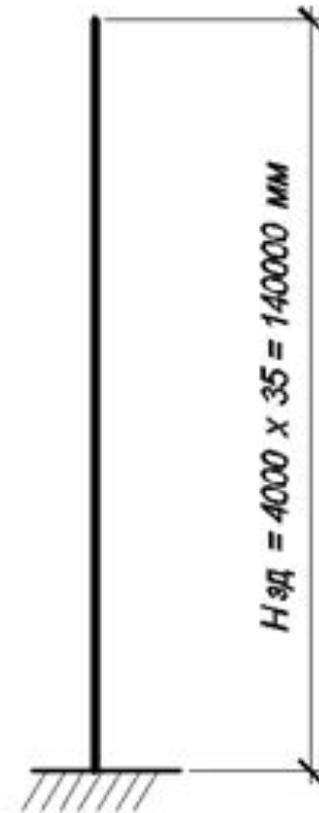
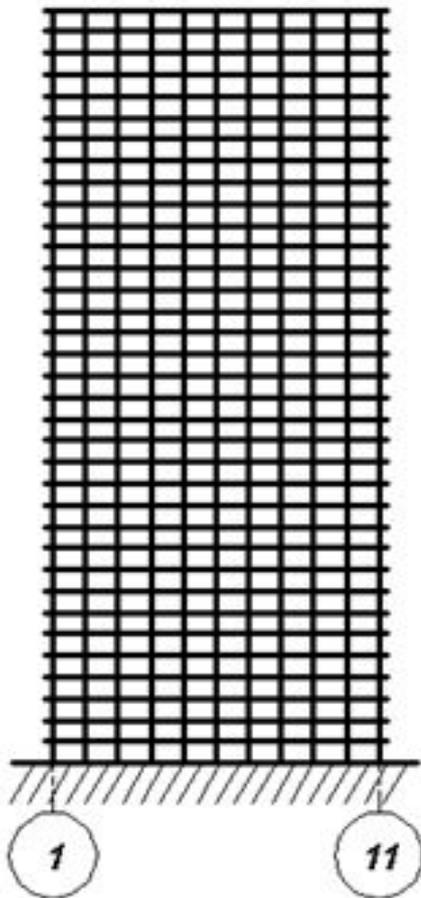


Практика 4. Расчет колонн

Сбор нагрузок

Колонны. Сбор нагрузок

Расчетная схема всего здания:



Колонны. Сбор нагрузок

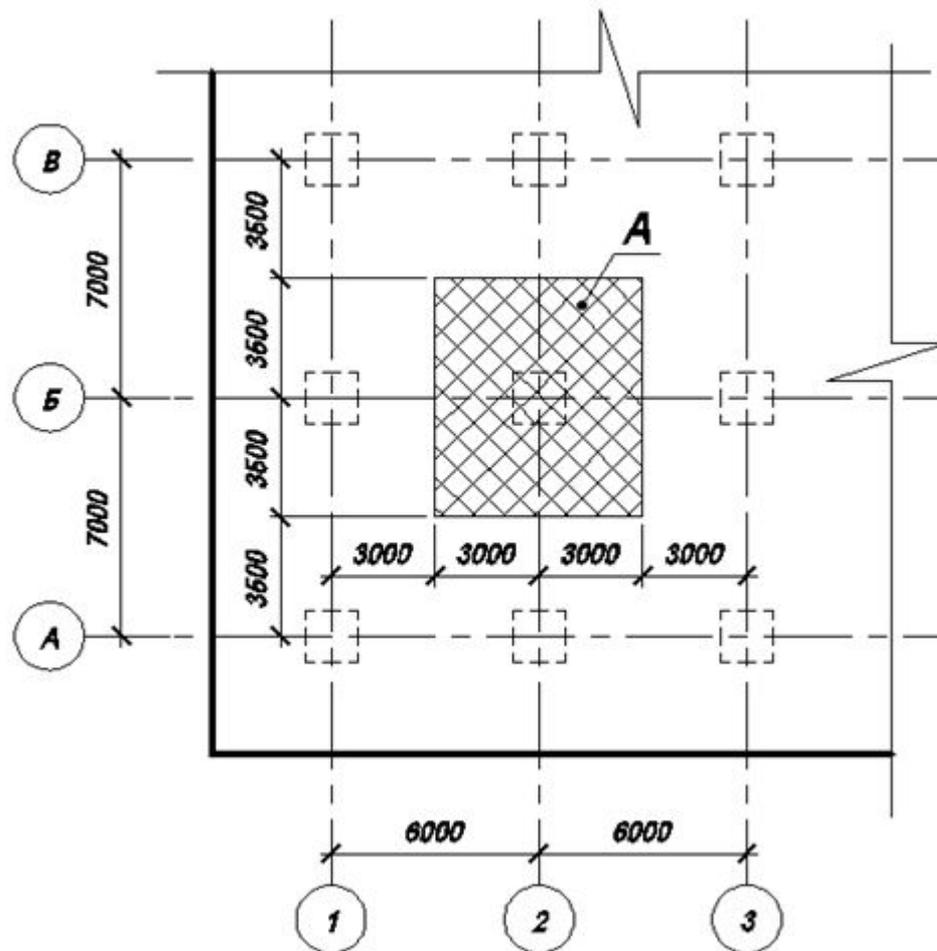
Общая нагрузка на колонну - сумма постоянной, временной и кратковременных нагрузок (ветер и снег)

$$N = (N_{\text{п}} + N_{\text{в}} + N_{\text{вет.кол}}) * \gamma_n$$

Колонны. Сбор нагрузок

γ_n – коэффициент надежности по ответственности в зависимости от высоты (свыше 75 до 100 м – $\gamma_n = 1,1$; свыше 100 до 200 м – $\gamma_n = 1,15$; свыше 200 м – $\gamma_n = 1,2$;) МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве»

Колонны. Сбор нагрузок



Колонны. Сбор нагрузок

Постоянные нагрузки:

$$N_{п} = N1 + N2 * (n_{эт} - 1) + N3 * n_{эт}$$

N1 - нагрузка на колонну (в уровне верха колонны) последнего этажа от покрытия;

N2 - нагрузка от типового перекрытия на колонну типового этажа;

N3 - нагрузка от собственного веса колонны

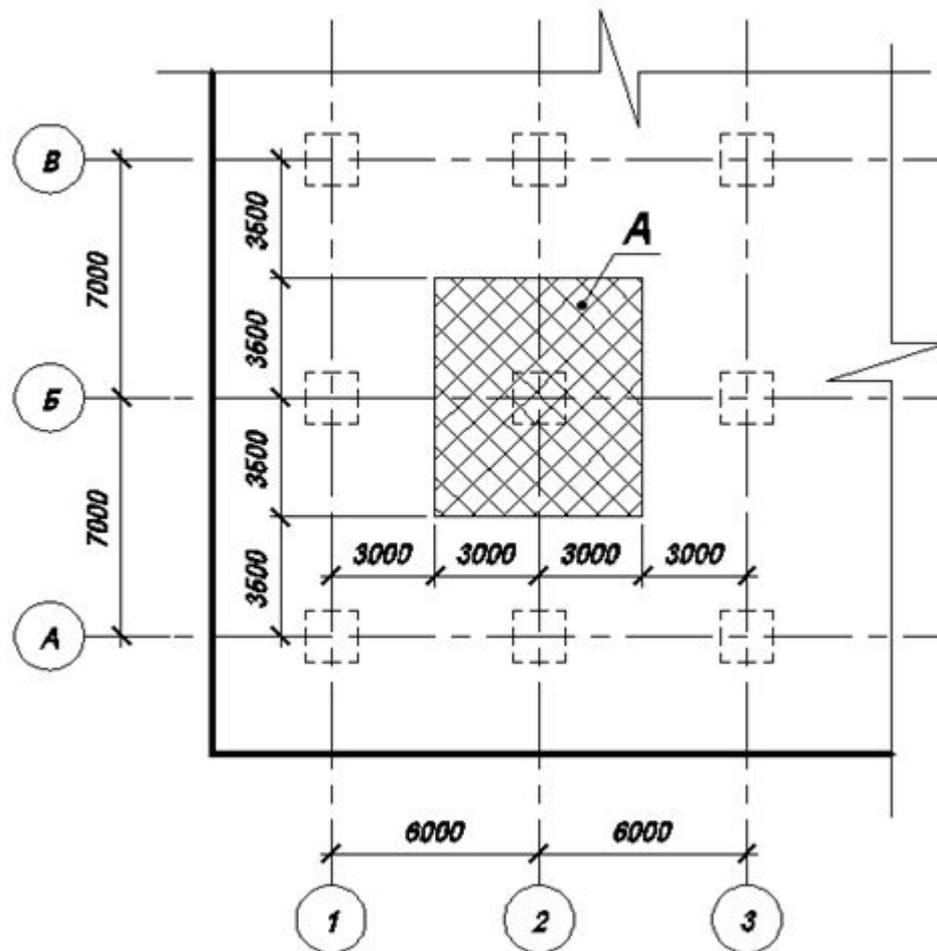
$n_{эт}$ – количество этажей

Колонны. Сбор нагрузок

Таблица 3.7.1.2 - Сбор нагрузок на покрытие

№ п/п	Наименование	Нормативная т/м^2	Коеф. ответств.	Коеф. перегруз	Расчетная т/м^2
1	Рубероидный ковер	0.045	1.1	1.2	0.059
2	Цементно-стружечные плиты толщина $\delta=20$ мм	0.026	1.1	1.2	0.034
3	Минераловатные плиты $\gamma=0.18\text{т/м}^3$ толщина $\delta=40$ мм	0.007	1.1	1.2	0.009
4	Минераловатные плиты $\gamma=0.12\text{т/м}^3$ толщина $\delta=110$ мм	0.013	1.1	1.2	0.017
5	Профлист	0.01	1.1	1.05	0.012
	Итого:	0.10			0.13
6	Временная нагрузка (снег)	0.057	1.1	1.4	0.09

Колонны. Сбор нагрузок



Колонны. Сбор нагрузок

N_3 - нагрузка от собственного веса
КОЛОННЫ

$$N_3 = N_{\text{эт}} * b_{\text{к}} * h_{\text{к}} * \rho_{\text{б}} * \gamma_{\text{б}}$$

$N_{\text{эт}}$ – высота этажа по заданию

$b_{\text{к}}, h_{\text{к}}$ – геометрические размеры сечения
колонны (принять 600x600)

$\rho_{\text{б}}$ – плотность железобетона 2,5 кг/м³

$\gamma_{\text{б}}$ – коэффициент надежности по нагрузке
для железобетона 1,1

Колонны. Сбор нагрузок

Временные нагрузки (от людей):

$$N_{\text{в}} = N_4 * (n_{\text{эт}} - 1)$$

N_4 - нагрузка на типовом перекрытия на колонну типового этажа;

$n_{\text{эт}}$ – количество этажей

Колонны. Сбор нагрузок

$$N_4 = g_{\text{вр,норм}} * \phi_3 * 1,2$$

$$\phi_3 = 0,4 + \frac{\phi_1 - 0,4}{\sqrt{n}}$$

n - общее число перекрытий

$$\phi_1 = 0,678$$

Колонны. Сбор нагрузок

СП 20.13330.2016

Нагрузки и воздействия.

Актуализированная редакция

СНиП 2.01.07-85*

(с Изменением N 1)

Колонны. Сбор нагрузок

Более детальное рассмотрение сбора нагрузок - от технических этажей, вертолетной площадки и сравнить с зарубежными аналогами нагрузок для данного типа здания можно по таблицам 2.1 и 2.2

МДС 20-1.2006 «Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве»

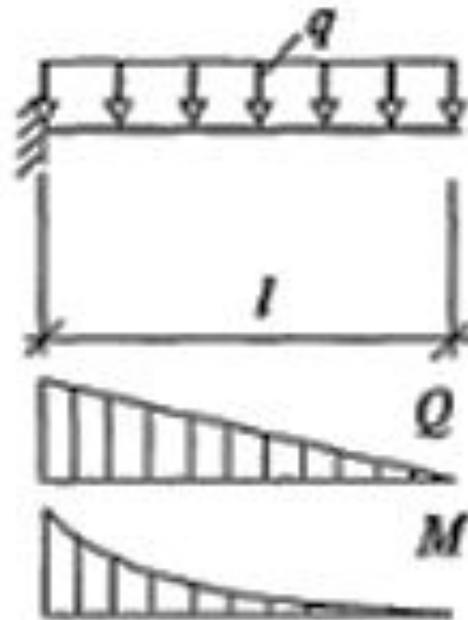
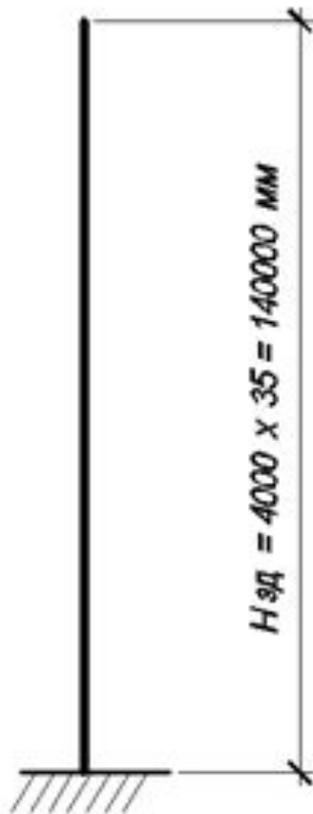
Колонны. Сбор нагрузок

Общая нагрузка на колонну - сумма постоянной, временной и кратковременных нагрузок (ветер и снег)

$$N = (N_{\text{п}} + N_{\text{в}} + N_{\text{вет.кол}}) * \gamma_n$$

Колонны. Сбор нагрузок. Ветер

Расчетная схема всего здания:



$$M_{\text{max}} = -ql^2/2$$

$$R_A = ql$$

Колонны. Сбор нагрузок.

Ветер

Нагрузка на одну колонну от общего момента в основании одного из рядов колонн :

$$N_{\text{вет,кол}} = (M / A) / 2$$

2 - количество колонн, воспринимающих сжимающее или растягивающее усилие

$A = b * 0.7$ (b - длина стороны здания, перпендикулярной направлению ветра)

МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве»

Колонны. Сбор нагрузок.

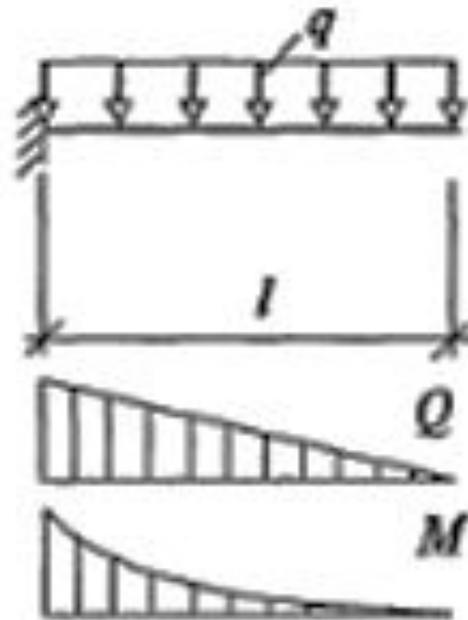
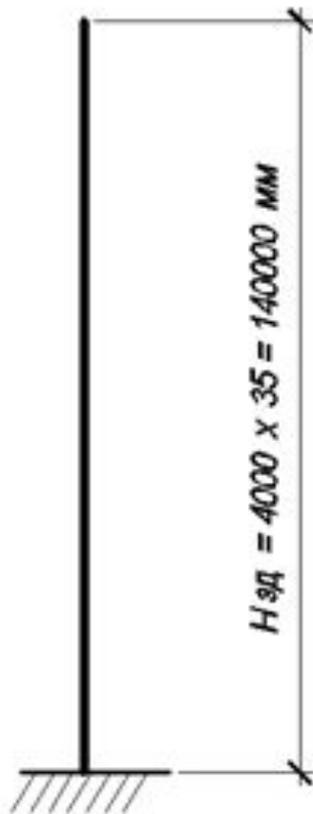
Ветер

Максимальный изгибающий момент в основании здания (на отм. 0,000)

$$M = \frac{q_{ср} \cdot H_{зд}^2}{2}$$

Колонны. Сбор нагрузок. Ветер

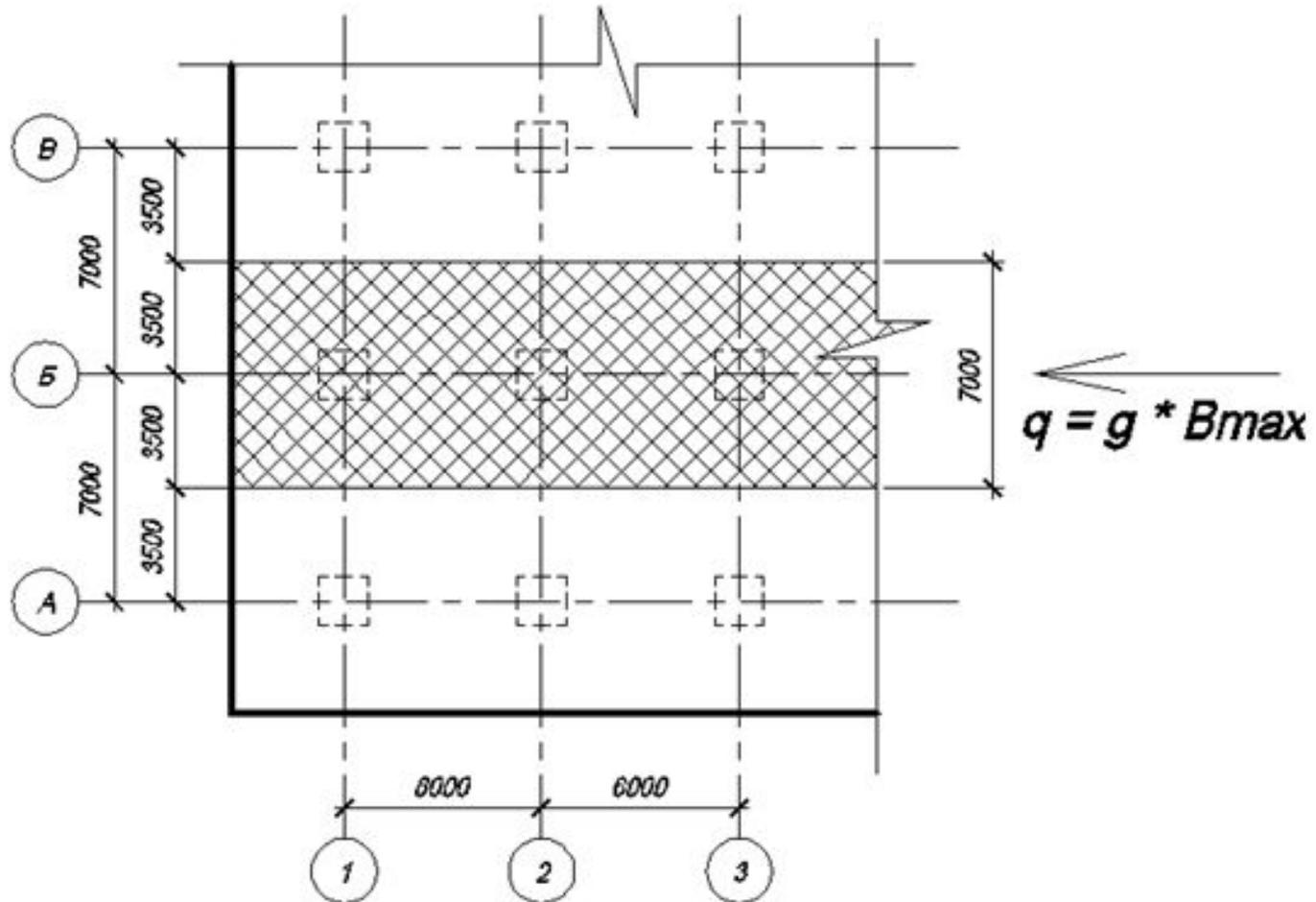
Расчетная схема всего здания:



$$M_{\text{max}} = -ql^2/2$$

$$R_A = ql$$

Колонны. Сбор нагрузок. Ветер



Колонны. Сбор нагрузок.
Ветер

СП 20.13330.2016

Нагрузки и воздействия.

Актуализированная редакция

СНиП 2.01.07-85*

(с Изменением N 1)

Ветер. Исходные данные

Ветровой район. Таблица

11.1

Таблица 11.1

Ветровые районы (принимаются по карте 2 приложения Е)	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

Ветер

Расчетное значение ветровой нагрузки следует определять по формуле

$$w = (w_m + w_p) * \gamma_f$$

где $\gamma_f = 1,4$ - коэффициент надежности по ветровой нагрузке

w_m - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки;

w_p - нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки

Нормативное значение нагрузки средней составляющей (п.11.1.3)

$$w_m = w_0 k(z_g) c$$

где w_0 - нормативное значение ветрового давления (см. 11.1.4);

$k(z_g)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_g

c - аэродинамический коэффициент (см. 11.1.7).

Ветровой район. Учет высоты здания

Определение эквивалентной высоты z_e по п. 11.1.5

а) при $h \leq d \rightarrow z_e = h$;

б) при $d < h \leq 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;

для $0 < z < h - d \rightarrow z_e = d$;

в) при $h > 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;

для $d < z < h - d \rightarrow z_e = z$;

для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d$.

z - высота от поверхности земли;

Ветровой район. Учет высоты здания Определение эквивалентной высоты z_e по п. 11.1.5

Пример:

$h = 140$ м - высота здания;

$d = 63$ м - наибольший поперечный размер здания

при $h > 2d$

для $z \geq h-d \rightarrow z_e = h; = 140$ м

для $d < z < h - d \rightarrow z_e = z; = 77$ м

для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d = 63$ м

Для расчета используем 4 высотные отметки это

1 - ая на высоте 10 м

2- ая на высоте 63 м

3 - ья на высоте 77 м

4 - ая на высоте 140 м

Ветровой район. Учет высоты здания и типа местности

Вариант 1

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha}$$

Таблица 11.3

Параметр	Тип местности		
	A	B	C
α	0,15	0,2	0,25
k_{10}	1,0	0,65	0,4
ζ_{10}	0,76	1,06	1,78

Ветровой район. Типы местности

11.1.6 Коэффициент $k(z_g)$ для высот $z_g \leq 300$ м определяется по таблице 11.2 или по формуле (11.4), в которых принимаются следующие типы местности:

А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

С - городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии $30h$ - при высоте сооружения $h < 60$ м и на расстоянии 2 км - при $h > 60$ м.

Ветровой район. Учет высоты здания и типа местности

Вариант 2

Таблица 11.2

Высота z_g , м	Коэффициент k для типов местности		
	A	B	C
≤ 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

Ветровой район. Учет высоты здания и типа местности

Пример:

Тип местности принимаем «В» городская территория с равномерно покрытыми препятствиями высотой более 10 м k_{10} и α принимаются по таблице 11.3

На высоте 10 м:

$$k(z_e)_1 = 0,65 * (10/10)^{2*0,2} = 0,65 * 1 = 0,65$$

На высоте 63 м:

$$k(z_e)_2 = 0,65 * (63/10)^{2*0,2} = 1,357$$

На высоте 77 м:

$$k(z_e)_3 = 0,65 * (77/10)^{2*0,2} = 1,47$$

На высоте 140 м:

$$k(z_e)_4 = 0,65 * (140/10)^{2*0,2} = 1,87$$

Ветер. Аэродинамический коэффициент

коэффициент

Схема распределение ветровой нагрузки

Приложение В

Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

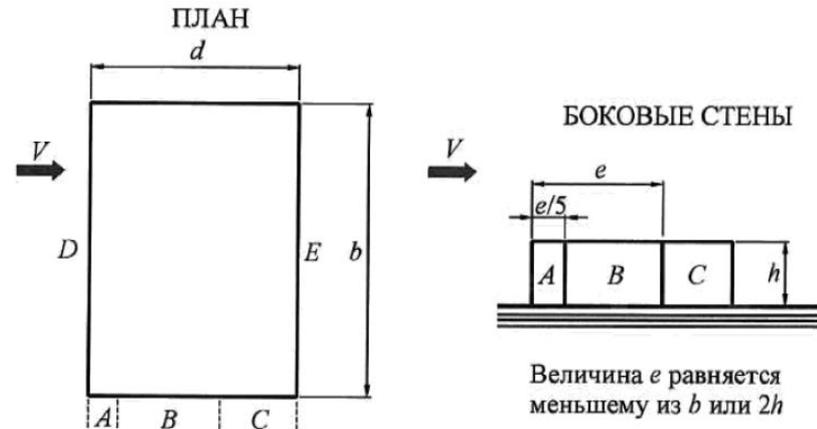
Таблица В.2

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Участки				
A	B	C	D	E
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

Для наветренных, подветренных и различных участков боковых стен (рисунок В.3) аэродинамические коэффициенты c_e приведены в таблице В.2.

Для боковых стен с выступающими лоджиями аэродинамический коэффициент трения $c_f = 0,1$.

$$c = 0,8 + 0,6 = 1,4$$



Ветер. Нормативная нагрузка

Пример

Собираем нормативную нагрузку от ветра

На отм. 10 м

$$w_{m1} = w_0 * k(z_e) * c = 0,23 * 0,65 * 1,4 = 0,2093 \text{ кПа} = 20,93 \text{ кгс/м}^2$$

На отм. 63 м

$$w_{m2} = w_0 * k(z_e)^2 * c = 0,23 * 1,357 * 1,4 = 0,437 \text{ кПа} = 43,7 \text{ кгс/м}^2$$

На отм. 77 м

$$w_{m3} = w_0 * k(z_e)^3 * c = 0,23 * 1,47 * 1,4 = 0,473 \text{ кПа} = 47,3 \text{ кгс/м}^2$$

На отм. 140 м

$$w_{m4} = w_0 * k(z_e)^4 * c = 0,23 * 1,87 * 1,4 = 0,602 \text{ кПа} = 60,2 \text{ кгс/м}^2$$

Ветер. Нормативное значение нагрузки пульсационной составляющей (п.11.1.8)

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

где w_m - определяется в соответствии с 11.1.3;

$\zeta(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 или формуле (11.6) для эквивалентной высоты z_e (см. 11.1.5);

v - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11)

Ветровой район. Коэффициент пульсации давления ветра

Вариант 1

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} (z_e / 10)^{-\alpha}$$

Таблица 11.3

Параметр	Тип местности		
	A	B	C
α	0,15	0,2	0,25
k_{10}	1,0	0,65	0,4
ζ_{10}	0,76	1,06	1,78

Ветровой район. Коэффициент пульсации давления ветра

Вариант 2

Таблица 11.4

Высота z_g , м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ для типов местности		
	A	B	C
≤ 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

Коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра

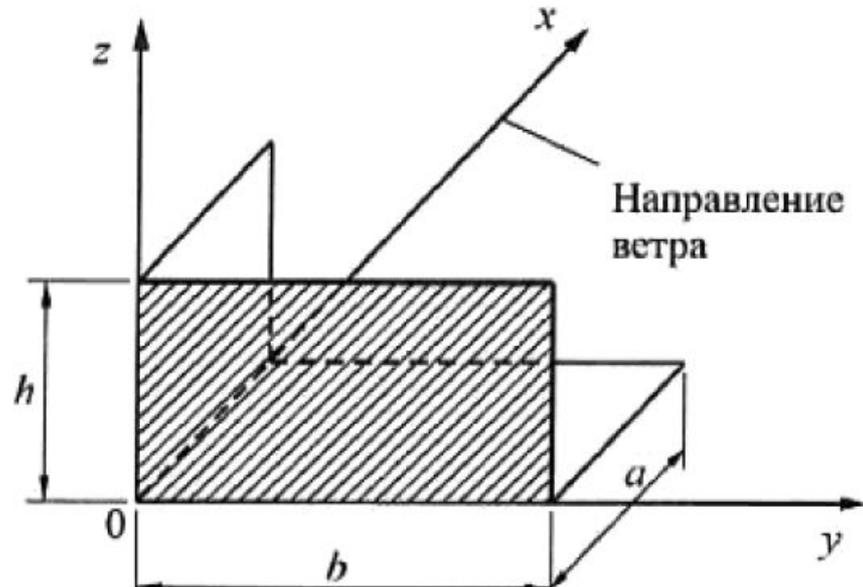


Таблица 11.7

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

Коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра

Таблица 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

Ветер

Расчетное значение ветровой нагрузки следует определять по формуле

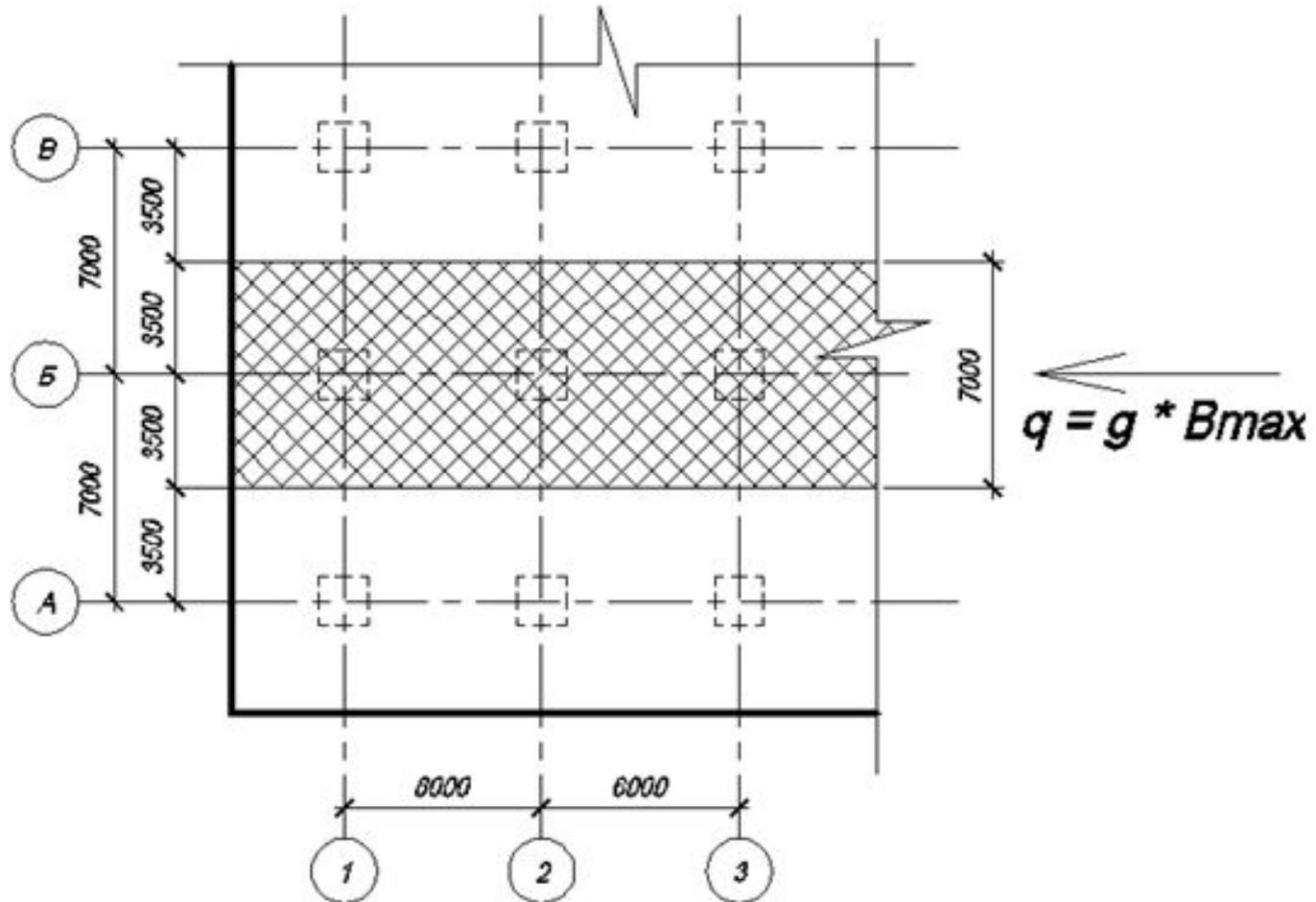
$$w = (w_m + w_p) * \gamma_f$$

где $\gamma_f = 1,4$ - коэффициент надежности по ветровой нагрузке

w_m - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки;

w_p - нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки

Колонны. Сбор нагрузок. Ветер



Колонны. Сбор нагрузок. Ветер

Собираем погонную нагрузку на колонны любого ряда буквенных (или цифровых) осей от ветровой нагрузки (наиболее широкая сторона здания):

ПРИМЕР

На отм. 10 м $q_1 = w_1 * V_{\max} = 44 * 7 = 308 \text{ кгс/м}$

На отм. 63 м $q_2 = w_2 * V_{\max} = 92 * 7 = 644 \text{ кгс/м}$

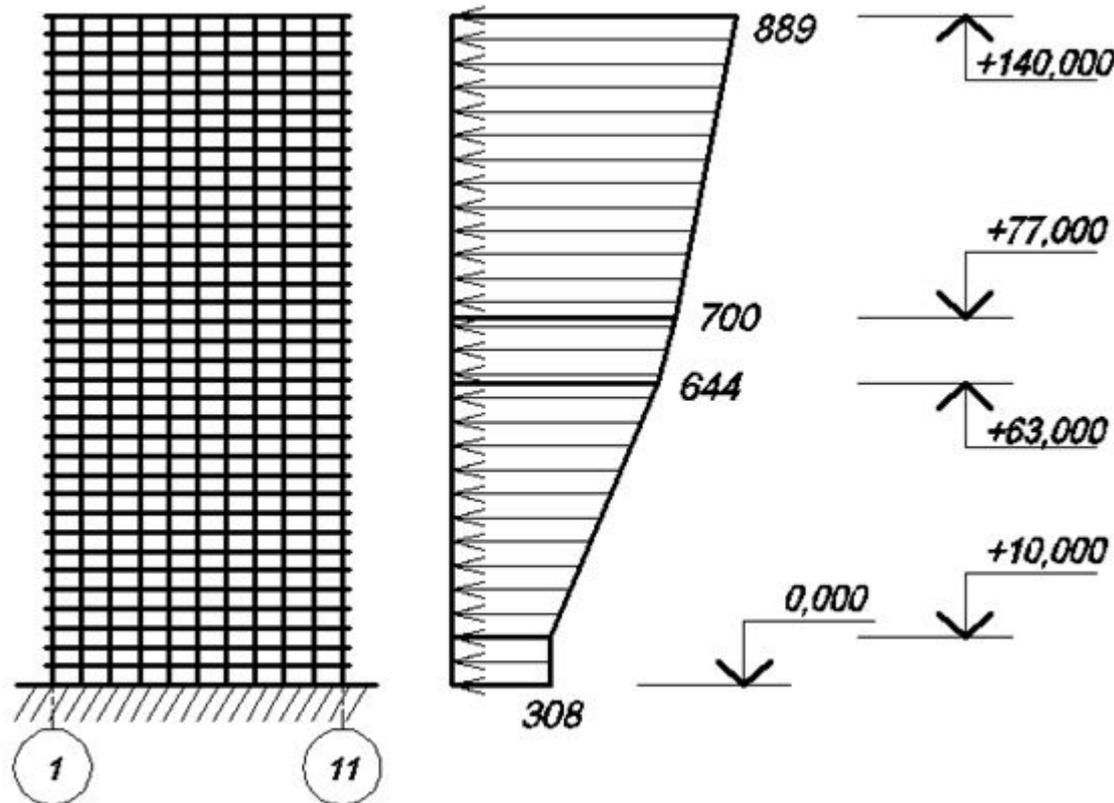
На отм. 77 м $q_3 = w_3 * V_{\max} = 100 * 7 = 700 \text{ кгс/м}$

На отм. 140 м $q_4 = w_4 * V_{\max} = 127 * 7 = 889 \text{ кгс/м}$

Колонны. Сбор нагрузок.

Ветер

Схема распределения ветровой нагрузки по высоте здания:



Колонны. Сбор нагрузок.

Ветер

Находим среднее значение
распределенной по высоте нагрузки

$$q_{\text{ср}} = (q1 + q2 + q3 + q4) / 4$$

Колонны. Сбор нагрузок.

Ветер

Находим максимальный изгибающий

момент в основании здания

(на отм. 0,000) по формуле

$$M = \frac{q_{cp} \cdot H_{зд}^2}{2}$$

Колонны. Сбор нагрузок.

Ветер

Нагрузка на одну колонну от общего момента в основании одного из рядов колонн :

$$N_{\text{вет,кол}} = (M / A) / 2$$

2 - количество колонн, воспринимающих сжимающее или растягивающее усилие

$A = b * 0.7$ (b - длина стороны здания, перпендикулярной направлению ветра)

Колонны. Сбор нагрузок

Общая нагрузка на колонну - сумма постоянной, временной и кратковременных нагрузок (ветер и снег)

$$N = (N_{\text{п}} + N_{\text{в}} + N_{\text{вет.кол}}) * \gamma_n$$

$$N_{\text{п}} = N_1 + N_2 * (n_{\text{эт}} - 1) + N_3 * n_{\text{эт}}$$

$$N_{\text{в}} = N_4 * (n_{\text{эт}} - 1)$$

$$N_{\text{вет,кол}} = (M / A) / 2$$