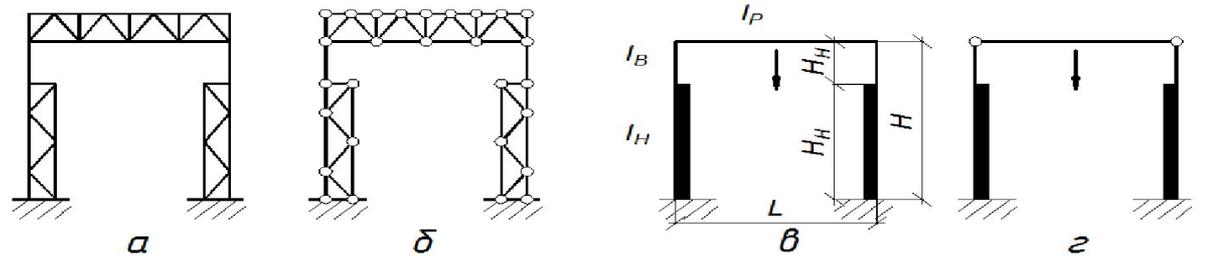


# Особенности расчёта поперечных рам



В предварительном расчете колонн и ферма могут заменяться стержневыми элементами эквивалентной жесткости.

Соотношения моментов инерции элементов рамы  $I_n / I_v = 5 \dots 10$ ;  $I_p / I_n = 2 \dots 6$

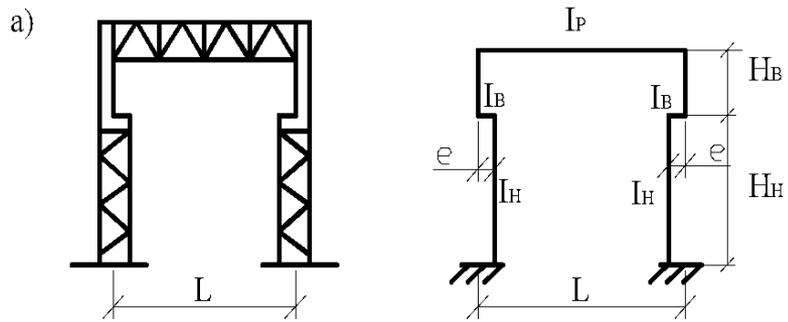
где  $I_p$ ,  $I_n$ ,  $I_v$  - моменты инерции соответственно ригеля, нижней и верхней частей колонны,  $l$  - пролет ригеля,  $H$  - высота колонны.

В расчетной схеме конструктивные элементы обозначаются одной линией. Колонны обозначаются линиями, проходящими через центры тяжести верхнего и нижнего сечений колонны. В ступенчатых колоннах крайних рядов центры тяжести верхней и нижней частей не расположены на одной прямой, поэтому имеет место эксцентриситет передачи продольного усилия в стержне колонны, и стойка рамы имеет горизонтальный уступ, равный расстоянию между осями колонн.

Расстояние между центрами тяжести сечений верхнего и нижнего участков колонны (несимметричное сечение подкрановой части)

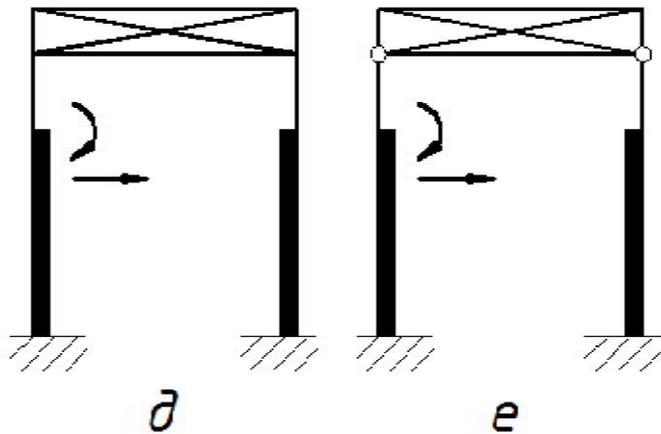
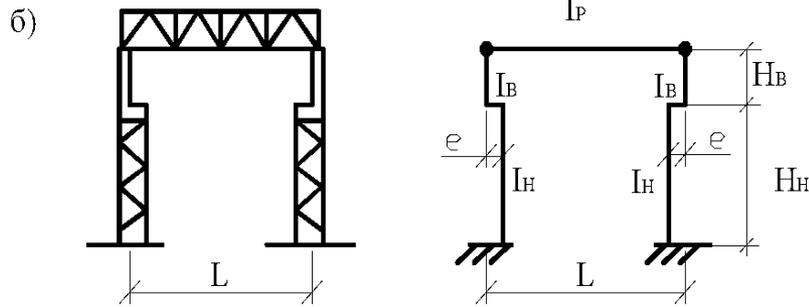
$$e_0 = (h_n - h_v) / 2$$

где  $h_n$  и  $h_v$  - высота сечений соответственно нижнего и верхнего участков колонны. Заделка стоек принимается в уровне верха фундамента.



Если в качестве ригеля используется ферма, то при жестком сопряжении она обозначается линией, проходящей через центры тяжести сечения нижнего пояса.

При шарнирном сопряжении и сплошностенчатый и сквозной ригель обозначаются на расчетной схеме линией, проходящей через центры опорных шарниров.



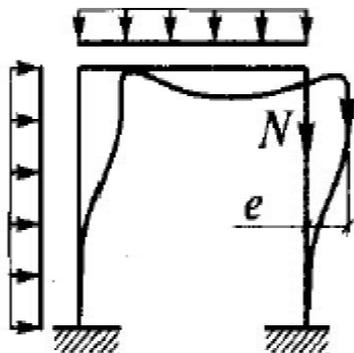
Эксцентриситеты продольного усилия в верхней части колонны и давления подкрановых балок относительно оси нижней части колонны можно учесть, приняв за пролет рамы расстояние между осями нижних частей левой и правой колонн и приложив в уступе сосредоточенные моменты, равные давлению в уступе (от верхней части колонны или от подкрановой балки) на эксцентриситет линии действия этого давления

# Нагрузки, действующие на раму

Нагрузки на здания и сооружения определяются в соответствии с действующими нормативными документами (см. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»).

На поперечную раму цеха действуют нагрузки:

- **постоянные** - вес ограждающих и несущих конструкций здания,
- **временные**: - *атмосферные* (от воздействия снега, ветра).  
- *технологические* (от мостовых кранов, подвешенного транспорта, рабочих площадок и т.п.)
- **особые** нагрузки, вызываемые сейсмическими воздействиями, просадкой опор, аварийными нарушениями технологического процесса и др.

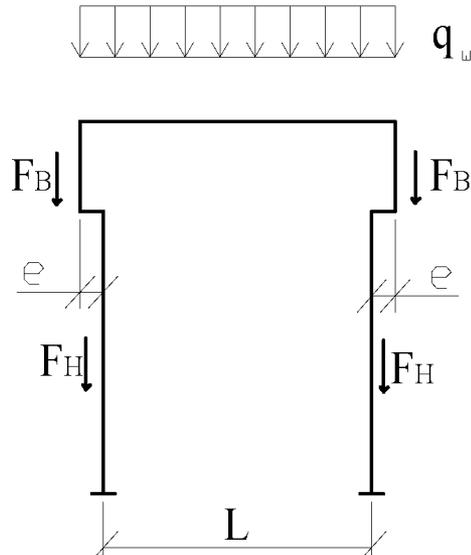


ж

ж - деформированная схема рамы;

## 2.1. Постоянные нагрузки

Постоянная нагрузка включает вес несущих и ограждающих конструкций, нагрузка от собственного веса покрытия считается равномерно распределенной вдоль ригеля рамы конструкций



\* В КП принимать:

- нагрузки от прогонов,  $\text{кН/м}^2$ 
  - а) от сплошных пролётом 6 м - 0,09; б) от решётчатых пролётом 12 м - 0,12;
- от каркаса стальной панели,  $\text{кН/м}^2$ 
  - а) 3x6 м - 0,15; б) 3x12 м - 0,24;
- стропильные фермы со связями,  $\text{кН/м}^2$ 
  - а) пролётом 24 м - 0,17; б) пролётом 30 м - 0,22;
  - в) пролётом 36 м - 0,27;

Вид нагрузки	Нормативная, $\text{кН/м}^2$	Коэффициент надёжности по нагрузке $\gamma_f$	Расчётная, $\text{кН/м}^2$
<b>Кровля:</b>			
....			
....			
....			
<b>Ограждающие конструкции</b> (стальные настилы, плиты покрытия и т.п)			
<b>Несущие конструкции*</b> Прогоны, фонари**			
Стропильные фермы и связи			
<b>Итого:</b>			$g_0$

\*\* если присутствуют в конструкции покрытия

Постоянные нагрузки на ригель рамы расчётной схемы обычно принимают равномерно распределёнными по длине ригеля с интенсивностью

$$g = g_0 \cdot \gamma_n \cdot B,$$

где  $g_0$  - расчётная нагрузка, кН/м<sup>2</sup>

$B$  – шаг поперечных рам, здесь ширина грузовой площади, с которой нагрузка собирается на ось ригеля, м

$\gamma_n = 0,95$  – коэффициент надёжности по уровню ответственности зданий и сооружений

При наличии уклона приведённой к горизонтальной проекции покрытия

$$g = g_0 \cdot B \cdot \gamma_n / \cos \alpha$$

### Нагрузки от веса стенового ограждения, кН/м<sup>2</sup>

Состав	Нормативная, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке $\gamma_f$	Расчётная, кН/м <sup>2</sup>
<b>Итого:</b>			$g_c$

# Нормативные нагрузки от собственного веса колонн и подкрановых конструкций

Грузоподъёмность мостовых опорных кранов, т:	Расход стали, кН/м <sup>2</sup> , на элементы здания	
	Колонны $g_k$	Подкрановые балки $g_{пб}$
До 32 т включительно	0,25...0,30	0,20...0,30
50 и 80 т	0,40 и 0,55	0,40 и 0,50
100 и 125 т	0,65 и 0,75	0,60 и 0,70

Грузовая площадь одной колонны  $A = L/2 \cdot B$ ,

где  $L$  – пролёт фермы,

$B$  – шаг рам.

Расчётная нагрузка от собственного веса колонны

$$G_k = g_k \cdot A \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Расчётная нагрузка от собственного веса подкрановых балок

$$G_{пб} = g_{пб} \cdot A \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Вес верхней части колонны  $G_{кв}$  принимают **20% -30%** от общего веса колонны, кН

Вес нижней части колонны  $G_{кн}$  принимают **70% -80%** от общего веса колонны, кН

Нагрузка от стен для нижней части колонны

$$G_{нс} = g_c \cdot (H_n - H_b - 0,6) \cdot B,$$

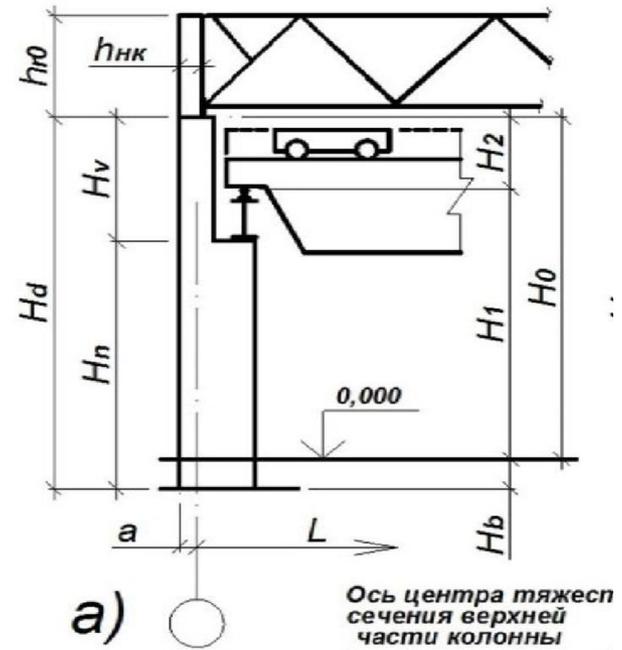
Нагрузка от стен для верхней части колонны

$$G_{вс} = g_c \cdot (H_v + h_{ро}) \cdot B$$

где 0,6 – высота цоколя,

$q_c$  – см. табл. Нагрузки от веса стенового ограждения,

$H_n$  и  $H_b$ ,  $H_v$  и  $h_{ро}$  – см. рис.



Постоянная расчётная нагрузка на верх колонны

$$P_v = g_0 \cdot L/2 \cdot B + G_{вс} + G_{кв} ,$$

где  $g_0$  – см. Нагрузки на ригель от веса конструкций покрытия и кровли

$G_{вс}$ - нагрузка от стен для верхней части колонны

$G_{кв}$  - вес надкрановой части колонны

Постоянная расчётная нагрузка на низ колонны (на уровне уступа)

$$P_n = G_{кн} + G_{нс} + G_{нб}$$

Момент на верх колонны от постоянной нагрузки. Разгружающий момент от стен в запас не учитываем.

$$M_p = g_0 \cdot L/2 \cdot B \cdot e_r,$$

где  $e_r = h_{нк} - h_v/2$ - эксцентриситет опирания ригеля на верх колонны, м

$h_{нк}$  и  $h_v$  – см. рис. 1.

Момент на уступе колонны от постоянной нагрузки

$$M_n = G_{нб} \cdot E_0 = G_{нб} \cdot 0,4 \cdot h_n$$

## 2.2. Временные нагрузки

### 2.2.1 Снеговая нагрузка

Временную нагрузку от снега устанавливают в соответствии с географическим районом строительства и профилем покрытия. Она передаётся на колонну так же, как вертикальное опорное давление ригеля, и подсчитывается по той же грузовой площади, что и нагрузка от веса покрытия.

Расчётное значение снеговой нагрузки на ригель кН/м, определяется формулой:

$$S_0 = \mu \cdot S_g \cdot B$$

где  $\mu$  - коэффициент перехода от нагрузки на земле к нагрузке на 1 м<sup>2</sup> проекции кровли, равный при уклоне поверхности покрытия:

при  $\alpha=60^\circ$   $\mu=0$ , при  $\alpha \leq 25^\circ$   $\mu=1$ ;

$S_g$  - расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, определяемое по СНиП в зависимости от места строительства;

$B$  - шаг ферм.

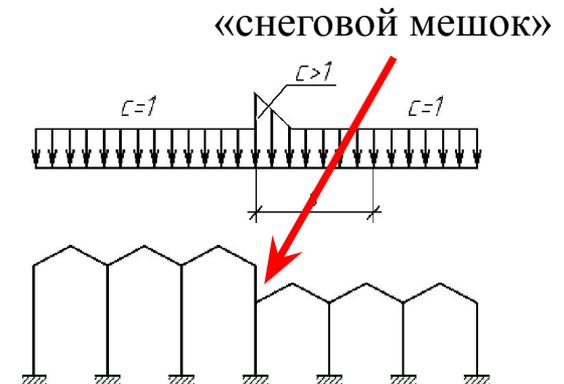
Снеговая расчётная нагрузка на верх колонны (Опорная реакция ригеля, кН):  $S_0 = S_g \cdot L/2$

Момент на верх колонны от снеговой нагрузки  $M_s = S_0 \cdot e_r$

где  $e_r = h_{нк} - h_v/2$  - эксцентриситет опирания ригеля на верх колонны

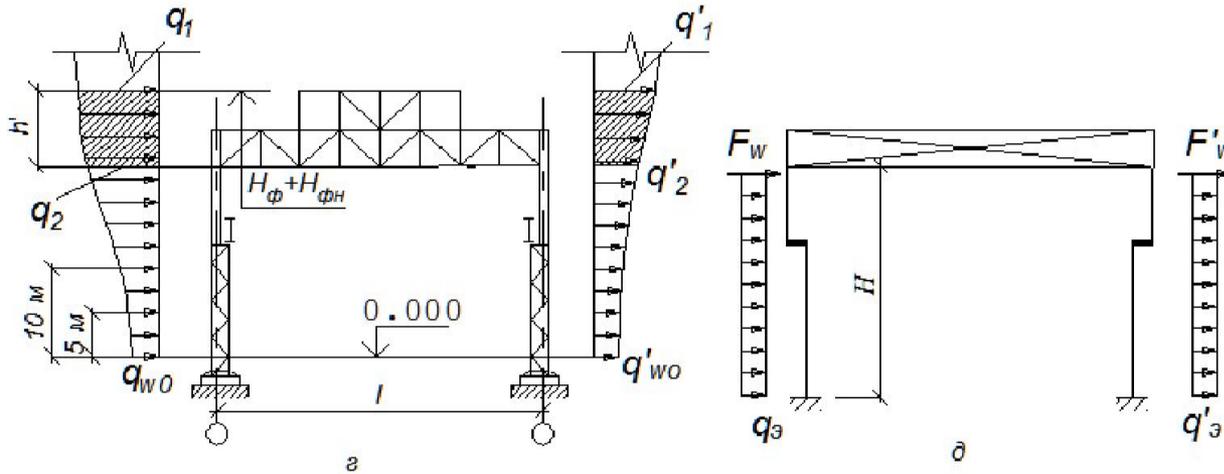
Вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup>

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Е)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_g$ , кПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0



## 2.2.2 Ветровая нагрузка

Схема ветровой нагрузки на раму



В упрощённых расчётных схемах неравномерно распределённую по высоте нагрузку заменяют эквивалентной равномерно-распределённой нагрузкой.

Для упрощения расчётов ветровая нагрузка приближенно задается в виде приложенной к стойке горизонтальной распределенной нагрузки.

Статическая составляющая расчётной ветровой нагрузки:  $w = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f$

где  $w_0$  - нормативное значение ветрового давления (см. 11.1.4)  $k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$  (см. табл. 11.2)

$c$  – аэродинамический коэффициент, учитывающий условия обтекания ветром (см. 11.1.7)

- для прямоугольного здания для наветренной стороны (активное давление)  $c_a=0,8$ ,

- для подветренной стороны (пассивное давление или отсос)  $c_o=0,6$ .

$\gamma_f$  - коэффициент надёжности по нагрузке = 1,4

Активная нагрузка с наветренной стороны:  $q_a = w_0 \cdot k \cdot c_a \cdot \gamma_f \cdot B$

Пассивная нагрузка с подветренной стороны:  $q_o = w_0 \cdot k \cdot c_o \cdot \gamma_f \cdot B$

Ветровая нагрузка, действующая на участке от низа ригеля до наиболее высокой точки здания, заменяется сосредоточенной силой, приложенной в уровне низа ригеля рамы.

Величины этой силы от активного давления  $W_a (F_w)$  и отсоса  $W_o (F'_w)$  показаны на рис. (заштрихованная часть площади эпюры):

$$W_a = q_a \cdot (H_{nc} - H_0),$$

$$W_o = q_o \cdot (H_{nc} - H_0)$$