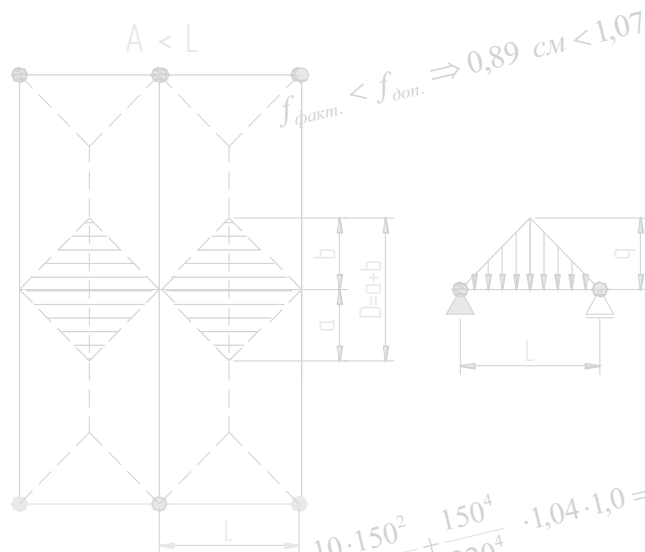


СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

$$J_x > \frac{q_{расч} \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{доп}} \cdot k_1 \cdot k_2,$$



$$J_x > \frac{0,207 \cdot 320^4}{1920 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 1,07} \cdot 25 - \frac{10 \cdot 150^2}{320^2} + \frac{150^4}{320^4} \cdot 1,04 \cdot 1,0 =$$

$$f_{факт.} = \frac{q \cdot L^4}{1920 \cdot E \cdot J_x} \cdot 25 \cdot \frac{10 \cdot D^2}{L^2} + \frac{D^4}{L^4} = \frac{0,207 \cdot 320^4}{1920 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 40,79} \cdot 25 - \frac{10 \cdot 150^2}{320^2} + \frac{150^4}{320^4} =$$

12. СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Методика расчета основывается на данных, приведенных в **СНиП 2.01.07–85** и **СНиП 2.03.06–85**. Данные, полученные в результате расчетов, должны быть проверены специалистом по расчету конструкций на стадии проектирования, так как эта методика является упрощенной и не может учесть все особенности реальной конструкции.

В методике приведены статические расчеты на прогиб стоек и ригелей под действием различных нагрузок. Основой для расчетов служат статические параметры профилей, указанные в каталоге (разделы 2.01 и 3.01).

12.1. Расчет параметров стоек и ригелей на прогиб под воздействием ветровой нагрузки

Нормативное значение ветрового давления w_0 кПа, (кгс/м²) следует принимать в зависимости от ветрового района согласно **СНиП 2.01.07–85, Приложение 5**.

Таблица 1 (СНиП 2.01.07-85 Приложение 5)

Ветровые районы (принимаются по карте 3 обязательного приложения к СНиП 2.01.07-85)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 кПа, (кгс/м ²)	0,17 (17)	0,23 (23)	0,30 (30)	0,38 (38)	0,48 (48)	0,60 (60)	0,73 (73)	0,85 (85)

Коэффициенты k , учитывающие изменение ветрового давления по высоте, определяются по табл. 2 в зависимости от типа местности. Принимаются следующие типы местности:

А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, тундра, лесотундра.

В – городские территории, лесные массивы и т.п.

С – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Таблица 2 (СНиП 2.01.07-85)

Высота крепления элемента, м	Коэффициент k для различных типов местности		
	А	В	С
до 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

Ветер воздействует на плоскость поверхности заполнения, которое закреплено в конструкции по четырем сторонам. Нагрузка от заполнения равномерно передается на элементы конструкции. На рис. 1 показаны проволочные модели конструкций с различными соотношениями сторон.

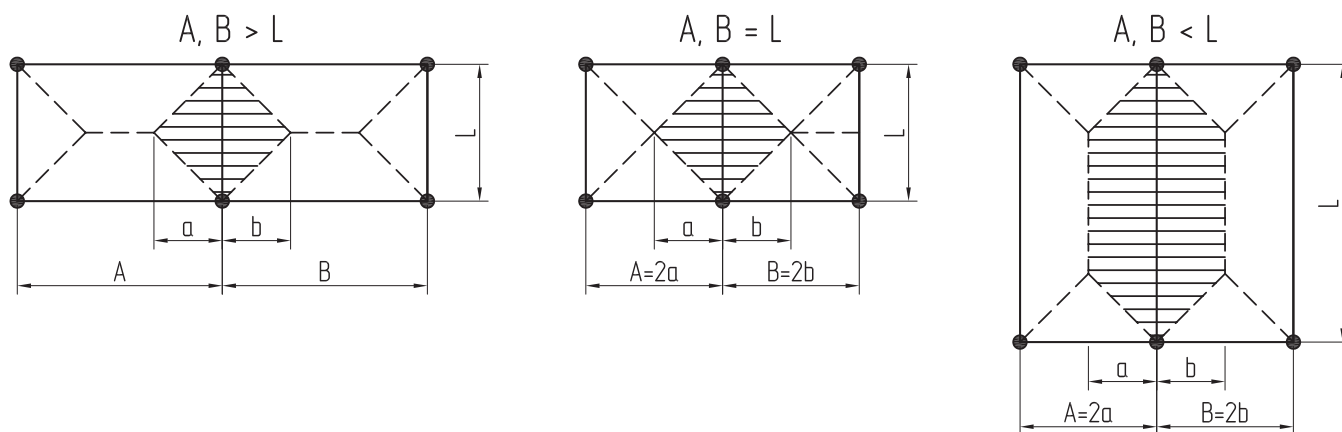


Рис. 1. Схемы нагрузок

Под воздействием ветровой нагрузки элементы конструкции изгибаются. Расчет элементов фасада, витража сводится к выбору стоек и ригелей с моментами инерции J_x, J_y , который удовлетворял бы условию

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}}$$

где $f_{\text{доп.}}$ — максимально допустимый прогиб стойки или ригеля.

Определяется по **СНиП 2.03.06–85, Таблица 42.**

При заполнении одинарным стеклом

$$f_{\text{доп.}} = L / 200.$$

При заполнении стеклопакетом

$$f_{\text{доп.}} = L / 300.$$

В случае, если остекление производится стеклопакетами высотой более 240 см, момент инерции стойки необходимо умножать на повышающий коэффициент k_1 .

Таблица 3

Высота стеклопакета L1, см	250	260	270	280	290	300	325	350	375	400
Коэффициент корректировки k_1	1,04	1,08	1,12	1,17	1,21	1,25	1,35	1,46	1,56	1,67

При определении моментов инерции стоек необходимо учитывать, что при прогибе стойки (f) под воздействием нагрузок прогиб стекла должен быть не более **0,8 см.**

СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

На рис. 2 и 3 показаны варианты, когда на стойки, закрепленные с шагом L , устанавливается несколько стеклопакетов. $L1$ – размеры стеклопакета.

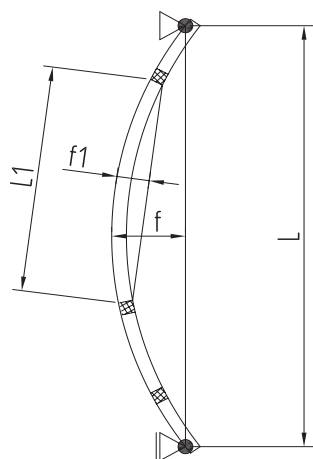


Рис. 2. Схема прогиба

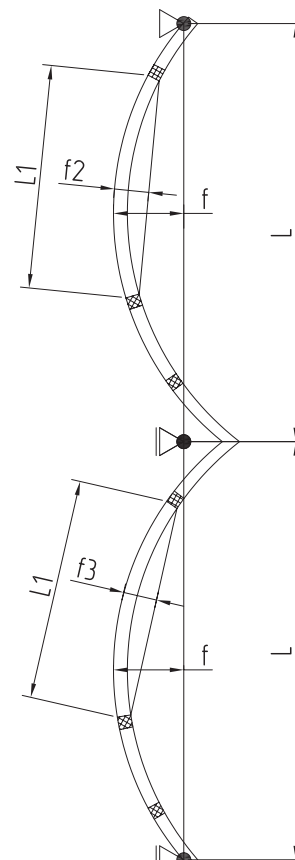


Рис. 3. Схема прогиба

При данных схемах полученные значения момента инерции J_x необходимо умножить на коэффициент k_2 , учитывающий прогиб по кромке стекла.

Таблица 4

L, см	Отношение L1/L			
	1	$1 \geq 0,75$	$0,75 \geq 0,66$	$0,66 \geq 0,5$
250	1,04	1	1	1
300	1,24	1	1	1
350	1,45	1	1	1
400	1,67	1	1	1
450	1,87	1,05	1	1
500	2,08	1,17	1	1
550	2,29	1,28	1,01	1
600	2,49	1,4	1,11	1

В случае, когда конструкция устанавливается внутри помещения, – применяем коэффициент согласно п.9. Приложения 4 СНиП 2.01.07–85.

Производим выбор стойки исходя из расчета необходимого момента инерции J_x .

Для однопролетной схемы:

$$J_x > \frac{q \cdot L^4}{1920 \cdot E \cdot f_{\text{дон}}} \cdot \left(25 - \frac{10 \cdot D^2}{L^2} + \frac{D^4}{L^4} \right) k_1 \cdot k_2,$$

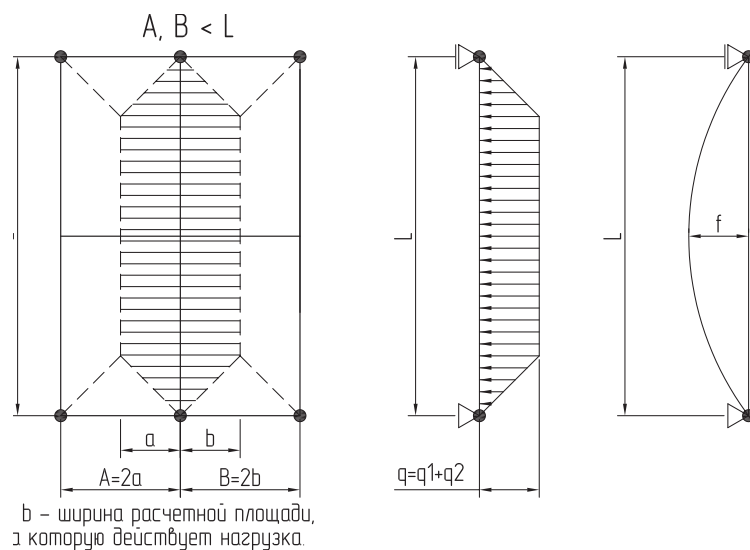


Рис. 4. Схема нагрузок

где

$q = w_m \cdot D$ – интенсивность распределенной нагрузки [кгс/м];

$w_m = w_0 \cdot k \cdot c$ – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки [кгс/м²];

D – ширина расчетной площади, на которую действует ветровая нагрузка [м];

w_0 – нормативное значение ветрового давления [кгс/м²] (см. табл. 1);

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. табл. 2);

c – аэродинамический коэффициент (п. 6.6 СНиП 2.01.07-85);

L – расстояние между точками крепления стойки к несущим конструкциям [см];

$E = 7,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости для алюминиевых сплавов [кгс/см²];

$f_{\text{дон}}$ – максимально допустимый прогиб стойки [см];

k_1 – коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (см. табл. 3);

k_2 – коэффициент корректировки, учитывающий прогиб по кромке стекла (см. табл. 4);

СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Пример расчета стойки на ветровую нагрузку для однопролетной схемы согласно рис. 4.

Принимаем, что конструкция закреплена на высоте 0,3 м. Расстояние между точками крепления стойки 3,2 м, шаг расположения стоек 1,5 м. Максимальная высота стеклопакета – 2,5 м. Здание расположено в городе Минске.

Допустимый прогиб стойки $f_{\text{доп}} = 320/300 = 1,07 \text{ см}$.

Город Минск расположен в ветровом регионе **I**, ветровое давление для этого региона по табл. 1:

$$w_0 = 23 \text{ кгс/м}^2, \text{ тип местности } \mathbf{A}.$$

С учетом высоты здания и типа местности определяем по табл. 2 и п. 6.6 СНиП 2.01.07–85

$$k = 0,75 \text{ и } c = 0,8.$$

Тогда значение

$$w_m = 23 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 13,80 \text{ кгс/м}^2.$$

Интенсивность распределенной нагрузки равна

$$q = 13,80 \cdot 1,5 = 20,7 \text{ кгс/м} \Rightarrow 0,207 \text{ кгс/см}.$$

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (т.к. высота стеклопакета 2,5 м > 2,4 м), по табл. 3:

$$k_1 = 1,04.$$

Исходя из отношения высоты стеклопакета к расстоянию между точками крепления стойки $L_1/L = 250/320 = 0,78$, по табл. 4 определяем коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла:

$$k_2 = 1,0.$$

На основании полученных значений определяем минимальный момент инерции стойки:

$$J_x > \frac{q \cdot L^4}{1920 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}} \cdot \left(25 - \frac{10 \cdot D^2}{L^2} + \frac{D^4}{L^4} \right) k_1 \cdot k_2,$$

$$J_x > \frac{0,207 \cdot 320^4}{1920 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 1,07} \cdot \left(25 - \frac{10 \cdot 150^2}{320^2} + \frac{150^4}{320^4} \right) \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 35,21 \text{ см}^4.$$

Выбираем стойку с моментом инерции $J_x > 35,21 \text{ см}^4$, в нашем случае это **F50.01 02** с моментом инерции $J_x = 40,79 \text{ см}^4$.

Расчет фактического прогиба данной стойки производим по формуле

$$f_{\text{факт.}} = \frac{q \cdot L^4}{1920 \cdot E \cdot J_x} \cdot \left(25 - \frac{10 \cdot D^2}{L^2} + \frac{D^4}{L^4} \right) = \frac{0,207 \cdot 320^4}{1920 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 40,79} \cdot \left(25 - \frac{10 \cdot 150^2}{320^2} + \frac{150^4}{320^4} \right) = 0,89 \text{ см}.$$

Соблюдаются условия соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу:

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}} \Rightarrow 0,89 \text{ см} < 1,07 \text{ см}.$$

Производим выбор ригеля исходя из расчета необходимого момента инерции J_x .
Для однопролетной схемы:

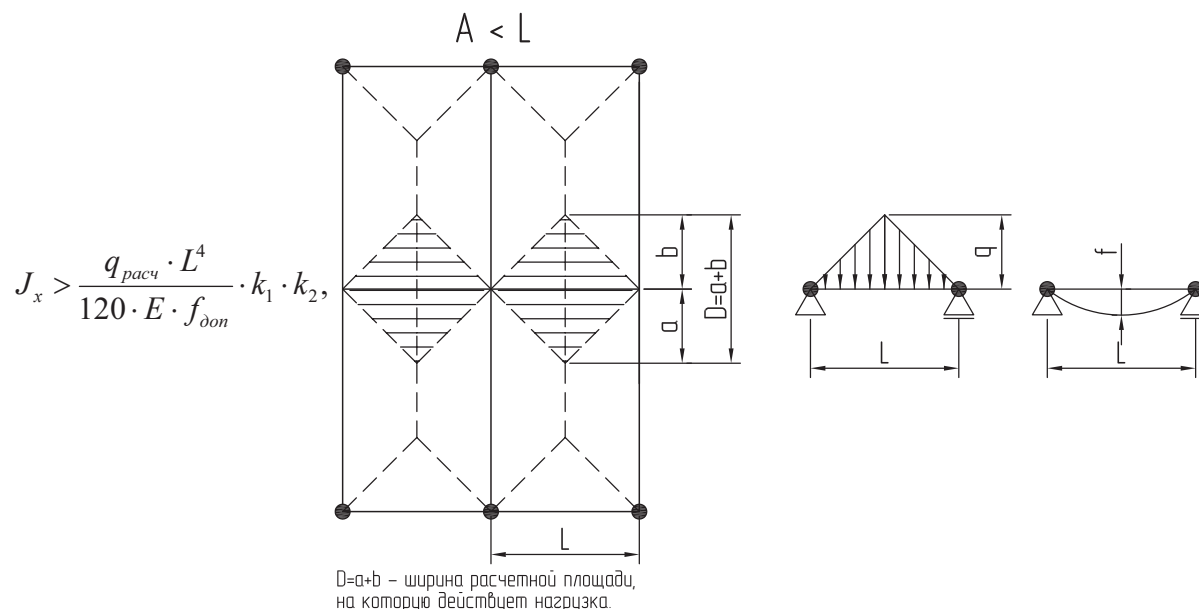


Рис. 5. Схема нагрузок

где

$q = w_m \cdot D$ – интенсивность распределенной нагрузки [$кгс / м$];

$w_m = w_0 \cdot k \cdot c$ – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки [$кгс / м^2$];

D – ширина расчетной площади, на которую действует ветровая нагрузка [$м$];

w_0 – нормативное значение ветрового давления [$кгс / м^2$] (см. табл. 1);

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. табл. 2);

c – аэродинамический коэффициент (п. 6.6 СНиП 2.01.07-85);

L – расстояние между точками крепления ригеля к несущим конструкциям [$см$];

$E = 7,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости для алюминиевых сплавов [$кгс / см^2$];

$f_{дон.}$ – максимально допустимый прогиб стойки [$см$];

k_1 – коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (см. табл. 3);

k_2 – коэффициент корректировки, учитывающий прогиб по кромке стекла (см. табл. 4).

СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Пример расчета ригеля на ветровую нагрузку для однопролетной схемы согласно рис. 5.

Принимаем, что конструкция закреплена на высоте 0,3 м. Расстояние между точками крепления стойки 3,2 м, шаг расположения стоек 1,5 м. Максимальная ширина стеклопакета 1,5 м. Здание расположено в городе Минске.

Допустимый прогиб ригеля $f_{дон} = 150/300 = 0,50$ см.

Город Минск расположен в ветровом регионе **I**, ветровое давление для этого региона по табл. 1:

$$w_0 = 23 \text{ кгс/м}^2, \text{ тип местности } \mathbf{A}.$$

С учетом высоты здания и типа местности определяем по табл. 2
и п. 6.6 СНиП 2.01.07-85

$$k = 0,75 \text{ и } c = 0,8.$$

Тогда значение

$$w_m = 23 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 13,8 \text{ кгс/м}^2.$$

Интенсивность распределенной нагрузки равна

$$q = 13,8 \cdot 1,5 = 20,7 \text{ кгс/м} \Rightarrow 0,207 \text{ кгс/см}.$$

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (т.к. ширина стеклопакета 1,5 м < 2,4 м), по табл. 3:

$$k_1 = 1,00.$$

Исходя из отношения ширины стеклопакета к расстоянию между точками крепления ригеля $L_1/L = 120/120 = 1,00$, по табл. 4. определяем коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла:

$$k_2 = 1,00.$$

На основании полученных значений определяем минимальный момент инерции ригеля:

$$J_x > \frac{q \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{дон}} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{0,207 \cdot 150^4}{120 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,5} \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 2,46 \text{ см}^4.$$

Выбираем ригель с моментом инерции $J_x > 2,46 \text{ см}^4$, в нашем случае это **F50.02 03** с моментом инерции $J_x = 3,95 \text{ см}^4$.

Расчет фактического прогиба данной стойки производим по формуле

$$f_{факт.} = \frac{q \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot J_x} = \frac{0,207 \cdot 150^4}{120 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 3,95} = 0,31 \text{ см}.$$

Соблюдаются условия соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу:

$$f_{факт.} < f_{дон.} \Rightarrow 0,31 \text{ см} < 0,50 \text{ см}.$$

Производим выбор стойки исходя из расчета необходимого момента инерции J_x .

Для однопролетной схемы:

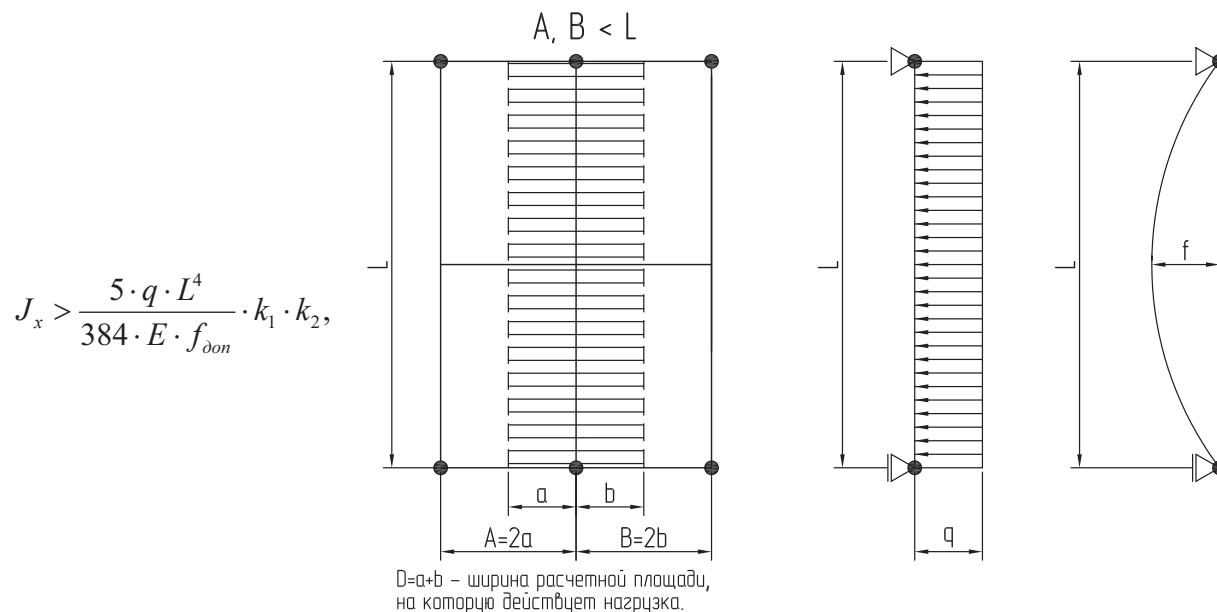


Рис. 6. Схема нагрузок

где

$q = w_m \cdot D$ – интенсивность распределенной нагрузки [$\text{кгс} / \text{м}$];

$w_m = w_0 \cdot k \cdot c$ – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки [$\text{кгс} / \text{м}^2$];

D – ширина расчетной площади, на которую действует ветровая нагрузка [м];

w_0 – нормативное значение ветрового давления [$\text{кгс} / \text{м}^2$] (см. табл. 1);

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. табл. 2);

c – аэродинамический коэффициент (**п. 6.6 СНиП 2.01.07–85**);

L – расстояние между точками крепления стойки к несущим конструкциям [см];

$E = 7,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости для алюминиевых сплавов [$\text{кгс} / \text{см}^2$];

$f_{\text{доп}}$ – максимально допустимый прогиб стойки [см];

k_1 – коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (см. табл. 3);

k_2 – коэффициент корректировки, учитывающий прогиб по кромке стекла (см. табл. 4).

СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Пример расчета стойки на ветровую нагрузку для однопролетной схемы согласно рис. 6.

Принимаем, что конструкция закреплена на высоте 8 м. Расстояние между точками крепления стойки 3,4 м, шаг расположения стоек 1,1 м. Максимальная высота стеклопакета 2,5 м. Здание расположено в городе Минске.

Допустимый прогиб стойки $f_{дон} = 340/300 = 1,33$ см.

Город Минск расположен в ветровом регионе **I**, ветровое давление для этого региона по табл. 1:

$$w_0 = 23 \text{ кгс/м}^2, \text{ тип местности } \mathbf{B}.$$

С учетом высоты здания и типа местности определяем по табл. 2 и п. **6.6 СНиП 2.01.07-85**

$$k = 0,65 \text{ и } c = 0,8.$$

Тогда значение

$$w_m = 23 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 11,96 \text{ кгс/м}^2.$$

Интенсивность распределенной нагрузки равна

$$q = 11,96 \cdot 1,1 = 13,16 \text{ кгс/м} \Rightarrow 0,1316 \text{ кгс/см}.$$

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (т.к. высота стеклопакета 2,5 м > 2,4 м), по табл. 3:

$$k_1 = 1,04.$$

Исходя из отношения высоты стеклопакета к расстоянию между точками крепления стойки (ригеля) $L1/L = 250/340 = 0,73$, по табл. 4 определяем коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла:

$$k_2 = 1,0.$$

На основании полученных значений определяем минимальный момент инерции стойки:

$$J_x > \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{дон}} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{5 \cdot 0,1316 \cdot 340^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 1,33} \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 25,22 \text{ см}^4.$$

Выбираем стойку с моментом инерции $J_x > 25,22 \text{ см}^4$, в нашем случае это **F50.01 02** с моментом инерции $J_x = 40,79 \text{ см}^4$.

Расчет фактического прогиба данной стойки производим по формуле

$$f_{факт.} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J_x} = \frac{5 \cdot 0,1316 \cdot 340^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 40,79} = 0,79 \text{ см}.$$

Соблюдаются условия соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу:

$$f_{факт.} < f_{дон.} \Rightarrow 0,79 \text{ см} < 1,33 \text{ см}.$$

Производим выбор стойки исходя из расчета необходимого момента инерции J_x .

Для двухпролетной схемы:

$$J_x > 0,0052 \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot f_{\text{дон}}} \cdot k_1 \cdot k_2,$$

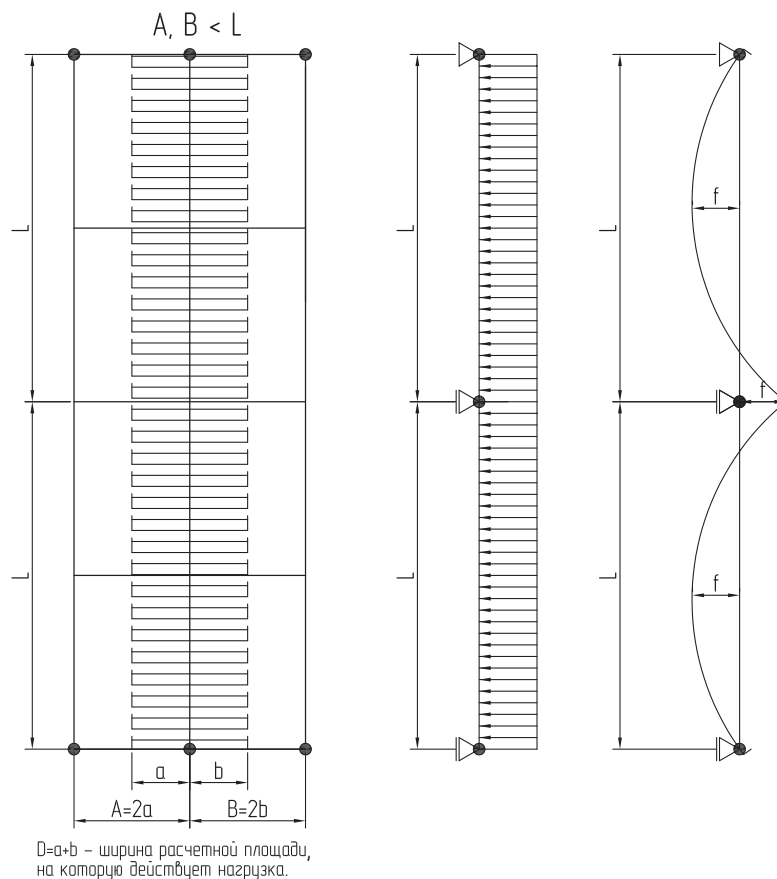


Рис. 7. Схемы нагрузок

где

$q = w_m \cdot D$ – интенсивность распределенной нагрузки [$\text{кгс} / \text{м}$];

$w_m = w_0 \cdot k \cdot c$ – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки [$\text{кгс} / \text{м}^2$];

D – ширина расчетной площади, на которую действует ветровая нагрузка [м];

w_0 – нормативное значение ветрового давления [$\text{кгс} / \text{м}^2$] (см. табл. 1);

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. табл. 2);

c – аэродинамический коэффициент (п. 6.6 СНиП 2.01.07–85);

L – расстояние между точками крепления стойки к несущим конструкциям [см];

$E = 7,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости для алюминиевых сплавов [$\text{кгс} / \text{см}^2$];

$f_{\text{дон}}$ – максимально допустимый прогиб стойки [см];

k_1 – коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (см. табл. 3);

k_2 – коэффициент корректировки, учитывающий прогиб по кромке стекла (см. табл. 4).

СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Пример расчета стойки на ветровую нагрузку для двухпролетной схемы согласно рис. 7.

Принимаем, что конструкция закреплена на высоте 30 м. Расстояние между точками крепления стойки 3,3 м, шаг расположения стоек 0,9 м. Максимальная высота стеклопакета 2,5 м. Здание расположено в городе Красноярске.

Допустимый прогиб стойки $f_{\text{доп.}} = 330/300 = 1,1 \text{ см.}$

Город Красноярск расположен в ветровом регионе III, ветровое давление для этого региона по табл. 1:

$$w_0 = 38 \text{ кгс/м}^2, \text{ тип местности В.}$$

С учетом высоты здания и типа местности определяем по табл. 2 и п. 6.6 СНиП 2.01.07-85

$$k = 1,1 \text{ и } c = 0,8.$$

Тогда значение

$$w_m = 38 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 33,44 \text{ кгс/м}^2.$$

Интенсивность распределенной нагрузки равна

$$q = 33,44 \cdot 0,9 = 30,10 \text{ кгс/м} \Rightarrow 0,301 \text{ кгс/см.}$$

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета (т.к. высота стеклопакета 2,5 м > 2,4 м), по табл. 3:

$$k_1 = 1,04.$$

Исходя из отношения высоты стеклопакета к расстоянию между точками крепления стойки (ригеля) $L1/L=250/330=0,76$, по табл. 4 определяем коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла:

$$k_2 = 1,0.$$

На основании полученных значений определяем минимальный момент инерции стойки:

$$J_x > 0,0052 \frac{q \cdot L^4}{E \cdot f_{\text{доп.}}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 0,0052 \cdot \frac{0,301 \cdot 330^4}{7,1 \cdot 10^5 \cdot 1,1} \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 24,72 \text{ см}^4.$$

Выбираем стойку с моментом инерции $J_x > 24,72 \text{ см}^4$, в нашем случае это **F50.01 02** с моментом инерции $J_x = 40,79 \text{ см}^4$.

Расчет фактического прогиба данной стойки производим по формуле

$$f_{\text{факт.}} = 0,0052 \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot J_x} = 0,0052 \cdot \frac{0,301 \cdot 330^4}{7,1 \cdot 10^5 \cdot 40,79} = 0,64 \text{ см.}$$

Соблюдаются условия соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу:

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}} \Rightarrow 0,64 \text{ см} < 1,1 \text{ см.}$$

12.2. Расчет стоек на прочность и устойчивость

Согласно **СНиП 2.03.06–85**, гибкость сжатых элементов не должна превышать значений, приведенных в табл. 27. Для конструкций с горизонтальными ригелями схема закрепления стоек и нагрузок выглядит следующим образом:



Нагруженная стойка

Рис. 8. Схема нагрузок

Гибкость определяется по формуле

$$\lambda = \frac{H_{\max} \times \mu}{\sqrt{\frac{I_x}{S_{\text{профиля}}}}},$$

где

$\mu = 0,725$ – коэффициент расчетной длины. Принимаем по табл. 26 и **СНиП 2.03.06–85** для выбранной схемы закрепления стоек и нагрузки;

$H_{\max}$ – максимальная высота стойки [см];

$S_{\text{профиля}}$ – площадь поперечного сечения профиля [см²];

I_x – момент инерции профиля [см⁴].

После расчета параметров стоек и ригелей на прогиб под воздействием ветровой нагрузки согласно п.14.1 и выбора нужного сечения стойки необходимо определить, удовлетворяет ли выбранный профиль условию на предельную гибкость.

В случае, когда стойка не подвержена сжатию, расчет на предельную гибкость проводится по желанию заказчика.

Пример расчета стойки на прочность и устойчивость согласно рис. 8.

Проведем проверку выбранного профиля **F50.01 02** согласно рис. 4 на прочность и устойчивость (см с. 12.06). Предположим, что наша стойка симметрично нагружена. Тогда предельная гибкость сжатого элемента

$$\lambda_{F50.0102} = \frac{L_{\max} \times \mu}{\sqrt{\frac{I_x^{F50.0102}}{S_{F50.0102}}}} = \frac{320 \cdot 0,725}{\sqrt{\frac{40,79}{6,156}}} = 90,13 < 100.$$

Соответственно выбранный профиль **F50.01 02** удовлетворяет **СНиП 2.03.06–85** по условию предельной гибкости.

14.3. Расчет параметров ригелей на воздействие нагрузки от веса заполнения

Помимо того что ригели должны быть устойчивы к воздействию ветровых нагрузок, они должны выдерживать нагрузку от собственного веса и веса заполнения. Схема распределения данной нагрузки показана на рис. 9.

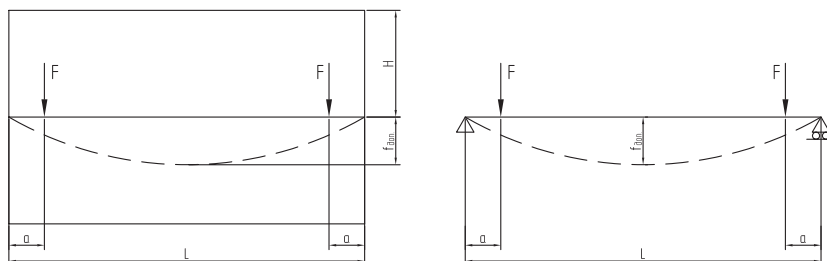


Рис. 9. Схема нагрузок

Под воздействием нагрузки от веса стекла и собственного веса ригель изгибается. Расчет сводится к выбору ригеля с моментом инерции J_y , который удовлетворял бы условию

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}}$$

где $f_{\text{доп.}}$ — максимально допустимый прогиб ригеля. Определяется по **СНиП 2.03.06-85**.

При заполнении одинарным стеклом

$$f_{\text{доп.}} = L / 200.$$

При заполнении стеклопакетом

$$f_{\text{доп.}} = L / 300.$$

При этом допустимый прогиб не должен превышать **0,3 см** из условий прогиба заполнения.

$f_{\text{факт.}}$ — фактический прогиб для однопролетной балки со свободными опорами и сосредоточенной нагрузкой.

Фактический прогиб под воздействием нагрузки от заполнения вычисляем по формуле

$$f_{\text{факт.}} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{24 \cdot E \cdot J_y},$$

где $F = \frac{H \cdot L \cdot t \cdot \gamma}{2}$ — нагрузка на ригель от веса заполнения [кгс];

L — расстояние между стойками [см];

H — расстояние между ригелями или высота заполнения [см];

$t = t_1 + t_2$ — суммарная толщина стекла [см];

$\gamma = 0,0025$ — плотность стекла [кгс/см³];

a — расстояние от оси стойки до оси установки подкладки под заполнение принимается 16,5 [см];

$f_{\text{факт.}}$ — фактический прогиб ригеля [см];

J_y — момент инерции ригеля [см⁴].

Пример расчета параметров ригеля на воздействие нагрузки от веса заполнения согласно рис. 9.

Расстояние между точками крепления стойки 3,2 м, шаг расположения стоек 1,5 м. Максимальная высота стеклопакета 2,5 м. Конструкция остеклена стеклопакетом толщиной 26 мм (6 – 16 – 4).

Допустимый прогиб ригеля:

$$f_{\text{доп.}} = 150 / 300 = 0,50 \text{ см.}$$

При этом допустимый прогиб не должен превышать **0,3 см** из условий прогиба заполнения.

Суммарная толщина стекла:

$$t = t_1 + t_2 = 6 \text{ мм} + 4 \text{ мм} = 10 \text{ мм} \Rightarrow 1,0 \text{ см.}$$

Нагрузка на ригель от веса заполнения:

$$F = \frac{H \cdot L \cdot t \cdot \gamma}{2} = \frac{250 \cdot 150 \cdot 1,0 \cdot 0,0025}{2} = 46,87 \text{ кгс.}$$

Момент инерции ригеля для нагрузки от веса стекла определяется по формуле

$$J_{y1} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{24 \cdot E \cdot f_{\text{доп.}}} = \frac{46,87 \cdot 16,5 \cdot (3 \cdot 150^2 - 4 \cdot 16,5^2)}{24 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,3} = 10,05 \text{ см}^4.$$

Выбираем ригель с моментом инерции $J_y > 10,05 \text{ см}^4$, в нашем случае это **F50.02 04** с моментом инерции $J_y = 14,96 \text{ см}^4$.

Момент инерции ригеля для нагрузки от собственного веса определяется по формуле

$$J_{y2} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{доп.}}} = \frac{5 \cdot 4,907 \cdot 0,00271 \cdot 150^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,5} = 0,25 \text{ см}^2,$$

где $q = A \cdot p$ – вес ригеля [кгс / см];

A – площадь поперечного сечения ригельного профиля [см²];

$p = 0,00271$ – плотность алюминия [кгс / см³].

Суммарный момент инерции ригеля определяется как сумма двух моментов:

$$J_y > J_{y1} + J_{y2} = 10,05 + 0,25 = 10,3 \text{ см}^2.$$

Проверка правильности выбора ригеля может быть сделана исходя из удовлетворения условию:

$$f_{\text{факт.}} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{24 \cdot E \cdot J_y} = \frac{46,87 \cdot 16,5 \cdot (3 \cdot 150^2 - 4 \cdot 16,5^2)}{24 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 14,96} = 0,2 \text{ см.}$$

Соблюдаются условия соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу:

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}} \Rightarrow 0,2 \text{ см} < 0,3 \text{ см.}$$

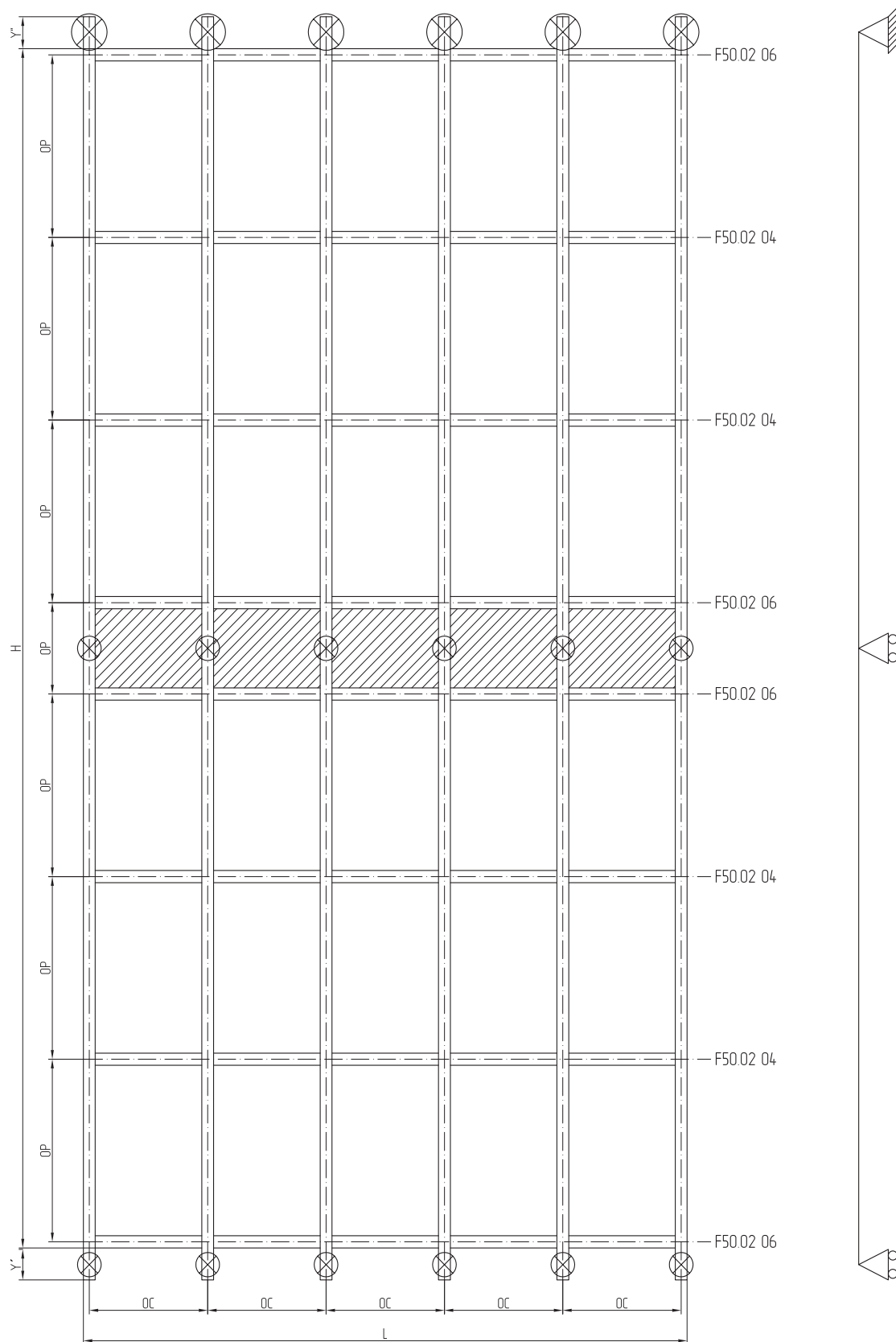
ПРИМЕР РАСЧЕТА ТИПОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Алюминиевые профили

Артикул	Наименование	Схема нарезки	Количество
F50.01.03	Профиль стойки 80 мм	H+Y+Y*	6
F50.02.04	Профиль ригеля 45 мм	OC-20	20
F50.02.06	Профиль ригеля 85 мм	OC-20	20
F50.06.01	Профиль прижимной планки 9,5 мм для стоек	H	6
F50.06.01	Профиль прижимной планки 9,5 мм для ригелей	OC-55	40
F50.05.03	Профиль крышки декоративной для стоек	H	6
F50.05.01	Профиль крышки декоративной для ригелей	OC-53	40

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТИПОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Пример расчета типовой конструкции фасада. Соединение стоек и ригелей внахлест



ПРИМЕР РАСЧЕТА ТИПОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Пример расчета типовой конструкции фасада. Соединение стоек и ригелей внахлест

Алюминиевые профили

Артикул	Наименование	Схема нарезки	Количество
F50.01.03	Профиль стойки 80 мм	H+Y+Y"	6
F50.02.04	Профиль ригеля 45 мм	OC-20	20
F50.02.06	Профиль ригеля 85 мм	OC-20	20
F50.06.01	Профиль прижимной планки 9,5 мм для стоек	H	6
F50.06.01	Профиль прижимной планки 9,5 мм для ригелей	OC-55	40
F50.05.03	Профиль крышки декоративной для стоек	H	6
F50.05.04	Профиль крышки декоративной для ригелей	OC-51	40

PBX (PVC-U-HI) профили

Артикул	Наименование	Схема нарезки	Количество
F50.09.05	Профиль термомаста 18 мм для стоек	H	6
F50.09.05	Профиль термомаста 18 мм для ригелей 45мм	OC-12	40
F50.09.02	Профиль дистанционный 24 мм для стоек	H OP-51	2 10
F50.09.01	Профиль дистанционный 18 мм для ригелей	OC-20	20

Уплотнители (EPDM)

Артикул	Наименование	Схема нарезки	Количество
FRK 17	Уплотнитель 9 мм на стойки и дистанционные профили 24 мм и 18 мм	H+2% (OC-20)+2%	12 10
FRK 14	Уплотнитель 3 мм на ригели	(OC-20)+2%	60
FRK 15	Уплотнитель 5 мм на профиль дистанционный 24 мм	(OP-51)+2%	10
FRK 15	Уплотнитель 5 мм на профиль дистанционный 18 мм	(OC-20)+2%	10
FRK 23	Уплотнитель фальца стеклопакета 12 мм на термомаст стойки	H+0,5%	12
FRK 23	Уплотнитель фальца стеклопакета 12 мм на термомаст ригеля	(OC-6)+0,5%	80
FRK 24	Уплотнитель 3 мм на профиль прижимной планки 9,5 мм для стоек	H+2%	12
FRK 24	Уплотнитель 3 мм на профиль прижимной планки 9,5 мм для ригелей	(OC-55)+2%	80

Комплекующие изделия

Артикул	Наименование	Количество
F50.09.31	Сухарный элемент 23 мм, из профиля F50.04.03, для ригелей 45 мм	40
F50.09.33	Сухарный элемент 63 мм из профиля F50.04.03, для ригелей 85 мм	40
F50.09.62	Алюминиевая опорная подкладка 100 мм из профиля F50.08.02, под стеклопакет 26 мм	60
	Стандартная пластиковая дистанционная подкладка под стеклопакет 26 мм	60
F50.09.62	Алюминиевая опорная подкладка 100 мм из профиля F50.08.01, под эмалированное закаленное стекло 6 мм	10
	Стандартная пластиковая дистанционная подкладка под эмалированное закаленное стекло 6 мм	10
F50.09.21	Пластиковая деталь	80
F50.09.23	Пластиковая деталь	12
	Стальной П-образный фиксирующий кронштейн (крепежный комплект)	6
	Стальной П-образный подвижный кронштейн (крепежный комплект)	12
	Шуруп 3,9x13 для крепления соединительного элемента к стойке	160
	Шуруп 3,9x16 для крепления ригелей к стойке	160
	Шуруп 5,5x38-A4 для крепления стоечных и ригельных прижимных планок с шагом не более 250 мм	(H/250)6+(OC/250)80
	Шайба с резиновой прокладкой под шурупы 5,5x38 мм	(H/250)6+(OC/250)80

Остиекление

Наименование	Размеры заполнения	Количество
Стеклопакет 26 мм (6-16-4И) с мягким покрытием	(OP-24)x(OC-24)	30
Закаленное эмалированное стекло 6 мм	(OP-24)x(OC-24)	5
Алюминиевый лист толщиной 1,5 мм	(OP-56)x(OC-56)	5
Пароизоляция	(OP+50)x(OC+50)	5
Минвата	(OP-50)x(OC-50)	5