

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ	6
1.1. Общие положения.....	6
1.2. Компоновка поперечной рамы каркаса здания	7
1.2.1. Назначение вертикальных размеров рамы	7
1.2.2. Назначение горизонтальных размеров рамы	8
1.3. Расчет поперечной рамы здания.....	9
1.3.1. Расчетная схема рамы.....	9
1.3.2. Сбор нагрузок	10
1.3.3. Учет пространственной работы каркаса	14
1.3.4. Определение усилий в элементах рамы	15
1.4. Подбор и проверка основных несущих элементов рамы	16
1.4.1. Подбор сечения внецентренно сжатой сплошной колонны	16
1.4.2. Проверка устойчивости внецентренно сжатой сплошной колонны в плоскости изгиба	18
1.4.3. Проверка устойчивости внецентренно сжатой сплошной колонны из плоскости изгиба	20
1.4.4. Подбор сечения ветвей внецентренно сжатых сквозных колонн.....	20
1.4.5. Проектирование размещения решетки внецентренно сжатых сквозных колонн.....	22
1.4.6. Проверка устойчивости внецентренно сжатой сквозной колонны	23
1.4.7. Расчет и конструирование узла сопряжения верхней и нижней частей колонны.....	25
1.4.8. Расчет плиты базы.....	26
1.5. Методы проектирования ферм металлических конструкций.....	28
1.5.1. Подбор сечения и проверки верхнего пояса фермы.....	31
1.5.2. Подбор сечения и проверки нижнего пояса фермы.....	32
1.5.3. Подбор сечения и проверки опорного раскоса фермы	32
1.5.4. Определение размеров сварных швов.....	33
1.6. Расчет подкрановой балки	35
1.6.1. Нагрузки на подкрановую балку	35
1.6.2. Определение расчетных усилий	35
1.6.3. Подбор сечения подкрановой конструкции.....	36
1.6.4. Проверки прочности и жесткости подкрановой конструкции	39
2. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	40
2.1. Общие положения	40
2.1.1. Задачи расчета элементов деревянных конструкций. Виды нагрузок и воздействий.....	40
2.1.2. Основы расчета деревянных конструкций по предельным состояниям.....	43
2.2. Конструирование и расчет панелей покрытий, перекрытий и стен с применением древесины	45

2.2.1. Конструктивные особенности трехслойных панелей	45
2.2.2. Плиты покрытий на деревянном каркасе	46
2.2.3. Порядок расчета плит покрытия	48
2.2.4. Основные положения расчета плит покрытия	49
2.3. Деревянные треугольные фермы и методика их расчета	51
2.3.1. Конструкции деревянных треугольных ферм	51
2.3.2. Методика расчета деревянных треугольных ферм	55
2.4. Клеедеревянные стойки и их расчет	59
2.4.1. Стойки постоянного квадратного сечения	60
2.4.2. Стойки постоянного прямоугольного сечения	60
2.4.3. Стойки переменного прямоугольного сечения	61
2.4.4. Расчет клеедеревянных стоек	62
3. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МЕТОДАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	63
Библиографический список	65
ПРИЛОЖЕНИЯ	66

1. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданием на курсовое проектирование, выданным преподавателем, по форме прил. 1 [5].

Тема курсовой работы: «Проектирование металлических конструкций каркаса одноэтажного промышленного здания». Форма титульного листа проекта приведена в прил. 2 [6].

В процессе проектирования обучающийся разрабатывает проект одноэтажного производственного здания с несущими конструкциями, выполненными в металле, состоящий из пояснительной записки с необходимыми обоснованиями принятых решений и графической части.

Курсовой проект выполняют в следующем порядке:

- 1) расчетно-пояснительная записка (60–70 стр.);
- 2) графическая часть проекта (2 листа формата А1).

Состав пояснительной записки:

1. Размещение колонн в плане (привязка к продольным и поперечным осям). Постановка связей по покрытию: горизонтальных по верхним и нижним поясам ферм и вертикальных между фермами; размещение температурных швов (если есть); размещение связевых блоков в пределах температурных отсеков. Постановка связей по колоннам: в надкрановой и подкрановой частях колонны.

2. Компоновка поперечной рамы производственного здания: назначение горизонтальных и вертикальных размеров поперечной рамы, решение узловых сопряжений ригеля с колонной и колонны с фундаментом.

3. Определение нагрузок на поперечную раму: постоянные (от собственного веса кровли, связей, ферм, колонн, стенового ограждения); временные (от снега, ветра, мостовых кранов).

4. Расчет поперечной рамы. На основании статического расчета составляют основные расчетные сочетания нагрузок и усилий по характерным сечениям колонны.

5. Подбор сечения верхней части колонны в виде прокатного.

6. Подбор сечения нижней части колонны (сплошного при $h_n < 1$ м, сквозного при $h_n \geq 1$ м). Расчет соединительной решетки для сквозного сечения.

7. Конструирование и расчет узлов колонны: сопряжение верхней части колонны с нижней; база колонны.

8. Компоновка стропильной фермы: назначение типа решетки в ферме (если он не указан в задании на проектирование), определение расстояния между узлами фермы по верхнему и нижнему поясам, при этом не следует забывать о привязке фермы к продольным разбивочным осям (желательна типовая привязка — 200 мм); разбиение фермы на отправочные марки, длина отправочной марки не должна превышать 18 м.

9. Определение усилий в стержнях фермы: определение нагрузок, действующих на ферму; статический расчет фермы с учетом допустимых упрощений (оси центров тяжести сечений пересекаются в узлах фермы в одной точке, в узлы вводятся шарниры, нагрузка приводится к узловой). По результатам статического расчета фермы необходимо составить сочетания нагрузок и определить расчетные усилия в элементах фермы.

10. Подбор сечения стержней фермы, на основании принятых упрощений (см. п. 9), выполняют как центрально-сжатых или центрально-растянутых элементов, при этом необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров сечений элементов фермы, но не увеличивая сильно ее массу (оптимально использовать не более трех типоразмеров для поясов фермы и не более пяти для решетки).

11. Расчет и конструирование узлов фермы: опорные (верхнего и нижнего поясов), промежуточные узлы.

Оформление расчетно-пояснительной записки курсового проекта необходимо выполнять в соответствии с требованиями [6].

Далее следует разработать графическую часть проекта. Объем графической части проекта — 2 листа формата А1.

Состав графической части проекта:

Лист 1

1. План здания на отметке оголовка кранового рельса (М1 : 400, 1 : 600).
2. Схема расположения связей по верхним и нижним поясам ферм (М1 : 400, 1 : 600).
3. Схема расположения связей по колоннам (М1 : 400, 1 : 600).
4. Поперечный разрез здания (М1 : 400, 1 : 200).
5. Рабочий чертеж полурамы (М1 : 50) с необходимыми сечениями верхней и нижней частей колонны (М1 : 10, 1 : 15, 1 : 20).
6. Рабочие чертежи узла сопряжения верхней части колонны с нижней и базы колонны в двух видах, узел примыкания фермы к колонне в двух видах (М1 : 10, 1 : 15, 1 : 20, 1 : 25).
7. Примечание при необходимости можно вынести на второй лист.

Лист 2

1. Геометрическая схема фермы с указанием расчетных длин и усилий (М1 : 200).
 2. Рабочий чертеж отправочной марки фермы (при 3-х отправочных марках вычертить крайнюю и среднюю) в 4-х видах (М1 : 25, 1 : 50).
 3. Рабочие чертежи монтажных узлов верхнего и нижнего поясов, узлов изменения сечения по длине поясов в двух видах (М1 : 20, 1 : 25).
 4. Спецификация металла на отправочные марки, таблица отправочных марок.
- Оформление чертежей курсового проекта необходимо выполнять в соответствии с [9; 10].

1.2. КОМПОНОВКА ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ КАРКАСА ЗДАНИЯ

Компоновка поперечной рамы включает в себя назначение основных габаритных размеров элементов конструкций в плоскости рамы.

1.2.1. Назначение вертикальных размеров рамы

Вертикальные размеры рамы зависят от технологии производства и определяются отметками головки кранового рельса и низа фермы (рис. 1.1).

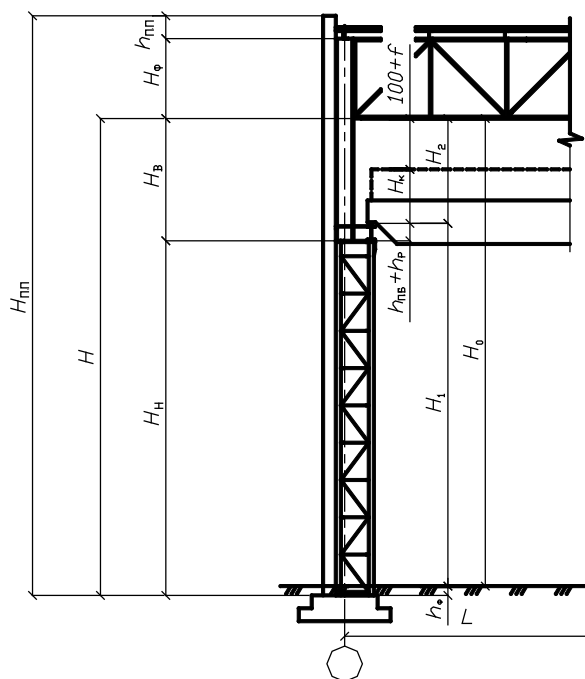


Рис. 1.1. Схема вертикальных размеров рамы

Размер H_2 зависит от высоты крана и определяется по формуле

$$H_2 \geq (H_k + 100) + f,$$

где H_k — высота крана (прил. 4); 100 — зазор по требованию техники безопасности, мм; f — размер, учитывающий возможный прогиб фермы и принимаемый равным согласно требованиям таблицы Е.1 [7] (80–120 мм). Величина H_2 принимается кратной 200 мм.

Полная высота цеха (расстояние от уровня чистого пола до низа фермы) равна:

$$H_0 \geq H_1 + H_2,$$

где H_1 — отметка оголовка кранового рельса (выдается по заданию).

Размер H_0 принимается кратным 1,2 м ($H_0 < 10,8$ м) или 1,8 м ($H_0 \geq 10,8$ м), для этого, в случае необходимости, изменяют отметку оголовка кранового рельса (H_1), а размер H_2 оставляют прежним.

Высота верхней части колонны:

$$H_B = h_{п.б} + h_p + H_2,$$

где $h_{п.б}$, h_p — высота подкранового рельса и подкрановой балки, соответственно (прил. 4).

Высота нижней части колонны:

$$H_H = H_0 + H_B + h_\phi,$$

где h_ϕ — заглубление опорной плиты колонны ниже отметки чистого пола (600–1000 мм).

Общая высота колонны рамы от обреза фундамента до низа ригеля:

$$H = H_B + H_H.$$

В дальнейшем для вычисления ветровой нагрузки понадобится отметка парапетной панели, которая определяется как

$$H_{п.п} = H_0 + H_\phi + h_{п.п},$$

где $h_{п.п}$ — высота парапетной панели (0,6; 0,9 м).

При назначении высоты колонны в пределах ригеля H_ϕ можно ориентироваться на типовые серии стропильных ферм с параллельными поясами. Для ферм из парных уголков с пролетами 18, 24 м высота принимается равной 2,25 м, для ферм с пролетами 30 и 36 м — 3,15 м.

1.2.2. Назначение горизонтальных размеров рамы

Высоту сечения верхней части ступенчатой колонны назначают с учетом унифицированных привязок наружных граней колонн к разбивочной оси, а также типовой привязки ферм (если используются типовые фермы) к разбивочной оси — 200 мм (рис. 1.2):

$$h_B = a + 200 \text{ мм, при этом } h_B \geq H_B / 12 \text{ и кратно } 50 \text{ мм.}$$

Привязку наружной грани колонны к оси колонны a принимают:

- 0 мм — в зданиях без мостовых кранов, а также в невысоких зданиях (при шаге колонн — 6 м), оборудованных кранами грузоподъемностью не более 30 т;
- 250 мм — во всех случаях, кроме 1, 3;
- 500 мм — в высоких зданиях с кранами грузоподъемностью 100 т и более, а также если в верхней части колонны устраивают проемы для прохода (например для кранов режимов работы 7К, 8К).

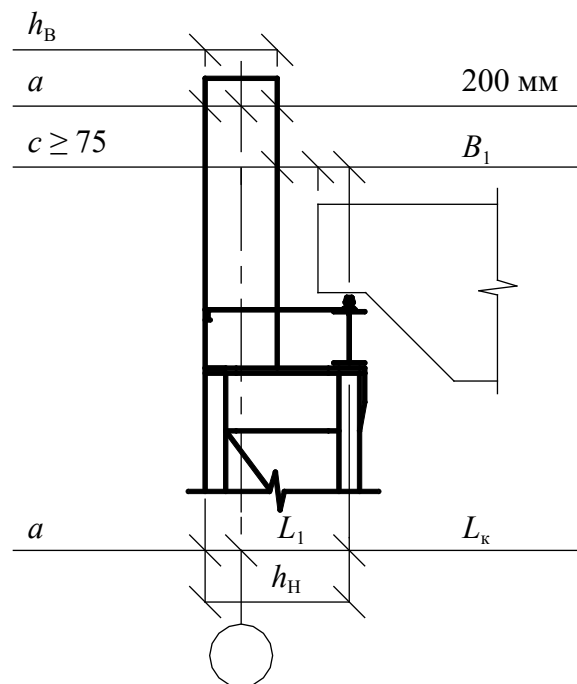


Рис. 1.2. Схема горизонтальных размеров рамы

В сооружениях с интенсивной работой кранов и большой скоростью перемещения (краны режимов работы 7К, 8К) необходимо устраивать проход в теле или сбоку от колонн. При устройстве прохода в теле колонны вырезают проем шириной не менее 400 мм и высотой не менее 2000 мм в уровне тормозной конструкции подкрановой балки, в связи с этим высота сечения колонны должна быть не менее 1000 мм.

Расстояние от разбивочной оси до оси подкрановой балки назначается исходя из того, чтобы кран при движении не задевал колонну:

$$L_1 \geq B_1 + 75 + (h_B - a),$$

где B_1 — ширина выступающей части крана (прил. 4); 75 — зазор между краном и колонной, принимаемый по требованиям безопасности, мм.

При устройстве прохода вне колонны к расстоянию L_1 добавляют 450 мм (400 мм — габарит прохода и 50 мм на ограждение) вдоль подкранового пути сбоку от колонны. Размер L_1 принимается кратным 250 мм.

Высота сечения нижней части колонны:

$$h_H = L_1 + a,$$

при этом $h_H \geq H/20$, а при режимах работы крана 7К и 8К — $h_H \geq H/15$.

1.3. РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ ЗДАНИЯ

1.3.1. Расчетная схема рамы

В процессе разработки компоновочной части проекта устанавливается конструктивная схема поперечной рамы (см. рис. 1.1), которая преобразовывается в расчетную схему (рис. 1.3).

Геометрические оси колонн в расчетной схеме принимают проходящими по центрам тяжести сечений верхней и нижней частей колонны. В ступенчатых колоннах крайних рядов оси центров тяжести верхней и нижней частей колонны расположены не на одной оси, поэтому стойка рамы имеет горизонтальный уступ, равный расстоянию между центрами тяжести колонн. Заделка стоек принимается на уровне базы, ось ригеля совмещается с нижним поясом стропильной фермы. Сопряжение ригеля с колоннами принимается жестким или шарнирным.

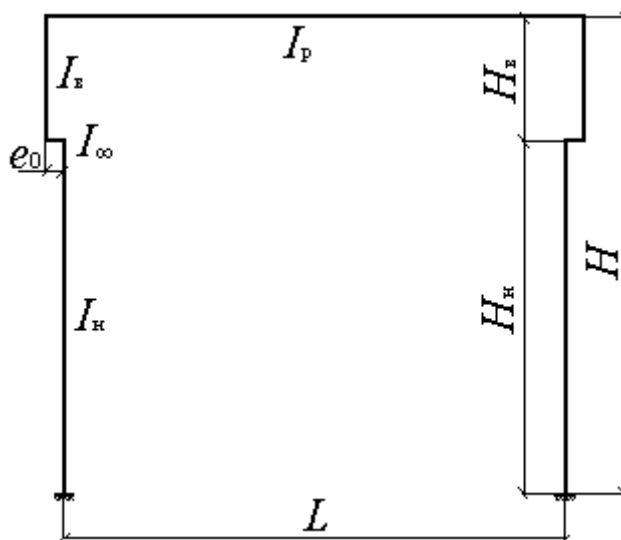


Рис. 1.3. Пример расчетной схемы поперечной рамы здания (жесткое сопряжение колонн с фундаментом и колонн с ригелем)

Эксцентриситет осей центров тяжести верхней части колонны по отношению к нижней:

$$e_0 = (0,45 - 0,55) h_N - 0,5h_B.$$

Соотношения моментов инерции элементов рамы принимаются следующие:

$$I_N / I_B = 5-10; I_P / I_N = 2-6.$$

1.3.2. Сбор нагрузок

Постоянные нагрузки:

1. Собственный вес конструкций покрытия.

Состав покрытия и нагрузка от массы конструкций покрытия принимаются в соответствии с табл. 1.1.

Таблица 1.1

Нагрузки от массы конструкций покрытия

Наименование элемента конструкции	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
<i>Ограждающие элементы кровли</i>		
Защитный слой из гравия по битумной мастике толщиной $t=15$ мм	0,3	1,3
Гидроизоляция из 4-х слоев рубероида	0,2	1,3
Цементная стяжка, $t = 20$ мм	0,4	1,3
Утеплитель: минераловатные плиты, $t = 100-200$ мм	0,2-0,4	1,2
Пароизоляция из 1 слоя рубероида или фольгоизола	0,05	1,3
<i>Несущие элементы кровли</i>		
Профилированный стальной настил, $t = 0,6-1$ мм	0,09-0,16	1,05
<i>Металлические конструкции покрытия</i>		
Прогоны:		
– сплошные пролетом 6 м	0,05-0,09	1,05
– сплошные пролетом 12 м	0,10-0,15	1,05
– решетчатые пролетом 12 м	0,07-0,12	1,05

Наименование элемента конструкции	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Стропильные фермы со связями:		
– пролетом 24 м	0,14–0,24	1,05
– пролетом 30 м	0,25–0,35	1,05
– пролетом 36 м	0,35–0,46	1,05
Итого:	g^H	—

Расчетная равномерно распределенная нагрузка на ригель рамы:

$$q_g = \gamma_n g B / \cos \alpha,$$

где g — расчетная нагрузки от массы конструкций покрытия (кН/м²); B — шаг колонн (ширина грузовой площади, с которой нагрузка собирается на ось ригеля); α — угол наклона кровли; γ_n — коэффициент надежности по ответственности в соответствии с ГОСТ 27751 (повышенный — 1,1; нормальный — 1,0).

2. Собственный вес ограждающих конструкций и колонн.

В качестве ограждающих конструкций принимаются навесные стеновые панели и блоки остекления. Нагрузки от массы ограждающих конструкций и колонн приведены в табл. 1.2 и табл. 1.3 соответственно.

Таблица 1.2

Расход стали на производственные здания

Однорусные мостовые краны	Расход стали, кг/м ² (м ² — грузовая площадь)		
	Шатер $g_{\text{шат}}$	Колонны g_k	Подкрановые балки $g_{\text{пб}}$
$Q < 100$ т	30–45	25–60	20–60
$Q \geq 100$ т	30–45	55–90	40–100

Таблица 1.3

Нагрузки от стенового ограждения и остекления

Наименование элемента конструкции	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Наружные стеновые панели из легкого бетона $g_{\text{ст}}$	2,0	1,2
Конструкции остекления $g_{\text{ост}}$	0,35	1,1

Данные нагрузки собирают в сосредоточенные силы, условно приложенные к низу надкрановой и подкрановой частей колонны по оси сечения. Тогда:

– вес верхней части колонны (20 % от общего веса колонны):

$$G_B = 0,2 \gamma_n \gamma_f g_k B H_0;$$

– вес нижней части колонны (80 % от общего веса колонны):

$$G_B = 0,8 \gamma_n \gamma_f g_k B H_0,$$

где γ_f — коэффициент надежности по нагрузке от веса металлоконструкций (1,05); g_k — расход стали на колонны (см. табл. 1.2).

Вес навесных панелей и остекления в верхней части, включая вес колонны:

$$F_1 = \gamma_n B (\gamma_f g_{\text{ст}} (H_B + H_{\text{ф}} + h_{\text{п.п}} - h_{\text{ост}}) + \gamma_f g_{\text{ост}} h_{\text{ост}}) + G_B,$$

где $g_{\text{ст}}$, $g_{\text{ост}}$ — соответственно нагрузка от веса стеновых панелей и остекления (см. табл. 1.3); $h_{\text{ост}}$ — высота остекления (принимается кратно 1,2 м).

Вес навесных панелей и остекления в нижней части, включая вес колонны:

$$F_2 = \gamma_n B (\gamma_f g_{\text{ст}} (H_H - h_{\text{ост}}) + \gamma_f g_{\text{ост}} h_{\text{ост}}) + G_H.$$

Временные нагрузки:

1. Снеговая равномерно распределенная нагрузка.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяют по формуле

$$S_0 = 0,7 c_e c_t \mu S_g,$$

где S_g — вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемый по нормам п. 10.2 [7] в зависимости от снегового района Российской Федерации; μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый по п. 10.4 [7] (при одно- и двускатной кровле при угле $\alpha \leq 30^\circ$ $\mu = 1$); c_e — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия здания под действием ветра, принимаемый в соответствии с п. 10.5 [7] (при выполнении курсового проекта можно принять $c_e = 1$); c_t — термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п. 10.6 [7] (при выполнении курсового проекта можно принять $c_t = 1$).

Линейная равномерно распределенная нагрузка от снега на ригель рамы:

$$q_s = \gamma_n \gamma_f S_0 B,$$

где γ_f — коэффициент надежности по снеговой нагрузке (1,4).

2. Ветровая равномерно распределенная нагрузка в плоскости рамы.

Нормативное значение ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих:

$$w = w_m + w_p.$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 k(z_e) c,$$

где w_0 — нормативное значение ветрового давления (п. 11.1.4 [7]); $k(z_e)$ — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e (п. 11.1.5 и 11.1.6 [7]); c — аэродинамический коэффициент (п. 11.1.7 [7]). Величину и распределение коэффициента принимают по схеме Д.1.2. [5] (рис. 1.4). С наветренной стороны (D) $c_1 = 0,8$; с подветренной (E) $c_2 = -0,5$.

При определении $k(z_e)$ принимают постоянное давление ветра по высоте здания $z_e = h = H_{\text{п.п}}$. Тип местности — B (городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м).

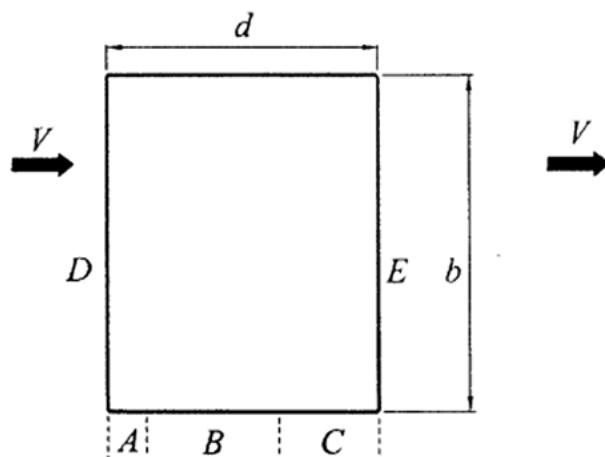


Рис. 1.4. Схема распределения ветровой нагрузки

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p на эквивалентной высоте $z_e = h$ при расчете одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5, размещаемых в местностях типа *A* и *B* (п. 11.1.6 [7]), допускается определять по формуле

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v,$$

где $\zeta(z_e)$ — коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по табл. 11.4 [7] для эквивалентной высоты z_e при типе местности *B*; v — коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (п. 11.1.11 [7]).

Линейная равномерно распределенная нагрузка от ветра на колонны рамы при c_1 и c_2 :

$$q_{w1,2} = \gamma_n \gamma_f w_{1,2} B,$$

где γ_f — коэффициент надежности по ветровой нагрузке (1,4).

Ветровая нагрузка, действующая от отметки расчетной оси ригеля до верхней отметки здания, заменяется сосредоточенными силами, приложенными в узлах сопряжения ригеля с колоннами:

$$F_{w1,2} = \gamma_n \gamma_f w_{1,2} B (H_{\phi} + h_{п.п}).$$

3. Нагрузка от мостовых кранов.

При движении колеса мостового крана на крановый рельс передаются силы трех направлений (рис. 1.5, *a*).

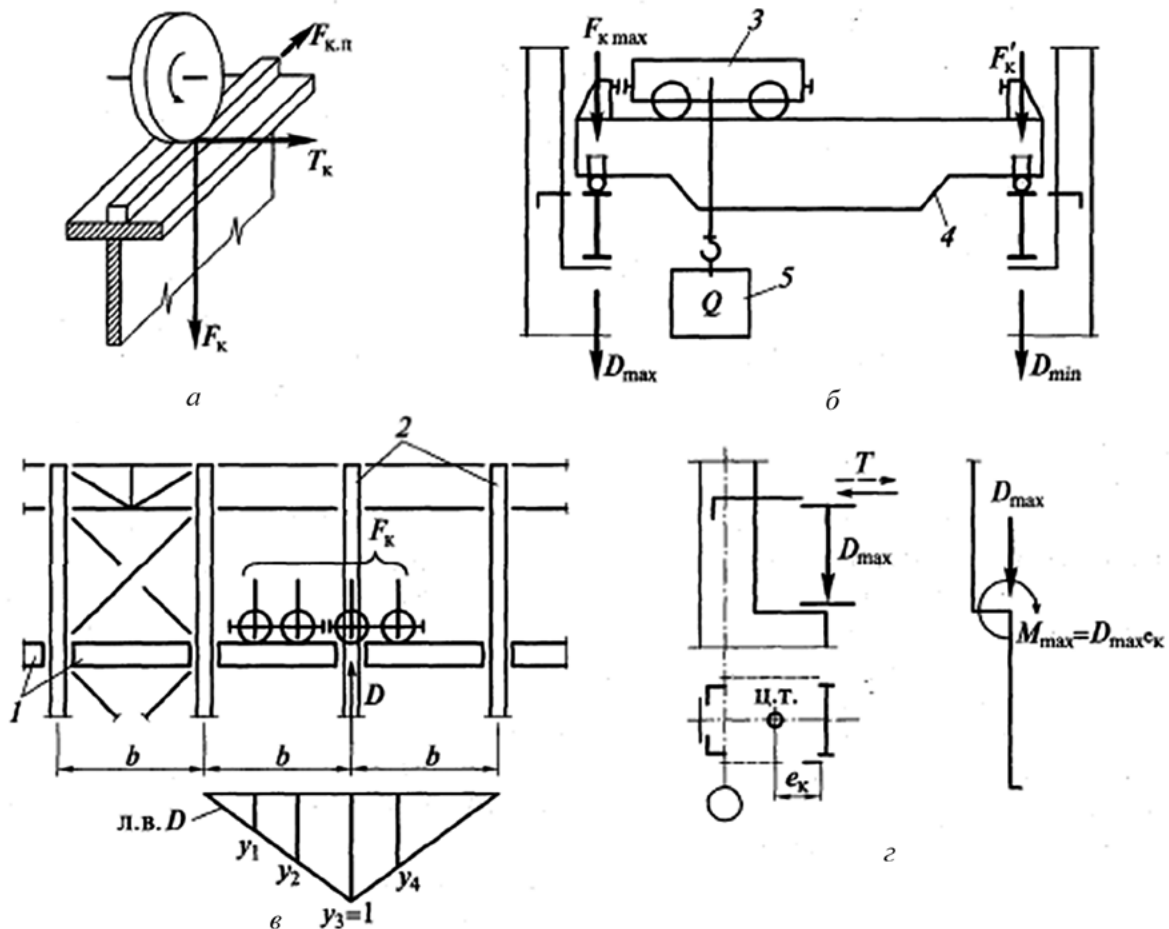


Рис. 1.5. К определению нагрузок на раму от мостовых кранов:
1 — подкрановые балки; 2 — колонны; 3 — тележка крана; 4 — крановый мост; 5 — груз

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru