

ООО «Ваш Дом»

г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Проект
по замене существующего стекла на базе алюминиевого витража
стоечно-ригельной системы «АВАНГАРД» серии (ВС)
на стеклопакет фасадного остекления

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

«Архитектурные решения»
АР2019/11-АР

Утвердил _____ /Львов К.С./

«_____» «_____» 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

подпись расшифровка дата

Рук. проекта _____ /Львов К.С./

«_____» «_____» 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

подпись расшифровка дата

Разработал _____ /Дворский В.В./

«_____» «_____» 2019 г.

Санкт-Петербург
2019

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Пояснительная записка	
3	Технические характеристики	
4	Общий вид до замены	
5	Общий вид после замены	
6	Разрез 1-1	
7	Узел 1	
8	Узел 2	
9	Узел 3	
10	Узел 4	
11	Узел 5	
12	Прочностный расчет (вводные данные)	
13	Прочностный расчет (стойки)	
14	Прочностный расчет (ригеля)	
15	Прочностный расчет (внешнего стекла в стеклопакете)	
	Приложение 1 «Методика прочностного расчета кронштейна»	
	Приложение 1 «Общая схема организации слива конденсата»	

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. №

Инв. № подл.

АР2019/11-АР

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Разработал				11.19			Р	1
Проверил				11.19				
Н. контр.				11.19	Общие данные	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Пояснительная записка

К проекту по замене существующего остекления на базе нетермоизолирующего алюминиевого профиля пр-ва «Авангард» стоечно-ригельная фасадная система « ВС Авангард»

1. Рабочие чертежи основного комплекта разработаны на основании геодезических замеров.
2. Объемно-пространственное и архитектурное решение разработано с учетом возможности использования лоджии как эксплуатируемой с более комфортным микроклиматом а также для снижения теплопотерь жилого помещения, имеющего существующий выход на данную лоджию.
3. Технологические решения принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических и иных норм действующих на территории РФ и обеспечивающих безопасное для жизни и здоровья людей и эксплуатацию конструкций на объекте.
4. Технические характеристики утепления.
 Встраиваемые конструкции в существующий витраж (вместо существующего одинарного стекла и нетермоизолирующего алюминиевого оконного блока), представляет собой оконные блоки из 3-х камерного ПВХ профиля.
 Приведенный коэф-т сопротивления теплопередаче $R_0 = (m^2 \cdot ^\circ C) / Wt$.
 Вновь устанавливаемые «теплые» оконные блоки оснащаются поворотно-откидными запирающими механизмами.
 Световые проемы в секциях витража меняются незначительно, исключая нарушения в внешнем виде фасадов. Местоположение и количество открывающих элементов сохраняется.
 Также повышение теплотехнических характеристик существующего витража происходит за счет замены одинарного остекления на двухкамерные стеклопакеты 4Stosol PhoenixClear-10-4-10Ar-4i.

Работы по замене стекла на стеклопакеты производятся с учетом сохранения внешнего вида фасадов.

5. Все вышеуказанные работы производятся без полного демонтажа несущей конструкции и примыканий к фасаду, с использованием комплектующих регламентированных заводом изготовителем «Авангард» данной витражной системы «ВС Авангард» в соответствии с требованиями нижеперечисленных норм и правил:
 - СП 131.13330.2012 (Актуализ. Редакция СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»)
 - СП 54.13330.2016 (Актуализ. Редакция СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»)
 - СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»
 - СП 128.13330.2012 (Актуализ. Редакция СНиП 02.03.06-85 «Алюминиевые конструкции»)
 - СП 28.13330.2012 (Актуализ. Редакция СНиП 02.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии»)
 - СН 481-75 «Инструкция по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов»
 - СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
 - СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»

Подп. и дата

Подп. и дата зам. Инв. №

Инв. № подл.

Инв. № дубл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	по замене существующего стекла	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	2	15
Н. контр.				11.19	Пояснительная записка	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Технические характеристики

6. Жесткость конструктивных элементов алюминиевых витражей и алю-окон соответствует требованиям ГОСТ 23166-99. Допустимые деформации элементов не превышают 1/300 длины в соответствии с ГОСТ 23166-99

7. Цвет «теплых» оконных блоков из алюминиевого термоизолирующего профиля, внутри/снаружи — RAL 7024/RAL9003. Цвет оконных блоков соответствует цвету стоек и ригелей существующего витража

8. Все терморазрывы и компенсационные швы заполнить влаго-, морозо-, УФ стойким силиконовым нейтральным герметиком DOW CORNING 791, также используются лента ФБЛ.

9. Утепление пола и потолка производится силами Заказчика из материалов из материалов класса НГ (негорючие)

10. При строгом выполнении работ по замене стекол на стеклопакеты согласно разработанному проекту, в процессе дальнейшей эксплуатации витража, исключаются во время дождя, протечки в помещение и на нижние этажи.

Пример прочностного расчета для ж/б перекрытия лоджии

11. Согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» раздел №8.2 [Равномерно распределенные нагрузки], таблица 8.3 допустимое нагружение для балконов (лоджий):

а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии):

4,0 кПа [~407 кг/кв.м] (нормативное значение равномерно распределенной нагрузки не менее)

б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии), воздействие которой не благоприятнее, чем определяемое по 10, а 2,0 кПа [~204 кг/кв.м] (нормативное значение равномерно распределенной нагрузки не менее)

- Расчет массы двухкамерных стеклопакетов:
- 7,0 кв.м [пл. витража] * 12мм [сумм.площадь стекла] * 2,5 кг/мм² [вес стекла] = 210 кг.
- Расчет массы ПВХ-профиля с армированием 15 м. поз * 2,6 кг. = 39 кг.
- Расчет массы алюминиевого профиля Авангард 22 м.поз * 1,6 кг = 35,2 кг.

ИТОГО: 284,2 КГ. <=> 64,63 кг/кв.м (284,2 кг / 4,4 кв.м [площадь балкона])

Производим расчет площади в даль остекления 0,8 * 2,6 поз.м = 2,08 кв.м

Согласно п. (а) нормативное значение для данной лоджии не должно превышать 407 кг/кв.м * 2,08 кв.м = 846,56 кг В нашем случае: 284,2 кг. < 846,56 кг

Вывод: При замене стекла на двухкамерный стеклопакет и установкой пвх-блоков, нагрузка на плиту перекрытия составит всего 33,5% от нормативной [предельной]

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Инв. № зам.

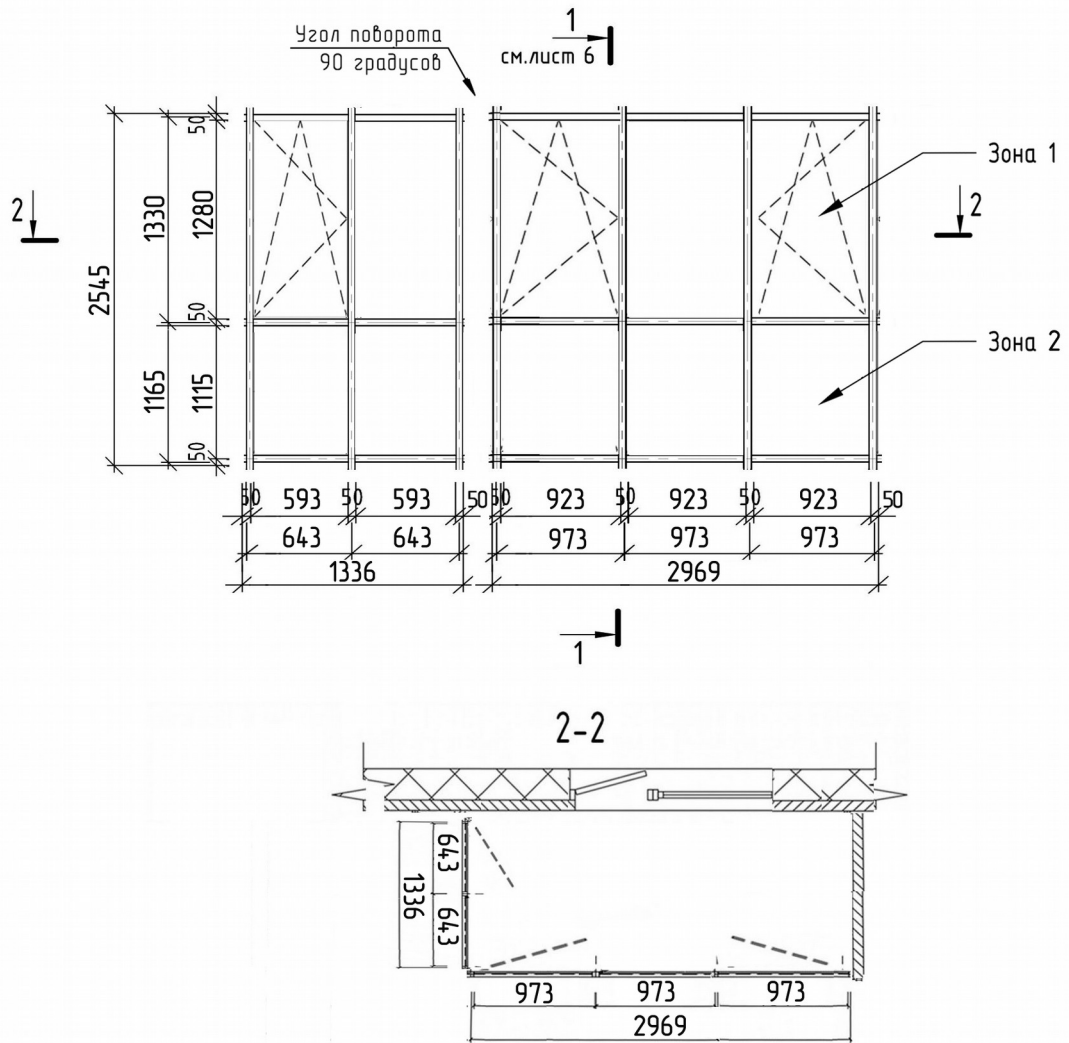
Подп. и дата

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Р	3	15
Проверил				11.19				
Н. контр.				11.19	Технические характеристики	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Общий вид конструкции до замены остекления
(Вид с улицы)



1. Цвет конструкции :
снаружи RAL 7024, изнутри RAL 7024
2. Площадь остекления 10,95 м2
3. Заполнение :
Зона 1 - Стекло закаленное 6 мм. Stosol Phoenix Clear
Зона 2 - Стекло закаленное 6 мм. Stosol Phoenix Clear

Подп. и дата

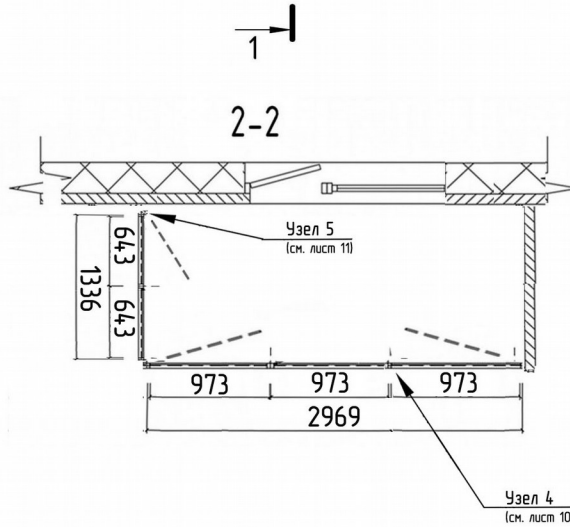
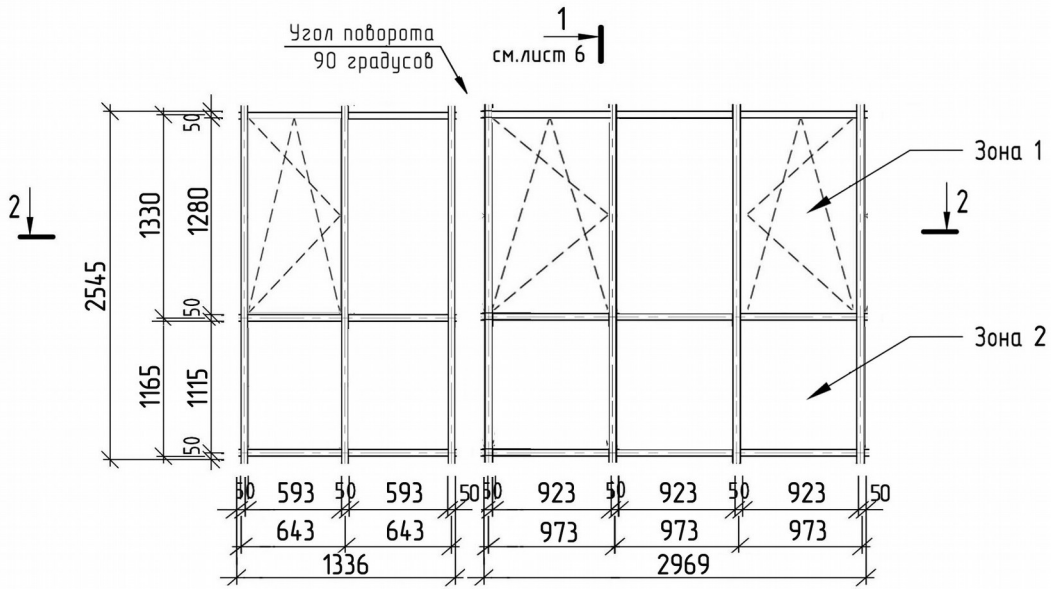
Подп. и дата зам. Инв. № Инв. № дубл.

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	4	15
Н. контр.				11.19	Общий вид до замены	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Общий вид конструкции после замены остекления
(Вид с улицы)



1. Цвет конструкции :
снаружи RAL 7024, изнутри RAL9003
2. Площадь остекления 10,95 м²
3. Заполнение :
Зона 1 - 4Stosol PhoenixClear-10-4-10Ar-4i
Зона 2 - 4Stosol PhoenixClear-10-4-10Ar-4i

Подп. и дата

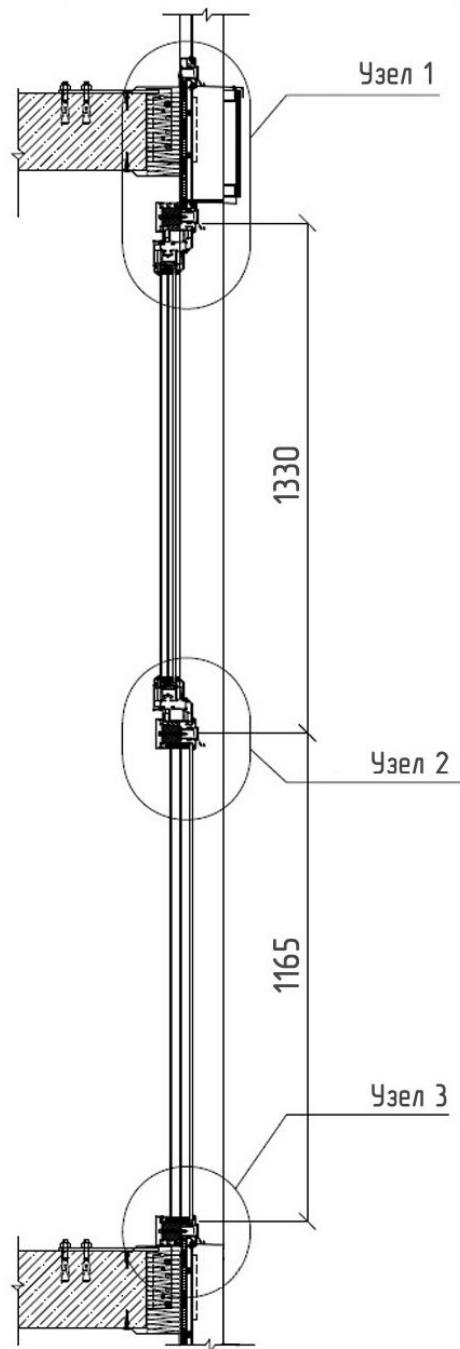
Подп. и дата зам. Инв. № Инв. № дубл.

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Разработал				11.19		Р	5	15
Проверил				11.19				
Н. контр.				11.19	Общий вид после замены	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Разрез 1-1



Подп. и дата

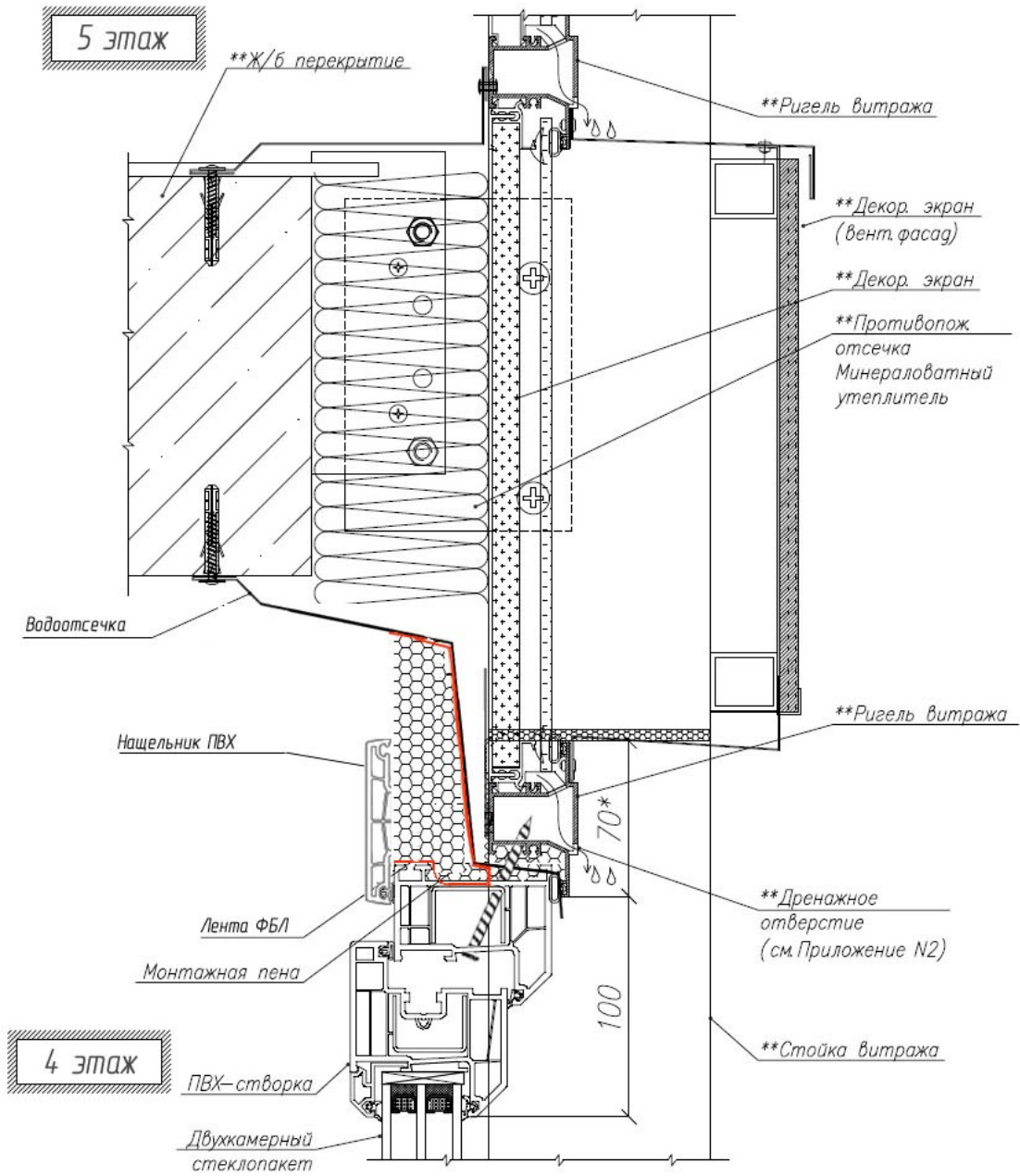
Подп. и дата зам. Инв. №

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замена существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	6	15
Н. контр.				11.19	Разрез 1-1	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Узел 1



1. *Размер для справки
2. **Комплектующие и изделия входящие в состав существующего витража и/или проема

Подп. и дата

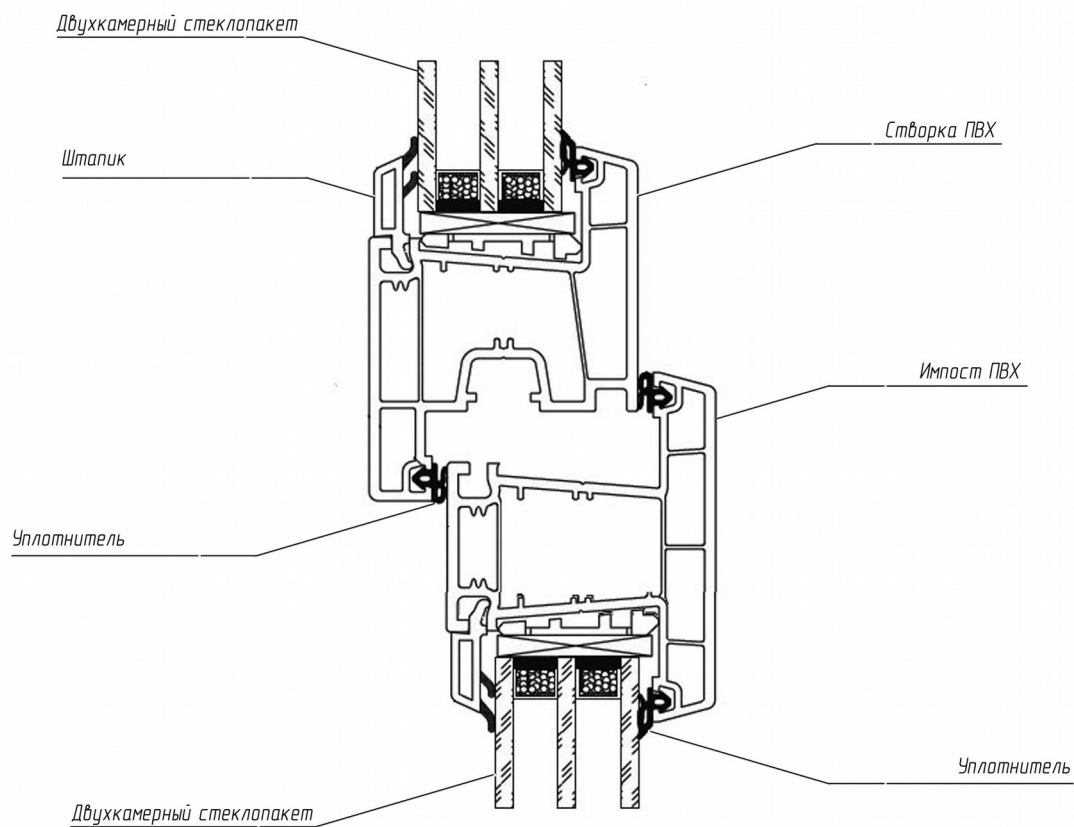
Подп. и дата/зам. Инв. № Инв. № дубл.

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	7	15
Н. контр.				11.19	Узел 2	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Чзел 2



Подп. и дата

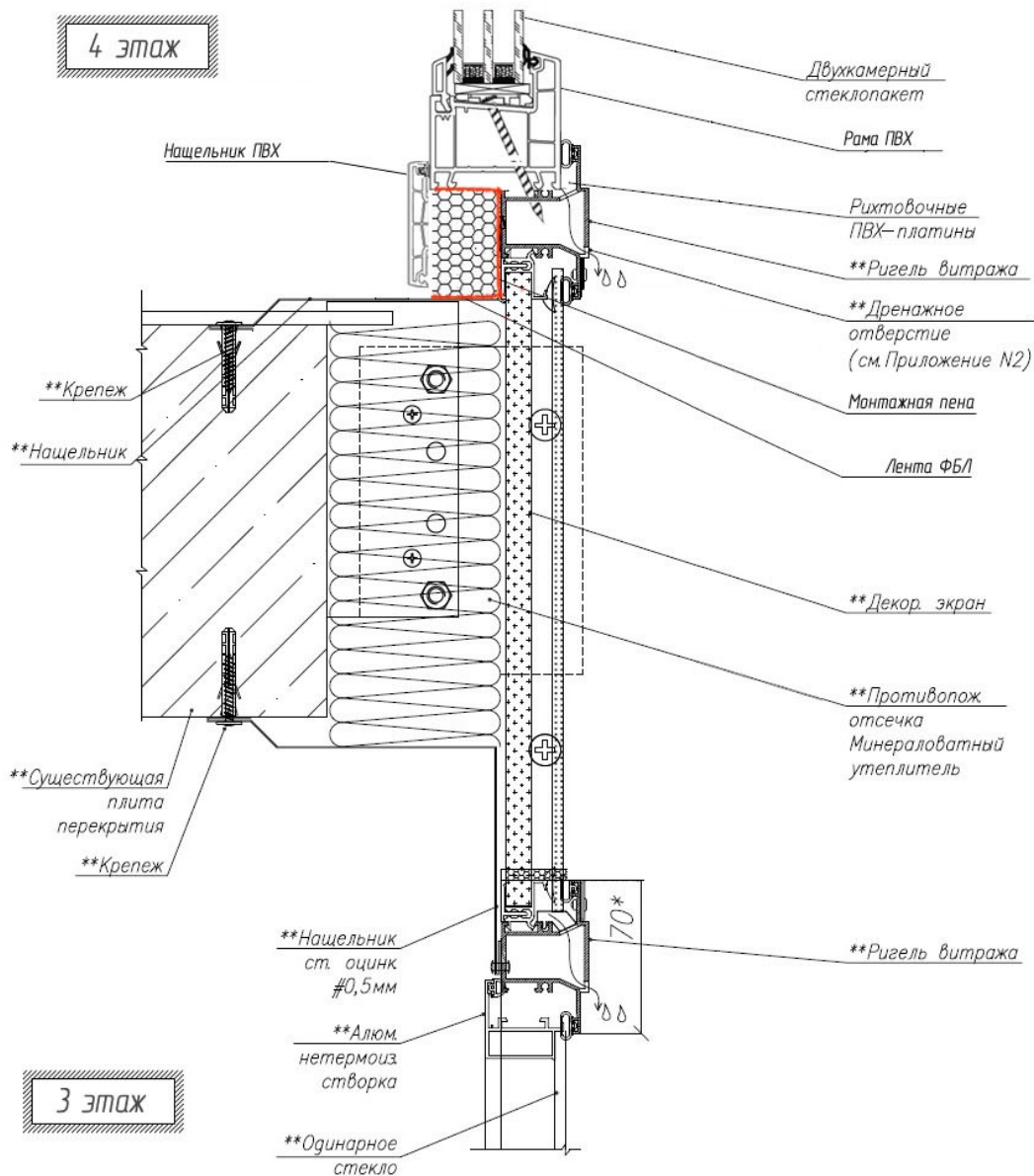
Подп. и дата
Инв. № дубл.

Инв. № подл.

АР2019/11-АР

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	8	15
Н. контр.				11.19	Чзел 3	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Узел 3



1. *Размер для справки
2. **Комплектующие и изделия, входящие в состав существующего витража
3. ***Объем работ показан условно, не выполняется подрядчиком по переостеклению

Подп. и дата

Подп. и дата
Инв. № дубл.

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докц.	Подп.	Дата
Разработал				11.19
Проверил				11.19
Н. контр.				11.19
Утв.				11.19

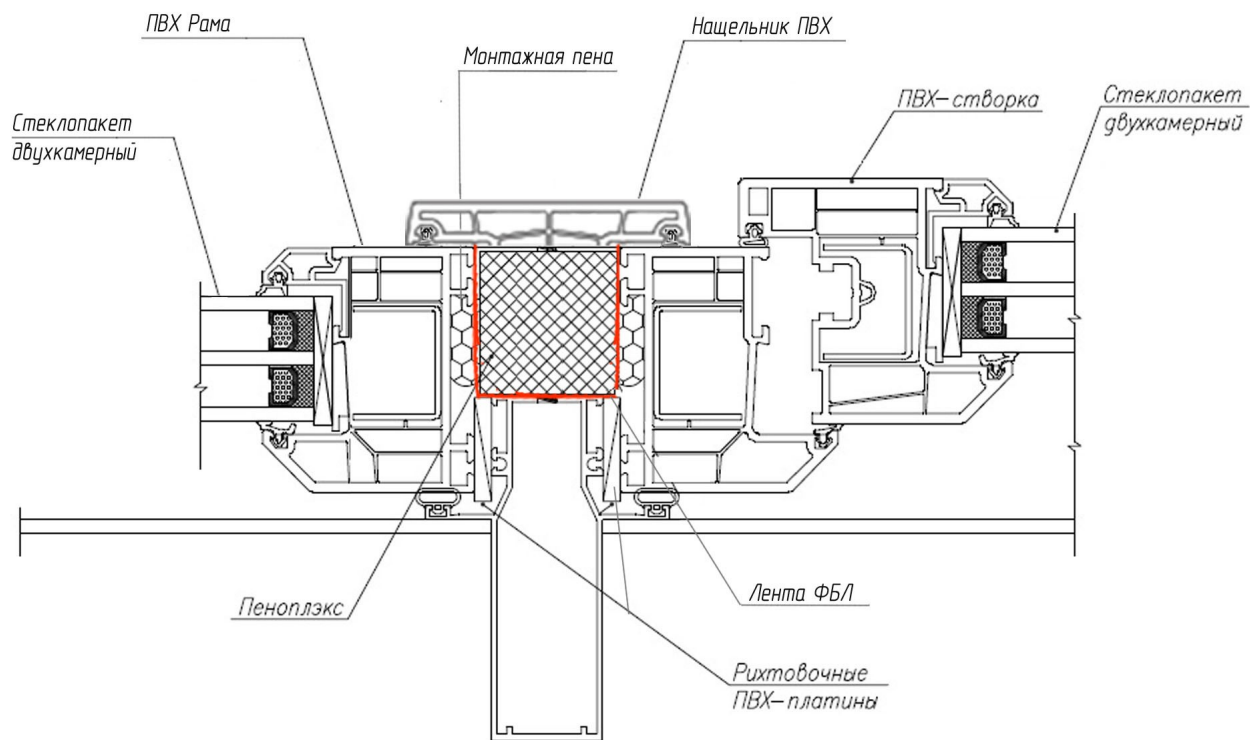
Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления

Стадия	Лист	Листов
Р	9	15

Узел 4

ООО «Ваш Дом»

Узел 4



Подп. и дата

Подп. и дат. зам. Инв. № Инв. № дубл.

Инв. № подл.

АР2019/11-АР

Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата
Разработал				11.19
Проверил				11.19
Н. контр.				11.19
Утв.				11.19

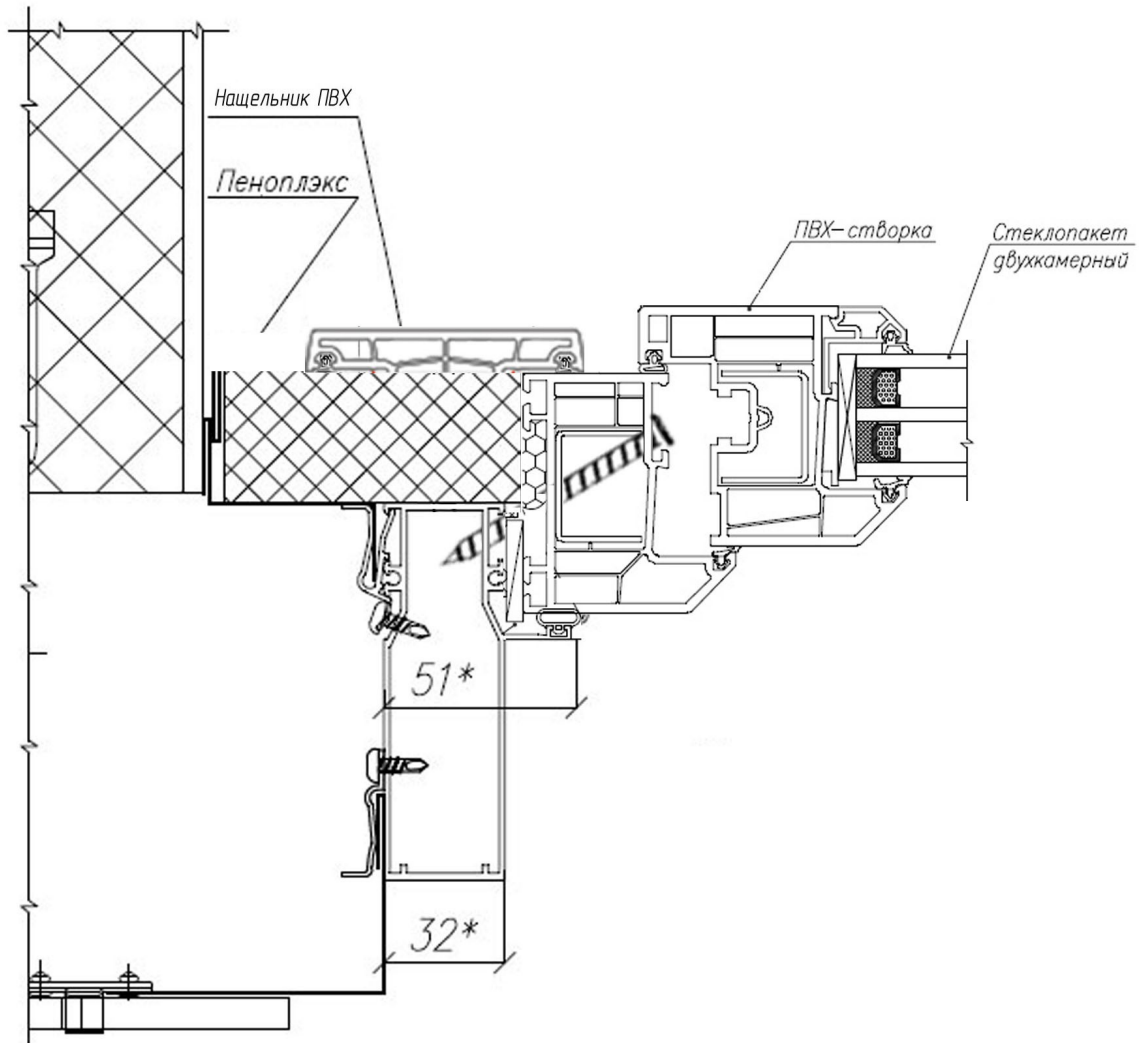
Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления

Стадия	Лист	Листов
Р	10	15

Узел 4

ООО «Ваш Дом»

Узел 5



Подп. и дата

Подп. и дата
Инв. №
Инв. № дубл.

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата
Разработал				11.19
Проверил				11.19
Н. контр.				11.19
Утв.				11.19

Замене существующего стекла на
стеклопакет фасадного остекления

Стадия	Лист	Листов
Р	11	15

Узел 5

ООО «Ваш Дом»

Определение ветровой нагрузки на витраж

Высота сооружения: $h = 78,00$ м
 Ширина сооружения: $d = 105,00$ м
 Верхняя отметка витража: $z = 12,00$ м
 Площадь витража: $A = 10,95$ м²
 Площадь открывания: $S = 3,11$ м²

Тип местности: **В** Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м.
 Ветровой район: **И** или город **Санкт Петербург**

Расчётная зона ветровой нагрузки: **Наветренная стена** По СП 20.13330.2011 приложение Д.1.2
 Расчетная зона пиковой ветровой нагрузки: **Нормальная** По СП 20.13330.2011 приложение Д.1.17

Пиковая ветровая нагрузка, в данном расчёте, проверяется для прямоугольного здания. Для зданий сложной формы данный расчёт является некорректным и необходимо проводить модельные испытания в аэродинамических трубах или расчетных программах, для получения корректных аэродинамических коэффициентов.

Учитывать давление к внутренней поверхности: **да** При учёте давления к внутренней поверхности,
 Учитывать пульсационную составляющую: **да** допускается не учитывать пульсационную

Расчёт по СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85*)

Ветровая нагрузка (СП 20.13330.2011 п. 11.1)

Нормативное значение ветровой нагрузки:

$$w = w_m + w_p + w_i \text{ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.1, 11.1.2)}$$

где:

w_m - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки
 w_p - нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки
 w_i - нормативное значение ветровой нагрузки к внутренней поверхности

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

$$w_m = w_0 * k(z_e) * c_e \text{ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.3)}$$

где:

$w_0 = 30$ кг/м² (СП 20.13330.2011 п. 11.1.4 т. 11.1)
 $z_e = 55,00$ м (СП 20.13330.2011 п. 11.1.5 п. 2)
 $k(z_e) = 1,2855$ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.6 ф. 11.4)
 $c_e = 0,8$ (СП 20.13330.2011 приложение Д п. Д.1.2)

$$w_m = 30 \text{ кг/м}^2 * 1,2855 * 0,8 = 30,85 \text{ кг/м}^2$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки:

$$w_p = w_m * \zeta(z_e) * v \text{ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.8 п. а)}$$

где:

$\zeta(z_e) = 0,7538$ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.8 ф. 11.6)
 $v = 0,6359$ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.11)

$$w_p = 30,85 \text{ кг/м}^2 * 0,7538 * 0,6359 = 14,79 \text{ кг/м}^2$$

Нормативное значение ветровой нагрузки к внутренней поверхности:

$$w_i = w_0 * k(z_e) * c_{i(\mu)} \text{ (СП 20.13330.2011 п. 11.1.3)}$$

где:

$\mu = 18,3\%$ (СП 20.13330.2011 приложение Д п. Д.1.9)
 $c_{i(\mu)} = 0,359428571$ (СП 20.13330.2011 приложение Д п. Д.1.9)

$$w_m = 30 \text{ кг/м}^2 * 1,2855 * 0,359428571 = 13,86 \text{ кг/м}^2$$

$$w = 30,85 \text{ кг/м}^2 + 14,79 \text{ кг/м}^2 + 13,86 \text{ кг/м}^2 = 59,5 \text{ кг/м}^2$$

Пиковая ветровая нагрузка (СП 20.13330.2011 п. 11.2)

$$w_{s(i)} = w_0 * k(z_e) * [1 + \zeta(z_e)] * c_{p(i)} * V_{s(i)} \text{ (СП 20.13330.2011 п. 11.2 ф. 11.10)}$$

где:

$c_{p(i)} = 1,2$ (СП 20.13330.2011 приложение Д п. Д.1.17)
 $V_{s(i)} = 0,8$ (СП 20.13330.2011 п. 11.2 т. 11.8)

$$w_{s(i)} = 30 \text{ кг/м}^2 * 1,2855 * [1 + 0,7538] * 1,2 * 0,8 = 64,93 \text{ кг/м}^2$$

Максимальная нормативная ветровая нагрузка, из нормативного значения ветровой нагрузки и пиковой:

$$W_n = 64,93 \text{ кг/м}^2$$

Расчетная ветровая нагрузка, коэффициент надежности по нагрузке 1,4:

$$W = 90,90 \text{ кг/м}^2$$

Подп. и дата

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Инв. №

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	12	15
Н. контр.				11.19	Прочностный расчет (вводные данные)	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Изм. № подл.				
Изм. № подл.				

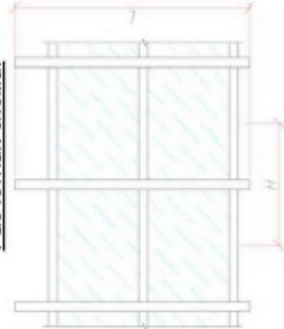
Изм.	Лист	№ докц.	Подп.	Дата
Разработал				11.19
Проверил				11.19
Н. контр.				11.19
Утв.				11.19

АР2019/11-АР			
Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
	Р	13	15
Прочностный расчет (стойки)	ООО «Ваш Дом»		

Расчёт вертикального импоста на ветровую нагрузку

Необходимо просчитать ливельность определённых проёмов по нормативным документам.
 Разработан на основании СНиП 2.03.06-85 "Алюминиевые конструкции"

- задаваемые параметры
- расчётные параметры
- параметры неудовлетворяющие условие



Расчётная схема.

Допустимый прогиб стойки L/300, но не более 5мм.
 При фактическом прогибе стойки более 15мм задайте "ребруемое значение допустимого прогиба стойки: L / 300"

- 9
- q, кг/м² ≈ 64,92
- L, мм = 2600
- H, мм = 700
- E, кг/см² = 710000

Алюминий = 710000 (кг/см²)
 Сталь = 2000000 (кг/см²)

Расчёт стойки на ветровую нагрузку

Определяем прогиб стойки:

$$V = L / 300 = 9,3 \text{ мм}$$

Определяем распределённую нагрузку на стойку:

$$q_{пр} = q \cdot H \cdot L / (L \cdot 1000) = 2,45 \text{ кг/см}$$

Определяем требуемый момент инерции J_x:

$$J_x = 5 \cdot q_{пр} \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot V) = 54,89 \text{ см}^4$$

Выбор: Во время осмотра конструкции выявлено, что в данном витраже в качестве вертикального элемента установлена стойка ВС-Б-002 (Jx=57,5см⁴; Jy=9,8см⁴). Соответственно, после замены стекла на двухкамерный стеклопакет стойка также проходит по 2-й группе предельных состояний (жёсткости), т.к. 57,5см⁴ > 54,89см⁴

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата
Разработал				11.19
Проверил				11.19
Н. контр.				11.19
Утв.				11.19

АР2019/11-АР			
Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
	Р	14	15
Прочностный расчет (ригеля)		ООО «Ваш Дом»	

Расчёт ригеля витража на ветровую нагрузку и нагрузку от веса стеклоизделия

Необходимо проверить латентность, определяемых программой данных по нормативным документам.

Разработан на основании СНиП 2.03.06-85 "Алюминиевые конструкции".

Допустимый прогиб ригеля L/300, но не более 15мм.

При фактическом прогибе ригеля более 15мм задайте гребеньов значение допустимого прогиба ригеля:

L/300

- задаваемые параметры
- расчетные параметры
- параметры неудовлетворяющие условие

- 9
- q, кг/м² = 64,93
- L, мм = 700
- H, мм = 1400
- E, кг/см² = 710000



Расчётная схема.

Алюминий = 710000 (кг/см²)
Сталь = 2000000 (кг/см²)

Расчёт ригеля на ветровую нагрузку

Определяем прогиб ригеля:

$$V = L / 300 = 2,3 \text{ мм}$$

Определяем распределённую нагрузку на ригель:

$$q_{пр} = q \cdot H \cdot L / (L \cdot 10000) = 0,91 \text{ кг/см}$$

Определяем требуемый момент инерции J_x:

$$J_x = 5 \cdot q_{пр} \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot V) = 0,72 \text{ см}^4$$

Расчёт ригеля на нагрузку от веса стеклоизделия

Определяем требуемый момент инерции J_y:

$$J_y = 0,85 \text{ см}^4$$

Выберите тип остекления (с прижимной планкой или структурное)

с прижимной планкой

V, мм = 3

- Допустимый прогиб от веса стеклоизделия

Вывод: Во время осмотра конструкции выявлена, что в данном витраже в качестве горизонтального элемента установлен ригель ВС-Б-013 (J_x=6,2см⁴; J_y=7,9см⁴;)
Соответственно, после замены стекла на двухкамерный стеклопакет, стойка также проходит по 2-й группе предельных состояний (жесткости), т.к. J_x=6,2см⁴ > 1,72см⁴; J_y=7,9см⁴ > 0,85см⁴;

Расчет стекла в составе стеклопакета на ветровую и снеговую нагрузки

Разработан на основании СН 481-75 "Инструкция по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов", СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия", МДС 31-8.2002 "Рекомендации по проектированию и устройству фонарей для естественного освещения помещений".

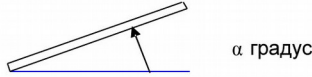
Армированное стекло в стеклопакетах применять не допускается.

Толщина стекол для зенитных фонарей должна быть не менее 5 мм.

Максимальная площадь стеклопакетов для зенитных фонарей - 2²м

1. Расчетная схема.

Стекло, равномерно опирающееся по контуру на несущие элементы фонаря через эластичные прокладки, имеющее уклон не менее 5



$\delta =$ 6 -толщина стекла, мм	 -задаваемые параметры
$a =$ 700 -меньшая сторона, мм	 -расчетные параметры
$b =$ 1200 -большая сторона, мм	 -параметры неудовлетворяющие условие
$\alpha =$ 90 -угол наклона, град	
$\cos\alpha =$ 0,000	
$\lambda = b/a =$ 1,71	
$S =$ 0,84 площадь стекла, м ²	

2. Расчетная нагрузка на стекло q_p, кг/м²

$$q_p = g + (q + p) \cdot n + q_{at} = \mathbf{40,905}$$

где g - расчетная нагрузка от собственного веса стекла;

q - расчетная ветровая нагрузка;

p - расчетная снеговая нагрузка;

g - расчетная нагрузка от изменения температуры воздуха (не учитываем в связи с его малой величиной);

g_{ат} - расчетная нагрузка от изменения атмосферного давления (не учитываем в связи с его малой величиной);

$$n = \mathbf{0,45} \quad (0,55\text{-однокамерный стеклопакет, } 0,36\text{-двухкамерный стеклопакет со стеклами равной толщины)}$$

$$g [\text{кг/м}^2] = \delta \cdot 2,5 \cdot \cos\alpha \cdot \gamma_{cb} \cdot \gamma_{rf} = \mathbf{0,000}$$

где $\gamma_{cb}, \gamma_{rf} = 1,1$ -коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый для собственного веса стекла.

$$\mathbf{9} \text{ - Монтажная высота (м).}$$

$$q = \mathbf{90,90} \text{ -расчётное значение ветрового давления (кг/м}^2\text{) (по СНиП 2.01.07-85*)}$$

$$p [\text{кг/м}^2] = p_n \cdot \gamma_{cb} \cdot \gamma_{rf} \cdot \mu \cdot \cos\alpha = \mathbf{0,00}$$

где p_n = -нормативное значение снеговой нагрузки (кг/м²) (по СНиП 2.01.07-85*);

$\mu =$ -коэффициент перехода к нагрузке на покрытие (по СНиП 2.01.07-85*);

$\gamma_{cb}, \gamma_{rf} = 1,429$ -коэффициент надёжности (по СНиП 2.01.07-85*).

3. Расчет прочности наружного стекла на изгиб:

$$R_p = E \cdot (\delta/b)^2 \cdot [2,3 \cdot \lambda \cdot (f/\delta)^2 + 5,12 \cdot (f/\delta) \cdot (\lambda^2 + 0,22)] \leq R_n$$

где E = 713557 -модуль упругости (кг/см²). Для стекла E = 713557 кг/см²;

R_n = 150 -допускаемое сопротивление на изгиб (кг/см²). Для простого стекла -150 кг/см², для закаленного -250 кг/см²

f/δ = 0,2 -определяется по графику в зависимости от величины K

K = q_p / [(1 + λ²) * E] * (b/δ)⁴ = 0,59, где f = 1,20 мм - прогиб стекла; Допустимый прогиб = 4,67 мм

R_p = 60,515 -расчетное сопротивление на изгиб (кг/см²).

Вывод: Выбранная толщина стекла достаточна.

Подп. и дата

Подп. и дата зам. Инв. № дубл.

Подп. и дата зам. Инв. №

Инв. № подл.

AP2019/11-AP

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата				
Разработал				11.19	Замене существующего стекла на стеклопакет фасадного остекления	Стадия	Лист	Листов
Проверил				11.19		Р	15	15
Н. контр.				11.19	Прочностный расчет (внешнего стекла в стеклопакете)	ООО «Ваш Дом»		
Утв.				11.19				

«20» января 2010г.

Расчёт монтажного узла Тип 2 на прочность

Типы нагрузок на витражную конструкцию и варианты передачи усилий на монтажный узел

На витражную конструкцию действуют **вертикальные** и **горизонтальные** нагрузки.

К **вертикальным** нагрузкам относятся:

1. Вес конструкции, приходящийся на один монтажный узел (P_k), численно равный весу витража площадью, ограниченной по горизонтали осями двух соседних стоек, а по вертикали – расстоянием, равным высоте этажа.
2. Вес двух человек ($P_{лв}$), одновременно вставших на соседние ригели (например, при открытых соседних окнах).

К **горизонтальным** нагрузкам относятся:

1. Давление ветра, приходящееся на один монтажный узел (P_v), собираемое с площади, ограниченной по горизонтали осями двух соседних стоек (b), а по вертикали – расстоянием, равным высоте этажа (h) (при этом, к нормативному ветровому напору применяется коэффициент $k_v = 1,7$ - учитывающий сочетание нагрузок с наветренной и подветренной стороны, например, когда окна квартиры выходят на противоположные стороны здания и одновременно открыты).
2. Давление двух человек ($P_{лг}$), одновременно опирающихся на соседние ригели ($P_n = 80$ кг, по норме нагрузки на поручни).

Горизонтальные и вертикальные нагрузки могут действовать одновременно, но оказывают влияние на разные элементы монтажного узла, поэтому рассмотрим отдельно варианты максимальных воздействий.

В некоторых случаях расстояние между стойками в витражной конструкции может достигать 1,7м (например, в случае применения раздвижных створок). Такой вариант даст наибольшую нагрузку на монтажные узлы.

1. **Горизонтальные нагрузки, направленные от стены.**

В этом случае расчёт на прочность производится для анкерных болтов крепления кронштейна к плите перекрытия на срез, для горизонтальной пластины кронштейна на разрыв, для монтажной алюминиевой пластины на смятие и для болтов крепления монтажной пластины к кронштейну на срез.

2. **Вертикальные нагрузки.**

В этом случае расчёт на прочность производится для горизонтальной пластины кронштейна на срез при штатном (правильном) монтаже, и на изгиб, при нештатном (неправильном) монтаже кронштейна. Кроме того, монтажная алюминиевая пластина рассчитывается на смятие, а болты крепления монтажной пластины к кронштейну – на срез.

Далее рассчитаем максимально возможные нагрузки и проверим элементы монтажного узла на прочность.

В заключении будут рассмотрены основные принципы применения кронштейнов с креплением в торец плиты.

Сбор нагрузок

1. Горизонтальные нагрузки, направленные от стены.

1.1. Ветровые нагрузки:

$$q_{\text{общ.}} = k_{\text{в}} k_1 k_2 q = 1,7 \times 1,25 \times 1,4 \times 38 = 113,05 \text{ кг/м}^2,$$

- где $q_{\text{общ.}}$ - суммарное ветровое давление с наветренной и подветренной стороны (кг/м^2);
 $k_{\text{в}}$ - коэффициент перехода от нормативного ветрового напора к суммарному ветровому давлению ($k_{\text{в}} = 1,7$ учитывает сочетание нагрузок с наветренной и подветренной стороны, например, когда окна квартиры выходят на противоположные стороны здания и одновременно открыты);
 k_1 - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для зданий, высотой до 100 м ($k_1 = 1,25$ - СНиП 2.01.07.85, табл. 6, тип местности «С»);
 k_2 - коэффициент надежности по ветровой нагрузке ($k_2 = 1,4$ - СНиП 2.01.07.85, п. 6.11);
 q - нормативный ветровой напор ($q = 38 \text{ кг/м}^2$ - СНиП 2.01.07.85, п. 6.4, табл. 5, столб. 5).

$$P_{\text{в.}} = q_{\text{общ.}} \times b \times h = 113 \times 1,7 \times 3 = 576,3 \text{ кг},$$

- где $P_{\text{в.}}$ - максимальная ветровая нагрузка, приходящаяся на монтажный узел (кг);
 $q_{\text{общ.}}$ - суммарное ветровое давление с наветренной и подветренной стороны (кг/м^2);
 b - максимальное расстояние между соседними стойками по осям (м);
 h - высота этажа (м).

1.2. Нагрузка от людей:

$$P_{\text{лг}} = b \times k_3 \times P_{\text{н}} = 1,7 \times 1,2 \times 80 = 163,2 \text{ кг},$$

- где $P_{\text{лг.}}$ - максимальная горизонтальная нагрузка от людей (кг);
 b - максимальное расстояние между соседними стойками по осям (м);
 k_3 - коэффициент надежности по нагрузке ($k_3 = 1,2$ - СНиП 2.01.07.85, п. 3.11);
 $P_{\text{н}}$ - нормативное давление на поручень ($P_{\text{н}} = 80 \text{ кгс/м}$, СНиП 2.01.07.85, п. 3.11 «в»).

Примечание: Горизонтальная нагрузка на поручень, действующая в уровне ограждения, переносится в уровень монтажного узла, так как сверху и снизу от узла могут оказаться люди, действующие на поручень - тогда опорные реакции от каждого человека в узле сложатся и в сумме дадут нормативное давление на поручень.

1.3. Общая горизонтальная нагрузка:

$$P_{\text{общ.гор.}} = P_{\text{в.}} + P_{\text{лг}} = 576,3 + 163,2 = 739,5 \text{ кг}$$

- где $P_{\text{лг.}}$ - максимальная горизонтальная нагрузка от людей (кг);
 $P_{\text{в.}}$ - максимальная ветровая нагрузка, приходящаяся на монтажный узел (кг);
 $P_{\text{общ.гор.}}$ - общая максимальная горизонтальная нагрузка на один монтажный узел (кг).

2. Вертикальные нагрузки.

2.1. Собственный вес витража на квадратном метре конструкции ($P_{\text{в.м}}$) определяется как сумма масс алюминиевого каркаса и стекла 5 мм.

В зависимости от расстекловки масса холодного витража колеблется от 4,1 до 7,5 кг/м^2 .

Масса стекла 5мм - 12,5 кг/м^2 .

Таким образом, общий собственный вес холодных витражей не превышает 20 кг/м^2 .

2.2. Для определения нагрузки от людей предполагаем, что два человека одновременно встанут (повиснут) на соседних ригелях. Сосредоточенная вертикальная нагрузка от людей на балконах - 100 кг (СНиП 2.01.07.85, п. 3.10 «б»)

2.3. Общая вертикальная нагрузка:

$$P_{\text{общ_вер.}} = P_{\text{к}} + P_{\text{лв}} = p_{\text{кв.м}} \times b \times h + k_3 \times 2 \times 100 = 20 \times 1,7 \times 3 + 1,2 \times 200 = 102 + 240 = 342 \text{ кг,}$$

- где $P_{\text{общ_вер.}}$ - общая максимальная вертикальная нагрузка на один монтажный узел (кг);
 $P_{\text{к.}}$ - максимальный вес конструкций витража с учетом остекления (кг);
 $P_{\text{лв.}}$ - максимальная вертикальная нагрузка от двух человек (кг);
 $p_{\text{кв.м}}$ - собственный вес витража (кг/м²);
 b - максимальное расстояние между соседними стойками по осям (м);
 h - высота этажа (м).
 k_3 - коэффициент надежности по нагрузке ($k_3=1,2$ - СНиП 2.01.07.85, п. 3.11).
 2 - количество человек, воздействующих на один узел;
 100 - вертикальная нагрузка на один узел от одного человека (кг);

Примечание: В конструкции предусмотрена возможность утепления лоджий с применением стандартных элементов. В этом случае вес остекления увеличится до 40 кг/м², а вес каркаса – до 15 кг/м². Общая максимальная вертикальная нагрузка в случае утепления лоджий будет равна:

$$P_{\text{общ_вер. утепл.}} = P_{\text{к.у.}} + P_{\text{лв}} = p_{\text{кв.м}} \times b \times h + k_3 \times 2 \times 100 = (40 + 15) \times 1,7 \times 3 + 240 = 280 + 240 = 520 \text{ кг.}$$

Расчёт монтажного узла Тип 2 на прочность

Структура расчёта:

1. Расчёт сварного кронштейна ВС-КМ-05/1

- 1.1 Расчёт кронштейна ВС-КМ-05/1 при нештатном монтаже, когда вертикальная пластина кронштейна не опирается на плиту перекрытия. (см. Рис. 1 вариант а)
- 1.2 Расчёт кронштейна ВС-КМ-05/1 при штатном монтаже, когда вертикальная пластина кронштейна опирается на плиту перекрытия. (см. Рис. 1 вариант б)

2. Расчёт алюминиевой монтажной пластины

3. Расчёт монтажного узла на максимальные горизонтальные нагрузки

4. Расчёт монтажных узлов крепления витража на поворот относительно узла крепления

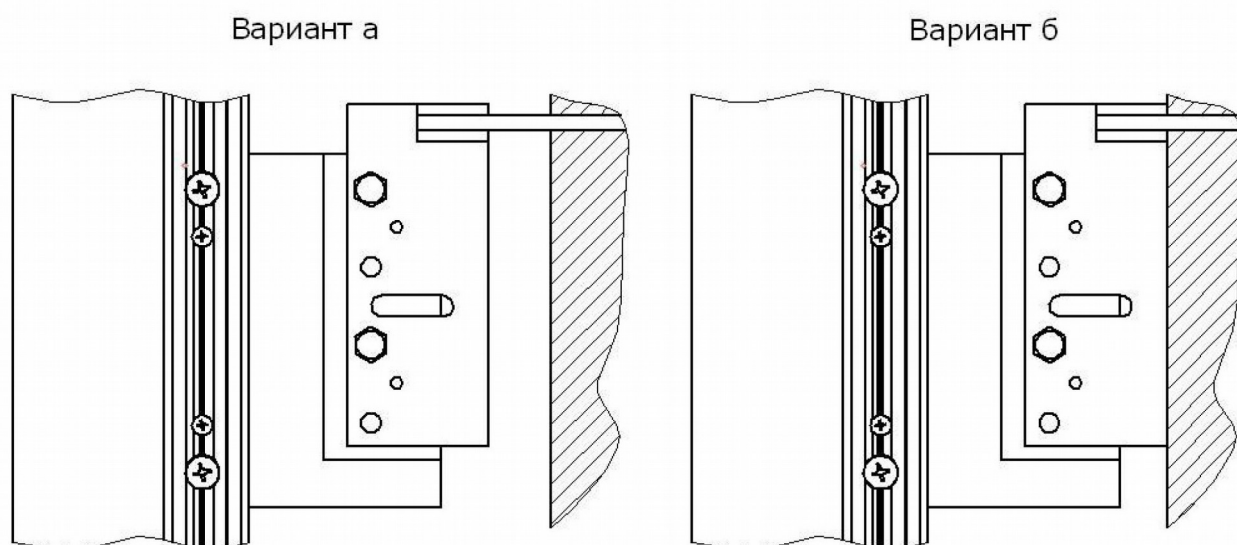


Рис.1

2. Расчёт сварного кронштейна ВС-КМ-05/1

2.1 Расчёт кронштейна ВС-КМ-05/1 при нестандартном монтаже, когда вертикальная пластина кронштейна не опирается на плиту перекрытия.

Эпюры моментов и сил приведены на Рис.2

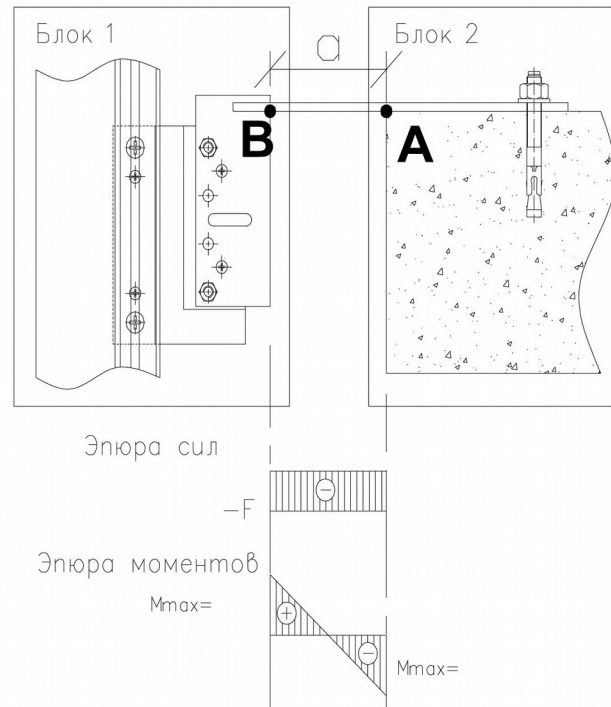


Рис. 2

Навесной витраж сконструирован таким образом, что стойка витража закрепляется на каждом этаже. Образуется сплошная (для расчёта – «неразрезная») балка с достаточной жесткостью для восприятия нагрузок. При нагрузках, действующих и сверху, и снизу от монтажного узла, поворот стойки (являющейся частью Блока 1) относительно Блока 2 – невозможен (силы уравновешены). При любых других нагрузках, предполагающих выдавливание стойки из плоскости (до 5мм), поворот стойки на опоре не может быть больше 1 угловой секунды.

Это обстоятельство позволяет считать, что перемещения в зоне опорного кронштейна возможны только по вертикали.

В Блок 1 включены элементы опорного узла, жестко закреплённые между собой, в Блок 2 – жестко закреплённые на плите. Жесткость соединения элементов в Блоке 1 при перемещениях по вертикали многократно превышает жесткость горизонтальной пластины кронштейна, что позволяет определить тип опорного узла в точке «В» как «заделка». Аналогично рассматривается тип опорного узла в точке «А».

Таким образом, можно сделать вывод, что нагрузки концентрируются на участке свободной горизонтальной пластины кронштейна (зона «а») с типом опорных узлов – «заделка».

Из эпюры моментов видно, что самыми нагруженными сечениями являются сечения, проходящее через точки «А» и «В».

Проверим несущую способность горизонтальной пластины кронштейна при величине зоны «а» равной 30 мм:

$$|\sigma| \geq \sigma_A$$

где $|\sigma|$ – допустимое напряжение, (кг/см^2)

σ_A – максимальное напряжение в сечении А, В (кг/см^2)

Допустимое напряжение определим по формуле:

$$|\sigma| = \sigma_T / |n|$$

где σ_T – предел текучести, (кг/см^2)

предел текучести для Сталь 3 (σ_T) равен **2400 кг/см²**, (СНиП II-23-81, табл. 51 по ГОСТ 27772-88);

$|n|$ – нормативный коэффициент запаса (Пока примем **$n=1,0$**).

Величину напряжения в сечении А, (σ_A) можно определить по формуле:

$$\sigma_A = |M_{\max}| / W$$

где M_{\max} – момент, возникающий в сечении А (кг*см),

W – момент сопротивления сечения горизонтальной пластины кронштейна (см^3).

Максимальный момент возникает в случае, если Блок 1 под действием максимальной вертикальной нагрузки переместится вниз на величину f_0 (см).

В результате этого возникнут опорные реакции в «заделках», численно равные максимальной вертикальной нагрузке (**342 кг**), (или 520 кг при выполненном утеплении витража).

Опорные реакции и опорные моменты в зависимости от перемещения определяются следующим образом:

$$R_A = R_B = (1/L^3) \times (12 E J f_0) \quad (\text{кг}) \quad [1], \text{ стр. 349, табл.25.}$$

$$M_A = M_B = (1/L^2) \times (6 E J f_0) \quad (\text{кг*см}) \quad [1], \text{ стр. 349, табл.25.}$$

где M_A, M_B – моменты на опоре (Рис. 2, точки А, В, (кг*см));
 R_A, R_B – поперечная сила на опоре (Рис. 2, точки А, В, (кг));
 L – пролёт балки (Рис. 2, в нашем случае «а=3», (см))
 E – модуль упругости стали;
 J – момент инерции сечения (см^4);
 f_0 – перемещение (см).

Теоретические моменты и силы относятся так же, как реальные. Составим пропорцию:

$$M_A / R_A = M_B / R_B = M_{\max} / P_{\text{общ_вер}}$$

где M_A, M_B – моменты в опасном сечении (Рис. 2, точки А, В, (кг*см));
 R_A, R_B – поперечная сила в опасном сечении (Рис. 2, точки А, В, (кг));
 M_{\max} – максимальный момент в опасном сечении (кг*см);
 $P_{\text{общ_вер}}$ – максимальная вертикальная нагрузка на монтажный узел (кг).

Таким образом, $M_{\max} = (M_A \times P_{\text{общ_вер}}) / R_A$

$$P_{\text{общ_вер}} = 342 \text{ кг}$$

Момент на горизонтальной пластине в монтажном узле при холодном остеклении:

$$M_{\max} = (M_A / R_A) \times P_{\text{общ_вер}} = L / 2 \times P_{\text{общ_вер}} = 3 / 2 \times 342 = 513 \text{ кг*см.}$$

Момент на горизонтальной пластине в монтажном узле при выполненном утеплении:

$$M_{\max} = (M_A / R_A) \times P_{\text{общ_вер}} = L / 2 \times P_{\text{общ_вер, утепл.}} = 3 / 2 \times 520 = 720 \text{ кг*см.}$$

W_A – момент сопротивления опасного сечения (см^3). Эскиз сечения приведен на Рис. 3.

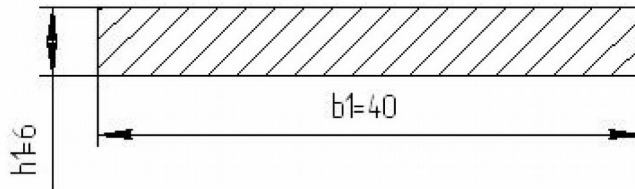


Рис. 3

Момент сопротивления прямоугольного сечения равен:

$$W = 1/6 * b_1 * h_1^2 \quad [1], \text{ стр. 29,}$$

$$W = 1/6 * 4 * 0,6^2 = 0,24 \text{ см}^3$$

Подставляем в формулу для σ_A :

$$\sigma_A = |M_{\max}| / W$$

где M_{\max} – момент, возникающий в сечении А ($\text{кг}^*\text{см}$),
 W – момент сопротивления сечения горизонтальной пластины кронштейна (см^3).

$$\sigma_A = M_{\max} / W \quad [2], \text{ стр. 23 (II.4),}$$

$$\sigma_A = 513 / 0,24 = 2138 \text{ кг/см}^2$$

В итоге получаем:

$$2400 \geq 2138 \text{ (при } n=1,0) \\ |\sigma| \geq \sigma_A$$

В случае утепления лоджий, когда увеличивается максимальная вертикальная нагрузка на монтажный узел до 520 кг:

$$M_{\max} = (M_A / R_A) * P_{\text{общ_вер}} = L / 2 * P_{\text{общ_вер, утепл.}} = 3 / 2 * 520 = 780 \text{ кг}^*\text{см.}$$

$$\sigma_A = M_{\max} / W = 780 / 0,24 = 3250 \text{ кг/см}^2,$$

$$3250 \leq 2138 \text{ (при } n=1,0)$$

что не удовлетворяет условиям прочности, даже при $n=1,0$.

При «а» = 20 мм и при выполненном утеплении получаем:

$$M_{\max} = (M_A / R_A) * P_{\text{общ_вер}} = L / 2 * P_{\text{общ_вер}} = 2 / 2 * 520 = 520 \text{ кг}^*\text{см.}$$

$$\sigma_A = M_{\max} / W = 520 / 0,24 = 2167 \text{ кг/см}^2,$$

$$2400 \geq 2167 \text{ (при } n=1,0)$$

$$|\sigma| \geq \sigma_A$$

Вывод: При нештатном (неправильном) монтаже кронштейна, когда вертикальная пластина кронштейна не опирается на плиту перекрытия, при условии того что зазор невелик (не более 10мм) - условие несущей способности кронштейна соблюдается.

Нельзя допускать большого зазора между вертикальной пластиной кронштейна и плитой перекрытия. Необходимо стремиться выполнять монтаж кронштейнов всегда штатно.

При зазоре 25-30мм и выполненном утеплении лоджии напряжения в горизонтальной пластине превышают прочность стали на изгиб!

2.2 Расчёт кронштейна ВС-КМ-05/1 при штатном монтаже, когда вертикальная пластина кронштейна опирается на плиту перекрытия.

Схема для данного варианта приведена на Рис. 4:

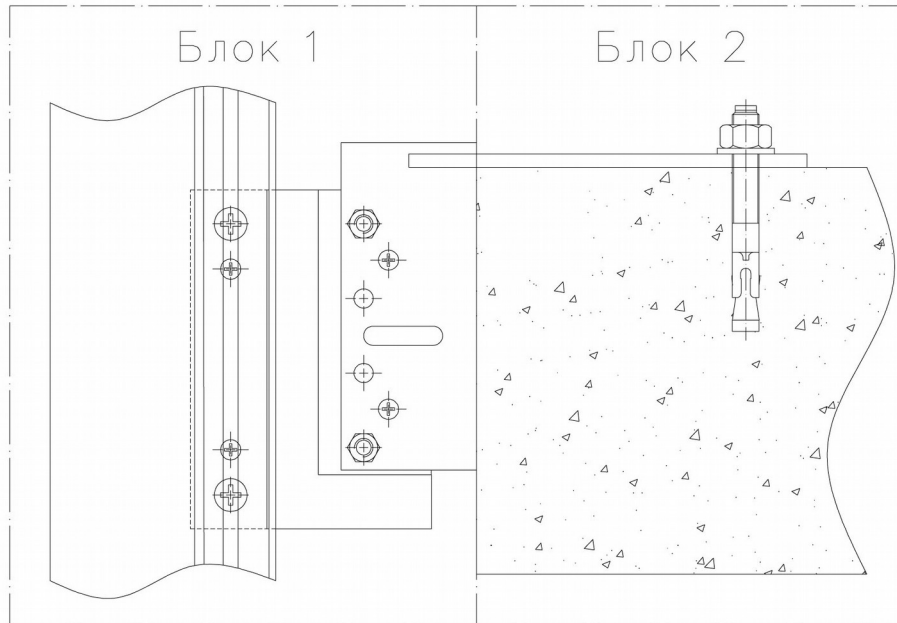


Рис. 4

В этом случае жесткие Блоки 1 и 2 соприкасаются.

Поскольку площадь сварного шва больше площади сечения пластины, расчёт ведётся только на срез горизонтальной пластины кронштейна.

Проверим несущую способность горизонтальной пластины кронштейна на срез от общей максимальной вертикальной нагрузки

$$|\sigma| \geq \sigma_A$$

где $|\sigma|$ – допустимое напряжение, (кг/см^2)

σ_A – максимальное напряжение в сечении А, (Рис. 4, кг/см^2)

Допустимое напряжение определим по формуле:

$$|\sigma| = \sigma_c / |n|$$

где σ_c – предел прочности на срез, (кг/см^2),

$|n|$ – коэффициент запаса (пока примем $n=1$).

$\sigma_c = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$, (СНиП II-23-81, табл. 1),

где R_{yn} - предел текучести,

$R_{yn} = 2400 \text{ кг/см}^2$, (СНиП II-23-81, табл. 51 по ГОСТ 27772-88);

γ_m - коэффициент надежности по материалу,

$\gamma_m = 1,025$, (СНиП II-23-81, табл. 2),

таким образом:

$$\sigma_c = 0,58 R_{yn} / \gamma_m = 0,58 * 2400 / 1,025 = 1660 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_A = P_{\text{общ_вер}} / S,$$

где S – площадь сечения горизонтальной пластины кронштейна (см^2);
 $P_{\text{общ_вер}}$ – максимальная вертикальная нагрузка на монтажный узел (кг).

$$S = b * h,$$

где $b = 4$ см (ширина горизонтальной пластины кронштейна);
 $h = 0,6$ см (толщина горизонтальной пластины кронштейна).

$$S = 4 * 0,6 = 2,4 \text{ см}^2$$

$P_{\text{общ_вер}} = 342$ кг для холодного остекления (см. п.2.3 расчета);

$P_{\text{общ_вер}} = 520$ кг для выполненного утепления (см. п.2.3 расчета);

$$\sigma_A = 342 / 2,4 = 143,5 \text{ кг/см}^2, \text{ (для холодного остекления);}$$

$$\sigma_A = 520 / 2,4 = 216,7 \text{ кг/см}^2, \text{ (для выполненного утепления);}$$

$$1660 \geq 216,7 \text{ (при } n=1,0)$$

$$|\sigma| \geq \sigma_A$$

Вывод: Таким образом, условие прочности на срез горизонтальной пластины монтажного кронштейна ВС-КМ-05/1 при штатном креплении выполнено с большим запасом, как для варианта холодного остекления, так и для варианта утепления.

3. Расчёт алюминиевой монтажной пластины

Монтажная пластина входит в состав Блока 1 и крепится двумя винтовыми соединениями (далее – «втулками») неподвижно.

Момент ($M_{\text{вт}}$), воспринимаемый монтажной пластиной через втулки:

$$M_{\text{вт}} = 2 L S_{\text{см}} \times \sigma_{\text{см}},$$

где L – расстояние между осями втулок (см) ($L = 12$ см, см. каталог);

$S_{\text{см}}$ – площадь смятия под втулками (см^2);

2 – количество втулок;

$\sigma_{\text{см}}$ – прочность алюминиевого сплава АД31 Т1 на смятие 1470 кг/см^2 . (ГОСТ 8617-81, табл. 6).

При этом $S_{\text{см}} = a * b$, где

a – проекция диаметра втулки ($a = 1$ см);

b – толщина алюминиевой монтажной пластины ($b = 0,5$ см).

$$M_{\text{вт}} = 2 \times 12 \times 0,5 \times 1 \times 1470 = 17\ 640 \text{ кг*см.}$$

Кроме того, рассчитаем момент ($M_{\text{мп}}$), воспринимаемый материалом монтажной пластины:

$$M_{\text{мп}} = W_{\text{мп}} \times \sigma_{\text{сж}},$$

где $W_{\text{мп}}$ – момент сопротивления сечения монтажной пластины ($W_{\text{мп}} = b * h^2 / 6$, [1], стр. 29);

$\sigma_{\text{сж}}$ – прочность алюминиевого сплава АД31 Т1 на сжатие 1270 кг/см^2 ; (ГОСТ 8617-81, табл. 6).

b – толщина алюминиевой монтажной пластины (см);

h – высота алюминиевой монтажной пластины (см) ($h = 15$ см, см. каталог).

$$M_{\text{мп}} = b * h^2 / 6 \times \sigma_{\text{сж}} = 0,5 \times 15^2 / 6 \times 1270 = 23\ 812 \text{ кг*см.}$$

Сечение монтажной пластины воспринимает момент значительно (на 45%) больший, чем при смятии под втулками. Следовательно, производить расчёт пластины на устойчивость нет необходимости.

До достижения нагрузок, вызывающих момент, меньший из двух определённых, Блок 1 будет сохранять условия жесткости, и поворота в системе «стойка - монтажная пластина» не будет, что даёт основания не учитывать моменты меньшие найденного, и расчёт прочности узла достаточно выполнить по следующим условиям:

- 2.1. Прочность алюминиевой монтажной пластины на смятие под болтами крепления к кронштейну от максимальной вертикальной нагрузки.
- 2.2. Прочность болтов крепления монтажной пластины к кронштейну на срез от максимальной вертикальной нагрузки.
- 2.3. Определение длины алюминиевой монтажной пластины, при которой монтажный узел сохраняет способность воспринимать вертикальные нагрузки.

2.1. Условие прочности монтажной пластины на смятие под болтами крепления к кронштейну:

$$|\sigma| \leq \sigma_c / |n|,$$

где σ - фактическое напряжение ($\text{кг}/\text{см}^2$);

σ_c - предел прочности алюминиевого сплава АД31 Т1 на смятие, $1470 \text{ кг}/\text{см}^2$; (ГОСТ 8617-81, табл. 6).

$|n|$ - нормативный коэффициент запаса (примем $n=1.8$ для учета объёмного характера нагружения).

Величину напряжения можно определить по формуле:

$$\sigma = P_{\text{общ_вер}} / 2S,$$

где $P_{\text{общ_вер}}$ - общая максимальная вертикальная нагрузка на один монтажный узел (кг).

$P_{\text{общ_вер}} = 342 \text{ кг}$ для холодного остекления (п.2.3 расчета);

$P_{\text{общ_вер}} = 520 \text{ кг}$ для выполненного утепления (п.2.3 расчета);

2 - количество болтов крепления монтажной пластины к кронштейну;

S - площадь проекции смятия (см^2).

$S = D \cdot b,$

где D - диаметр болта крепления монтажной пластины к кронштейну ($D=0,8 \text{ см}$);

b - толщина алюминиевой монтажной пластины ($b=0,5 \text{ см}$).

Для холодных лоджий $\sigma = 342 / (2 \times 0,5 \times 0,8) = 428 \text{ кг}/\text{см}^2,$

$$\begin{aligned} |\sigma| &\leq \sigma_c / |n|, \\ 428 &\leq 1470 / 1,8 \\ 428 &\leq 817 \end{aligned}$$

Для утеплённых лоджий $\sigma = 520 / (2 \times 0,5 \times 0,8) = 650 \text{ кг}/\text{см}^2,$

$$\begin{aligned} |\sigma| &\leq \sigma_c / |n|, \\ 650 &\leq 1470 / 1,8 \\ 650 &\leq 817 \end{aligned}$$

Вывод: Таким образом, условие прочности алюминиевой монтажной пластины на смятие под болтами крепления монтажной пластины к кронштейну выполнено с запасом, как для варианта холодного остекления, так и для варианта утепления. Конструкция допускает установку болтов крепления монтажной пластины к кронштейну в любую пару отверстий кронштейна.

2.2. Условие прочности болтов крепления монтажной пластины к кронштейну:

$$|\sigma| \leq \sigma_{\text{ср}} / |n|,$$

где σ - фактическое напряжение ($\text{кг}/\text{см}^2$)

$\sigma_{\text{ср}}$ - предел прочности болтов на срез, $1500 \text{ кг}/\text{см}^2$ (СНиП II-23-81, табл. 58)

$|n|$ – нормативный коэффициент запаса (пока примем $n=1$).

Величину напряжения можно определить по формуле:

$$\sigma = P_{\text{общ_вер.}} / 2S_B,$$

где $P_{\text{общ_вер.}}$ – общая максимальная вертикальная нагрузка на один монтажный узел (кг).

$$P_{\text{общ_вер.}} = 342 \text{ кг для холодного остекления (п.2.3 расчета);}$$

$$P_{\text{общ_вер.}} = 520 \text{ кг для выполненного утепления (п.2.3 расчета);}$$

2 – количество болтов крепления монтажной алюминиевой пластины к кронштейну;
 S – площадь сечения болтов крепления монтажной пластины к кронштейну (см^2).

$$S = \pi * r^2,$$

где r – радиус болта крепления монтажной пластины к кронштейну ($r = 0,4$ см);
 π – константа ($\pi = 3,14$).

$$S = \pi * r^2 = 3,14 * 0,4^2 = 0,5 \text{ см}^2.$$

Для холодных лоджий $\sigma = 342 / (2 * 0,5) = 342 \text{ кг/см}^2,$

$$|\sigma| \leq \sigma_{\text{сп}} / |n|,$$
$$342 \leq 1500$$

Для утеплённых лоджий $\sigma = 520 / (2 * 0,5) = 520 \text{ кг/см}^2,$

$$|\sigma| \leq \sigma_{\text{сп}} / |n|,$$
$$520 \leq 1500$$

Вывод: Таким образом, условие прочности болтов крепления монтажной пластины к кронштейну выполнено с запасом, как для варианта холодного остекления, так и для варианта утепления.

2.3. Определение длины алюминиевой монтажной пластины (расстояния между осями втулок и осями болтов крепления монтажной пластины к кронштейну), при которой монтажный узел сохраняет способность воспринимать вертикальные нагрузки.

Несущая способность узла будет сохраняться до тех пор, пока приложенный к узлу момент не достигнет того значения, при котором втулки, крепящие монтажную пластину к стойке, не начнут проминать алюминий монтажной пластины. В нашем случае это произойдет, когда момент станет численно равен максимально возможному моменту на втулках ($M_{\text{вт}} = 17\,640 \text{ кг*см}$, п. 1.3 расчета). Расчёт выполним по величине этого момента ($M_{\text{вт}}$), воспринимаемого Блоком 1 без потери прочности (без поворота монтажной пластины в узле).

$$M_{\text{вт}} = 17\,640 \text{ кг*см. (п. 1.3 расчёта)}$$

Задача заключается в том, чтобы определить расстояние между осями втулок и осями болтов крепления монтажной пластины к кронштейну (L_n), на котором максимальная вертикальная нагрузка ($P_{\text{общ_вер.}}$) создаёт данный момент. В расчёте применяется коэффициент запаса $n = 1,5$.

Для холодных лоджий $L_n = M_{\text{вт}} / (P_{\text{общ_вер.}} * n)$

$$L_n = 17640 / (342 * 1,5) = 34,4 \text{ см.}$$

Для утеплённых лоджий $L_n = M_{\text{вт}} / (P_{\text{общ_вер.}} * n)$

$$L_n = 17640 / (520 * 1,5) = 22,6 \text{ см.}$$

Вывод: Применяемая монтажная алюминиевая пластина толщиной 5мм из сплава АД31 Т1 имеет достаточный запас прочности. При необходимости можно увеличивать собственную длину монтажной пластины до 200 мм, не снижая прочностных характеристик монтажного узла и всей конструкции в целом.

3. Расчёт монтажного узла на максимальные горизонтальные нагрузки

3.1. Расчёт горизонтальной стальной пластины кронштейна ВС-КМ-05/1 на разрыв.

Условие прочности горизонтальной пластины кронштейна:

$$|\sigma| \leq \sigma_p / |n|,$$

где σ – фактическое напряжение [кг/см²]
 σ_p – предел прочности Сталь 3 на растяжение, 2100 кг/см² [2], стр. 20
 $|n|$ – нормативный коэффициент запаса (пока примем $n=1$).

Величину напряжения можно определить по формуле:

$$\sigma = P_{\text{общ_гор.}} / S_{\text{пл}},$$

где $S_{\text{пл}}$ – площадь сечения горизонтальной пластины кронштейна (см²);
 $P_{\text{общ_гор.}}$ – максимальная горизонтальная нагрузка на монтажный узел (кг),

$$P_{\text{общ_гор.}} = 739,5 \text{ кг}, \quad (\text{п. 1.3. расчета}).$$

$$S_{\text{пл}} = b \cdot h,$$

где $b = 4$ см (ширина горизонтальной пластины кронштейна);
 $h = 0,6$ см (толщина горизонтальной пластины кронштейна).

$$\sigma = 739,5 / (4 \times 0,6) = 739,5 / 2,4 = 308 \text{ кг/см}^2,$$

$$|\sigma| \leq \sigma_p / |n|,$$
$$308 \leq 2100$$

Вывод: Таким образом, условие прочности выполнено с большим запасом.

3.2. Расчёт анкерных болтов на срез.

Условие прочности анкерного болта:

$$|\sigma| \leq \sigma_{\text{ср}} / |n|,$$

где σ – фактическое напряжение (кг/см²);
 $\sigma_{\text{ср}}$ – предел прочности болтов на срез, 1500 кг/см²; (СНиП II-23-81, табл. 58).
 $|n|$ – нормативный коэффициент запаса (примем $n=1,5$).

Величину напряжения можно определить по формуле:

$$\sigma = P_{\text{общ_гор.}} / S_{\text{б}},$$

где $P_{\text{общ_гор.}}$ – максимальная горизонтальная нагрузка на монтажный узел;
 $S_{\text{б}}$ – площадь сечения анкерного болта $\varnothing 10$ мм.

$$S_{\text{б}} = \pi \cdot r^2,$$

где r – радиус болта крепления монтажной пластины к кронштейну ($r = 0,5$ см);
 π – константа ($\pi = 3,14$).

$$S_{\text{б}} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 0,5^2 = 0,785 \text{ см}^2.$$

$$P_{\text{общ_гор.}} = 739,5 \text{ кг}, \quad (\text{п. 1.3. расчета}).$$

$$\sigma = 739,5 / 0,785 = 942 \text{ кг/см}^2,$$

$$|\sigma| \leq \sigma_{\text{ср}} / |n|,$$
$$942 \leq 1500 / 1,5$$
$$942 \leq 1000$$

Вывод: Таким образом, условие прочности выполнено с запасом. **Прочность одного анкерного болта достаточна для закрепления монтажного кронштейна.**

Второе отверстие в пластине кронштейна ВС-КМ-05/1 на расстоянии 50 мм выполнено для случая, когда установка анкерного болта в первое отверстие невозможно (попадает на арматуру). Стандартное размещение арматуры в плите - через 100мм, поэтому расстояние между отверстиями 50мм с большой вероятностью позволяет перейти в зону между стержнями арматуры.

4. Расчёт узлов крепления витража на поворот относительно узла крепления

Правильный (штатный) монтаж кронштейна исключает его поворот вокруг анкерного болта. Допустим, что кронштейн смонтирован не правильно (не штатно) - с зазором к торцу плиты.

При затяжке анкерного болта возникают силы трения между пластиной и поверхностью бетонной плиты.

Коэффициент трения металла по бетону $f = 0,45$ от усилия затяжки.

Прочность анкерного болта на разрыв 3400 кг/см^2 . (СНиП II-23-81, табл. 51 по ГОСТ 27772-88);

Допустим, анкерный болт затягивается до 60% прочности, тогда вертикальная нагрузка (**N**) на пластину составит:

$$N = 3400 \times 0,6 = 2040 \text{ кг.}$$

Сила трения ($F_{\text{тр}}$) в этом случае будет равна:

$$F_{\text{тр}} = N \times f = 2040 \times 0,45 = 918 \text{ кг.}$$

Допустим, эта сила затяжки действует на площади круга, диаметром ($d = 5 \text{ см}$), тогда напряжение в зоне контакта (σ_3) будет:

$$\sigma_3 = F_{\text{тр}} / S,$$

где **S** – площадь круга, диаметром 5 см.

$$S = \pi \cdot r^2,$$

где **r** – радиус круга трения ($r = 2,5 \text{ см}$);

π – константа ($\pi = 3,14$).

$$S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 2,5^2 = 19,6 \text{ см}^2.$$

$$\sigma_3 = 918 / 19,6 = 46,8 \text{ кг/см}^2,$$

При попытке поворота кронштейна относительно анкерного болта реальное усилие (**P** - нормативное давление на поручень при попытке поворота одним человеком) на одну стойку не может быть более **80 кг**. ($P = 80 \text{ кгс/м}$, **СНиП 2.01.07.85, п. 3.11 «В»**).

Тогда момент ($M_{\text{пов}}$) составит:

$$M_{\text{пов}} = P \times B$$

где **B** – плечо приложения силы относительно анкерного болта ($B = 39 \text{ см}$ – среднее значение расстояния между осью стойки и осью анкерного болта, **см**).

$$M_{\text{пов}} = 60 \times 39 = 2340 \text{ кг*см.}$$

Полярный момент сопротивления площади трения ($W_{\text{тр}} = \pi \cdot d^3 / 16$, [1], стр. 39);

$$W_{\text{тр}} = 3,14 \times 5^3 / 16 = 24,5 \text{ см}^3.$$

Напряжение в зоне контакта при попытке поворота:

$$\sigma_{\text{пов}} = M_{\text{пов}} / W_{\text{тр}} = 2340 / 24,5 = 95,5 \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом, одна стойка витража за счёт своего монтажного узла способна выдержать нагрузку в $46,8 \text{ кг/см}^2$, две стойки в ряду в два раза большую – уже $93,6 \text{ кг/см}^2$. Три стойки выдержат – $140,4 \text{ кг/см}^2$, что уже превышает максимальной возможное воздействие в $95,5 \text{ кг/см}^2$.

Вывод: Таким образом, при установке витража из четырех и более стоек (на кронштейны, смонтированные не штатно, но нормально закреплённые анкерными болтами), витраж сдвинуть в плоскости фасада невозможно. Обычно стоек больше, и анкерные болты установлены в разные отверстия кронштейна (изменяется радиус поворота), а также минимум два кронштейна смонтированы штатно, поэтому поворот кронштейнов (сдвижка витража в плоскости фасада) - исключён.

Основные принципы применения кронштейнов с креплением в торец плиты

Поскольку внутри бетона при установке клиновых анкерных болтов возникают значительные усилия, основным условием применения кронштейнов (1) (см. Рис.5) с креплением в торец плиты (4), является наличие полноценного арматурного каркаса в торце плиты, рассчитанного на применение подобных анкеров.

Толщина балконной плиты (4) обычно 160мм. При размещении анкерного болта (2) точно по центру плиты, толщина бетона до поверхности плиты остается не более 75мм.

При расчёте на выкол берется пирамидальная поверхность скола (3) под углом 45°.

Площадь пирамидальной поверхности (3) при точечной нагрузке и высоте пирамиды 75мм составит около 280 см².

При затяжке анкерного болта (2) с силой 85% от его прочности на разрыв (2890 кг), на клиновом хвостовике с углом клина 15° нагрузка составит:

$$N = 2890 / \sin 15^\circ = 2890 / 0,26 = 11\ 100 \text{ кг.}$$

Напряжения в бетоне по поверхности скола - $11100 / 280 = 40 \text{ кг/см}^2$.

Нагрузку на сжатие бетон плиты выдержит. А прочность на растяжение у бетона марки М300 – 25 кг/см². Поэтому необходимо конструктивно исключить появление в бетоне растягивающих напряжений, то есть установить специальный арматурный каркас.

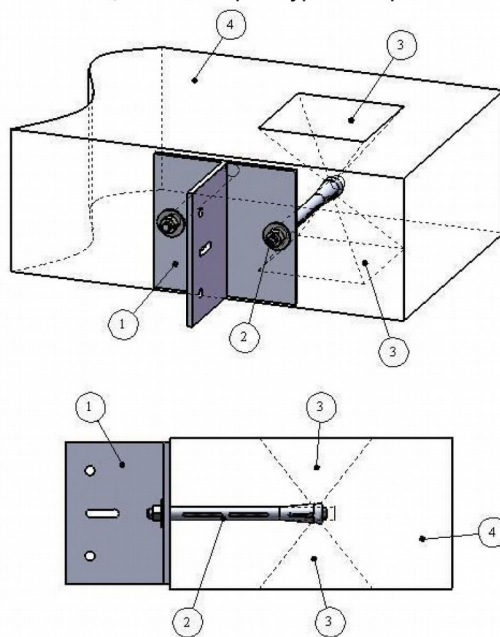


Рис. 5

Выводы: Применение кронштейнов с креплением в торец плиты возможно только в случае учёта этого обстоятельства на стадии проектирования здания. Только в этом случае возможно рассчитать, запроектировать и в последствии смонтировать специальные арматурные каркасы для восприятия распорных нагрузок от клиновых хвостовиков анкерных болтов.

Использованная литература:

- [1] – Писаренко Г.С. и др. «Справочник по сопротивлению материалов», изд. «Наукова думка», 1975 год.
- [2] – Васильев А.А. «Металлические конструкции», изд. «Стройиздат», 1975 год.

Общая схема организации слива конденсата

