

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4 Конструктивные и объемно-планировочные решения

Часть 1 Навесные фасадные системы

Расчет конструкций стоечноригельной системы остекления витража 1-го и 7-го этажей

МР-1508-00-П-КР1.РПЗ-1

Том 4.1

Изм	№ док.	Подпись	Дата
1	1512-1		15.12.2021
2	1512-2		24.12.2021

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
1 Введение.....	3
2 Перечень основных нормативных и технических документов, использованных при разработке настоящего раздела.....	3
3 Климатические условия.....	3
4 Пиковые значения ветровых нагрузок.....	4
5 Дополнительная горизонтальная нагрузка на витражи.....	5
6 Собственный вес конструкций.....	5
7 Предпосылки для расчета витражных конструкций.....	6
8 Расчет конструкций витражей первого этажа CW-05.....	7
9 Подбор стойки СТ1 витража CW-05.....	8
10 Расчет конструкций витражей седьмого этажа CW-04.....	12
11 Подбор стойки СТ2 витража CW-04.....	13
12 Подбор нижнего ригеля Р1 витража первого этажа CW-05.....	18
13 Подбор нижнего ригеля Р2 витража седьмого этажа CW-04.....	24
14 Расчет стеклопакета 1го и 7-го этажей.....	30
15 Выводы.....	45

Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №							
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1		Лист	
1	-	зам	1512-1		12.21			2	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				

1 Введение

В данном расчете рассмотрены участки фасада с наибольшей грузовой площадью, находящиеся на 1 и 7 этаже с максимальной отметкой верха на 1 этаже +5,000 на 7 этаже +33,300. При вычислении максимального значения ветровой нагрузки, значения из отчета по обдуву будут умножены на 1,1(коэффициент ответственности). Расчет необходимо рассматривать совместно с томом Часть 1 Навесные фасадные системы МР-1508-00-П-КР1

2 Перечень основных нормативных и технических документов, использованных при разработке настоящего раздела

- Федеральный закон от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- СП 128.13330.2016 Аллюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85
- СП 426.1325800.2018 «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования»
- СП 363.1325800.2017 Покрытия светопрозрачные и фонари зданий и сооружений
- ГОСТ 30826-2014 «Стекло многослойное». Технические условия
- ГОСТ 30698-2014 «Стекло закаленное». Технические условия
- ГОСТ 33087-2014 «Стекло термоупрочненное». Технические условия
- ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения;
- ГОСТ 24866-2014 «Стеклопакеты клееные. Технические условия (с изм. № 1) от 01.12.2020
- ГОСТ ISO 11485-3-2016 «Стекло моллированное»
- СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*);
- СП 16.13330.2011 Стальные конструкции (Актуализированная редакция СНиП II-23-81*);
- СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии (Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (С изменениями №1, №2));
- СП 51.13330.2011 Защита от шума (Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003);

3 Климатические условия

- Климатический район строительства – II В;
- нормативное значение ветрового давления - 0,3 кПа (II район и местность типа «В» по классификации СП 20.13330.2016 "СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия");
- По результатам многолетних наблюдений характеризуется следующими основными

Ивв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №						
2	-	зам	1512-2		12.21	МР-1508-00-П-КР1.РПЗ 1		Лист 3
1	-	зам	1512-1		12.21			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата			

показателями (согласно СП 131.13330.2012, СП 14.13330.2014):

- средняя температура января - минус 6,6° С;
- абсолютный минимум - минус 36° С;
- средняя температура июля - плюс 18,3° С;
- абсолютный максимум - плюс 37° С;
- средняя годовая температура - плюс 5,4° С;
- количество осадков в период ноябрь-март - 202 мм;
- количество осадков в период апрель-октябрь - 423 мм.

4 Пиковые значения ветровых нагрузок.

Значение пиковой ветровой нагрузки определяется в соответствии с «рекомендациями для стадии проектирования «РД» по назначению снеговой, ветровой и температурной нагрузки, используемой при проектировании несущих и ограждающих конструкций Общественно-делового центра «Охта», г. Санкт-Петербург» разработанными «Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В.А. Кучеренко».

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки $v_{(-)}$ равен 0,83 для площади ограждения 6 м. кв. в соответствии с табл. 11.8 СП 20.13330.2016. для $v_{(+)}$ равен 0,88.

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки $v_{(-)}$ равен 0,71 для площади ограждения 14,0 м. кв. в соответствии с табл. 11.8 СП 20.13330.2016. для $v_{(+)}$ равен 0,78.

Итоговые результаты нормативных значений пиковых ветровых нагрузок на отм. +5,000 отрицательного аэродинамического воздействия представлены ниже:

$$w_{-}^{\text{норм.}} = -42,33 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = -33,26 \text{ кг/м}^2,$$

Для пиковых ветровых нагрузок положительного аэродинамического воздействия:

$$w_{+}^{\text{норм.}} = 45,0 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = 35,36 \text{ кг/м}^2,$$

С учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,4 в соответствии с п.11 подпункта г(б)) СП 20.13330.2016,

Расчетные пиковые нагрузки:

$$w_{-}^{\text{расч.}} = -51,0 \text{ кг/м}^2 * 0,83 * 1,1 = -46,6 \text{ кг/м}^2.$$

$$\text{для положительного воздействия: } w_{+}^{\text{расч.}} = 51,0 \text{ кг/м}^2 * 0,88 * 1,1 = 49,4 \text{ кг/м}^2.$$

Итоговые результаты нормативных значений пиковых ветровых нагрузок на отм. +33,300 отрицательного аэродинамического воздействия представлены ниже:

$$w_{-}^{\text{норм.}} = -108,63 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = -85,4 \text{ кг/м}^2,$$

Для пиковых ветровых нагрузок положительного аэродинамического воздействия:

$$w_{+}^{\text{норм.}} = 39,78 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = 31,3 \text{ кг/м}^2,$$

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Расчетные пиковые нагрузки:						
			$w_{-}^{расч.} = -51,0 \text{ кг/м}^2 * 0,83 * 1,1 = -46,6 \text{ кг/м}^2.$						
			для положительного воздействия: $w_{+}^{расч.} = 51,0 \text{ кг/м}^2 * 0,88 * 1,1 = 49,4 \text{ кг/м}^2.$						
Итоговые результаты нормативных значений пиковых ветровых нагрузок на отм. +33,300									
отрицательного аэродинамического воздействия представлены ниже:									
$w_{-}^{норм.} = -108,63 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = -85,4 \text{ кг/м}^2,$									
Для пиковых ветровых нагрузок положительного аэродинамического воздействия:									
$w_{+}^{норм.} = 39,78 \text{ кг/м}^2 * 1,1/1,4 = 31,3 \text{ кг/м}^2,$									
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1			Лист
1	-	зам	1512-1		12.21				4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				

С учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,4 в соответствии с п.11 подпункта г(б)) СП 20.13330.2016,

Расчетные пиковые нагрузки:

$$w_{-}^{\text{расч.}} = -153,0 \text{ кг/м}^2 * 0,71 * 1,1 = -119,5 \text{ кг/м}^2.$$

для положительного воздействия: $w_{+}^{\text{расч.}} = 51,0 \text{ кг/м}^2 * 0,78 * 1,1 = 43,8 \text{ кг/м}^2.$

5 Дополнительная горизонтальная нагрузка на витражи.

В соответствии с п. 8.2.6 СП20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*(с изменениями №1, 2)», подпункт в), принимаем нормативное значение горизонтальной нагрузки равное $81,55 \text{ кг/м} * 1,1 = 89,71 \text{ кг/м}$. Расчетное значение нагрузки будет составлять $89,71 \text{ кг/м} * 1,2 = 107,7 \text{ кг/м}$, где 1,2 коэффициент надежности по нагрузке принят согласно п.8.2.7 СП20.13330.2016.

Данная нагрузка применяется только на конструкциях с заполнением «в пол» без устройства ограждений.

6 Собственный вес конструкций.

Тип стеклопакет а	Единицы измерени я	Нормативная нагрузка	Коэффициен т надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка
стеклопакет с толщиной стекла 30мм (в запас)	кг/м ²	$2500 \text{ кг/м}^3 * 0,030 \text{ м} * 1,1$ $= 82,5 \text{ кг/м}^2$	1,1	$82,5 \text{ кг/м}^2 * 1,1$ $=$ $90,75 \text{ кг/м}^2$

Коэффициент надежности по нагрузке равен 1,1 для веса стеклопакета.

Коэффициент надежности по ответственности равен 1,1.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист 5
1	-	зам	1512-1		12.21		
2	-	зам	1512-2		12.21		
Индв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					

7 Предпосылки для расчета витражных конструкций

В качестве несущих конструкций витражных систем используются профили из алюминиевого сплава 6060, состояние материала – Т66, согласно техническому каталогу.

Данный сплав согласно ГОСТ 22233-2018 имеет следующие показатели:

Временное сопротивление при растяжении $\delta_b = 195 \text{ МПа} = 19,88 \text{ кг/мм}^2 = 1,988 \text{ кг/см}^2 = 19880,000 \text{ Т/м}^2$;

Предел текучести при растяжении $\delta_{0,2} = 150 \text{ МПа} = 15,29 \text{ кг/мм}^2 = 1529,0 \text{ кг/см}^2 = 15290,000 \text{ Т/м}^2$.

Согласно п.6.1 СП 128.13330.2016. «Алюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85», значение расчетного сопротивления алюминия при растяжении, сжатии и изгибе R следует принимать равным меньшему из значений расчетного сопротивления по условному пределу текучести R_y и расчетного сопротивления по временному сопротивлению R_u . При этом: $R_y = R_{yp} / \gamma_m$; $R_u = R_{un} / \gamma_m * \gamma_u$, где R_{yp} – нормативное сопротивление алюминия, принимаемое равным значению условного предела текучести сечения $\sigma_{0,2}$ по национальным стандартам и техническим условиям на алюминий; R_{un} – нормативное сопротивление алюминия разрыву, принимаемое равным минимальному значению временного сопротивления σ_b по национальным стандартам и техническим условиям на алюминий;

$$\gamma_m = 1,1;$$

$$\gamma_u = 1,45.$$

Итак, считаем $R_y = 15,29 \text{ кг/мм}^2 / 1,1 = 13,9 \text{ кг/мм}^2$, $R_u = 19,88 \text{ кг/мм}^2 / 1,1 * 1,45 = 12,46 \text{ кг/мм}^2$.

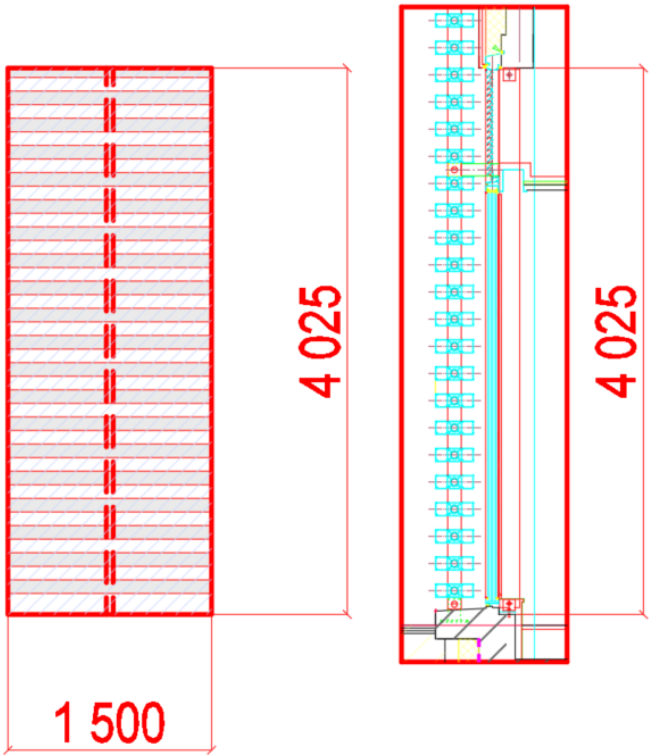
$R_u = 12,46 \text{ кг/мм}^2 < R_y = 13,9 \text{ кг/мм}^2$, следовательно принимаем в качестве значения расчетного сопротивления алюминия при растяжении, сжатии и изгибе принимаем $R = 12,46 \text{ кг/мм}^2$.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист 6
1	-	зам	1512-1		12.21		
2	-	зам	1512-2		12.21		
Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					

8 Расчет конструкций витражей первого этажа CW-05.

Рассмотрим витражи первого этажа, как наиболее загруженный с наибольшей ветровой нагрузкой на отсос, данный витраж будем рассчитывать для угловой зоны с максимальной пиковой ветровой нагрузкой на отм. +5,000 равной, нормативная нагрузка 35,36кг/м², расчетная нагрузка 49,4кг/м².

Грузовая площадь витража первого этажа.



Итак, погонная расчетная пиковая ветровая нагрузка для стойки будет равна:

Средняя стойка, $q_{расч}=49,4\text{кг/м}^2*1,5\text{м}=74,1\text{кг/м}$.

Нормативная нагрузка для средней стойки будет равна:

Средняя стойка, $q_{норм}=35,36\text{кг/м}^2*1,5\text{м}=53,04\text{кг/м}$.

Так как разница между нагрузками на отсос и прижим невелика, то поменяем направление нагрузки в обратную сторону, для того чтобы рассмотреть худший вариант комбинаций нагрузок.

Индв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №
2	-	зам
1	-	зам
Изм.	Кол.уч.	Лист

1512-2	12.21
1512-1	12.21
№ док	Подпись
Дата	

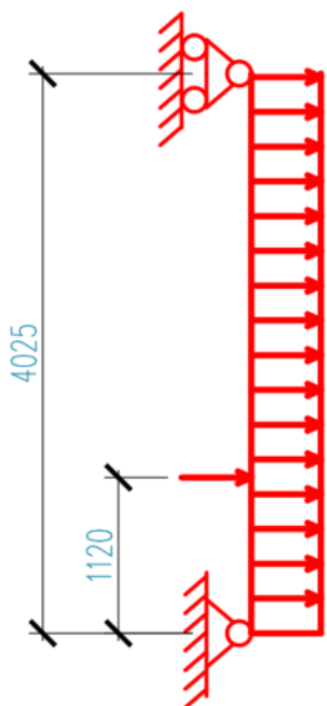
MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1

9 Подбор стойки СТ1 витража CW-05

Расчет стойки СТ1 на прогиб от ветровой нагрузки.

Вертикальные стойки воспринимают горизонтальную нагрузку от давления ветра и дополнительную нагрузку от человека. Ветер воздействует на плоскость поверхности заполнения, которое опирается по четырем сторонам на конструкции витража. Нагрузка от заполнения передается на угловые стойки и нижний ригель. Под воздействием ветровой нагрузки элементы конструкции изгибаются. Из-за малого модуля упругости алюминия (по сравнению со сталью) – зачастую пригодность алюминиевых конструкций к использованию определяется величиной прогиба, а допустимые предельные напряжения достигаются редко.

Расчетная схема средней стойки (угловая зона):



Вычислим максимально допустимый прогиб для средней стойки: принимается прогиб по конструктиву $L/300$, что является более жестким требованием чем СП 426.1325800.2018 п. 5.3.5

$$f_{\text{прогиб}}^{\text{max}} = L/300,$$

$$f_{\text{прогиб}}^{\text{max}} = 4025/300 = 13,4 \text{ мм.}$$

Расчет на прогиб стойки от ветра.

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с равномерно распределенной нагрузкой максимальный прогиб в стойке будет составлять: $f_{\text{max}} = \frac{5 \cdot q_x^{\text{норм}} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$, из чего следует:

$$I_x^{\text{min}} = \frac{5 \cdot q_x^{\text{норм}} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{прогиб}}^{\text{max}}}.$$

Подставляем данные, получаем:

$$\text{Для стойки, } I_x^{\text{min}} = \frac{5 \cdot 0,5304 \text{ кг/см} \cdot 402,5^4 \text{ см}}{384 \cdot 713801,349 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,34 \text{ см}} =$$

$$189,51 \text{ см}^4;$$

Расчет на прогиб от дополнительной силы

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с сосредоточенной нагрузкой максимальный прогиб в стойке будет составлять (при $a > l/2$):

$$f_{\text{max}} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot I_x}, \text{ из чего следует,}$$

$$I_x^{\text{min}} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot f_{\text{max}}}, \text{ подставляем данные получаем,}$$

$$\text{для стойки, } I_x^{\text{min}} = \frac{0,8971 \text{ кг/см} \cdot 150 \text{ см} \cdot 112^2 \text{ см} \cdot 290,5^2 \text{ см}}{3 \cdot 402,5 \text{ см} \cdot 713801,349 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,34 \text{ см}} = 123,34 \text{ см}^4,$$

Ив. №	Подп. и дата	Взам. инв. №				
2	-	зам	1512-2	12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	
1	-	зам	1512-1	12.21		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись		
					Лист 8	

для стойки, $M_{\text{ветер}}^{\text{макс}} = \frac{q_x^{\text{расч}} * l^2}{8} = \frac{0,741 \text{ кг/см} * 402,5^2 \text{ см}}{8} =$,

$15005,83 \text{ кг} * \text{см};$

По схеме однопролетной балки на двух шарнирах с сосредоточенной силой, максимальный момент в стойке от дополнительной нагрузки будет составлять:

для стойки, $M_{\text{доп}}^{\text{макс}} = \frac{Q_{\text{доп}}^{\text{расч}} * (l-a) * a}{l} = \frac{1,077 \text{ кг/см} * 150,0 \text{ см} * 290,5 * 112 \text{ см}}{402,5 \text{ см}} =$

$13058,86 \text{ кг} * \text{см};$

Подставим полученные значения в формулу, $\frac{N}{A} + \frac{M_{\text{ветер}} + M_{\text{доп}}}{W} < R,$

для стойки, $\frac{21,14 \text{ кг}}{12,32 \text{ см}^2} + \frac{15005,83 \text{ кг} * \text{см} + 13058,86 \text{ кг} * \text{см}}{48,94 \text{ см}^3} = 575.16 \text{ кг/см}^2,$

Итак, $575.16 \text{ кг/см}^2 < 1246,0 \text{ кг/см}^2$, следовательно условие по прочности удовлетворяет требованиям СП128.13330.2016.

Запас прочности по стойке составляет 2,16 раза.

Инв. №	Подп. и дата		Взам. инв. №	
2	-	зам	1512-2	12.21
1	-	зам	1512-1	12.21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись
MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1				
Лист				
10				

Расчет стоек на устойчивость.

В соответствии с п.7.1.2 СП128.13330.2016, при расчете стоек на устойчивость, должно выполняться условие, $\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c} \leq 1$, где

N – вертикальная нагрузка действующая на стойку от веса стеклопакетов и собственного веса профиля,

A – площадь сечения профиля,

R – расчетное сопротивление алюминия растяжению, сжатию, изгибу,

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый по табл. 6 СП128.13330.2016, равный 1,0,

φ – коэффициент, принимаемый по табл. Г.2 и Г.3 СП128.13330.2016.

Гибкость растянутых элементов не должна превышать 300 по табл. 34 СП128.13330.2016.

Гибкость растянутых элементов проверяется только в вертикальной плоскости см. п. 8.4.1 СП128.13330.2016. Согласно табл. 33 СП128.13330.2016, гибкость сжатых элементов не должна превышать 70, для несимметрично нагруженных элементов конструкций (крайние и угловые стойки витражей), для симметрично нагруженных элементов конструкций предельная гибкость сжатых элементов равна 100.

Гибкость элемента определяется по формуле, $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_x}$, где

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{424,05 \text{ см}^4}{12,32 \text{ см}^2}} = 5,86 \text{ см} - \text{радиус инерции стойки,}$$

$$l_{ef} = l \cdot \mu = 402,5 \text{ см} \cdot 0,725 = 291,8125 \text{ см} - \text{расчетная длина стойки,}$$

μ - коэффициент расчетной длины принимается по схеме закрепления стойки, по табл. 31 СП128.13330.2016.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{291,8125 \text{ см}}{5,86 \text{ см}} = 49,79 < 70, \text{ гибкость стойки, условие выполняется,}$$

$\varphi=0,74$ для АД31 и $\lambda=50$. Для сплава 6060 в таблице Г.2 СП128.13330.2016 аналогом является сплав АД31.

$$\text{Расчет устойчивости для стойки, } \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c} = \frac{21,14 \text{ кг}}{0,74 \cdot 12,32 \text{ см}^2 \cdot 1246,0 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,0} = 0,002 < 1,$$

Условие выполняется, следовательно требование по устойчивости выполнено, запас для стойки составляет 394,0 раза.

В качестве стойки СТ1 для витражной конструкции CW-05 (1-го этажа) принимается стойка Schuco FWS50 арт. 536 850

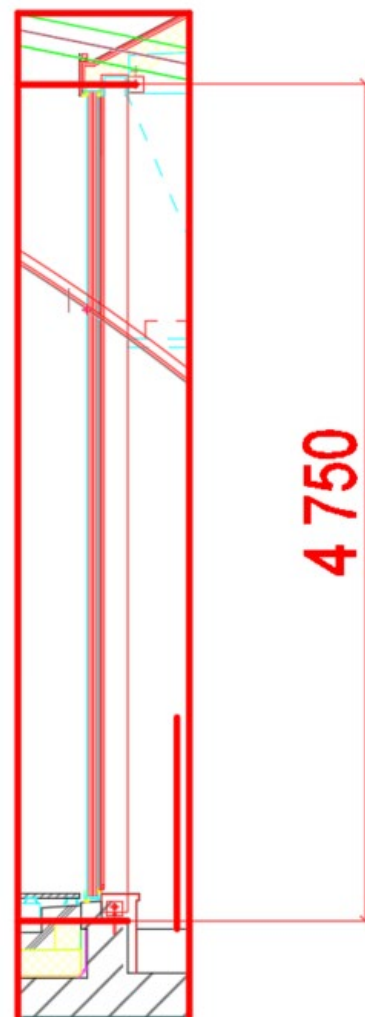
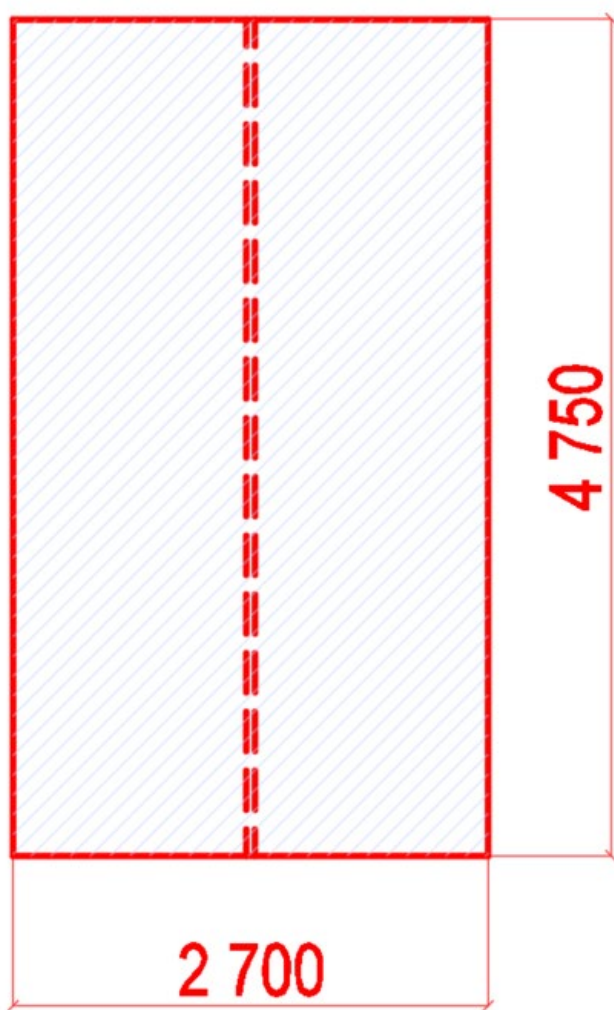
Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	сплав АД31.									
			Расчет устойчивости для стойки, $\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c} = \frac{21,14 \text{ кг}}{0,74 \cdot 12,32 \text{ см}^2 \cdot 1246,0 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,0} = 0,002 < 1,$									
			Условие выполняется, следовательно требование по устойчивости выполнено, запас для стойки составляет 394,0 раза.									
			В качестве стойки СТ1 для витражной конструкции CW-05 (1-го этажа) принимается стойка Schuco FWS50 арт. 536 850									
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1					Лист	
1	-	зам	1512-1		12.21						11	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата							

10 Расчет конструкций витражей седьмого этажа CW-04.

Рассмотрим витражи первого этажа, как наиболее загруженный с наибольшей ветровой нагрузкой на отсос, данный витраж будем рассчитывать для угловой зоны с максимальной пиковой ветровой нагрузкой на отм. +33,300 равной, нормативная нагрузка $-77,59 \text{ кг/м}^2$, расчетная нагрузка

- $108,63 \text{ кг/м}^2$.

Выберем самое неблагоприятное сочетание шага стойки и высоты витража размером $2700 \times 4750(h) \text{ мм}$. Грузовая площадь витража седьмого этажа.



Итак, погонная расчетная пиковая ветровая нагрузка для стойки будет равна:

Средняя стойка, $q_{\text{расч}} = 119,5 \text{ кг/м}^2 \times 2,7 \text{ м} = 322,65 \text{ кг/м}$.

Нормативная нагрузка для средней стойки будет равна:

Средняя стойка, $q_{\text{норм}} = 85,4 \text{ кг/м}^2 \times 2,7 \text{ м} = 230,58 \text{ кг/м}$.

Инв. №	Подп. и дата		Взам. инв. №	
2	-	зам	1512-2	12.21
1	-	зам	1512-1	12.21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись
MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1 Лист 12				

11 Подбор стойки СТ2 витража CW-04

Расчет стоек на прогиб от ветровой нагрузки.

Вертикальные стойки воспринимают горизонтальную нагрузку от давления ветра и дополнительную нагрузку от человека. Ветер воздействует на плоскость поверхности заполнения, которое опирается по четырем сторонам на конструкции витража. Нагрузка от заполнения передается на угловые стойки и нижний ригель. Под воздействием ветровой нагрузки элементы конструкции изгибаются. Из-за малого модуля упругости алюминия (по сравнению со сталью) – зачастую пригодность алюминиевых конструкций к использованию определяется величиной прогиба, а допустимые предельные напряжения достигаются редко.

Расчетная схема средней стойки (угловая зона):



Вычислим максимально допустимый прогиб для средней стойки:

$$f_{\text{прогиб}}^{\text{max}} = L/300, \text{ в соответствии с приложением Д СП20.13330.2016,} \\ f_{\text{прогиб}}^{\text{max}} = 4750/300 = 15,8 \text{ мм.}$$

Расчет на прогиб стойки от ветра.

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с равномерно распределенной нагрузкой максимальный прогиб в стойке

будет составлять: $f_{\text{max}} = \frac{5 \cdot q_x^{\text{норм}} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J_x}$, из чего следует: $J_x^{\text{min}} =$

$$\frac{5 \cdot q_x^{\text{норм}} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{прогиб}}^{\text{max}}}.$$

Подставляем данные, получаем:

Для стойки, $J_x^{\text{min}} = \frac{5 \cdot 2,3058 \text{ кг/см} \cdot 475,0^4 \text{ см}}{384 \cdot 713801,349 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,58 \text{ см}} =$
 $1355,2 \text{ см}^4;$

Расчет на прогиб от дополнительной силы

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с сосредоточенной нагрузкой максимальный прогиб в стойке будет составлять (при $a > l/2$):

$$f_{\text{max}} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot J_x}, \text{ из чего следует,}$$

$$J_x^{\text{min}} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot f_{\text{max}}}, \text{ подставляем данные получаем,}$$

для стойки, $J_x^{\text{min}} = \frac{0,8971 \text{ кг/см} \cdot 270,0 \text{ см} \cdot 115,5^2 \text{ см} \cdot 359,5^2 \text{ см}}{3 \cdot 475,0 \text{ см} \cdot 713801,349 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,58 \text{ см}} = 259,85 \text{ см}^4,$

Инв. №	Подп. и дата					Взам. инв. №	
По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с сосредоточенной нагрузкой максимальный прогиб в стойке будет составлять (при $a>l/2$): $f_{max} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot J_x}, \text{ из чего следует,}$ $J_x^{min} = \frac{Q \cdot b^2 \cdot a^2}{3 \cdot l \cdot E \cdot f_{max}}, \text{ подставляем данные получаем,}$ для стойки, $J_x^{min} = \frac{0,8971 \text{ кг/см} \cdot 270,0 \text{ см} \cdot 115,5^2 \text{ см} \cdot 359,5^2 \text{ см}}{3 \cdot 475,0 \text{ см} \cdot 713801,349 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,58 \text{ см}} = 259,85 \text{ см}^4,$							
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист
1	-	зам	1512-1		12.21		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата		
							13

Совокупный момент инерции:

для стойки, $J_x^{min} = 1355,2 \text{ см}^4 + 259,85 \text{ см}^4 = 1615,05 \text{ см}^4$.

Вывод: Требуемое минимальное значение совокупного момента инерции сечения профиля стойки $J_x^{min} = 1674,181 \text{ см}^4$. Для такого значения не удовлетворяет ни один прямоугольный профиль с приемлемыми габаритами сечения. Поэтому для подбора сечения перейдем на профили выполненные из стали.

Расчет на прогиб стойки от ветра.

Для стойки, $J_x^{min} = \frac{5 \cdot 2,3058 \text{ кг/см} \cdot 475,0^4 \text{ см}}{384 \cdot 2100615,398 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,58 \text{ см}} = 460,51 \text{ см}^4$.

Расчет на прогиб от дополнительной силы

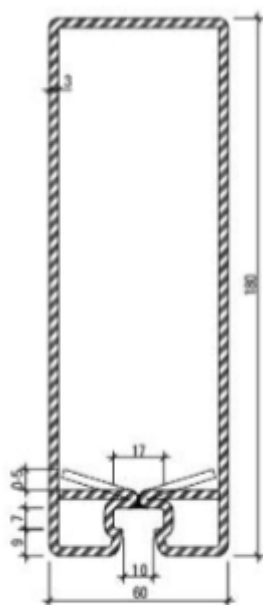
для стойки, $J_x^{min} = \frac{0,8971 \text{ кг/см} \cdot 270,0 \text{ см} \cdot 115,5^2 \text{ см} \cdot 359,5^2 \text{ см}}{3 \cdot 475,0 \text{ см} \cdot 2100615,398 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,58 \text{ см}} = 88,3 \text{ см}^4$.

Совокупный момент инерции:

для стойки, $J_x^{min} = 460,51 \text{ см}^4 + 88,3 \text{ см}^4 = 548,81 \text{ см}^4$.

Вывод: Требуемое минимальное значение совокупного момента инерции сечения профиля стойки из стали $J_x^{min} = 548,81 \text{ см}^4$.

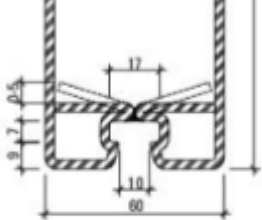
Для такого значения удовлетворяет прямоугольный профиль Jansen VISS арт. 76.140 Z



76.140 Z

Profil-Nr.	G kg/m	F cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	U m ² /m	L mm
76.140 Z	12,946	16,47	649,2	64,3	100,0	33,2	0,516	8000
76.141 Z	14,833	18,87	1090,2	89,1	119,1	39,7	0,596	8000
76.142 Z	17,662	22,5	2041,7	132,7	148,4	49,5	0,716	10000
76.143 Z	8,340	10,62	80,4	17,9	50,8	16,9	0,316	6500
76.144 Z	11,630	14,82	406,0	47,9	85,0	28,3	0,456	6500

габаритами сечения 180мм на 60мм с толщиной стенки 3мм со значением момента инерции равным $J_x^{min} = 649,2 \text{ см}^4$, что более чем требуемое значение момента инерции.

Взам.инв.№	Подп. и дата			<table><tr><th>Profil-Nr.</th><th>G kg/m</th><th>F cm²</th><th>Ix cm⁴</th><th>Wx cm³</th><th>Iy cm⁴</th><th>Wy cm³</th><th>U m²/m</th><th>L mm</th></tr><tr><td>76.140 Z</td><td>12,946</td><td>16,47</td><td>649,2</td><td>64,3</td><td>100,0</td><td>33,2</td><td>0,516</td><td>8000</td></tr><tr><td>76.141 Z</td><td>14.833</td><td>18.87</td><td>1090,2</td><td>89,1</td><td>119,1</td><td>39,7</td><td>0,596</td><td>8000</td></tr><tr><td>76.142 Z</td><td>17,662</td><td>22,5</td><td>2041,7</td><td>132,7</td><td>148,4</td><td>49,5</td><td>0,716</td><td>10000</td></tr><tr><td>76.143 Z</td><td>8.340</td><td>10.62</td><td>80,4</td><td>17,9</td><td>50,8</td><td>16,9</td><td>0,316</td><td>6500</td></tr><tr><td>76.144 Z</td><td>11.630</td><td>14.82</td><td>406,0</td><td>47,9</td><td>85,0</td><td>28,3</td><td>0,456</td><td>6500</td></tr></table>								Profil-Nr.	G kg/m	F cm²	Ix cm⁴	Wx cm³	Iy cm⁴	Wy cm³	U m²/m	L mm	76.140 Z	12,946	16,47	649,2	64,3	100,0	33,2	0,516	8000	76.141 Z	14.833	18.87	1090,2	89,1	119,1	39,7	0,596	8000	76.142 Z	17,662	22,5	2041,7	132,7	148,4	49,5	0,716	10000	76.143 Z	8.340	10.62	80,4	17,9	50,8	16,9	0,316	6500	76.144 Z	11.630	14.82	406,0	47,9	85,0	28,3	0,456	6500
		Profil-Nr.	G kg/m	F cm²	Ix cm⁴	Wx cm³	Iy cm⁴	Wy cm³	U m²/m	L mm																																																							
76.140 Z	12,946	16,47	649,2	64,3	100,0	33,2	0,516	8000																																																									
76.141 Z	14.833	18.87	1090,2	89,1	119,1	39,7	0,596	8000																																																									
76.142 Z	17,662	22,5	2041,7	132,7	148,4	49,5	0,716	10000																																																									
76.143 Z	8.340	10.62	80,4	17,9	50,8	16,9	0,316	6500																																																									
76.144 Z	11.630	14.82	406,0	47,9	85,0	28,3	0,456	6500																																																									
габаритами сечения 180мм на 60мм с толщиной стенки 3мм со значением момента инерции равным $J_x^{\min}=649.2\text{см}^4$, что более чем требуемое значение момента инерции.																																																																	

Ив.№	2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист
	1	-	зам	1512-1		12.21		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата			

14

момент инерции сечения профиля стойки $J_{x^{\min}}=649.2\text{см}^4 > \text{потребного момента инерции,}$
 который равен $J_{x^{\min}}=548.81\text{см}^4$

Запас по прогибу от составляет 1,18 раза.

Расчет стойки СТ2 на прочность.

При расчете стоек на прочность должны выполняться условия п.7.1.1, п.7.3.1, в случае совместного действия вертикальной нагрузки и изгибающего момента, условие принимает

вид:
$$\frac{N}{A} + \frac{M_{\text{ветер}} + M_{\text{доп}}}{W} < R, \text{ где}$$

N – вертикальная нагрузка действующая на стойку от собственного веса профиля,

A – площадь сечения профиля, для арт. **76.140 Z a** = $16,47\text{см}^2$

M – момент, действующий на профиль от пиковых ветровых значений нагрузки,

W – момент сопротивления сечения профиля,

R – расчетное сопротивление алюминия растяжению, сжатию, изгибу.

Собственный вес стойки:

$N_{\text{проф}}=13(\text{в запас})\text{кг/п.м.} * 4,75\text{м} * 1,05=64,8\text{кг}$, где 1,05 коэффициент надежности по нагрузке согласно таблице 7.1 СП20.13330.2016.

По схеме однопролетной балки на двух шарнирах с равномерно распределенной нагрузкой, максимальный момент в стойке, от действия пиковой ветровой нагрузки будет составлять:

для стойки,
$$M_{\text{ветер}}^{\text{макс}} = \frac{q_{\text{х}}^{\text{расч}} * l^2}{8} = \frac{3,2265\text{кг/см} * 475,0^2\text{см}}{8} =$$

90997,4 кг * см;

По схеме однопролетной балки на двух шарнирах с сосредоточенной силой, максимальный момент в стойке от дополнительной нагрузки будет составлять:

для стойки,
$$M_{\text{доп}}^{\text{макс}} = \frac{Q_{\text{доп}}^{\text{расч}} * (l-a) * a}{l} = \frac{1,077\text{кг/см} * 308,0\text{см} * 359,5 * 115,5\text{см}}{475,0\text{см}} =$$

28997,1 кг * см;

Подставим полученные значения в формулу,
$$\frac{N}{A} + \frac{M_{\text{ветер}} + M_{\text{доп}}}{W} < R,$$

для стойки,
$$\frac{64,8\text{кг}}{16,47\text{см}^2} + \frac{90997,4\text{кг*см} + 28997,1\text{кг*см}}{64,3\text{см}^3} = 1870.1\text{кг/см}^2,$$

Итак, $1870\text{кг/см}^2 < 2300,0\text{кг/см}^2$, следовательно условие по прочности удовлетворяет требованиям СП16.13330.2017

Следовательно запас по прочности стойки СТ2 равен 1,22

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	28997,1 кг * см;						
			Подставим полученные значения в формулу, $\frac{N}{A} + \frac{M_{\text{ветер}} + M_{\text{доп}}}{W} < R$,						
			для стойки, $\frac{64,8\text{кг}}{16.47\text{см}^2} + \frac{90997,4\text{кг*см}+28997,1\text{кг*см}}{64.3\text{см}^3} = 1870.1\text{кг/см}^2$,						
Итак, $1870\text{кг/см}^2 < 2300,0\text{кг/см}^2$, следовательно условие по прочности удовлетворяет требованиям СП16.13330.2017									
Следовательно запас по прочности стойки СТ2 равен 1,22									
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1			Лист
1	-	зам	1512-1		12.21				15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				

Расчет стоек на устойчивость.

В соответствии с п.9.2.2 СП16.13330.2017, при расчете элементов сплошного сечения на устойчивость, должно выполняться условие,

$$\frac{N}{\varphi_e * A * R * \gamma_c} \leq 1, \text{ где}$$

N – вертикальная нагрузка действующая на стойку от веса человека и собственного веса профиля,

A – площадь сечения профиля, для Jansen арт. **76.140 Z a** = 16,47см²

R – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу, по табл. В3 для стали С235,

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый по табл. 1 СП16.13330.2017, равный 1,0,

φ_e – коэффициент устойчивости при сжатии с изгибом следует определять по таблице Д.3 в

зависимости от условной гибкости $\bar{\lambda}$ и приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} , определяемого по формуле,

$$m_{ef} = \eta * m,$$

где η – коэффициент влияния формы сечения, определяемый по таблице Д.2;

$m = e * A / W$ – относительный эксцентриситет;

$e = M / N$ (значения M и N следует принимать согласно требованиям 9.2.3);

W – момент сопротивления сечения.

Подставим значения и определим,

$$e = 120000 \text{ кг} * \text{см} / 64,8 \text{ кг} = 1852 \text{ см},$$

$$m = 1852 \text{ см} * 16,47 \text{ см}^2 / 64,3 \text{ см}^3 = 474,3,$$

Определим условную гибкость для определения значения η ,

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{l_{ef}}{i_y} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \text{ где}$$

l_{ef} – расчетная длина стойки, равная 475см*1 (коэффициент расчетной длины, принят согласно табл.30) = 475см,

i_y – радиус инерции относительно сильной оси, равный 6,11см,

Подставим и вычислим,

$$\bar{\lambda} = \frac{475 \text{ см}}{6,11 \text{ см}} * \sqrt{\frac{2300 \text{ кг/см}^2}{2100615,398735 \text{ кг/см}^2}} = 2,57,$$

теперь определим значение коэффициента η по табл Д.2, равен 1,0,

$m_{ef} = \eta * m = 1,00 * 474,3 = 474,3$, согласно п. 9.2.2 при $m_{ef} > 20$, дальнейший расчет вести как для изгибаемых элементов по разделу 8.

Согласно п.8.2.1, по формуле 41 должно выполняться условие,

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	табл.30)=475см,						
			i _y – радиус инерции относительно сильной оси, равный 6,11см,						
			Подставим и вычислим,						
$\bar{\lambda} = \frac{475\text{см}}{6,11\text{см}} * \sqrt{\frac{2300\text{кг/см}^2}{2100615,398735\text{кг/см}^2}}=2,57,$									
теперь определим значение коэффициента η по табл Д.2, равен 1,0,									
$m_{ef} = \eta * m = 1,00 * 474,3 = 474,3$, согласно п. 9.2.2 при $m_{ef} > 20$, дальнейший расчет									
вести как для изгибаемых элементов по разделу 8.									
Согласно п.8.2.1, по формуле 41 должно выполняться условие,									
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1			Лист
1	-	зам	1512-1		12.21				16
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата				

$$\frac{M}{W_{n,min} * R_y * \gamma_c} \leq 1,$$

Данный расчет проведен выше, в котором условие выполнено.

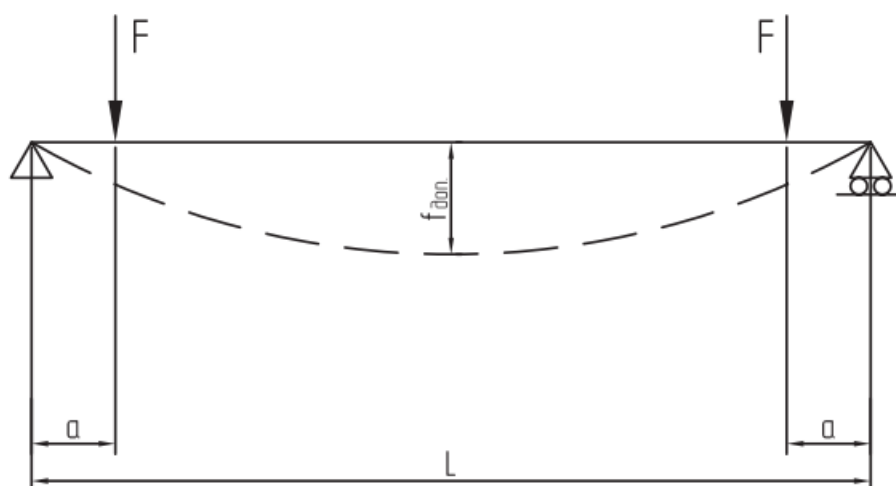
Вывод: Несущая способность и устойчивость стоек СТ2 витражей CW-04 седьмого этажа обеспечена.

В качестве стойки СТ2 для витражной конструкции CW-04 (7-го этажа) принимается стойка Jansen VISS арт. 76.140 Z

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №				
2	-	зам	1512-2		12.21	МР-1508-00-П-КР1.РПЗ 1 Лист 17
1	-	зам	1512-1		12.21	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	

12 Подбор нижнего ригеля Р1 витража первого этажа CW-05.

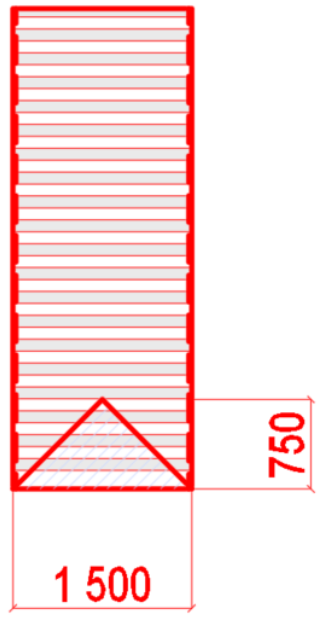
Горизонтальные ригели воспринимают горизонтальную нагрузку от давления ветра, а также от веса заполнения. Ветер воздействует на плоскость поверхности заполнения, которое закреплено в конструкции по четырем сторонам. Нагрузка от заполнения равномерно передается на элементы конструкции. Под воздействием ветровой нагрузки элементы конструкции изгибаются. Вес заполнения передается на ригель через опорные подкладки, согласно схеме:



Под воздействием веса заполнения – ригель прогибается. В связи с маленькой глубиной сечения в направлении веса заполнения, а также малого модуля упругости алюминия (по сравнению со сталью) – зачастую пригодность алюминиевого ригеля к использованию определяется величиной прогиба, а допустимые предельные напряжения достигаются редко. Рассмотрим витражи первого этажа, как наиболее загруженный с наибольшей ветровой нагрузкой на отсос. На данный витраж действует максимальная пиковая ветровая нагрузка на отм. +5,000 нормативная нагрузка $-35,36 \text{ кг/м}^2$, расчетная нагрузка $-49,4 \text{ кг/м}^2$.

Грузовая площадь ригеля.

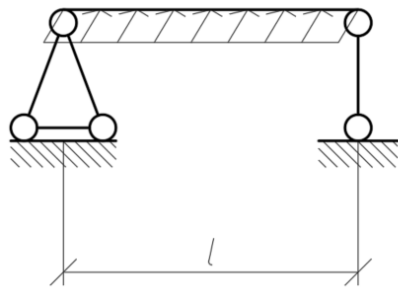
Инв. №	Подп. и дата		Взам. инв. №	
2	-	зам	1512-2	12.21
1	-	зам	1512-1	12.21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись
MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1				
				Лист
				18



Расчетные схемы.

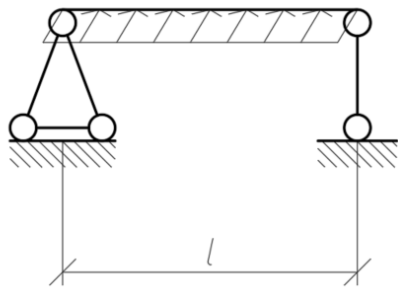
Средний ригель

Нагрузка от ветра
 $q=W \cdot H$



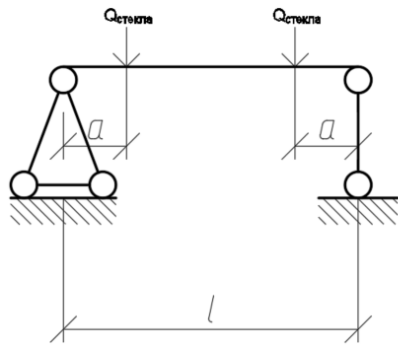
Дополнительная нагрузка от человека

$q_{доп}$



Нагрузка от стеклопакета

$Q_{стекла} = N_{стекла} / 2$



Изм.	Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №
2	-	зам	1512-2
1	-	зам	1512-1
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док

12.21	12.21
12.21	12.21
Дата	Дата

MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1

Нагрузки, действующие на ригель:

Вычислим расчетное максимальное значение изгибающего момента от ветрового воздействия;

Для нижнего ригеля, от ветра, зона нагрузки в виде треугольника:

$$q_x^{\text{норм}} = -35,36 \text{ кг/м}^2 * 0,75 \text{ м} = -26,52 \text{ кг/м} = -0,2652 \text{ кг/см};$$

$$q_x^{\text{расч}} = -49,4 \text{ кг/м}^2 * 0,75 \text{ м} = -37,05 \text{ кг/м} = -0,3705 \text{ кг/см};$$

где $-35,36 \text{ кг/м}^2$ – нормативное значение пиковой ветровой нагрузки, $-49,4,0 \text{ кг/м}^2$ – расчетное значение пиковой ветровой нагрузки.

$$M_{\text{изг}}^{\text{треуг}} = \frac{q * l^2}{12} = \frac{0,3705 \text{ кг/см} * 150,0^2 \text{ см}}{12} = 694,7 \text{ кг} * \text{см},$$

Нагрузка от стеклопакета, на ригель:

$$N_{\text{стекл}}^{\text{норм}} = N_{\text{сп}}^{\text{норм}} * S_{\text{сп}} = 82,5 \text{ кг/м}^2 * 1,5 \text{ м} * 4,025 \text{ м} = 498,1 \text{ кг};$$

$$N_{\text{стекл}}^{\text{расч}} = N_{\text{сп}}^{\text{расч}} * S_{\text{сп}} = 90,75 \text{ кг/м}^2 * 1,5 \text{ м} * 4,025 \text{ м} = 547,91 \text{ кг};$$

$$Q_{\text{стекла}}^{\text{расч}} = N_{\text{стекл}}^{\text{расч}} / 2 = 547,91 \text{ кг} / 2 = 273,96 \text{ кг}.$$

Где $N_{\text{сп}}^{\text{норм}}$ – нормативное значение веса стеклопакета, $N_{\text{сп}}^{\text{расч}}$ – расчетное значение веса стеклопакета, $S_{\text{сп}}$ – площадь стеклопакета.

Расчет ригелей витража по прогибам

Максимально допустимый горизонтальный прогиб профиля ригеля составляет: $f_{\text{хдоп}} = L/300$ в соответствии с техническим заданием,

Где, L- длина профиля

$$f_{\text{хдоп}} = 150 \text{ см} / 300 = 0,5 \text{ см}.$$

Максимально допустимый вертикальный прогиб профиля ригеля составляет: $f_{\text{удоп}} = L/500$ в соответствии с техническим заданием, либо конструктивный: не более 3 мм.

$$f_{\text{удоп}} = 150 \text{ см} / 500 = 0,3 \text{ см}.$$

Минимальный конструктивный прогиб, согласно рекомендациям завода изготовителя, составляет 3 мм.

$$f_{\text{удоп}} = 3 \text{ мм}.$$

Инв. №	Взам. инв. №		Подп. и дата				Лист	
2	-	зам	1512-2		12.21	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	20	
1	-	зам	1512-1		12.21			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата			

Расчет на прогиб от веса заполнения:

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с сосредоточенной нагрузкой максимальный прогиб в ригеле будет составлять

$$f_{max} = \frac{Q_{\text{стекла}}^{\text{норм}} * l^3}{24 * E * J_y^{\text{min}}} * \left(4 * \frac{a^3}{l^3} - 3 * \frac{a}{l} \right), \text{ из чего следует,}$$

$$J_y^{\text{min}} = \frac{Q_{\text{стекла}}^{\text{норм}} * l^3}{24 * E * f_{max}} * \left(4 * \frac{a^3}{l^3} - 3 * \frac{a}{l} \right).$$

Где $a=16,5\text{см}$, расстояние от оси стойки до центра подкладки под СП.

Подставляем данные, получим:

Для среднего ригеля, прогиб от веса заполнения,

$$J_y^{\text{min}} = \frac{273,96\text{кг} * 150,0^3\text{см}}{24 * 713801,349\text{кг/см}^2 * 0,3\text{см}} * \left(4 * \frac{16,5^3\text{см}}{150,0^3\text{см}} - 3 * \frac{16,5\text{см}}{150,0\text{см}} \right) = 58,42\text{см}^4$$

Расчет на прогиб от собственного веса профиля:

Вес профиля, используемого в качестве нижнего ригеля равен $5,0\text{кг/п.м.}$ (в запас).

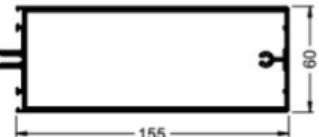
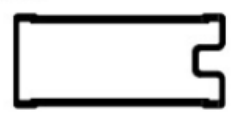
$$J_y^{\text{min}} = \frac{5 * q_{\text{проф}}^{\text{норм}} * l^4}{384 * E * f_{\text{прогиб}}^{\text{max}}} = \frac{5 * 0,05\text{кг/см} * 150,0^4\text{см}}{384 * 713801,349\text{кг/см}^2 * 0,3\text{см}} = 1,54\text{см}^4.$$

Полный минимальный требуемый момент инерции равен:

$$J_y^{\text{min}} = J_{\text{заполн}}^{\text{норм}} + J_{\text{проф}}^{\text{норм}} = 58,42\text{см}^4 + 1,54\text{см}^4 = 59,96\text{см}^4.$$

Вывод: Требуемый минимальный совокупный момент инерции сечения профиля нижнего ригеля $J_x^{\text{min}}=59,96\text{см}^4$.

Подберем из системного каталога Schuco FWS 60 профиль арт. 324 480

	Riegel, 1. Ebene Level 1 transom  <table> <tr> <th>  </th><th>Art.-Nr. Art. No.</th><th>  </th><th>  </th><th>I_x</th><th>I_y</th><th>W_x</th><th>W_y</th></tr> <tr> <th>mm</th><th></th><th>m</th><th>mm</th><th>mm</th><th>cm⁴</th><th>cm⁴</th><th>cm³</th><th>cm³</th></tr> <tr> <td>155</td><td>324 490</td><td>6,0</td><td>518</td><td>370</td><td>419,43</td><td>83,86</td><td>49,52</td><td>27,95</td></tr> <tr> <td>155</td><td>336 090</td><td>6,0</td><td>369</td><td>—</td><td>208,24</td><td>58,55</td><td>33,17</td><td>22,09</td></tr> </table>		Art.-Nr. Art. No.			I_x	I_y	W_x	W_y	mm		m	mm	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	155	324 490	6,0	518	370	419,43	83,86	49,52	27,95	155	336 090	6,0	369	—	208,24	58,55	33,17	22,09
	Art.-Nr. Art. No.			I_x	I_y	W_x	W_y																													
mm		m	mm	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³																												
155	324 490	6,0	518	370	419,43	83,86	49,52	27,95																												
155	336 090	6,0	369	—	208,24	58,55	33,17	22,09																												
324 490  336 090	Einschubprofile zur leichteren Montage stückweise mit Nasslack beschichten (ca. 25 µm - 40 µm) To facilitate installation, coat insert profiles individually with wet paint (approx. 25 µm to 40 µm)																																			

момент инерции сечения профиля нижнего ригеля $J_y^{\text{min}}=83,86\text{см}^4 >$ потребного момента инерции, который равен $J_y^{\text{min}}=59,96\text{см}^4$

Запас по прогибу от веса заполнения составляет 1,39 раза.

Ив. №	Взам. инв. №					Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	MP-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист
	Подп. и дата												
2	-	зам	1512-2		12.21								
1	-	зам	1512-1		12.21								

324 490				155				Art. No.															
mm		m		mm		mm		mm		cm ⁴		cm ⁴		cm ³		cm ³		cm ³		cm ³		cm ³	
155	324 490	6,0		518		370		419,43		83,86		49,52		27,95									
155	336 090	6,0		369		—		208,24		58,55		33,17		22,09									

Einschubprofile zur leichteren Montage stückweise mit Nasslack beschichten (ca. 25 µm - 40 µm)
To facilitate installation, coat insert profiles individually with wet paint (approx. 25 µm to 40 µm)

336 090

момент инерции сечения профиля нижнего ригеля $J_y^{\min}=83.86\text{см}^4>\text{потребного момента инерции, который равен } J_y^{\min}=59.96\text{см}^4$

Запас по прогибу от веса заполнения составляет 1,39 раза.

Расчет на прогиб от ветра:

По схеме однопролетной балки на двух шарнирных опорах с равномерно распределенной нагрузкой максимальный прогиб среднего ригеля будет составлять:

$$I_{x,min}^{треуг} = \frac{q_{норм} * l^4}{120 * E * f_{прогиб}^{треуг}} = \frac{\frac{0,2652\text{кг}}{\text{см}} * 150,0^4\text{см}}{120 * \frac{713801,349\text{кг}}{\text{см}^2} * 0,3\text{см}} = 5,22\text{см}^4,$$

Вывод: Требуемый минимальный момент инерции сечения профиля нижнего ригеля $J_x^{min}=5,22\text{см}^4$ < момента инерции профиля арт. 324 480, который равен $J_x^{min}=419,43\text{см}^4$, следовательно условие по максимальному прогибу выполняется и запас составляет 8 раза.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	МР-1508-00-П-КР1.РПЗ 1	Лист
2	-	зам	1512-2		12.21		
1	-	зам	1512-1		12.21		22

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/147103106064006025>