

2. Расчетная схема рамы

Для конструктивного расчета колонны (для подбора сечения) нужны внутренние усилия в конструкции от действующих нагрузок. Усилия в колонне получим в результате статического расчета поперечной рамы. Перед расчетом преобразуем конструктивную схему поперечной рамы в расчетную.

Расчетная схема рамы – это идеализированная конструктивная, где конструктивные элементы заменены стержнями: ферма – по «опорному» поясу; колонна – по центру тяжести сечения. Так как центры тяжести верхней и нижней частей колонны не совпадают (разнесены на расстояние по горизонтали), то в месте стыка верхней и нижней частей колонны необходимо сформировать горизонтальную «площадку» - уступ колонны:

$$e = 0,5 * (h_{\text{н}} - h_{\text{в}}) = 0,5 * (1000 - 450) = 275 \text{ мм} = 0,275 \text{ м}$$

Колонна защемлена внизу, сопряжение ригеля с колонной шарнирное. Расчетная схема поперечной рамы на рис. 3.



Рисунок 3. Расчетная схема поперечной рамы

3. Сбор нагрузок на поперечную раму

Конструктивная схема каркаса рамно-связевая, с шагом рам $B = 12\text{м}$ (см. задание на проектирование). Поперечная рама воспринимает постоянную, снеговую, крановые и ветровую нагрузки, действующие на здание.

3.1. Постоянная нагрузка

Постоянная нагрузка включают собственный вес конструкций и кровли (вес стен в КП не учитываем). Сбор нагрузок производим на ригель от элементов покрытия и на колонны от собственного веса колонн.

Нагрузка на ригель

Состав покрытия сформируем для тяжелой «теплой» кровли (см. задание на проектирование). В табличной форме собираем плоскостную распределенную нагрузку от веса элементов, составляющих покрытие, см. табл. 5, согласно П. 4.2 [3].

Сбор нагрузок от покрытия

Таблица 5

Состав покрытия	Нормативная нагрузка, $g_i^n, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_{fq}	Расчетная нагрузка, $g_i = g_i^n * \gamma_{fq}, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$
Защитный слой из битумной мастики с втопленным гравием толщиной 10 мм	0,21	1,3	0,273
Гидроизоляция из 3-х слоев рубероида	0,15	1,3	0,195
Цементная стяжка $t = 20$ мм	0,4	1,3	0,520
Утеплитель (минераловатные плиты $\gamma = 1 \text{ кН/м}^3$, $t=16$ мм)	0,16	1,2	0,192
Пароизоляция из одного слоя рубероида	0,05	1,2	0,06
Ж/б плита из тяжелого бетона марки ПГ-АIVв (11960× 2980 × 455)	2,056	1,1	2,262
Стропильные фермы	0,4	1,05	0,159
Связи по покрытию	0,10	1,05	0,105
			$\Sigma g_i = 3,766$

Ригель условно представим, как балку на шарнирных опорах, рис. 3.

Расчетная погонная постоянная нагрузка на ригель:

$$q = \gamma_n * \Sigma g_i * B = 1 * 3,766 * 12 = 45,19 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

где $\gamma_n = 1$, коэффициент надежности по назначению для промышленных зданий. Опорные реакции:

$$R_A = R_B = \frac{q * L}{2} = \frac{45,19 * 36}{2} = 813,42 \text{ кН}$$

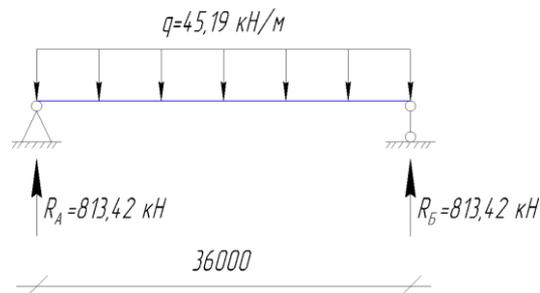


Рисунок 3. Расчетная схема ригеля

Нагрузка на колонну

Ригель передает на колонну нагрузку

$$F_q = R_A = 813,42 \text{ кН}$$

На верхнюю часть колонны кроме нагрузки от ригеля F_q действует нагрузка F_2 от собственного веса верхней части колонны и веса стен

$$F_2 = F_K^B + F_{ст} .$$

В курсовом проекте нагрузку от веса стен $F_{ст}$ не учитываем и рассчитываем нагрузку только от собственного веса верхней части колонны, которую собираем с грузовой площади $\frac{L}{2} * B$.

$$F_2 = F_K^B = \gamma_n * g_k * \frac{L}{2} * B * \gamma_{fq} * 0,2 = 1 * 0,4 * \frac{36}{2} * 12 * 1,05 * 0,2 = 18,14 \text{ кН}$$

где $g_k = 0,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ – распределенная нагрузка от собственного веса колонн (расход стали колонн) на квадратный метр производственного здания общего назначения, принимаемый по таблице П.4.1 [3],

0,2 – приходящиеся на верхнюю часть колонны 20% от общего веса колонны.

На нижнюю часть колонны действует нагрузка F_1 и момент на уступе колонны M_q (из-за эксцентриситета между осями верхней и нижней частями колонны). Аналогично предыдущему расчету

$$F_1 = F_K^H + F_{CT}$$

Так как нагрузку от веса стен F_{CT} не учитываем, то рассчитываем только нагрузку от собственного веса нижней части колонны.

$$F_1 = F_K^H = \gamma_n * g_k * \frac{L}{2} * B * \gamma_{fq} * 0,8 = 1 * 0,4 * \frac{36}{2} * 12 * 1,05 * 0,8$$

$$= 72,58 \text{ кН}$$

где

0,8 – приходящиеся на верхнюю часть колонны 80% от общего веса колонны.

В месте уступа нагрузка с верхней части колонны действует с эксцентриситетом, относительно нижней части. Изгибающий момент на уступе от выше приложенных сил

$$M_q = (F_2 + F_q) * e = (18,14 + 813,42) * 0,275 = 228,68 \text{ кН * м}$$

Расчетная схема поперечной рамы на постоянную нагрузку на рис. 4.

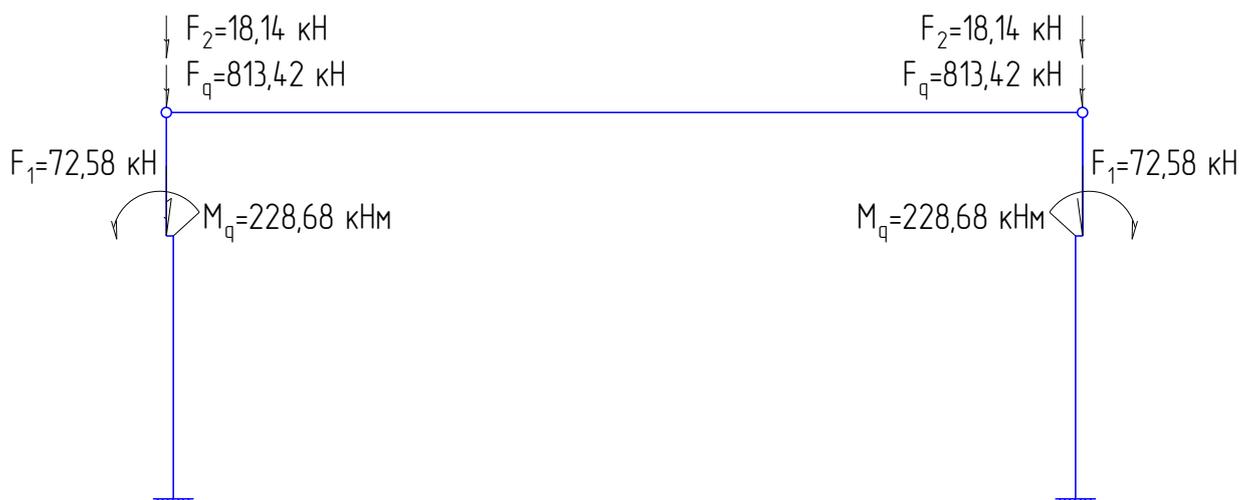


Рисунок 4. Расчетная схема поперечной рамы на постоянные нагрузки
(расчетная схема №1)

3.2 Снеговая нагрузка

Снеговой район строительства для г. Красноярск: III, см. карту 1 [2]. По таблице 10.1 [2] назначаем нагрузку от веса снегового покрова на 1 м^2 поверхности земли $S_q = 1,8 \text{ кПа}$.

Таблица 10.1

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Ж)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_q, \text{ кПа}$	0,8	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6

На ригель рамы снеговая нагрузка распределена по длине равномерно. Расчетная распределенная погонная снеговая нагрузка

$$S = \gamma_n * S_q * 0,7 * c_e * c_t * \mu * \gamma_{fs} * B = 1 * 1,8 * 0,7 * 1 * 1 * 1 * 1,4 * 12 \\ = 18,14 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

где

$c_e = 1$ – коэффициент, учитывающий снос снега, принимаемы по п.10.5 [2],

$c_t = 1$ – термический коэффициент, принимаемый по п.10.6 [2],

$\mu = 1$ (при $\alpha \leq 30^\circ$) – коэффициент перехода снеговой нагрузки с земли на кровлю, принимаемый по приложению Г [2],

$\gamma_{fs} = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке.

Ригель представим, как балку на шарнирных опорах, рис. 5. Опорные реакции:

$$R_A = R_B = \frac{S * L}{2} = \frac{18,14 * 36}{2} = 326,52 \text{ кН}$$

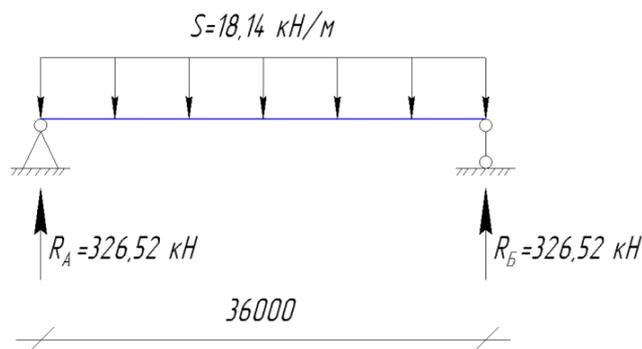


Рисунок 5. Расчетная схема ригеля для снеговой нагрузки

Нагрузка на верхнюю часть колонны со стропил:

$$F_s = R_A = R_B = 326,52 \text{ кН}$$

Момент на уступе колонны:

$$M_s = F_s * e = 326,52 * 0,275 = 89,79 \text{ кН}$$

Расчетная схема рамы на снеговую нагрузку на рис. 6.

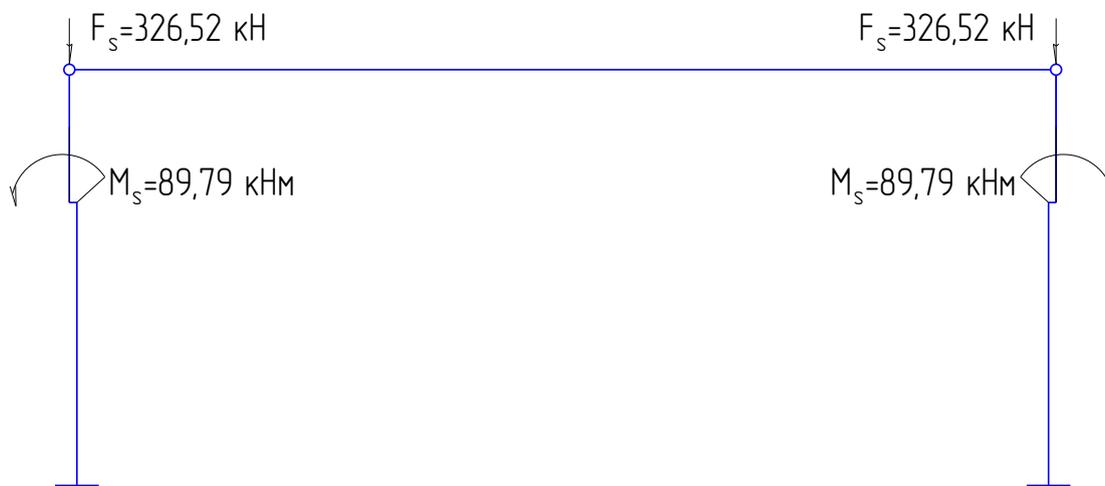


Рисунок 6. Расчетная схема поперечной рамы на снеговую нагрузку
(расчетная схема №2)

3.3 Крановые нагрузки

На поперечную раму крановые нагрузки действуют в двух направлениях: вертикальном от веса груза (в КП вес подкрановой балки и крана не учитывался) и горизонтальном от торможения-ускорения тележки. Так как нагрузка динамическая, то ее собираем по линиям влияния от двух сближенных кранов при их самом не благоприятном расположении на двух пролетах подкрановых балок (двух шагах колонн), рис. 8. Положение кранов: колесо первого крана соосно оси расчетной поперечной рамы, второй кран максимально приближен к первому. Для расчета ординат линий влияния определим расстояния по торцу крана, рис 7, согласно таблице ПЗ.3 [3]. Для кранов грузоподъемностью $Q = 30/5 \text{ т}$

$$B = 6300 \text{ мм}$$

$$A_{cr} = 5100 \text{ мм}$$

$$6300 - 5100 = 1200 \text{ мм}$$

$$1200 : 2 = 600 \text{ мм}$$

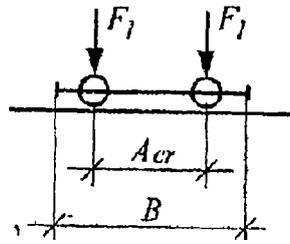


Рисунок 7. Схема опорного торца мостового крана

Нормативное максимальное вертикальное давление колеса крана на (крановый рельс) подкрановую балку, согласно таблице ПЗ.3 [3]:

$$F_{1,max}^n = 280 \text{ кН}$$

Вертикальная крановая нагрузка.

Максимальная вертикальная крановая нагрузка на колонну возникает, когда тележка с грузом находится в зоне этой (расчетной) колонны:

$$D_{max} = \gamma_n * \gamma_f * \psi * F_{к,max}^n * \Sigma y_i$$

$$= 1 * 1,2 * 0,85 * 280 * (0,475 + 0,9 + 1 + 0,575) = 842,52 \text{ кН}$$

где

$\gamma_f = 1,2$ - коэффициент надежности для крановых нагрузок

$\psi = 0,85$ – коэффициент сочетаний крановых нагрузок для крайней колонны

Σy_i – сумма ординат линии влияния, см. рис. 8. Значения ординат линий влияния определены из подобия треугольников при значении $y_3 = 1$.

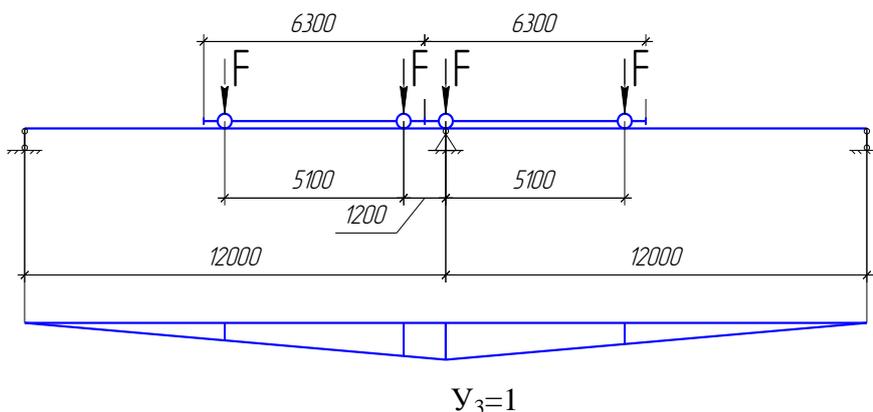


Рисунок 8. Линия влияния давления кранов на колонну

С противоположной стороны моста крана (вне зоны работы тележки) вертикальная крановая нагрузка колеса на подкрановую балку меньше. Определяем нормативное минимальное вертикальное давление колеса крана на подкрановую балку:

$$F_{1,min}^n = \left(\frac{Q \text{ (кН)} + G_{кр.т}}{m_0} \right) - F_{1,max}^n = \left(\frac{300 + (410 + 87)}{2} \right) - 280 = 118,5 \text{ кН}$$

где

$G_{кр.т}$ – вес крана с тележкой по таблице ПЗ.3 [3].

Минимальная вертикальная крановая нагрузка на колонну возникает, когда тележка с грузом находится вне зоны (расчетной) колонны:

$$D_{min} = \gamma_n * \gamma_f * \psi * F_{к,min}^n * \sum y_i$$

$$= 1 * 1,2 * 0,85 * 118,5 * (0,475 + 0,9 + 1 + 0,575) = 356,57 \text{ кН}$$

Вертикальные крановые нагрузки приложены соосно подкрановой балке и соответственно соосно подкрановой ветви нижней части колонны, значит с (крановым) эксцентриситетом относительно центра тяжести сечения нижней части колонны. Крановый эксцентриситет:

$$e_k \approx \frac{h_n}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ м}$$

В уступах колонн от вертикальных сил появляются крановые моменты, соответственно

$$M_{max} = D_{max} * e_k = 842,52 * 0,5 = 421,26 \text{ кН * м}$$

$$M_{min} = D_{min} * e_k = 356,57 * 0,5 = 178,28 \text{ кН * м}$$

Вертикальную крановую нагрузку на поперечную раму рассмотрим для двух положений тележки с грузом: тележка в зоне колонны по оси А, тележка в зоне колонны по оси Б.

Расчетные схемы поперечной рамы на вертикальную крановую нагрузку, если тележка находится в зоне крайней колонны по оси А на рис. 9а, если тележка находится в зоне крайней колонны по оси Б на рис. 9б.

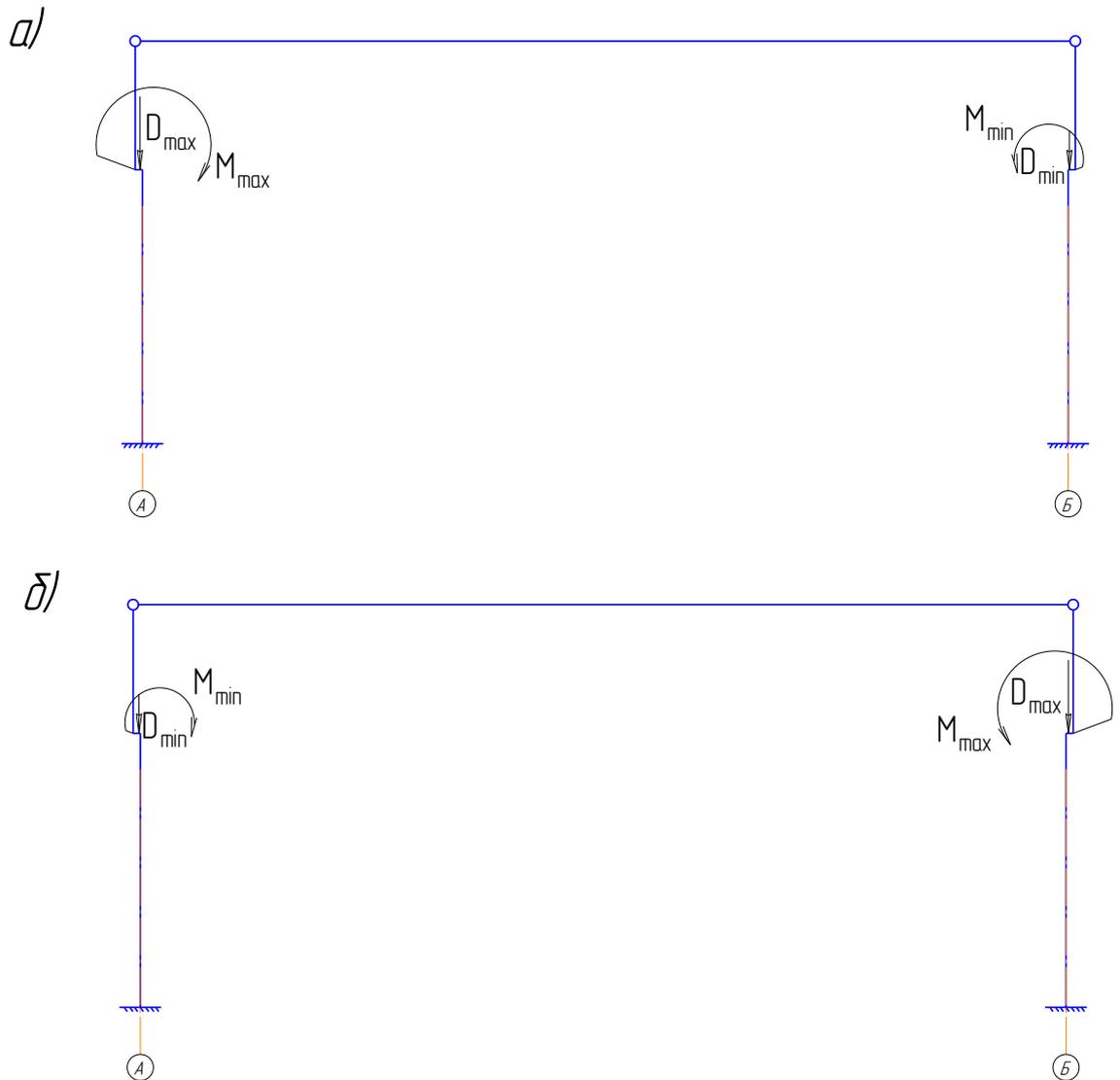


Рисунок 9. Расчетные схемы поперечной рамы:

а) если D_{max} на колонне оси А (расчетная схема №3)

б) если D_{max} на колонне оси Б (расчетная схема №4)

Горизонтальная крановая нагрузка

Горизонтальную нагрузку от торможения-ускорения тележки крана собираем при том же положении кранов, согласно таблице ПЗ.3 [3]. Нормативная сила от торможения-ускорения тележки:

$$T^n = k * (Q + G_T) = 0,05 * (300 + 87) = 19,35 \text{ кН}$$

где $k = 0,05$ – коэффициент для гибкого подвеса крана

$G_T = 87 \text{ кН}$ – вес тележки

Нормативная горизонтальная нагрузка от колеса крана на подкрановую балку

$$T_K^n = \frac{T^n}{m_0} = \frac{19,35}{2} = 9,68 \text{ кН}$$

где $m_0 = 2$ – число колес на торце крана

Расчетная горизонтальная крановая нагрузка на колонну:

$$T = \gamma_n * \gamma_f * \psi * T_K^n * \Sigma u_i = 1 * 1,2 * 0,85 * 9,68 * 2,95 = 29,13 \text{ кН}$$

Тормозную силу условно приложим на уровне уступа колонны.

Горизонтальную крановую нагрузку на поперечную раму рассмотрим для двух вариантов действия торможения-ускорения тележки: на колонну по оси А, на колонну по оси Б.

Расчетные схемы на горизонтальные крановые нагрузки на рис. 10, если торможение-ускорение на колонну оси А, см. рис. 10а, если торможение-ускорение на колонну оси Б, см. рис. 10б.

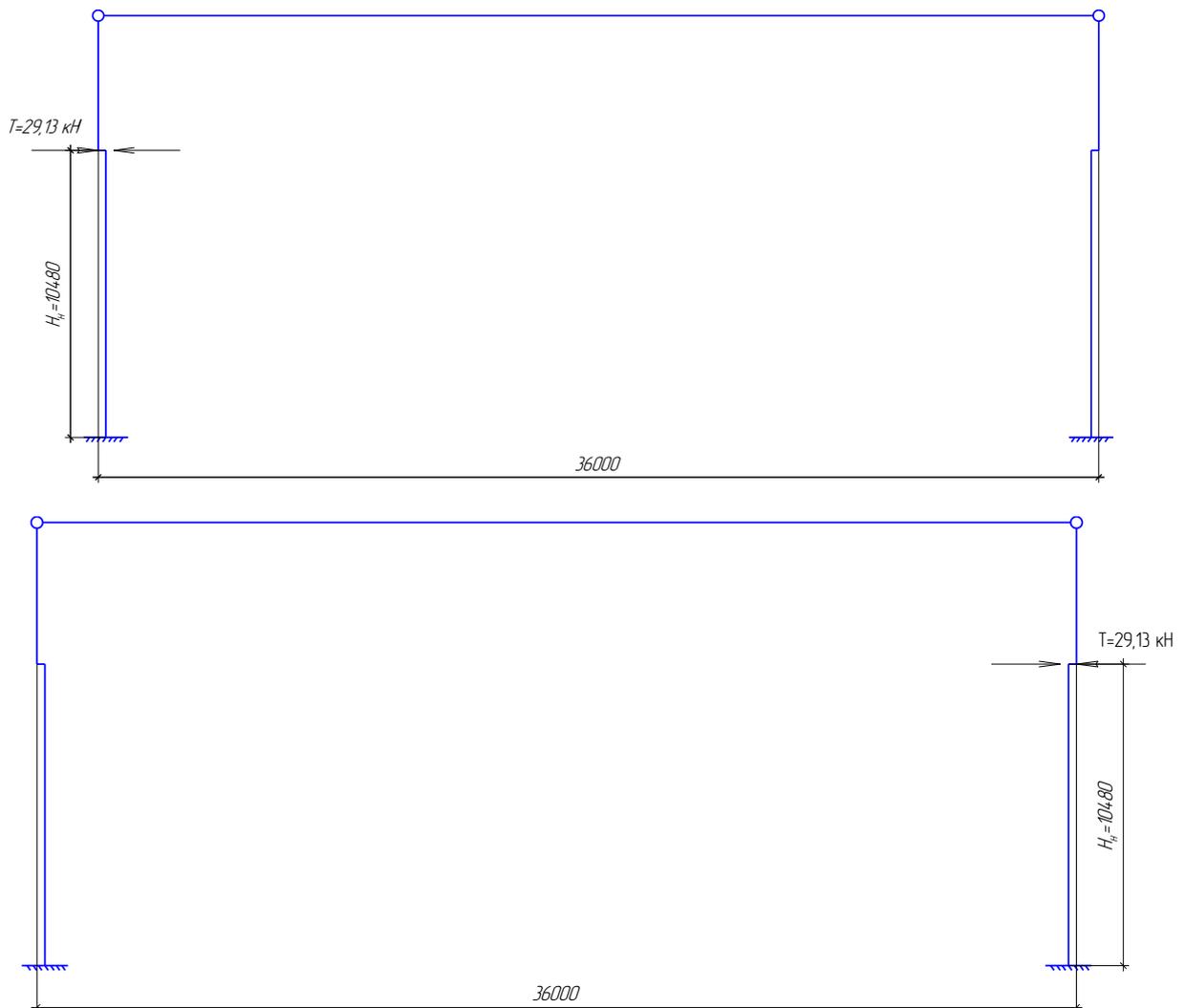


Рисунок 10. Расчетные схемы на горизонтальную крановую нагрузку

а) торможение/ускорение на колонну оси А (расчетная схема №5)

б) торможение/ускорение на колонну оси Б (расчетная схема №6)

Соответствие горизонтальной и вертикальной крановых нагрузок см. в таблице 6.

Таблица 6

Соответствие вертикальной и горизонтальной крановых нагрузок

D (№ расчетной схемы)	T (№ расчетной схемы)
3	5
4	6

3.4 Ветровая нагрузка

Ветровой район строительства для г. Красноярск: III. Для этого района ветровое давление на расстоянии до 5 м от уровня земли, согласно табл. 11.1[2]:

Таблица 11.1

Ветровые районы (принимаются по карте 3 приложения Ж)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

$$\omega_0 = 0,38 \text{ кПа} = 0,38 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Особенность расчета поперечной рамы на ветровую нагрузку заключается в том, что нагрузка неравномерна по высоте: чем выше здание – тем сильнее нагрузка. Изменение нагрузки по высоте учитываем коэффициентом высотности $k(z)$. Назначаем характерные высоты для определения ветровой нагрузки: 1) 10м, 2) полезная высота цеха, 3) высота цеха.

$$z_1 = 10 \text{ м}$$

$$z_2 = H_0 = 14,4 \text{ м}$$

$$z_3 = H_0 + H_{\phi}^{\text{оп}} = 14,4 + 3,15 = 17,55 \text{ м}$$

Коэффициент назначаем по согласно таблице 11.2 [2]. Промежуточные значения рассчитываем интерполяцией.

Таблица 11.2

Высота z_1 , м	Коэффициент k для типов местности		
	А	В	С
≤5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2,0
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
≥ 480	2,75	2,75	2,75

$$k(z_1) = 0,65$$

$$k(z_2) = \frac{0,85 - 0,65}{10} * 4,4 + 0,65 = 0,74$$

$$k(z_3) = \frac{0,85 - 0,65}{10} * 7,55 + 0,65 = 0,8$$

Если направление ветра слева-направо, то левая колонна поперечной рамы (по оси А) находится в зоне напора (повышенного ветрового давления), а колонна с заветренной стороны по оси Б - в зоне отсоса (пониженного ветрового давления). Давление ветра в зоне напора больше, чем в зоне отсоса, что учитывается аэродинамическим коэффициентом. Коэффициент определяем по таблице Д.2 приложения Д [2] в зависимости от очертания здания:

Таблица Д.2

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Участки				
А	В	С	Д	Е
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

В зоне напора: $c = 0,8$

В зоне отсоса: $c' = 0,5$

Ветровая нагрузка состоит из двух составляющих: средней ω_m и пульсационной ω_p

$$\omega(z) = (\omega_m(z) + \omega_p(z))$$

Значение нормативной плоскостной средней ветровой нагрузки по формуле 11.2 [2].

Средняя нагрузка в зоне напора:

$$\omega_m = \omega_0 * k(z) * c$$

$$\omega_m(z_1) = 0,38 * 0,65 * 0,8 = 0,198 \text{ кПа}$$

$$\omega_m(z_2) = 0,38 * 0,74 * 0,8 = 0,225 \text{ кПа}$$

$$\omega_m(z_3) = 0,38 * 0,8 * 0,8 = 0,243 \text{ кПа}$$

В зоне отсоса

$$\omega'_m = \omega_0 * k(z) * c'$$

$$\omega'_m(z_1) = 0,38 * 0,65 * 0,5 = 0,124 \text{ кПа}$$

$$\omega'_m(z_2) = 0,38 * 0,74 * 0,5 = 0,141 \text{ кПа}$$

$$\omega'_m(z_3) = 0,38 * 0,8 * 0,5 = 0,152 \text{ кПа}$$

Нормативное значение плоскостной пульсационной ветровой нагрузки по формуле 11.5 [2]:

$$\omega_p = \omega_m * \zeta(z) * \nu$$

где ν – коэффициент корреляции, определяемый двойной интерполяцией по таблице 11.6 [2]:

Т а б л и ц а 11.6

ρ , м	Коэффициент ν при χ , м, равном						
	5	10	20	40	80	160	350
0,1	0,95	0,92	0,88	0,83	0,76	0,67	0,56
5	0,89	0,87	0,84	0,80	0,73	0,65	0,54
10	0,85	0,84	0,81	0,77	0,71	0,64	0,53
20	0,80	0,78	0,76	0,73	0,68	0,61	0,51
40	0,72	0,72	0,70	0,67	0,63	0,57	0,48
80	0,63	0,63	0,61	0,59	0,56	0,51	0,44
160	0,53	0,53	0,52	0,50	0,47	0,44	0,38

ρ и χ находим по таблице 11.7 и рисунку 11.2 [2]:

Т а б л и ц а 11.7

Основная координатная плоскость, параллельно которой расположена расчетная поверхность	ρ	χ
zoy	b	h
zox	$0,4a$	h
xoy	b	a

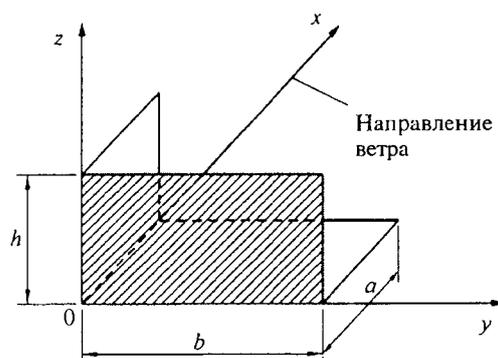


Рисунок 11.2 – Основная система координат при определении коэффициента корреляции ν

где $\rho = b = 144$ м (длина цеха по проектному заданию)

$\chi = h = 17,55$ м (высота цеха).

Коэффициент корреляции, согласно таблице 11.6 [2]:

При $\rho = 160$ м и $\chi = 17,55$ м

$$\nu = \frac{0,52 - 0,53}{10} * 7,55 + 0,53 = 0,52245$$

При $\rho = 80$ м и $\chi = 17,55$ м

$$\nu = \frac{0,61 - 0,63}{10} * 7,55 + 0,63 = 0,6149$$

При $\rho = 144$ м и $\chi = 17,55$ м

$$\nu = \frac{0,52245 - 0,6149}{80} * 64 + 0,6149 = 0,54094 \approx 0,54$$

Коэффициент пульсации $\zeta(z)$ для характерных высот определяем по таблице 11.4 [2]:

Т а б л и ц а 11.4

Высота z_c , м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ для типов местности		
	А	В	С
≤ 5	0,85	1,22	1,78
10	0,76	1,06	1,78
20	0,69	0,92	1,50
40	0,62	0,80	1,26
60	0,58	0,74	1,14
80	0,56	0,70	1,06
100	0,54	0,67	1,00
150	0,51	0,62	0,90
200	0,49	0,58	0,84
250	0,47	0,56	0,80
300	0,46	0,54	0,76
350	0,46	0,52	0,73
≥ 480	0,46	0,50	0,68

$$\zeta(z_1) = 1,06$$

$$\zeta(z_2) = \frac{0,92 - 1,06}{10} * 4,4 + 1,06 = 0,9984 \approx 1,00$$

$$\zeta(z_3) = \frac{0,92 - 1,06}{10} * 7,55 + 1,06 = 0,9543 \approx 0,95$$

Пульсационная нагрузка в зоне напора:

$$\omega_p(z_1) = 0,198 * 1,06 * 0,54 = 0,113 \text{ кПа}$$

$$\omega_p(z_2) = 0,225 * 1 * 0,54 = 0,122 \text{ кПа}$$

$$\omega_p(z_3) = 0,243 * 0,95 * 0,54 = 0,125 \text{ кПа}$$

В зоне отсоса:

$$\omega'_p = \omega'_m * \zeta(z) * v$$

$$\omega'_p(z_1) = 0,124 * 1,06 * 0,54 = 0,071 \text{ кПа}$$

$$\omega'_p(z_2) = 0,141 * 1 * 0,54 = 0,076 \text{ кПа}$$

$$\omega'_p(z_3) = 0,152 * 0,95 * 0,54 = 0,078 \text{ кПа}$$

Расчетная погонная ветровая нагрузка на колонну на характерных высотах в зоне напора

$$\omega(z) = (\omega_m(z) + \omega_p(z)) * \gamma_n * \gamma_f * B$$

где

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности для ветровой нагрузки

$$\begin{aligned} \omega(z_1) &= (\omega_m(z_1) + \omega_p(z_1)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,198 + 0,113) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 5,22 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega(z_2) &= (\omega_m(z_2) + \omega_p(z_2)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,225 + 0,122) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 5,83 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega(z_3) &= (\omega_m(z_3) + \omega_p(z_3)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,243 + 0,125) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 6,18 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

В зоне отсоса

$$\omega'(z) = (\omega'_m(z) + \omega'_p(z)) * \gamma_n * \gamma_f * B$$

$$\begin{aligned}\omega'(z_1) &= (\omega'_m(z_1) + \omega'_p(z_1)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,124 + 0,071) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 3,28 \frac{\text{кН}}{\text{м}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega'(z_2) &= (\omega'_m(z_2) + \omega'_p(z_2)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,141 + 0,076) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 3,65 \frac{\text{кН}}{\text{м}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega'(z_3) &= (\omega'_m(z_3) + \omega'_p(z_3)) * \gamma_n * \gamma_f * B = (0,152 + 0,078) * 1 * 1,4 * 12 \\ &= 3,86 \frac{\text{кН}}{\text{м}}\end{aligned}$$

Сосредоточенная ветровая нагрузка в верхний узел рамы (от ветровой нагрузки с высоты стропил) в зоне напора:

$$W = \frac{\omega(z_2) + \omega(z_3)}{2} * H_{\Phi}^{\text{оп}} = \frac{5,83 + 6,18}{2} * 3,15 = 18,92 \text{ кН}$$

В зоне отсоса:

$$W' = \frac{\omega'(z_2) + \omega'(z_3)}{2} * H_{\Phi}^{\text{оп}} = \frac{3,65 + 3,86}{2} * 3,15 = 11,83 \text{ кН}$$

Неравномерную по высоте ветровую нагрузку заменяем равномерной эквивалентной. Эквивалентная ветровая равномерно распределенная погонная нагрузка в зоне напора:

$$\omega_{\text{ЭКВ}} = \omega(z_1) * \alpha_{\text{ЭКВ}} = 5,22 * 1,04 = 5,43 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

где коэффициент $\alpha_{\text{ЭКВ}} = 1,04$ при $10 \text{ м} < H_0 < 15 \text{ м}$

В зоне отсоса:

$$\omega'_{\text{ЭКВ}} = \omega'(z_1) * \alpha_{\text{ЭКВ}} = 3,28 * 1,04 = 3,41 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

При действии ветра в противоположном направлении, то есть справа-налево, колонна по оси Б будет находится в зоне напора, а колонна по оси А - в зоне отсоса.

Расчетные схемы поперечной рамы на ветровую нагрузку, если ветер слева-направо - на рис. 11а, если ветер справа-налево - на рис. 11б.

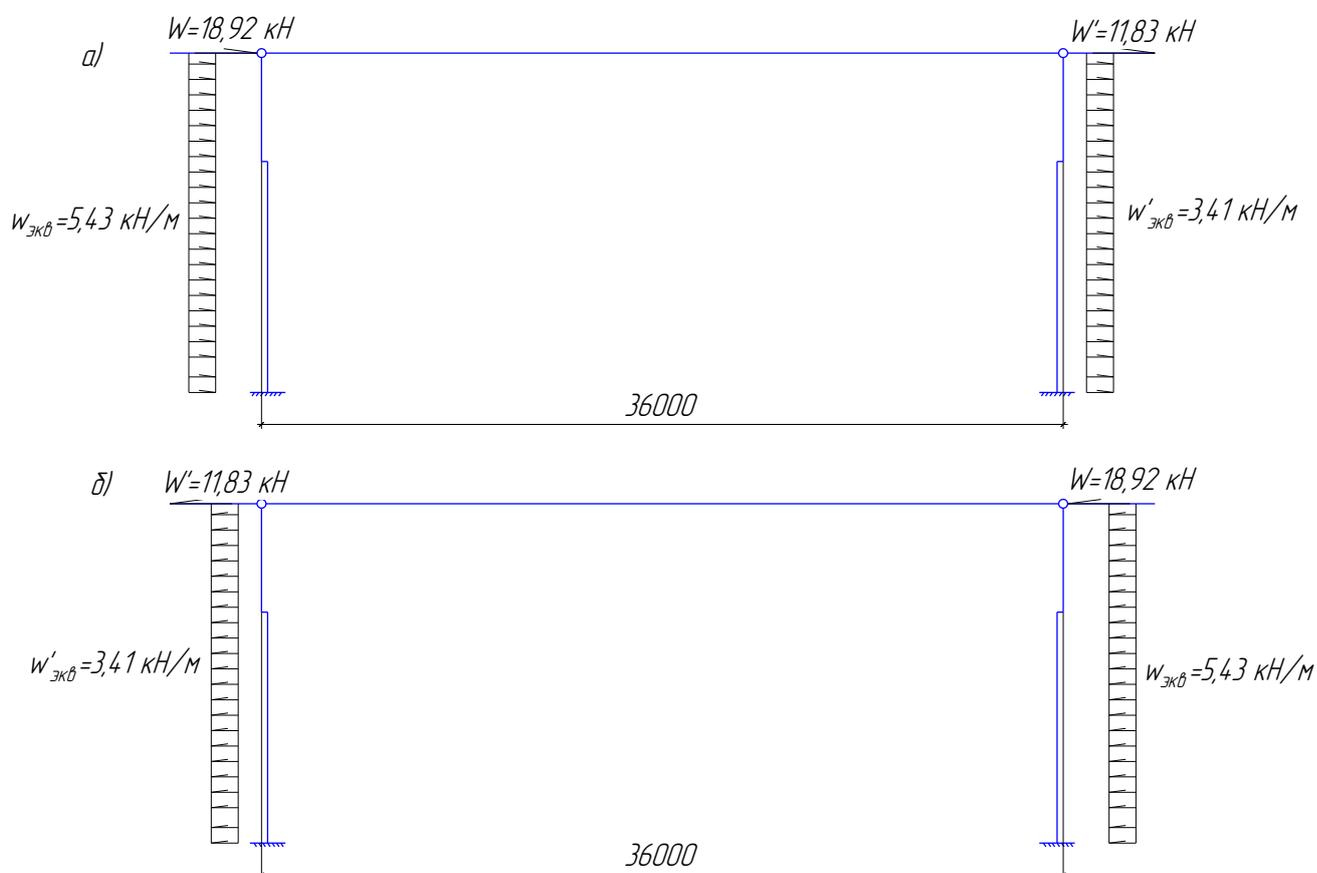


Рисунок 11. Расчетные схемы поперечной рамы на ветровую нагрузку:

а) ветер слева-направо (расчетная схема №7)

б) ветер справа-налево (расчетная схема №8)

4 Статический расчет поперечной рамы

Статический расчет поперечной рамы выполняем с помощью многофункционального программного комплекса ЛИРА-САПР. В ходе расчета определим значения внутренних усилий: изгибающего момента M (кНм), поперечной силы Q (кН) и продольной силы N (кН) для стержней колонны по ряду А в соответствии с нагрузками и расчетными схемами, приведенными выше.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*, Москва, 2011 г.

2 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*, Москва, 2011 г.

3 Горев В. В. «Металлические конструкции. Том 1», Москва, «Высшая школа», 2005 г.