покрытия.

Нагрузка на балку покрытия для *расчета по предельным состояниям по эксплуатационной пригодности* с учетом частного коэффициента надежности, равного 1,0 [1, А.1.4.1]:

— постоянная $G_k = 31,13/1,35 = 23,1$ кН/м;

— временная (снеговая) $s_2 = 8,64/1,5 = 5,76$ кН/м.

Общая расчетная нагрузка на балку покрытия для *расчета по несущей способности*

$$q_d = 31,13 + 8,64 = 39,77 \text{ кН/м.}$$

Расчетный пролет балки определяется в соответствии с [5, п. 5.3.2.2] по формуле

$$l_{eff} = l_n + a_1 + a_2,$$

где $l_n = 17200$ мм — расстояние в свету между гранями колонн; a_1 и a_2 — размеры, зависящие от способа опирания,

$$a_i = \min\{0,5h; 0,5t\},$$

где $h = 790$ мм — высота балки на опоре; $t = 400$ мм — высота сечения колонны (рис. 1).

$$l_{eff} = 17200 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 400 = 17600 \text{ мм.}$$

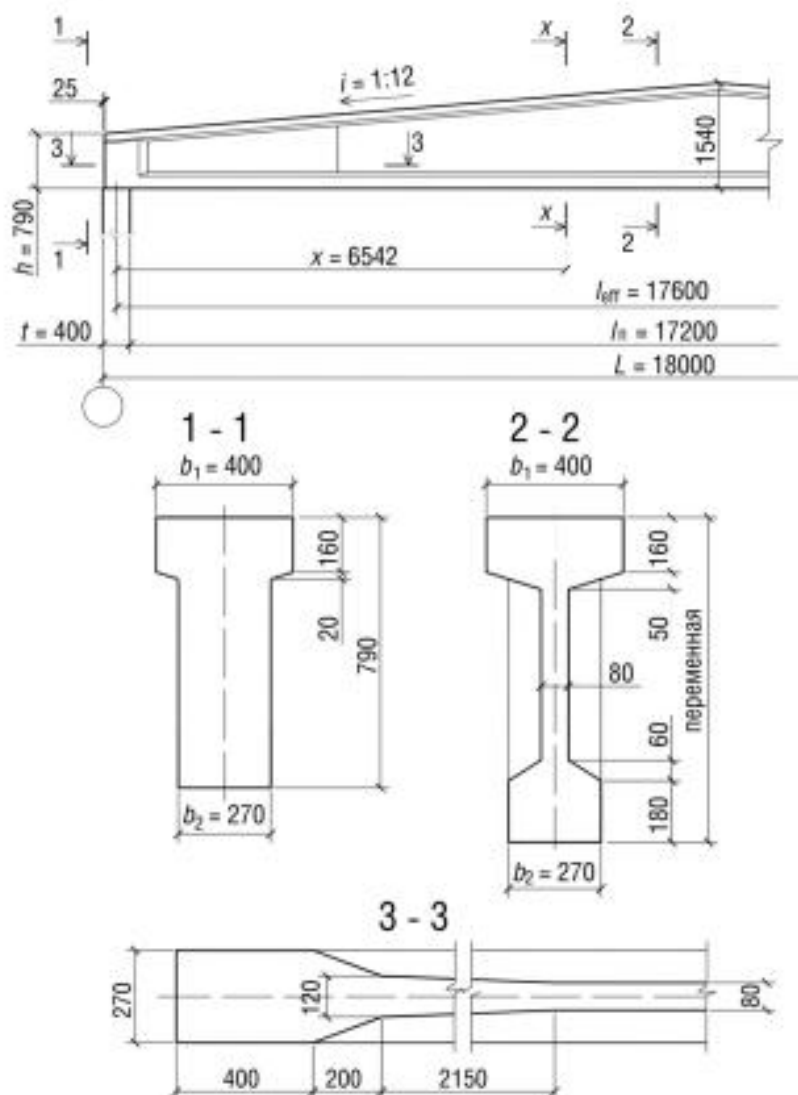


Рис. 1. Общий вид и геометрические размеры балки