

ВентФасад Проект

Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Устройство навесной фасадной системы с воздушным зазором "Альт-Фасад-01"
Облицовка плитами из керамического гранита с открытым креплением

22/04/2022

2022г.

Согласовано			
Изм. № подл.			
Подп. и дата			
Взам. инв. №			

Ведомость чертежей

Лист	Наименование	Примечание
1	Титульный лист	
2	Ведомость чертежей. Ведомость ссылочных документов	
3	Общие данные	
4	Раскладка плит облицовки. Фасад 18-1	
5	Раскладка системы. Фасад 18-1	
6	Раскладка плит облицовки. Фасад Я-А	
7	Раскладка системы. Фасад Я-А	
8	Раскладка плит облицовки. Фасад А-Ч	
9	Раскладка системы. Фасад А-Ч	
10	Раскладка плит облицовки. Фасад 7-18, Ч-Я, 1-7	
11	Раскладка системы. Фасад 7-18, Ч-Я, 1-7	
12	Раскладка плит облицовки. Виды	
13	Раскладка системы. Виды	
14	Раскладка плит облицовки. Виды	
15	Раскладка системы. Виды	
16	Узел 1. Узел 2.	
17	Узел 3. Узел 4.	
18	Узел 5. Узел 6.	
19	Узел 7. Узел 8.	
20	Узел 9. Узел 10.	
21	Узел 11. Узел 12.	
22	Узел 13. Узел 14.	
23	Ведомость объемов работ. Ведомость объемов материалов.	
24	Статический расчет НВФ	

Ведомость ссылочных документов

Обозначение	Наименование	Примечание
СП 16.13330.2017	Стальные конструкции	
ГОСТ 23118-2012	Стальные конструкции. Общие технические условия.	
СП 70.13330.2012	Несущие и ограждающие конструкции	
СП 20.13330.2016	Нагрузки и воздействия	
СП 28.13330.2017	Защита строительных конструкций от коррозии.	
СП 131.13330.2020	Строительная климатология	
СП 12-135-2003	Безопасность труда в строительстве	
АТР	Система навесного вентилируемого фасада "Альт-Фасад-01"	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

22/04/2022

Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

Изм	Колуч	Лист	Л/Фок	Подп	Дата				
Разработал		Богаратова				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Константинова					РП	2	
Содержание							ВентФасад Проект		

Общие указания

1. Исходные данные

1.1 Район строительства – Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1;

1.2 Климатические условия района строительства:

- нормативное значение веса снегового покрова S_s на $1m^2$ горизонтальной поверхности для III-ого снегового района по СП 20.13330.2016 – 180 кг/м²;
- нормативное значение ветрового давления w_0 на $1m^2$ поверхности для II-ого ветрового района по СП 20.13330.2016 – 30 кгс/м²;
- толщина стенки гололеда для I гололедного района – 3 мм;
- тип местности по п.6.5 СП 20.13330.2016 – Б;
- расчетная отрицательная температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 по СП 131.13330.2020 – минус 27°С;
- степень агрессивного воздействия среды на металлические конструкции по СП 28.13330.2012 – неагрессивная.

1.3. Проект конструкций выполнен в соответствии со строительными нормами и правилами СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции", СП 28.13330.2012 "Защита строительных конструкций от коррозии" и СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия".

Привязка конструкций НФС осуществлена на основании архитектурно-строительных чертежей. В качестве исходных чертежей для проектирования были использованы комплекты чертежей: АН-08-03/19-АР.

Мероприятия против коррозии: в соответствии с ТС на НФС применяются заклепки из коррозионностойкой стали, и профили и кронштейны из оцинкованной стали с защитным лакокрасочным покрытием.

Противопожарные мероприятия: в соответствии с требованиями нормативно-технической документации по обеспечению пожарной безопасности, (Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», СНиП 21-01-97* , класса пожарной опасности НФС КО по ГОСТ 31251).

Величина зазора между керамогрантными плитами принята 6 мм. Применяемый облицовочный материал должен иметь техническое свидетельство (ТС).

Разбивка цветов облицовочного материала соответствует цветовому решению фасадов.

Крепление кронштейнов осуществляется на фасадные анкера для железобетонного основания, подобранные по результатам натурных испытаний на объекте по методике Росстроя РФ.

Для крепления элементов каркаса между собой применять метизы, определенные проектом и указанные в спецификациях.

Оконные обрамления и дверные обрамления, фасонные изделия изготавливать из оцинкованной стали толщиной 0,5 мм, парпетные крышки и пожарные отсеки из оцинкованной стали толщиной 0,7 мм окрашенной согласно колористическому паспорту объекта.

Расстояние между центрами заклепок – минимум 2,5d, расстояние от центра заклепки до края элемента – минимум 2d вдоль усилия, поперек усилия – 1,5d – для стальных конструкций; между центрами заклепок – минимум 3d, от центра заклепки до края элемента, вдоль усилия – минимум 2,5d.

Технология изготовления и установка элементов НФС в проектное положение должны исключать нарушение покрытия и коробление сборочных деталей.

Не допускается крепление каких-либо деталей непосредственно к элементам облицовки.

Во время строительных работ и последующей эксплуатации фасады должны быть защищены от механических повреждений.

Выполнение монтажа НФС должно быть подтверждено актами скрытых работ на установку: - кронштейнов; - утепления; - несущего каркаса; - оконного обрамления.

Приемка элементов НФС, их хранение на строительной площадке должны осуществляться в соответствии нормативной документацией на поставляемые материалы.

2. Характеристика решений, принятых в проекте

2.1 Керамогрантные плиты размером 1200x600x10мм в системе "Альм-Фасад-01" удерживаются на фасаде с помощью пружинных кляммеров КЛрд (кляммер рядовой), КЛрду (кляммер рядовой угловой) и КЛст (кляммер стартовый). Кляммеры КЛст применяются для удержания нижнего ряда керамогрантных панелей, а также в некоторых случаях для удержания замыкающих керамогрантных панелей. Кляммеры КЛ рду используются для удержания вертикальных замыкающих рядов керамогрантных панелей (напр. на углах и боковых откосах проемов), а также для удержания верхнего края плит замыкающих горизонтальных рядов (напр. у парапета и под оконными проемами). Остальные ряды керамогрантных панелей удерживаются кляммерами КЛрд. Кляммеры КЛрд крепятся после установки нижележащего ряда керамогрантных панелей. Кляммеры крепятся заклепками А2/А2 Ø4x10мм к направляющим ГО. Каждый кляммер крепится к направляющей двумя заклепками 4x10мм А2/А2.

2.2 Вертикальные стальные направляющие ГО в вертикальной системе крепятся к кронштейнам КР-С-200 двумя заклепками А2/А2 4x10мм.

Между направляющими оставляется зазор для компенсации теплового расширения.

2.3 Кронштейны крепятся к стене на фасадные анкера для железобетонного основания. Между стеной и кронштейном устанавливается термоизолирующая прокладка.

2.5 Обязательные для выполнения требования к комплектующим элементам и материалам, узлам крепления и особенностям монтажа, а также требования пожарной безопасности приведены в техническом свидетельстве № 5668-19.

2.8 Расчеты несущей способности металлокаркаса, шагов установки кронштейнов, нагрузки на вырыв анкера, усилия в заклепочном соединении выполнены согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

3. Обрамления проемов примыкания.

3.1 По периметру сопряжения навесной фасадной системы с оконными и дверными проемами устанавливаются противопожарные короба. Обрамления оконных (дверных) проемов, откосы выполняются из материала плоскости облицовки. Противопожарные короба выполняются из оцинкованной стали толщиной 0,7мм.

3.2 Противопожарные короба должны иметь крепление к строительному основанию. Для этого используются угловая полоса, которая крепится к строительному основанию с помощью дюбель-гвоздей 6x60 мм с шагом 400 мм по горизонтали и 600мм по вертикали. Слиты монтируются к раме окна при помощи саморезов острых 4,2x19мм.

3.3 Швы между рамой и водоотливом, а также между водоотливом и боковыми откосами при необходимости заделываются силиконовым герметиком. Откосы и водоотлив соединяются между собой вытяжными заклепками.

3.4 При облицовке керамогрантными панелями во внутренний объем верхнего откоса вдоль всей длины откоса и на всю ширину воздушного зазора устанавливается утеплитель толщиной минимум 30 мм плотностью не менее 80 кг/м3.

4. Соединения элементов конструкций

4.1 Кронштейны крепятся к основанию при помощи фасадных анкеров. Выбор анкерного крепежа происходит исходя из расчетной нагрузки на точку крепления и несущей способности основания, в которое установлен анкер. Правильность выбора должна быть подтверждена испытаниями "на вырыв" анкера из несущего основания, по результатам, которых должен быть составлен акт.

Испытания должны проводиться согласно СТО 44416204-010-2010. Технология установки анкерного крепежа определяется в соответствии с рекомендациями фирм-изготовителей применяемой продукции.

4.2 Элементы каркаса соединяются между собой с помощью вытяжных заклепок.

Заклепочные соединения для подсистемы:

- Заклепки вытяжные Ø4x10 (А2/А2) со стандартным бортиком из коррозионно-стойкой стали;
- Отверстия под заклепки Ø4x10 диаметром Ø4,1 мм.

5. Указания по монтажу конструкций

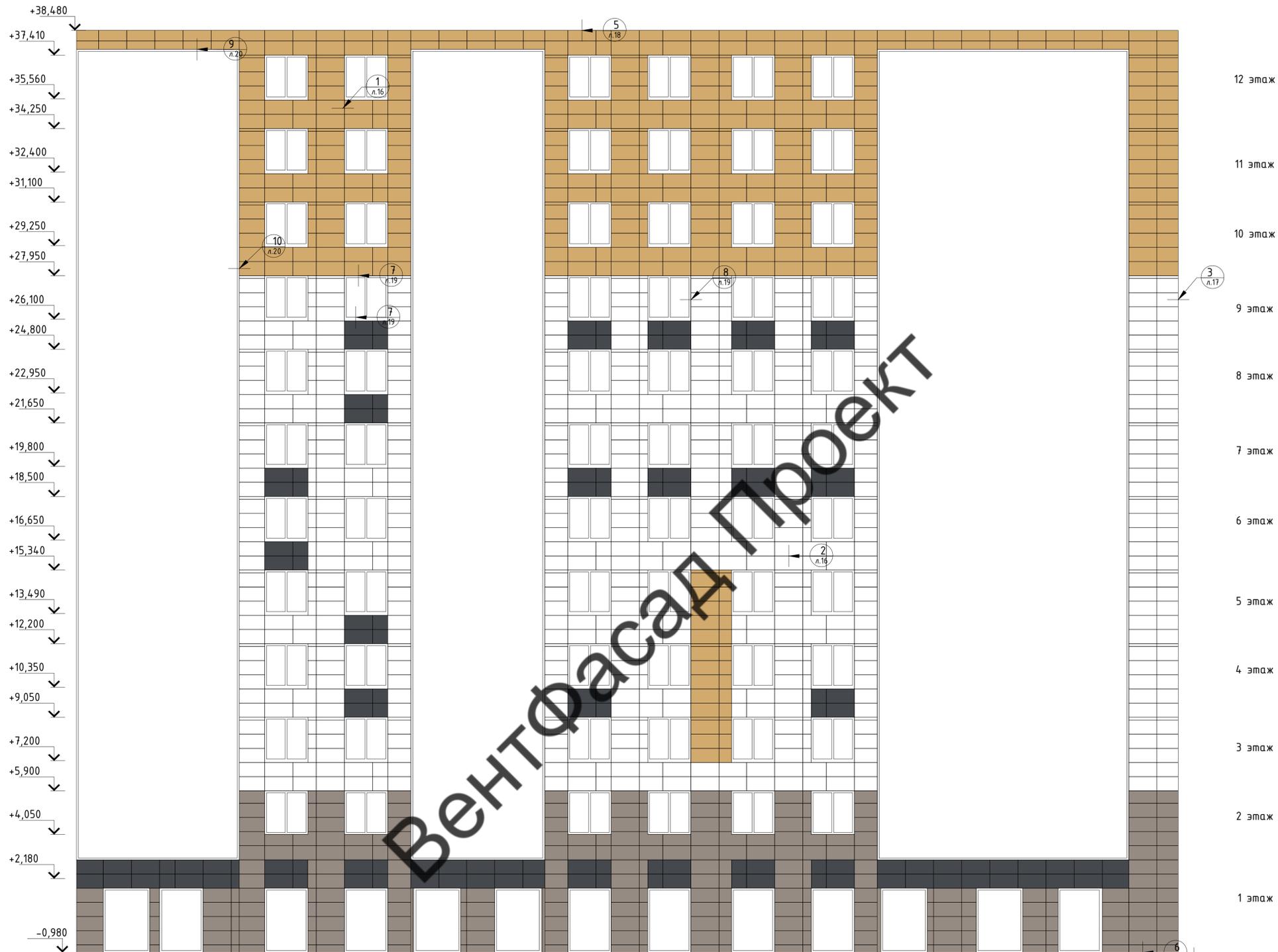
5.1 Изготовление и монтаж конструкций должны производиться с учетом требований настоящего проекта, а также требований следующих документов:

- СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции";
- СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции";
- СП 12-135-2003 "Безопасность труда в строительстве";
- АТР Конструкции навесной фасадной системы "Альтернатива";
- ТО-5668-19 Техническая оценка ФЦС. "Альм-Фасад-01".

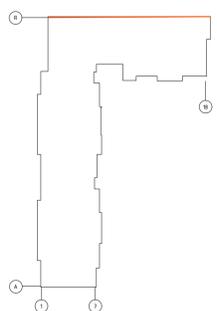
Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	Л/Фок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	3	
Проверил	Богаратова					Общие данные	ВентФасад Проект		

Фасад в осях 18-1



План-схема



Условные обозначения

- Керамогранит цвет GT003
- Керамогранит цвет GT021
- Керамогранит цвет GT061
- Керамогранит цвет GT064

Вид 29



Вид 30



Вид 33



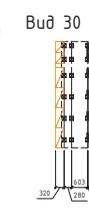
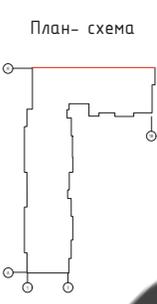
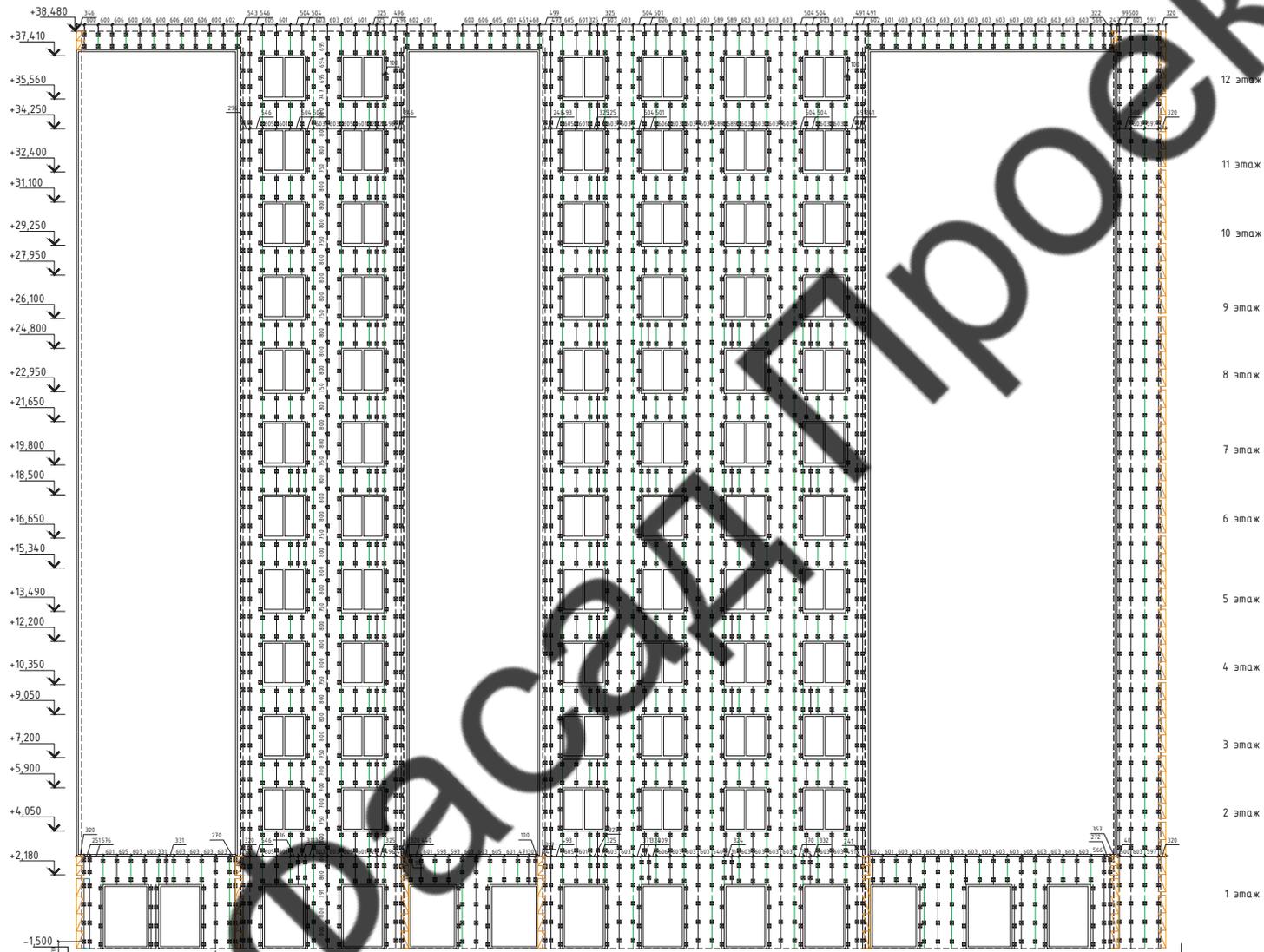
Вид 34



- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
 2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
 3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
 4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22		
Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1						
Изм.	Кол. экз.	Лист № док.	Подп.	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стая
Разработал	Богарова				РП	Лист
Проверил	Константинова				4	Листов
					ВентФасад Проект	

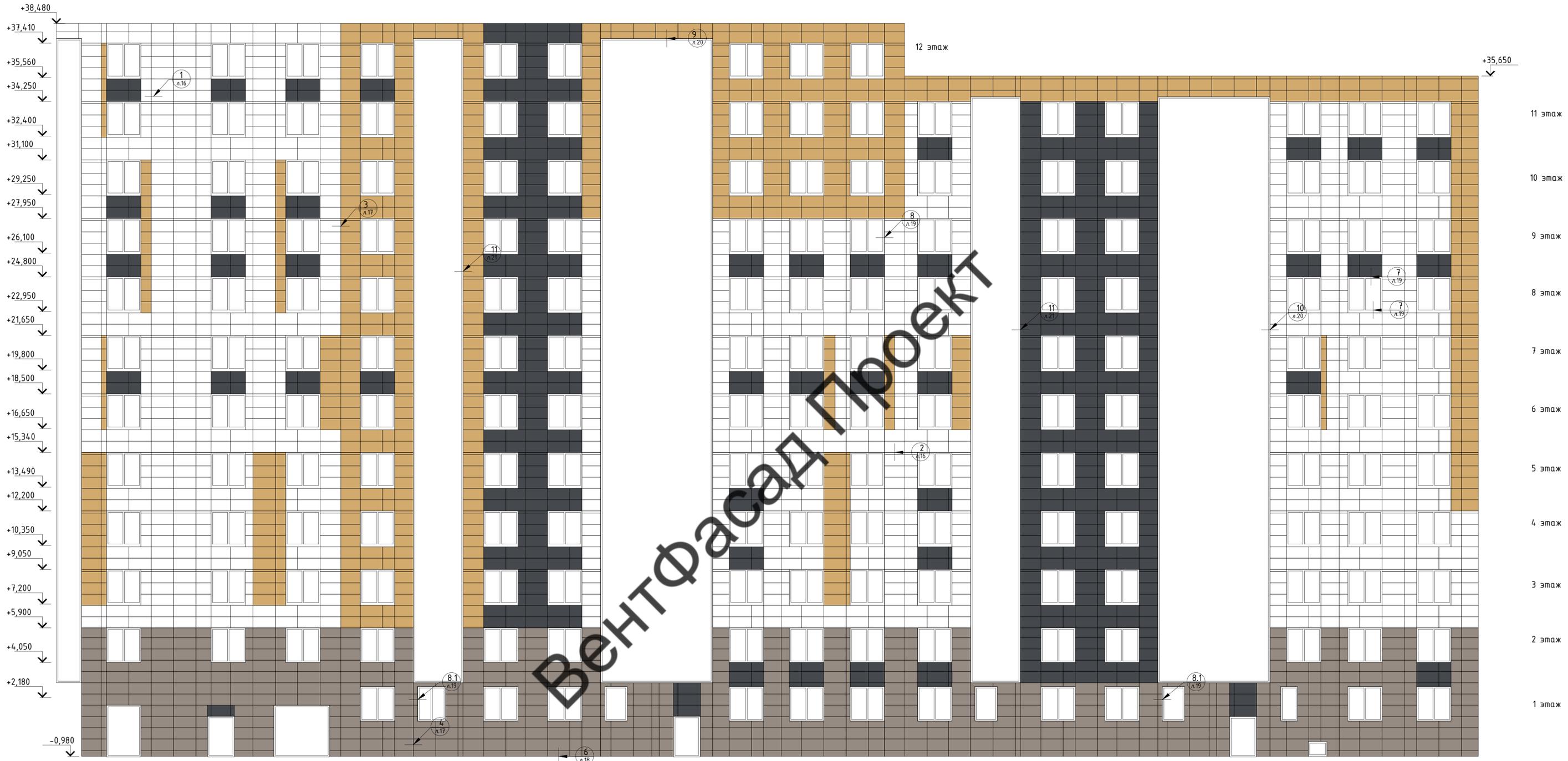
Фасад в осях 18-1



- Условные обозначения
- Профиль Г-образный ГО-60x40/12
 - Профиль Г-образный ГО-40x40/12
 - Кронштейн КР-С-200
 - Профиль Г-образный ГО-40x40/12 (целая зона)
 - Профиль Г-образный ГО-60x40/12 (2 шп.)

					22/03/22			
Объект: Многоквартирный многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1								
Изм.	Кол. ч.	Листы	№ док.	Подп.	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Статус	Листы
Разработано	Возвращено					с воздушным зазором	РП	5
Проверено	Констатиано						ВентФасад Проект	
Разработка системы Фасад 18-1						ВентФасад Проект		

Фасад в осях Ю-А



План-схема

- Условные обозначения**
- Керамогранит цвет GT003
 - Керамогранит цвет GT021
 - Керамогранит цвет GT061
 - Керамогранит цвет GTF406

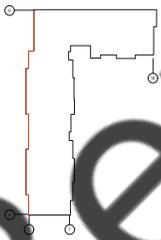
- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
 2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
 3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
 4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22		
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом с собственн-присвоенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1		
Изм.	Кат. уз.	Лист № док.	Подп.	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Статья
Разработал	Богарнова					РП
Проверил	Константинова					Листов
					Раскладка плит облицовки Фасад Я-А	ВентФасад Проект
				Копировал	Формат	А1

Фасад в осях Ю-А



План-схема

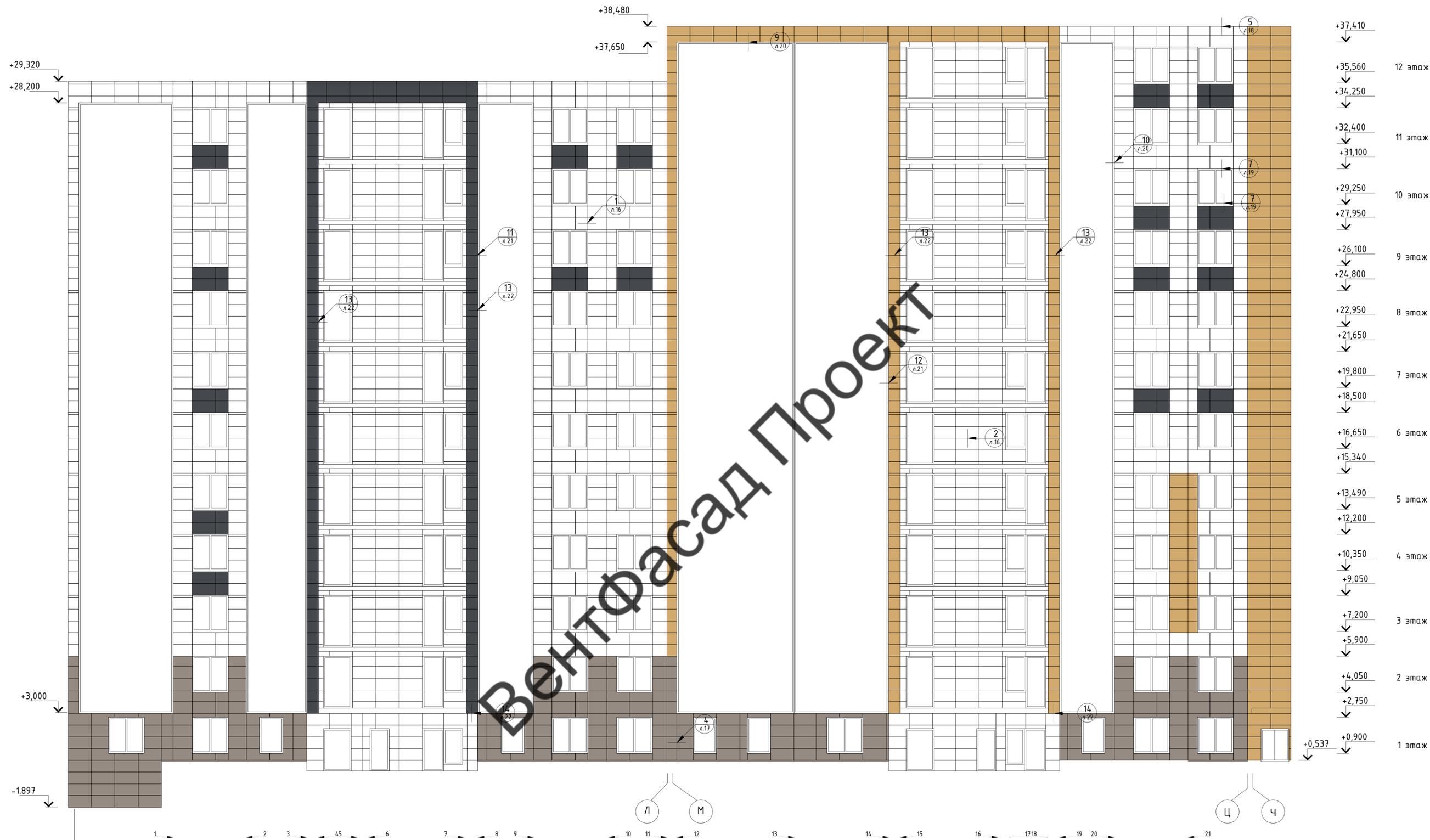


Условные обозначения

- Профиль Г-образный ГО-60x40/1,2
- Профиль Г-образный ГО-40x40/1,2
- Кронштейн КР-С-200
- Профиль Г-образный ГО-40x40/1,2 (узловая зона)
- Профиль Г-образный ГО-60x40/1,2 (2 ш.)

					22/03/22		
Объект: Многоквартирный многоквартирный жилой дом со вспомогательными помещениями по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1							
Изм.	Кол. в.	Листы	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Листы
Разработана		Возвращена				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	РП
Проверена		Констатирана					7
						Разработанная система Фасад Я-А	ВентФасад Проект
Копиребал Формат А1							

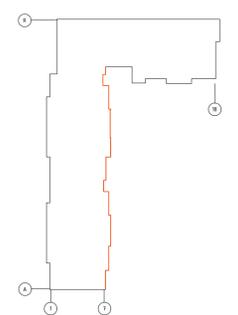
Фасад в осях А-Ч



+29,320
+28,200
+3,000
-1.897

+37,410
+35,560 12 этаж
+34,250
+32,400 11 этаж
+31,100
+29,250 10 этаж
+27,950
+26,100 9 этаж
+24,800
+22,950 8 этаж
+21,650
+19,800 7 этаж
+18,500
+16,650 6 этаж
+15,340
+13,490 5 этаж
+12,200
+10,350 4 этаж
+9,050
+7,200 3 этаж
+5,900
+4,050 2 этаж
+2,750
+0,900 1 этаж
+0,537

План-схема



- Условные обозначения
- Керамогранит цвет GT003
 - Керамогранит цвет GT021
 - Керамогранит цвет GT061
 - Керамогранит цвет GTF406

Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22				
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом с собственн-присвоенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1				
Изм.	Кат. уз.	Лист № док.	Подп.	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стандия	Лист	Листов
Разработал	Богарнова					РП	8	
Проверил	Константинова				Раскладка плит облицовки. Фасад А-Ч	ВентФасад Проект		
				Копировал		Формат А1		

Согласовано
Инф. № подл./Подп. и дата
Взам. инф. №

Фасад в осях А-Ч



План-схема

А

Л

М

Ц

Ч

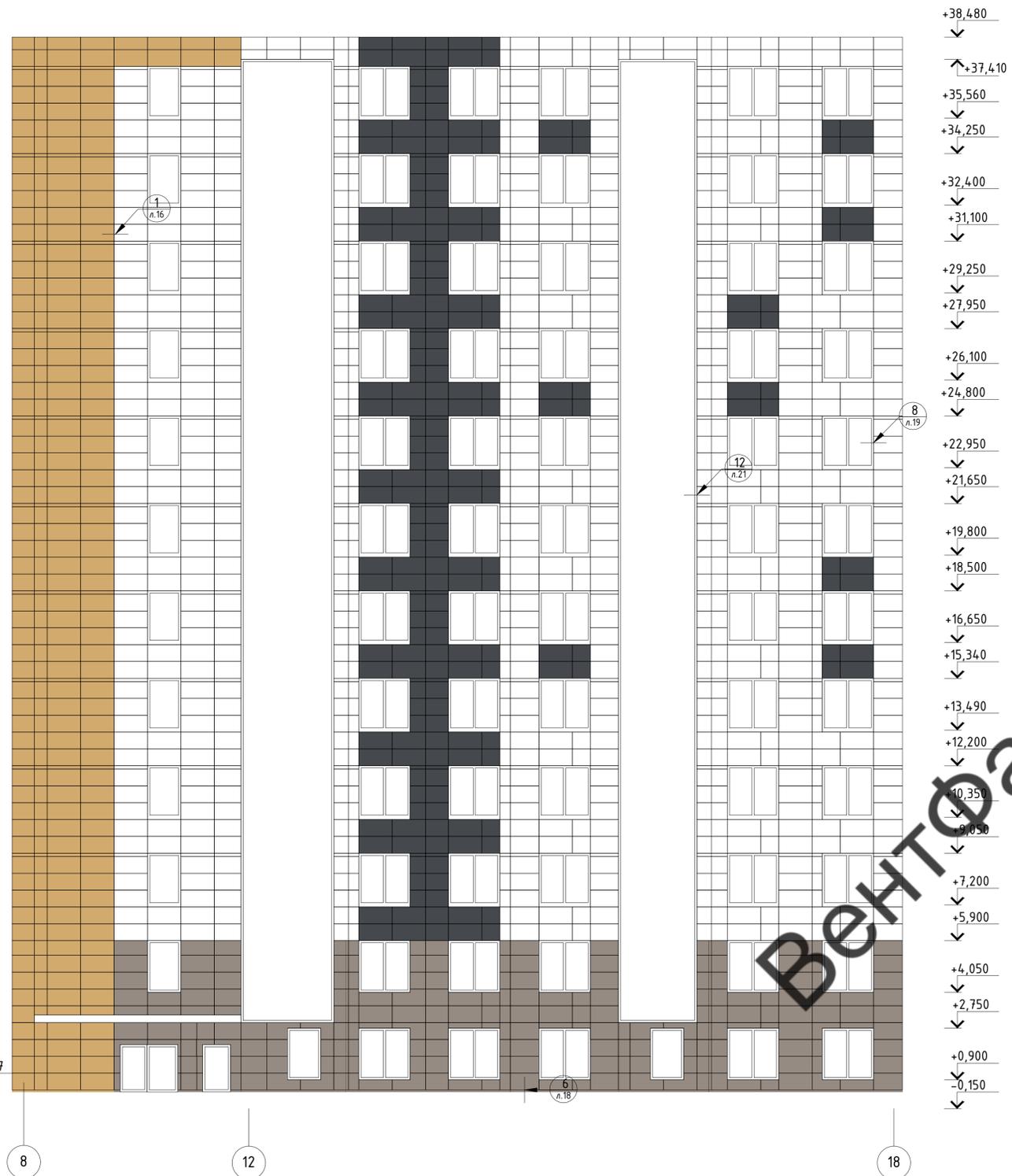
Условные обозначения

- Профиль Г-образный ГО-60x40/12
- Профиль Г-образный ГО-40x40/12
- Кронштейн КР-С-200
- Профиль Г-образный ГО-40x40/12 (целовая зона)
- Профиль Г-образный ГО-60x40/12 (2 шт.)

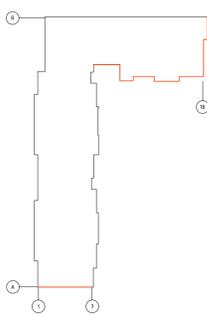
22/03/22

Объект: Многоквартирный многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1					
Изм.	Кол. в.	Листы	№ док.	Подп.	Дата
Разработана	Безрукова				
Проверена	Константинова				
Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором					
Разликава система Фасад А-Ч					
Стадия	Лист	Листов			
РП	9				
ВентФасад Проект					

Фасад в осях 7-18



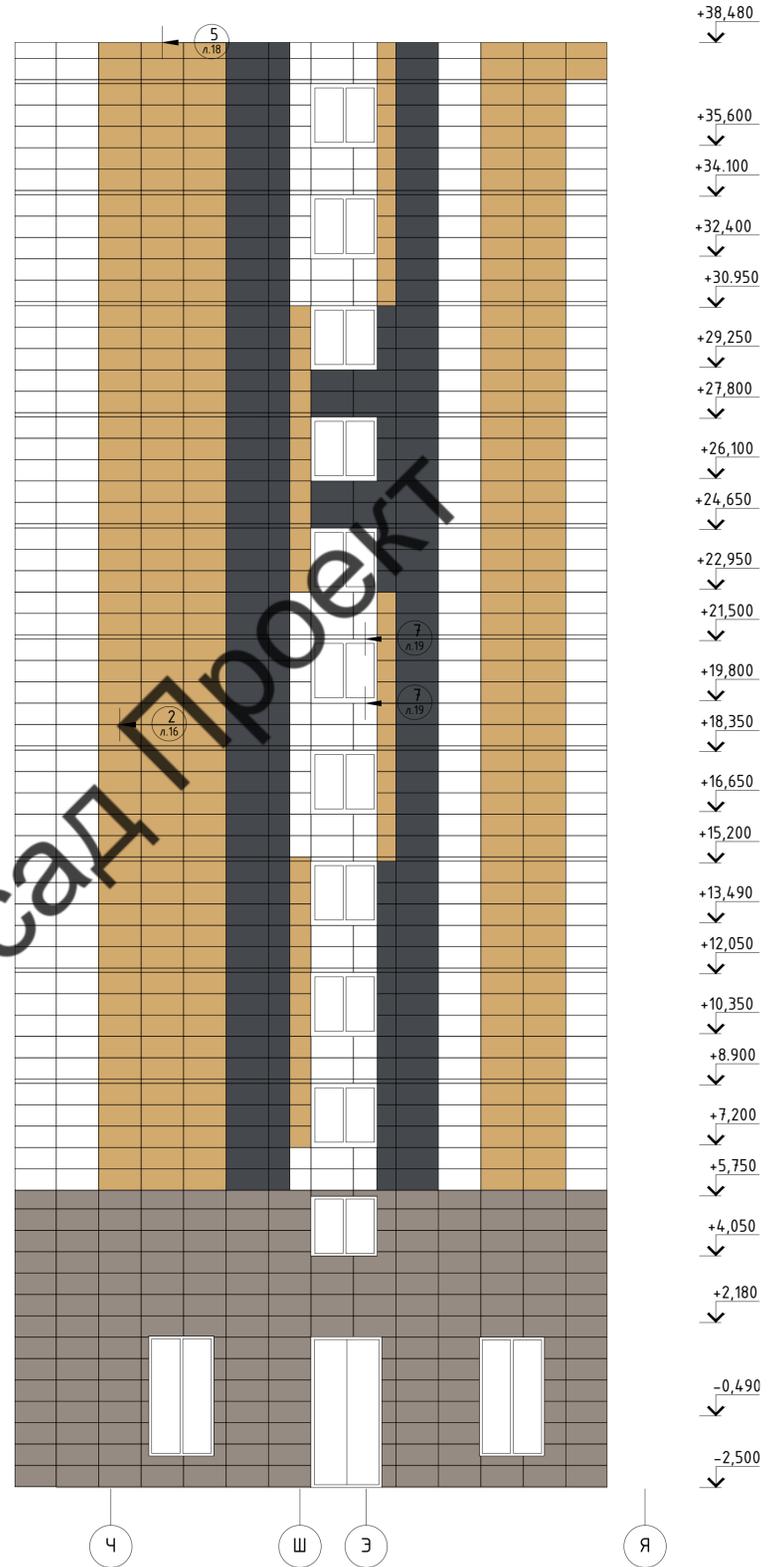
План-схема



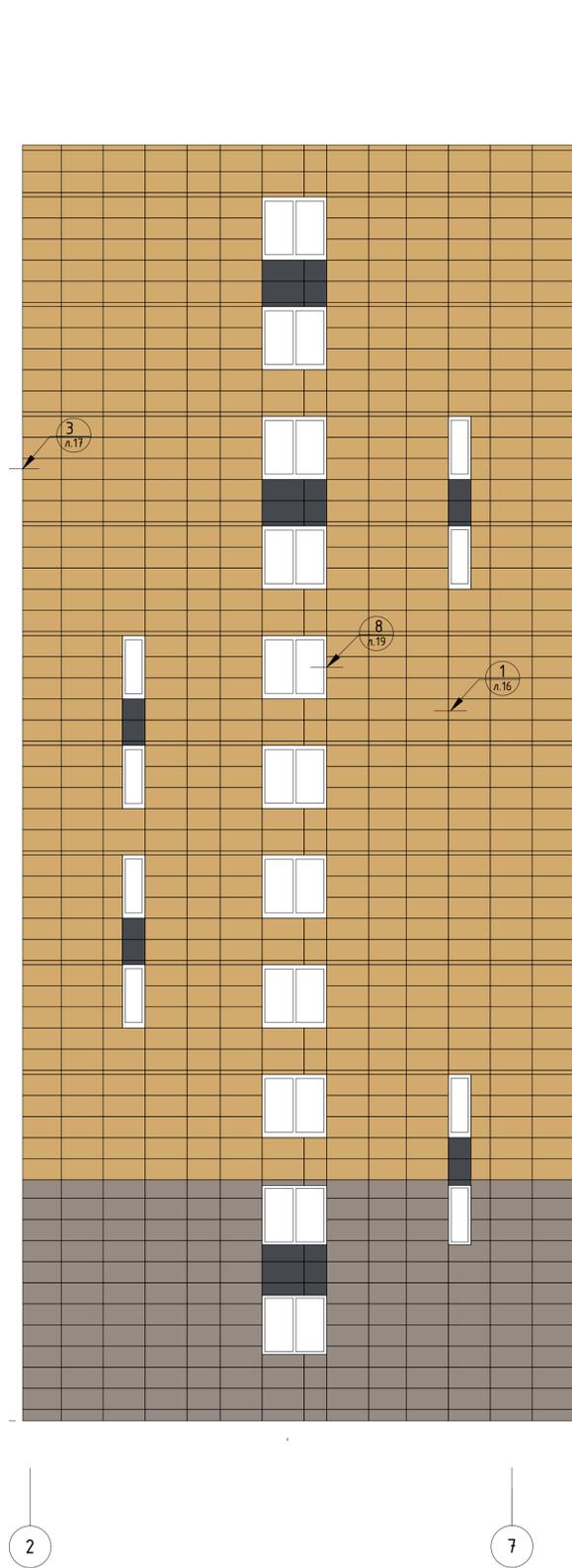
Условные обозначения

- Керамогранит цвет GT003
- Керамогранит цвет GT021
- Керамогранит цвет GT061
- Керамогранит цвет GTF406

Фасад в осях 4-Я



Фасад в осях 1-7



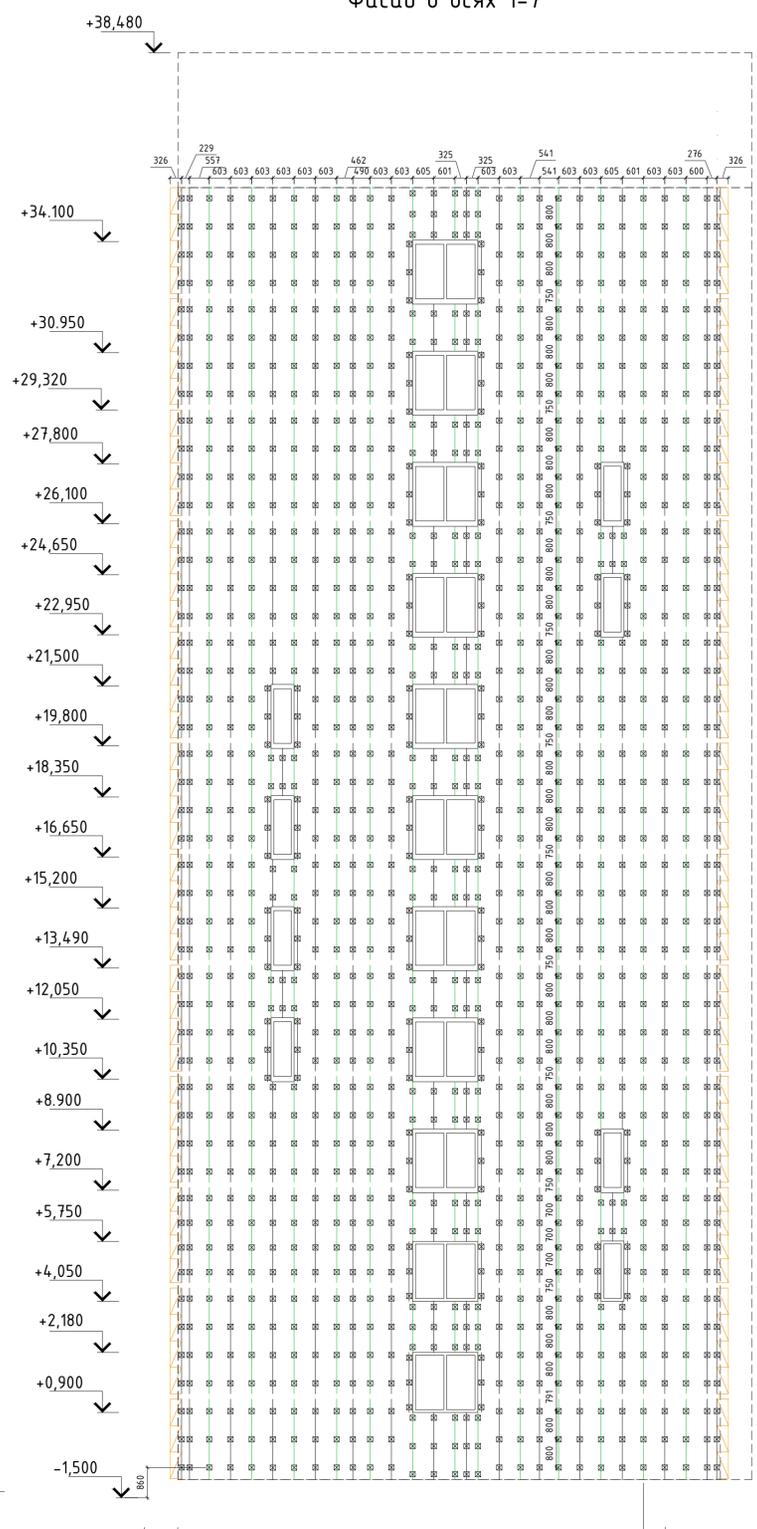
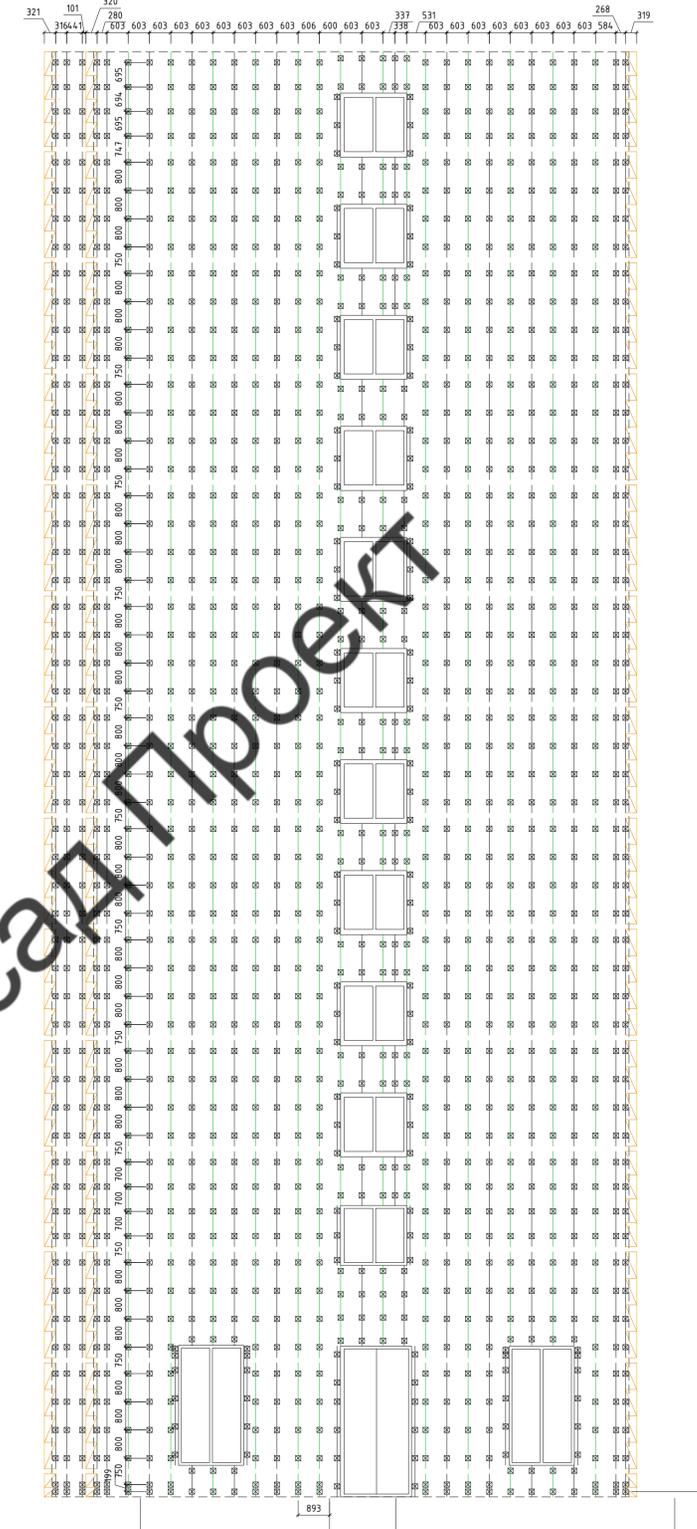
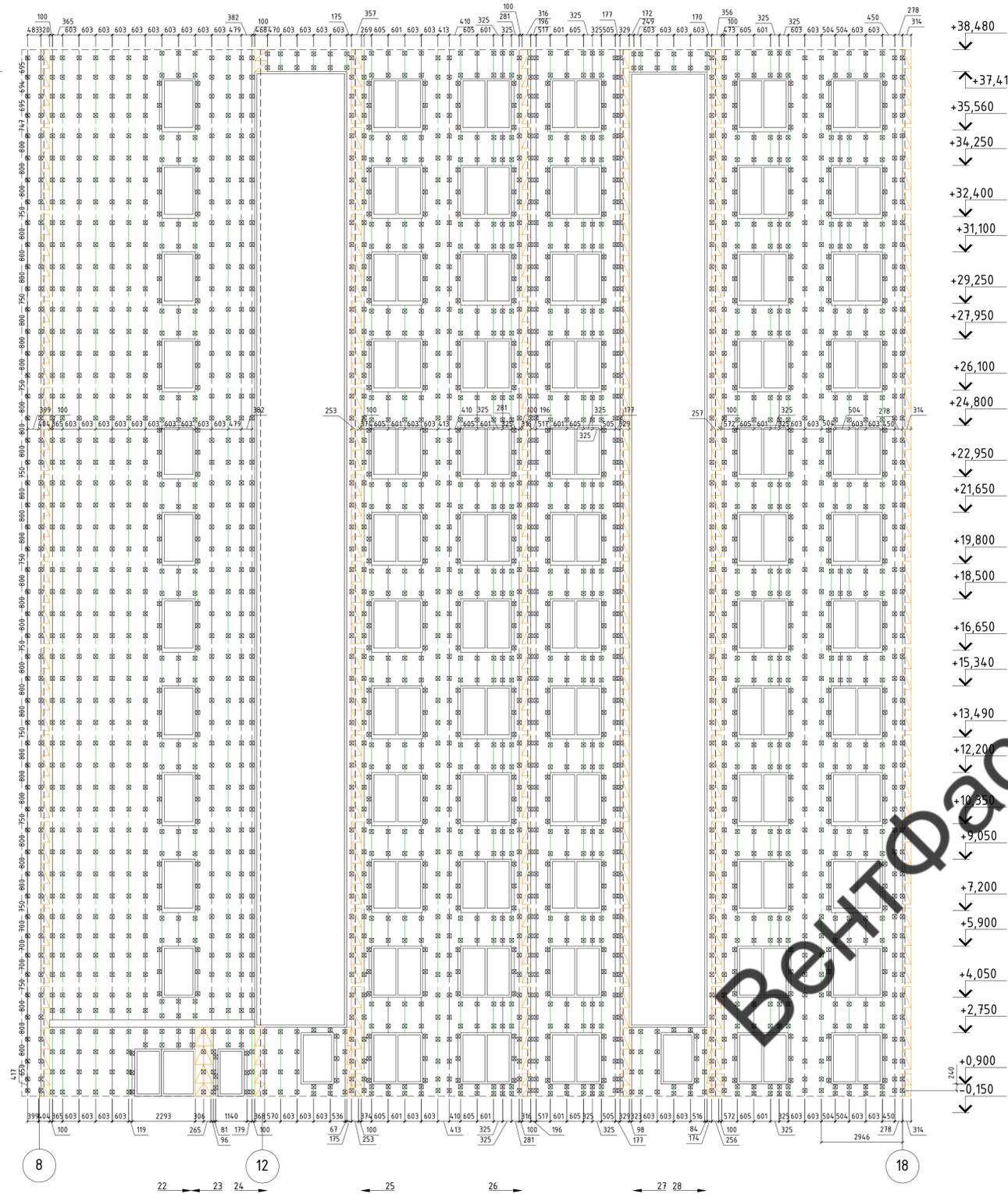
- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
 2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
 3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
 4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22		
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом собственнo-присоединенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1		
Изм.	Кат. ус.	Лист № док.	Подп.	Дата	Стая	Лист
Разработал	Богартова				РП	10
Проверил	Константинова				ВентФасад Проект	
				Раскладка плит облицовки: Фасад 7-18, 4-Я, 1-7		
				Копировал	Формат	A1

Фасад в осях 7-18

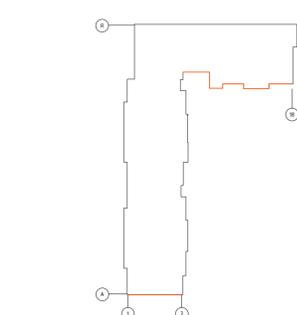
Фасад в осях Ч-Я

Фасад в осях 1-7



8 22 23 24 12 25 26 27 28 18

План-схема



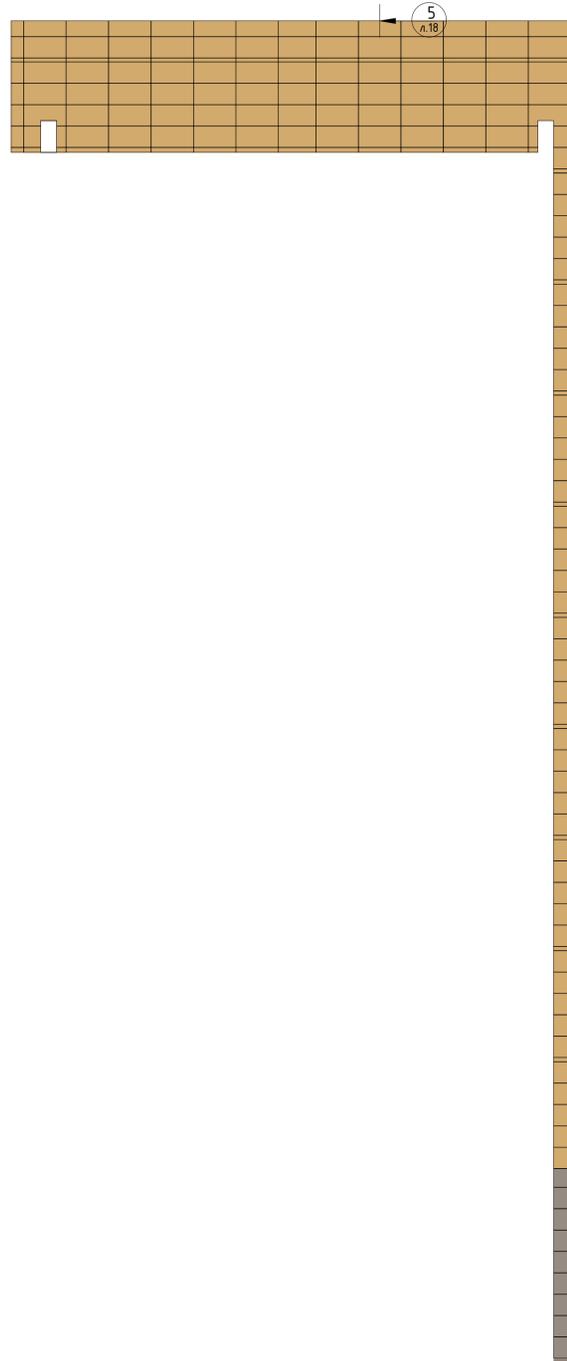
Ч Ш Э Я 1 2 7

- Условные обозначения**
- Профиль Г-образный Г0-60x40/1,2
 - Профиль Г-образный Г0-40x40/1,2
 - Кронштейн КР-С-200
 - Профиль Г-образный Г0-40x40/1,2 (угловая зона)
 - Профиль Г-образный Г0-60x40/1,2 (2 шт.)

				22/03/22		
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1		
Изм.	Кат. ус.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Страница
Разработал	Богарикова					Листов
Проверил	Константинова					РП 11
				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором		
				Раскладка системы Фасад 8-18, 1-7, Ч-Я		
				ВентФасад Проект		

Согласовано
Инф. № подл. Подп. и дата
Взам. инф. №

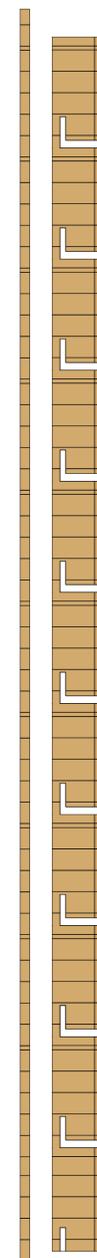
Вид 11



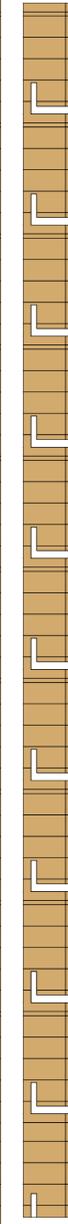
Вид 13



Вид 14



Вид 15



Вид 18



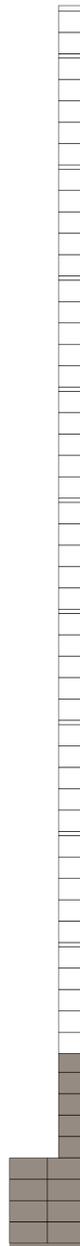
Вид 19



Вид 21



Вид 1



Вид 3



Вид 4



Вид 7



Вид 8



Вид 2



Вид 6



Вид 5



Вид 9



Вид 10



Вид 12



Вид 17



Вид 16



Вид 20



ВентФасад Проект

Условные обозначения

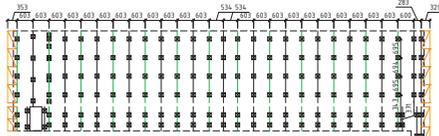
- Керамогранит цвет GT003
- Керамогранит цвет GT021
- Керамогранит цвет GT061
- Керамогранит цвет GTF406

- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
 2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
 3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
 4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22		
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом собственнo-присоединенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1		
Изм.	Кол. экз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Статья
Разработал	Богданова	1	1	[Signature]	[Date]	РП
Проверил	Константинова	1	1	[Signature]	[Date]	12
				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором		
				Раскладка плит облицовки. Виды		
				ВентФасад Проект		

Создано: _____
 Взам. инв. № _____
 Инв. № подл. _____
 Подп. и дата _____

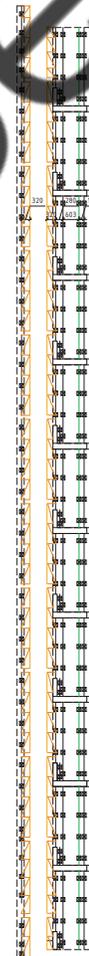
Вид 11



Вид 13



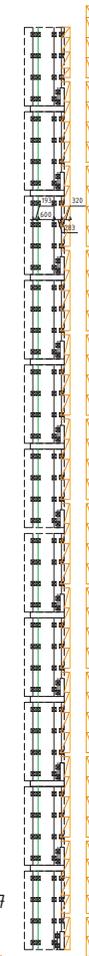
Вид 14



Вид 15



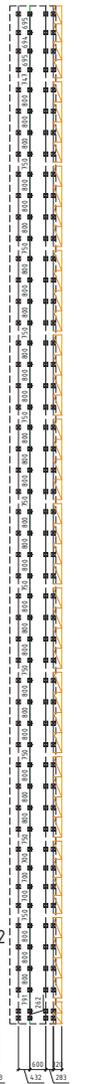
Вид 18



Вид 19



Вид 21



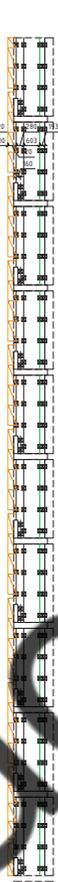
Вид 1



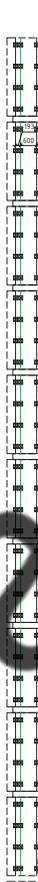
Вид 3



Вид 4



Вид 7



Вид 8



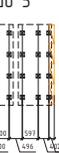
Вид 2



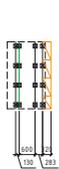
Вид 5



Вид 6



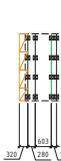
Вид 9



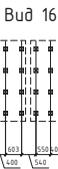
Вид 10



Вид 12



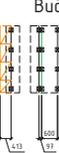
Вид 17



Вид 16



Вид 20



Вид 22



Условные обозначения

-  Профиль Г-образный Г0-60x40/12
-  Профиль Г-образный Г0-40x40/12
-  Кронштейн КР-С-200
-  Профиль Г-образный Г0-40x40/12 (зеленая зона)
-  Профиль Г-образный Г0-60x40/12 (2 шт.)

22/03/22

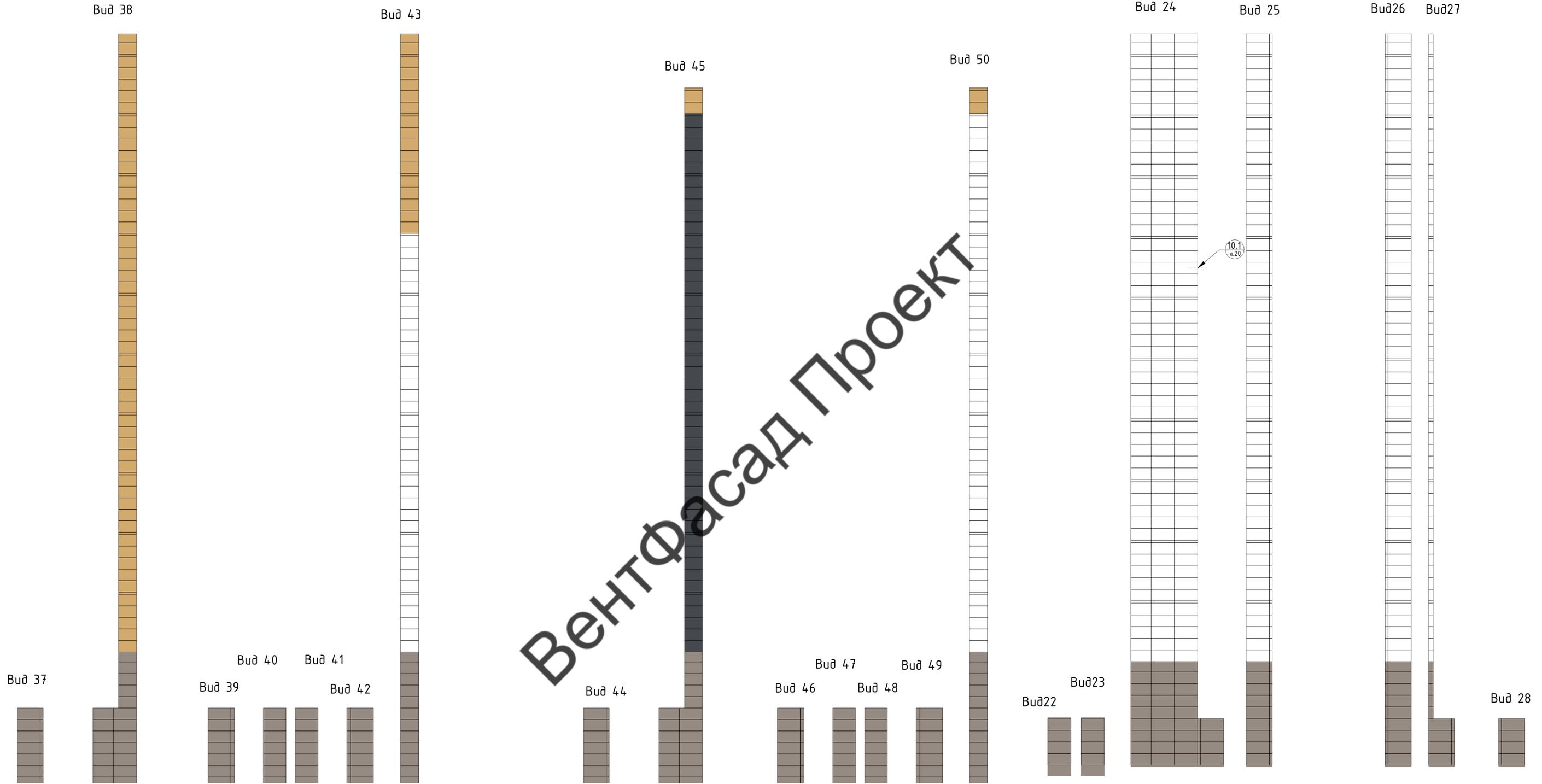
Объект: Многоквартирный многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной паркингом по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

Изм.	Кол. в.	Листы	№ док.	Подп.	Дата	Наименование	Статус	Лист	Листов
Разработка		Безразлично				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	РП	13	
Проверил		Константинов				Разработка системы Фасад А-Ч			

ВентФасад Проект

Специально
Имя, № серии, Подпись и дата
Взам. инв. №

ВентФасад Проект



Условные обозначения

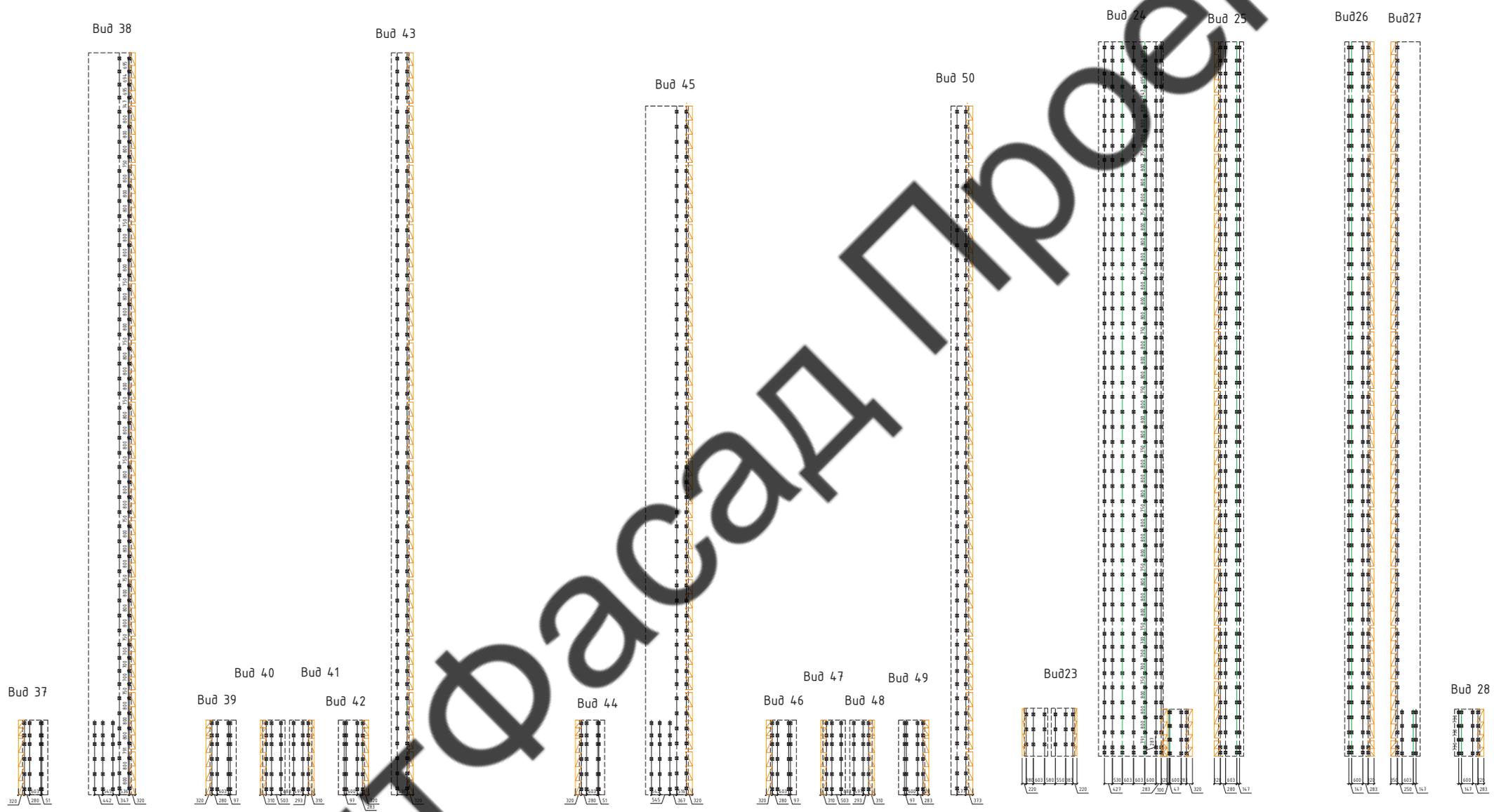
- Керамогранит цвет GT003
- Керамогранит цвет GT021
- Керамогранит цвет GT061
- Керамогранит цвет GTF406

- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 6x2мм
 2. Размеры меньше 1200x600мм уточнить по месту
 3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
 4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				22/03/22		
				Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом собственнo-присоединенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1		
Изм.	Кол. экз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Статья
Разработал	Богданова					РП
Проверил	Константинова					14
				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором		
				Раскладка плит облицовки. Вид		
				ВентФасад Проект		

Создано
 Взам. инв. №
 Инв. № подл.
 Подп. и дата

Специально
Изд. № 00000
Лист № 000
Взам. инв. №

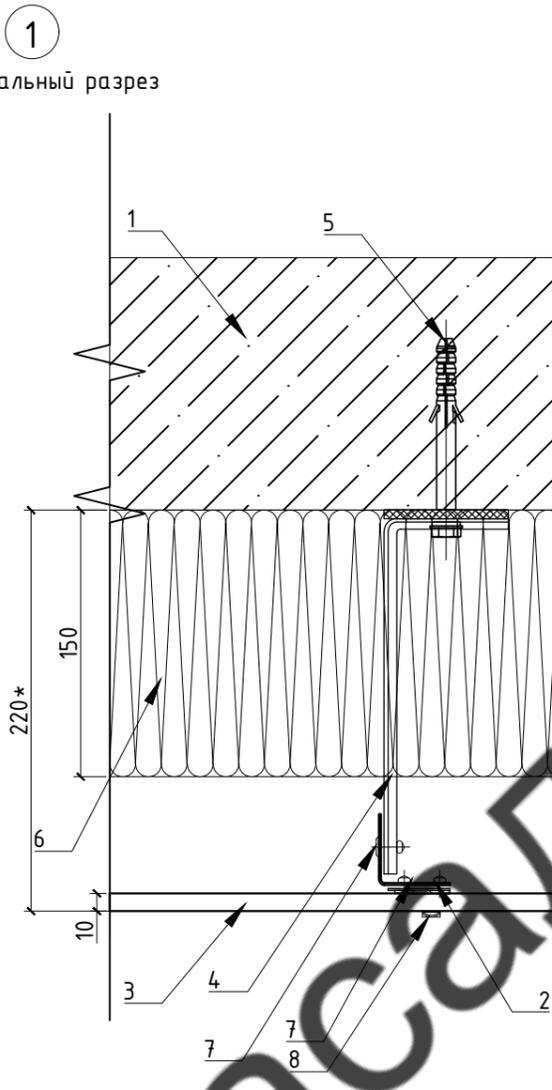
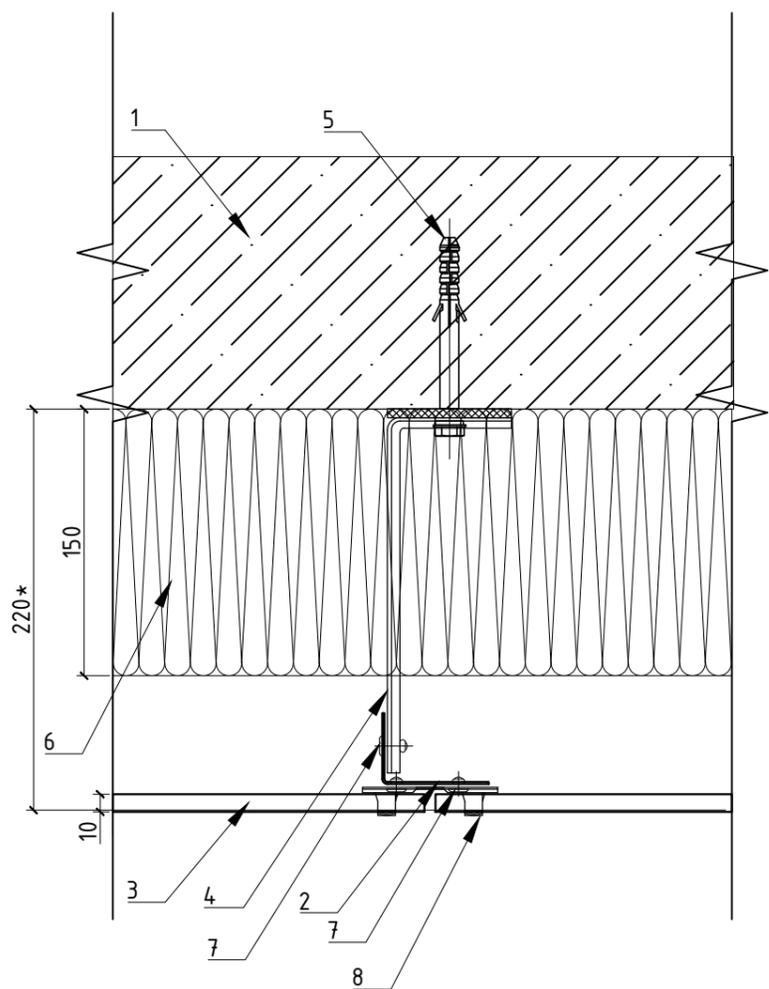


Условные обозначения

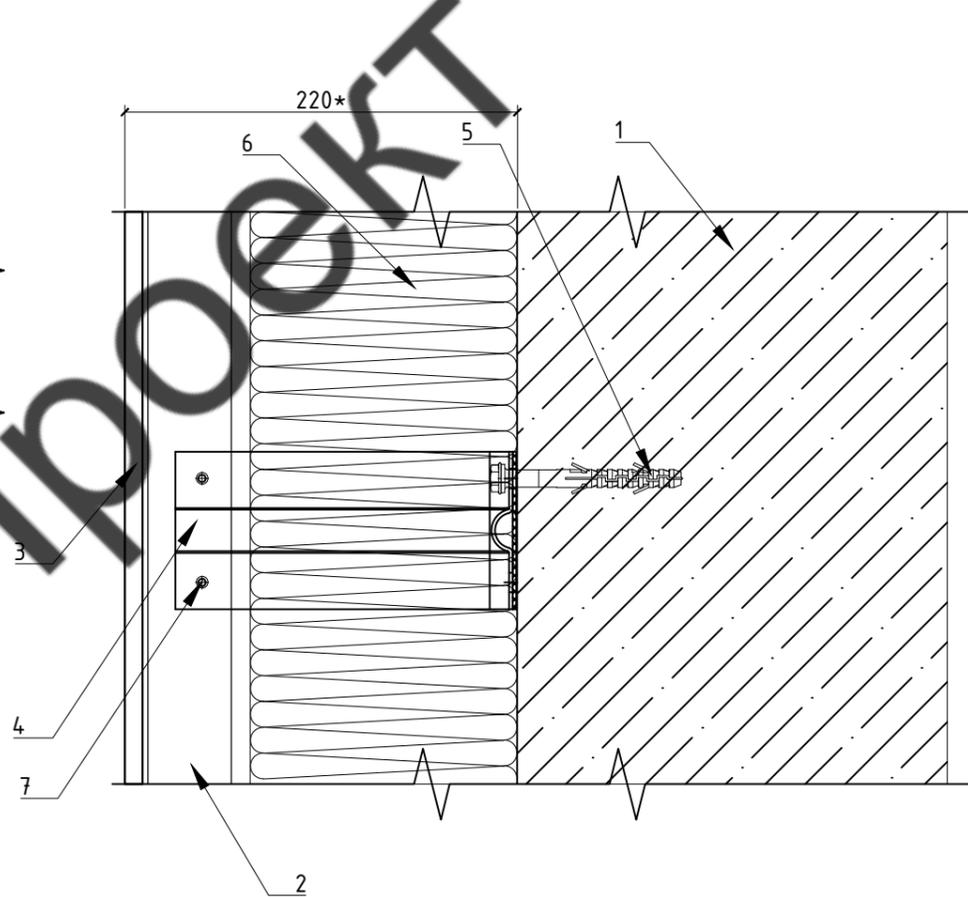
- Профиль Г-образный ГО-60x40/12
- Профиль Г-образный ГО-40x40/12
- Кронштейн КР-С-200
- Профиль Г-образный ГО-40x40/12 (узловая зона)
- Профиль Г-образный ГО-60x40/12 (2 шт.)

					22/03/22	
Объект: Многоквартирный многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1						
Изм.	Кол. в.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработка		Безрукова				Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором
Проверил		Константинова				
Разработка системы Венти						ВентФасад Проект

1
Горизонтальный разрез



2
Вертикальный разрез



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10
- 8 - Кляммер

*- размер уточнить по фактическим замерам

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	№вок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	16	
Проверил	Константинова								
						Узел 1 Узел 2	ВентФасад Проект		

Согласовано

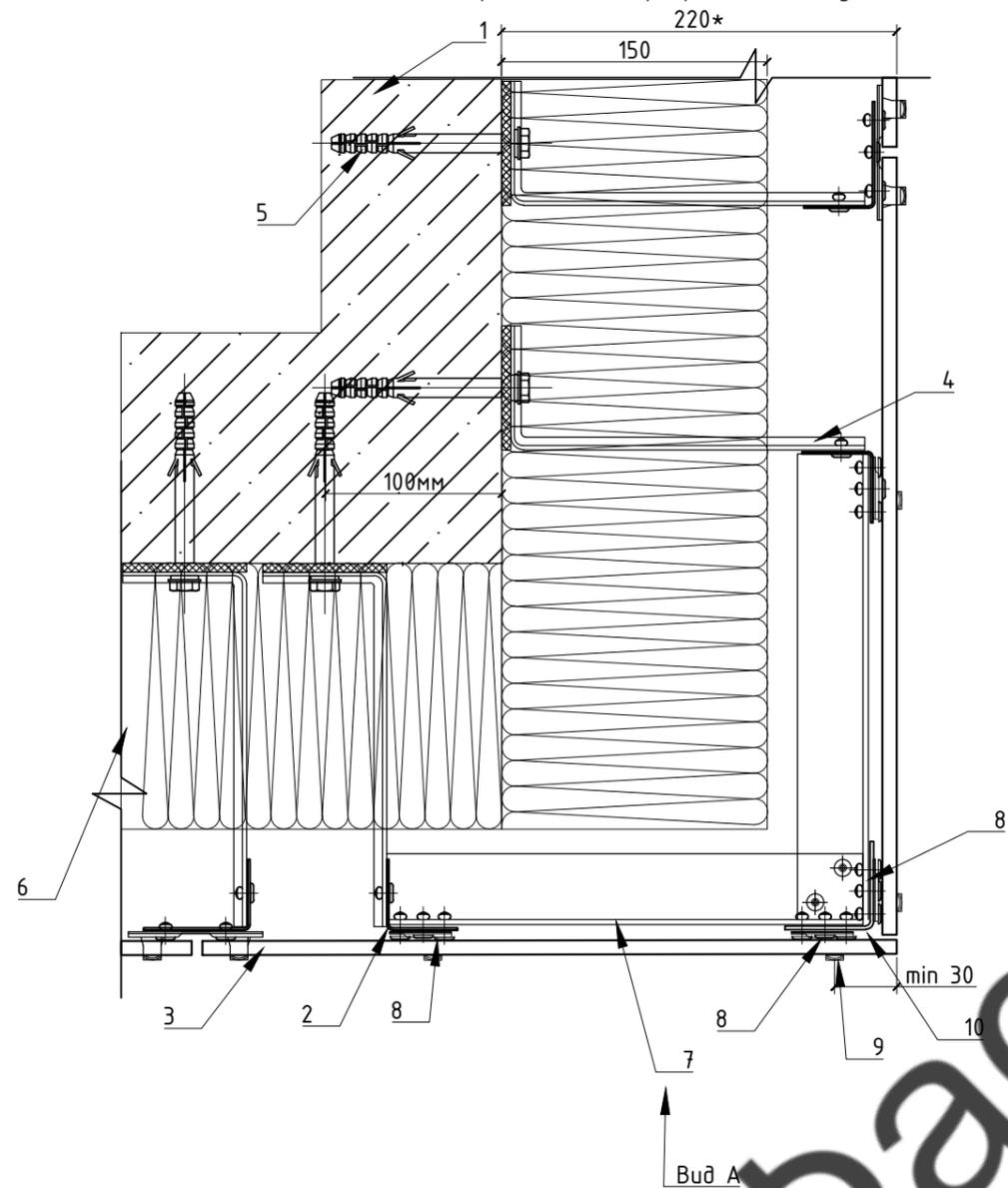
Взам. инв. №

Подп. и дата

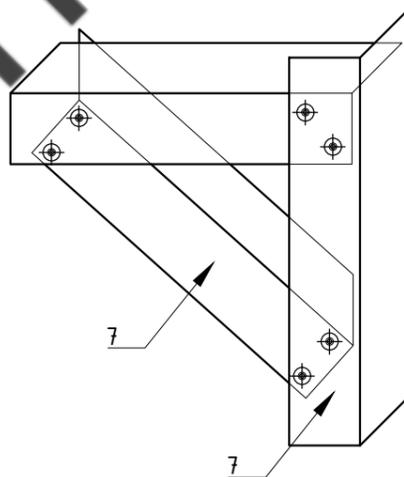
Инв. № подл.

3

Горизонтальный разрез. Внешний угол.



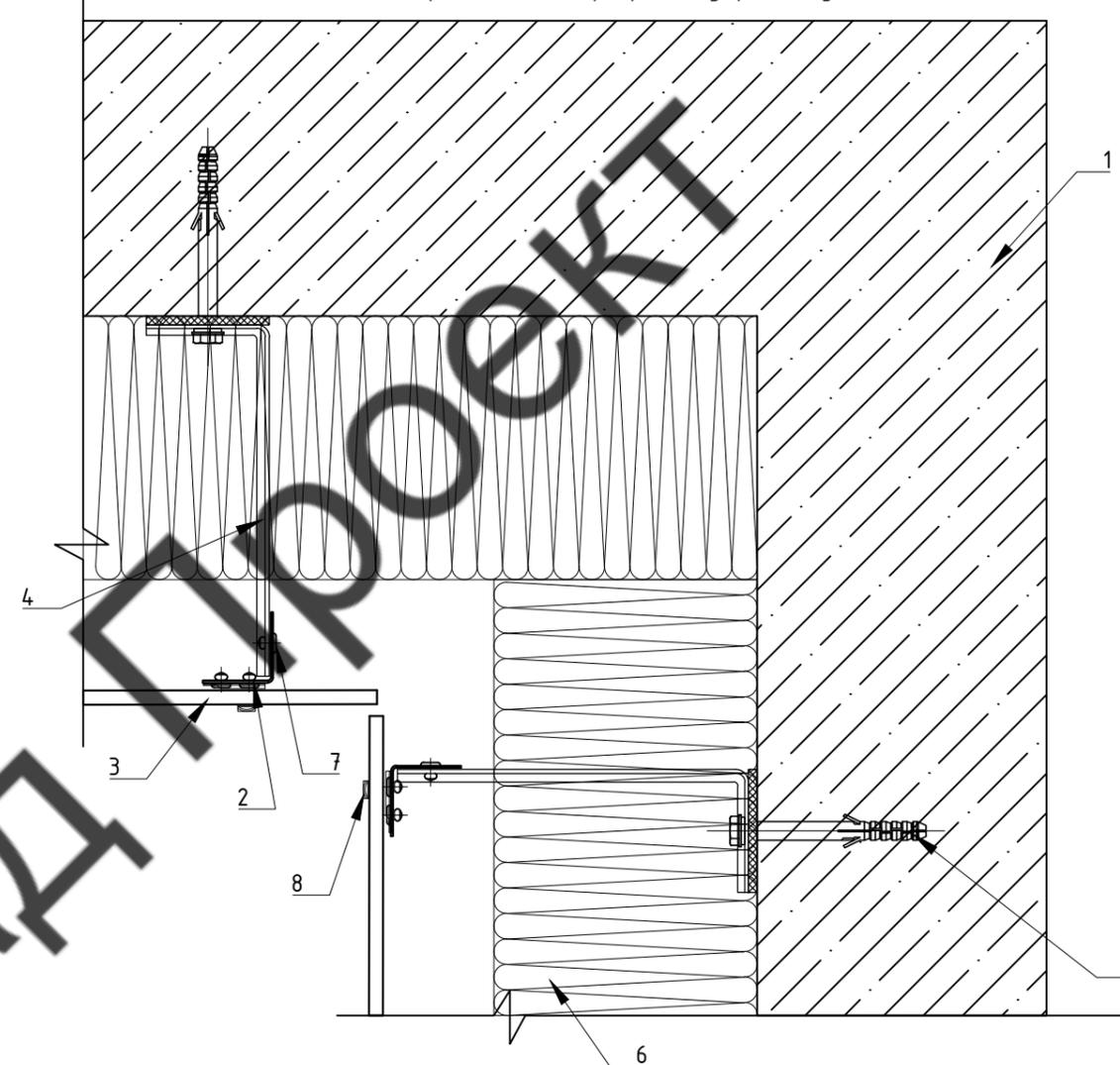
Вид А
(схема крепления углового раскоса)



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Профиль ГО 40x40
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер

4

Горизонтальный разрез. Внутренний угол.

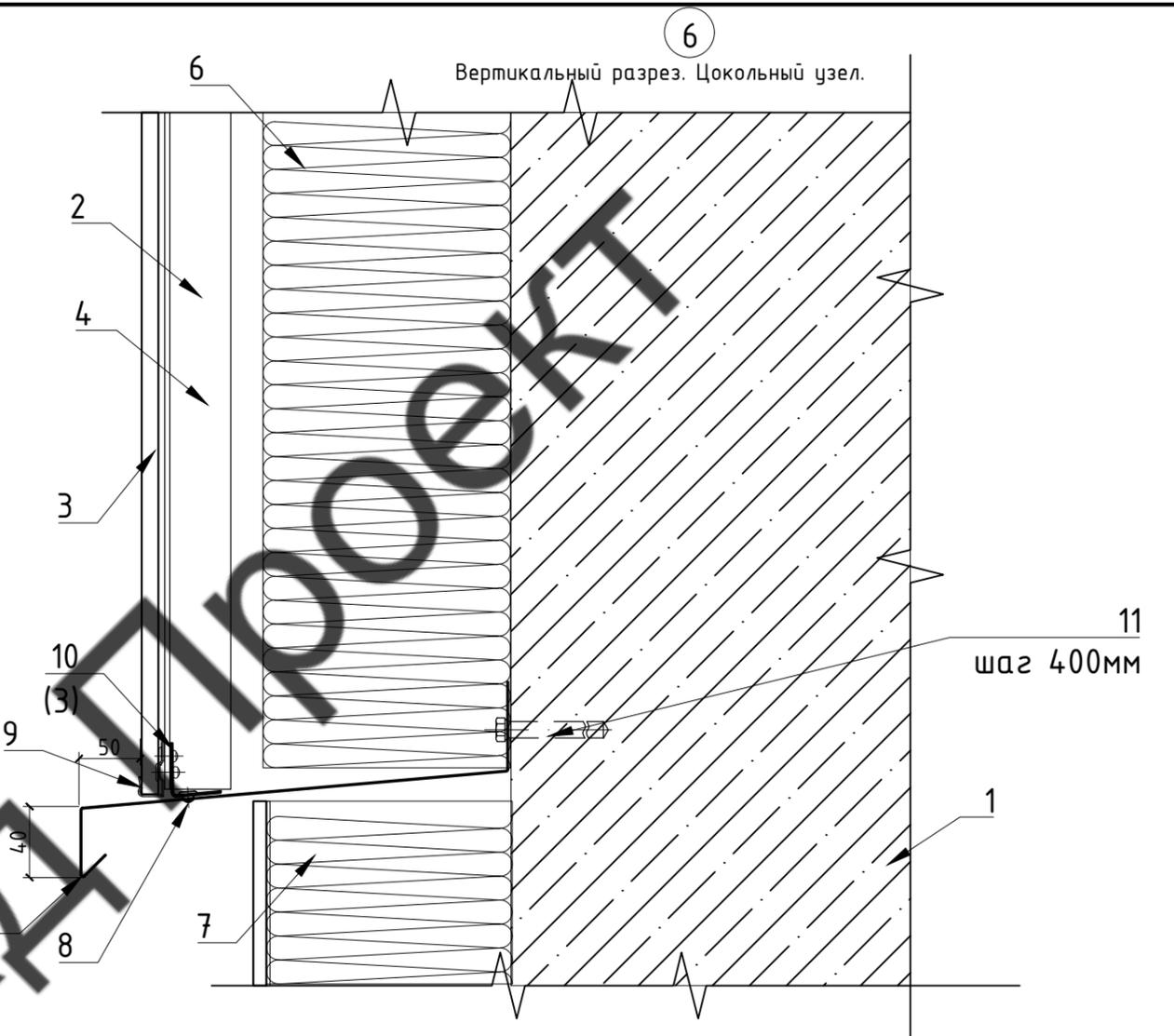
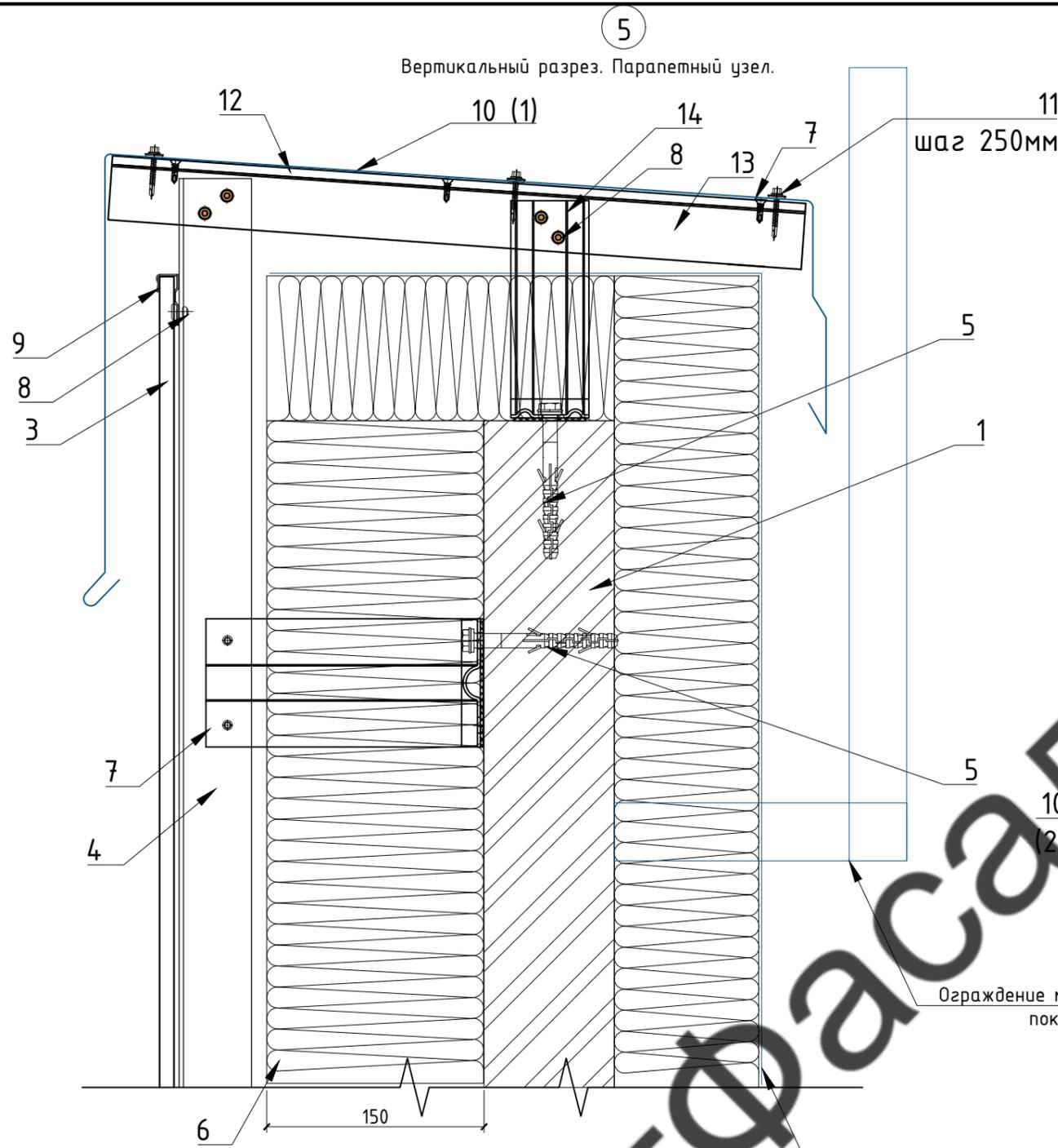


- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 40x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10
- 8 - Кляммер

22/04/2022

Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

Изм	Колуч	Лист	№вок	Подп	Дата				
Разработал	Богаратова					Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Константинова						РП	17	
						Узел 3 Узел 4	ВентФасад Проект		



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Облицовка цоколя (показана условно)
- 8 - Закlepка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL7010, 0.5мм
- 11 - Дюбель 6x60

- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Саморез 4.2x25 потайн.
- 8 - Закlepка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской 0.7мм
- 11 - Саморез 4.8x25 с ЭПДМ прокладкой
- 12 - ЦСП 10мм
- 13- Профиль ГО 40x40
- 14- Кронштейн КР-150/50/50

Кровельное покрытие
показано условно

Ограждение металлическое
показано условно

Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	№Фок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	18	
Проверил	Константинова								
						Узел 5 Узел 6	ВентФасад Проект		

8

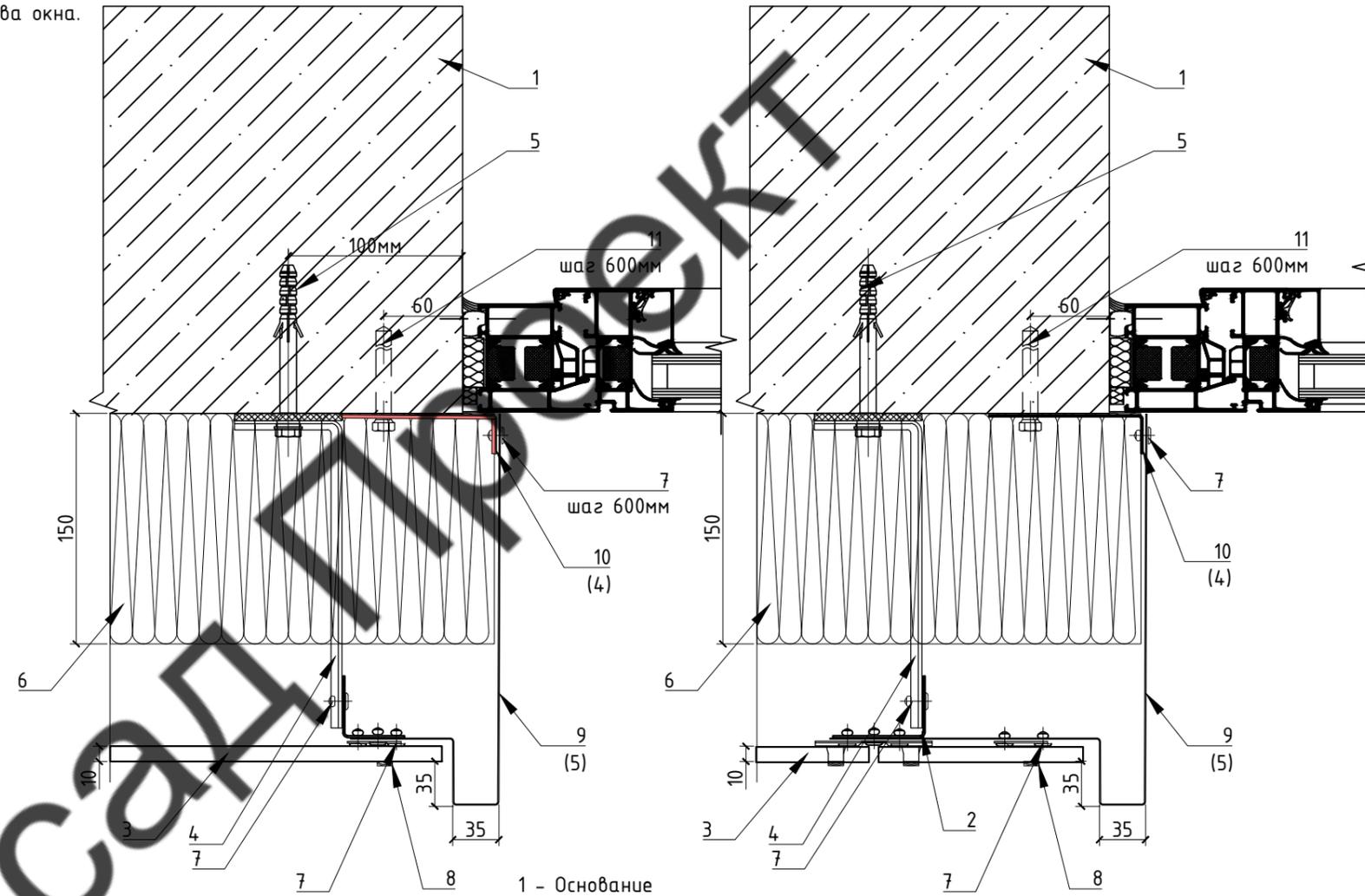
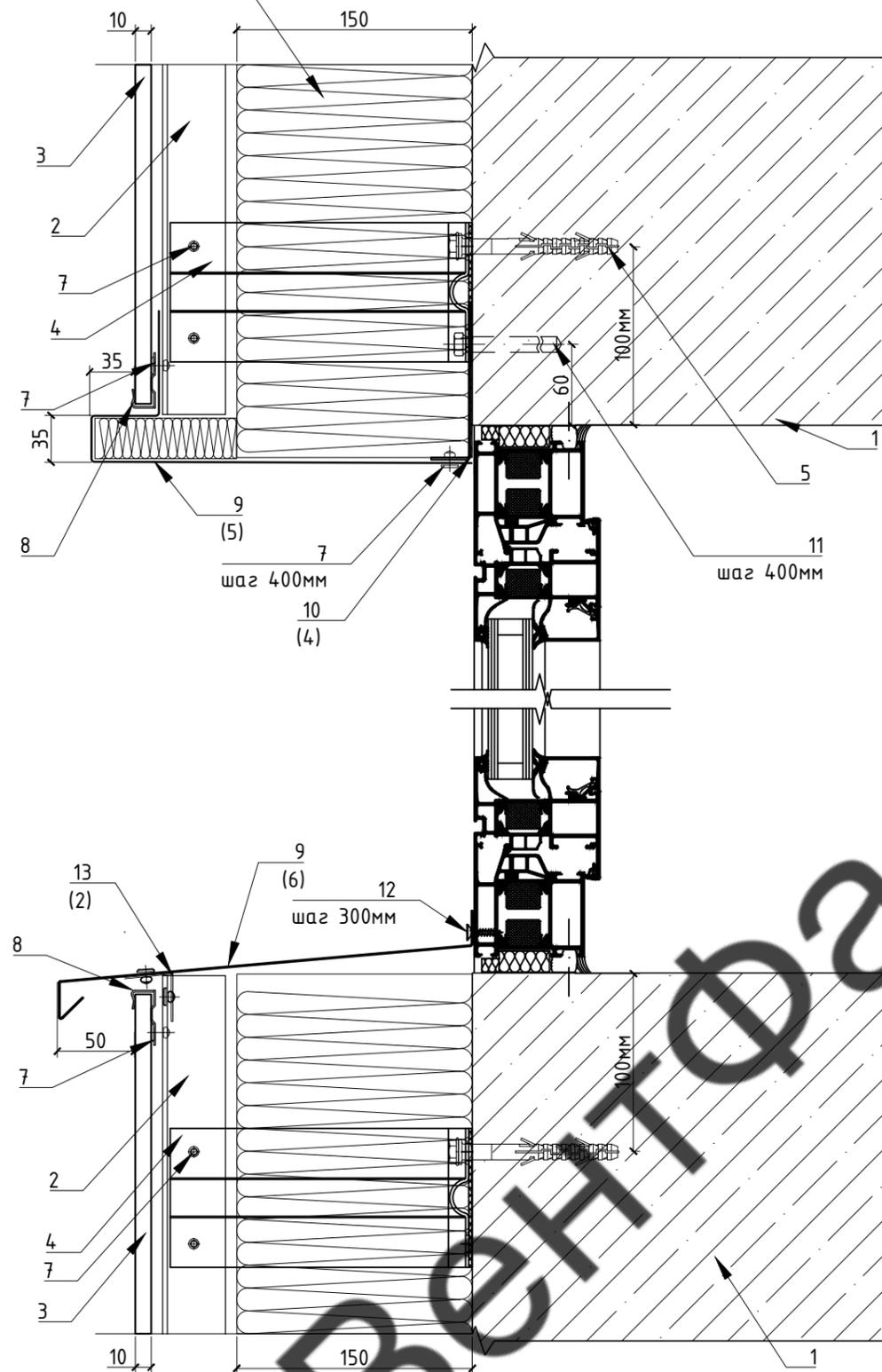
8/1

Горизонтальный разрез. Узел крепления бокового откоса окна.

Горизонтальный разрез. Узел крепления бокового откоса окна.

7

Вертикальный разрез. Узел крепления верхнего откоса и отлива окна.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10 окраш.
- 8 - Кляммер
- 9 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.5мм
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.7мм
- 11 - Дюбель- гвоздь 6x60
- 12 - Саморез ПШС 4,2x19
- 13 - Уголок 30x30 оцинк.сталь, 0.7мм

* - размер изделий из оцинкованной стали уточнить по фактическим замерам

22/04/2022

Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

Изм	Колуч	Лист	Л/вок	Подп	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова					Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	РП	19
Проверил	Константинова							
						Узел 7 Узел 8	ВентФасад Проект	

Формат А3

Согласовано

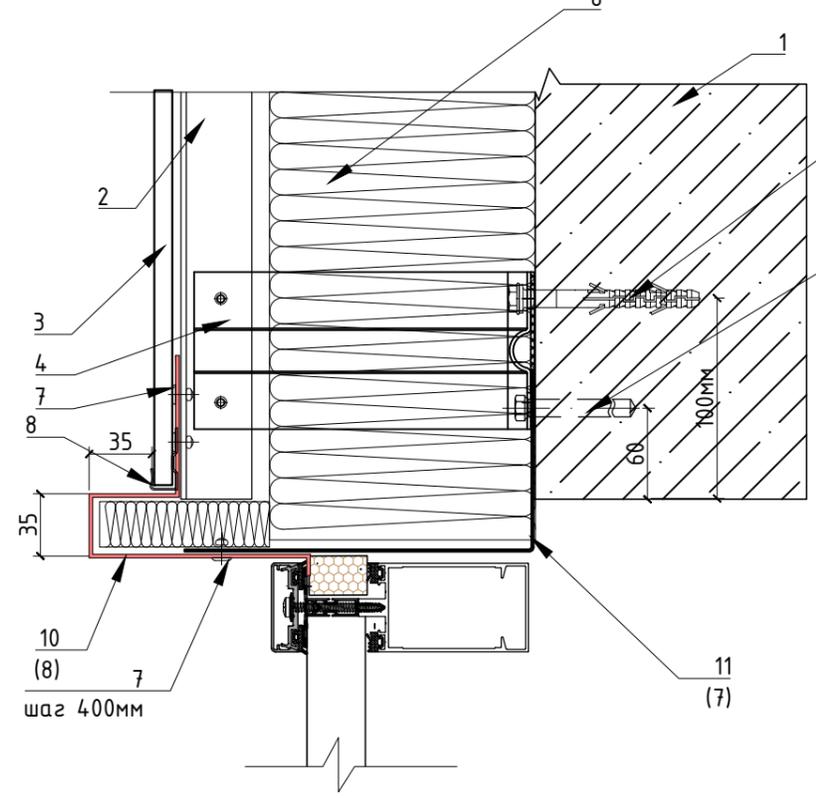
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

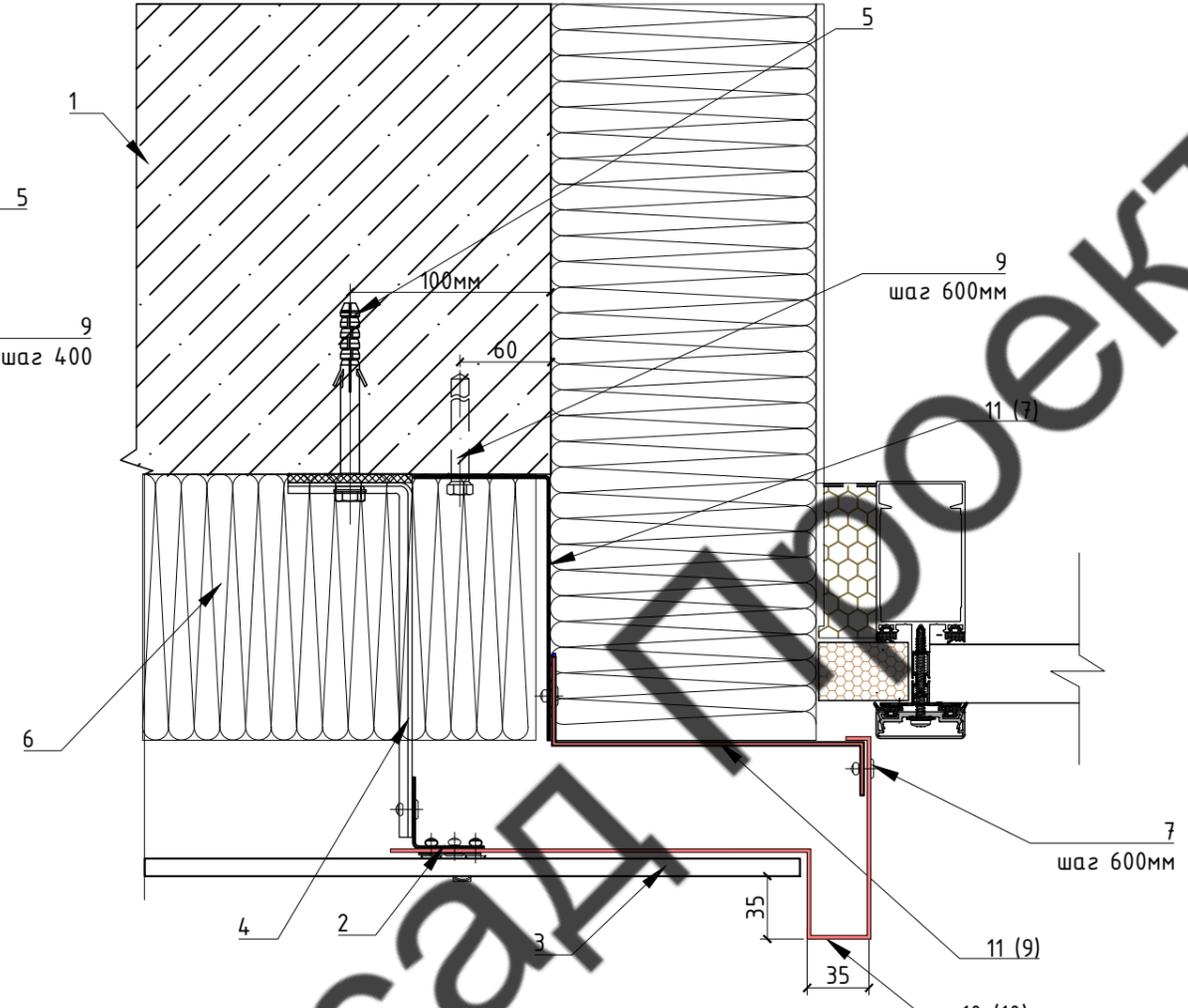
9

Вертикальный разрез. Узел крепления верхнего откоса витража.



10

Горизонтальный разрез. Узел крепления бокового откоса витража.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 40x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10
- 8 - Кляммер
- 9 - Дюбель- гвоздь 6x60
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.5мм
- 11 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.7мм

*- размер изделий из оцинкованной стали уточнить по фактическим замерам

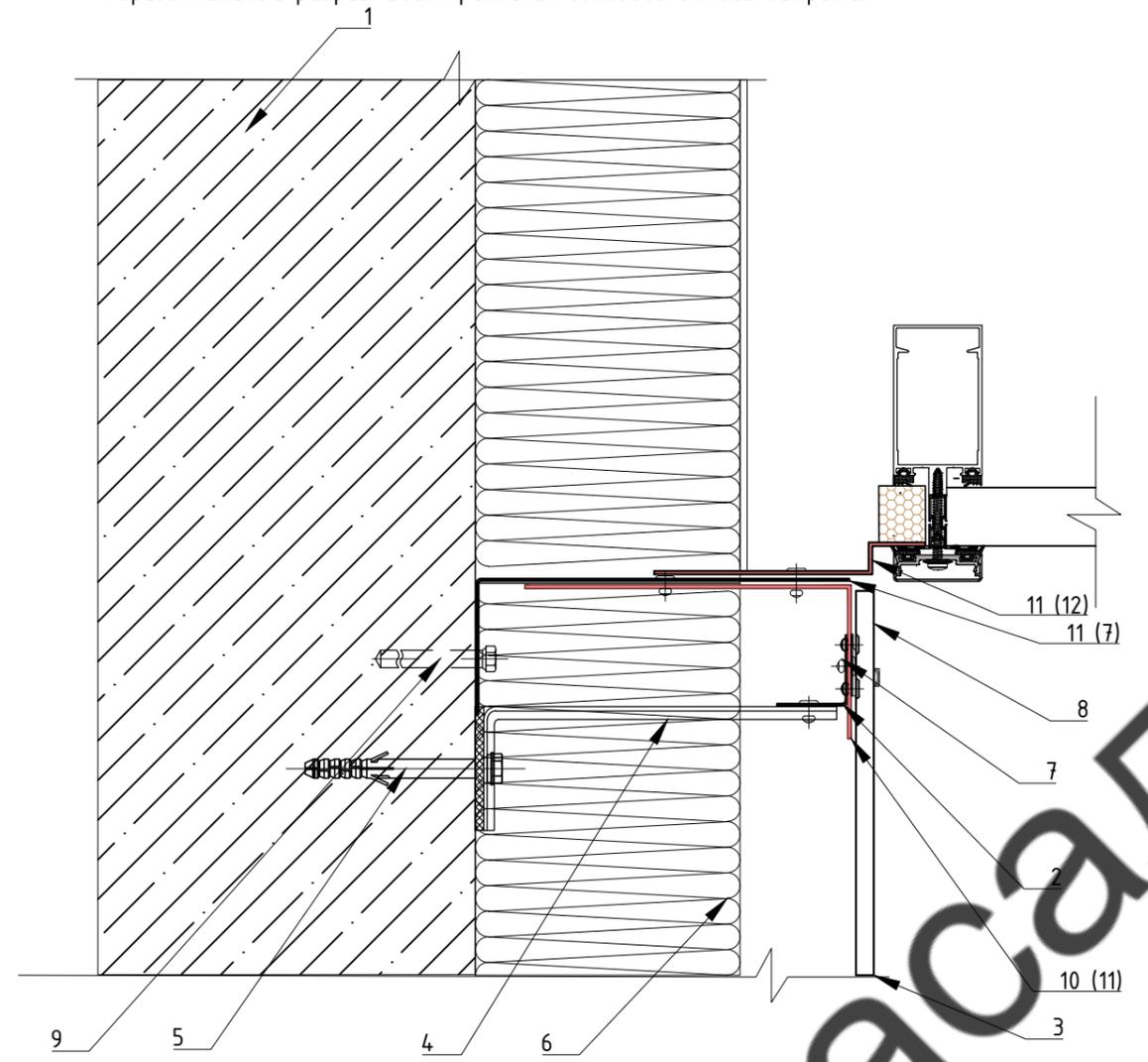
Согласовано
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

ВЕНТФАСАД ПРОЕКТ

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	Л/Фок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	20	
Проверил	Константинова								
						Узел 9 Узел 10	ВентФасад Проект		

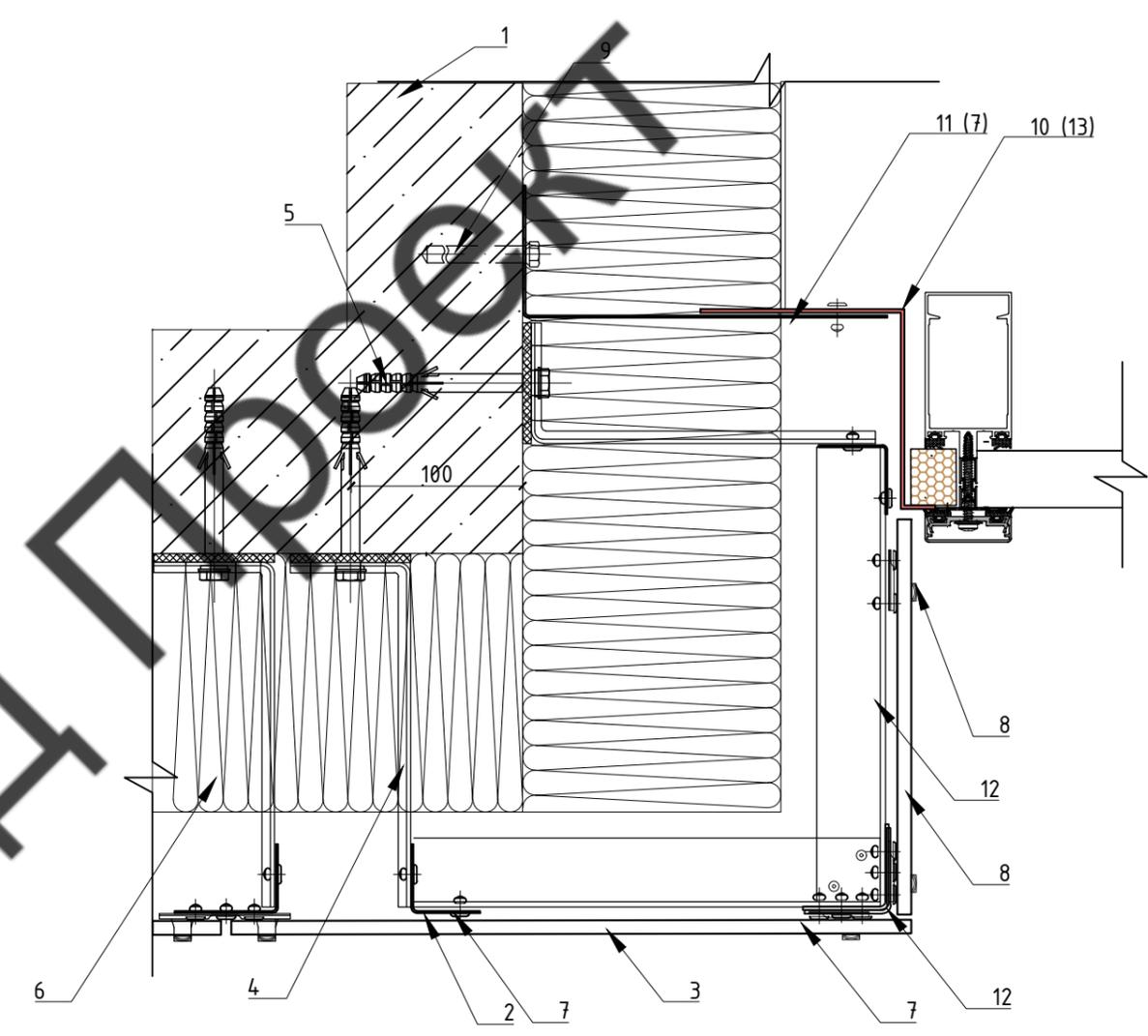
11

Горизонтальный разрез. Узел крепления бокового откоса витража.



12

Горизонтальный разрез. Узел крепления бокового откоса витража.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 40x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10
- 8 - Кляммер
- 9 - Дюбель- гвоздь 6x60
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.5мм
- 11 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.7мм
- 12 - Профиль ГО 40x40

*- размер изделий из оцинкованной стали уточнить по фактическим замерам

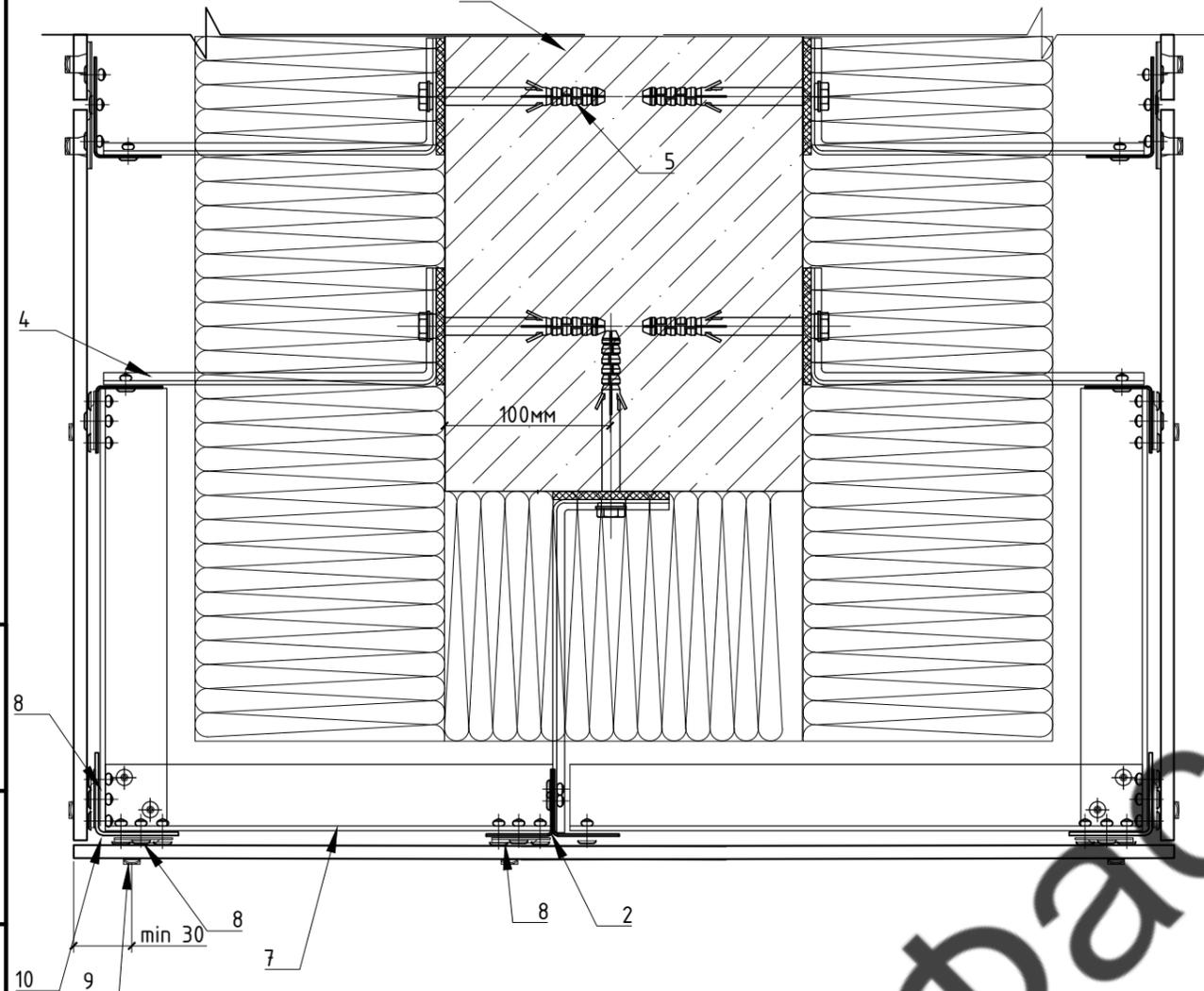
Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	№вок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	21	
Проверил	Константинова								
						Узел 11 Узел 12	ВентФасад Проект		

Согласовано			
Изм. №	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

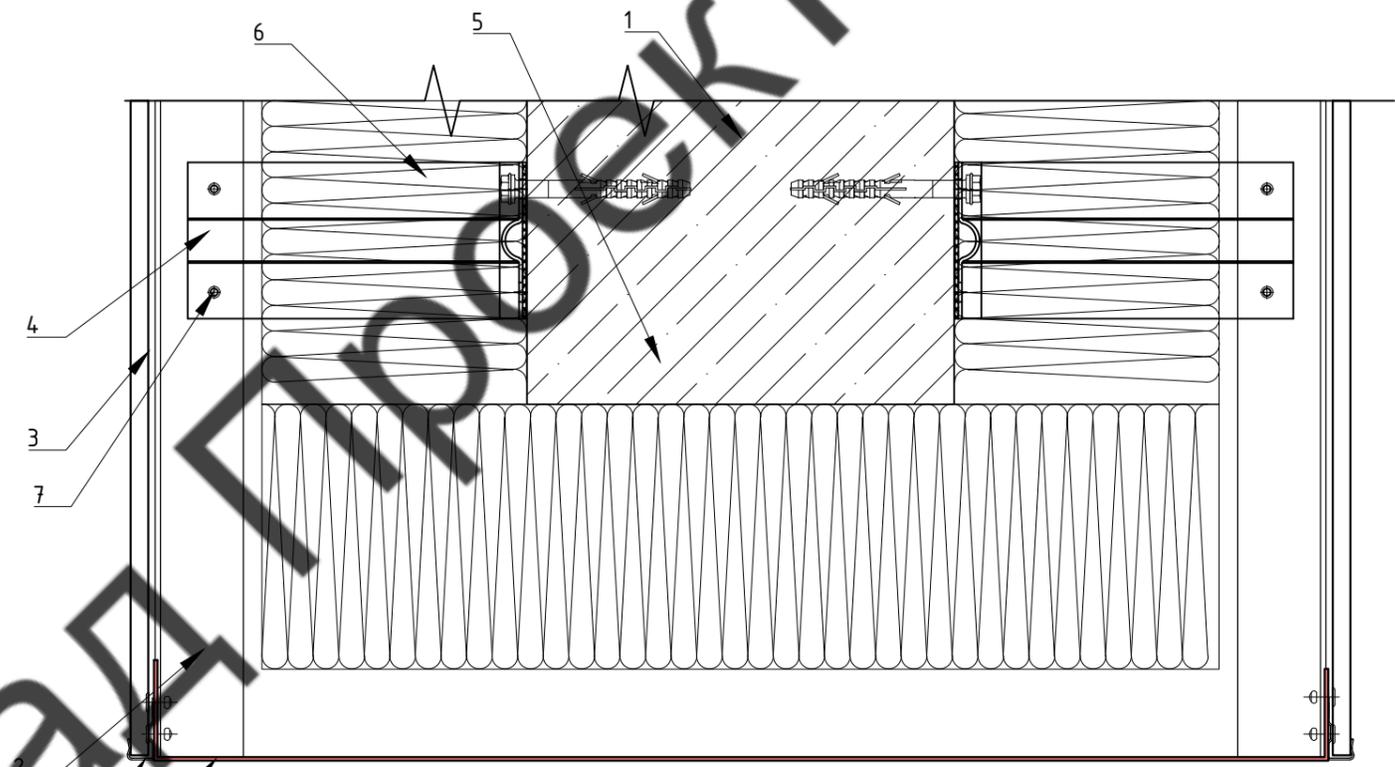
13

Горизонтальный разрез. Внешний угол.



14

Вертикальный разрез. Узел подшивки перегородки балкона.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Профиль ГО 40x40
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер

- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГО 60x40
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн стеновой
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x10
- 8 - Кляммер
- 9 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской RAL, 0.5мм

*- размер изделий из оцинкованной стали уточнить по фактическим замерам

						22/04/2022			
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1			
Изм	Колуч	Лист	№ док	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова						РП	22	
Проверил	Константинова								
						Узел 13 Узел 14	ВентФасад Проект		

Облицовка- керамогранитные плиты

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Запас, %	С запасом
1	Керамогранит GT061, 1200*600*10	шт.	2546	2	2598
2	Керамогранит GT003, 1200*600*10	шт.	1349	2	1376
3	Керамогранит GT021, 1200*600*10	шт.	1620	2	1654
4	Керамогранит GTF406, 1200*600*10	шт.	3760	2	3836
5	Кляммер рядовой, окрашенный (RAL плит GT061)	шт.	2011	3	2072
6	Кляммер стартовый, окрашенный (RAL плит GT061)	шт.	1371	3	1414
7	Кляммер угловой, окрашенный (RAL плит GT061)	шт.	6070	3	6254
8	Кляммер рядовой, окрашенный (RAL плит GT003)	шт.	930	3	958
9	Кляммер стартовый, окрашенный (RAL плит GT003)	шт.	1605	3	1654
10	Кляммер угловой, окрашенный (RAL плит GT003)	шт.	2648	3	2728
11	Кляммер рядовой, окрашенный (RAL плит GT021)	шт.	1043	3	1076
12	Кляммер стартовый, окрашенный (RAL плит GT021)	шт.	1411	3	1454
13	Кляммер угловой, окрашенный (RAL плит GT021)	шт.	3454	3	3558
14	Кляммер рядовой, окрашенный (RAL плит GTF406)	шт.	1590	3	1638
15	Кляммер стартовый, окрашенный (RAL плит GTF406)	шт.	2410	3	2484
16	Кляммер угловой, окрашенный (RAL плит GTF406)	шт.	10215	3	10522

Утепление

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Запас, %	С запасом
1	Утеплитель плот. не менее 75 кг/м3 t=150мм	м3	929,25	5	976
2	Утеплитель плот. не менее 75 кг/м3 (верхний откос) t=30мм	м3	2,805	5	3
3	Тарельчатый дюбель Ваи- fix TM типа TD, TDZM 10 с распорным элементом из углеродистой стали с гальванически цинковым покрытием, техническое свидетельство № 5833 -19 выдано 09 сентября 2019, 10x195	шт.	61950	2	63200

Подсистема

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Запас, %	С запасом
1	Кронштейн КР-С-200/90 (в комп. паронит прокладка 70x90)	шт.	20686	1	20893
2	Кронштейн КР-150/50/50 (в комп. паронит прокладка 50x50)	шт.	490	2	500
4	Профиль ГО 60x40x3000x1,2	м.п.	4419	2	4512
5	Профиль ГО 40x40x3000x1,2	м.п.	14991	2	15294

Метизы, элементы крепления системы

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Запас, %	С запасом
1	Анкерный дюбель TM PT 10x80 MG. Техническое свидетельство № 6120-20 выдано 25 Октября 2020. (по результатам испытаний)	шт.	21176	3	21812
2	Заклепка 4x10 нерж/нерж	шт.	145600	10	160160
3	Саморез ПШС 4,2x19	шт.	2550	10	2810
4	Саморез 4,2x25 потайн.	шт.	1500	10	1650
5	Саморез 4,8x25 с ЭПДМ прокладкой	шт.	4450	10	4900
6	Дюбель-гвоздь 6x60	шт.	8122	10	8940
7	ЦСП 10мм (3600x1200*)	шт.	44	2	46

Фасонные элементы

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Запас, %	С запасом
1	Парапетный отлив 0,7мм развертка 1000мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	290	10	320
2	Цокольный отлив 0,5мм развертка 380мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	232	10	256
3	Уголок 50x50, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	969	10	1066
4	Противопожарная отсечка 0,7мм развертка 150мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	2324	10	2558
5	Откос оконный 0,5мм развертка 380мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	2324	10	2558
6	Отлив оконный 0,5мм развертка 380мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	737	10	812
7	Противопожарная отсечка 0,7мм развертка 300мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	1015	10	1118
8	Откос витража (верх) 0,5мм развертка 300мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	76	10	84
9	Откос витража (боковой) 0,5мм развертка 250мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	677	10	746
10	Откос витража (боковой) 0,5мм развертка 450мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	677	10	746
11	Откос витража (боковой) 0,5мм развертка 300мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	198	10	218
12	Откос витража (боковой) 0,5мм развертка 170мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	198	10	218
13	Откос витража (боковой) 0,5мм развертка 250мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	64	10	72
14	Изделие из оцинк.стали 0,5мм развертка 780мм, оцинк.сталь окраш. RAL	м.п.	6	10	8

Ведомость объемов работ

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во
1	Утепление стен	м2	6195
2	Монтаж кронштейнов	м2	6337
3	Монтаж направляющих	м2	6337
4	Монтаж керамогранита	м2	6337
5	Монтаж парапетного отлива	м.п.	290
6	Монтаж отливов, откосов и др.изделий из оцинк.стали	м.п.	2252
7	Монтаж утеплителя в верхний откос	м.п.	935

* размеры оцинкованных элементов уточнить по фактическим замерам

						22/04/2022					
						Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1					
Изм	Колуч	Лист	№вок	Подп	Дата	Навесной вентилируемый фасад с воздушным зазором			Стадия	Лист	Листов
Разработал	Богаратова								РП	23	
Проверил	Константинова					Ведомость объемов работ Ведомость материалов			ВентФасад Проект		

Расчёт по несущей способности элементов каркаса навесной фасадной системы

Материал облицовки:

Объект: Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой по адресу: Ленинградская обл., Гатчинский муниципальный район, г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок № 1

Разработал

Согласовано			

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	№		

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист
1

ВЕНТ Фасад Проект

Согласовано	

Изм. №	Получ. и дата	Взам. Инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Введение

Настоящий расчет по несущей способности включает проверку прочности и деформаций металлических профилей и креплений к конструкциям здания, несущих нагрузки от их собственной массы, массы облицовки, давления ветра, а также нагрузки от обледенения облицовки.

При разработке данного расчета были использованы следующие документы:

1. СП 20.13330.2016 «Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85 Нагрузки и воздействия»
2. СП 128.13330.2016 «Актуализированная редакция СНиП 2.03.06–85 Алюминиевые конструкции»
3. СП 16.13330.2017 «Актуализированная редакция СНиП II–23–81 Стальные конструкции»
4. Справочник проектировщика(Расчётно–теоретический).м1.ред.Уманского, 1973)
5. Справочник проектировщика(Расчётно–теоретический).м2.ред.Уманского, 1973)
6. ГОСТ 27751–2014.Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

Нагрузки от собственной массы облицовки принимаются по техническим условиям или паспортным данным предприятий–изготовителей.

Нагрузка от веса утеплителя в расчете несущего каркаса не учитывается, так как его крепление производится на тарельчатые дюбеля.

Временные нагрузки от ветра принимаются по СП [1].

Нагрузка от обледенения облицовки принимается по СП[1].

Рассматриваемые усилия: изгибающие моменты, поперечные и продольные силы; прогибы определяются с использованием основных положений сопротивления материалов и строительной механики, а также средств ЭВМ.

Коэффициенты надежности по нагрузкам γ_f принимаются по СП[1].

Единый коэффициент надежности по ответственности γ_n принимается по ГОСТ[6].

Направления координатных осей в расчётных схемах приняты:

- ось x –горизонтальная в плоскости стены;
- ось y –горизонтальная по нормали к стене;
- ось z –вертикальная в плоскости стены.

Нагрузки и воздействия

На каркас навесных фасадов действуют следующие нагрузки:

- 1.Собственный вес облицовки и каркаса подконструкции;
- 2.Ветровые нагрузки;
- 3.Гололёдная нагрузка.

1. Собственный вес

Расчётная погонная нагрузка от собственного веса вертикального профиля и веса облицовки:

$$P_z \text{ м.п.} = (P_o \cdot \gamma_f \cdot l_x + P_n \cdot \gamma_f) \cdot \gamma_n, \text{ кН/м} \quad (1)$$

где P_o – вес облицовки по данным производителя, кН/м²;

l_x – шаг направляющих по горизонтали, м;

γ_f – коэффициент надежности по материалу;

P_n – вес одного погонного метра профиля, кН/м;

γ_n – единый коэффициент надежности по ответственности. Применяется для всех основных нагрузок при основных сочетаниях нагрузок. В данном расчёте γ_n принят равным 1 и в формулах не участвует.

Согласовано					
Имя, № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №			

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

4

2. Ветровые нагрузки

Расчётное давление ветра, действующее на высоте z , определяют по формуле:

$$w_{\text{м.п.}} = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_p \cdot v \cdot \gamma_f \cdot \gamma_p \cdot l_x \cdot K_{нер}, \text{ кН/м} \quad (2)$$

где: w_0 – нормативное давление ветра по СП [1]

z – эквивалентная высота здания от поверхности земли;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z по СП[1];

$\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра для эквивалентной высоты z , принимаемый по СП[1];

c_p – пиковые значения аэродинамических коэффициентов отсоса по СП[1], для рядового участка $c_p = 1.2$, для углового $c_p = 2.2$

v – коэффициент корреляции ветровой нагрузки по СП[1] в зависимости от площади ограждения A , с которой собирается ветровая нагрузка

γ_f – коэффициент надёжности по ветровой нагрузке, принимаемый равным 1.4 по СП[1]

$K_{нер}$ – коэффициент неразрезности по Справочнику проектировщика (вводится для промежуточных вертикальных профилей).

Таблица 2.1 Значения коэффициентов $k(z_e)$

Высота, м	Значения коэффициента $k(z_e)$ для типов местности		
	A	B	C
<5	0,75	0,5	0,4
10	1	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1
80	1,85	1,45	1,15
100	2	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
≥480	2,75	2,75	2,75

Таблица 2.2 Значения коэффициентов $\zeta(z_e)$

Высота, м	Значения коэффициента $k(z_e)$ для типов местности		
	A	B	C
<5	0,85	1,22	1,78
10	0,76	1,06	1,78
20	0,69	0,92	1,5
40	0,62	0,8	1,26
60	0,58	0,74	1,14
80	0,56	0,7	1,06
100	0,54	0,67	1
150	0,51	0,62	0,9
200	0,49	0,58	0,84
250	0,47	0,56	0,8
300	0,46	0,54	0,76
350	0,46	0,52	0,73
≥480	0,46	0,5	0,68

Согласовано
Изм. № подл.
Подпись и дата
Взам. Инв. №
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист 5

Таблица 2.3 Значения коэффициентов ν

A, м ²	<2	5	10	≥20
$\nu+$	1	0,9	0,8	0,75
$\nu-$	1	0,85	0,75	0,65

3. Гололёдная нагрузка

Расчётное значение поверхностной гололёдной нагрузки определяется по формуле:

$$i \text{ м.п.} = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g \cdot \gamma_f \cdot l_x \cdot \gamma_p, \text{ кН/м} \quad (3)$$

где: b – толщина стенки гололёда, мм, на элементах круглого сечения диаметром 10мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, принимаемая по таблице 3.1;

k – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололёда по высоте и принимаемый по таблице 3.2;

μ_2 – коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый равным 0,6;

ρ – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

γ_f – коэффициент надёжности по нагрузке для гололёдной нагрузки.

Таблица 3.1

Гололёдные районы	I	II	III	IV	V
Толщина стенки гололёда b , мм	Не менее 3	5	10	15	Не менее 20

Таблица 3.2

Высота над поверхностью земли, м	5	10	20	30	50	70	100
Коэффициент k	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2

Расчет деформативности направляющих

При расчете направляющих по второму предельному состоянию (расчет на прогиб) используются коэффициенты, принимаемые по таблице 4.

Таблица 4

Схема	Коэффициент k
Однопролетная	0.01302
Двухпролетная	0.0052
Трехпролетная	0.00675
Четырехпролетная	0.0063
Пятипролетная	0.0065
Многопролетная	0.0064

Согласовано

Взам. Инв. №

Получен и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата
------	---------	------	-------	---------	------

Расчёт по несущей способности

Лист

6

Коэффициенты неразрезности

При расчете нагрузок в промежуточных направляющих применяются коэффициенты неразрезности, принимаемые по таблице 5.

Таблица 5

Назначение профиля	Коэффициент $K_{нер}$
Рядовой профиль	1
Промежуточный (2 пролета)	1.25
Промежуточный (3 пролета)	1.1
Промежуточный (4 пролета)	1.143
Промежуточный (5 пролетов)	1.133
Промежуточный (много пролетов)	1

Основные буквенные обозначения величин

- A – площадь сечения брутто;
- E – модуль упругости;
- e_y – Вылет;
- f – прогиб;
- I – момент инерции сечения брутто;
- L – длина балки;
- l – длина пролета;
- a – длина консоли;
- M – изгибающий момент;
- N – продольная сила;
- R – расчетное сопротивление растяжению, сжатию, изгибу;
- W – момент сопротивления сечения брутто;
- у_с – коэффициент условий работы;
- γ_p – коэффициент надежности по назначению;
- σ – нормальные напряжения;
- a₁, a₂ – обозначение верхней и нижней консолей вертикальной направляющей соответственно;
- l₁, l₂, l₃, l₄, l₅ – обозначение пролетов направляющей;
- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ – обозначение опор (кронштейнов);
- $K_{нер}$ – коэффициент неразрезности по Справочнику проектировщика (вводится для промежуточных профилей);

Согласовано				
Изм. № подл.				
Подпись и дата				
Взам. Инв. №				

						Расчёт по несущей способности	Лист
							7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

Расчет прочности монтажной схемы №1

1. Исходные данные:

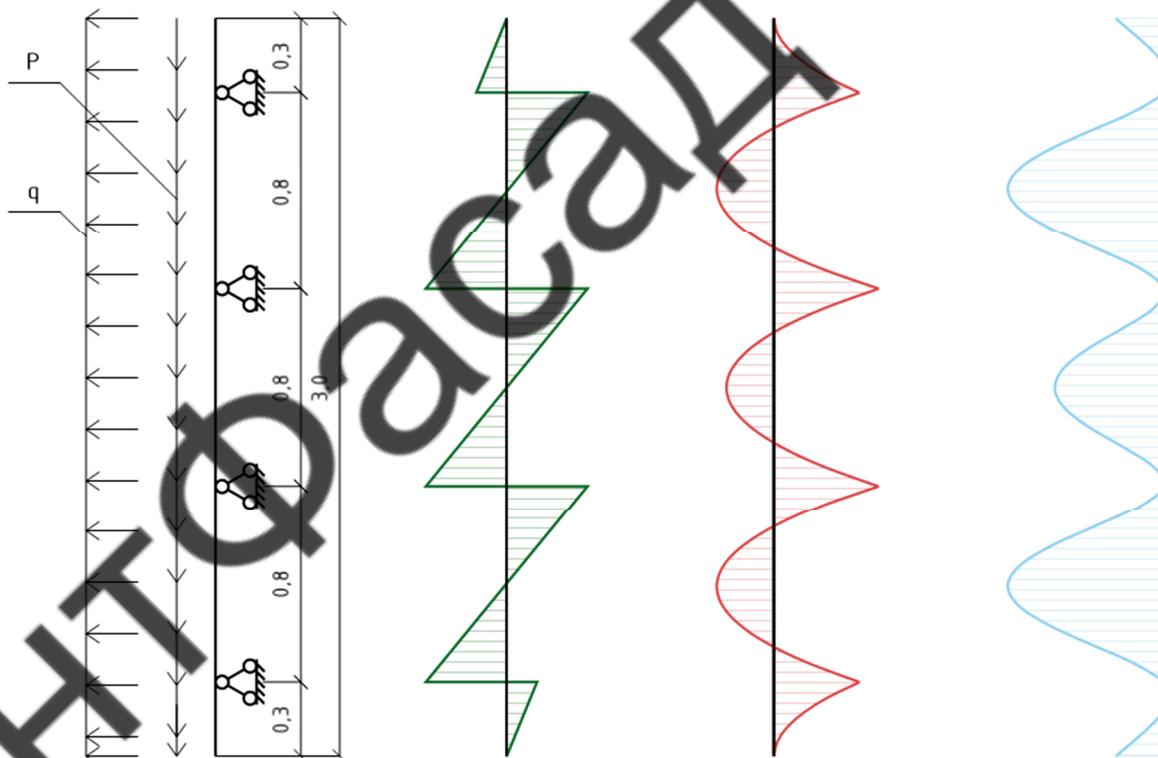
1. Район строительства: г. Гатчина
2. Ветровой район: II - 0,3 кН Тип местности: В
3. Ветровая зона: Рядовая
4. Высота применения: 40 м
5. Гололёдный район: I
6. Уровень ответственности здания: КС-2
7. Материал облицовки:
8. Вес облицовки: 36 кг/м² (0,353 кН/м²)
9. Вертикальный профиль: ГО-60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну)
10. Шаг вертикального профиля по горизонтали: 0,6 м
11. Схема вертикального профиля: трехпролетная балка ГО-60х40х1,2_4КР-С[↑18] 0,3|0,8+0,8+0,8|0,3
12. Вылет: 0,22 м
13. Несущие кронштейны:
 - КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли с креплением на один анкер в верхнее отверстие в железобетон. Расчётное усилие анкера на вырыв: 2,9 кН (Пластиковый анкер-дюбель).

Схема

Продольные силы

Моменты

Прогибы



2. Расчет вертикального профиля "ГО-60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну)"

Сплав: Углеродистая оцинкованная сталь

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата
------	---------	------	-------	---------	------

Расчёт по несущей способности

Лист

8

$$M_{x1} = 0,086 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,033 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.1.5 [ВВ] Нормальные напряжения на опоре во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \cdot 1000 + \frac{N_z}{A} \cdot 10 < R \cdot \text{ус, МПа}$$

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 58,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,033}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 72,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 58,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,033}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 72,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.6 [ВВ] Нормальные напряжения на опоре во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 99,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,038}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 140,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 99,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,038}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 140,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.7 [ВВ] Расчётная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра равна 0,599 кН/м (см. пункт 2.1.3 [ВВ]).

2.1.8 [ВВ] Определяем изгибающий момент в пролёте от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,08 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,031 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,047 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,018 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Согласовано					
Изм. №	№ полки	Подпись и дата	Взам. Инв. №		

						Расчёт по несущей способности	Лист 10
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

2.1.9 [ВВ] Нормальные напряжения в пролёте во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 0,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,018}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 67,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,015}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 56,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,018}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 67,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 0,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 0,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,018}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 67,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,015}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 56,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,018}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 67,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 0,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.10 [ВВ] Нормальные напряжения в пролёте во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,031}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 68,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,01}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 23,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,031}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 68,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Согласовано					
Изм. № полки	Подпись и дата	Взам. Инв. №			

						Расчёт по несущей способности	Лист 11
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,031}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 68,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,01}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 23,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,031}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 68,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.11 [ВВ] Нормативная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра определяется по формуле:

$$w_{н.п.} = \frac{w_{р.п.}}{\gamma f}, \text{ кН/м}$$

$$w_{н.п.} = \frac{0,599}{1,4} = 0,428 \text{ кН/м}$$

2.1.12 [ВВ] Расчет прогиба профиля:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_{н.п.} \cdot l^4}{I_x \cdot E \cdot 10} - \frac{M_1 + M_2}{16 \cdot I_x \cdot E \cdot 1,4} \cdot l^2 \cdot 10 < \frac{l}{200}, \text{ см}$$

где: l – длина пролета, см

M1, M2 – момент слева и справа от пролета, кН·см.

$$f_{l1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,428 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{3,8}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,09 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,428 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{3,8 + 3,8}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,01 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l3} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,428 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{3,8}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,09 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f = k \cdot \frac{w_{н.п.} \cdot l^4}{I_x \cdot E \cdot 10} < \frac{l}{200}, \text{ см}$$

где: k – коэффициент, полученный методом конечных элементов

l – длина пролета, см

$$f_{a1} = 0,05093 \cdot \frac{0,428 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

$$f_{l1} = 0,00326 \cdot \frac{0,428 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,04 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Согласовано					
Изм. № подл.	Полное и дата	Взам. Инв. №	№	Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист
							12

$$M_{x1} = 0,1 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,023 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0,5 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0,016 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{x1} = 0,086 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,02 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.2.7 [ВВГ] Нормальные напряжения на опоре во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 35,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,02}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 45,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 35,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,02}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 45,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.8 [ВВГ] Нормальные напряжения на опоре во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 59,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,023}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 86,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 59,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,023}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 86,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.9 [ВВГ] Расчётная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра:

$$q_{вр \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot w_{р \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot 0,599 = 0,359 \text{ кН/м}$$

где: $w_{р \text{ м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.3 [ВВ]).

2.2.10 [ВВГ] Определяем изгибающий момент в пролёте от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{x1} = 0,08 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,018 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

Согласовано					
Изм. №	№ полки	Подпись и дата	Взам. Инв. №		

						Расчёт по несущей способности	Лист 14
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

$$M_{x\alpha} = 0 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{x1} = 0,047 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,011 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.2.11 [ВВГ] Нормальные напряжения в пролёте во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{\alpha 1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{11} = \frac{0,011}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 42,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = \frac{0,009}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 35,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{13} = \frac{0,011}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 42,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\alpha 2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_{\alpha 1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{11} = \frac{0,011}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 42,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = \frac{0,009}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 35,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{13} = \frac{0,011}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 42,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\alpha 2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.12 [ВВГ] Нормальные напряжения в пролёте во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{\alpha 1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 1,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{11} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 41,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = \frac{0,006}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 16 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{13} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 41,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\alpha 2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 1,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Согласовано					
Изм. № полки	Подпись и дата	Взам. Инв. №			

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

15

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 1,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 41,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,006}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 16 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 41,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 1,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.13 [ВВГ] Нормативная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра:

$$q_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot w_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot 0,428 = 0,257 \text{ кН/м}$$

где: $w_{\text{н м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.11 [ВВ]).

2.2.14 [ВВГ] Расчет прогиба профиля:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{2,3}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,05 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f_{a1} = 0,05093 \cdot \frac{0,257 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

$$f_{l1} = 0,00326 \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,03 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l2} = 0,00228 \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,02 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l3} = 0,00326 \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,03 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{a2} = 0,05093 \cdot \frac{0,257 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

2.2.15 [ВВГ] Нормативная погонная нагрузка от положительного давления ветра:

$$q_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot w_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot 0,428 = 0,257 \text{ кН/м}$$

где: $w_{\text{н м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.11 [ВВ]).

2.2.16 [ВВГ] Расчет прогиба профиля:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{2,3}{16 \cdot 1,253 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,03 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

Согласовано					
Изм. №	Подпись и дата	Взам. Инв. №			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

$$f_a = 0,05093 \cdot \frac{0,257 \cdot 30^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} = 0 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

$$f_l = 0,00326 \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Вывод: Направляющая ГО-60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну) отвечает требованиям прочности.

3. Расчет реакций, передающихся на кронштейны:

3.1. Расчет реакций при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]):

3.1.1 [ВВ] Реакции от вертикальной нагрузки:

$$N_z = P_z \text{ м.п.} \cdot L_z / \text{пк, кН}$$

где: P_z м.п. – вертикальная нагрузка на вертикальный профиль, кН/м

L_z – длина вертикального профиля, м;

пк – количество несущих кронштейнов.

$$N_z = P_z \text{ м.п.} \cdot L_z / 4 = 0,242 \cdot 3 / 4 = 0,182 \text{ кН}$$

3.1.2 [ВВ] Реакции от горизонтальной нагрузки:

Для кронштейна между пролетом и консолью вертикального профиля:

$$N_y = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l + a), \text{ кН}$$

Для кронштейна между пролетами вертикального профиля:

$$N_y = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_i + l_{i+1}}{2}, \text{ кН}$$

где: k – коэффициент по таблицам Справочника проектировщика или по методу конечных элементов.

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{y1} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,599 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,371 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,599 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,527 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,599 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,527 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,599 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,371 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{y1} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,599 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,412 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,599 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,487 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,599 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,487 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,599 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,412 \text{ кН}$$

3.2. Расчет реакций при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]):

3.2.1 [ВВГ] Реакции от вертикальной нагрузки:

Изм. №	№ докл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист
							17

$$N_z = qz \text{ м.п.} \cdot L_z / 4 = 0,294 \cdot 3 / 4 = 0,22 \text{ кН}$$

3.2.2 [ВВГ] Реакции от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{y1} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,359 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,223 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,359 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,316 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,359 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,316 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,359 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,223 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{y1} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,359 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,247 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,359 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,292 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,359 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,292 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,359 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,247 \text{ кН}$$

4. Расчет кронштейна "КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли"

Сплав: Углеродистая оцинкованная сталь

Кронштейн	A, см ²	I _x , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³	W _p , см ³	E, Мпа	R _y , Мпа
КР-С верт.	2	12,23	2,72	0,17	0,164	210000	225

4.1. Расчет кронштейна при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]).

4.1.1 [ВВ] Расчет консоли кронштейна:

Изгибающий момент в консоли кронштейна от вертикальной нагрузки:

$$M_x = N_z \cdot e_y = 0,182 \cdot 0,22 = 0,04004 \text{ кН·м}$$

Изгибающий момент в консоли кронштейна от горизонтальной нагрузки:

$$M_{z1} = qz_1 \cdot e_x = 0,371 \cdot 0,03 = 0,01113 \text{ кН·м}$$

$$M_{z2} = qz_2 \cdot e_x = 0,527 \cdot 0,03 = 0,01581 \text{ кН·м}$$

$$M_{z3} = qz_3 \cdot e_x = 0,527 \cdot 0,03 = 0,01581 \text{ кН·м}$$

$$M_{z4} = qz_4 \cdot e_x = 0,371 \cdot 0,03 = 0,01113 \text{ кН·м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \cdot 1000 + \frac{M_z}{W_z} \cdot 1000 + \frac{N_y}{A} \cdot 10 < R_y \cdot \gamma_s, \text{ МПа}$$

Согласовано					
Исполн.	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
	№	№	№	№	№
Подпись и дата					
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
	№	№	№	№	№
Изм.					

Расчёт по несущей способности

Лист

18

$$\sigma_1 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01113}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,371}{2} \cdot 10 = 82 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01581}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,527}{2} \cdot 10 = 110,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01581}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,527}{2} \cdot 10 = 110,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01113}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,371}{2} \cdot 10 = 82 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

а

Проверка по методу конечных элементов

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma_1 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01236}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,412}{2} \cdot 10 = 89,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01461}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,487}{2} \cdot 10 = 103,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01461}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,487}{2} \cdot 10 = 103,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,04004}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01236}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,412}{2} \cdot 10 = 89,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.1.2 [ВВ] Расчет напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Изгибающий момент в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_z = N_y \cdot e_{x1}, \text{ кН}\cdot\text{м}$$

где: e_{x1} – наибольшее из двух значений: расстояние от оси ветровой нагрузки до полки кронштейна (0,03м) и расстояние от оси ветровой нагрузки до края шляпки анкера (0,014м)

$$M_{z1} = 0,371 \cdot 0,03 = 0,01113 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z2} = 0,527 \cdot 0,03 = 0,01581 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z3} = 0,527 \cdot 0,03 = 0,01581 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z4} = 0,371 \cdot 0,03 = 0,01113 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{z1} = 0,412 \cdot 0,03 = 0,01236 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z2} = 0,487 \cdot 0,03 = 0,01461 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z3} = 0,487 \cdot 0,03 = 0,01461 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{z4} = 0,412 \cdot 0,03 = 0,01236 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

$$\sigma = \frac{M_z}{W_n} \cdot 1000 < R_n \cdot \gamma_s, \text{ МПа}$$

Согласовано					
Исполн.	Взам. Инж. №	Подпись и дата			
Инв. № подл.					

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

19

где: W_p – момент сопротивления пяты кронштейна, см³

$$\sigma_1 = \frac{0,01113}{0,164} \cdot 1000 = 67,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,01581}{0,164} \cdot 1000 = 96,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,01581}{0,164} \cdot 1000 = 96,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,01113}{0,164} \cdot 1000 = 67,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

$$\sigma_1 = \frac{0,01236}{0,164} \cdot 1000 = 75,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,01461}{0,164} \cdot 1000 = 89,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,01461}{0,164} \cdot 1000 = 89,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,01236}{0,164} \cdot 1000 = 75,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.1.3 [ВВ] Прогиб кронштейна от вертикальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{Nz \cdot ey^3 \cdot 10}{3 \cdot E \cdot Ix} < \frac{ey}{100}, \text{ см}$$

где: ey – Вылет, см

$$f_z = \frac{0,182 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f_z = \frac{0,182 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

4.2. Расчет кронштейна при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]).

4.2.1 [ВВГ] Расчет консоли кронштейна:

Изгибающий момент в консоли кронштейна от вертикальной нагрузки:

$$M_x = Nz \cdot ey = 0,22 \cdot 0,22 = 0,0484 \text{ кН·м}$$

Изгибающий момент в консоли кронштейна от горизонтальной нагрузки:

$$M_{z1} = qz1 \cdot ex = 0,223 \cdot 0,03 = 0,00669 \text{ кН·м}$$

Согласовано				
Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	№	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист 20

$$Mz2 = qz2 \cdot ex = 0,316 \cdot 0,03 = 0,00948 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz3 = qz3 \cdot ex = 0,316 \cdot 0,03 = 0,00948 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz4 = qz4 \cdot ex = 0,223 \cdot 0,03 = 0,00669 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma_1 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00669}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,223}{2} \cdot 10 = 58,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00948}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,316}{2} \cdot 10 = 75,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00948}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,316}{2} \cdot 10 = 75,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00669}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,223}{2} \cdot 10 = 58,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma_1 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00741}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,247}{2} \cdot 10 = 62,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00876}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,292}{2} \cdot 10 = 70,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00876}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,292}{2} \cdot 10 = 70,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,00741}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,247}{2} \cdot 10 = 62,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.2.2 [ВВГ] Расчет напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Изгибающий момент в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Проверка по справочнику проектировщика

$$Mz1 = 0,223 \cdot 0,03 = 0,00669 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz2 = 0,316 \cdot 0,03 = 0,00948 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz3 = 0,316 \cdot 0,03 = 0,00948 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz4 = 0,223 \cdot 0,03 = 0,00669 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Mz1 = 0,247 \cdot 0,03 = 0,00741 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz2 = 0,292 \cdot 0,03 = 0,00876 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz3 = 0,292 \cdot 0,03 = 0,00876 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz4 = 0,247 \cdot 0,03 = 0,00741 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

21

$$\sigma_1 = \frac{0,00669}{0,164} \cdot 1000 = 40,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,00948}{0,164} \cdot 1000 = 57,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,00948}{0,164} \cdot 1000 = 57,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,00669}{0,164} \cdot 1000 = 40,8 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

$$\sigma_1 = \frac{0,00741}{0,164} \cdot 1000 = 45,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,00876}{0,164} \cdot 1000 = 53,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,00876}{0,164} \cdot 1000 = 53,4 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,00741}{0,164} \cdot 1000 = 45,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.2.3 [ВВГ] Прогиб кронштейна от вертикальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f_z = \frac{0,22 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f_z = \frac{0,22 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

Вывод: Кронштейн КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли отвечает требованиям прочности.

5. Расчет соединения кронштейна с профилем

Тип крепления: Заклепка вытяжная диаметром 4мм А2/А2.

Количество соединений в креплении: 2 шт.

5.1. Расчет при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ])

5.1.1 [ВВ] Расчет на срез от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_z)^2 + (N_y)^2}}{n_z} \cdot \gamma_m \leq N_{nrs}, \text{ кН}$$

где: N_z – вертикальная нагрузка на соединение, кН

N_y – вертикальная нагрузка на соединение, кН

n_z – количество заклепок, шт

Согласовано	

Взам. Инв. №	

Подпись и дата	

Инв. № подл.	

						Расчёт по несущей способности	Лист 22
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

Проверка по методу конечных элементов

$$\frac{\sqrt{0,182^2+0,412^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 46,9 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,182^2+0,487^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 54,2 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,182^2+0,487^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 54,2 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,182^2+0,412^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 46,9 \leq 295 \text{ МПа}$$

5.2. Расчет при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ])

5.2.1 [ВВГ] Расчет на срез от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$Ns1 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,223^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,196 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns2 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,316^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,241 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns3 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,316^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,241 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns4 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,223^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,196 \leq 2,7 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Ns1 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,247^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,207 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns2 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,292^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,229 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns3 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,292^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,229 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$Ns4 = \frac{\sqrt{0,22^2+0,247^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,207 \leq 2,7 \text{ кН}$$

5.2.2 [ВВГ] Расчет на смятие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$\frac{\sqrt{0,22^2+0,223^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 32,6 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2+0,316^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 40,1 \leq 295 \text{ МПа}$$

Согласовано					
Изм. №	№ докл.	Подпись и дата	Взам. Инж. №		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

24

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,316^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 40,1 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,223^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 32,6 \leq 295 \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,247^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 34,5 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,292^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 38,1 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,292^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 38,1 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,247^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 34,5 \leq 295 \text{ МПа}$$

Вывод: Соединение кронштейна с профилем отвечает требованиям прочности.

6. Расчет прочности крепления кронштейна "КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли" к конструкциям здания

Крепление в железобетон на один анкер в верхнее отверстие. Расчетное усилие анкера на вырыв: 2,9 кН (Пластиковый анкер-дюбель).

6.1. Вырывающее усилие анкера при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]):

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_a = \frac{M_x}{b_z} + N_y \cdot \frac{e_b}{e_a}, \text{ кН}$$

где: b_z – опорное плечо анкера по оси Z, м

e_b – плечо ветровой нагрузки по оси X, м

e_a – плечо анкера по оси X, м

$$N_{a1} = \frac{0,04004}{0,075} + 0,371 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,41 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a2} = \frac{0,04004}{0,075} + 0,527 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,77 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a3} = \frac{0,04004}{0,075} + 0,527 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,77 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a4} = \frac{0,04004}{0,075} + 0,371 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,41 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

Согласовано				
Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №		

						Расчёт по несущей способности	Лист
							25
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

$$Na1 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,412 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,5 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,487 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,68 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,487 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,68 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,412 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,5 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Ось анкера находится выше оси ветровой нагрузки, поэтому необходимо проводить проверку вырыва анкера для случая когда момент от ветровой нагрузки относительно точки анкерования превышает момент от веса (опрокидывание кронштейна)

6.1.1 [ВВ] Вырывающее усилие анкера при опрокидывании:

Проверка по справочнику проектировщика

$$Na = \frac{Ny \cdot (ez + az) - Mx}{az} + Ny \cdot \frac{e\beta - e\alpha}{e\alpha}, \text{ кН}$$

где: e_z – расстояние от оси ветровой нагрузки до оси анкера по оси z , м

a_z – расстояние от верхнего края кронштейна до оси анкера по оси z , м

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$$0,371 \cdot 0,045 = 0,01669 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 1 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$$0,527 \cdot 0,045 = 0,02372 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 2 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$$0,527 \cdot 0,045 = 0,02372 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 3 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

$$0,371 \cdot 0,045 = 0,01669 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 4 не требуется.}$$

Проверка по методу конечных элементов

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$$0,412 \cdot 0,045 = 0,01854 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 1 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$$0,487 \cdot 0,045 = 0,02191 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 2 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$$0,487 \cdot 0,045 = 0,02191 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 3 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

$$0,412 \cdot 0,045 = 0,01854 < 0,04004, \text{ проверка для позиции 4 не требуется.}$$

Согласовано					
Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №			

						Расчёт по несущей способности	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

6.2. Вырывающее усилие анкера при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]):

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{a1} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,223 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,17 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a2} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,316 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,39 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a3} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,316 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,39 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a4} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,223 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,17 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{a1} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,247 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,23 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a2} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,292 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,33 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a3} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,292 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,33 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$N_{a4} = \frac{0,0484}{0,075} + 0,247 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,23 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Ось анкера находится выше оси ветровой нагрузки, поэтому необходимо проводить проверку вырыва анкера для случая когда момент от ветровой нагрузки относительно точки анкеровки превышает момент от веса (опрокидывание кронштейна)

6.2.1 [ВВГ] Вырывающее усилие анкера при опрокидывании:

Проверка по справочнику проектировщика

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$$0,223 \cdot 0,045 = 0,01004 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 1 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$$0,316 \cdot 0,045 = 0,01422 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 2 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$$0,316 \cdot 0,045 = 0,01422 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 3 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

$$0,223 \cdot 0,045 = 0,01004 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 4 не требуется.}$$

Проверка по методу конечных элементов

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$$0,247 \cdot 0,045 = 0,01112 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 1 не требуется.}$$

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

Расчёт по несущей способности

Лист

27

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$$0,292 \cdot 0,045 = 0,01314 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 2 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$$0,292 \cdot 0,045 = 0,01314 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 3 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

$$0,247 \cdot 0,045 = 0,01112 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 4 не требуется.}$$

Вывод: Крепление кронштейна КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли в железобетон на один анкер в верхнее отверстие отвечает требованиям прочности.

Согласовано					

Изм. №	полл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №		

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

28

Расчет прочности монтажной схемы №2

1. Исходные данные:

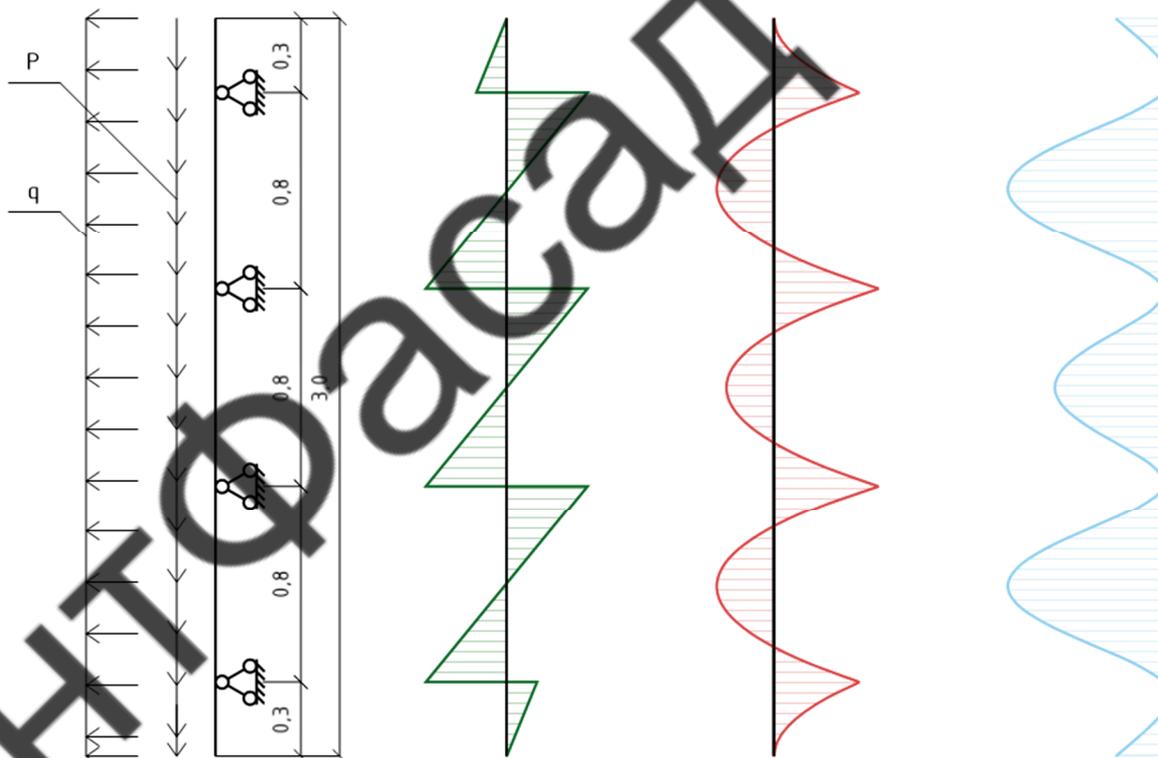
1. Район строительства: г. Гатчина
2. Ветровой район: II - 0,3 кН Тип местности: В
3. Ветровая зона: Угловая
4. Высота применения: 40 м
5. Гололёдный район: I
6. Уровень ответственности здания: КС-2
7. Материал облицовки:
8. Вес облицовки: 36 кг/м² (0,353 кН/м²)
9. Вертикальный профиль: ГО-60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну)
10. Шаг вертикального профиля по горизонтали: 0,6 м
11. Схема вертикального профиля: трехпролетная балка ГО-60х40х1,2_4КР-С[↑18] 0,3|0,8+0,8+0,8|0,3
12. Вылет: 0,22 м
13. Несущие кронштейны:
 - КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли с креплением на один анкер в верхнее отверстие в железобетон. Расчётное усилие анкера на вырыв: 2,9 кН (Пластиковый анкер-дюбель).

Схема

Продольные силы

Моменты

Прогибы



2. Расчет вертикального профиля "ГО-60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну)"

Сплав: Углеродистая оцинкованная сталь

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

29

$$M_{x1} = 0,086 \cdot 1,098 \cdot 0,8^2 = 0,06 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.1.5 [ВВ] Нормальные напряжения на опоре во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \cdot 1000 + \frac{N_z}{A} \cdot 10 < R \cdot \text{ус, МПа}$$

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,049}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 105 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,06}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 130,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,049}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 105 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,06}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 130,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.6 [ВВ] Расчётная погонная нагрузка от положительного давления ветра определяется по формуле (2):

$$w_{р \text{ м.п.}} = 0,3 \cdot 1,1 \cdot (1 + 0,8) \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 0,6 = 0,599 \text{ кН/м}$$

2.1.7 [ВВ] Определяем изгибающий момент на опоре от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0,5 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0,027 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,1 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,038 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0,5 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0,027 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,086 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,033 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.1.8 [ВВ] Нормальные напряжения на опоре во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 99,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,033}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,194}{1,035} \cdot 10 = 122,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,027}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,073}{1,035} \cdot 10 = 99,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Согласовано					
Исполн. №					
Подпись и дата					
Изм. № полки					

						Расчёт по несущей способности	Лист
							31
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

2.1.13 [BB] Определяем изгибающий момент в пролёте от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xh} = 0 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,08 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,031 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xh} = 0 \cdot 0,599 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{xl} = 0,047 \cdot 0,599 \cdot 0,8^2 = 0,018 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.1.14 [BB] Нормальные напряжения в пролёте во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 40,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,015}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 34,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 40,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 40,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,015}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 34,5 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,018}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,194}{0,727} \cdot 10 = 40,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,073}{0,727} \cdot 10 = 1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.1.15 [BB] Нормативная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра определяется по формуле:

$$w_{н \text{ м.п.}} = \frac{w_{р \text{ м.п.}}}{\gamma_f}, \text{ кН/м}$$

$$w_{н} = \frac{1,098}{1,4} = 0,784 \text{ кН/м}$$

2.1.16 [BB] Расчет прогиба профиля:

Согласовано					
Изм. №	Подпись и дата	Взам. Инв. №	№		
Изм. №	Подпись и дата	Взам. Инв. №	№		

						Расчёт по несущей способности	Лист 33
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_H \cdot l^4}{I_x \cdot E \cdot 10} - \frac{M_1 + M_2}{16 \cdot I_x \cdot E \cdot 1.4} \cdot l^2 \cdot 10 < \frac{l}{200}, \text{ см}$$

где: l – длина пролета, см

M_1, M_2 – момент слева и справа от пролета, кН·см.

$$f_{l1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{7}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1.4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,16 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{7 + 7}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1.4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,01 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l3} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{7}{16 \cdot 0,634 \cdot 210000 \cdot 1.4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,16 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f = k \cdot \frac{w_H \cdot l^4}{I_x \cdot E \cdot 10} < \frac{l}{200}, \text{ см}$$

где: k – коэффициент, полученный методом конечных элементов

l – длина пролета, см

$$f_{a1} = 0,05093 \cdot \frac{0,784 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,02 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

$$f_{l1} = 0,00326 \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,08 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l2} = 0,00228 \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,05 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{l3} = 0,00326 \cdot \frac{0,784 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,08 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{a2} = 0,05093 \cdot \frac{0,784 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,02 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

2.1.17 [ВВ] Нормативная погонная нагрузка от положительного давления ветра определяется по формуле:

$$w_H = \frac{0,599}{1,4} = 0,428 \text{ кН/м}$$

2.1.18 [ВВ] Расчет прогиба профиля:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,428 \cdot 80^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{3,8}{16 \cdot 1,253 \cdot 210000 \cdot 1.4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,05 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

Согласовано				
Изм. №	подл.	Дата	Взам. Инв. №	
Изм. №	подл.	Дата	Изм. №	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

34

$$\sigma_a = \frac{0,03}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,088}{0,727} \cdot 10 = 64,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,036}{0,471} \cdot 1000 + \frac{0,235}{0,727} \cdot 10 = 79,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.8 [ВВГ] Расчётная погонная нагрузка от положительного давления ветра:

$$q_{вр \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot w_{р \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot 0,599 = 0,359 \text{ кН/м}$$

где: $w_{р \text{ м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.6 [ВВ]).

2.2.9 [ВВГ] Определяем изгибающий момент на опоре от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0,5 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0,016 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,1 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,023 \text{ кН·м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0,5 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0,016 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,086 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,02 \text{ кН·м}$$

2.2.10 [ВВГ] Нормальные напряжения на опоре во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 59,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_a = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 59,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_l = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.11 [ВВГ] Расчётная погонная нагрузка от отрицательного давления ветра:

$$q_{вр \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot w_{р \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot 1,098 = 0,659 \text{ кН/м}$$

где: $w_{р \text{ м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.3 [ВВ]).

2.2.12 [ВВГ] Определяем изгибающий момент в пролёте от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,659 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,08 \cdot 0,659 \cdot 0,8^2 = 0,034 \text{ кН·м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,659 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,047 \cdot 0,659 \cdot 0,8^2 = 0,02 \text{ кН·м}$$

Согласовано				
Изм. № подл.	Полное и дата	Взам. Инв. №		

						Расчёт по несущей способности	Лист 36
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

2.2.13 [ВВГ] Нормальные напряжения в пролёте во внутреннем сечении направляющей (вертикальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 60,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\sigma_{a1} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l1} = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l2} = \frac{0,016}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 60,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{l3} = \frac{0,02}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,235}{1,035} \cdot 10 = 75,3 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a2} = \frac{0}{0,274} \cdot 1000 + \frac{0,088}{1,035} \cdot 10 = 0,9 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

2.2.14 [ВВГ] Расчётная погонная нагрузка от положительного давления ветра:

$$q_{вр \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot w_{р \text{ м.п.}} = 0,6 \cdot 0,599 = 0,359 \text{ кН/м}$$

где: $w_{р \text{ м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.6 [ВВ]).

2.2.15 [ВВГ] Определяем изгибающий момент в пролёте от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,08 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,018 \text{ кН·м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$M_{xa} = 0 \cdot 0,359 \cdot 0,3^2 = 0 \text{ кН·м}$$

$$M_{xl} = 0,047 \cdot 0,359 \cdot 0,8^2 = 0,011 \text{ кН·м}$$

2.2.16 [ВВГ] Нормальные напряжения в пролёте во внешнем сечении направляющей (горизонтальная полка):

Проверка по справочнику проектировщика

Согласовано				
Изм. №	№ полки	Полка и дата	Взам. Инв. №	

						Расчёт по несущей способности	Лист 37
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата		

$$f_{l3} = 0,00326 \cdot \frac{0,47 \cdot 80^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,05 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

$$f_{a2} = 0,05093 \cdot \frac{0,47 \cdot 30^4}{0,634 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

2.2.19 [ВВГ] Нормативная погонная нагрузка от положительного давления ветра:

$$q_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot w_{\text{н м.п.}} = 0,6 \cdot 0,428 = 0,257 \text{ кН/м}$$

где: $w_{\text{н м.п.}}$ – нагрузка от давления ветра при сочетании Вес+Ветер, кН/м (см. пункт 2.1.17 [ВВ]).

2.2.20 [ВВГ] Расчет прогиба профиля:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} - \frac{2,3}{16 \cdot 1,253 \cdot 210000 \cdot 1,4} \cdot 80^2 \cdot 10 = 0,03 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$f_a = 0,05093 \cdot \frac{0,257 \cdot 30^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} = 0 \leq \frac{30}{200} = 0,3 \text{ см}$$

$$f_l = 0,00326 \cdot \frac{0,257 \cdot 80^4}{1,253 \cdot 210000 \cdot 10} = 0,01 \leq \frac{80}{200} = 0,4 \text{ см}$$

Вывод: Направляющая ГО–60х40х1,2 (короткой полкой к кронштейну) отвечает требованиям прочности.

3. Расчет реакций, передающихся на кронштейны:

3.1. Расчет реакций при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]):

3.1.1 [ВВ] Реакции от вертикальной нагрузки:

$$N_z = P_z \text{ м.п.} \cdot L_z / \text{пк}, \text{ кН}$$

где: P_z м.п. – вертикальная нагрузка на вертикальный профиль, кН/м

L_z – длина вертикального профиля, м;

пк – количество несущих кронштейнов.

$$N_z = P_z \text{ м.п.} \cdot L_z / 4 = 0,242 \cdot 3 / 4 = 0,182 \text{ кН}$$

3.1.2 [ВВ] Реакции от горизонтальной нагрузки:

Для кронштейна между пролетом и консолью вертикального профиля:

$$N_y = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l + a), \text{ кН}$$

Для кронштейна между пролетами вертикального профиля:

$$N_y = w_p \text{ м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_i + l_{i+1}}{2}, \text{ кН}$$

где: k – коэффициент по таблицам Справочника проектировщика или по методу конечных элементов.

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{y1} = w_p \text{ м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 1,098 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,681 \text{ кН}$$

Согласовано					
Изм. №	подл.	Полное и дата	Взам. Инв. №	№	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист 39

$$N_{y2} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 1,098 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,966 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 1,098 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,966 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 1,098 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,681 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{y1} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 1,098 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,755 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 1,098 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,892 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 1,098 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,892 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 1,098 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,755 \text{ кН}$$

3.2. Расчет реакций при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]):

3.2.1 [ВВГ] Реакции от вертикальной нагрузки:

$$N_z = qz \text{ м.п.} \cdot L_z / 4 = 0,294 \cdot 3 / 4 = 0,22 \text{ кН}$$

3.2.2 [ВВГ] Реакции от горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{y1} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,659 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,409 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,659 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,58 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,659 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,58 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,659 \cdot (0,4 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,409 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{y1} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_1 + a_1) = 0,659 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,453 \text{ кН}$$

$$N_{y2} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} = 0,659 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,536 \text{ кН}$$

$$N_{y3} = \text{вр м.п.} \cdot k \cdot \frac{l_2 + l_3}{2} = 0,659 \cdot 1,016 \cdot \frac{0,8 + 0,8}{2} = 0,536 \text{ кН}$$

$$N_{y4} = \text{вр м.п.} \cdot (k \cdot l_3 + a_2) = 0,659 \cdot (0,484 \cdot 0,8 + 0,3) = 0,453 \text{ кН}$$

4. Расчет кронштейна "КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли"

Сплав: Углеродистая оцинкованная сталь

Кронштейн	A, см ²	I _x , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³	W _п , см ³	E, Мпа	R _y , Мпа
КР-С верт.	2	12,23	2,72	0,17	0,164	210000	225

4.1. Расчет кронштейна при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]).

4.1.1 [ВВ] Расчет консоли кронштейна:

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист
							40

Согласовано	
Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

$$Mz3 = 0,966 \cdot 0,03 = 0,02898 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz4 = 0,681 \cdot 0,03 = 0,02043 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Mz1 = 0,755 \cdot 0,03 = 0,02265 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz2 = 0,892 \cdot 0,03 = 0,02676 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz3 = 0,892 \cdot 0,03 = 0,02676 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Mz4 = 0,755 \cdot 0,03 = 0,02265 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

$$\sigma = \frac{Mz}{Wn} \cdot 1000 < Rn \cdot \gamma_s, \text{ МПа}$$

где: Wn – момент сопротивления пяты кронштейна, см^3

$$\sigma_1 = \frac{0,02043}{0,164} \cdot 1000 = 124,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,02898}{0,164} \cdot 1000 = 176,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,02898}{0,164} \cdot 1000 = 176,7 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,02043}{0,164} \cdot 1000 = 124,6 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Нормальные напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

$$\sigma_1 = \frac{0,02265}{0,164} \cdot 1000 = 138,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,02676}{0,164} \cdot 1000 = 163,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,02676}{0,164} \cdot 1000 = 163,2 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,02265}{0,164} \cdot 1000 = 138,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.13 [ВВ] Прогиб кронштейна от вертикальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$f = \frac{Nz \cdot e_y^3 \cdot 10}{3 \cdot E \cdot I_x} < \frac{e_y}{100}, \text{ см}$$

где: e_y – Вылет, см

$$f_z = \frac{0,182 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

Согласовано					
Изм. №	Дата	Подпись	Имя	№	
Изм. №	Дата	Подпись	Имя	№	
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

42

Проверка по методу конечных элементов

$$f_z = \frac{0,182 \cdot 22^3 \cdot 10}{3 \cdot 210000 \cdot 12,23} = 0,003 \leq \frac{22}{100} = 0,22 \text{ см}$$

4.2. Расчет кронштейна при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]).

4.2.1 [ВВГ] Расчет консоли кронштейна:

Изгибающий момент в консоли кронштейна от вертикальной нагрузки:

$$M_x = N_z \cdot e_y = 0,22 \cdot 0,22 = 0,0484 \text{ кН·м}$$

Изгибающий момент в консоли кронштейна от горизонтальной нагрузки:

$$M_{z1} = q_{z1} \cdot e_x = 0,409 \cdot 0,03 = 0,01227 \text{ кН·м}$$

$$M_{z2} = q_{z2} \cdot e_x = 0,58 \cdot 0,03 = 0,0174 \text{ кН·м}$$

$$M_{z3} = q_{z3} \cdot e_x = 0,58 \cdot 0,03 = 0,0174 \text{ кН·м}$$

$$M_{z4} = q_{z4} \cdot e_x = 0,409 \cdot 0,03 = 0,01227 \text{ кН·м}$$

Проверка по справочнику проектировщика

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma_1 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01227}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,409}{2} \cdot 10 = 92 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,0174}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,58}{2} \cdot 10 = 123 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,0174}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,58}{2} \cdot 10 = 123 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01227}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,409}{2} \cdot 10 = 92 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

Напряжения в консоли кронштейна:

$$\sigma_1 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01359}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,453}{2} \cdot 10 = 100 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01608}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,536}{2} \cdot 10 = 115,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01608}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,536}{2} \cdot 10 = 115,1 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{0,0484}{2,72} \cdot 1000 + \frac{0,01359}{0,17} \cdot 1000 + \frac{0,453}{2} \cdot 10 = 100 \leq 225 \cdot 1, \text{ МПа}$$

4.2.2 [ВВГ] Расчет напряжения в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Изгибающий момент в пяте кронштейна по краю шляпки анкера:

Проверка по справочнику проектировщика

$$M_{z1} = 0,409 \cdot 0,03 = 0,01227 \text{ кН·м}$$

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Согласовано	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

43

5. Расчет соединения кронштейна с профилем

Тип крепления: Заклепка вытяжная диаметром 4мм А2/А2.

Количество соединений в креплении: 2 шт.

5.1. Расчет при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ])

5.1.1 [ВВ] Расчет на срез от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_z)^2 + (N_y)^2}}{n_z} \cdot \gamma_m \leq N_{nrs}, \text{ кН}$$

где: N_z – вертикальная нагрузка на соединение, кН

N_y – вертикальная нагрузка на соединение, кН

n_z – количество заклепок, шт

γ_m – коэффициент надёжности соединения

N_{nrs} – расчётное усилие на срез, кН

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_{s1} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,681^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,441 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s2} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,966^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,614 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s3} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,966^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,614 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s4} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,681^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,441 \leq 2,7 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$N_{s1} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,755^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,485 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s2} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,892^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,569 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s3} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,892^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,569 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s4} = \frac{\sqrt{0,182^2 + 0,755^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,485 \leq 2,7 \text{ кН}$$

5.1.2 [ВВ] Расчет на смятие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$\frac{\sqrt{(N_z)^2 + (N_y)^2}}{n_z \cdot d \cdot t} \cdot 1000 \leq R_{gr}, \text{ МПа}$$

где: d – диаметр отверстия для заклёпки (самореза), мм

t – толщина стенки направляющей, мм

R_{gr} – расчётное сопротивление смятию элементов, соединяемых заклёпками, МПа

Изм. №	Изм. № подл.	Полное и дата	Взам. Инв. №	Инв. №	Согласовано

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист 45

$$N_{s3} = \frac{\sqrt{0,22^2 + 0,536^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,362 \leq 2,7 \text{ кН}$$

$$N_{s4} = \frac{\sqrt{0,22^2 + 0,453^2}}{2} \cdot 1,25 = 0,315 \leq 2,7 \text{ кН}$$

5.2.2 [ВВГ] Расчет на смятие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

Проверка по справочнику проектировщика

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,409^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 48,4 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,58^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 64,6 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,58^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 64,6 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,409^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 48,4 \leq 295 \text{ МПа}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,453^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 52,5 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,536^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 60,4 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,536^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 60,4 \leq 295 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sqrt{0,22^2 + 0,453^2}}{2 \cdot 4 \cdot 1,2} \cdot 1000 = 52,5 \leq 295 \text{ МПа}$$

Вывод: Соединение кронштейна с профилем отвечает требованиям прочности.

6. Расчет прочности крепления кронштейна "КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли" к конструкциям здания

Крепление в железобетон на один анкер в верхнее отверстие. Расчетное усилие анкера на вырыв: 2,9 кН (пластиковый анкер-дюбель).

6.1. Вырывающее усилие анкера при сочетании Вес + Ветер (далее [ВВ]):

Проверка по справочнику проектировщика

$$N_a = \frac{M_x}{b_z} + N_y \cdot \frac{e_b}{e_a}, \text{ кН}$$

где: b_z – опорное плечо анкера по оси Z, м

e_b – плечо ветровой нагрузки по оси X, м

e_a – плечо анкера по оси X, м

Согласовано					
Взам. Инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист
							47

$$Na1 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,681 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,14 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,966 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,81 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,966 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,81 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,681 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,14 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Na1 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,755 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,31 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,892 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,63 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,892 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,63 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,04004}{0,075} + 0,755 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,31 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Ось анкера находится выше оси ветровой нагрузки, поэтому необходимо проводить проверку вырыва анкера для случая когда момент от ветровой нагрузки относительно точки анкерования превышает момент от веса (опрокидывание кронштейна)

6.1.1 [ВВ] Вырывающее усилие анкера при опрокидывании:

Проверка по справочнику проектировщика

$$Na = \frac{Ny \cdot (ez + az) - Mx}{az} + Ny \cdot \frac{e\beta - ea}{ea}, \text{ кН}$$

где: ez – расстояние от оси ветровой нагрузки до оси анкера по оси z, м

az – расстояние от верхнего края кронштейна до оси анкера по оси z, м

$$Na1 = \frac{0,681 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,681 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 0, \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,966 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,966 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 2,5, \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,966 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,966 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 2,5, \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,681 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,681 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 0, \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Na1 = \frac{0,755 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,755 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 0, \text{ кН}$$

Согласовано					
Изм. № подл.	Полное и дата	Взам. Инв. №	№		

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист 48

$$Na2 = \frac{0,892 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,892 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 2,11, \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,892 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,892 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 2,11, \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,755 \cdot (0,045 + 0,015) - 0,04004}{0,015} + 0,755 \cdot \frac{0,04 - 0,017}{0,017} = 0, \text{ кН}$$

6.2. Вырывающее усилие анкера при сочетании Вес + Ветер + Гололёд (далее [ВВГ]):

Проверка по справочнику проектировщика

$$Na1 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,409 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,61 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,58 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,01 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,58 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 2,01 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,409 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,61 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Проверка по методу конечных элементов

$$Na1 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,453 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,71 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na2 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,536 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,91 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na3 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,536 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,91 \leq 2,9 \text{ кН}$$

$$Na4 = \frac{0,0484}{0,075} + 0,453 \cdot \frac{0,04}{0,017} = 1,71 \leq 2,9 \text{ кН}$$

Ось анкера находится выше оси ветровой нагрузки, поэтому необходимо проводить проверку вырыва анкера для случая когда момент от ветровой нагрузки относительно точки анкерования превышает момент от веса (опрокидывание кронштейна)

6.2.1 [ВВГ] Вырывающее усилие анкера при опрокидывании:

Проверка по справочнику проектировщика

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$$0,409 \cdot 0,045 = 0,0184 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 1 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$$0,58 \cdot 0,045 = 0,0261 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 2 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$$0,58 \cdot 0,045 = 0,0261 < 0,0484, \text{ проверка для позиции 3 не требуется.}$$

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

Согласовано			

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инж. №	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

49

$0,409 \cdot 0,045 = 0,0184 < 0,0484$, проверка для позиции 4 не требуется.

Проверка по методу конечных элементов

Момент от ветровой нагрузки для позиции 1 меньше момента от веса:

$0,453 \cdot 0,045 = 0,02038 < 0,0484$, проверка для позиции 1 не требуется.

Момент от ветровой нагрузки для позиции 2 меньше момента от веса:

$0,536 \cdot 0,045 = 0,02412 < 0,0484$, проверка для позиции 2 не требуется.

Момент от ветровой нагрузки для позиции 3 меньше момента от веса:

$0,536 \cdot 0,045 = 0,02412 < 0,0484$, проверка для позиции 3 не требуется.

Момент от ветровой нагрузки для позиции 4 меньше момента от веса:

$0,453 \cdot 0,045 = 0,02038 < 0,0484$, проверка для позиции 4 не требуется.

Вывод: Крепление кронштейна КР-С с вертикально ориентированной плоскостью консоли в железобетон на один анкер в верхнее отверстие отвечает требованиям прочности.

Согласовано					

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №			

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Расчёт по несущей способности

Лист

50

Сводная таблица расчётных монтажных схем

Высота, м (шаг направляющих, м)	Элемент	Ветровая зона	Напряжения, МПа	Вырывающее усилие анкера, кН	Прогиб, см	Прочность обеспечена
1) 3 м трехпролетная балка ГО-60x40x1,2_4КР-С[П16] 0,3 0,8+0,8+0,8 0,3.						
40 (0,6)	ГО-60x40x1,2 (короткой полкой к кронштейну)	Рядовая	$140,6 \leq 225$		$0,09 \leq 0,4$	Да
	КР-С верт.		$110,4 \leq 225$	$1,77 \leq 2,9$	$0,003 \leq 0,22$	
2) 3 м трехпролетная балка ГО-60x40x1,2_4КР-С[П16] 0,3 0,8+0,8+0,8 0,3.						
40 (0,6)	ГО-60x40x1,2 (короткой полкой к кронштейну)	Угловая	$206,3 \leq 225$		$0,16 \leq 0,4$	Да
	КР-С верт.		$190 \leq 225$	$2,81 \leq 2,9$	$0,003 \leq 0,22$	

Примечания:

1. Несимметричные вертикальные направляющие должны крепиться к кронштейну фасадной полкой в сторону анкера

Условные обозначения кронштейнов:

[16] - Крепление на один анкер в верхнее отверстие

[↑] - кронштейн с вертикально ориентированной плоскостью консоли

Согласовано					
Изм. № подл.					
Подпись и дата					
Взам. Инв. №					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Расчёт по несущей способности	Лист
							51

Испытательная лаборатория

ПАРТНЕР

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
«ПАРТНЕР»**

Свидетельство о признании компетентности испытательной лаборатории

№ ФЦС RU.V1447.22ИЛ17

Срок действия с 07.05.2019 по 06.05.2022

196191, Санкт-Петербург, ул. Варшавская, дом №51, корпус 1, Лит
А, пом. 16Н тел:(812) 612-42-20

Всего листов 5

Лист 1

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель ИЛ «Партнер»

_____ Катасонов А.Д.

ПРОТОКОЛ
испытаний анкерных креплений
продольной нагрузкой
(с использованием анкерных дюбелей ТМ **ПАРТНЕР** РТ 10х100 МГ в
железобетонной панели (со слов заказчика))

№ 5173 от «19» Января 2022 г.

Протокол № 5173 от «19» Января 2022 г.		Всего листов 5
		Лист 2
Дата проведения испытаний	19 Января 2022 г.	
Заказчик испытаний	ООО «Альт-Фасад СПб».	
Несущее основание	Железобетонная панель (со слов заказчика).	
Тип объекта	Многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной парковкой.	
Адрес объекта	Ленинградская область, Гатчинский муниципальный район, Гатчинское городское поселение г. Гатчина, Пушкинское шоссе, земельный участок №1	
Температура воздуха	-1°С.	
Определяемые показатели	Допускаемая нагрузка на анкерное крепление.	
Методика испытаний	СТО 44416204-010-2010 «Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натуральных испытаний», ФГУ ФЦС.	
Испытываемые анкерные изделия	Анкерные дюбели ТМ ПАРТНЕР РТ 10x80 МГ. Техническое свидетельство № 6120-20 выдано 25 Октября 2020.	
Производитель	ООО «ПАРТНЕР ИНТ» (Россия.)	
Испытательное оборудование	Измеритель адгезии «ПСО-30 МГ4» (силовозбудитель). Заводской №1100. Свидетельство о поверке №28194/2020 от «10» Июля 2020 г.	
Вспомогательное оборудование	Перфоратор аккумуляторный ТМ BOSCH GBH 36 V-LI. Гайковерт ТМ BOSCH GDS 18V-LIHT Бур ТМ BOSCH SDS + S4L 10 x150/210. Молоток.	

Общие сведения

Для определения несущей способности фасадных дюбелей ТМ **ПАРТНЕР** РТ 10x80 MG (Рис.1) в железобетонной панели (со слов заказчика) были установлены и вытянуты 15 анкеров. (Рис.2). Расположение контрольных участков: в осях, указанных заказчиком. Визуальная оценка строительного основания – удовлетворительная.

Доделок или ремонта нет.



Рис.1 Анкерные дюбели ТМ **ПАРТНЕР** РТ 10x80MG.



Рис.2 Анкерные дюбели ТМ **ПАРТНЕР** РТ 10x80 MG в железобетонной панели (со слов заказчика).



Рис.3 Строительство многоквартирного жилого дома.

Установка анкеров проводилась испытательной лабораторией в соответствии с требованиями производителя.

Параметры установки:

- расстояние между креплениями –250÷300 мм;
- диаметр отверстий - 10 мм;
- глубина отверстия - 70 мм;
- глубина заделки в материал основания- 60 мм.

Результаты испытаний анкерного крепления.

При испытаниях отмечено два типа разрушения анкерных креплений – вырыв анкера из материала основания и разрушение материала основания. Кривые зависимости деформаций от испытательной нагрузки на графиках (Приложение 1) имеют неуклонный рост, поэтому в качестве единичных результатов испытаний приняты максимальные значения разрушающего усилия. Единичные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Значение единичного результата, в кН	15,90	19,62	20,07	20,37	19,18	20,89	20,03	20,39	20,12	15,97	20,47	20,09	21,27	20,19	21,10

Статистическая обработка результатов испытаний

Значение единичного результата, в кН, (по возрастанию)	Проверка принадлежности наибольшего и наименьшего результатов в серии испытаний по критерию 3S показала их принадлежность к выборке	
15,90	Статистические величины	
15,97		
19,18	Среднее арифметическое N, кН	19,71
19,62		
20,03		
20,07	Среднеквадратическое отклонение S, кН	1,62
20,09		
20,12		
20,19	Коэффициент вариации v,%	8,23
20,37		
20,39		
20,47	Коэффициент, зависящий от заданной обеспеченности и числа испытаний, t	2,329
20,89		
21,10		
21,10		
21,27		

Расчетное сопротивление анкерного крепления

Расчетное сопротивление анкерного крепления испытательной нагрузке:

$$R = \frac{N(1-tv)}{m} = 3,19 \text{ кН}$$

Где: $m=5$ - коэффициент надежности по материалу анкерные и тарельчатые дюбели.

Допускаемая вытягивающая нагрузка

В качестве допускаемой вытягивающей нагрузки, согласно пункту 8.6 методики СТО 44416204-010-2010(*коэффициент условий работы принимают равным 1,0, если испытываемые анкерные крепления устанавливались монтажной организацией, или 1,1, если крепления устанавливались испытательной лабораторией, но может уточняться проектной организацией с учетом конкретных условий), рекомендуем принять значение расчетного сопротивления анкерного крепления: **R= 2,90 кН.**

Испытания и фиксация результатов проведены под наблюдением представителей заказчика:

Испытатель ИЛ «ПАРТНЕР» _____ Костромин Д.В.

Испытатель ИЛ «ПАРТНЕР» _____ Бойков Е.А.

Руководитель ИЛ «ПАРТНЕР» _____ Катасонов А.Д.