

Сибирь Инвест

Общество с ограниченной
ответственностью
«Сибирь Инвест»

Адрес: 660077, г. Красноярск, ул. Молокова, дом 60, e-mail:
SibirInvest24@mail.ru т. 250-32-11, допуск НП СРОП
«СтройОбъединение» № 3341 от 04.03.2011 г.

№ 303/1-11

От 28.09.2011г.

Утверждаю
Технический директор
ООО «Сибирь Инвест»
А.А.Иовенко
«~~28~~ сентября 2011г.



**Расчетное обоснование технических решений
навесной фасадной системы «Тимспан» ТС – 2004002
с воздушным зазором с применением
керамогранитных фасадных плит с кляммерным
креплением**

Начальник отдела по
обследованию зданий
и сооружений

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "V.V. Zakharuta".

В.В.Захарюта

Красноярск 2011 г.

Содержание

Введение	3
1. Общие положения	4
1.1. Общие данные	6
2. Прочностной расчет с применением несущих и опорных кронштейнов	7
2.1. Исходные данные	7
2.2. Нагрузки и воздействия	8
2.3. Расчет вертикального профиля	12
2.3.1. Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом	16
2.3.2. Проверка профиля на сдвиг (срез) в горизонтальной плоскости	16
2.3.3. Проверка прочности крепления вертикального профиля к несущему кронштейну	17
2.3.4. Проверка жесткости вертикального профиля	19
2.4. Расчет вертикального профиля с учетом гололедных нагрузок	20
2.4.1. Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом с учетом гололедных нагрузок	22
2.4.2. Проверка профиля на сдвиг (срез) в горизонтальной плоскости с учетом гололедных нагрузок	23
2.4.3. Проверка прочности крепления вертикального профиля к несущему кронштейну с учетом гололедных нагрузок	24
2.5. Расчет несущего кронштейна	26
2.5.1. Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом	31
2.5.2. Проверка прочности кронштейна на срез	32
2.6. Расчет несущего кронштейна с учетом гололедных нагрузок	32
2.6.1. Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом с учетом гололедных нагрузок	35
2.6.2. Проверка прочности кронштейна на срез с учетом гололедных нагрузок	36
2.7. Расчет опорного кронштейна	37
2.8. Проверка крепления несущего кронштейна к стене	40
2.9. Проверка крепления несущего кронштейна к стене с учетом гололедных нагрузок	44
2.10. Проверка крепления опорного кронштейна к стене	46
2.11. Расчет крепления утеплителя	48
2.12. Расчет кляммера	49
3. Выводы	52
4. Список использованных источников	53

Введение

Расчетное обоснование технических решений навесной фасадной системы «Гимспан» ТС – 2004002 с воздушным зазором с применением керамогранитных фасадных плит с кляммерным креплением разработано в соответствии с заданием выданным заказчиком и материалами представленными им.

Расчетное обоснование состоит из общих положений, прочностного расчета конструктивных элементов системы, выводов, списка использованных источников.

В общих данных приведены конструктивное решение, исходные данные для проектирования и основные параметры навесной фасадной системы.

Прочностной расчет конструктивных элементов системы включает:

1. Исходные данные: характеристики материалов, нагрузки и воздействия (собственный вес, ветровое воздействие и гололедная нагрузка);

2. Расчетные схемы элементов системы (несущего и опорного кронштейна, вертикального профиля);

3. Прочностной расчет:

3.1. Расчет вертикального профиля (проверки прочности на растяжение с изгибом, на срез в горизонтальной плоскости, крепление вертикального профиля к несущему кронштейну, прогиба).

3.2. Расчет вертикального профиля с учетом гололедной нагрузки (проверки прочности на растяжение с изгибом, на срез в горизонтальной плоскости, крепление вертикального профиля к несущему кронштейну).

3.3. Расчет несущего кронштейна (проверки прочности на растяжение с изгибом, на срез).

3.4. Расчет несущего кронштейна с учетом гололедной нагрузки (проверки прочности на растяжение с изгибом, на срез).

3.5. Расчет опорного кронштейна.

3.6. Проверка прочности крепления несущего кронштейна к стене.

3.7. Проверка прочности крепления несущего кронштейна к стене с учетом гололедной нагрузки.

3.8. Проверка прочности крепления опорного кронштейна к стене.

3.9. Расчет крепления утеплителя.

3.10. Расчет кляммера.

В выводах приведены основные положения и результаты расчетного обоснования технических решений.

1. Общие положения

Конструктивное решение фасадной системы

Навесная фасадная система является многослойной конструкцией, которая расположена с внешней стороны основания (несущих конструкций наружной стены).

Система включает следующие слои, начиная от основания: слой плит утеплителя, закрепляемого на поверхности стены с помощью механического крепления, воздушный зазор (прослойка) и декоративного защитного слоя, выполненного из облицовочного материала в виде керамогранитных плит крепящегося на металлический несущий каркас. Каркас, в свою очередь, крепится к несущим конструкциям фасада здания.

Возможен вариант применения системы без утеплителя только в качестве декоративной фасадной отделки здания.

Фасадная система предназначена для отделки и утепления зданий и сооружений различного назначения при их возведении, капитальном ремонте и реконструкции, расположенных во всех ветровых районах.

Система применяется для облицовки зданий высотой до 120м. Конструкция предназначена для использования облицовки стен здания из следующих материалов: красного силикатного и пустотелого кирпича, пенобетона, газобетона, монолитного железобетона, железобетонных панелей с объемным весом не менее 600кгс/м³, дерева и металла.

Конструкция рассчитана на применение утеплителя толщиной от 40 до 250мм.

Фасадная система может использоваться в I-VII ветровых районах с предельной отрицательной температурой выше минус 40⁰С и при положительной температуре до плюс 40⁰С в сочетании с температурой солнечной инсоляции на поверхности облицовки до плюс 80⁰С.

Металлический каркас служит для крепления на основании на определенном расстоянии от него элементов облицовочного материала и состоит из кронштейнов и вертикальных профилей.

Кронштейны подвесной системы крепятся к стене через терморазрыв из прокладки одним или двумя анкерными крепителями. Конструкция анкеров принимается для каждого объекта индивидуально по результатам натурных испытаний.

Существует 2 типа кронштейнов: подвижные и неподвижные.

Подвижные кронштейны состоят из двух частей: к стационарной, закрепляемой непосредственно к основанию анкерным крепителем, посредством болтового соединения

крепится подвижная часть (вылет кронштейна регулируется за счет смещения подвижной части по овальным отверстиям стационарной).

Неподвижные кронштейны состоят только из стационарной части, при этом вылет кронштейна может регулироваться за счет восьми рядов пар отверстий, расположенных на его консоли. В случае необходимости уменьшения длины неподвижного кронштейна лишний металл подрезается.

По функциональному назначению все фронтальные кронштейны (подвижные и неподвижные) подразделяются на несущие и опорные. Несущие кронштейны воспринимают вертикальную нагрузку от собственного веса системы, а также от обледенения облицовочного материала, и горизонтальную ветровую. Опорные кронштейны воспринимают только горизонтальную нагрузку, т.к. вертикальные профили соединены с ними с возможностью их вертикального перемещения от температурных деформаций.

На опорную часть (место крепления кронштейна к стене) всех типов кронштейнов устанавливается усиливающая шайба против разгиба пяты. При необходимости дополнительно применяется усилитель опорной части кронштейна.

Вертикальный профиль крепится к подвижной части, или консоли, кронштейна посредством двух вытяжных заклепок с широким бортиком, диаметр заклепок 4,8мм. Материал заклепок, оцинкованная или коррозионностойкая стали. В несущих кронштейнах заклепки ставятся в круглые отверстия на консоли кронштейна, а в опорных – в горизонтальные овальные отверстия.

Фасадные керамогранитные плиты крепят к вертикальным профилям, на которые предварительно посредством заклепок из коррозионностойкой стали диаметром 4,8мм устанавливают кляммеры изготовленные из коррозионностойкой стали толщиной 1,2мм. Облицовочные плиты вставляются в кляммеры через эластопластовые уплотнительные прокладки.

Кляммеры выпускают 4-х типов – кляммеры четырехзажимные, боковые двухзажимные, верхние и нижние двухзажимные и боковой однозажимный, при этом четырехзажимные кляммеры ставятся на стыке 4-х плит, боковые двухзажимные – с краю на стыке двух плит, нижние и верхние двухзажимные – на крайних нижних и верхних рядах на стыке двух плит и боковой однозажимный – с краю верхнего и нижнего рядов плит.

1.1. Общие данные

Расчетное обоснование конструктивных решений навесной фасадной системы «Тимспан» ТС – 2004002 с воздушным зазором с применением облицовочного материала из керамогранитных плит произведено в соответствии со СП 20.13330.2011. «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»; СП 16.13330.2011. «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*» и МДС 20- 1.2006 «Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные здания и комплексы в Москве».

Расчет элементов каркаса выполнен на воздействие постоянных и кратковременных нагрузок.

В качестве постоянных принимались нагрузки от собственного веса элементов каркаса и облицовки.

В качестве кратковременной нагрузки принята ветровая нагрузка по СП 20.13330.2011 для центральной и угловой частей здания, а также нагрузка от обледенения облицовочного материала.

Кроме того, учитываются дополнительные коэффициенты к ветровым нагрузкам в соответствии с МДС 20-1.2006. Прочностные расчеты включают проверку прочности и деформаций вертикальных профилей (направляющих), кронштейнов, крепежных и анкерочных элементов, несущих нагрузок от собственной массы, массы облицовочного материала, от ветрового давления и гололедных нагрузок. Нагрузку от собственной массы профилей в случаях, когда она относительно мала, можно не учитывать.

Физико-механические характеристики материалов профилей, их соединений и крепежных элементов следует принимать по СП 16.13330.2011.

Усилия: изгибающие моменты, поперечные и продольные силы, прогибы определяются с использованием основных положений сопротивления материалов и строительной механики.

Коэффициент надежности по гололедной нагрузке принимается по СП 20.13330.2011.

При выполнении расчетов и выборе расчетных схем несущего каркаса, необходимо учитывать результаты испытаний на усилия вырывания дюбелей из стены, проведенные для различных участков фасада конкретного здания.

2. Прочностной расчет с применением несущих и опорных кронштейнов

2.1. Исходные данные

1. Район строительства – IV район по ветровой нагрузке и ниже.
2. Высота здания – 120 м.
3. Ветровой район IV: $W_0 = 48 \text{ кгс/м}^2$. Тип местности В.
4. Гололедный район IV (толщина стенки гололеда с двух сторон по 15мм).
5. $[f] = l/150$ - относительный прогиб вертикального профиля.
6. Стены здания – из любого материала, к которому возможно крепление кронштейнов.
7. Облицовка керамогранитной плиткой 600x600 t=10мм.

Таблица 1

Собственный вес

Поз.	Вид облицовки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
1	2	3	4	5	6
1	Керамогранитная плита 600×600, $\rho=2290 \text{ кг/м}^2$. t=10мм	кг/м ²	22,0	1,1	24,2

8. Вертикальный профиль – Т - образный кляммерный. Кронштейны подвижные, состоящие из двух частей: стационарной и подвижной. По функциональному назначению кронштейны - подвижный несущий и подвижный опорный;

Элементы фасадной системы изготовлены из холоднокатаного, стального листа. В качестве материала для системы используется оцинкованная сталь по ГОСТ 14918-80 и ГОСТ Р 52246-2004 или коррозионностойкая сталь по ГОСТ 5632-72.

Механические свойства и расчётные характеристики сталей и сплавов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Марка сплава,	ГОСТ	Значения гарантированные ГОСТ		Расчётные сопротивления		
		σ_u МПа (кгс/мм ²)	$\sigma_{0,2}$ МПа (кгс/мм ²)	R МПа (кгс/мм ²)	R _s МПа (кгс/мм ²)	R _{bp} МПа (кгс/мм ²)
08пс, ХП, ПК	14918-80	330	230	220	130	400
250	52246-2004	330	250	240	140	400
270		360	280	265	150	430
320		390	320	290	170	485
08Х18Н10	5632-72	510	185	180	105	735
08Х18Н10Т		530	205	195	115	780
12Х18Н10Т		530	205	195	115	780

Для соединения элементов каркаса используются вытяжные заклёпки диаметром 4,8 мм со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали А2–1.4567 или 1.4301. Фирма «BRALO» гарантирует среднее, полученное путём испытаний, значение усилия на срез и растяжение таких заклёпок. Нормативные и расчётные усилия, воспринимаемые вытяжными заклёпками, приведены в таблице 3. (в соответствии с BRALO Каталог 2009).

Таблица 3.

Диаметр заклёпки, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр бортика, мм	Диаметр отверстия под заклёпку, мм	Нормативные усилия		Расчётные усилия	
				срез N_{zs} , Н	растяжение N_{zy} , Н	срез N_{zns} , Н	растяжение N_{zny} , Н
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус сталь коррозионностойкая А2/ стержень сталь коррозионностойкая А2							
4,8	2,75	9,5 (14)	4,9	4500	5500	3250	4000
Корпус сталь оцинкованная/стержень сталь оцинкованная							
4,8	2,75	9,5 (14)	4,9	3000	4100	2400	3200

Для крепления кронштейнов к стене применяются распорные или клеевые дюбели производства фирм, имеющих сертификаты соответствия, выданные в Российской Федерации.

Термопрокладки под крепления кронштейнов изготовлены из паронита или стереорегулярного (изотактического) полипропилена с объёмным весом 0,9 г/см³ и прочностью при +20⁰ С равной 20 МПа, температура охрупчивания материала до – 50⁰С.

2.2. Нагрузки и воздействия

Вылет кронштейна – 250мм.

Максимальная длина вертикального профиля – $L_z = 0.15 + 0,75 \cdot 4 + 0.15 = 3,3$ м.

Шаг опорных кронштейнов по вертикали зададим – 750мм.

Постоянная нагрузка от собственного веса конструкций

Нормативное значение нагрузки

$$P^n = G_{nl} \cdot a \cdot h + G_{np} \cdot h,$$

где $G_{nl} = 22,0$ кг/м² - собственный вес облицовки, принимается по таблице 1;

a - ширина плитки;

h - высота (длина) вертикального профиля;

$G_{np} = 1,69$ кг/м - вес вертикального профиля.

Собственным весом кронштейнов пренебрегаем.

В верхней части профиля установим 2 несущих кронштейна. Остальные кронштейны – опорные.

$$P^n = (22,0 \times 0,6 \times 3,3 + 1,69 \times 3,3) / 2 = 24,57 \text{ кг}.$$

Собственный вес конструкций собран с профиля длиной 1,65 м на один несущий кронштейн.

Расчетное значение постоянной нагрузки

$$P = G_{nl} \cdot a \cdot h \cdot \gamma_m + G_{np} \cdot h \cdot \gamma_f,$$

где $\gamma_m = 1,1$ - коэффициент надежности по материалу облицовки;

$\gamma_f = 1,05$ - коэффициент надежности собственного веса металлических конструкций.

$$P = (22,0 \cdot 0,6 \cdot 3,3 \cdot 1,1 + 1,69 \cdot 3,3 \cdot 1,05) / 2 = 26,89 \text{ кг} = 264 \text{ Н}.$$

Нагрузка от ветрового воздействия

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте z определяем по формуле:

$$q_{+(-)}^n = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] c_{p+(-)} v_{+(-)}$$

w_0 – нормативное значение ветрового воздействия;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий динамические свойства несущих конструкций фасада;

$\zeta(z_e)$ – изменение пульсаций давления ветра по высоте;

c_p – аэродинамический коэффициент давления для здания прямоугольного в плане:

$c_{p(+)} = +1,1$ – для наветренной стороны центральной части здания;

$c_{p(-)} = -1,2$ – для подветренной стороны центральной части здания;

$c_{p(-)} = -2,2$ – для подветренной стороны (в углах здания в зоне равной 0,1 min размера сечения здания (ширина или длина), но не менее 1,5 м).

$v = 1,0$ - коэффициент, учитывающий грузовую площадь воздействия ветровой нагрузки на конструкцию.

Нормативная ветровая нагрузка для центральной части здания (условно при $z = 120 \text{ м}$):

$$q^n (+) = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1 + 0,65] \cdot (+1,1) \cdot 1 = 2517,77 \text{ Н/м}^2;$$

$$q^n (-) = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1 + 0,65] \cdot (-1,2) \cdot 1 = -2746,66 \text{ Н/м}^2;$$

для угловой части

$$q^n (-) = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1 + 0,65] \cdot (-2,2) \cdot 1 = -5035,54 \text{ Н/м}^2;$$

Расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте z определяем по формуле:

$$q_{i+(-)} = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] c_{p+(-)} v_{+(-)} \gamma_f,$$

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

Расчетная ветровая нагрузка для центральной части здания (условно при $z = 75\text{м}$):

$$q_{i+(.)} = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1+0,65] \cdot (+1,1) \cdot 1 \cdot 1,4 = 3524,88 \text{ Н/м}^2;$$

$$q_{i+(-)} = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1+0,65] \cdot (-1,2) \cdot 1 \cdot 1,4 = -3845,32 \text{ Н/м}^2;$$

для угловой части

$$q_{i+(-)} = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 2,89 \cdot [1+0,65] \cdot (-2,2) \cdot 1 \cdot 1,4 = -7049,75 \text{ Н/м}^2;$$

Результаты расчета ветровой нагрузки в зависимости от высоты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Нагрузки от ветрового воздействия

Высота z, м	k (z _e)	ζ(z _e)	Нормативное значение ветрового давления q ⁿ , Н/м ²			Расчетное давление ветрового воздействия q, Н/м ²		
			Центр q ⁿ (+)	Центр q ⁿ (-)	Угол q ⁿ (-)	Центр q (+)	Центр q (-)	Угол q (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1,09	1,22	1277,65	-1393,80	-2555,31	1788,72	-1951,33	-3577,43
10	1,34	1,06	1457,49	-1589,99	-2914,98	2040,49	-2225,99	-4080,98
15	1,51	0,99	1586,59	-1730,82	-3173,17	2221,22	-2423,15	-4442,44
20	1,65	0,92	1672,70	-1824,77	-3345,41	2341,79	-2554,68	-4683,57
25	1,77	0,89	1766,32	-1926,89	-3532,64	2472,85	-2697,65	-4945,69
30	1,87	0,86	1836,49	-2003,44	-3672,98	2571,09	-2804,82	-5142,17
35	1,96	0,83	1893,83	-2066,00	-3787,66	2651,36	-2892,40	-5302,73
40	2,04	0,8	1938,82	-2115,07	-3877,63	2714,34	-2961,10	-5428,68
45	2,12	0,785	1998,06	-2179,70	-3996,12	2797,28	-3051,58	-5594,56
50	2,19	0,77	2046,69	-2232,75	-4093,37	2865,36	-3125,85	-5730,72
55	2,25	0,755	2084,94	-2274,48	-4169,88	2918,92	-3184,27	-5837,83
60	2,32	0,74	2131,43	-2325,20	-4262,86	2984,00	-3255,28	-5968,01
65	2,38	0,73	2173,99	-2371,62	-4347,97	3043,58	-3320,27	-6087,16
70	2,43	0,72	2206,83	-2407,45	-4413,66	3089,56	-3370,43	-6179,12
75	2,49	0,71	2248,17	-2452,55	-4496,34	3147,44	-3433,57	-6294,88
80	2,54	0,70	2279,90	-2487,17	-4559,81	3191,87	-3482,04	-6383,73
85	2,59	0,69	2314,53	-2524,94	-4629,06	3240,34	-3534,91	-6480,68
90	2,63	0,69	2339,86	-2552,57	-4679,72	3275,80	-3573,60	-6551,60
95	2,68	0,68	2373,73	-2589,52	-4747,46	3323,22	-3625,33	-6646,44
100	2,72	0,67	2398,39	-2616,42	-4796,77	3357,74	-3662,99	-6715,48
105	2,77	0,67	2435,16	-2656,54	-4870,32	3409,23	-3719,16	-6818,45
110	2,81	0,66	2462,91	-2686,81	-4925,82	3448,07	-3761,53	-6896,14
115	2,85	0,66	2490,44	-2716,85	-4980,89	3486,62	-3803,59	-6973,24
120	2,89	0,65	2517,77	-2746,66	-5035,54	3524,88	-3845,32	-7049,75

Эквивалентная высота e z определяется следующим образом:

при z: b → z_e = b;

при z: h-b → z_e = h;

при $z: b \leq z \leq h-b \rightarrow z_e = z$;

где b - поперечный размер здания;

h - высота здания;

z - расстояние от поверхности земли.

Расчет гололедной нагрузки

IV район по толщине гололедной нагрузке $b = 15\text{мм}$

Нормативное значение гололедной нагрузки

$$i_n = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g,$$

где $b = 15\text{мм}$ – толщина наледи;

k – коэффициент;

$\mu_2 = 0,6$ - коэффициент, учитывающий формы обледенения для фасадных облицовок;

$\rho = 0,9\text{г/см}^3$ - плотность льда;

$g = 9,81\text{м/сек}^2$ - ускорение свободного падения.

$$i = 15 \times 10^{-3} \times 2,1 \times 0,6 \times 900 = 17,01\text{кг/м}^2 \text{ (условно при } z = 120\text{м)}.$$

Расчетное значение гололедной нагрузки

$$i_n = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g \cdot \gamma,$$

где $\gamma = 1,3$ – коэффициент надежности по гололедной нагрузке.

$$i = 15 \times 10^{-3} \times 2,1 \times 0,6 \times 900 \times 1,3 = 22,11\text{кг/м}^2 \text{ (условно при } z = 120\text{м)}.$$

Результаты расчета гололедной нагрузки в зависимости от высоты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Высота, м	k	Гололедная нагрузка, кг/м ²	
		Нормативное значение i_n	Расчетное значение i
1	2	3	4
5	0,8	6,48	8,42
10	1,0	8,10	10,53
15	1,1	8,91	11,58
20	1,2	9,72	12,64
25	1,3	10,53	13,69
30	1,4	11,34	14,74
35	1,45	11,75	15,27
40	1,5	12,15	15,80
45	1,55	12,56	16,32
50	1,6	12,96	16,85
55	1,65	13,37	17,37
60	1,7	13,77	17,90
65	1,75	14,18	18,43
70	1,8	14,58	18,95
75	1,83	14,82	19,27

80	1,87	15,11	19,65
85	1,90	15,39	20,01
90	1,93	15,66	20,36
95	1,97	15,93	20,71
100	2,00	16,20	21,06
105	2,03	16,40	21,32
110	2,05	16,61	21,59
115	2,08	16,81	21,85
120	2,10	17,01	22,11

При расчете на гололед ветровая нагрузка принимается равной 25% от нормативного значения ветрового давления.

2.3. Расчет вертикального профиля

Поперечное сечение вертикального профиля представлено на рис. 1.

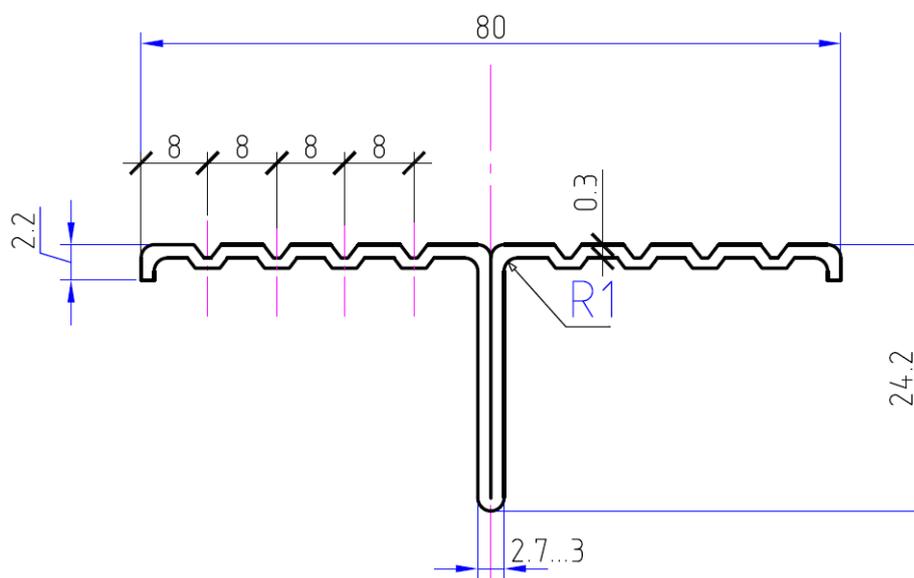


Рисунок 1. Сечение вертикального профиля 4.3.

Геометрические характеристики сечения:

$A = 2,153 \text{ см}^2$; $I_x = 7,724 \text{ см}^4$; $I_y = 1,621 \text{ см}^4$; $W_x = 1,931 \text{ см}^3$; $W_y = 0,702 \text{ см}^3$; $S_x = 2,282 \text{ см}^3$
 $G_{пр} = 1,69 \text{ кг/м}$; толщина полки – 1,5 мм, толщина стенки – 3 мм.

Расчетная схема вертикального профиля представлена на рис.

Направления координатных осей приняты:

ось x – горизонтальная в плоскости стены;

ось y – горизонтальная по нормали к стене;

ось z – вертикальная в плоскости стены.

Расчетная схема вертикального профиля (рис. 2) – четырехпролетная неразрезная балка с шарнирно-неподвижной опорой на верхней опоре и шарнирно-подвижными в направлении оси «z» - на остальных опорах.

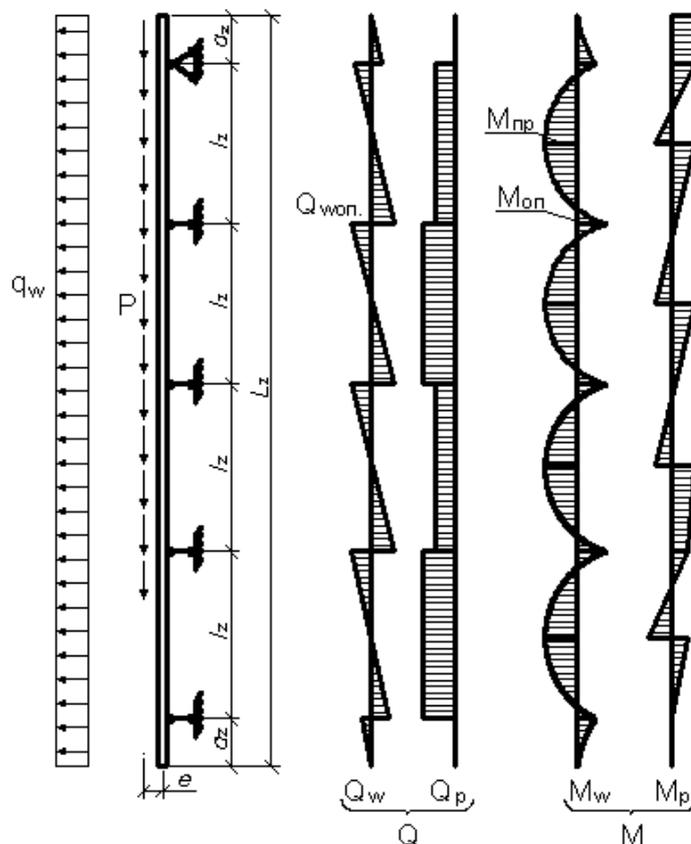


Рис.2. Расчетная схема вертикального профиля:

Ветровая нагрузка с подветренной стороны (максимальная), приходящаяся на 1м вертикального профиля (с учетом шага профилей 0,608м) в зависимости от высоты представлена в таблице 7.

Ветровая нагрузка на 1м вертикального профиля:

- нормативное значение:

$$P^n = q^n \cdot l_x;$$

- расчетное значение:

$$P = q \cdot l_x;$$

Таблица 7

Нагрузки от ветрового воздействия на 1м вертикального профиля

Высота z, м	Нормативное значение ветрового давления P^n , Н/м		Расчетное давление ветрового воздействия P , Н/м	
	Центр P^n (+)	Угол P^n (+)	Центр P (-)	Угол P (-)
1	2	3	4	5
5	847,43	1553,63	1186,41	2175,08

10	966,71	1772,31	1353,40	2481,23
15	1052,34	1929,29	1473,28	2701,01
20	1109,46	2034,01	1553,24	2847,61
25	1171,55	2147,84	1640,17	3006,98
30	1218,09	2233,17	1705,33	3126,44
35	1256,13	2302,90	1758,58	3224,06
40	1285,96	2357,60	1800,35	3300,64
45	1325,26	2429,64	1855,36	3401,49
50	1357,51	2488,77	1900,52	3484,28
55	1382,88	2535,29	1936,04	3549,40
60	1413,72	2591,82	1979,21	3628,55
65	1441,95	2643,57	2018,72	3701,00
70	1463,73	2683,50	2049,22	3756,91
75	1491,15	2733,78	2087,61	3827,29
80	1512,20	2772,36	2117,08	3881,31
85	1535,16	2814,47	2149,23	3940,25
90	1551,96	2845,27	2172,75	3983,37
95	1574,43	2886,46	2204,20	4041,04
100	1590,78	2916,44	2227,10	4083,01
105	1615,18	2961,16	2261,25	4145,62
110	1633,58	2994,90	2287,01	4192,86
115	1651,84	3028,38	2312,58	4239,73
120	1669,97	3061,61	2337,95	4286,25

Усилия

Изгибающие моменты:

- от вертикальной расчетной нагрузки

$$M_z = 0.5 \cdot P_z \cdot L_z \cdot l_{кр} = 0.5 \cdot P \cdot l_{кр},$$

$l_{кр}$ – вылет кронштейна,

$$M_z = 0.5 \cdot 264 \cdot 0,25 = 33 \text{ Нм},$$

- от горизонтальной нормативной нагрузки:

$$M_y^n = 0,125 \cdot P_y^n \cdot l_z^2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{ м}$):

$$M_y^n = 0,125 \cdot 1669,97 \cdot 0,75^2 = 117,42 \text{ Нм},$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{ м}$):

$$M_y^n = 0,125 \cdot 3061,61 \cdot 0,75^2 = 215,27 \text{ Нм},$$

- от расчетной

$$M_y = 0,125 \cdot P_y \cdot l_z^2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{ м}$):

$$M_y = 0,125 \cdot 2337,95 \cdot 0,75^2 = 164,39 \text{ Нм},$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{ м}$):

$$M_y = 0,125 \cdot 4286,25 \cdot 0,75^2 = 301,38 \text{ Нм},$$

Продольные усилия:

- на верхней опоре

$$N_z = P_z \cdot L_z = P = 264 \text{ Н.}$$

где P - расчетное значение постоянной нагрузки.

Поперечная сила

$$Q_y = P_y \cdot l_z / 2 + M_y / l_z.$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$Q_y = 2337,95 \cdot 0,75 / 2 + 164,39 / 0,75 = 1095,92 \text{ Н.}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$Q_y = 4286,25 \cdot 0,75 / 2 + 301,38 / 0,75 = 2009,18 \text{ Н.}$$

Результаты расчета усилий приведены в таблице 8.

Таблица 8

Усилия, возникающие в вертикальном профиле

Высота z, м	$l_z, \text{ м}$		Нормативные значения		Расчетные значения			
			$M_y^n, \text{ Нм}$		$M_y, \text{ Нм}$		$Q_y, \text{ Н}$	
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0,75	0,75	59,59	109,24	83,42	152,94	556,13	1019,57
10	0,75	0,75	67,97	124,62	95,16	174,46	634,41	1163,08
15	0,75	0,75	73,99	135,65	103,59	189,91	690,60	1266,10
20	0,75	0,75	78,01	143,02	109,21	200,22	728,08	1334,82
25	0,75	0,75	82,37	151,02	115,32	211,43	768,83	1409,52
30	0,75	0,75	85,65	157,02	119,91	219,83	799,37	1465,52
35	0,75	0,75	88,32	161,92	123,65	226,69	824,33	1511,28
40	0,75	0,75	90,42	165,77	126,59	232,08	843,91	1547,18
45	0,75	0,75	93,18	170,83	130,45	239,17	869,70	1594,45
50	0,75	0,75	95,45	174,99	133,63	244,99	890,87	1633,26
55	0,75	0,75	97,23	178,26	136,13	249,57	907,52	1663,78
60	0,75	0,75	99,40	182,24	139,16	255,13	927,75	1700,88
65	0,75	0,75	101,39	185,88	141,94	260,23	946,28	1734,84
70	0,75	0,75	102,92	188,68	144,09	264,16	960,57	1761,05
75	0,75	0,75	104,85	192,22	146,79	269,11	978,57	1794,04
80	0,75	0,75	106,33	194,93	148,86	272,90	992,38	1819,36
85	0,75	0,75	107,94	197,89	151,12	277,05	1007,45	1846,99
90	0,75	0,75	109,12	200,06	152,77	280,08	1018,48	1867,21
95	0,75	0,75	110,70	202,95	154,98	284,14	1033,22	1894,24
100	0,75	0,75	111,85	205,06	156,59	287,09	1043,95	1913,91
105	0,75	0,75	113,57	208,21	158,99	291,49	1059,96	1943,26
110	0,75	0,75	114,86	210,58	160,81	294,81	1072,04	1965,40
115	0,75	0,75	116,15	212,93	162,60	298,11	1084,02	1987,37
120	0,75	0,75	117,42	215,27	164,39	301,38	1095,92	2009,18

2.3.1. Проверка прочности вертикального профиля на растяжение с изгибом

На растяжение с изгибом в двух направлениях

$$N_z^{cp} / A + (M_y + M_z / 4) / W \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

Где $\gamma_n = 0,95$, $\gamma_c = 1$,

$$R_y = 230 \text{ МПа.}$$

- в центральной части фасада (при $z = 120 \text{ м}$):

$$264/215,3 + (164,39 - 33/4) \cdot 10^3 / 1931 = 82,08 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при $z = 120 \text{ м}$):

$$264/215,3 + (301,38 - 33/4) \cdot 10^3 / 1931 = 153,03 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

Прочность вертикального профиля на растяжение с изгибом обеспечена.

2.3.2. Проверка профиля на срез в горизонтальной плоскости

$$\tau_y = (Q_y \cdot S_x) / (I_x \cdot t_x) \cdot \gamma_n \leq R_s \cdot \gamma_c$$

$$R_s = 133 \text{ МПа,}$$

- в центральной части фасада (при $z = 120 \text{ м}$):

$$\tau_y = (1095,92 \cdot 2282) / (77240 \cdot 3) = 10,79 \text{ МПа} < 133 \cdot 1 / 0,95 = 140 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при $z = 120 \text{ м}$):

$$\tau_y = (2009,18 \cdot 2282) / (77240 \cdot 3) = 18,54 \text{ МПа} < 133 \cdot 1 / 0,95 = 140 \text{ МПа.}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 9.

Таблица 9

Высота z, м	Проверка профиля на растяжение с изгибом				Проверка профиля на срез			
	$N_z^{cp} / A + (M_y + M_z / 4) / W$		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$	Вывод	$\tau_y = (Q_y \cdot S_x) / (I_x \cdot t_x)$		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$	Вывод
	Центр	Угол			Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	40,15	76,15	242,1	Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечена	5,48	9,41	140	Прочность профиля на срез обеспечивается
10	46,23	87,30	242,1		6,25	10,73	140	
15	50,60	95,30	242,1		6,80	11,68	140	
20	53,51	100,64	242,1		7,17	12,32	140	
25	56,68	106,45	242,1		7,57	13,01	140	
30	59,05	110,80	242,1		7,87	13,52	140	
35	60,99	114,35	242,1		8,12	13,95	140	
40	62,51	117,14	242,1		8,31	14,28	140	
45	64,51	120,81	242,1		8,56	14,71	140	
50	66,16	123,83	242,1		8,77	15,07	140	
55	67,45	126,20	242,1		8,94	15,35	140	
60	69,02	129,08	242,1		9,14	15,70	140	
65	70,46	131,72	242,1		9,32	16,01	140	
70	71,57	133,75	242,1		9,46	16,25	140	
75	72,97	136,31	242,1		9,64	16,56	140	

80	74,04	138,28	242,1		9,77	16,79	140
85	75,21	140,43	242,1		9,92	17,04	140
90	76,07	142,00	242,1		10,03	17,23	140
95	77,21	144,10	242,1		10,18	17,48	140
100	78,05	145,63	242,1		10,28	17,66	140
105	79,29	147,91	242,1		10,44	17,93	140
110	80,23	149,63	242,1		10,56	18,14	140
115	81,16	151,33	242,1		10,68	18,34	140
120	82,08	153,03	242,1		10,79	18,54	140

Прочность вертикального профиля обеспечена на растяжение с изгибом и на срез.

2.3.3. Проверка прочности крепления вертикального профиля к несущему кронштейну

Крепление производится двумя стальными заклепками $\phi 4,8$ мм расчетной площадью сечения 1 заклепки $A = 18,1 \text{ мм}^2$.

Вертикальное усилие сдвига:

$$Q_z = 1,2 \cdot N_z = 1,2 \cdot 264 = 316,8 \text{ Н.}$$

Горизонтальное усилие сдвига для узлов креплений на второй сверху опоре

$$Q_{y1} = \gamma_m \cdot [P_y \cdot (l_z + l_z)/2 + (1,5M_z - M_y)/l_z]:$$

- в центральной части фасада (при $z = 75$ м):

$$Q_{y1} = 1,2 \cdot [2337,95 \cdot (0,75 + 0,75)/2 + (1,5 \cdot 33 - 164,39)/0,75] = 1920,34 \text{ Н.}$$

- в угловой зоне (при $z = 75$ м):

$$Q_{y1} = 1,2 \cdot [4286,25 \cdot (0,75 + 0,75)/2 + (1,5 \cdot 33 - 301,38)/0,75] = 3454,62 \text{ Н.}$$

Вертикальная и горизонтальная нагрузки воспринимаются двумя фиксирующими заклепками.

Усилие среза в одной фиксирующей заклепке:

- от вертикальной нагрузки

$$Q_{z1} = Q_z / 2 = 316,8 / 2 = 158,4 \text{ Н.}$$

- от горизонтальной нагрузки

$$Q_{y2} = Q_{y1} / 2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$Q_{y2} = 1920,34 / 2 = 960,17 \text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$Q_{y2} = 3454,62 / 2 = 1727,31 \text{ Н}$$

На срез

$$\sqrt{(Q_{z1})^2 + (Q_{y2})^2} / A \cdot \gamma_n \leq R_{rs} \cdot \gamma_b$$

где $R_{rs} = 150 \text{ МПа}$ - расчетное сопротивление заклепок на срез;

$\gamma_b = 0,8$ - коэффициент надежности заклепочного соединения.

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$\sqrt{(158,4^2 + 960,17^2)} \cdot 0,95 / 18,1 = 51,08 \text{ МПа} \leq 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ МПа}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$\sqrt{(158,4^2 + 1727,31^2)} \cdot 0,95 / 18,1 = 91,04 \text{ МПа} \leq 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ МПа}$$

Результаты проверки заклепочного соединения на срез сведены в таблицу 10.

Таблица 10

Высота z, м	Проверка на срез заклепок					Выводы
	Расчетное усилие Q_{y2}, H		$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)} / A$, МПа		$R_{rs} \cdot \gamma_e / \gamma_n$	
	Центр	Угол	Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7
5	506,75	896,04	27,87	47,76	120	Прочность заклепок на срез обеспечена
10	572,50	1016,59	31,18	54,00	120	
15	619,70	1103,12	33,57	58,49	120	
20	651,19	1160,85	35,18	61,49	120	
25	685,42	1223,60	36,92	64,76	120	
30	711,07	1270,64	38,24	67,21	120	
35	732,04	1309,07	39,31	69,21	120	
40	748,49	1339,23	40,16	70,78	120	
45	770,15	1378,94	41,27	72,85	120	
50	787,93	1411,53	42,18	74,55	120	
55	801,91	1437,18	42,90	75,89	120	
60	818,91	1468,34	43,78	77,51	120	
65	834,47	1496,87	44,58	79,00	120	
70	846,48	1518,88	45,20	80,15	120	
75	861,60	1546,59	45,98	81,60	120	
80	873,20	1567,87	46,58	82,71	120	
85	885,86	1591,07	47,23	83,92	120	
90	895,12	1608,05	47,71	84,81	120	
95	907,50	1630,76	48,35	86,00	120	
100	916,52	1647,29	48,82	86,86	120	
105	929,97	1671,94	49,51	88,15	120	
110	940,11	1690,54	50,04	89,12	120	
115	950,18	1708,99	50,56	90,08	120	
120	960,17	1727,31	51,08	91,04	120	

На смятие

$$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)} / d \cdot \delta \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_b$$

где $R_{rp} = 175 \text{ МПа}$ - расчетное сопротивление кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения;

$\gamma_b = 0,8$ - коэффициент надежности заклепочного соединения.

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$\sqrt{(158,4^2 + 960,17^2)} / 4,8 \cdot 2 \cdot 0,95 = 55,69 \text{ МПа} \leq 175 \cdot 0,8 = 140 \text{ МПа}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$\sqrt{(158,4^2 + 1727,31^2)} / 4,8 \cdot 2 \cdot 0,95 = 100,03 \text{ МПа} \leq 175 \cdot 0,8 = 140 \text{ МПа}$$

Результаты проверки кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения сведены в таблицу 11.

Таблица 11

Высота z, м	Проверка кронштейна на смятие					Выводы
	Расчетное усилие Q_{y2}, H		$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)}/d \cdot \delta$, МПа		$R_{pp} \cdot \gamma_6 / \gamma_n$	
	Центр	Угол	Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7
5	506,75	896,04	52,54	90,05	140	Прочность заклепок на срез обеспечена
10	572,50	1016,59	58,78	101,81	140	
15	619,70	1103,12	63,30	110,28	140	
20	651,19	1160,85	66,32	115,94	140	
25	685,42	1223,60	69,62	122,10	140	
30	711,07	1270,64	72,09	126,71	140	
35	732,04	1309,07	74,12	130,49	140	
40	748,49	1339,23	75,71	133,45	140	
45	770,15	1378,94	77,81	137,35	140	
50	787,93	1411,53	79,53	140,56	140	
55	801,91	1437,18	80,89	143,08	140	
60	818,91	1468,34	82,54	146,15	140	
65	834,47	1496,87	84,05	148,95	140	
70	846,48	1518,88	85,22	151,12	140	
75	861,60	1546,59	86,69	153,85	140	
80	873,20	1567,87	87,82	155,94	140	
85	885,86	1591,07	89,05	158,23	140	
90	895,12	1608,05	89,96	159,90	140	
95	907,50	1630,76	91,16	162,14	140	
100	916,52	1647,29	92,04	163,76	140	
105	929,97	1671,94	93,35	166,19	140	
110	940,11	1690,54	94,34	168,03	140	
115	950,18	1708,99	95,33	169,84	140	
120	960,17	1727,31	96,30	171,65	140	

Прочность кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения обеспечивается в центральной зоне по всей высоте и в угловой зоне до высоты 50м. Свыше 50м в угловой зоне необходимо применение заклепок большего диаметра.

2.3.4. Проверка жесткости вертикального профиля

Вертикальный прогиб под действием ветровой нагрузки прогибается в горизонтальном направлении.

$$f_y = [f] = l/150, \text{ т.е. } f_y / l_z \leq [f/l] = 1/150$$

$$\text{где } f_y = (l_z^2/16EI) \cdot (5 \cdot P_n \cdot l_z^2/24 - M_y^n) \cdot \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$f_y = (750^2/16 \cdot 20,5 \cdot 10^4 \cdot 77240) \cdot (5 \cdot 1669,9 \cdot 10^{-3} \cdot 750^2/24 - 117,4 \cdot 10^3) \cdot 0,95 = 0,17 \text{ мм}$$

$$f_y / l_z = 0,17/750 = 1/4410 \quad [f/l] = 1/150$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$f_y = (750^2/16 \cdot 20.5 \cdot 10^4 \cdot 77240) \cdot (5 \cdot 3061,61 \cdot 10^{-3} \cdot 750^2/24 - 215,27 \cdot 10^3) \cdot 0.95 = 0,3\text{мм}$$

$$f_y/l_z = 0,3/750 = 1/2500 \quad [f/l] = 1/150$$

Результаты расчета сведены в таблицу 12

Таблица 12

Высота $z, \text{м}$	$l_z, \text{м}$		Нормативные значения $P_y^n, \text{Н/м}$		$M_y^n, \text{Нм}$		$f_y, \text{мм}$		$[f], \text{мм}$	
	Цен тр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	0,75	0,75	847,43	1553,63	59,59	109,24	0,08	0,15	5	5
10	0,75	0,75	966,71	1772,31	67,97	124,62	0,10	0,18	5	5
15	0,75	0,75	1052,3	1929,29	73,99	135,65	0,10	0,19	5	5
20	0,75	0,75	1109,4	2034,01	78,01	143,02	0,11	0,20	5	5
25	0,75	0,75	1171,5	2147,84	82,37	151,02	0,12	0,21	5	5
30	0,75	0,75	1218,0	2233,17	85,65	157,02	0,12	0,22	5	5
35	0,75	0,75	1256,1	2302,90	88,32	161,92	0,12	0,23	5	5
40	0,75	0,75	1285,9	2357,60	90,42	165,77	0,13	0,23	5	5
45	0,75	0,75	1325,2	2429,64	93,18	170,83	0,13	0,24	5	5
50	0,75	0,75	1357,5	2488,77	95,45	174,99	0,13	0,25	5	5
55	0,75	0,75	1382,8	2535,29	97,23	178,26	0,14	0,25	5	5
60	0,75	0,75	1413,7	2591,82	99,40	182,24	0,14	0,26	5	5
65	0,75	0,75	1441,9	2643,57	101,3	185,88	0,14	0,26	5	5
70	0,75	0,75	1463,7	2683,50	102,9	188,68	0,14	0,27	5	5
75	0,75	0,75	1491,1	2733,78	104,8	192,22	0,15	0,27	5	5
80	0,75	0,75	1512,2	2772,36	106,3	194,93	0,15	0,27	5	5
85	0,75	0,75	1535,1	2814,47	107,9	197,89	0,15	0,28	5	5
90	0,75	0,75	1551,9	2845,27	109,1	200,06	0,15	0,28	5	5
95	0,75	0,75	1574,4	2886,46	110,7	202,95	0,16	0,29	5	5
100	0,75	0,75	1590,7	2916,44	111,8	205,06	0,16	0,29	5	5
105	0,75	0,75	1615,1	2961,16	113,5	208,21	0,16	0,29	5	5
110	0,75	0,75	1633,5	2994,90	114,8	210,58	0,16	0,30	5	5
115	0,75	0,75	1651,8	3028,38	116,1	212,93	0,16	0,30	5	5
120	0,75	0,75	1669,9	3061,61	117,4	215,27	0,17	0,30	5	5

Прогиб вертикального профиля не превышает предельное значение, следовательно, жесткость профиля обеспечена.

2.4. Расчет вертикального профиля с учетом гололедной нагрузки

Усилия

Изгибающие моменты в расчетном сечении на средней опоре:

- от вертикальной нормативной нагрузки

$$M_z = 0.5 \cdot \sum (P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z) \cdot l_{кр}$$

где $\psi = 0,9$ – коэффициент сочетаний

$l_{кр} = 250\text{мм}$ – вылет кронштейна

- в центральной и угловой зонах фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$M_z = 0.5 \cdot (264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1,65) \cdot 0,25 = 57,63 \text{Нм}$$

- от горизонтальной расчетной нагрузки (при учете гололедной нагрузки, ветровое воздействие принимается 25% от его нормативного значения)

$$M_y = K_{табл} \cdot 0,25 \cdot P_y^n \cdot \psi \cdot l_z^2$$

где $K_{табл} = 0,125$ - принимается в зависимости от расчетной схемы вертикального профиля;

$\psi = 0,9$ – коэффициент сочетаний

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$M_y = 0,125 \cdot 0,25 \cdot 1669,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75^2 = 26,42 \text{Нм}$$

- в угловой зоне (при $z = 75\text{м}$):

$$M_y = 0,125 \cdot 0,25 \cdot 3061,61 \cdot 0,9 \cdot 0,75^2 = 48,44 \text{Нм}$$

Продольные усилия:

- на верхней опоре

$$N_z = P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z$$

где $(P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z)$ - расчетное суммарное значение постоянной и гололедной нагрузок на несущий (верхний) кронштейн со всей длины вертикального профиля,

$a = 0,6\text{м}$ - ширина керамогранитной облицовочной плитки.

- в центральной и угловой зонах фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_z = 264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1,65 = 461,03 \text{Н}$$

- на средней опоре с максимальным изгибающим моментом

$$N_z^{cp} = N_z / 2$$

- в центральной и угловой зонах фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_z^{cp} = 461,03 / 2 = 230,51 \text{Н}$$

Поперечная сила

$$Q_y = 0,25 \cdot P_y^n \cdot l_z / 2 + M_y / l_z$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$Q_y = 0,25 \cdot 1669,9 \cdot 0,75 / 2 + 26,42 / 0,75 = 191,79 \text{Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$Q_y = 0,25 \cdot 3061,61 \cdot 0,75 / 2 + 48,44 / 0,75 = 351,61 \text{Н}$$

Результаты расчета усилий приведены в таблице 13.

Усилия, возникающие в вертикальном профиле с учетом гололедной нагрузки

Высота $z, м$	$l_z, м$		Расчетные значения усилий						
	Цен тр	Угол	$N_z, Н$	$N_z^{cp}, Н$	$M_z, Нм$	$M_y, Нм$		$Q_y, Н$	
						Угол	Центр	Угол	Центр
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,75	0,75	339,06	169,53	42,38	13,41	24,58	97,32	178,42
10	0,75	0,75	357,82	178,91	44,73	15,29	28,04	111,02	203,54
15	0,75	0,75	367,20	183,60	45,90	16,65	30,52	120,85	221,57
20	0,75	0,75	376,59	188,29	47,07	17,55	32,18	127,41	233,59
25	0,75	0,75	385,97	192,98	48,25	18,53	33,98	134,55	246,67
30	0,75	0,75	395,35	197,68	49,42	19,27	35,33	139,89	256,47
35	0,75	0,75	400,04	200,02	50,01	19,87	36,43	144,26	264,47
40	0,75	0,75	404,73	202,37	50,59	20,34	37,30	147,68	270,76
45	0,75	0,75	409,42	204,71	51,18	20,97	38,44	152,20	279,03
50	0,75	0,75	414,12	207,06	51,76	21,48	39,37	155,90	285,82
55	0,75	0,75	418,81	209,40	52,35	21,88	40,11	158,82	291,16
60	0,75	0,75	423,50	211,75	52,94	22,37	41,00	162,36	297,65
65	0,75	0,75	428,19	214,09	53,52	22,81	41,82	165,60	303,60
70	0,75	0,75	432,88	216,44	54,11	23,16	42,45	168,10	308,18
75	0,75	0,75	435,69	217,85	54,46	23,59	43,25	171,25	313,96
80	0,75	0,75	439,07	219,54	54,88	23,92	43,86	173,67	318,39
85	0,75	0,75	442,26	221,13	55,28	24,29	44,53	176,30	323,22
90	0,75	0,75	445,39	222,69	55,67	24,55	45,01	178,23	326,76
95	0,75	0,75	448,51	224,26	56,06	24,91	45,66	180,81	331,49
100	0,75	0,75	451,64	225,82	56,46	25,17	46,14	182,69	334,93
105	0,75	0,75	453,99	227,00	56,75	25,55	46,85	185,49	340,07
110	0,75	0,75	456,34	228,17	57,04	25,84	47,38	187,61	343,95
115	0,75	0,75	458,68	229,34	57,34	26,13	47,91	189,70	347,79
120	0,75	0,75	461,03	230,51	57,63	26,42	48,44	191,79	351,61

2.4.1. Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом с учетом гололедных нагрузок

На растяжение с изгибом в двух направлениях

$$N_z^{cp} / A + (M_y + M_z / 4) / W \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

Где $\gamma_n = 0,95$, $\gamma_c = 1$,

$$R_y = 230 \text{ Мпа.}$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$230,51 / 215,3 + (26,42 + 57,63 / 4) \cdot 10^3 / 1931 = 22,21 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$230,51 / 215,3 + (48,44 + 57,63 / 4) \cdot 10^3 / 1931 = 33,61 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

Прочность вертикального профиля на растяжение с изгибом обеспечена.

2.4.2. Проверка профиля на сдвиг (срез) в горизонтальной плоскости с учетом гололедных нагрузок

$$\tau_y = (Q_y \cdot S_x) / (I_x \cdot t_x) \cdot \gamma_n \leq R_s \cdot \gamma_c$$

$$R_s = 133 \text{ МПа},$$

- в центральной части фасада (при z = 120 м):

$$\tau_y = (191,79 \cdot 2282) / (77240 \cdot 3) = 1,89 \text{ МПа} < 133 \cdot 1 / 0,95 = 140 \text{ МПа}.$$

- в угловой зоне (при z = 120 м):

$$\tau_y = (351,61 \cdot 2282) / (77240 \cdot 3) = 3,46 \text{ МПа} < 133 \cdot 1 / 0,95 = 140 \text{ МПа}.$$

Результаты расчета сведены в таблицу 14.

Таблица 14

Высота z, м	Проверка профиля на растяжение с изгибом				Проверка профиля на срез			
	$N_z^{cp} / A + (M_y + M_z / 4) / W$		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$	Вывод	$\tau_y = (Q_y \cdot S_x) / (I_x \cdot t_x)$		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$	Вывод
	Центр	Угол			Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	13,22	19,00	242,1	Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечена	0,96	1,76	140	Прочность профиля на срез обеспечивается
10	14,54	21,14	242,1		1,09	2,00	140	
15	15,42	22,60	242,1		1,19	2,18	140	
20	16,06	23,63	242,1		1,25	2,30	140	
25	16,74	24,74	242,1		1,33	2,43	140	
30	17,30	25,61	242,1		1,38	2,53	140	
35	17,69	26,27	242,1		1,42	2,60	140	
40	18,03	26,81	242,1		1,45	2,67	140	
45	18,43	27,48	242,1		1,50	2,75	140	
50	18,79	28,05	242,1		1,54	2,81	140	
55	19,08	28,52	242,1		1,56	2,87	140	
60	19,42	29,07	242,1		1,60	2,93	140	
65	19,74	29,58	242,1		1,63	2,99	140	
70	20,00	30,00	242,1		1,66	3,04	140	
75	20,28	30,46	242,1		1,69	3,09	140	
80	20,51	30,84	242,1		1,71	3,14	140	
85	20,76	31,24	242,1		1,74	3,18	140	
90	20,96	31,55	242,1		1,76	3,22	140	
95	21,20	31,95	242,1		1,78	3,26	140	
100	21,39	32,25	242,1		1,80	3,30	140	
105	21,63	32,66	242,1	1,83	3,35	140		
110	21,83	32,98	242,1	1,85	3,39	140		
115	22,02	33,30	242,1	1,87	3,43	140		
120	22,21	33,61	242,1	1,89	3,46	140		

Прочность вертикального профиля обеспечена на растяжение с изгибом и на срез.

2.4.3. Проверка прочности крепления вертикального профиля к несущему кронштейну с учетом гололедных нагрузок

Крепление производится двумя стальными заклепками $\varnothing 4,8$ мм расчетной площадью сечения 1 заклепки $A = 18,1 \text{ мм}^2$.

Вертикальное усилие сдвига:

$$Q_z = 1,2 \cdot N_z = 1,2 \cdot 461,03 = 522,83 \text{ Н.}$$

Горизонтальное усилие сдвига для узлов креплений на верхней опоре

$$Q_{y1} = \gamma_m \cdot [0,25 \cdot P_y^n \cdot (l_z + l_z)/2 + (1,5M_z - M_y)/l_z]:$$

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$Q_{y1} = 1,2 \cdot [0,25 \cdot 1669,97 \cdot (0,75 + 0,75)/2 + (1,5 \cdot 57,63 - 26,42)/0,75] = 471,78 \text{ Н.}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$Q_{y1} = 1,2 \cdot [0,25 \cdot 3061,61 \cdot (0,75 + 0,75)/2 + (1,5 \cdot 57,63 - 48,44)/0,75] = 749,67 \text{ Н.}$$

Вертикальная и горизонтальная нагрузки воспринимаются двумя фиксирующими заклепками.

Усилие среза в одной фиксирующей заклепке:

- от вертикальной нагрузки

$$Q_{z1} = Q_z / 2 = 522,83 / 2 = 261,41 \text{ Н.}$$

- от горизонтальной нагрузки

$$Q_{y2} = Q_{y1} / 2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$Q_{y2} = 471,78 / 2 = 235,89 \text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$Q_{y2} = 749,67 / 2 = 374,84 \text{ Н}$$

На срез

$$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)} / A \cdot \gamma_n \leq R_{rs} \cdot \gamma_b$$

где $R_{rs} = 150 \text{ МПа}$ - расчетное сопротивление заклепок на срез;

$\gamma_b = 0,8$ - коэффициент надежности заклепочного соединения.

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$\sqrt{(261,41^2 + 235,89^2)} / 18,1 \cdot 0,95 = 19,08 \text{ МПа} \leq 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ МПа}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$\sqrt{(261,41^2 + 374,84^2)} / 18,1 \cdot 0,95 = 24,45 \text{ МПа} \leq 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ МПа}$$

Результаты проверки заклепочного соединения на срез сведены в таблицу 15.

Таблица 15

Высота z, м	Проверка на срез заклепок					Выводы
	Расчетное усилие Q_{y2}, H		$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)}/A$, МПа		$R_{rs} \cdot \gamma_e / \gamma_n$	
	Центр	Угол	Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7
5	135,47	205,98	12,83	15,19	120	Прочность заклепок на срез обеспечена
10	150,19	230,63	13,75	16,54	120	
15	160,15	247,71	14,30	17,40	120	
20	167,26	259,57	14,76	18,06	120	
25	174,87	272,34	15,23	18,76	120	
30	180,92	282,27	15,66	19,35	120	
35	185,42	289,94	15,92	19,76	120	
40	189,11	296,10	16,15	20,10	120	
45	193,73	304,00	16,42	20,51	120	
50	197,66	310,61	16,66	20,88	120	
55	200,89	315,95	16,89	21,19	120	
60	204,68	322,30	17,13	21,54	120	
65	208,20	328,17	17,36	21,87	120	
70	211,08	332,86	17,57	22,16	120	
75	214,24	338,30	17,74	22,44	120	
80	216,84	342,66	17,91	22,69	120	
85	219,62	347,35	18,08	22,94	120	
90	221,76	350,89	18,23	23,15	120	
95	224,47	355,47	18,39	23,40	120	
100	226,58	358,93	18,54	23,61	120	
105	229,36	363,75	18,69	23,85	120	
110	231,55	367,47	18,82	24,05	120	
115	233,73	371,17	18,95	24,25	120	
120	235,89	374,84	19,08	24,45	120	

На смятие

$$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)}/d \cdot \delta \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_b$$

где $R_{rp} = 175 \text{ МПа}$ - расчетное сопротивление кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения;

$\gamma_b = 0,8$ - коэффициент надежности заклепочного соединения.

- в центральной части фасада (при $z = 120 \text{ м}$):

$$\sqrt{(261,41^2 + 235,89^2)}/4,8 \cdot 2 \cdot 0,95 = 35,98 \text{ МПа} \leq 175 \cdot 0,8 = 140 \text{ МПа}$$

- в угловой зоне (при $z = 120 \text{ м}$):

$$\sqrt{(261,41^2 + 374,84^2)}/4,8 \cdot 2 \cdot 0,95 = 46,1 \text{ МПа} \leq 175 \cdot 0,8 = 140 \text{ МПа}$$

Результаты проверки кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения сведены в таблицу 16.

Высота z, м	Проверка кронштейна на смятие					Выводы
	Расчетное усилие Q_{y2}, H		$\sqrt{(Q_{z1}^2 + Q_{y2}^2)}/d \cdot \delta$, МПа		$R_{pp} \cdot \gamma_s / \gamma_n$	
	Центр	Угол	Центр	Угол		
1	2	3	4	5	6	7
5	135,47	205,98	24,19	28,65	140	Прочность заклепок на срез обеспечена
10	150,19	230,63	25,93	31,18	140	
15	160,15	247,71	26,95	32,81	140	
20	167,26	259,57	27,82	34,06	140	
25	174,87	272,34	28,72	35,38	140	
30	180,92	282,27	29,52	36,49	140	
35	185,42	289,94	30,01	37,25	140	
40	189,11	296,10	30,46	37,90	140	
45	193,73	304,00	30,96	38,68	140	
50	197,66	310,61	31,42	39,36	140	
55	200,89	315,95	31,84	39,95	140	
60	204,68	322,30	32,29	40,61	140	
65	208,20	328,17	32,72	41,24	140	
70	211,08	332,86	33,12	41,78	140	
75	214,24	338,30	33,45	42,31	140	
80	216,84	342,66	33,77	42,77	140	
85	219,62	347,35	34,09	43,26	140	
90	221,76	350,89	34,36	43,65	140	
95	224,47	355,47	34,68	44,12	140	
100	226,58	358,93	34,95	44,51	140	
105	229,36	363,75	35,24	44,97	140	
110	231,55	367,47	35,49	45,35	140	
115	233,73	371,17	35,73	45,73	140	
120	235,89	374,84	35,98	46,10	140	

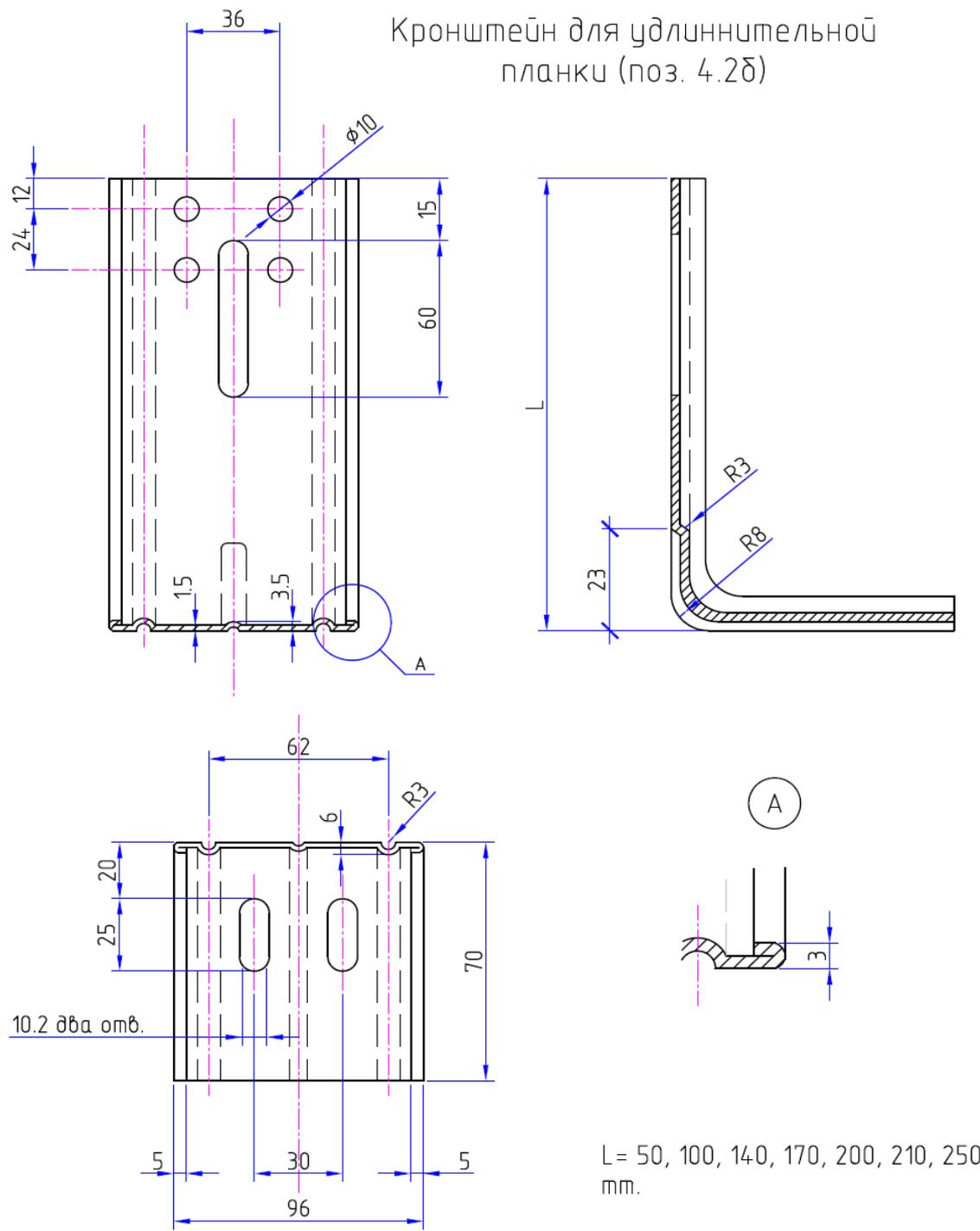
Прочность кронштейна на смятие в месте заклепочного соединения обеспечивается.

2.5. Расчет несущего подвижного кронштейна

Расчет несущего кронштейна выполним с уточненным значением его грузовой площади от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки).

Конструктивное решение несущего подвижного фронтального кронштейна вылетом 250мм толщиной 1,5мм представлено на рис. 3.

Кронштейн для удлинительной планки (поз. 4.2б)



L = 50, 100, 140, 170, 200, 210, 250 mm.

Рис.3. Кронштейн 4.2.б с удлинительной планкой

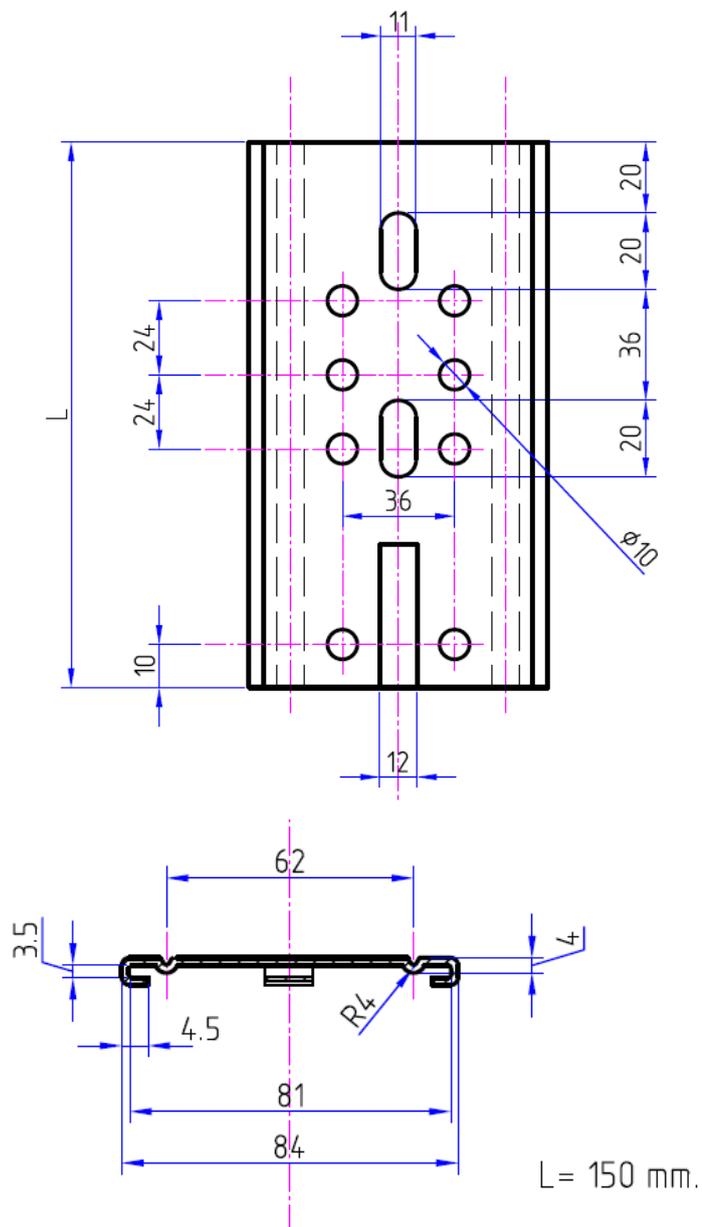


Рис.4. Удлинительная планка 4.2.б

Кронштейн несущий

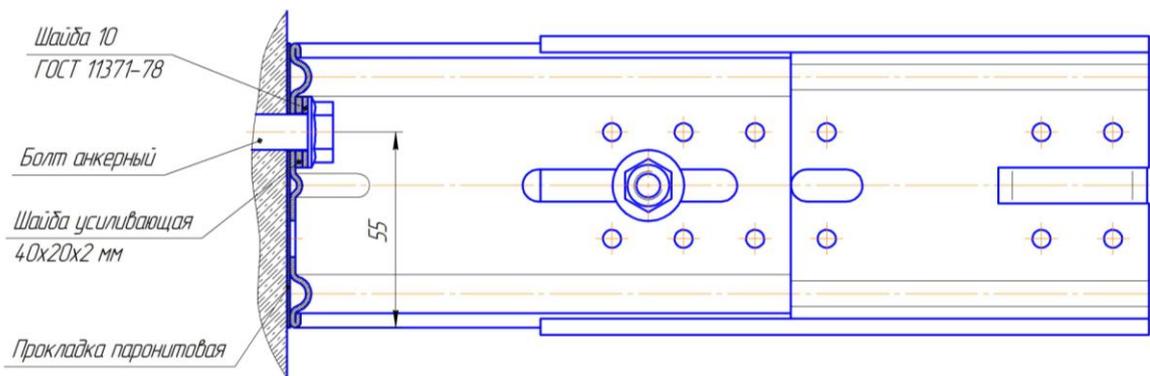


Рис.5. Конструктивное решение несущего подвижного кронштейна

Геометрические характеристики

Тип кронштейна и удлинительной планки	Толщина а, мм	Высота, мм	Ширина пяты, мм	Вылет консоли, мм
Кронштейн 4.1а	1,5, 2,0	80	70	50, 100, 140, 170, 200, 210
Кронштейн 4,1б		96		50, 100, 140, 170, 200, 210
Кронштейн 4.2а		80		50, 100, 140, 170, 200, 210
Кронштейн 4,2б		96		50, 100, 140, 170, 200, 210
Планка 4.2а		84	–	130 – 280
Планка 4.2б		84	–	130 – 280

Для вертикальных сечений, параллельных стене относительно оси «Х»:

Полного сплошного: $b = 84\text{мм}$; $\delta = 1,5\text{мм}$; $A = 126\text{ мм}^2$; $I_x = 74088\text{ мм}^4$; $W_x = 1764\text{мм}^3$; $S = 1323\text{мм}^3$; $t_x = 1,5\text{мм}$.

Суженного с прорезью: $b_n = 72\text{мм}$; $\delta = 1,5\text{мм}$; $A = 108\text{ мм}^2$; $I_n = 46656\text{ мм}^4$; $W_n = 1296\text{мм}^3$; $S_n = 972\text{мм}^3$; $t_x = 1,5\text{мм}$.

Относительно оси «Z» сплошного сечения:

$I_z = 23.63\text{ мм}^4$; $W_z = 31.5\text{мм}^3$; $S_z = 23.63\text{мм}^3$; $t_z = 84\text{мм}$.

Нагрузки

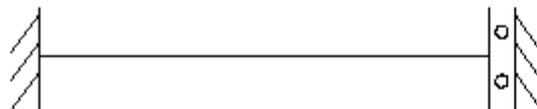
Вертикальное усилие от расчетной нагрузки

$$N_z = P_z \cdot L_z = P = 264\text{ Н}.$$

передаваемое с эксцентриситетом $l_{кр} = 250\text{мм}$, относительно ослабленного сечения $l_{ко} = 225\text{мм}$

ось z – вертикальная в плоскости стены.

Расчетная схема несущего кронштейна (рис. 6) – однопролетная жестко-зашемленная с одной стороны (к основанию) и жестко-подвижная в направлении оси «z» с другой (в месте крепления вертикального профиля к кронштейну).



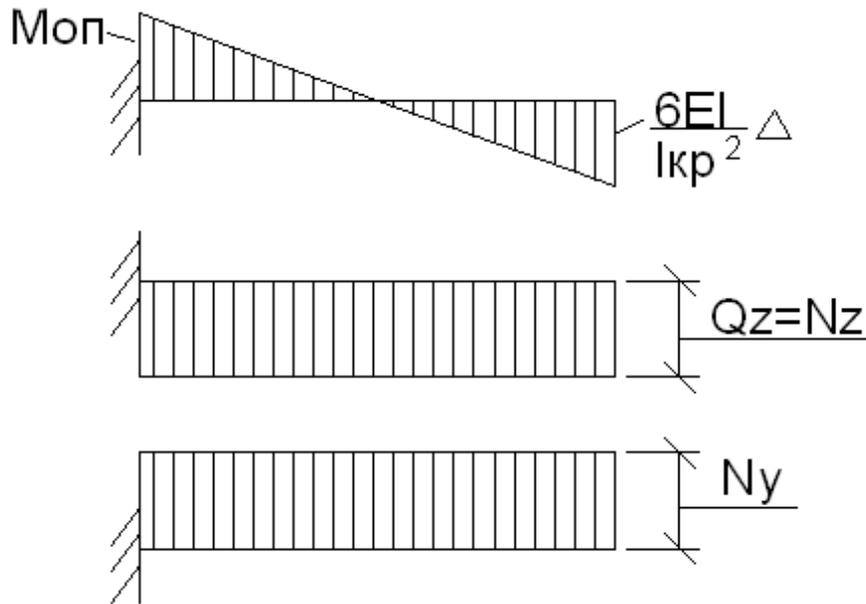


Рис.6. Расчетная схема несущего кронштейна:

а – схема приложения усилий;

б – расчетная схема; в, г, д – эпюры M, N и Q соответственно

Усилия

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

- относительно плоскости стены

$$M = N_z \cdot l_{кр} / 2 = 0,5 \cdot 264 \cdot 0,25 = 33 \text{ Нм.}$$

- относительно ослабленного сечения

$$M = N_z \cdot l_{кр} / 2 = 0,5 \cdot 264 \cdot 0,225 = 29,7 \text{ Нм.}$$

Поперечная сила

$$Q_z = N_z = 264 \text{ Н}$$

Продольная сила в несущем кронштейне

$$N_y = q_y \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2 ,$$

Где $l_x \cdot (l_z + l_z)$ - грузовая площадь несущего верхнего кронштейна от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки).

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 3845,32 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 1753,47 \text{ Н,}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 7049,75 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 3214,69 \text{ Н}$$

Результаты расчета продольной силы приведены в таблице 17.

Высота $z, \text{ м}$	Шаг кронштейнов $l_z, \text{ м}$		Ветровая нагрузка $q_y, \text{ Нм}^2$		Продольная сила $N_y, \text{ Н}$	
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7
5	0,75	0,75	-1951,33	-3577,43	889,80	1631,31
10	0,75	0,75	-2225,99	-4080,98	1015,05	1860,92
15	0,75	0,75	-2423,15	-4442,44	1104,96	2025,75
20	0,75	0,75	-2554,68	-4683,57	1164,93	2135,71
25	0,75	0,75	-2697,65	-4945,69	1230,13	2255,24
30	0,75	0,75	-2804,82	-5142,17	1279,00	2344,83
35	0,75	0,75	-2892,40	-5302,73	1318,93	2418,04
40	0,75	0,75	-2961,10	-5428,68	1350,26	2475,48
45	0,75	0,75	-3051,58	-5594,56	1391,52	2551,12
50	0,75	0,75	-3125,85	-5730,72	1425,39	2613,21
55	0,75	0,75	-3184,27	-5837,83	1452,03	2662,05
60	0,75	0,75	-3255,28	-5968,01	1484,41	2721,41
65	0,75	0,75	-3320,27	-6087,16	1514,04	2775,75
70	0,75	0,75	-3370,43	-6179,12	1536,92	2817,68
75	0,75	0,75	-3433,57	-6294,88	1565,71	2870,46
80	0,75	0,75	-3482,04	-6383,73	1587,81	2910,98
85	0,75	0,75	-3534,91	-6480,68	1611,92	2955,19
90	0,75	0,75	-3573,60	-6551,60	1629,56	2987,53
95	0,75	0,75	-3625,33	-6646,44	1653,15	3030,78
100	0,75	0,75	-3662,99	-6715,48	1670,32	3062,26
105	0,75	0,75	-3719,16	-6818,45	1695,94	3109,22
110	0,75	0,75	-3761,53	-6896,14	1715,26	3144,64
115	0,75	0,75	-3803,59	-6973,24	1734,44	3179,80
120	0,75	0,75	-3845,32	-7049,75	1753,47	3214,69

2.5.1. Проверка прочности кронштейна на растяжение с изгибом

На растяжение с изгибом в вертикальном сечении

- в сплошном сечении

$$(N_y / A + M / W_x) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$(N_y / A + M / W_x) \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{ м}$):

$$(1753,47 / 126 + 33 \cdot 10^3 / 1764) = 32,62 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{ м}$):

$$(3214,69 / 126 + 33 \cdot 10^3 / 1764) = 44,22 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в ослабленном сечении

$$(N_y / A_n + M_0 / W_n) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$(N_y / A_n + M_0 / W_n) \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{ м}$):

$$(1753,47/108 + 29,7 \cdot 10^3 / 1296) = 39,15 \text{ МПа} < 230 \cdot 1/0,95 = 242,1 \text{ МПа}.$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$(3214,69/108 + 29,7 \cdot 10^3 / 1296) = 52,68 \text{ МПа} < 230 \cdot 1/0,95 = 242,1 \text{ МПа}.$$

Результаты расчета несущего кронштейна сведены в таблицу 18.

Таблица 18

Высота z, м	Продольная сила N_y, H		Проверка в сплошном сечении ($N_y/A + M/W_x$)		Проверка в ослабленном сечении ($N_y/A_n + M_0/W_n$)		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол	
1	2	3	4	5	6	7	8
5	889,80	1631,31	25,77	31,65	31,16	38,02	242,1
10	1015,05	1860,92	26,76	33,48	32,32	40,15	242,1
15	1104,96	2025,75	27,48	34,78	33,15	41,67	242,1
20	1164,93	2135,71	27,95	35,66	33,70	42,69	242,1
25	1230,13	2255,24	28,47	36,61	34,31	43,80	242,1
30	1279,00	2344,83	28,86	37,32	34,76	44,63	242,1
35	1318,93	2418,04	29,18	37,90	35,13	45,31	242,1
40	1350,26	2475,48	29,42	38,35	35,42	45,84	242,1
45	1391,52	2551,12	29,75	38,95	35,80	46,54	242,1
50	1425,39	2613,21	30,02	39,45	36,11	47,11	242,1
55	1452,03	2662,05	30,23	39,83	36,36	47,57	242,1
60	1484,41	2721,41	30,49	40,31	36,66	48,11	242,1
65	1514,04	2775,75	30,72	40,74	36,94	48,62	242,1
70	1536,92	2817,68	30,91	41,07	37,15	49,01	242,1
75	1565,71	2870,46	31,13	41,49	37,41	49,50	242,1
80	1587,81	2910,98	31,31	41,81	37,62	49,87	242,1
85	1611,92	2955,19	31,50	42,16	37,84	50,28	242,1
90	1629,56	2987,53	31,64	42,42	38,01	50,58	242,1
95	1653,15	3030,78	31,83	42,76	38,22	50,98	242,1
100	1670,32	3062,26	31,96	43,01	38,38	51,27	242,1
105	1695,94	3109,22	32,17	43,38	38,62	51,71	242,1
110	1715,26	3144,64	32,32	43,66	38,80	52,03	242,1
115	1734,44	3179,80	32,47	43,94	38,98	52,36	242,1
120	1753,47	3214,69	32,62	44,22	39,15	52,68	242,1

Прочность стенки кронштейна на растяжение с изгибом обеспечена.

2.5.2. Проверка прочности кронштейна на срез

В ослабленном горизонтальном сечении стенки $\tau_z = (N_z \cdot S_n) / (I_n \cdot t_x) \cdot \gamma_n \leq R_s \cdot \gamma_c$

$$\tau_z = (264 \cdot 972) / (46656 \cdot 1,5) \cdot 0,95 = 3,48 \text{ Мпа} < 60 \cdot 1 = 60 \text{ Мпа}$$

Прочность кронштейна на срез обеспечивается.

2.6. Расчет несущего подвижного кронштейна с учетом гололедных нагрузок

Усилия (при учете гололедной нагрузки)

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M = N_z \cdot l_{кр} / 2 \text{ или}$$

$$M = 0,5 \cdot \sum (P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z) \cdot l_{кр}, \text{ где}$$

$\psi = 0,9$ – коэффициент сочетаний.

- относительно плоскости стены (при $z = 120\text{м}$):

$$M = 0,5 \cdot (264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1,65) \cdot 0,25 = 57,63 \text{Нм.}$$

- относительно ослабленного сечения (при $z = 120\text{м}$):

$$M_0 = 0,5 \cdot (264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1,65) \cdot 0,225 = 51,87 \text{Нм.}$$

Поперечная сила:

$$Q_z = N_z = 264 \text{ Н.}$$

$$Q_z = N_z = P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z$$

где $(P_z + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z)$ - расчетное суммарное значение постоянной и гололедной нагрузок на несущий (верхний) кронштейн со всей длины вертикального профиля,

$a = 0,6\text{м}$ - ширина керамогранитной облицовочной плитки.

- в центральной и угловой зонах фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$Q_z = N_z = 264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1,65 = 461,03 \text{ Н}$$

Результаты расчета изгибающего момента и поперечной силы приведены в таблице 19.

Таблица 19

Усилия, возникающие в несущем подвижном кронштейне с учетом гололедной нагрузки

Высота, м	Расчетное значение гололедной нагрузки, кг/м ²	Расчетные значения усилий		
		Изгибающий момент		Поперечная сила Q_z , Н
		относительно плоскости стены M , Нм	относительно ослабленного сечения M_0 , Нм	
1	2	3	4	5
5	8,42	42,38	38,14	339,06
10	10,53	44,73	40,26	357,82
15	11,58	45,90	41,31	367,20
20	12,64	47,07	42,37	376,59
25	13,69	48,25	43,42	385,97
30	14,74	49,42	44,48	395,35
35	15,27	50,01	45,00	400,04
40	15,80	50,59	45,53	404,73
45	16,32	51,18	46,06	409,42
50	16,85	51,76	46,59	414,12
55	17,37	52,35	47,12	418,81

60	17,90	52,94	47,64	423,50
65	18,43	53,52	48,17	428,19
70	18,95	54,11	48,70	432,88
75	19,27	54,46	49,02	435,69
80	19,65	54,88	49,40	439,07
85	20,01	55,28	49,75	442,26
90	20,36	55,67	50,11	445,39
95	20,71	56,06	50,46	448,51
100	21,06	56,46	50,81	451,64
105	21,32	56,75	51,07	453,99
110	21,59	57,04	51,34	456,34
115	21,85	57,34	51,60	458,68
120	22,11	57,63	51,87	461,03

Продольная сила

$$N_y = 0.25 \cdot q_y^n \cdot \psi \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2$$

где $l_x \cdot (l_z + l_z) / 2$ - грузовая площадь несущего кронштейна от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки):

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 0.25 \cdot 2746,66 \cdot 0,9 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 281,81\text{Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 0.25 \cdot 5035,54 \cdot 0,9 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 516,65\text{Н}$$

Результаты расчета продольной силы приведены в таблице 20

Таблица 20

Высота z , м	l_z , м		Нормативное значение ветровой нагрузки q_y^n , Нм^2		Продольная сила N_y , Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7
5	0,75	0,75	-1393,80	-2555,31	143,00	262,17
10	0,75	0,75	-1589,99	-2914,98	163,13	299,08
15	0,75	0,75	-1730,82	-3173,17	177,58	325,57
20	0,75	0,75	-1824,77	-3345,41	187,22	343,24
25	0,75	0,75	-1926,89	-3532,64	197,70	362,45
30	0,75	0,75	-2003,44	-3672,98	205,55	376,85
35	0,75	0,75	-2066,00	-3787,66	211,97	388,61
40	0,75	0,75	-2115,07	-3877,63	217,01	397,85
45	0,75	0,75	-2179,70	-3996,12	223,64	410,00
50	0,75	0,75	-2232,75	-4093,37	229,08	419,98
55	0,75	0,75	-2274,48	-4169,88	233,36	427,83
60	0,75	0,75	-2325,20	-4262,86	238,57	437,37
65	0,75	0,75	-2371,62	-4347,97	243,33	446,10
70	0,75	0,75	-2407,45	-4413,66	247,00	452,84
75	0,75	0,75	-2452,55	-4496,34	251,63	461,32
80	0,75	0,75	-2487,17	-4559,81	255,18	467,84

85	0,75	0,75	-2524,94	-4629,06	259,06	474,94
90	0,75	0,75	-2552,57	-4679,72	261,89	480,14
95	0,75	0,75	-2589,52	-4747,46	265,69	487,09
100	0,75	0,75	-2616,42	-4796,77	268,44	492,15
105	0,75	0,75	-2656,54	-4870,32	272,56	499,70
110	0,75	0,75	-2686,81	-4925,82	275,67	505,39
115	0,75	0,75	-2716,85	-4980,89	278,75	511,04
120	0,75	0,75	-2746,66	-5035,54	281,81	516,65

2.6.1. Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом с учетом гололедных нагрузок

На растяжение с изгибом в вертикальном сечении - в сплошном сечении

$$(N_y / A + M / W_x) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$(N_y / A + M / W_x) \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$(281,81 / 126 + 57,63 \cdot 10^3 / 1764) = 34,91 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$(516,65 / 126 + 57,63 \cdot 10^3 / 1764) = 36,77 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в ослабленном сечении

$$(N_y / A_n + M_0 / W_n) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$(N_y / A_n + M_0 / W_n) \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$(281,81 / 108 + 51,87 \cdot 10^3 / 1296) = 31,64 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$(516,65 / 108 + 51,87 \cdot 10^3 / 1296) = 33,5 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

Результаты расчета несущего кронштейна сведены в таблицу 21.

Таблица 21

Высота z, м	Продольная сила N_y, H		Изгибающий момент		Проверка в сплошном сечении ($N_y / A + M / W_x$)		Проверка в ослабленном сечении ($N_y / A_n + M_0 / W_n$)		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$
	Центр	Угол	M, Hm	M_0, Hm	Центр	Угол	Центр	Угол	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	143,00	262,17	42,38	38,14	25,16	26,11	22,76	23,70	242,1
10	163,13	299,08	44,73	40,26	26,65	27,73	24,12	25,19	242,1
15	177,58	325,57	45,90	41,31	27,43	28,60	24,83	26,00	242,1
20	187,22	343,24	47,07	42,37	28,17	29,41	25,50	26,74	242,1
25	197,70	362,45	48,25	43,42	28,92	30,23	26,18	27,49	242,1
30	205,55	376,85	49,42	44,48	29,65	31,01	26,85	28,20	242,1
35	211,97	388,61	50,01	45,00	30,03	31,43	27,20	28,60	242,1
40	217,01	397,85	50,59	45,53	30,40	31,84	27,53	28,97	242,1
45	223,64	410,00	51,18	46,06	30,79	32,27	27,89	29,37	242,1

50	229,08	419,98	51,76	46,59	31,16	32,68	28,23	29,74	242,1
55	233,36	427,83	52,35	47,12	31,53	33,07	28,56	30,11	242,1
60	238,57	437,37	52,94	47,64	31,90	33,48	28,90	30,48	242,1
65	243,33	446,10	53,52	48,17	32,27	33,88	29,24	30,85	242,1
70	247,00	452,84	54,11	48,70	32,63	34,27	29,57	31,20	242,1
75	251,63	461,32	54,46	49,02	32,87	34,54	29,78	31,45	242,1
80	255,18	467,84	54,88	49,40	33,14	34,83	30,03	31,72	242,1
85	259,06	474,94	55,28	49,75	33,40	35,11	30,26	31,97	242,1
90	261,89	480,14	55,67	50,11	33,64	35,37	30,48	32,22	242,1
95	265,69	487,09	56,06	50,46	33,89	35,65	30,71	32,47	242,1
100	268,44	492,15	56,46	50,81	34,13	35,91	30,93	32,71	242,1
105	272,56	499,70	56,75	51,07	34,33	36,14	31,12	32,92	242,1
110	275,67	505,39	57,04	51,34	34,52	36,35	31,29	33,11	242,1
115	278,75	511,04	57,34	51,60	34,72	36,56	31,46	33,31	242,1
120	281,81	516,65	57,63	51,87	34,91	36,77	31,64	33,50	242,1

Прочность стенки кронштейна на растяжение с изгибом обеспечена.

2.6.2. Проверка прочности кронштейна на срез с учетом гололедных нагрузок

В ослабленном горизонтальном сечении стенки

$$\tau_z = (N_z \cdot S_n) / (I_n \cdot t_x) \cdot \gamma_n \leq R_s \cdot \gamma_c$$

$$\tau_z = (461,03 \cdot 972) / (46656 \cdot 1,5) \cdot 0,95 = 6,08 \text{ Mna} < 60 \cdot 1 = 60 \text{ Mna}$$

Результаты расчета приведены в таблице 22.

Таблица 22

Высота z, м	Проверка кронштейна на срез			
	Расчетное значение усилий N_z, H	$\tau_z = (N_z \cdot S_n) / (I_n \cdot t_x) \cdot \gamma_n$	$R_s \cdot \gamma_c$	Вывод
1	2	3	4	5
5	339,06	4,47	60	Прочность кронштейна на срез обеспечивается
10	357,82	4,72	60	
15	367,20	4,85	60	
20	376,59	4,97	60	
25	385,97	5,09	60	
30	395,35	5,22	60	
35	400,04	5,28	60	
40	404,73	5,34	60	
45	409,42	5,40	60	
50	414,12	5,46	60	
55	418,81	5,53	60	
60	423,50	5,59	60	
65	428,19	5,65	60	
70	432,88	5,71	60	
75	435,69	5,75	60	
80	439,07	5,79	60	
85	442,26	5,84	60	
90	445,39	5,88	60	

95	448,51	5,92	60
100	451,64	5,96	60
105	453,99	5,99	60
110	456,34	6,02	60
115	458,68	6,05	60
120	461,03	6,08	60

Прочность кронштейна на срез обеспечивается.

2.7. Расчет опорного подвижного кронштейна

Конструктивное решение опорного подвижного фронтального кронштейна вылетом 250мм толщиной 1,5мм представлено на рис. 7.

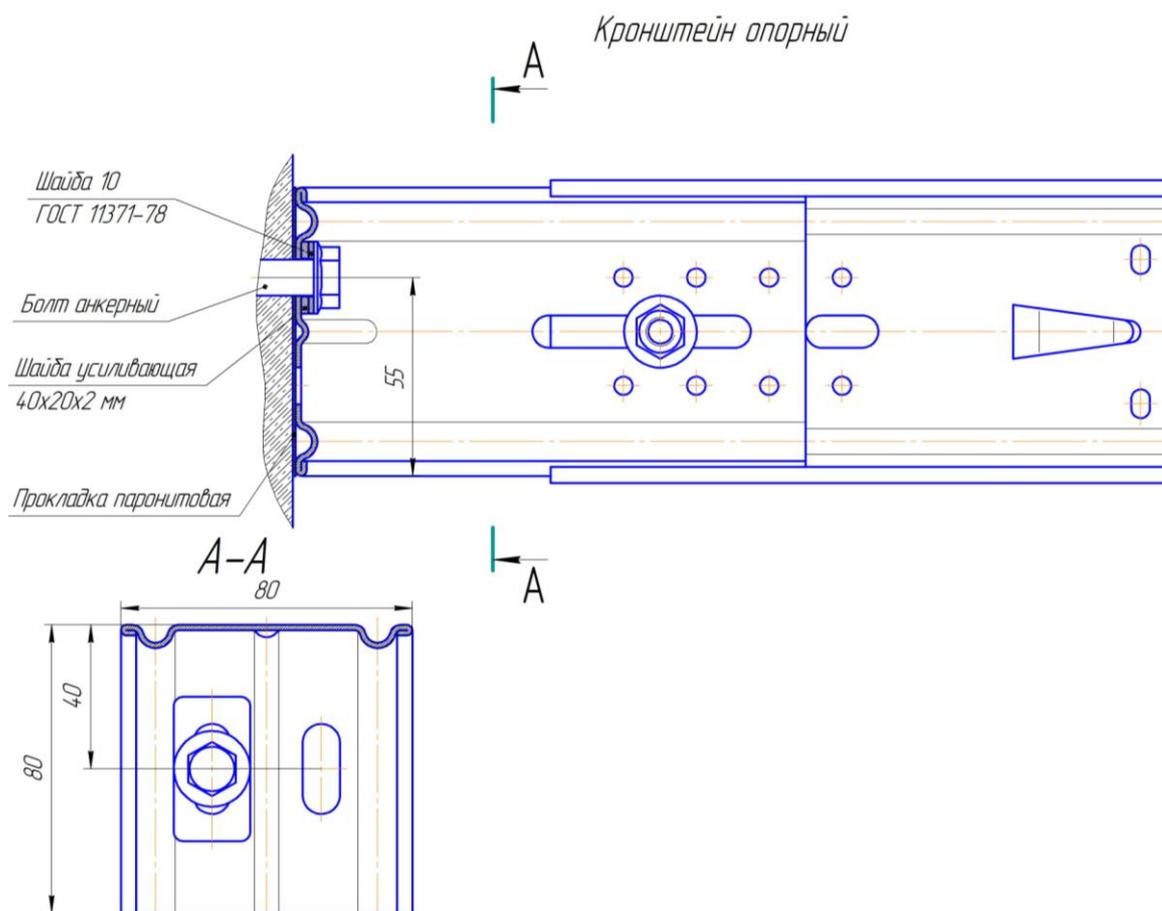


Рис.7. Конструктивное решение опорного подвижного кронштейна

Геометрические характеристики

Для вертикальных сечений, параллельных стене относительно оси «X»:

Полного сплошного: $b = 84\text{мм}$; $\delta = 1,5\text{мм}$; $A = 126\text{ мм}^2$; $I_x = 74088\text{ мм}^4$; $W_x = 1764\text{ мм}^3$;
 $S = 1323\text{ мм}^3$; $t_x = 1,5\text{мм}$.

Суженного с прорезью: $b_n = 72\text{мм}$; $\delta = 1,5\text{мм}$; $A = 108\text{ мм}^2$; $I_n = 46656\text{ мм}^4$; $W_n = 1296\text{ мм}^3$;
 $S_n = 972\text{ мм}^3$; $t_x = 1,5\text{мм}$.

Относительно оси «Z» сплошного сечения:

$$I_z = 23.63 \text{ мм}^4; W_z = 31.5 \text{ мм}^3; S_z = 23.63 \text{ мм}^3; t_z = 84 \text{ мм}.$$

Нагрузки

Опорный кронштейн воспринимает только горизонтальное усилие от ветрового давления.

Расчетная схема опорного кронштейна – однопролетная шарнирно-неподвижно опертая балка (рис. 8).

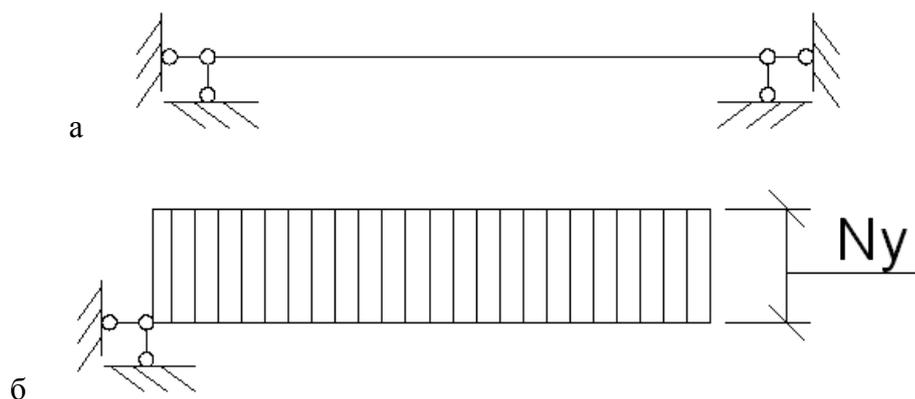


Рис.8. Расчетная схема опорного кронштейна:

а – расчетная схема; б – эпюра N

Усилия

Продольная сила

$$N_y = q_y \cdot l_x \cdot l_z$$

Где $l_x \cdot l_z$ - грузовая площадь опорного кронштейна от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки).

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 3845,32 \cdot 0,608 \cdot 0,75 = 1753,47\text{Н},$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 7049,75 \cdot 0,608 \cdot 0,75 = 3214,69\text{Н}$$

Результаты расчета продольной силы приведены в таблице 22а.

Таблица 22а

Высота z , м	Шаг кронштейнов l_z , м		Ветровая нагрузка q_y , Нм^2		Продольная сила N_y , Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7
5	0,75	0,75	-1951,33	-3577,43	889,80	1631,31
10	0,75	0,75	-2225,99	-4080,98	1015,05	1860,92
15	0,75	0,75	-2423,15	-4442,44	1104,96	2025,75

20	0,75	0,75	-2554,68	-4683,57	1164,93	2135,71
25	0,75	0,75	-2697,65	-4945,69	1230,13	2255,24
30	0,75	0,75	-2804,82	-5142,17	1279,00	2344,83
35	0,75	0,75	-2892,40	-5302,73	1318,93	2418,04
40	0,75	0,75	-2961,10	-5428,68	1350,26	2475,48
45	0,75	0,75	-3051,58	-5594,56	1391,52	2551,12
50	0,75	0,75	-3125,85	-5730,72	1425,39	2613,21
55	0,75	0,75	-3184,27	-5837,83	1452,03	2662,05
60	0,75	0,75	-3255,28	-5968,01	1484,41	2721,41
65	0,75	0,75	-3320,27	-6087,16	1514,04	2775,75
70	0,75	0,75	-3370,43	-6179,12	1536,92	2817,68
75	0,75	0,75	-3433,57	-6294,88	1565,71	2870,46
80	0,75	0,75	-3482,04	-6383,73	1587,81	2910,98
85	0,75	0,75	-3534,91	-6480,68	1611,92	2955,19
90	0,75	0,75	-3573,60	-6551,60	1629,56	2987,53
95	0,75	0,75	-3625,33	-6646,44	1653,15	3030,78
100	0,75	0,75	-3662,99	-6715,48	1670,32	3062,26
105	0,75	0,75	-3719,16	-6818,45	1695,94	3109,22
110	0,75	0,75	-3761,53	-6896,14	1715,26	3144,64
115	0,75	0,75	-3803,59	-6973,24	1734,44	3179,80
120	0,75	0,75	-3845,32	-7049,75	1753,47	3214,69

Проверка прочности кронштейна на растяжение с изгибом

На растяжение в вертикальном сечении

- в сплошном сечении

$$(N_y / A) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$(N_y / A) \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$1753,47 / 126 = 13,92 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$3214,69 / 126 = 25,51 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в ослабленном сечении

$$N_y / A_n \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \text{ или}$$

$$N_y / A_n \leq R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$$

- в центральной части фасада (при z = 120м):

$$1753,47 / 108 = 16,24 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

- в угловой зоне (при z = 120м):

$$3214,69 / 108 = 29,77 \text{ МПа} < 230 \cdot 1 / 0,95 = 242,1 \text{ МПа.}$$

Результаты расчета опорного кронштейна сведены в таблицу 23.

Таблица 23

Высота z, м	Продольная сила N_y, H		Проверка в сплошном сечении (N_y/A)		Проверка в ослабленном сечении (N_y/A_n)		$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол	
1	2	3	4	5	6	7	8
5	889,80	1631,31	7,06	12,95	8,24	15,10	242,1
10	1015,05	1860,92	8,06	14,77	9,40	17,23	242,1
15	1104,96	2025,75	8,77	16,08	10,23	18,76	242,1
20	1164,93	2135,71	9,25	16,95	10,79	19,78	242,1
25	1230,13	2255,24	9,76	17,90	11,39	20,88	242,1
30	1279,00	2344,83	10,15	18,61	11,84	21,71	242,1
35	1318,93	2418,04	10,47	19,19	12,21	22,39	242,1
40	1350,26	2475,48	10,72	19,65	12,50	22,92	242,1
45	1391,52	2551,12	11,04	20,25	12,88	23,62	242,1
50	1425,39	2613,21	11,31	20,74	13,20	24,20	242,1
55	1452,03	2662,05	11,52	21,13	13,44	24,65	242,1
60	1484,41	2721,41	11,78	21,60	13,74	25,20	242,1
65	1514,04	2775,75	12,02	22,03	14,02	25,70	242,1
70	1536,92	2817,68	12,20	22,36	14,23	26,09	242,1
75	1565,71	2870,46	12,43	22,78	14,50	26,58	242,1
80	1587,81	2910,98	12,60	23,10	14,70	26,95	242,1
85	1611,92	2955,19	12,79	23,45	14,93	27,36	242,1
90	1629,56	2987,53	12,93	23,71	15,09	27,66	242,1
95	1653,15	3030,78	13,12	24,05	15,31	28,06	242,1
100	1670,32	3062,26	13,26	24,30	15,47	28,35	242,1
105	1695,94	3109,22	13,46	24,68	15,70	28,79	242,1
110	1715,26	3144,64	13,61	24,96	15,88	29,12	242,1
115	1734,44	3179,80	13,77	25,24	16,06	29,44	242,1
120	1753,47	3214,69	13,92	25,51	16,24	29,77	242,1

Прочность стенки кронштейна на растяжение обеспечена.

2.8. Проверка крепления несущего кронштейна к стене

Крепление производится одним стальным болтом $d = 10\text{мм}$ с $d_0 = 8\text{мм}$, расчетной площадью сечения $A = 78,5\text{мм}^2$ и $A_n = 50,3\text{мм}^2$.

Грузовая площадь несущего верхнего кронштейна от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки) - $l_x \cdot (l_z + l_z)$

Вертикальное расчетное усилие на болт

$$Q_{z2} = Q_z$$

$$Q_{z2} = 264 \text{ Н.}$$

Горизонтальное расчетное усилие на кронштейн, то же на болт

$$N_{y2} = q_y \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_{y2} = 3845,32 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 1753,47 \text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_{y2} = 7049,75 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 3214,69\text{Н}$$

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки относительно плоскости стены

$$M_b = M = P \cdot l_{кр} / 2$$

$$M_b = 264 \cdot 0,25 / 2 = 33\text{ Нм}$$

Растягивающее усилие в болте от момента при плече $z = 55\text{ мм}$:

$$N_M = M_b / z$$

$$N_M = 33 \cdot 10^3 / 55 = 600\text{ Н}$$

Суммарное растягивающее усилие в болте

$$N_b = N_M + N_y$$

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_b = 600 + 1753,47 = 2353,47\text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_b = 600 + 3214,69 = 3814,69\text{ Н}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 24.

Таблица 24

Высота z , м	Горизонтальное расчетное усилие N_{y2} , Н		Суммарное растягивающее усилие в болте несущего кронштейна N_b , Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5
5	889,80	1631,31	1489,80	2231,31
10	1015,05	1860,92	1615,05	2460,92
15	1104,96	2025,75	1704,96	2625,75
20	1164,93	2135,71	1764,93	2735,71
25	1230,13	2255,24	1830,13	2855,24
30	1279,00	2344,83	1879,00	2944,83
35	1318,93	2418,04	1918,93	3018,04
40	1350,26	2475,48	1950,26	3075,48
45	1391,52	2551,12	1991,52	3151,12
50	1425,39	2613,21	2025,39	3213,21
55	1452,03	2662,05	2052,03	3262,05
60	1484,41	2721,41	2084,41	3321,41
65	1514,04	2775,75	2114,04	3375,75
70	1536,92	2817,68	2136,92	3417,68
75	1565,71	2870,46	2165,71	3470,46
80	1587,81	2910,98	2187,81	3510,98
85	1611,92	2955,19	2211,92	3555,19
90	1629,56	2987,53	2229,56	3587,53
95	1653,15	3030,78	2253,15	3630,78
100	1670,32	3062,26	2270,32	3662,26
105	1695,94	3109,22	2295,94	3709,22
110	1715,26	3144,64	2315,26	3744,64

115	1734,44	3179,80	2334,44	3779,80
120	1753,47	3214,69	2353,47	3814,69

На растяжение

$$N_b \cdot \gamma_n / A_n \leq R_{bt}$$

Выполним данную проверку для несущего кронштейна, расположенного в угловой зоне здания, на высоте 120м

$$3814,69 \cdot 0,95 / 50,3 = 72,05 \text{ МПа} < R_{bt} = 75 \text{ МПа}$$

прочность болта на растяжение обеспечивается.

На срез

$$Q_{z2} \cdot \gamma_n / A \leq R_s \cdot \gamma_b$$

$$264 \cdot 0,95 / 78,5 = 3,2 \text{ МПа} < R_s \cdot \gamma_b = 60 \cdot 0,8 = 48 \text{ МПа}$$

прочность болта на срез обеспечивается.

На смятие

$$Q_{z2} \cdot \gamma_n / (d \cdot t_{cm}) \leq R_{lp} \cdot \gamma_b$$

$$264 \cdot 0,95 / (10 \cdot 2) = 12,54 \text{ МПа} < R_s \cdot \gamma_b = 75 \cdot 0,8 = 60 \text{ МПа}$$

прочность соединения на смятие обеспечивается.

Вырывающее усилие, передаваемое на болт, должно обеспечиваться анкерровкой в стене здания; тип, конструкция и допускаемое усилие на один болт с дюбелем подбираются по каталогам фирм с учетом материала и состояния стены.

Для рассматриваемого примера: основание – железобетонные конструкции, вид строительства - новое.

Максимальное усилие на анкер принимаем по Техническому Свидетельству о пригодности анкерных дюбелей для применения в строительстве на территории Российской Федерации - 2000Н (материал основания – тяжелый бетон и полнотелые изделия из него).

В таблице 25 приведено сравнение расчетного и допускаемого значений осевого выдергивающего усилия.

Таблица 25

Высота z, м	Расчетное растягивающее усилие в болте несущего кронштейна N_b, H		Сравнение расчетного усилия с допустимым значением 2000Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5
5	1489,80	2231,31	+	-
10	1615,05	2460,92	+	-
15	1704,96	2625,75	+	-

20	1764,93	2735,71	+	-
25	1830,13	2855,24	+	-
30	1879,00	2944,83	+	-
35	1918,93	3018,04	+	-
40	1950,26	3075,48	+	-
45	1991,52	3151,12	+	-
50	2025,39	3213,21	-	-
55	2052,03	3262,05	-	-
60	2084,41	3321,41	-	-
65	2114,04	3375,75	-	-
70	2136,92	3417,68	-	-
75	2165,71	3470,46	-	-
80	2187,81	3510,98	-	-
85	2211,92	3555,19	-	-
90	2229,56	3587,53	-	-
95	2253,15	3630,78	-	-
100	2270,32	3662,26	-	-
105	2295,94	3709,22	-	-
110	2315,26	3744,64	-	-
115	2334,44	3779,80	-	-
120	2353,47	3814,69	-	-

* - курсивом обозначены расчетные значения выше допустимых.

В результате сравнения расчетного и допустимого значений усилий получено, что область применения системы ограничена: в основной части – свыше 50м, а в угловой – по всей высоте.

Так как основное усилие вырыва в анкере возникает в результате действия горизонтальных нагрузок, а усилие от вертикальных не высоко (600 Н), то не имеет смысла замена опорных кронштейнов на несущие. На усилие вырыва в основном влияет шаг кронштейнов, в данном случае опорных. Регулирую данный шаг, можно добиться необходимого усилия вырыва, находящегося в пределах допустимых значений (2000 Н).

Вычислим максимальный шаг опорных кронштейнов.

В связи с тем, что все проверки вертикального профиля и несущего кронштейна выполнены с большим запасом прочности, дальнейший расчет проведем только на суммарное вырывающее усилие анкерного крепителя.

Максимальное горизонтальное расчетное усилие на кронштейн

$$N_{y2} = N_b - N_M = 2000 - 600 = 1400H$$

$$N_{y2} = q_y \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2, \text{ отсюда}$$

$$l_z = N_{y2} / (q_y \cdot l_x) = 1400 / (7049,75 \cdot 0,608) = 0,32м$$

Составим таблицу максимального шага несущих кронштейнов в зависимости от высоты.

Таблица 256

Высота z, м	Центр		Угол	
	q_y	$l_z, м$	q_y	$l_z, м$
1	2	3	4	5
5	-1951,33	1,18	-3577,43	0,64
10	-2225,99	1,03	-4080,98	0,56
15	-2423,15	0,95	-4442,44	0,52
20	-2554,68	0,90	-4683,57	0,49
25	-2697,65	0,85	-4945,69	0,47
30	-2804,82	0,82	-5142,17	0,45
35	-2892,40	0,80	-5302,73	0,43
40	-2961,10	0,78	-5428,68	0,42
45	-3051,58	0,75	-5594,56	0,41
50	-3125,85	0,74	-5730,72	0,40
55	-3184,27	0,72	-5837,83	0,39
60	-3255,28	0,71	-5968,01	0,39
65	-3320,27	0,69	-6087,16	0,38
70	-3370,43	0,68	-6179,12	0,37
75	-3433,57	0,67	-6294,88	0,37
80	-3482,04	0,66	-6383,73	0,36
85	-3534,91	0,65	-6480,68	0,36
90	-3573,60	0,64	-6551,60	0,35
95	-3625,33	0,64	-6646,44	0,35
100	-3662,99	0,63	-6715,48	0,34
105	-3719,16	0,62	-6818,45	0,34
110	-3761,53	0,61	-6896,14	0,33
115	-3803,59	0,61	-6973,24	0,33
120	-3845,32	0,60	-7049,75	0,33

Таким образом, для того чтобы усилие в анкере не превышало 2000Н, возможно следующее расположение несущих кронштейнов по высоте:

В центральной зоне:

До 45 м – с шагом 0,75м, (5 кронштейна на профиль $l = 3,3м$)

До 120 м – с шагом 0,6м. (6 кронштейнов на профиль $l = 3,3м$)

В угловой зоне шаг несущих кронштейнов:

До 35 м – 0,43м; (8 кронштейнов на профиль $l = 3,3м$)

До 70м – 0,375м; (9 кронштейнов на профиль $l = 3,3м$)

До 120м – 0,33м. (10 кронштейнов на профиль $l = 3,3м$)

2.9. Проверка крепления несущего кронштейна к стене с учетом гололедных нагрузок

Усилия (при учете гололедной нагрузки)

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M = N_z \cdot l_{кр} / 2 \text{ или}$$

$$M = 0,5 \cdot \sum (P + \psi \cdot i \cdot a \cdot L_z) \cdot l_{кр}, \text{ где}$$

$\psi = 0,9$ – коэффициент сочетаний.

- относительно плоскости стены:

$$M = 0,5 \cdot (264 + 0,9 \cdot 22,11 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,75) \cdot 0,25 = 44,19 \text{ Нм. (при } z = 120 \text{ м)}$$

Горизонтальное расчетное усилие на кронштейн, то же на болт

$$N_{y2} = 0,25 \cdot q_y \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2$$

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$N_{y2} = 0,25 \cdot 3845,32 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 438,37 \text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$N_{y2} = 0,25 \cdot 7049,75 \cdot 0,608 \cdot (0,75 + 0,75) / 2 = 803,67 \text{ Н}$$

Растягивающее усилие в болте от момента при плече $z = 55$ мм:

$$N_M = M_b / z$$

$$N_M = 44,19 \cdot 10^3 / 55 = 803,45 \text{ Н}$$

Суммарное растягивающее усилие в болте

$$N_b = N_M + N_y$$

- в центральной части фасада (при $z = 120$ м):

$$N_b = 803,45 + 438,37 = 1241,82 \text{ Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120$ м):

$$N_b = 803,45 + 803,67 = 1607,12 \text{ Н}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 27.

Таблица 27

Высота z , м	Расчетное растягивающее усилие в болте несущего кронштейна N_b , Н		Сравнение расчетного усилия с допустимым значением 2000Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5
5	1025,901	1211,277	+	+
10	1057,212	1268,681	+	+
15	1079,689	1309,889	+	+
20	1094,683	1337,377	+	+
25	1110,982	1367,259	+	+
30	1123,2	1389,657	+	+
35	1133,183	1407,961	+	+
40	1141,015	1422,32	+	+
45	1151,33	1441,23	+	+
50	1159,797	1456,752	+	+
55	1166,457	1468,963	+	+
60	1174,551	1483,803	+	+
65	1181,961	1497,387	+	+

70	1187,679	1507,87	+	+
75	1194,877	1521,066	+	+
80	1200,402	1531,195	+	+
85	1206,43	1542,247	+	+
90	1210,841	1550,333	+	+
95	1216,738	1561,144	+	+
100	1221,031	1569,015	+	+
105	1227,434	1580,754	+	+
110	1232,265	1589,61	+	+
115	1237,059	1598,4	+	+
120	1241,816	1607,122	+	+

С учетом гололедной нагрузки, усилия во всех зонах превышают допустимые.

При использовании двух несущих кронштейнов во всех зонах вертикального профиля расчетные значения суммарного выдергивающего усилия анкерного крепителя меньше допустимого значения (2000Н) при расчете с учетом гололедной нагрузки.

2.10. Проверка крепления опорного кронштейна к стене

Усилия

Продольная сила

$$N_y = P_y \cdot l_x \cdot l_z$$

$l_x \cdot l_z$ - грузовая площадь опорного кронштейна от горизонтального воздействия (ветровой нагрузки).

- в центральной части фасада (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 3845,32 \cdot 0,608 \cdot 0,75 = 1753,47\text{Н}$$

- в угловой зоне (при $z = 120\text{м}$):

$$N_y = 7049,75 \cdot 0,608 \cdot 0,75 = 3214,67\text{Н}$$

Суммарное растягивающее усилие в болте

$$N_b = N_M + N_y$$

Так как опорный кронштейн воспринимает только горизонтальные нагрузки от ветрового воздействия, то $N_b = 0 + N_y = N_y$

Результаты расчета приведены в таблице 28.

Таблица 28

Высота z , м	Шаг кронштейнов l_z , м		Ветровая нагрузка q_y , Н/м ²		Вырывающее усилие анкерного крепителя N_b , Н	
	Центр	Угол	Центр	Угол	Центр	Угол
1	2	3	4	5	6	7
5	0,75	0,75	-1951,33	-3577,43	889,805	1631,309
10	0,75	0,75	-2225,99	-4080,98	1015,05	1860,925

15	0,75	0,75	-2423,15	-4442,44	1104,957	2025,755
20	0,75	0,75	-2554,68	-4683,57	1164,932	2135,708
25	0,75	0,75	-2697,65	-4945,69	1230,128	2255,235
30	0,75	0,75	-2804,82	-5142,17	1278,998	2344,83
35	0,75	0,75	-2892,40	-5302,73	1318,932	2418,043
40	0,75	0,75	-2961,10	-5428,68	1350,262	2475,48
45	0,75	0,75	-3051,58	-5594,56	1391,52	2551,12
50	0,75	0,75	-3125,85	-5730,72	1425,387	2613,209
55	0,75	0,75	-3184,27	-5837,83	1452,028	2662,051
60	0,75	0,75	-3255,28	-5968,01	1484,406	2721,41
65	0,75	0,75	-3320,27	-6087,16	1514,044	2775,747
70	0,75	0,75	-3370,43	-6179,12	1536,916	2817,679
75	0,75	0,75	-3433,57	-6294,88	1565,708	2870,465
80	0,75	0,75	-3482,04	-6383,73	1587,808	2910,981
85	0,75	0,75	-3534,91	-6480,68	1611,921	2955,189
90	0,75	0,75	-3573,60	-6551,60	1629,562	2987,531
95	0,75	0,75	-3625,33	-6646,44	1653,152	3030,778
100	0,75	0,75	-3662,99	-6715,48	1670,324	3062,261
105	0,75	0,75	-3719,16	-6818,45	1695,936	3109,215
110	0,75	0,75	-3761,53	-6896,14	1715,259	3144,642
115	0,75	0,75	-3803,59	-6973,24	1734,436	3179,799
120	0,75	0,75	-3845,32	-7049,75	1753,465	3214,686

В результате сравнения расчетного и допустимого значений усилий получено, что область применения системы ограничена: в основной части – без ограничений, а в угловой – свыше 15м.

Вычислим максимальный шаг опорных кронштейнов.

В связи с тем, что все проверки вертикального профиля и несущего кронштейна выполнены с большим запасом прочности, дальнейший расчет проведем только на суммарное вырывающее усилие анкерного крепителя.

Максимальное горизонтальное расчетное усилие на кронштейн

$$N_{y2} = 2000 \text{ Н}$$

$$N_{y2} = q_y \cdot l_x \cdot (l_z + l_z) / 2, \text{ отсюда}$$

$$l_z = N_{y2} / (q_y \cdot l_x) = 2000 / (7049,75 \cdot 0,608) = 0,47 \text{ м}$$

Составим таблицу максимального шага опорных кронштейнов в зависимости от высоты.

Таблица 29

Высота z, м	Центр		Угол	
	q_y	$l_z, \text{ м}$	q_y	$l_z, \text{ м}$
1	2	3	4	5
5	-1951,33	1,69	-3577,43	0,92
10	-2225,99	1,48	-4080,98	0,81

15	-2423,15	1,36	-4442,44	0,74
20	-2554,68	1,29	-4683,57	0,70
25	-2697,65	1,22	-4945,69	0,67
30	-2804,82	1,17	-5142,17	0,64
35	-2892,40	1,14	-5302,73	0,62
40	-2961,10	1,11	-5428,68	0,61
45	-3051,58	1,08	-5594,56	0,59
50	-3125,85	1,05	-5730,72	0,57
55	-3184,27	1,03	-5837,83	0,56
60	-3255,28	1,01	-5968,01	0,55
65	-3320,27	0,99	-6087,16	0,54
70	-3370,43	0,98	-6179,12	0,53
75	-3433,57	0,96	-6294,88	0,52
80	-3482,04	0,94	-6383,73	0,52
85	-3534,91	0,93	-6480,68	0,51
90	-3573,60	0,92	-6551,60	0,50
95	-3625,33	0,91	-6646,44	0,49
100	-3662,99	0,90	-6715,48	0,49
105	-3719,16	0,88	-6818,45	0,48
110	-3761,53	0,87	-6896,14	0,48
115	-3803,59	0,86	-6973,24	0,47
120	-3845,32	0,86	-7049,75	0,47

Таким образом, для того чтобы усилие в анкере не превышало 2000Н, возможно следующее расположение опорных кронштейнов по высоте:

В центральной зоне:

До 65 м – с шагом 1м,

До 120 м – с шагом 0,75м.

В угловой зоне шаг опорных кронштейнов:

До 15 м – 0,75м;

До 45м – 0,6м;

До 120м – 0,5м.

2.11. Расчет крепления утеплителя

На 1 м² стены принимается 4 распорных стержня: на 1 стержень с расчетной площадью поперечного сечения $A = 19,6\text{мм}^2$ приходится $A_{\text{ут}} = 0,25\text{м}^2$

При диаметре шляпки $d_{\text{ш}} = 80\text{мм}$ утеплитель может воспринять усилие сжатия не более $[N] = R_{\text{ут}} \cdot A_{\text{ш}} = 0,02 \cdot \pi \cdot 80^2 / 4 = 100,5\text{Н}$

Контроль за ограничением этого усилия осуществляется по величине деформаций обжатия утеплителя под шляпкой, которая при $d_{\text{ут}} = 150\text{мм}$ не должна превышать $\Delta = 0,1 \cdot 150 = 15\text{мм}$.

Поперечная сила, приходящаяся на 1 стержень от веса утеплителя

$$Q_z = q_{yt} \cdot A_{yt} = 215 \cdot 0,25 = 53,8 \text{ Н.}$$

$$Q_z \cdot \gamma_n = 53,8 \cdot 0,95 = 51,1 \text{ Н} \quad 150 \cdot 0,8 \cdot 19,6 = 2352 \text{ Н}$$

Прочность стержней на срез обеспечивается.

2.12. Расчет кляммера

Кляммер воспринимает горизонтальную ветровую нагрузку и вертикальную нагрузку от веса облицовочного материала. Нагрузки считаем неравномерно распределенными, изменяющимися по закону треугольника с равнодействующей, равной сосредоточенной нагрузке.

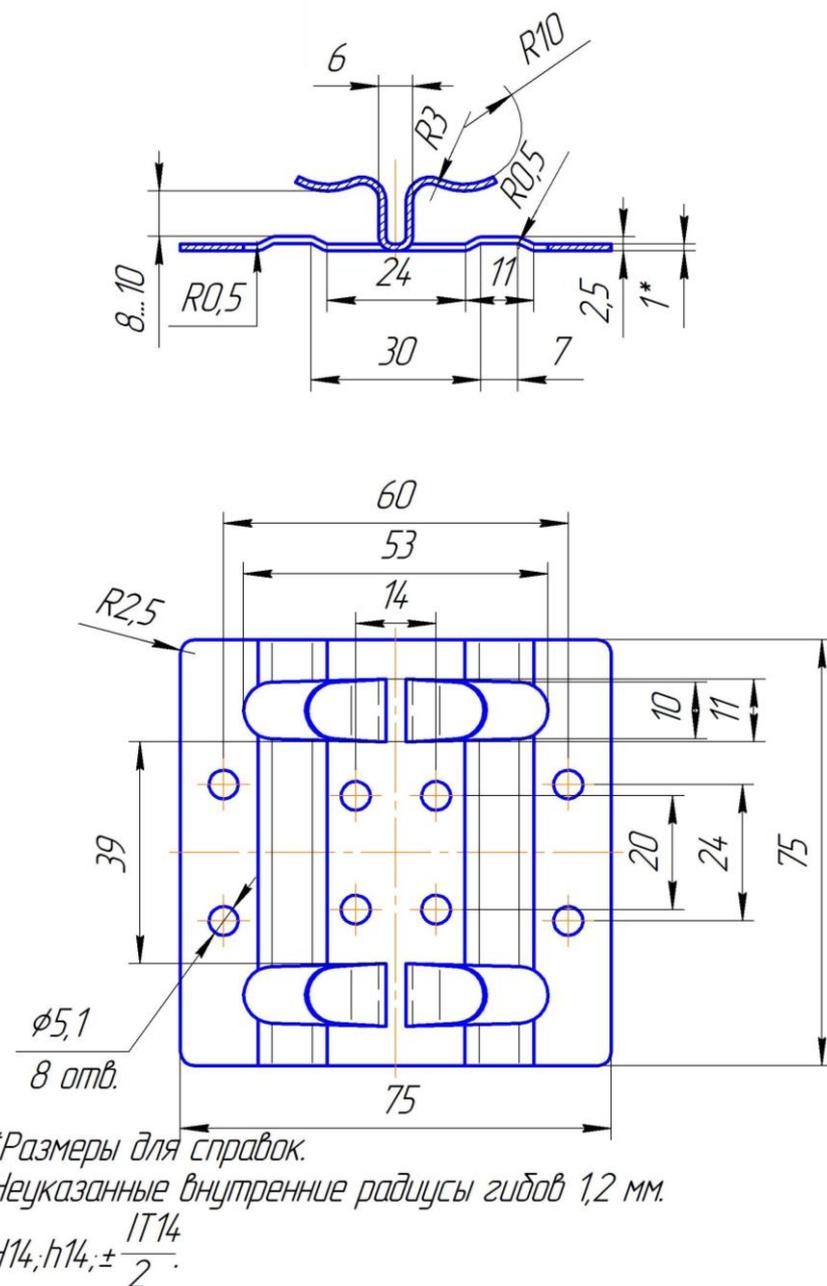


Рис. 9. Кляммер 4-х зажимный КЛ.4.12.7 Н

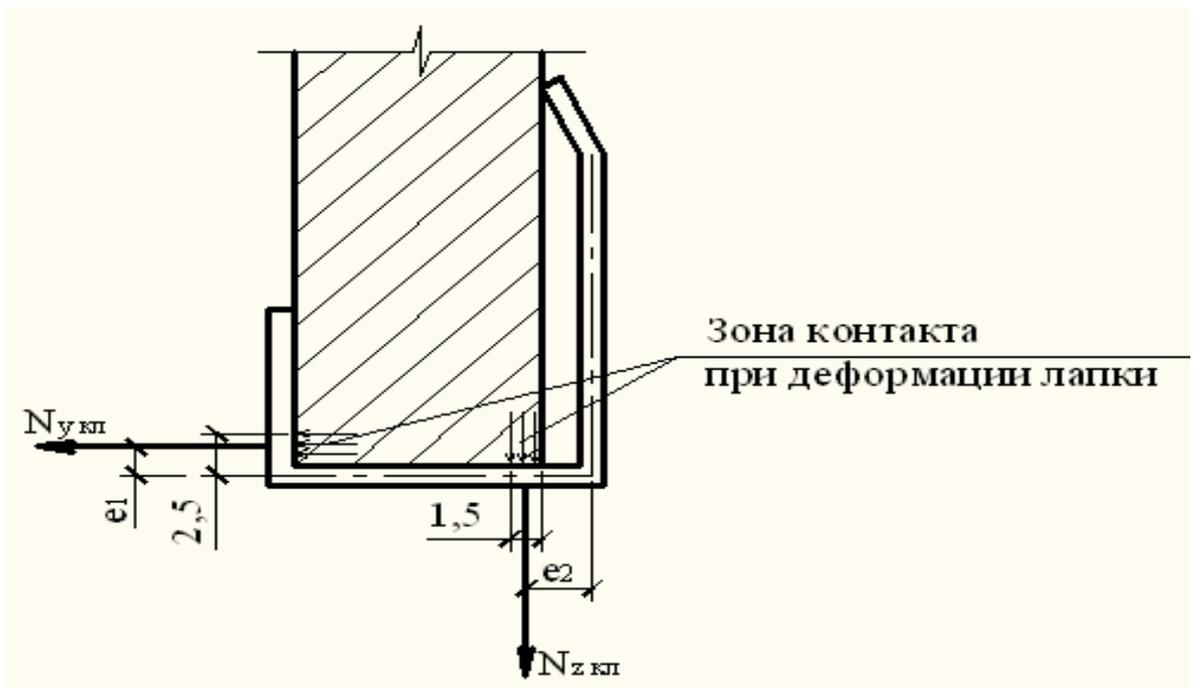


Рис. 10. Расчетная схема элемента кляммера

1. Геометрические характеристики сечения:

$$W = t^2 \cdot h / 6 = 0,12^2 \cdot 1 / 6 = 0,0024 \text{ см}^3$$

где t - толщина кляммера, см;

h - ширина крючка кляммера, см.

2. Расчетные нагрузки

а) расчетная ветровая нагрузка (для высоты 120м):

$$N_w = P_y \cdot 0,5 \cdot a \cdot 0,5 \cdot b = 0,0428625 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 0,5 \cdot 60 = 38,58 \text{ кг}$$

б) расчетная нагрузка от собственного веса плитки:

$$P = G_n \cdot 0,5 \cdot a \cdot b = 0,00242 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 60 = 4,356 \text{ кг}$$

где $P_y = 4286,25 \text{ Н/м}^2$ - расчетная ветровая нагрузка;

$G_n = 24,2 \text{ кг/м}^2$ - вес м^2 керамогранитной плитки толщиной 10мм;

$a = 60 \text{ см}$ - ширина керамогранитной плитки, см;

$b = 60 \text{ см}$ - высота керамогранитной плитки, см.

в) расчетная нагрузка от гололеда (для высоты 120м):

$$P_{\text{гол}} = i \cdot 0,5 \cdot a \cdot b = 0,002211 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 60 = 3,98 \text{ кг}$$

где $i = 22,11 \text{ кг/м}^2$ - расчетная нагрузка от гололеда;

a - ширина керамогранитной плитки, см;

b - высота керамогранитной плитки, см.

3. Расчетные усилия:

а) без учета гололедной нагрузки:

$$M_2 = M_1 + P \cdot e_3 = 3,66 + 4,356 \cdot 0,075 = 3,99 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_1 = N_w \cdot e_4 = 38,58 \cdot 0,095 = 3,66 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$M_2 = M_1 + (P + P_{\text{гол}} \cdot \psi) \cdot e_1 = 0,825 + (4,356 + 3,98 \cdot 0,9) \cdot 0,075 = 1,42 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_1 = 0,25 \cdot N_w \cdot \psi \cdot e_2 = 0,25 \cdot 38,58 \cdot 0,9 \cdot 0,095 = 0,825 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

где $\psi = 0,9$ - коэффициент сочетаний.

4. Проверка прочности сечения кляммера:

$$\sigma = M_2 / W = 3,99 / 0,0024 = 1663 \text{ кгс/см}^2 < R_y / \gamma_n = 1950 / 1 = 1950 \text{ кгс/см}^2$$

где $M_2 = 3,99 \text{ кг} \cdot \text{см}$ - максимальный момент (без учета гололедной нагрузки или с учетом гололедной нагрузки);

$R_y = 1950 \text{ кгс/см}^2$ - расчетное сопротивление коррозионной стали;

$\gamma_n = 1$ - коэффициент надежности по ответственности.

Проверка прочности выполняется.

Усилие воспринимаемое заклепкой:

$$N = \sqrt{(P \cdot K_{\text{зак}} / n)^2 + (N_w \cdot K_{\text{зак}} / n + M \cdot K_{\text{зак}} / e)^2} = \sqrt{((4,356 \cdot 1,2 / 2)^2 + (34,45 \cdot 1,2 / 2 + 3,6 \cdot 1,2 / 0,075)^2} \\ = \sqrt{(6,83 + 6126,19)} = 78,31 \text{ кгс}$$

Срез $N_{\text{зи}}^s = 750 \text{ кгс} > 78,31 \text{ кгс}$

Растяжение $N_{\text{зи}}^y = 1000 \text{ кгс} > 78,31 \text{ кгс}$

где:

$K_{\text{зак}} = 1,2$ - коэффициент запаса

n - количество заклепок;

Условия выполняются с большим запасом. Прочность заклепки на срез и растяжение обеспечена.

3. Выводы

1. Нагрузки и воздействия. Усилия, возникающие в элементах, при расчетах с учетом обледенения облицовочного материала, выше, чем без ее учета.

2. Расчетные схемы несущих конструкций каркаса навесной фасадной системы при расчете должны соответствовать принятым в данном расчетном обосновании технических решений.

3. В расчетах и при монтаже должно предусматриваться четкое функциональное разделение кронштейнов на несущие и опорные.

4. При выполнении расчетов вертикального профиля без и с учетом гололедной нагрузки получено, что его прочность на растяжение с изгибом и срез в горизонтальной плоскости, а также прочность крепления профиля к несущему кронштейну обеспечены, прогибы не превышают предельно допустимых..

5. При проверке несущих и опорных кронштейнов без и с учетом гололедной нагрузки на растяжение с изгибом и срез получено, что их прочность обеспечена.

6. Для уменьшения усилия вырыва анкерного крепителя несущего (верхнего) кронштейна в верхней зоне вертикального профиля – необходимо установить 2 несущих кронштейна. При этом распределение усилий между двумя несущими кронштейнами поровну. Также необходимо уменьшить шаг несущих (опорных) кронштейнов (см. табл. 256).

4. Список использованных источников

1. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология / НИИ строит. физики. - М.:Стройиздат, 2000.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*/ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2011.
3. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. - М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1987.– 112 с.
4. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*/ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко/ ЦНИИПСК им. Мельникова, 2011.
5. «Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий в Москве» МДС 20-1.2006, Москва, 2006г.
6. Альбом технических решений навесной фасадной системы с воздушным зазором «Тимспан» ТС-2004002 с облицовкой керамогранитными плитками.

Саморегулируемая организация: НП «СтройОбъединение»
основанная на членстве лиц, осуществляющих проектирование

Полное наименование СРО: **НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОЕКТИРОВЩИКОВ «СтройОбъединение»**

Адрес: 192012, г. Санкт-Петербург, 3-ий Рабфаковский пер., д.5, кор.4,
лит.А, оф.2-3

Электронный адрес в сети «Интернет»: www.stroy-sro.ru

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых
организаций: № СРО-П-145-04032010

Санкт-Петербург
(место выдачи Свидательства)

«04» марта 2011г.
(дата выдачи Свидательства)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ в области подготовки
проектной документации, которые оказывают влияние на безопасность
объектов капитального строительства

№ 3341

Выдано члену саморегулируемой организации

ООО «Сибирь Инвест» ИНН 2465116717

полное наименование юридического лица, ИНН

ОГРН 1072465011079, 660077 Красноярский край, г. Красноярск,

ул. Молокова, 60

ОГРН, адрес местонахождения;

Основание выдачи Свидательства: решение Совета Партнерства
наименование органа управления саморегулируемой организации,

СРО проектировщиков «СтройОбъединение» № 04СП от 04 марта 2011 года
номер протокола, дата заседания

Настоящим Свидательством подтверждается допуск к работам, указанным
в приложении к настоящему Свидательству, которые оказывают
влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с "04" марта 2011 г.

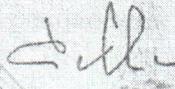
Свидательство без приложения не действительно.

Свидательство выдано без ограничения срока и территории его
действия.

Свидательство выдано взамен ранее выданного. _____

(дата выдачи, номер Свидательства)

Директор НП СРО
проектировщиков
«СтройОбъединение»
должность



подпись

Саввин А.В.
фамилия, инициалы



Приложение
к Свидетельству о допуске к
определенному виду или видам
работ, которые оказывают
влияние на безопасность
объектов капитального
строительства
от "04" марта 2011 г.
N 3341

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов
капитального строительства и о допуске к которым член
НП СРО проектировщиков «СтройОбъединение» ИНН 7811154692
полное наименование саморегулируемой организации,
ООО «Сибирь Инвест» ИНН 2465116717
полное наименование члена саморегулируемой организации
имеет Свидетельство

	Наименование вида работ	Отметка о допуске к видам работ которые оказывают влияние на безопасность особо опасных и технически сложных объектов, а также уникальных объектов, предусмотренных статьей 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации
1.	Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка:	нет
1.1.	Работы по подготовке генерального плана земельного участка	нет
1.2.	Работы по подготовке схемы планировочной организации трассы линейного объекта	нет
1.3.	Работы по подготовке схемы планировочной организации полосы отвода линейного сооружения	нет
2.	Работы по подготовке архитектурных решений	нет
3.	Работы по подготовке конструктивных решений	нет
4.	Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:	нет
4.1.	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения	нет
4.2.	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации	нет
4.5.	Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами	нет
4.6.	Работы по подготовке проектов внутренних систем газоснабжения	нет



5.	Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:	нет
5.1.	Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений	нет
5.2.	Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений	нет
5.3.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений	нет
5.4.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений	нет
5.5.	Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ и более и их сооружений	нет
5.6.	Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем	нет
5.7.	Работы по подготовке проектов наружных сетей газоснабжения и их сооружений	нет
6.	Работы по подготовке технологических решений:	
6.1.	Работы по подготовке технологических решений жилых зданий и их комплексов	нет
6.2.	Работы по подготовке технологических решений общественных зданий и сооружений и их комплексов	нет
6.3.	Работы по подготовке технологических решений производственных зданий и сооружений и их комплексов	нет
6.4.	Работы по подготовке технологических решений объектов транспортного назначения и их комплексов	нет
6.5.	Работы по подготовке технологических решений гидротехнических сооружений и их комплексов	нет
6.6.	Работы по подготовке технологических решений объектов сельскохозяйственного назначения и их комплексов	нет
6.7.	Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов	нет
6.9.	Работы по подготовке технологических решений объектов сбора, обработки, хранения, переработки и утилизации отходов и их комплексов	нет
6.11.	Работы по подготовке технологических решений объектов военной инфраструктуры и их комплексов	нет
6.12.	Работы по подготовке технологических решений объектов очистных сооружений и их комплексов	нет
7.	Работы по разработке специальных разделов проектной документации:	нет
7.1.	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне	нет
7.2.	Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	нет
7.3.	Разработка декларации по промышленной безопасности опасных производственных объектов	нет
7.4.	Разработка декларации безопасности гидротехнических сооружений	нет
7.5.	Разработка обоснования радиационной и ядерной защиты.	нет
9.	Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды	нет
10.	Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	нет



 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

 Федеральная служба по техническому регулированию и метрологии

 Федеральная служба по надзору в сфере противопожарной безопасности

 Республика Крым

 Симферополь

 *

 17

 КРАСНОЯРСК

11.	Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению доступа маломобильных групп населения	нет
12.	Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений	нет
13.	Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)	нет

* Данные виды и группы видов работ требуют получения свидетельства о допуске на виды работ, влияющие на безопасность объекта капитального строительства, в случае выполнения таких работ на объектах, указанных в статье 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации

Ограничение: ООО «Сибирь Инвест» вправе заключать договора
(полное наименование члена саморегулируемой организации)

по осуществлению организации работ 13. Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком), стоимость которых по одному договору не превышает (составляет) (5 000 000) пять миллионов рублей
(стоимость работ)

Наличие «НЕТ» напротив вида (подвида) работ означает:

Данный вид (подвид) работ, обладатель данного допуска (строитель, проектировщик, изыскатель) может выполнять на всех объектах, за исключением – особо опасных, технически сложных и уникальных, обозначенных и определенных статьей 48.1 Градостроительного кодекса РФ.

Наличие «ДА» напротив вида (подвида) работ означает:

Данный вид (подвид) работ, обладатель данного допуска (строитель, проектировщик, изыскатель) может выполнять на всех объектах, в том числе на особо опасных, технически сложных и уникальных, обозначенных и определенных статьей 48.1 Градостроительного кодекса РФ.

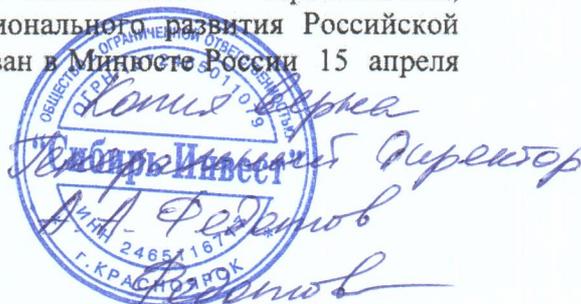
Директор
НП СРО проектировщиков
«СтройОбъединение»
должность



подпись

Саввин А.В.
фамилия, инициалы

Примечание: Виды работ указываются в соответствии с Перечнем видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, утвержденным приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. N 624 (зарегистрирован в Минюсте России 15 апреля 2010 г., регистрационный N 16902).



НП СРО
«СтройОбъединение»
В настоящем документе
прошито пронумеровано
и скреплено
Печатью на 2 листах
Секретарь совета
НП СРО «СтройОбъединение»
Люсикова В.И.



Серма
Генеральный директор
Радомов
Радомов

