

Профильные СИСТЕМЫ

ALUTECH ALT 150 KM

Система навесного
фасада с вентилируемым
воздушным зазором





ALUTECH ALT 150 KM

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

ОГЛАВЛЕНИЕ

- 01 Описание системы
- 02 Спецификация применяемых изделий и материалов
- 03 Узлы сопряжений
- 04 Узлы примыканий
- 05 Схемы крепления утеплителя
- 06 Схема крепления противопожарных отсеков
- 07 Нагрузки
- 08 Расчетные схемы и статические расчеты

01

02

03

04

05

06

07

09



ALUTECH ALT 150 KG

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Система навесного фасада с вентилируемым воздушным зазором ALT150 по основным принципиальным свойствам является классическим вариантом наружной многослойной ограждающей конструкции с разделенными функциями.

Общий вид подконструкции представлен на л. 01.03. В системе ALT150KM используется направляющая АУРС.150.0101.

Конструктивной особенностью кронштейнов является наличие профильного паза для установки (при необходимости) доборного кронштейна. Это связано с проблемой невысокой несущей способности дюбельного крепления в ячеистом бетоне, который применяется достаточно широко. Доборный кронштейн устанавливается в случае необходимости повышения несущей способности узла крепления за счет установки дополнительного дюбельного крепления. При этом несущая способность повышается как за счет увеличения количества дюбелей, так и за счет более симметричной передачи нагрузки на дюбели. Доборный кронштейн может устанавливаться как заранее на основной кронштейн, так и в процессе монтажа. (Последний вариант может применяться и на прочных основаниях в случае «неудачной» постановки основного дюбеля - провал или значительный эксцентриситет.)

Информация о работе парных дюбелей в ячеистом бетоне в каталогах фирм-производителей практически отсутствует и, как правило, по аналогии с крепежом распорного типа в обычных бетонах ограничивается фразой «не рекомендуется». На стенах из ячеистых бетонов наилучшим образом работают «безраспорные» дюбели, примером которых могут служить дюбели фирмы EJOT типа SDP. При испытаниях парных дюбелей (база-60мм) в ячеистых бетонах случаев появления трещин в зоне дюбелей в момент установки и после вырыва не происходило, а несущая способность увеличивалась практически в два раза. Наиболее удобным способом монтажа дюбелей является "сквозной" монтаж, при котором дюбельная втулка устанавливается через отверстия в кронштейнах. При этом пластиковая втулка дюбеля с буртиком изолирует стальной винт от алюминиевых изделий. Конструктивной особенностью направляющей АУРС.150.0101 является наличие «бульбы», повышающей эффективность использования сечения по прочности (более подробно см. л. 08.17), а также служащей профильным выступом для зацепления с регулировочным элементом, что обеспечивает компенсацию температурных и усадочных деформаций и повышает надежность соединений.

Для удобства монтажа направляющей на регулировочном зацепе, примыкающем к анкерному кронштейну, возможна установка монтажной скобы зацепа, с помощью которой можно навешивать направляющую с зафиксированным регулировочным зацепом на анкерный кронштейн.

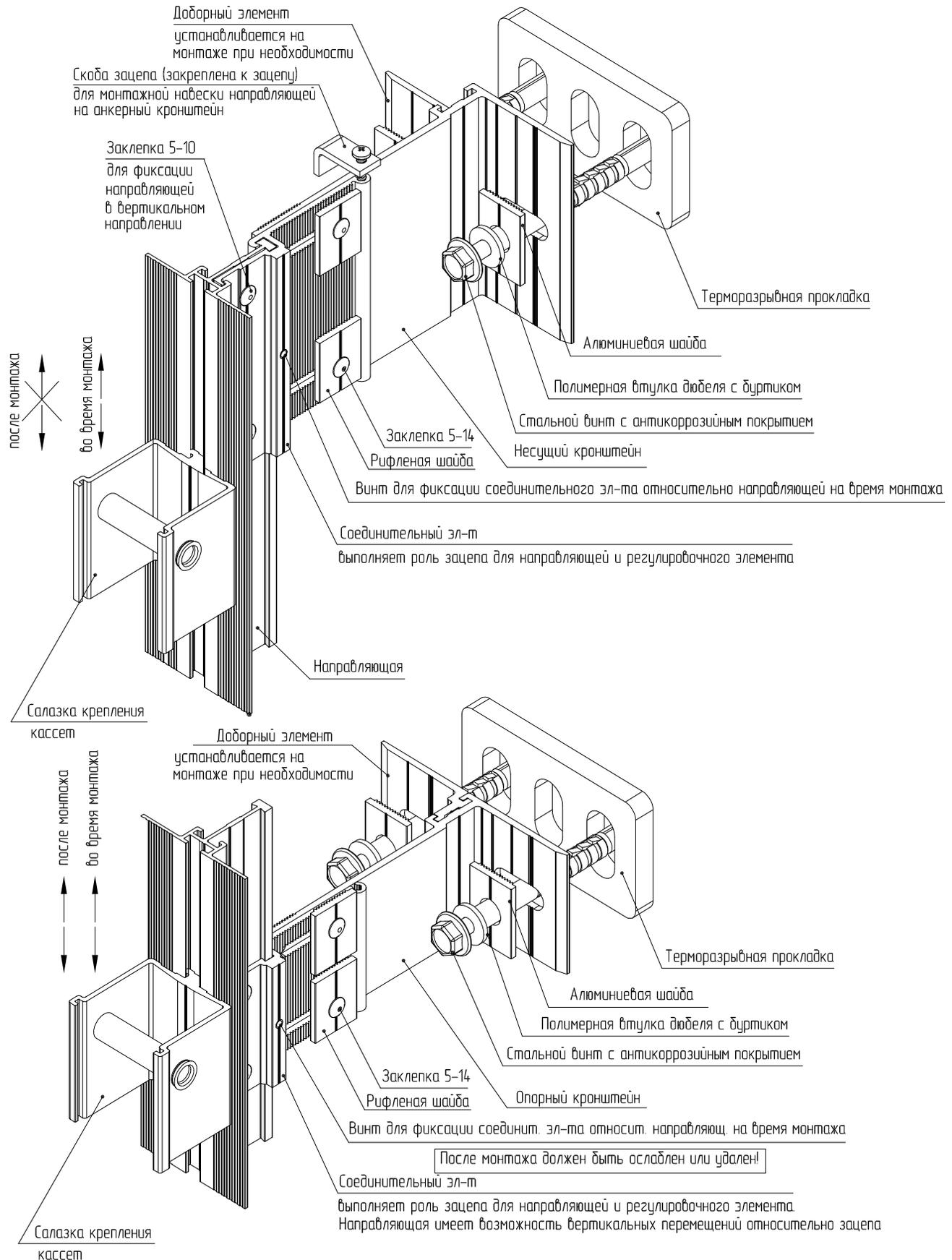
Крепление кассет выполняется с помощью крепежной салазки, устанавливаемой в профильный паз направляющей. Кассеты проушинами отбортовки навешиваются на втулки крепежной салазки. Последние фиксируются в проектом положении с помощью винтов. Горизонтальные нагрузки от ветра воспринимаются профильным зацеплением салазки с направляющей. Вертикальные нагрузки от веса кассет и гололеда воспринимаются заклепками, крепящими кассеты к полкам направляющей. При этом одна из двух заклепок устанавливается в горизонтальном овальном отверстии верхней полки кассеты для компенсации температурных перемещений облицовки в горизонтальном направлении. В вертикальном направлении температурные компенсации

обеспечиваются установкой нижней салазки крепления кассет в положении, обеспечивающем зазор в вертикальном направлении между втулкой и верхней границей выреза в отбортовке кассеты.

Комплектующие системы выбираются из перечня изделий, допущенных к применению в системах навесных вентилируемых фасадов с воздушным зазором согласно рекомендациям ФЦС и ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя России.

Разработчик системы оставляет за собой право внесения изменений, связанных с улучшением и дальнейшим развитием серии. Все материалы данной публикации принадлежат разработчику системы, запрещается их несанкционированное тиражирование.

Общий вид подконструкции с направляющей АУРС.150.0101



Геометрические характеристики сечения направляющей

Геометрические характеристики сечения			Направляющая АУРС.150.0101		Масштаб 1:1	
Площадь сечения	A	2,36 см ²	Артикул	АУРС.150.0101	Код	11800100
Теоретическая масса 1 п. м	m	0,637 кг				
Внешний периметр		26,1 см				
Момент инерции сечения	J _x	4,84 см ⁴				
Момент инерции сечения	J _y	3,18 см ⁴				
Момент сопротивления сечения	W _x	1,67 см ³				
Момент сопротивления сечения	W _y	1,06 см ³				
Радиус инерции сечения	i _x	1,43 см				
Радиус инерции сечения	i _y	1,16 см				

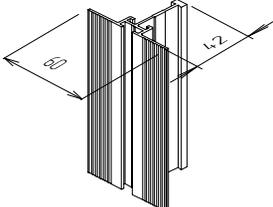
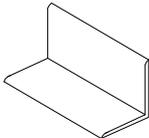


ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ: Профили

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Масса, кг/м	Длина хлыста, м	Количество в упаковке		Масса упаковки	
							шт.	п.м.	нетто, кг	брутто, кг
Профиль направляющей Универсальный. Используется при облицовке из керамогранита, панелей кассетного типа и листовых материалов		АУРС.150.0101	11800100	—	0,641	6,0	8	48	30,8	31,3
			118001806	анодированное						
Уголок прямоугольный 25x25x2 Используется как вспомогательный элемент		АУРС.120.0102	10600200	—	0,261	6,0	10	60	15,7	16,0

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Кронштейн 60x95 Преимущественно используется в качестве опорного		АУРС.150.0701	11870100	—	220	16,3	
			118701806	анод серебро матовое			
Кронштейн 60x135 Преимущественно используется в качестве опорного		АУРС.150.0701-01	11870200	—	160	15,8	
			118702806	анод серебро матовое			
Кронштейн 60x175 Преимущественно используется в качестве опорного		АУРС.150.0701-02	11870300	—	132	16,8	
			118703806	анод серебро матовое			
Кронштейн 60x215 Преимущественно используется в качестве опорного		АУРС.150.0701-03	11872300	—	100	16,3	
			118723806	анод серебро матовое			
Кронштейн 60x255 Используется в качестве опорного		АУРС.150.0701-04	11872400	—	94	17,9	
			118724806	анод серебро матовое			

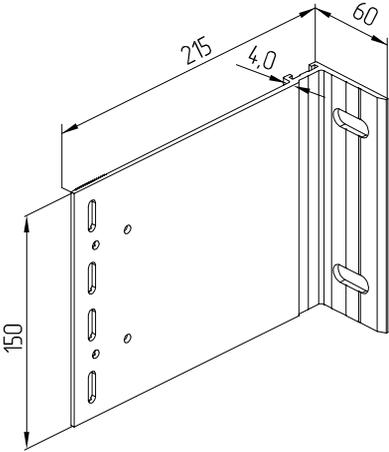
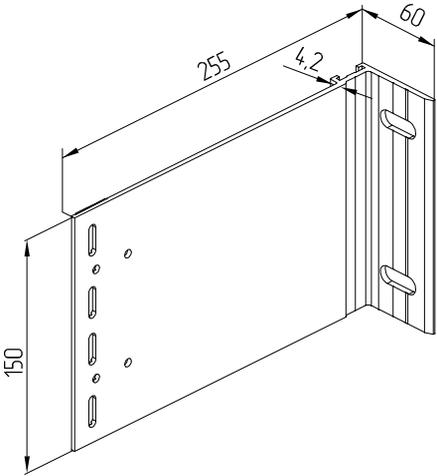
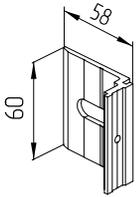
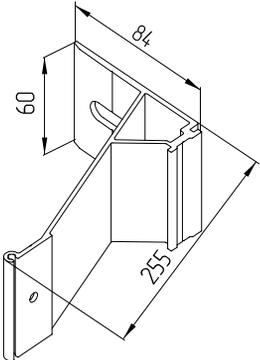
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Кронштейн 100x95 Используется в качестве несущего при шарнирно-рамной схеме крепления		АУРС.150.0702	11870400	—	84	10,5	
			118704806	анод серебро матовое			
Кронштейн 100x135 Используется в качестве несущего при шарнирно-рамной схеме крепления		АУРС.150.0702-01	11870500	—	72	12,0	
			118705006	анод серебро матовое			
Кронштейн 100x175 Используется в качестве несущего при шарнирно-рамной схеме и как опорный		АУРС.150.0702-02	11870600	—	44	9,35	
			118706806	анод серебро матовое			
Кронштейн 100x215 Используется в качестве несущего при шарнирно-рамной схеме и как опорный		АУРС.150.0702-03	11872500	—	38	10,35	
			118725806	анод серебро матовое			

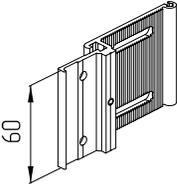
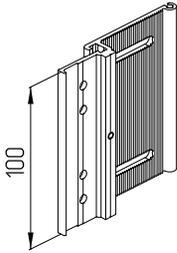
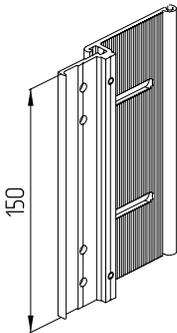
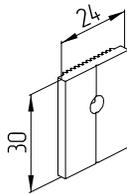
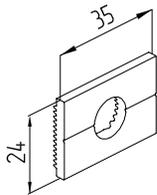
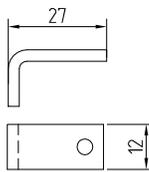
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Кронштейн 100x255 Используется в качестве несущего при шарнирно-рамной схеме при легкой облицовке и как опорный.		АУРС 150.0702-04	11872600	—	34	10,74	
			118726806	анод. серебро матовое			
Кронштейн 150x95 Используется в качестве несущего при совмещенной схеме сопряжения.		АУРС 150.0703	11870700	—	120	22,6	
			118707806	анод. серебро матовое			
Кронштейн 150x135 Используется в качестве несущего при совмещенной схеме сопряжения.		АУРС 150.0703-01	11870800	—	102	25,3	
			118708806	анод. серебро матовое			
Кронштейн 150x175 Используется в качестве несущего при совмещенной схеме сопряжения.		АУРС 150.0703-02	11870900	—	80	25,6	
			118709806	анод. серебро матовое			

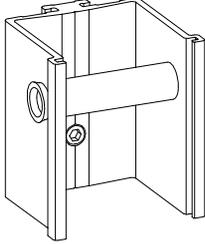
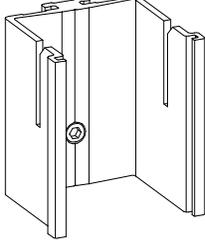
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Кронштейн 150x215 Используется в качестве несущего при совмещенной схеме сопряжения		АУРС.150.0703-03	11872700	—	58	23,7	
			118727806	анод серебро матовое			
Кронштейн 150x255 Используется в качестве несущего при совмещенной схеме сопряжения		АУРС.150.0703-04	11872800	—	52	24,7	
			118728806	анод серебро матовое			
Кронштейн дополнительный Используется со всеми кронштейнами для увеличения несущей способности		АУРС.150.0707	11871300	—	120	4,7	
			118713806	анод серебро матовое			
Кронштейн 150x175 Используется с кронштейнами с длиной полки 175, 215, 255 для обеспечения боковой устойчивости и повышения несущей способности.		АУРС.150.0707-01	11872900	—	120	4,7	
			118729806	анод серебро матовое			

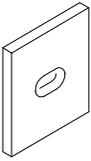
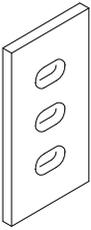
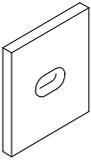
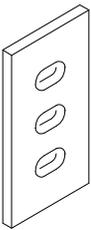
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Зацеп 60		АУРС.150.0704	11871000	—	260	14,4	
			118710806	анод. серебро матовое			
Зацеп 100		АУРС.150.0705	11871100	—	130	12,2	
			118711806	анод. серебро матовое			
Зацеп 150		АУРС.150.0706	11871200	—	130	18,6	
			118712806	анод. серебро матовое			
Шайба Используется для фиксации зацепа		АУРС.150.0708	11871400	—	1200	8,4	
			118714806	анод. серебро матовое			
Шайба Используется как шайба под бутылку дюбеля		АУРС.150.0710	11871600	—	1000	7,0	
			118716806	анод. серебро матовое			
Скоба зацепа Используется для удобства навески профиля		АУРС.150.0715	11871900	—			

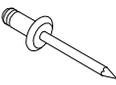
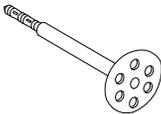
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Салазка Используется для крепления кассет на втулке		АУРС.150.0711	11871700	—	240	10,7	
			118717806	анод. серебро матовое			
Салазка Используется для крепления кассет без втулки		АУРС.150.0716	11872000	—	240	10,7	
			118720806	анод. серебро матовое			

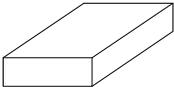
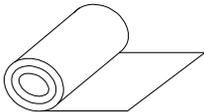
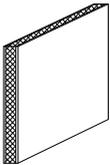
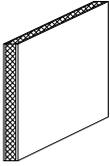
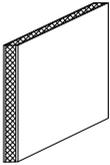
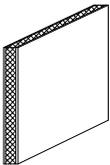
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Комплектующие изделия из пластика

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Материал	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Прокладка Пластиковый терморазрывный элемент		АУРС.150.0901	11890100	TIPPLEN K 499	770	15,4	15,7
Прокладка Пластиковый терморазрывный элемент		АУРС.150.0902	11890200	TIPPLEN K 499	460	15,2	15,5
Прокладка Паронитовый терморазрывный элемент		АУРС.150.0903	11890300	Паронит ПОН-Б5	310	9,0	9,1
Прокладка Паронитовый терморазрывный элемент		АУРС.150.0904	11890400	Паронит ПОН-Б5	185	8,1	8,2

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Крепежные изделия

Наименование	Общий вид	Назначение
SDF-KB-10x80V		Для крепления кронштейнов к бетону и плотным строительным материалам
SDF-KB-10Ux80V		Для крепления кронштейнов к бетону, плотным и пустотелым строительным материалам
SDP-KB-10Ux80V		Для крепления кронштейнов к пористому бетону (газосиликатным блокам)
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 5-10	 Тело заклепки - алюминий Al Mg 3,5% Стержень - сталь нержавеющая AISI 304	Для крепления направляющей к регулировочному зацепу
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 5-14		Для крепления регулировочного зацепа к кронштейну
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 4-8		Для крепления кляммеров к направляющей.
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 4-14		Для крепления доборного кронштейна
Заклепка вытяжная нержавеющая сталь 5-10	 Тело заклепки - сталь нержавеющая AISI 304 Стержень - сталь нержавеющая AISI 304	Для крепления направляющей к регулировочному зацепу в случаях, оговоренных проектом, а также согласно экспертному заключению для крепления эл-тов противопожарных отсеков
Заклепка вытяжная нержавеющая сталь 5-14		Для крепления регулировочного зацепа к кронштейну в случаях, оговоренных проектом, а также согласно экспертному заключению для крепления эл-тов противопожарных отсеков
Заклепка вытяжная нержавеющая сталь 4-8		Для крепления кляммеров к направляющей в случаях, оговоренных проектом, а также согласно экспертному заключению для крепления эл-тов противопожарных отсеков
Винты самонарезающие из оцинкованной стали или нержавеющей стали	 Из списка материалов, допущенных ФЦС Госстроя России к применению в системах навесных фасадов с вентилируемым зазором	Тип и длина самореза определяются проектной документацией
Дюбель тарельчатый	 Из списка материалов, допущенных ФЦС Госстроя России к применению в системах навесных фасадов с вентилируемым зазором	Для крепления утеплителя к стене. Тип и длина дюбеля определяются проектной документацией

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ. Утеплитель и облицовка

Наименование	Общий вид	Назначение	Фирма-производитель
Утеплитель		Для утепления стен, устройства отсечек, защиты крапштейнов	Из списка материалов, допущенных ФЦС Госстроя России к применению в системах навесных фасадов с вентилируемым зазором
Гидро-ветрозащитная паропроницаемая пленка		Для защиты утеплителя от увлажнения	TYVEK Housewrap, TYVEK SOFT (Du Pont Engineering Product S.A.)
Композитный материал		Для наружной облицовки фасада Для облицовки откосов фасада	Alucobond A2 nc Alcan Singen GmbH (Германия)
Композитный материал		Для наружной облицовки фасада Для облицовки откосов фасада	Alpolite/A2 MITSUBISHI CHEMICAL FUNCTIONAL PRODUCTS, Inc. (Япония)
Композитный материал		Для наружной облицовки фасада	ALCOTEK FR ООО "АЛКОТЕК" (Россия, г. Калуга)
Композитный материал		Для наружной облицовки фасада	REYNOBOND 55 FR Alcoa Architectural Products (Франция)



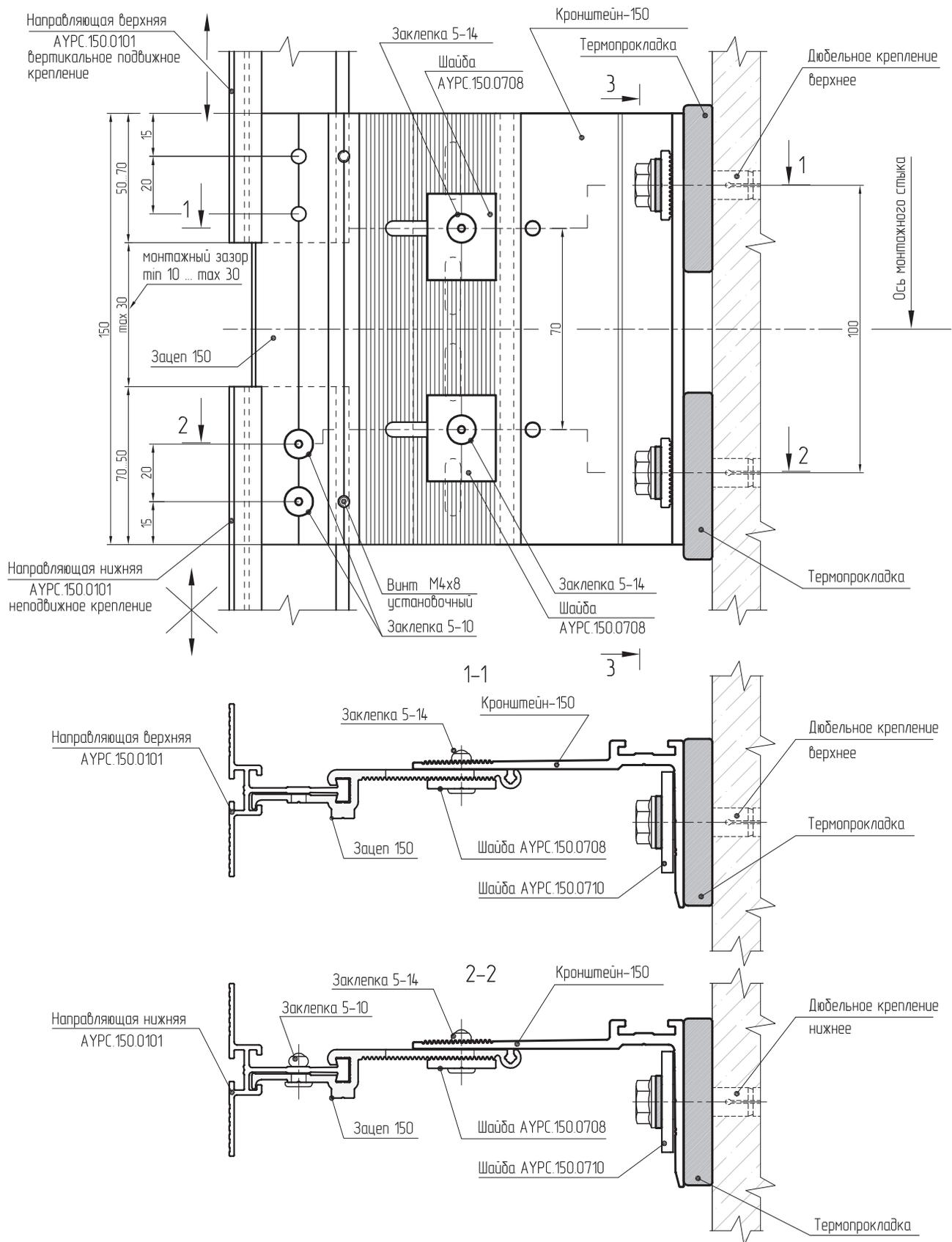
ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЙ

03

Узлы несущие совмещенные по консольно-рамной схеме сопряжения на кронштейн-150
(НСКР-150; НСКР-150Д; НСКР-150У)



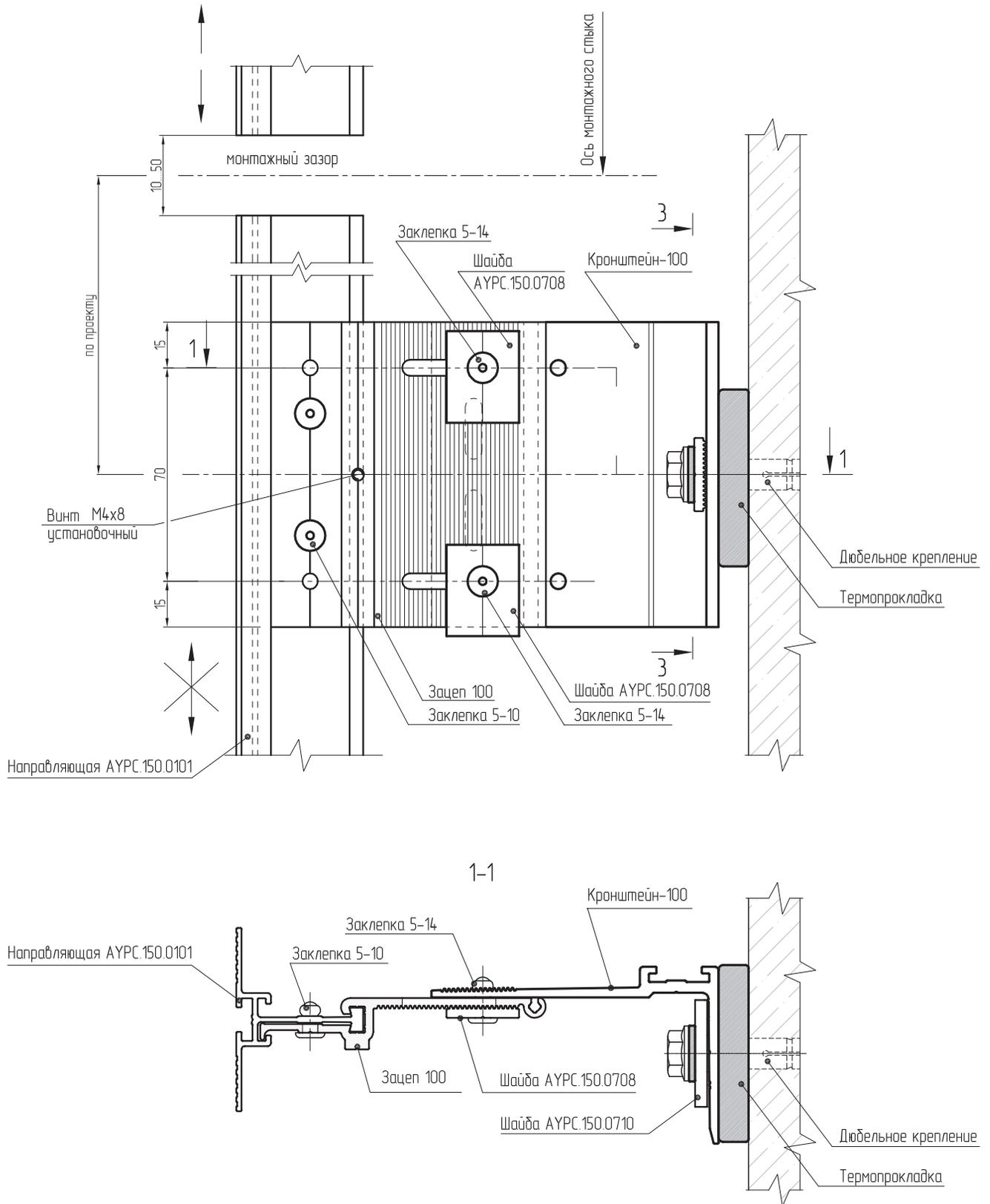
1. Разрезы 1-1 и 2-2 даны для узла НСКР-150.

2. Разрез 3-3 для узла НСКР-150 и НСКР-150Д см. на л. 03.06.

3. Разрез 3-3 для узла НСКР-150У см. на л. 03.08.

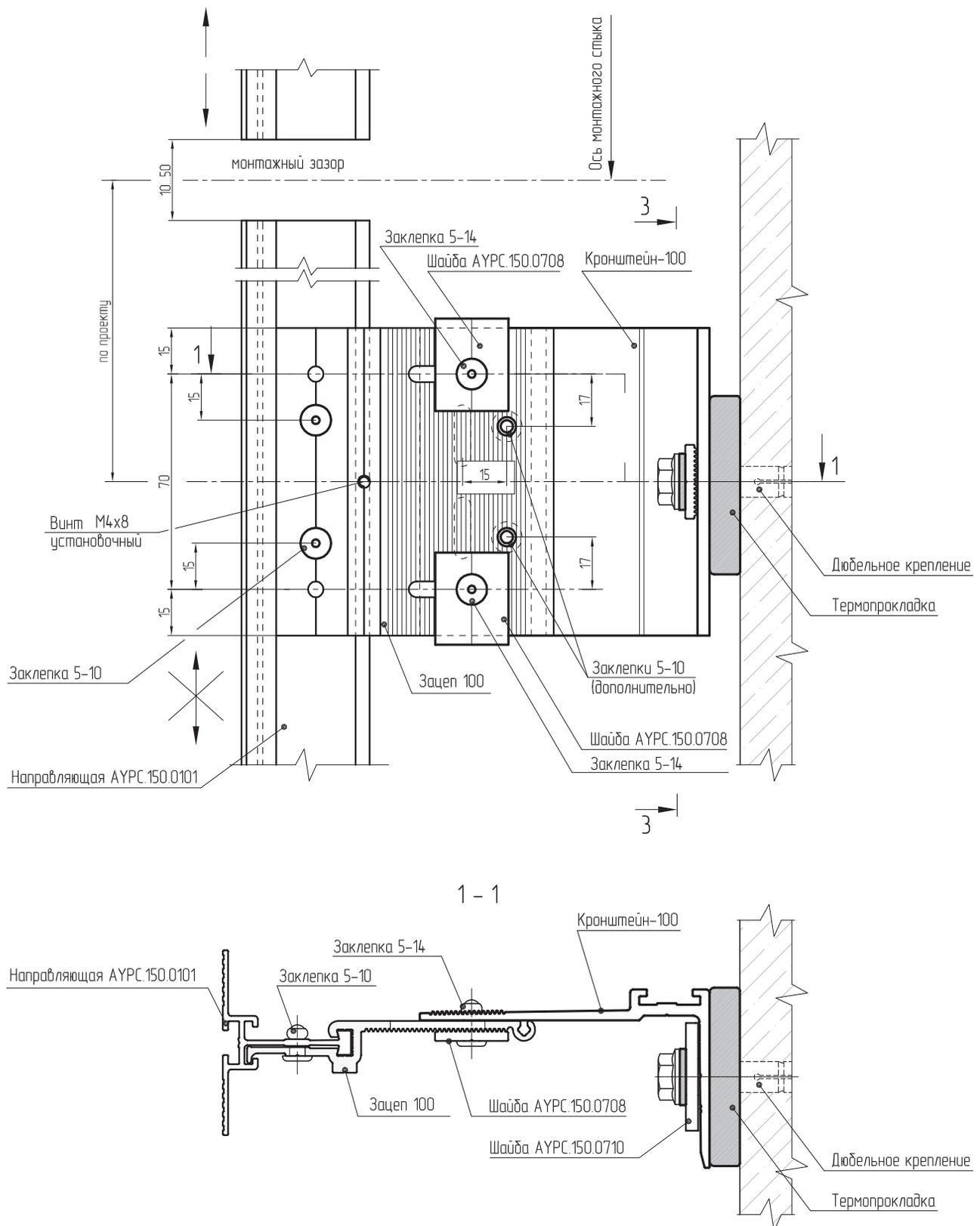
4. Расчетную схему несущего узла по консольно-рамной схеме сопряжения см. на л. 8.41.

Узлы несущие раздельные по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейн-100
(НРШР-100, НРШР-100Д, НРШР-100У)



1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР-100.
2. Разрез 3-3 для узла НРШР-100 и НРШР-100Д см. на л. 03.06.
3. Разрез 3-3 для узла НРШР-100У см. на л. 03.09.
4. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 08.36.

Узлы несущие раздельные по шарнирно-рамной схеме сопряжения усиленные на кронштейн-100
(НРШРу-100; НРШРу-100Д; НРШРу-100У)



1. Разрез 1-1 дан для узла НРШРу-100.

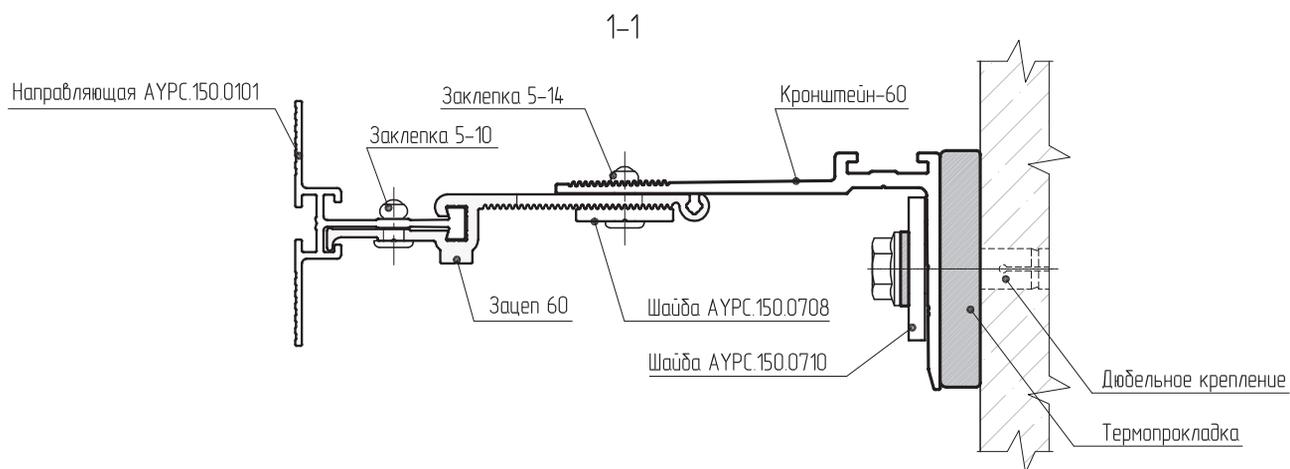
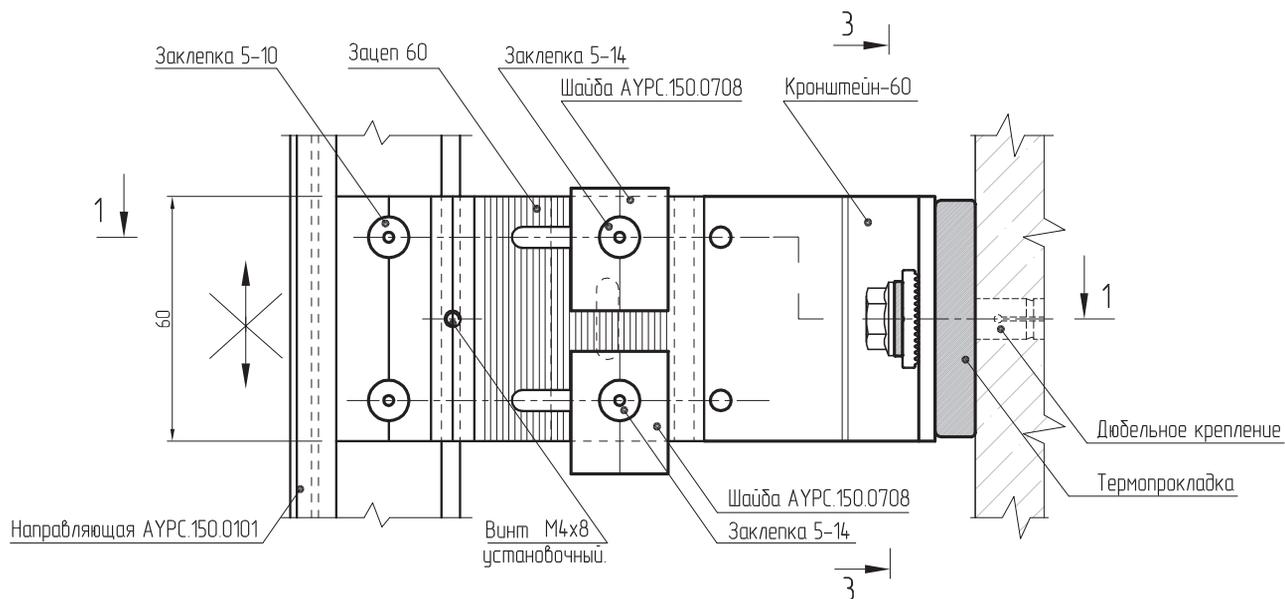
2. Разрез 3-3 для узла НРШРу-100 и НРШРу-100Д см. на л. 03.06.

3. Разрез 3-3 для узла НРШРу-100У см. на л. 03.09.

4. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 8.36.

Узлы несущие раздельные по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейне-60
(НРШР-60; НРШР-60Д; НРШР-60У)

При незначительных вертикальных нагрузках и малом отnose от стены возможно использование кронштейна-60 в качестве несущего
(на кронштейнах 60x215 и 60x255 использовать не рекомендуется)

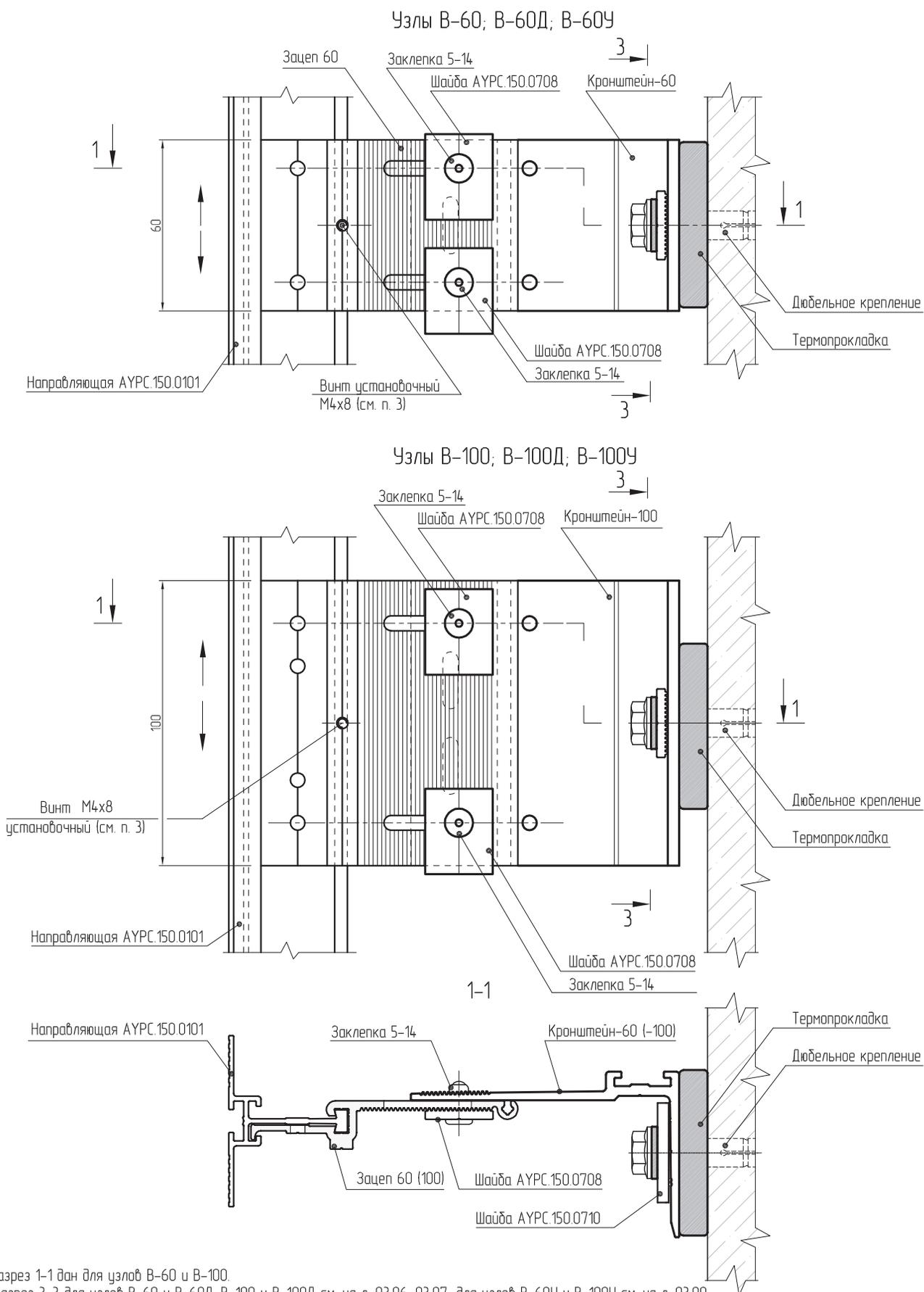


1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР-60.

2. Разрез 3-3 для узла НРШР-60 и НРШР-60Д см. на л. 03.07.

3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 08.36.

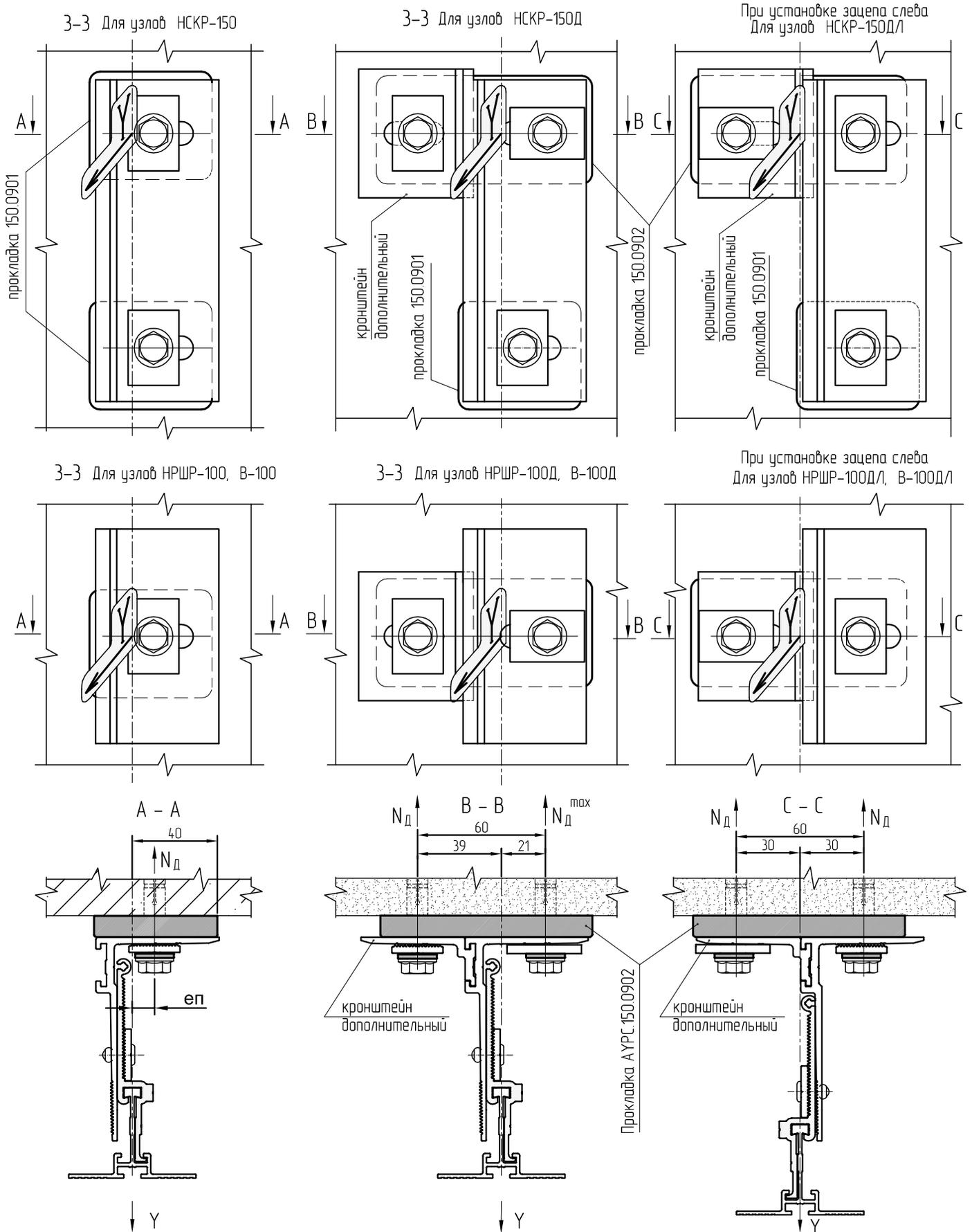
Узлы сопряжений опорные (ветровые) на кронштейнах -60 и -100 (В-60; В-60Д; В-60У; В-100; В-100Д; В-100У)



1. Разрез 1-1 дан для узлов В-60 и В-100.

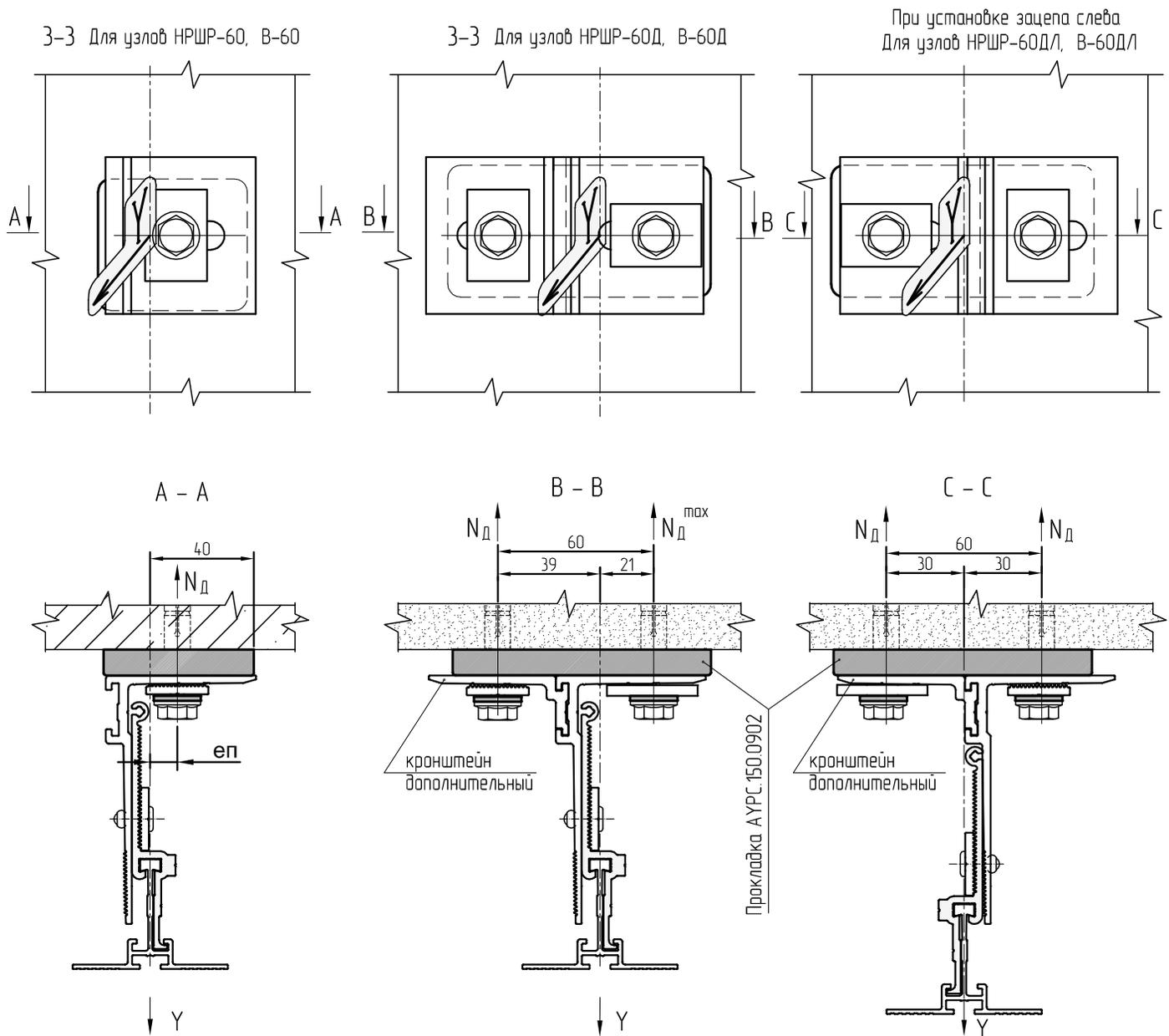
2. Разрез 3-3 для узлов В-60 и В-60Д, В-100 и В-100Д см. на л. 03.06, 03.07; для узлов В-60У и В-100У см. на л. 03.09.

3. Винт временно фиксирует зацеп в определенном монтажном положении на направляющей для удобства монтажа. После крепления зацепа к кронштейну винт обязательно ослабить или удалить для использования на следующих кронштейнах. Временное позиционирование зацепов также можно выполнять специальными съёмными многоразовыми фиксаторами.



Вырывающие усилия на единичном дюбелем крепении в зоне действия усилия Y

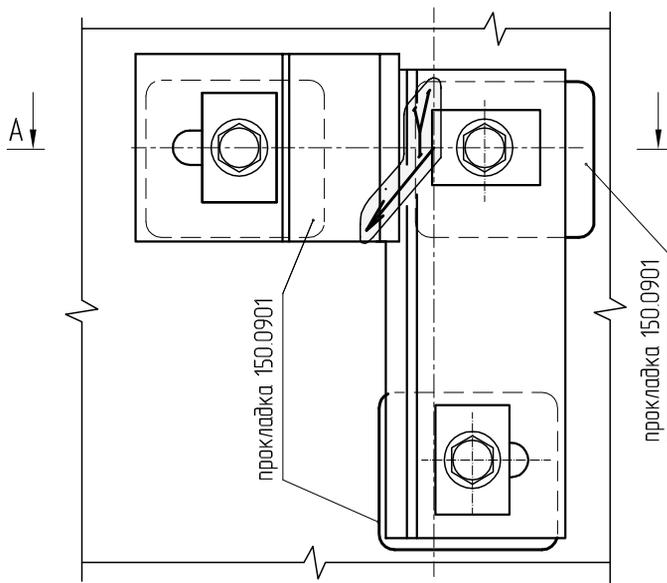
при $e_p = 10$ мм $N_D = 1,2 \cdot Y$	доборный кронштейн	основной кронштейн	доборный кронштейн	основной кронштейн
при $e_p = 25$ мм $N_D = 1,5 \cdot Y$	$N_D = 0,35 \cdot Y$	$N_D^{max} = 0,65 \cdot Y$	$N_D = 0,5 \cdot Y$	



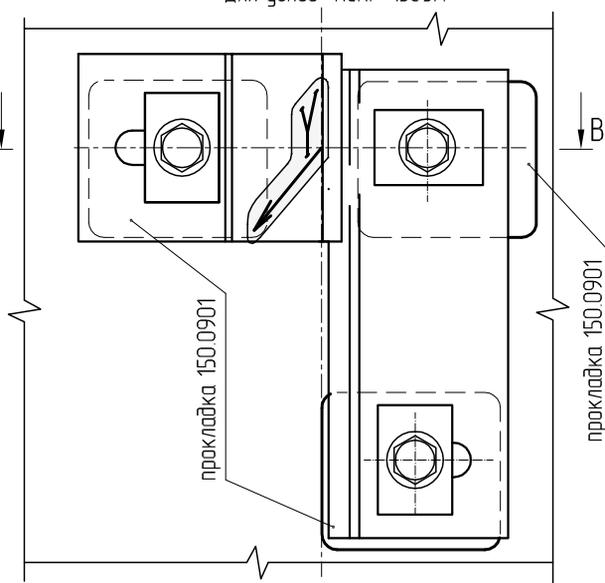
Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

при $e_p = 10$ мм $N_D = 1,2 \cdot Y$	доборный кронштейн	основной кронштейн	доборный кронштейн	основной кронштейн
при $e_p = 25$ мм $N_D = 1,5 \cdot Y$	$N_D = 0,35 \cdot Y$	$N_D^{max} = 0,65 \cdot Y$	$N_D = 0,5 \cdot Y$	

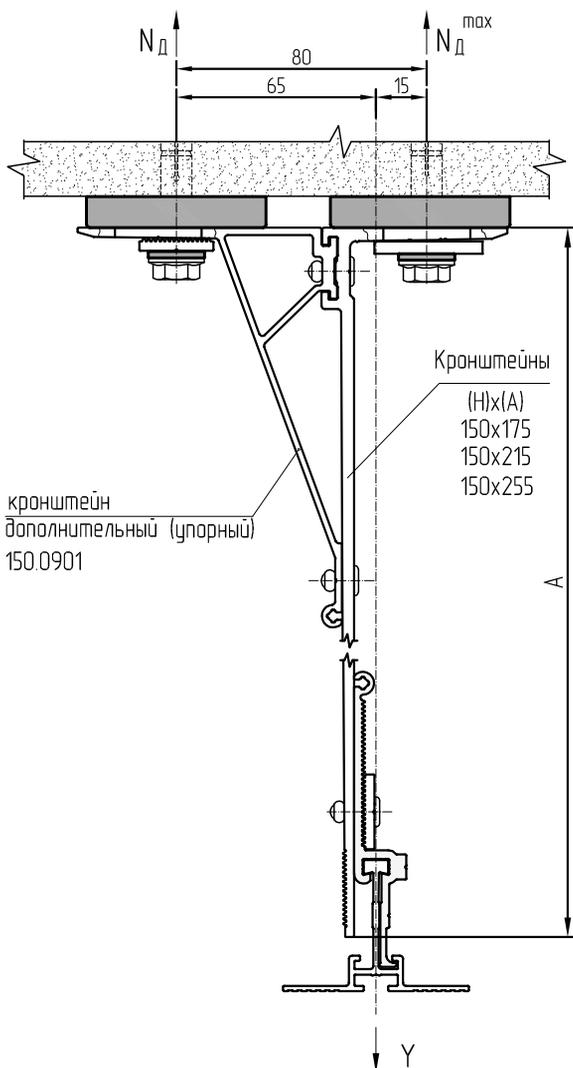
3-3 Для узлов НСКР-150У



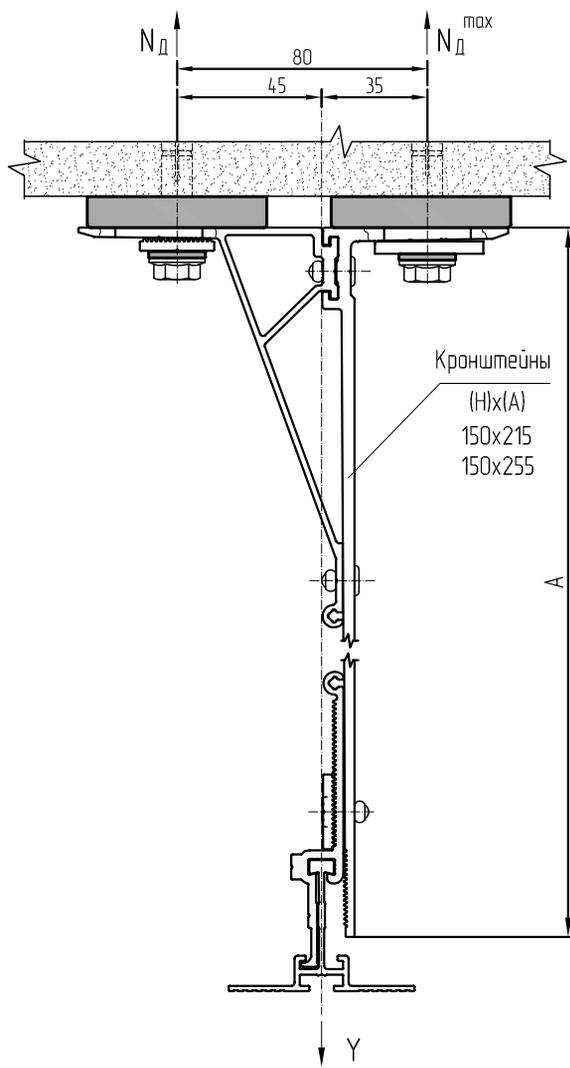
При установке зацепя слева
Для узлов НСКР-150УЛ



A-A



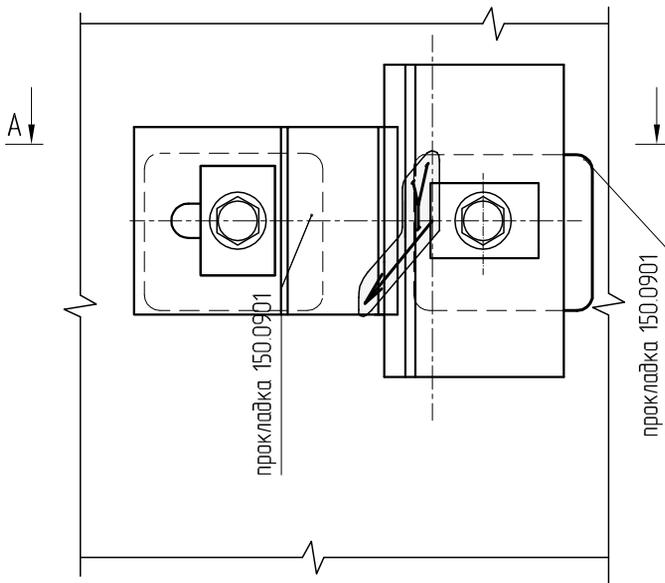
B-B



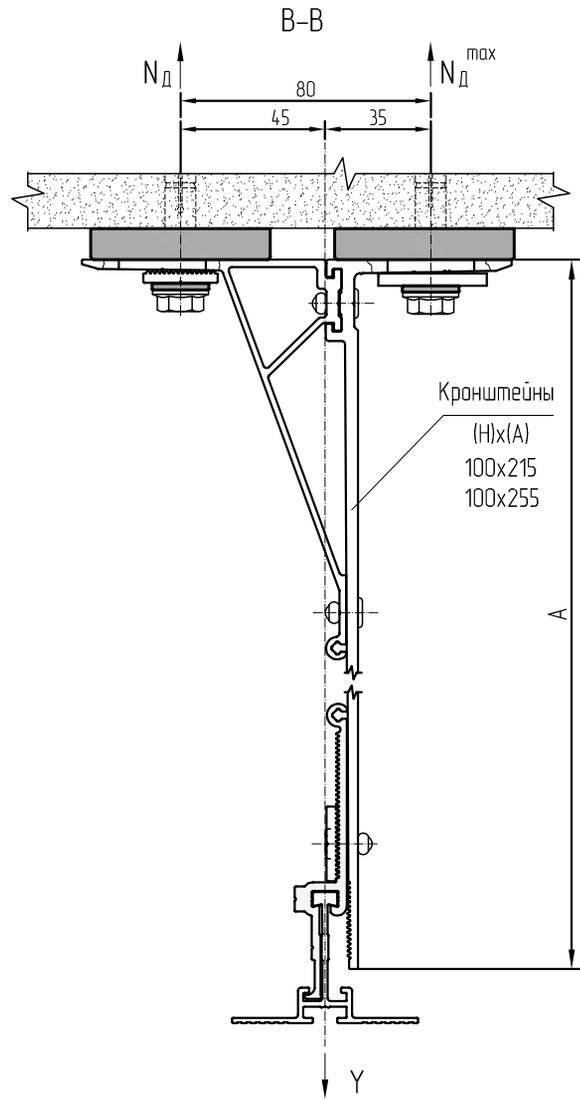
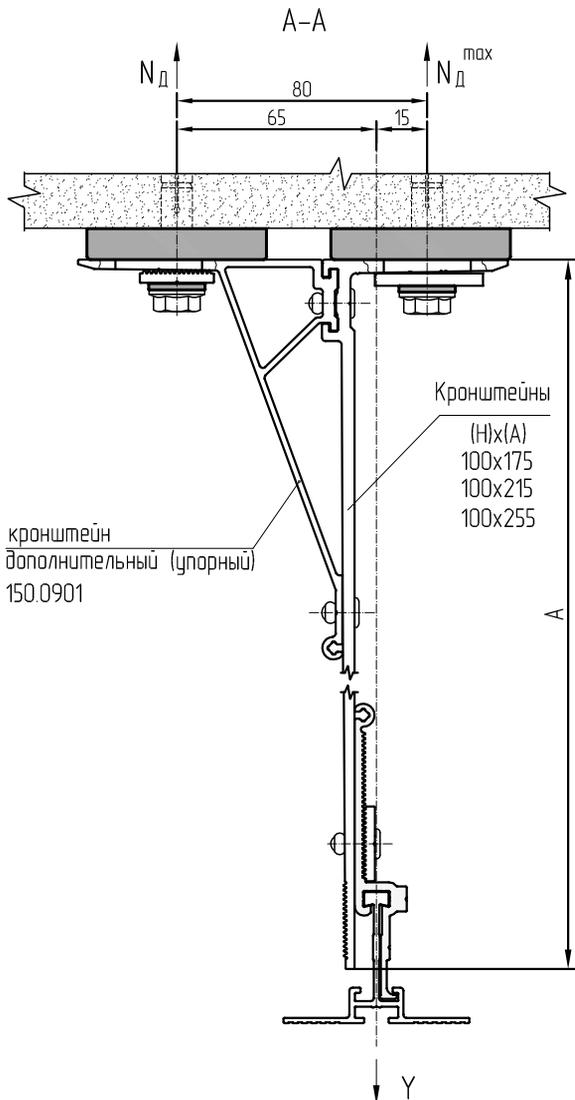
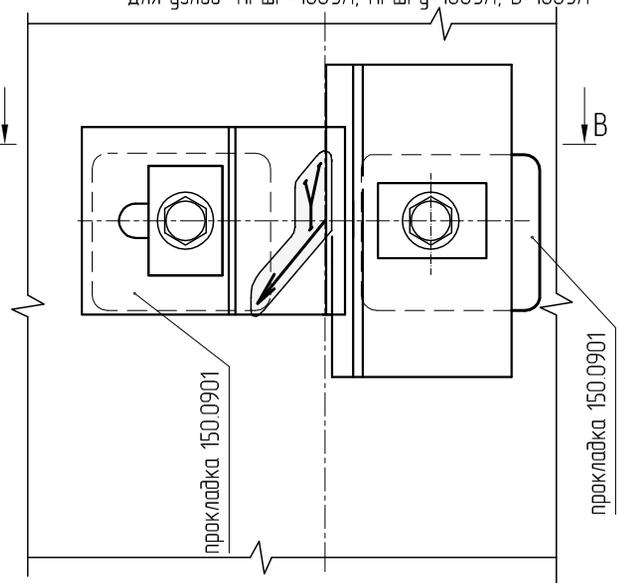
Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

упорный кронштейн	основной кронштейн	упорный кронштейн	основной кронштейн
$N_D = 0,2 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,8 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,44 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,56 \cdot Y$

З-З Для узлов НРШР-100У; НРШРу-100У; В-100У

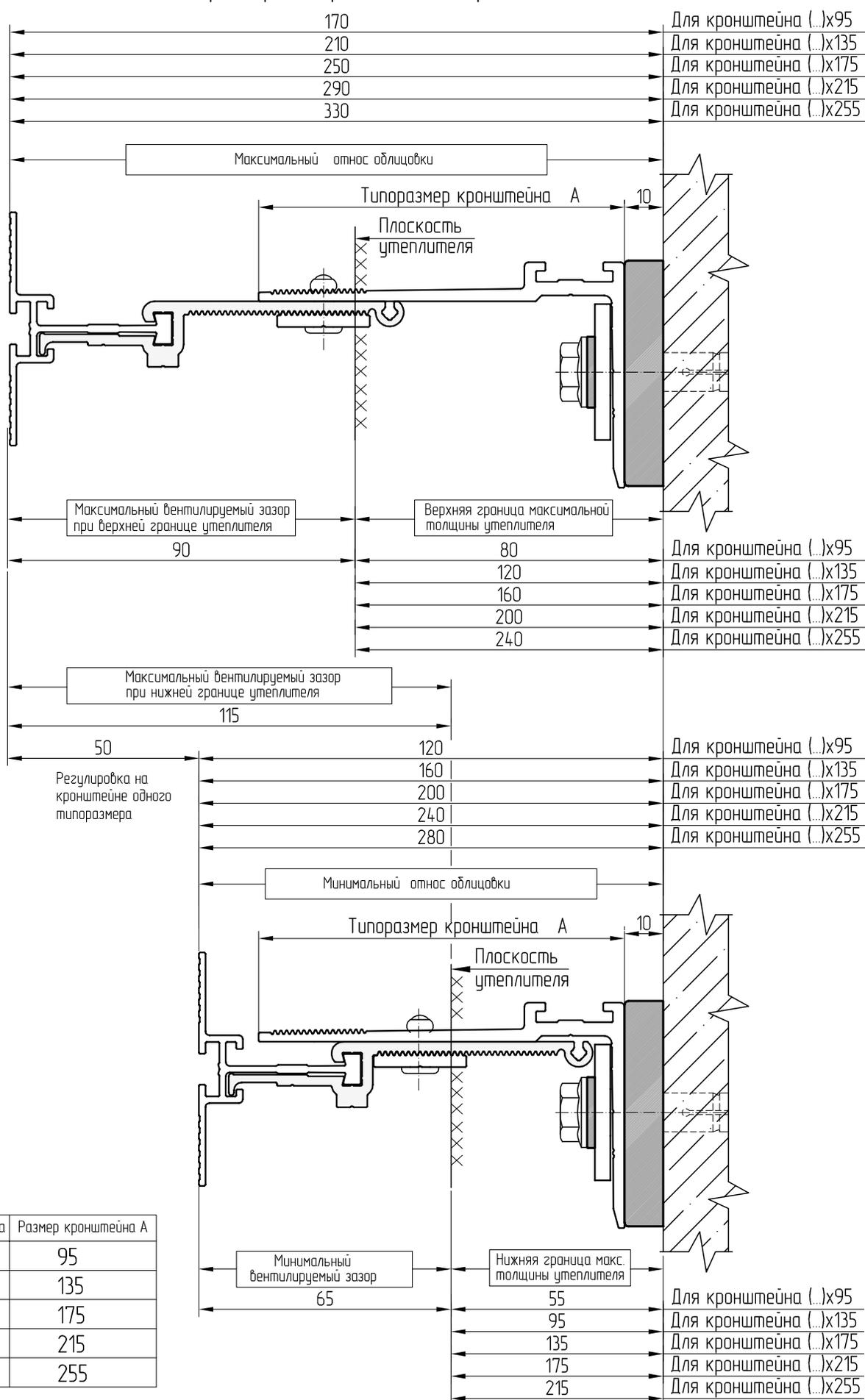


При установке зацепа слева
Для узлов НРШР-100УЛ; НРШРу-100УЛ; В-100УЛ



Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y			
упорный кронштейн	основной кронштейн	упорный кронштейн	основной кронштейн
$N_{д} = 0,2 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,8 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,44 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,56 \cdot Y$

Таблица параметров сопряжений для направляющей 150.0101



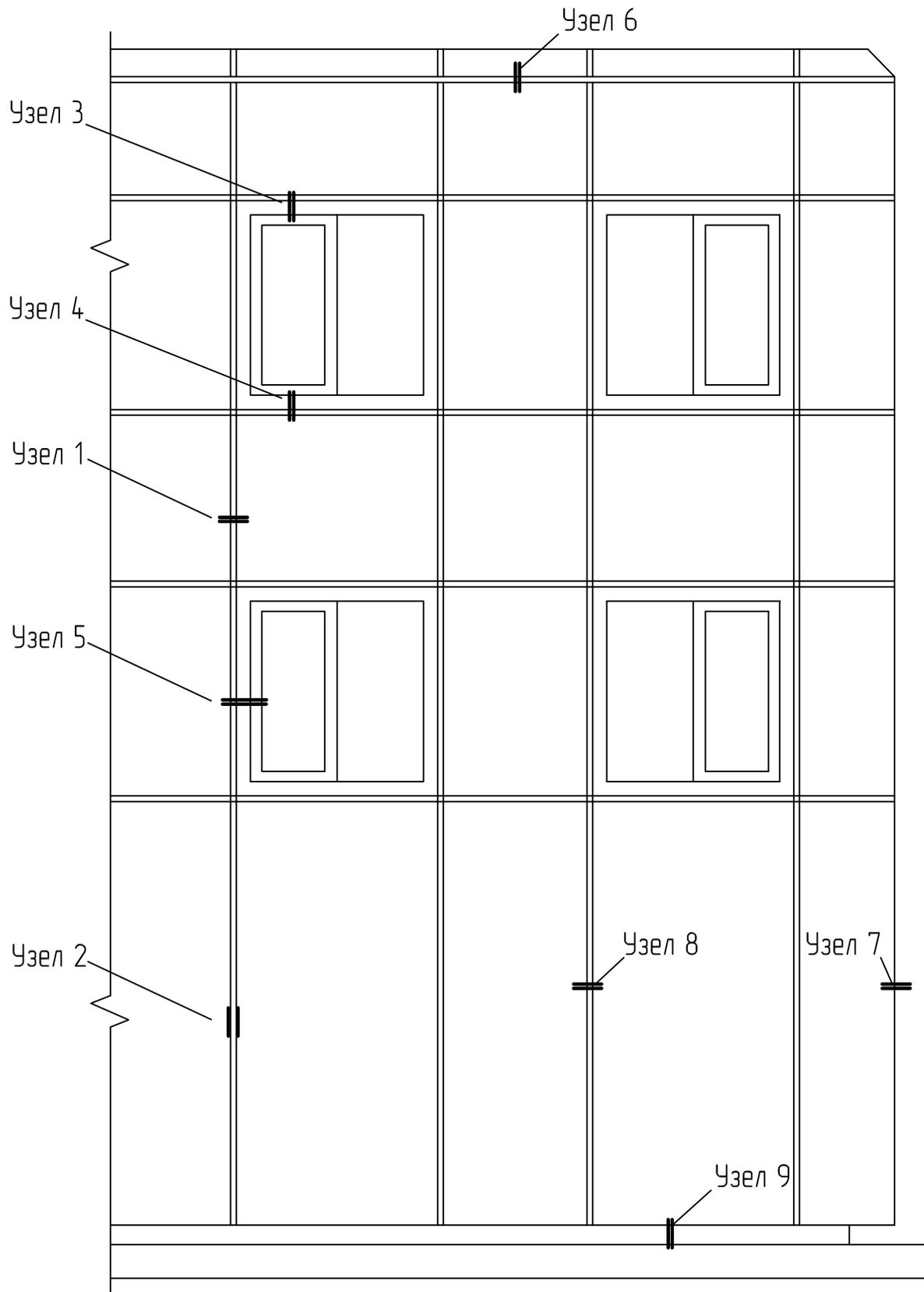


ALUTECH ALT 150 KG

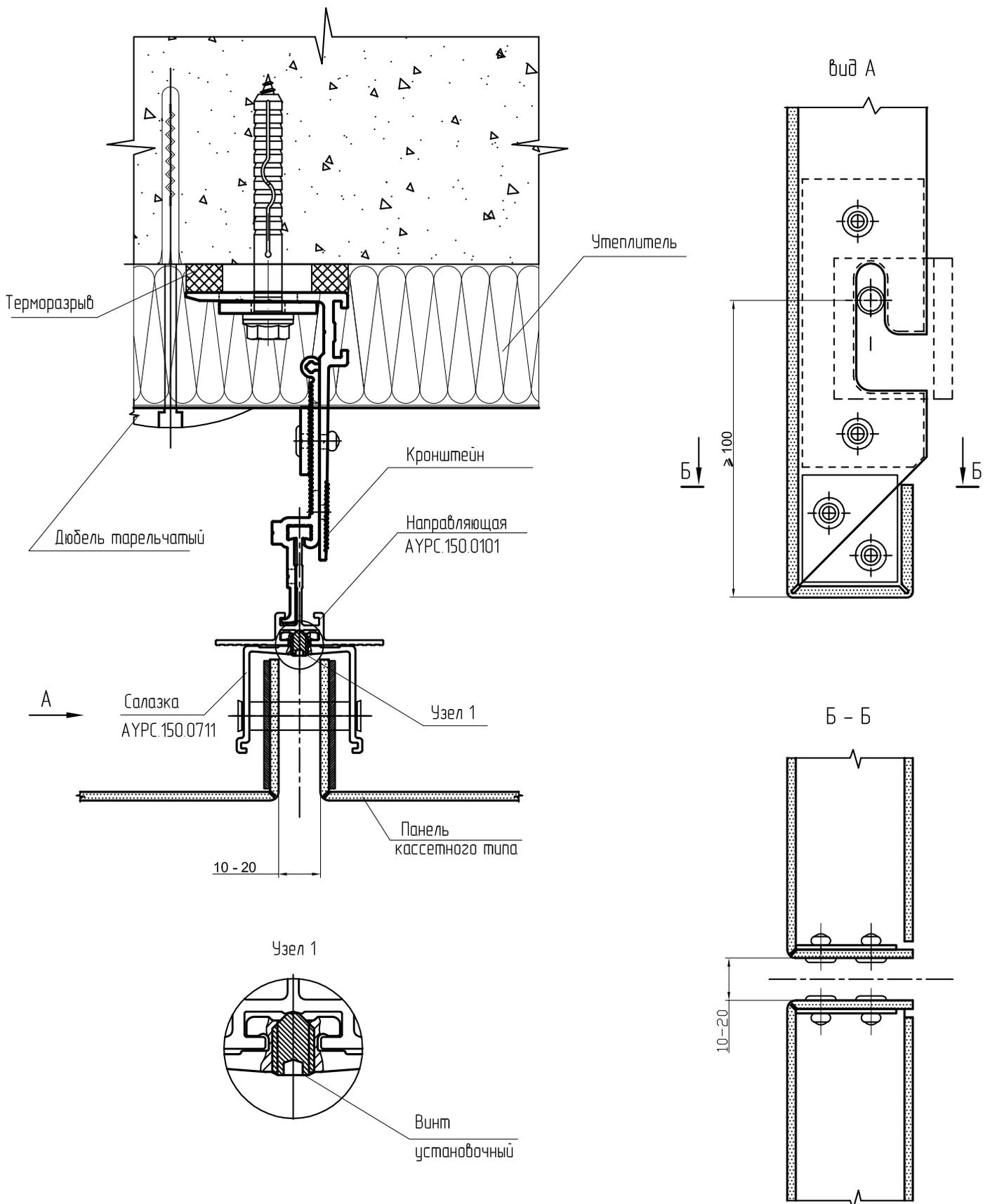
Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

УЗЛЫ ПРИМЫКАНИЙ

Фрагмент фасада

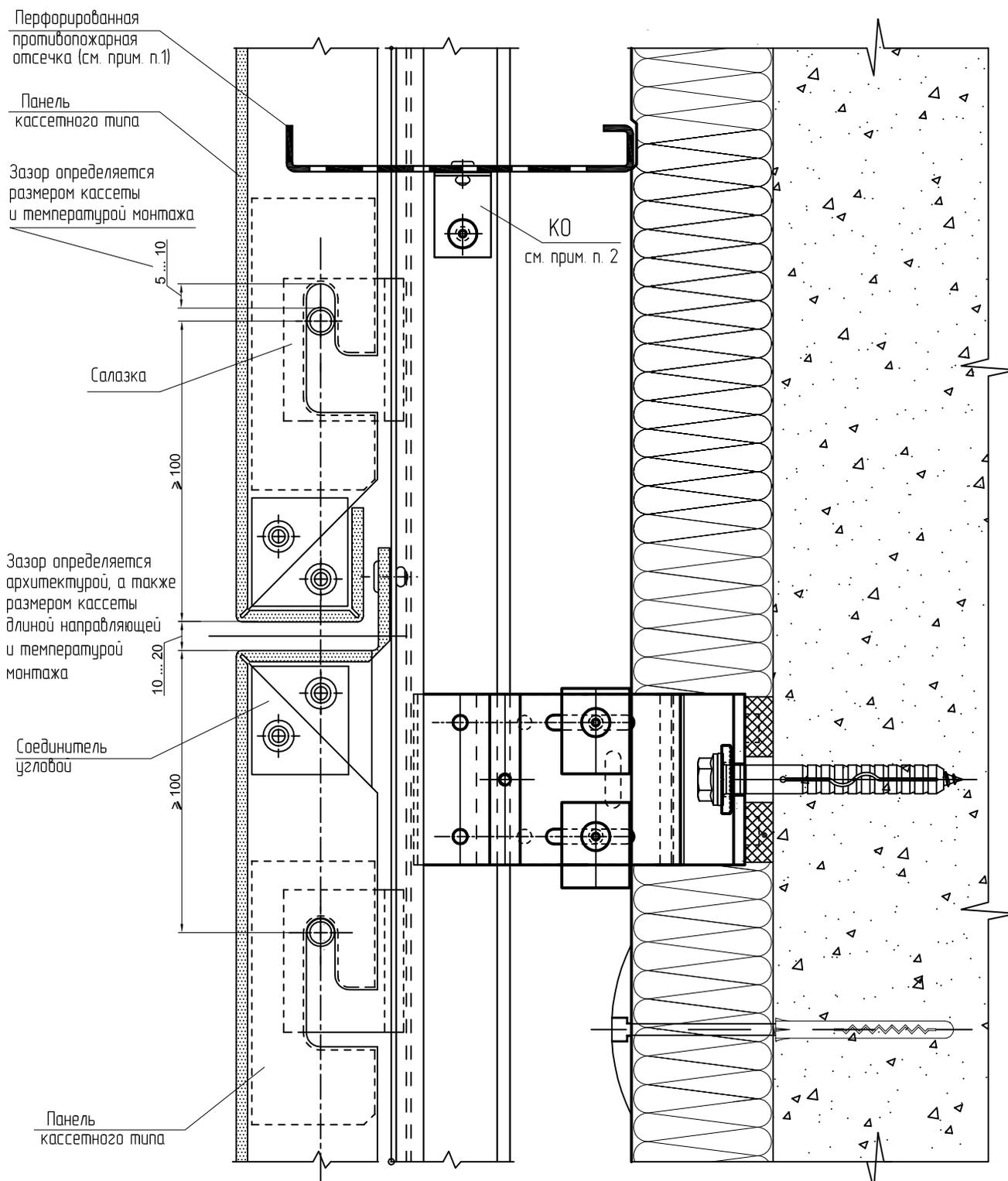


Узел 1. Установка комpositных панелей кассетного типа. Горизонтальный разрез



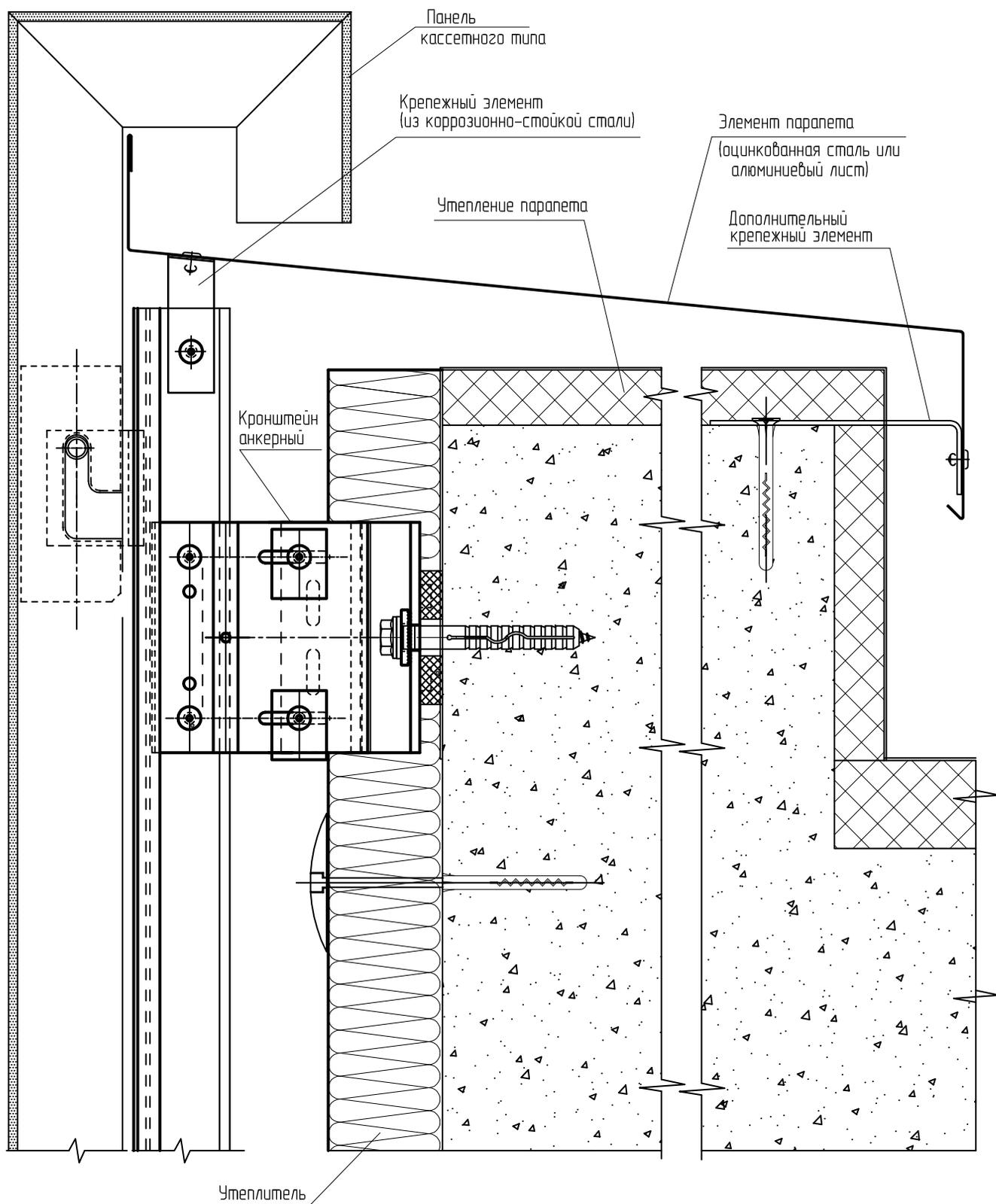
1. Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.
2. Вариант использования салазки АУРС.150.0716 см. лист 04.26.

Узел 2. Установка комpositных панелей кассетного типа. Вертикальный разрез



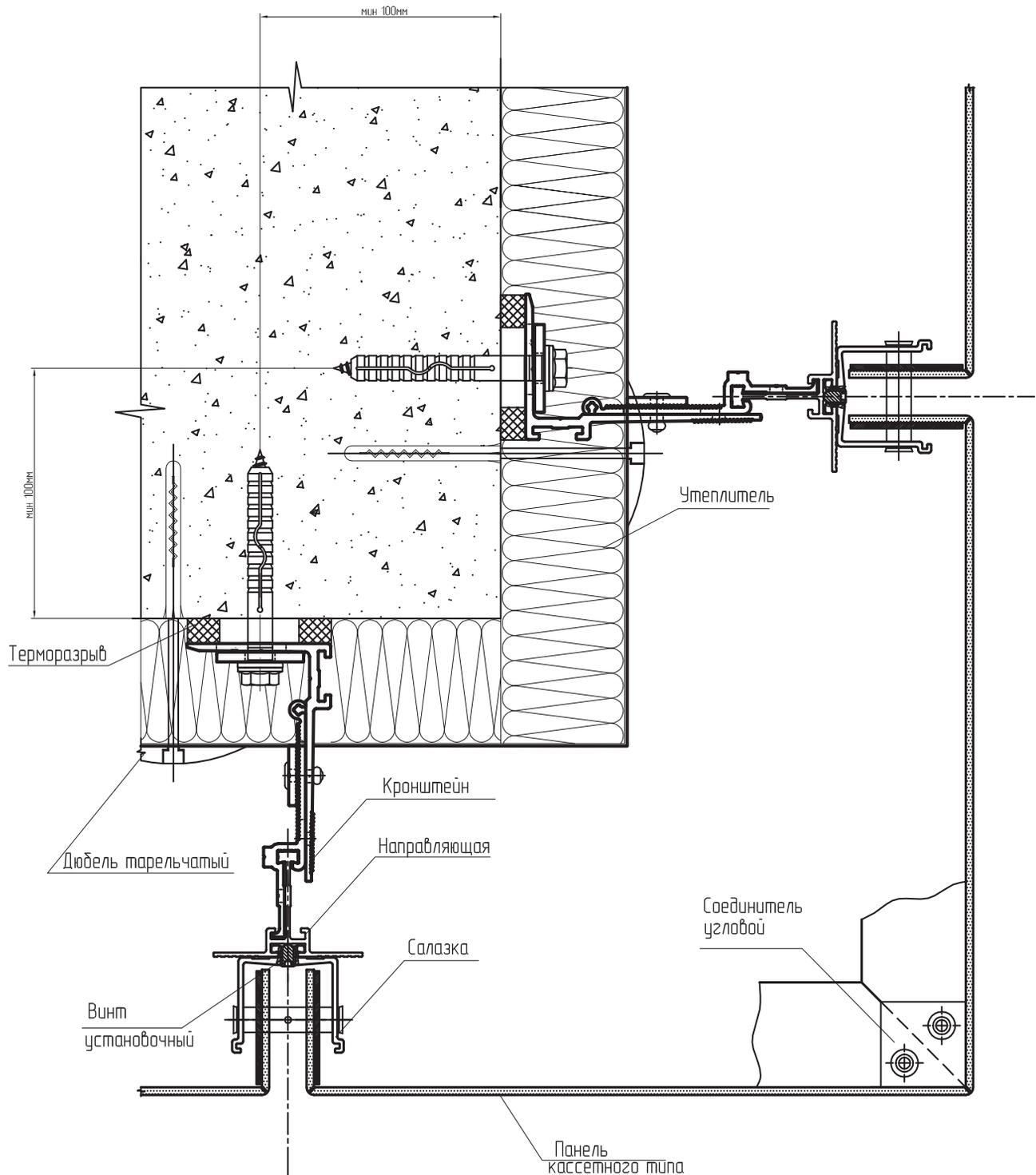
1. Требования к противопожарной отсечке см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.7).
2. КО-кронштейн отсечки из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t = 1.2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
3. Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
4. Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 6. Узел примыкания фасада к парапету



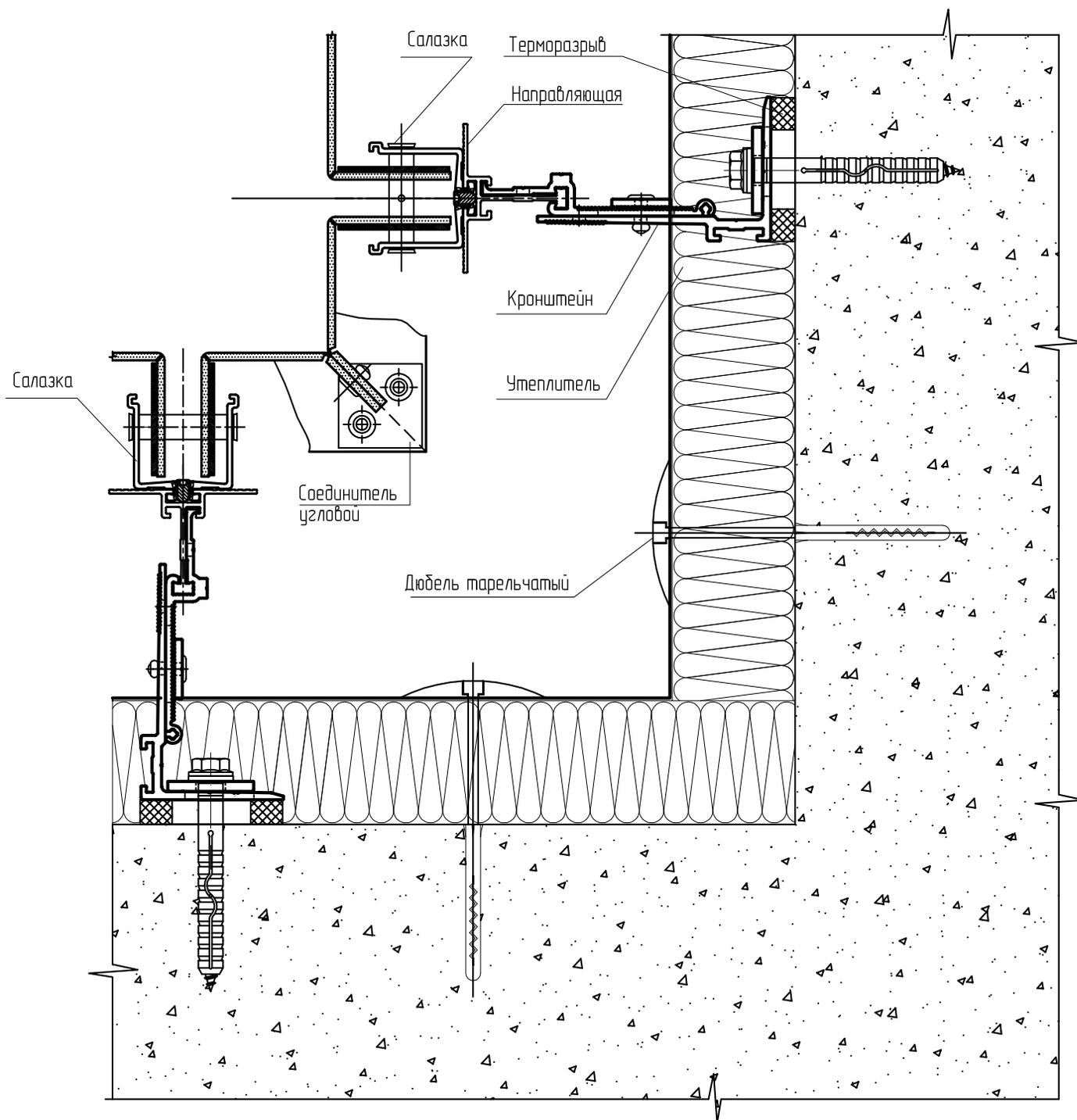
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения

Узел 7. Узел примыкания фасада к наружному углу здания. Горизонтальный разрез



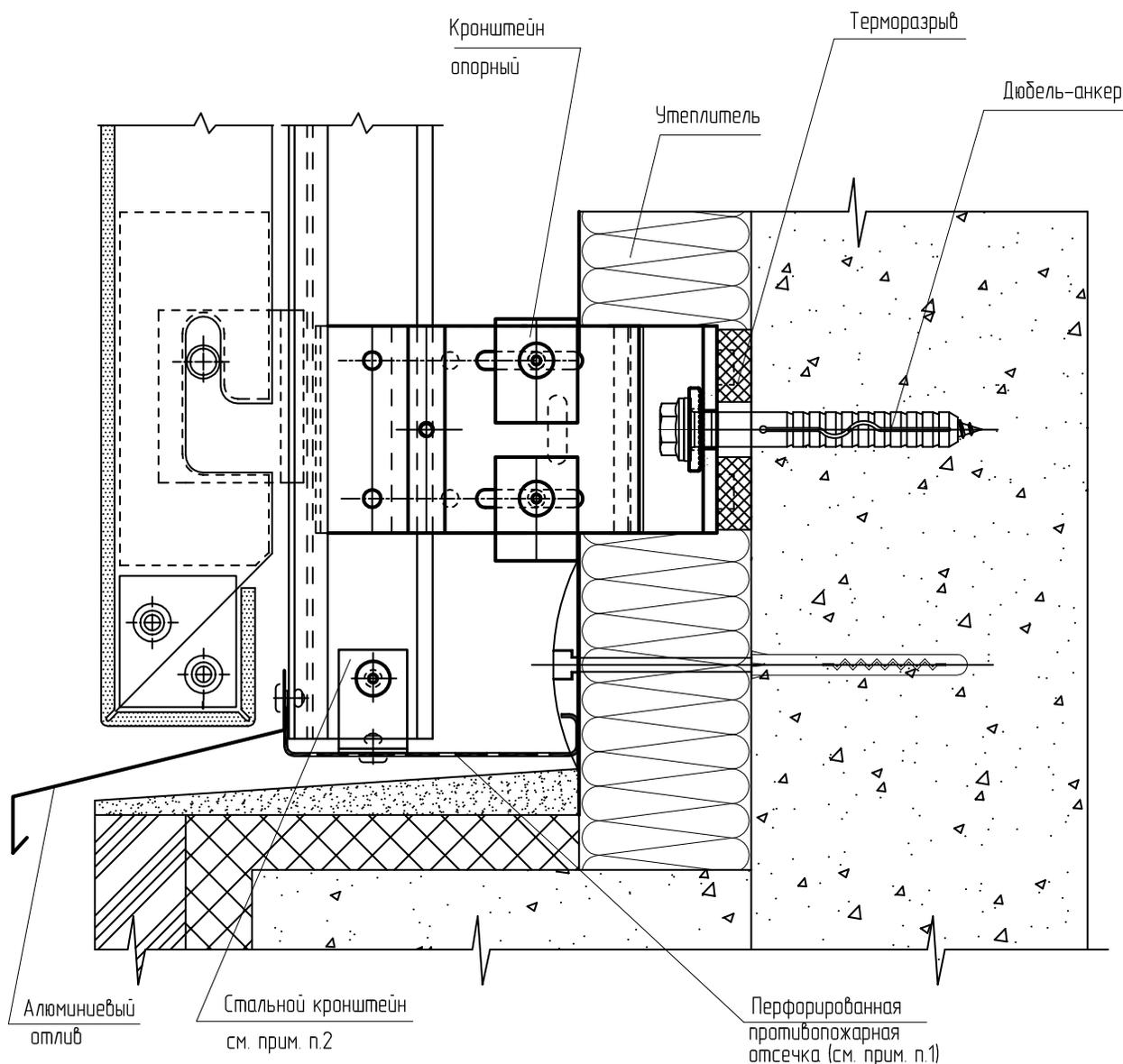
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения

Узел 8. Узел примыкания фасада к внутреннему углу здания. Горизонтальный разрез (повернуто)



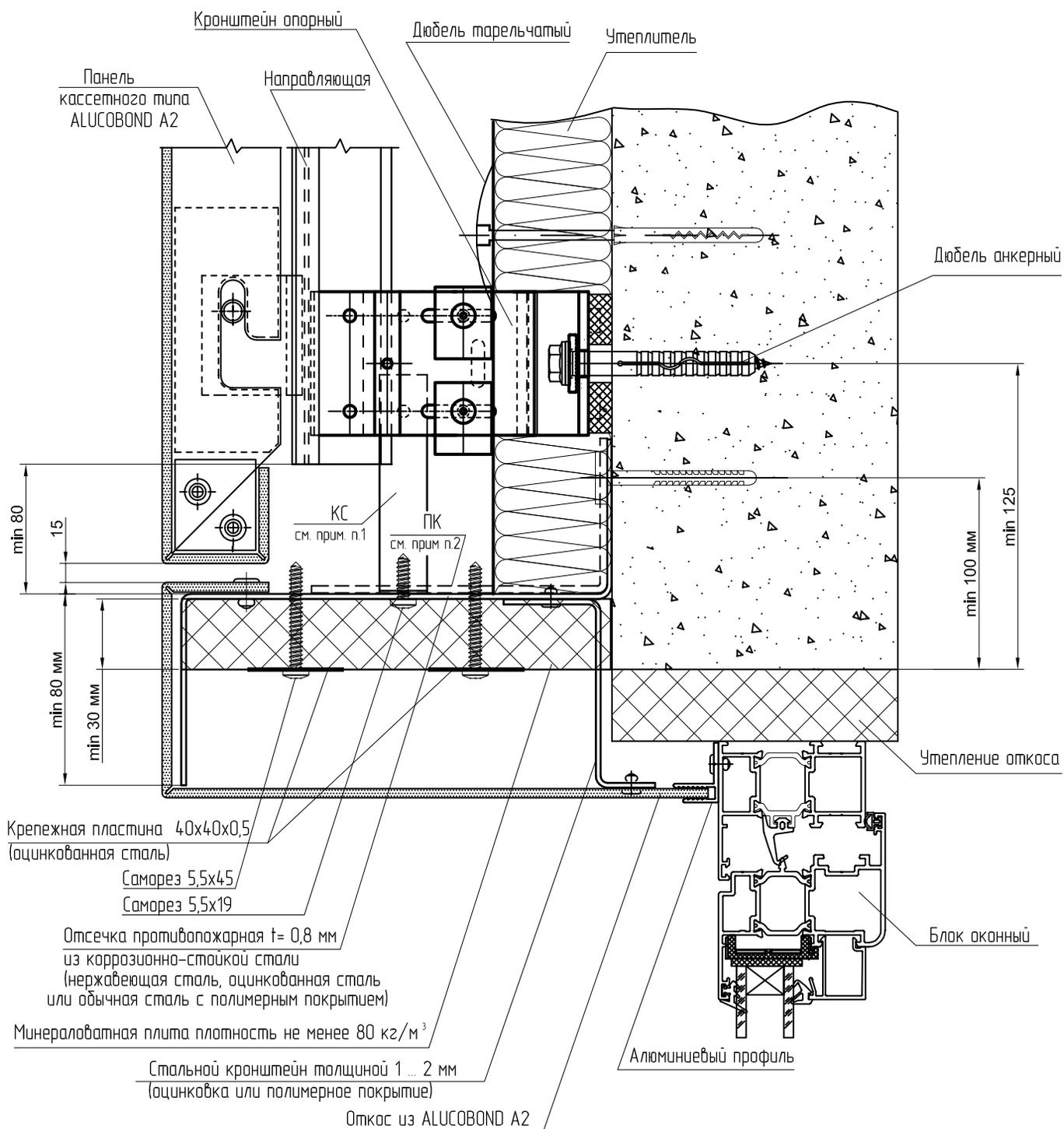
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения

Узел 9. Узел примыкания фасада к цоколю здания



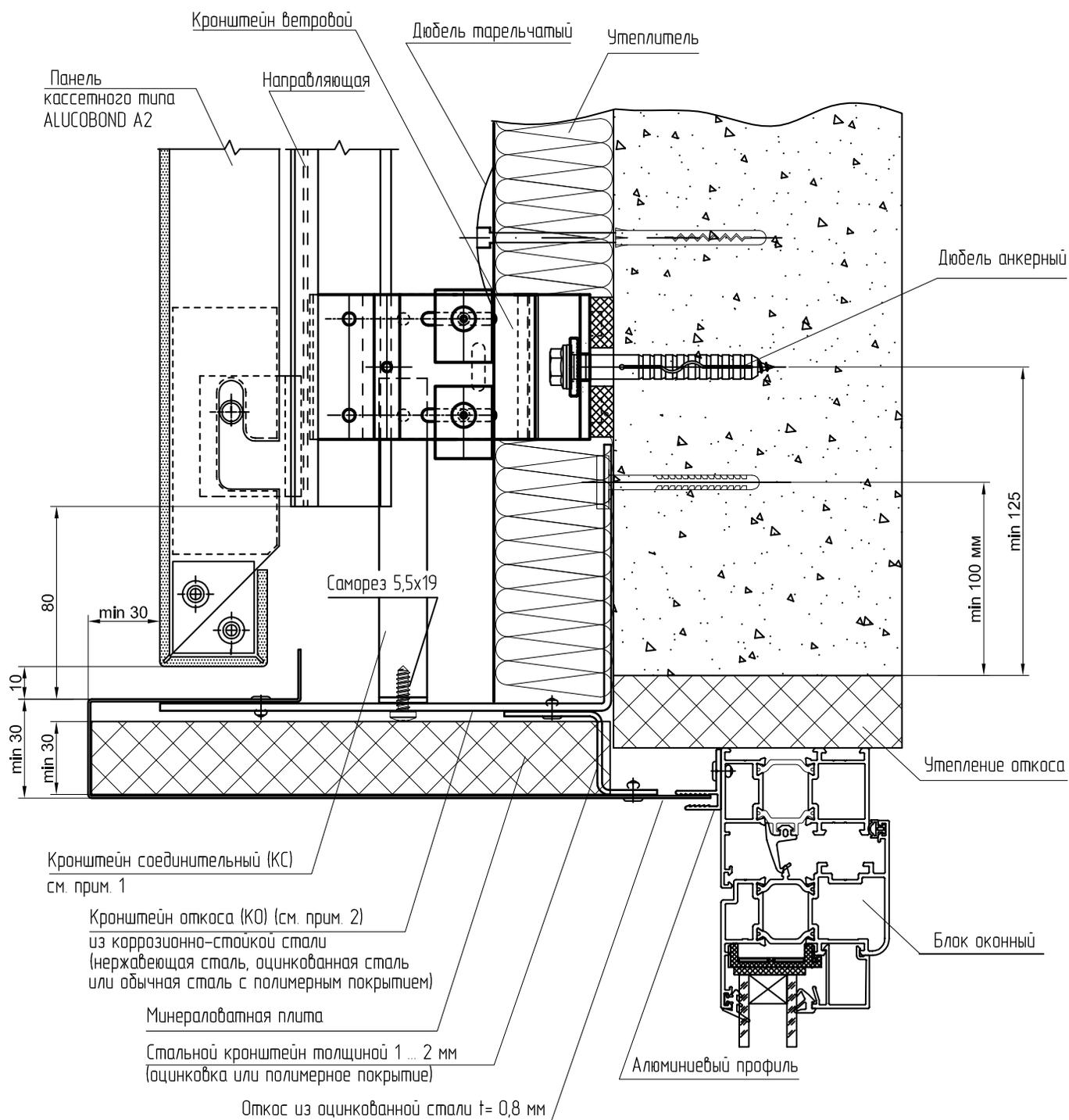
1. Требования к противопожарной отсечке см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.7).
2. КО-кронштейн отсечки из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1..2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
3. Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
4. Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний.
Верхний откос из композита ALUCOBOND A2



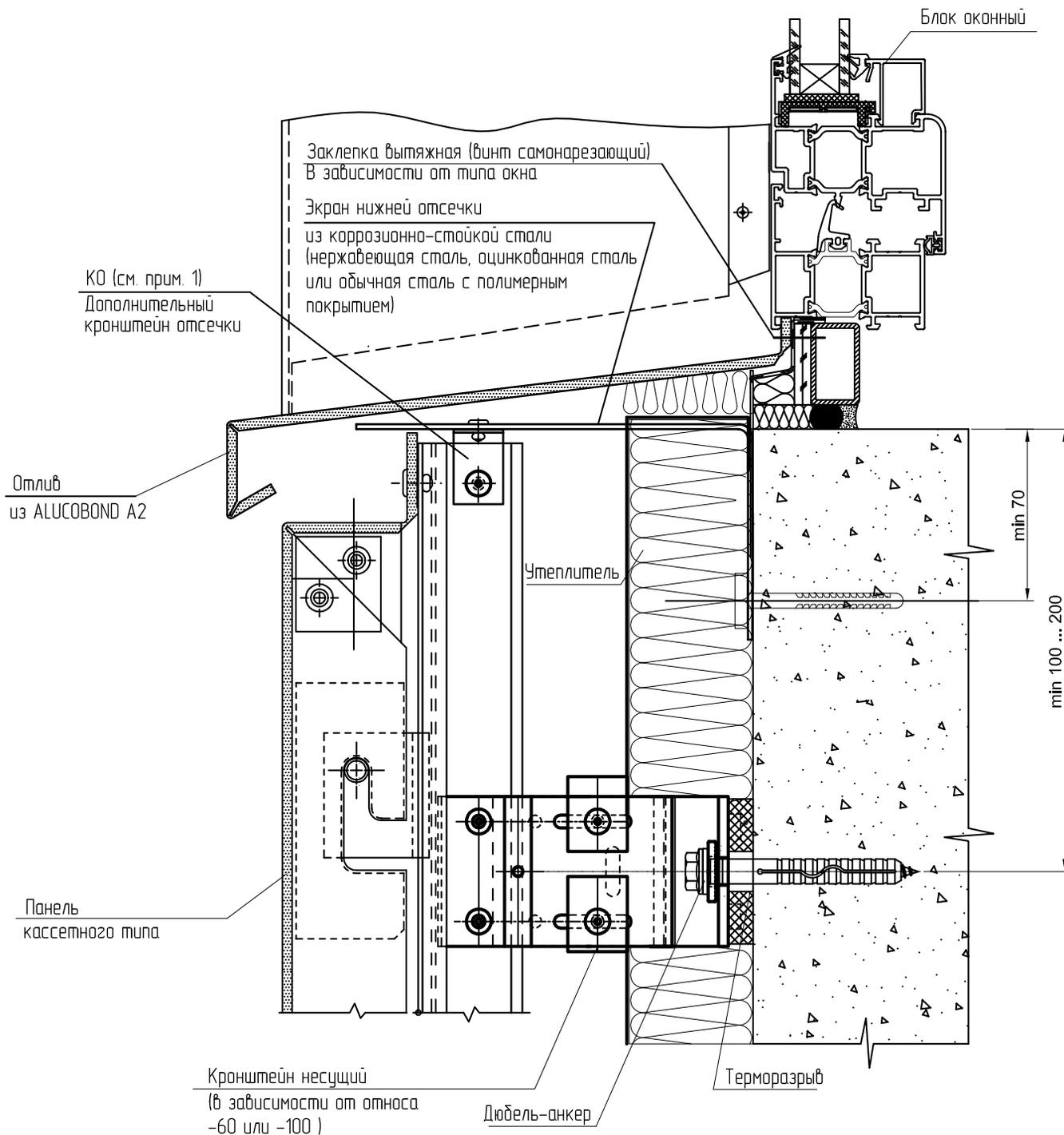
1. КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. ПК – промежуточный кронштейн из стали $t=2 \dots 3$ мм с защитным покрытием (цинковое или полимерное) устанавливается при шаге направляющих более чем 0,6 м для дополнительного крепления противопожарной отсечки.
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний.
Верхний откос окна из оцинкованной стали



1. КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. При шаге направляющих более 800 мм устанавливается дополнительный кронштейн откоса вне направляющих.
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

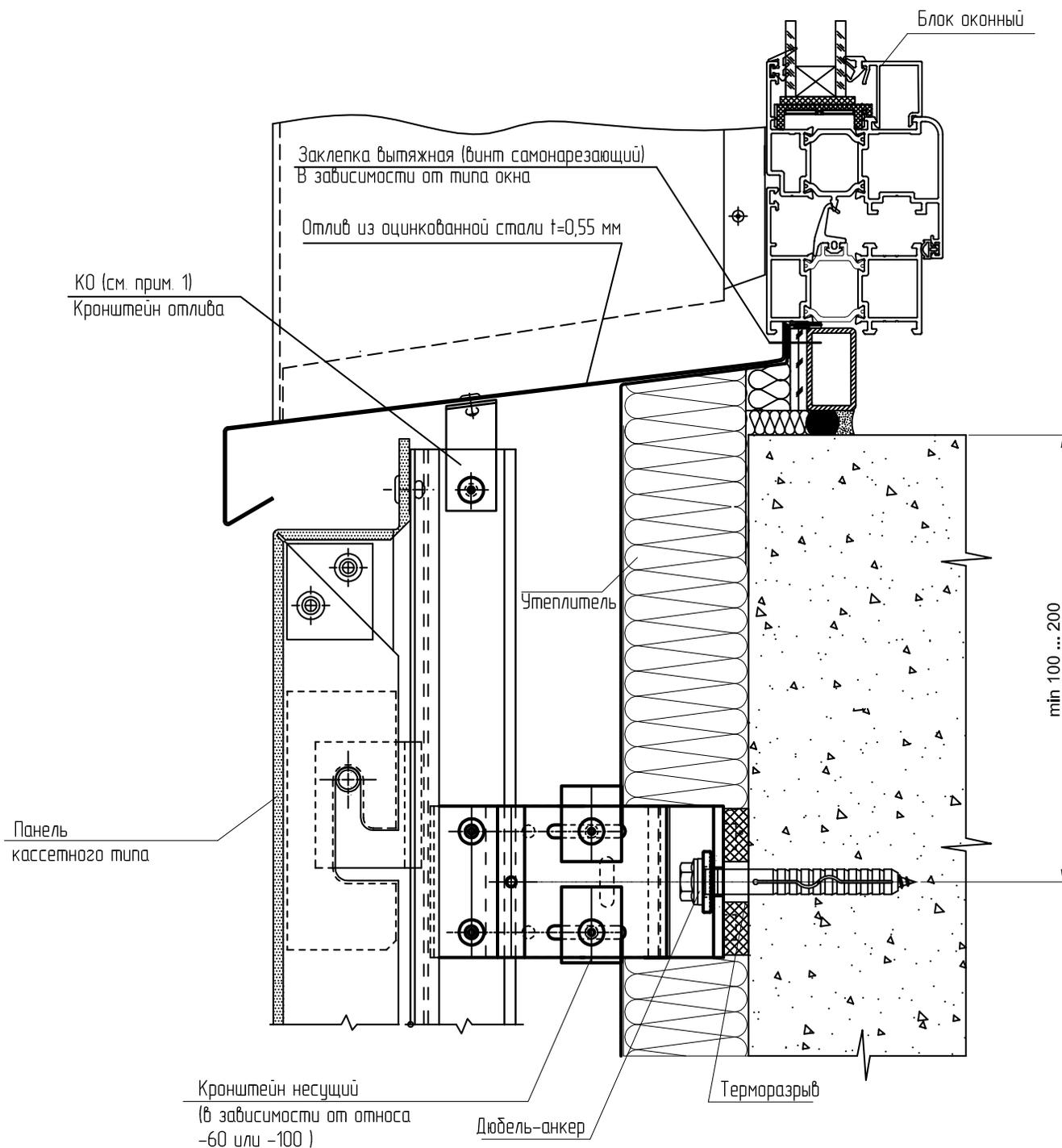
Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний.
Отлив из композитного материала ALUCOBOND A2



КО – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.

Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

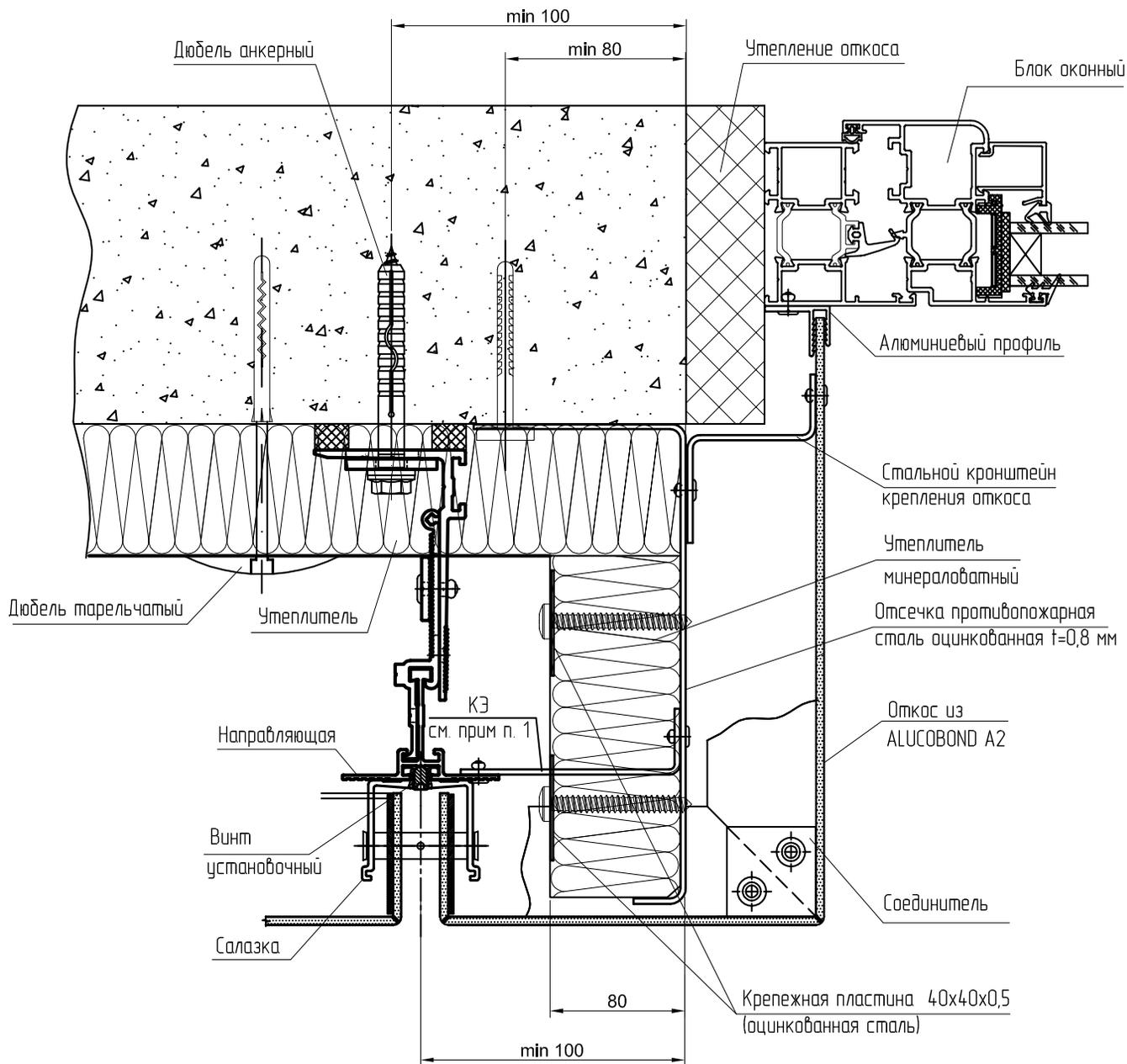
Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний.
Отлив из оцинкованной стали



КО – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.

Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид). Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему доковой.
Отлив из композитного материала ALUCOBOND A2

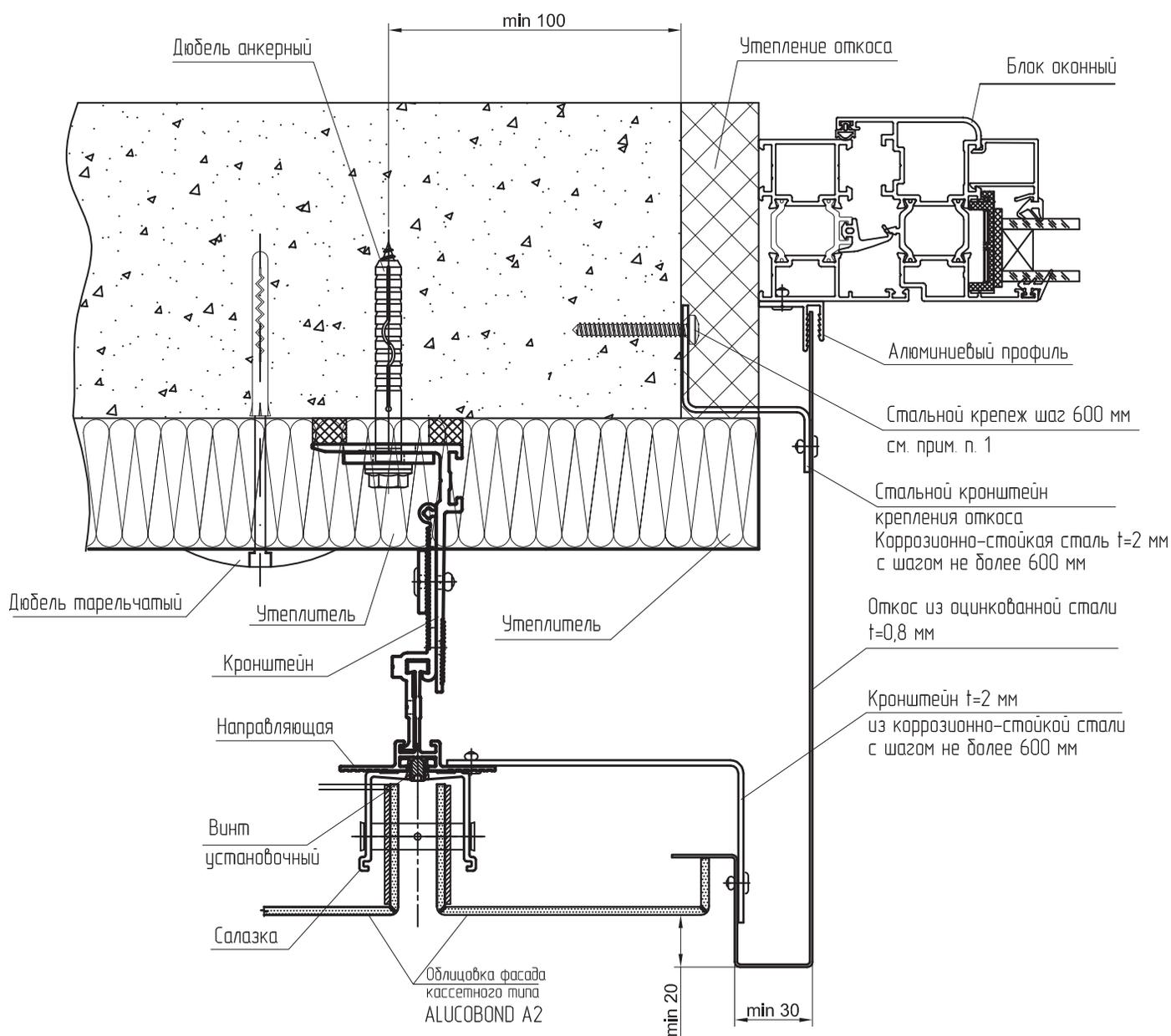


КЗ – крепежный элемент из стали $t=2 \dots 3$ мм с защитным покрытием (цинковое или полимерное) устанавливается с шагом не более чем 0,6 м для дополнительного крепления противопожарной отсечки к направляющей.

Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).

Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему боковой.
Откос из оцинкованной стали

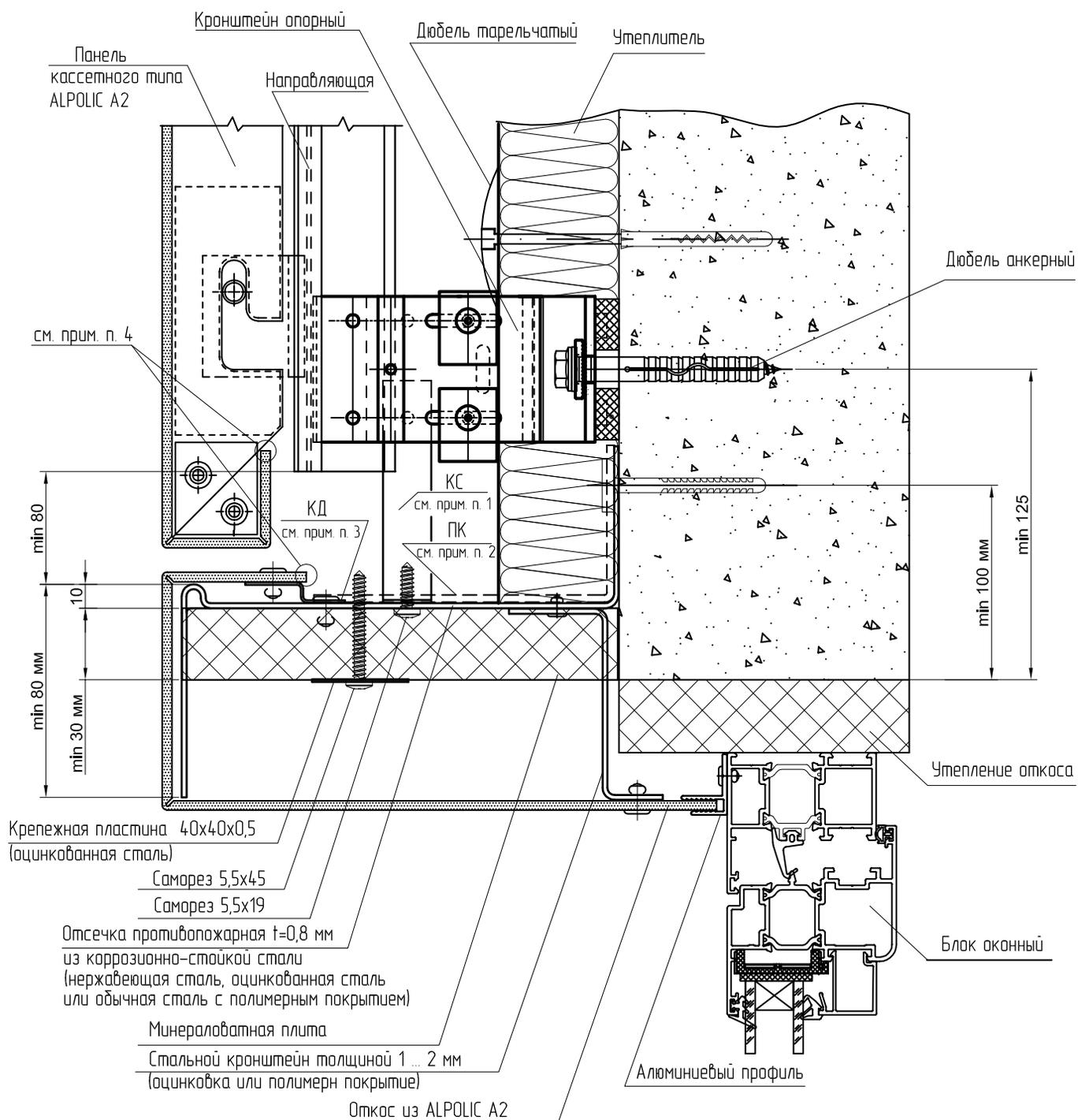


В качестве крепежных изделий используется стальной винт для бетона EJOT BS 6,3x45, если стены из бетона и кирпича. Для стен из ячеистого бетона применяются аналогичные винты длиной 120 мм.

(Можно использовать стальной крепеж с аналогичными характеристиками, допущенный к применению в вентфасадах.)

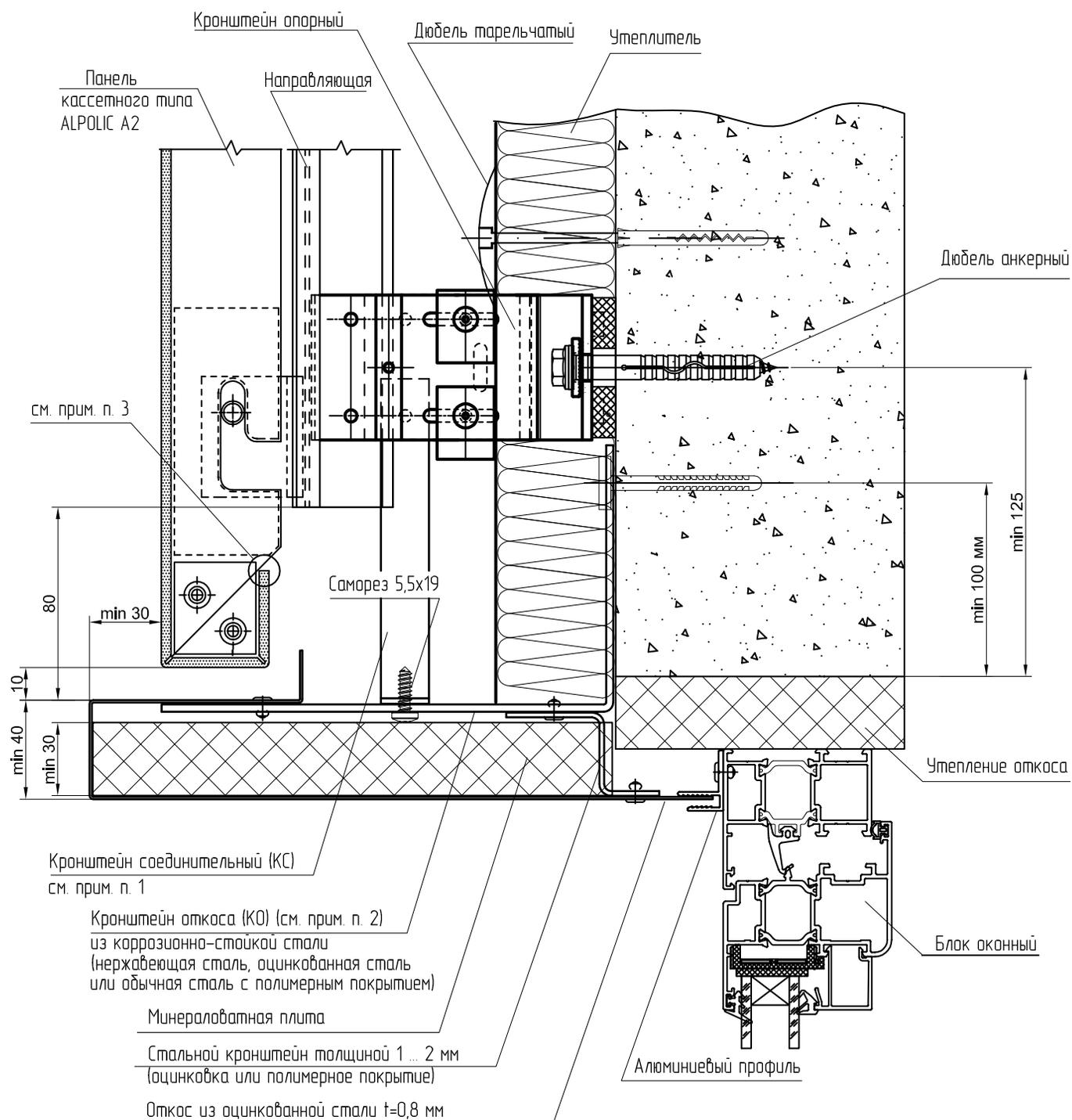
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид). Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний.
Верхний откос из композита ALPOLIC A2



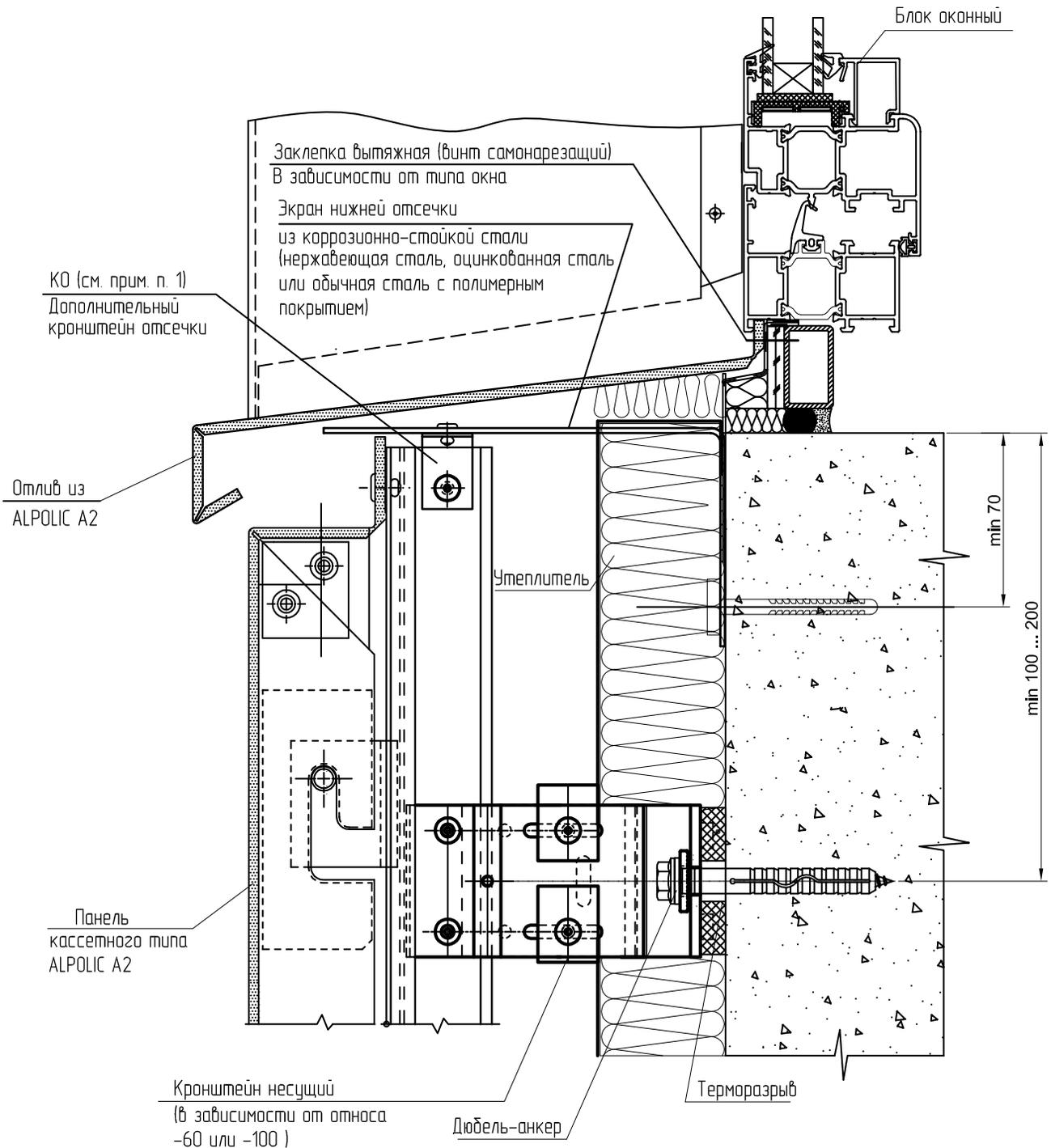
1. КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. ПК – промежуточный кронштейн из стали $t=2 \dots 3$ мм с защитным покрытием (цинковое или полимерное) устанавливается при шаге направляющих более чем 0,6 м для дополнительного крепления противопожарной отсечки.
3. КД – дистанционный кронштейн из оцинкованной стали $t=0,8$ мм с шагом 600 мм.
4. Торцы отгибов кассет завальцевать или закрыть профилем, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.12).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний.
Верхний откос окна из оцинкованной стали



1. КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. При шаге направляющих более 800 мм устанавливается дополнительный кронштейн откоса вне направляющих.
3. Торцы отливов кассет завальцевать или закрыть профилем, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.12).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

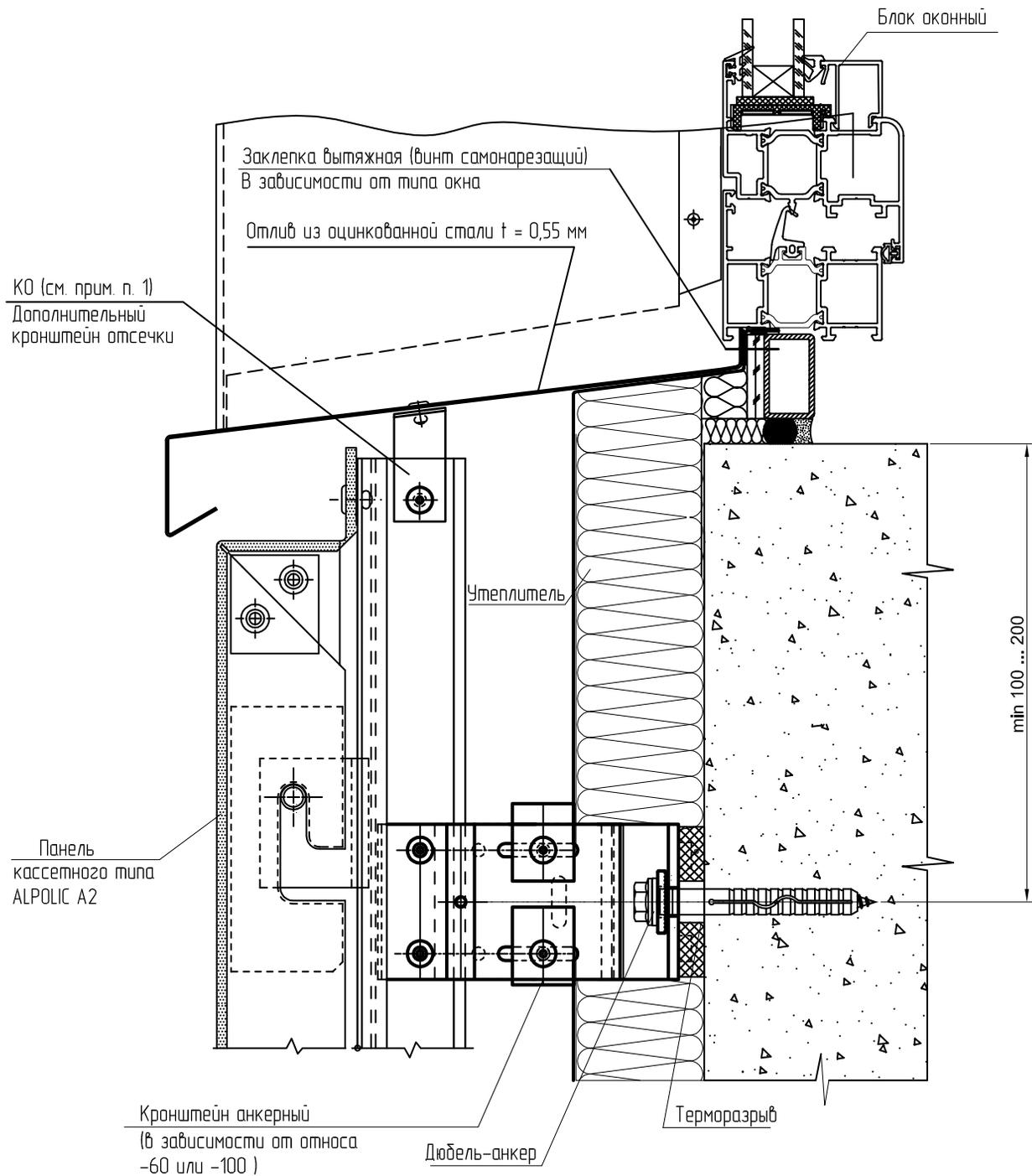
Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний.
Отлив из композитного материала ALPOLIC A2



КО – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.

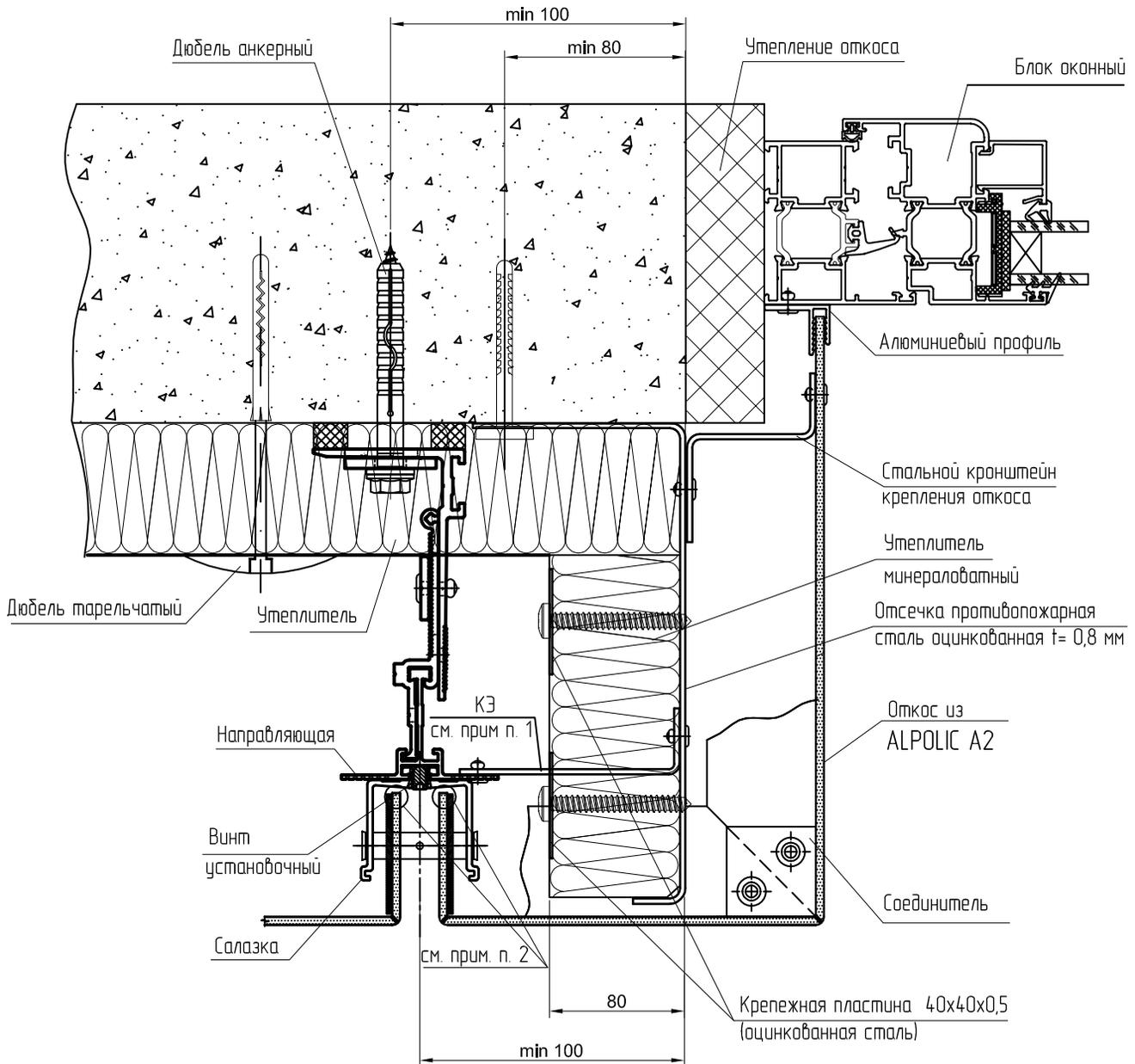
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний.
Отлив из оцинкованной стали



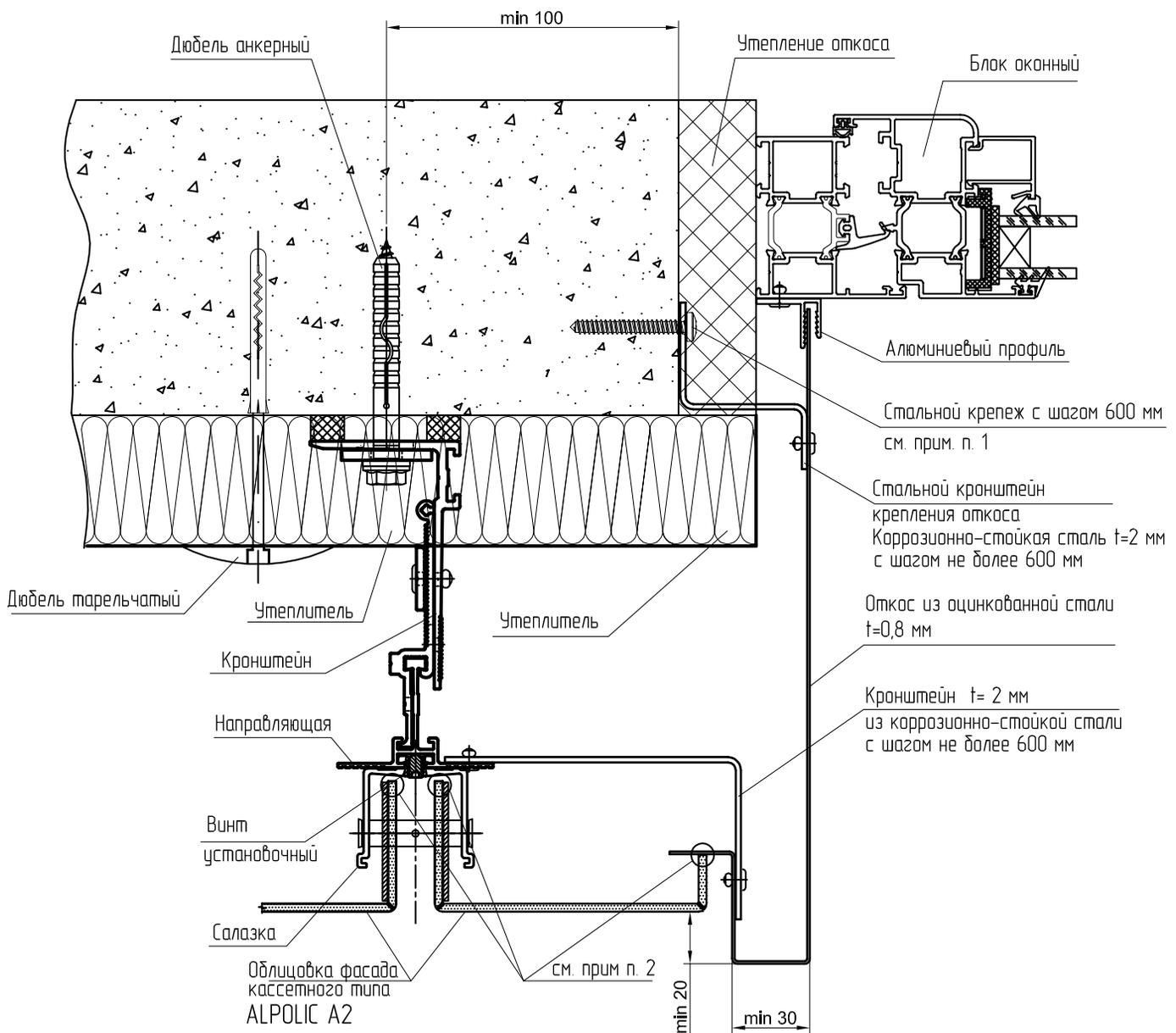
1. К0 – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2 \text{ мм}$ крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему доковой.
Отлив из композитного материала ALPOLIC A2



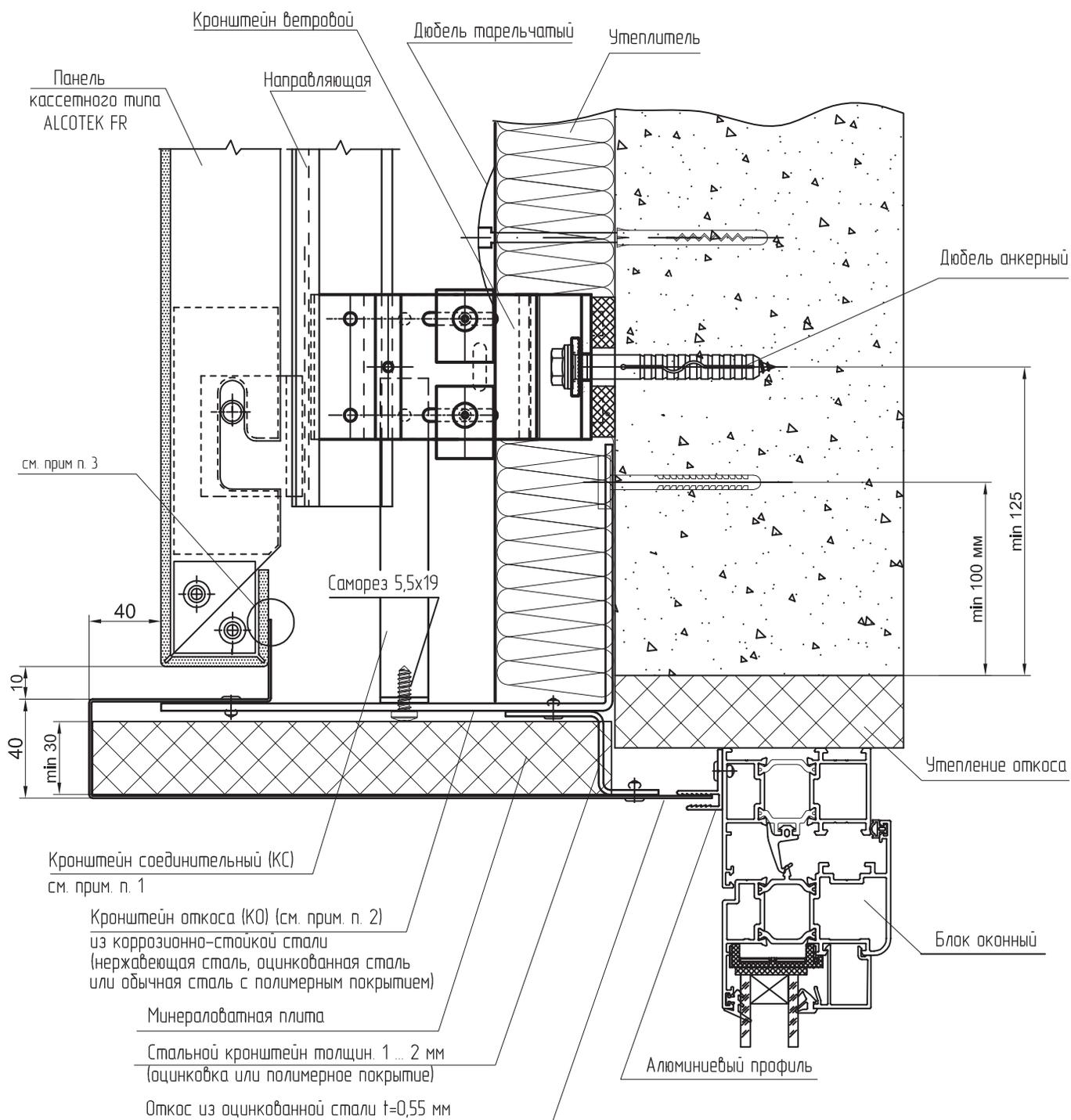
1. КЭ – крепежный элемент из стали $t=2 \dots 3$ мм с защитным покрытием (цинковое или полимерное) устанавливается с шагом не более чем 0,6 м для дополнительного крепления противопожарной отсечки к направляющей.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. Торцы отливов кассет завальцевать или закрыть профилем, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.12).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему доковой.
Откос из оцинкованной стали



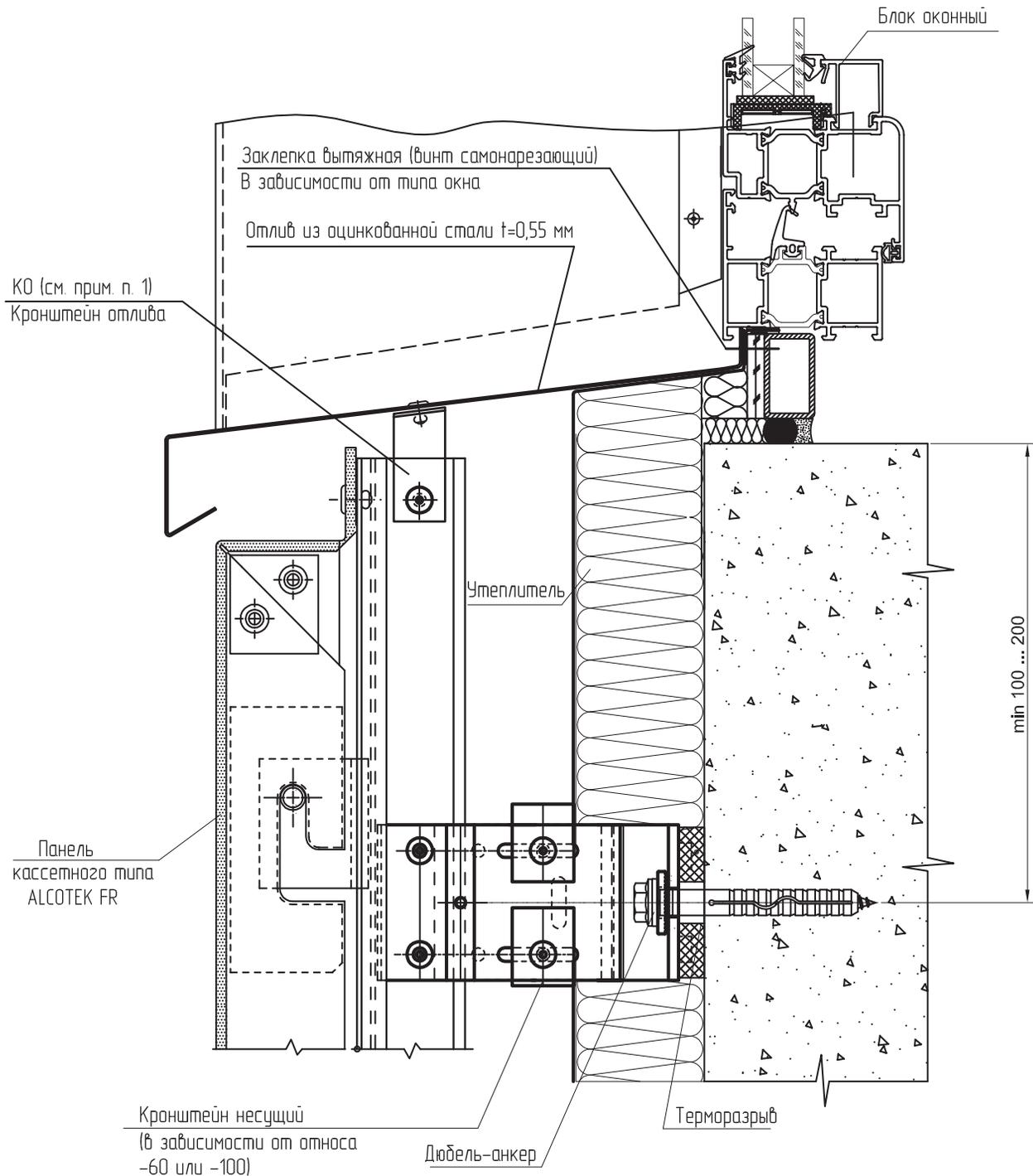
1. В качестве крепежных изделий используется стальной винт для бетона EJOT BS 6,3 x 45, если стены из бетона и кирпича. Для стен из ячеистого бетона применяются аналогичные винты длиной 120 мм. (Можно использовать стальной крепеж с аналогичными характеристиками, допущенный к применению в вентфасадах.)
2. Торцы отливов кассет завальцевать или закрыть профилем, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.12).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний



1. КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. При шаге направляющих более 800 мм устанавливается дополнительный кронштейн откоса вне направляющих.
3. Обеспечить плотное примыкание отбортовки откоса к композитной панели, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.11).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

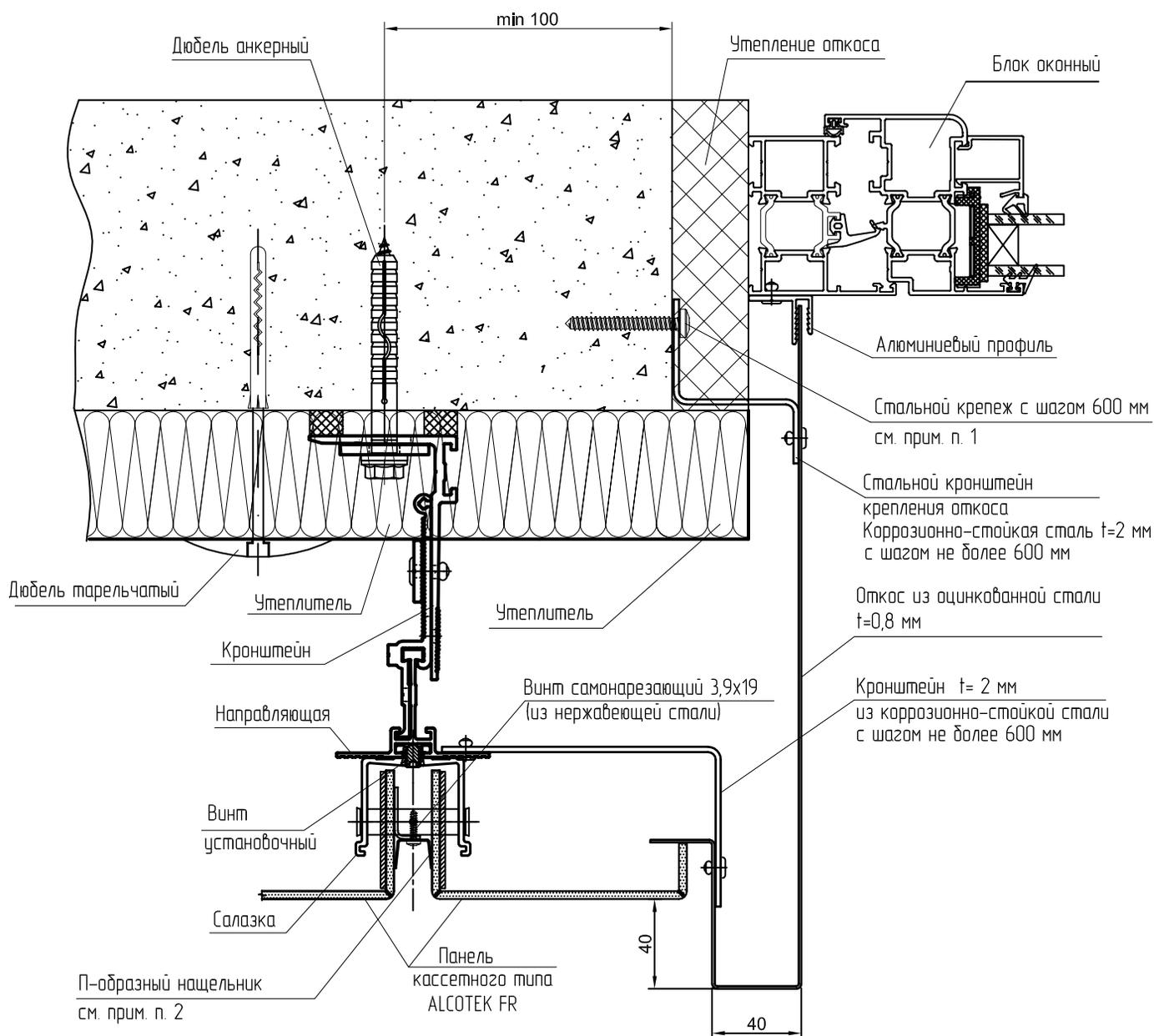
Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний



КО – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.

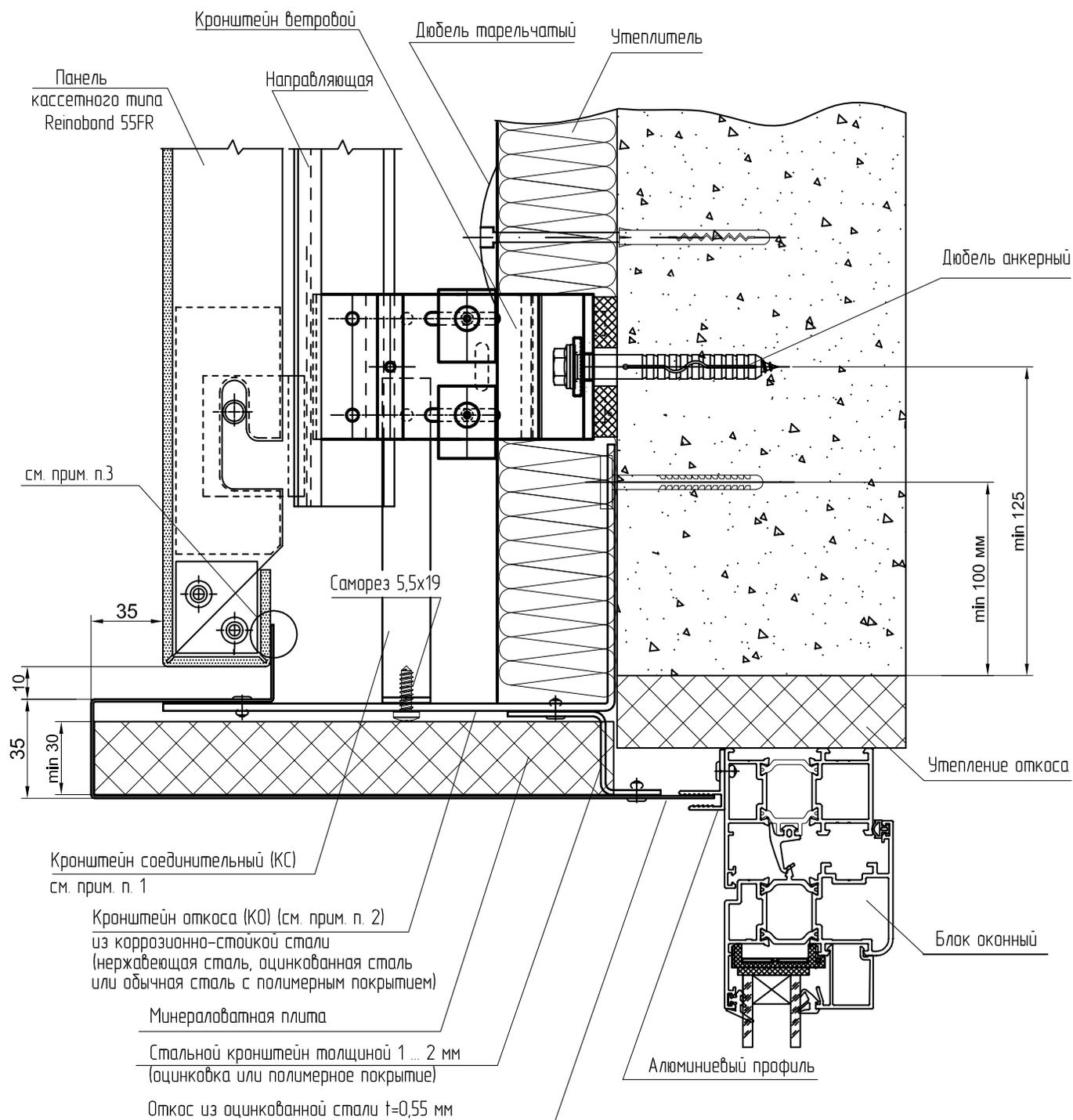
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид). Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему доковой



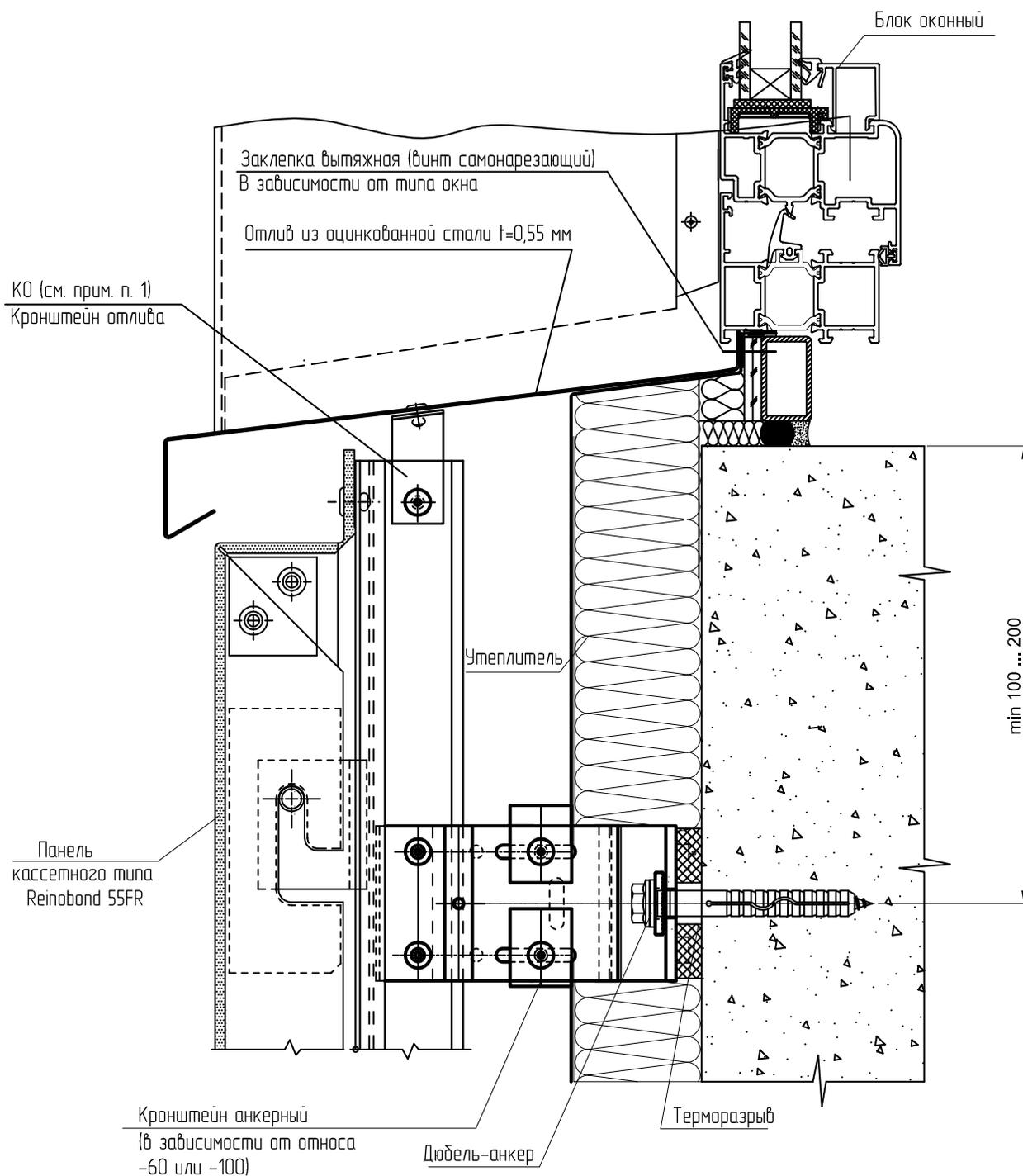
1. В качестве крепежных изделий используется стальной винт для бетона EJOT BS 6,3 x 4,5, если стены из бетона и кирпича. Для стен из ячеистого бетона применяются аналогичные винты длиной 120 мм. (Можно использовать стальной крепеж с аналогичными характеристиками, допущенный к применению в вентфасадах.)
2. Щельник из нержавеющей стали или стали с антикоррозионным покрытием, толщиной не менее 0,5 мм, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.11). Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 3. Узел примыкания фасада к оконному проему верхний



- КС – кронштейн соединительный из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
- При шаге направляющих более 800 мм устанавливается дополнительный кронштейн откоса вне направляющих.
- Обеспечить плотное примыкание отбортовки откоса к композитной панели, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.11).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

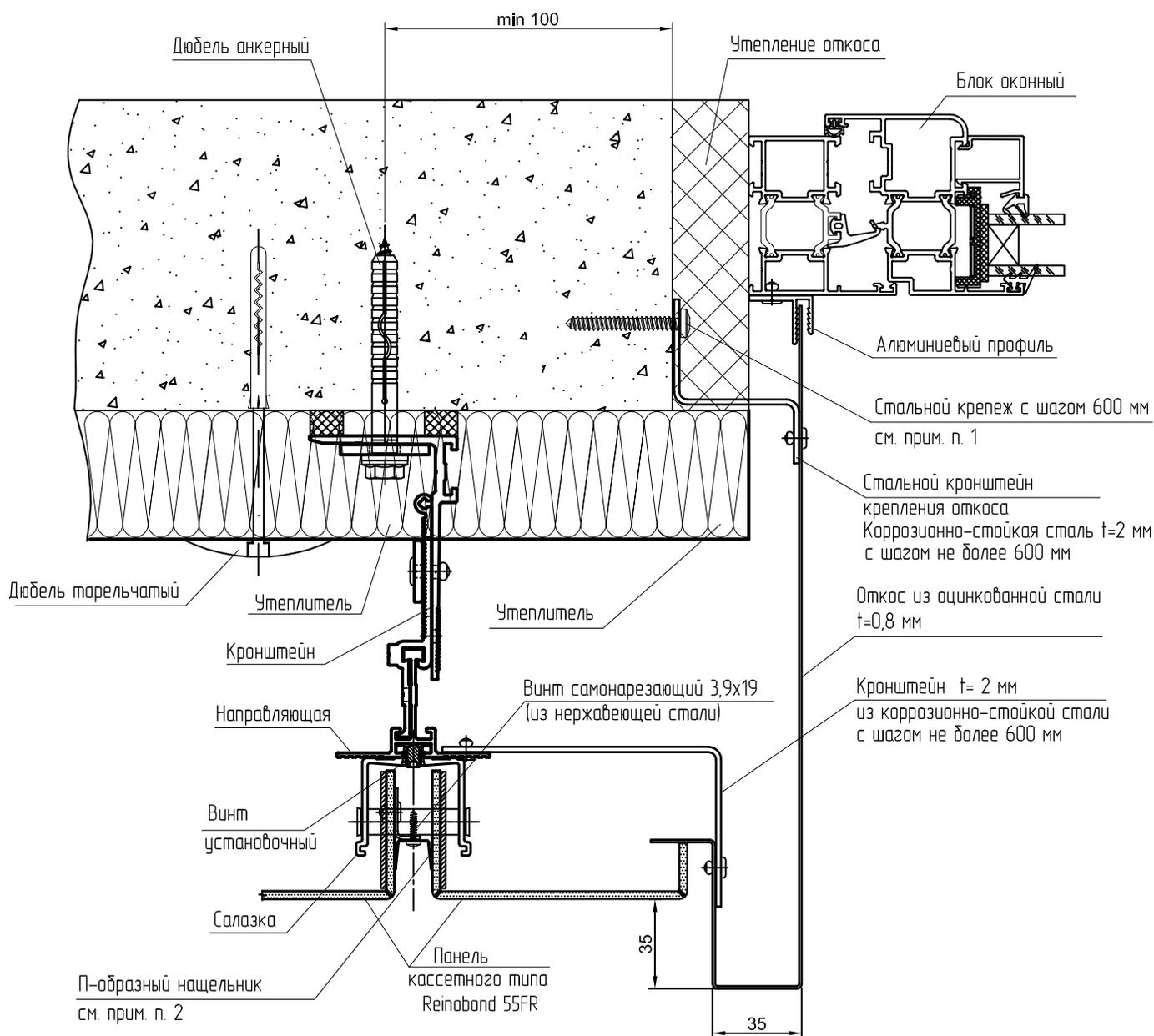
Узел 4. Узел примыкания фасада к оконному проему нижний



КО – кронштейн отлива из коррозионно-стойкой или оцинкованной стали $t=1 \dots 2$ мм крепится к направляющей заклепкой из нержавеющей стали или винтом самонарезающим из нержавеющей стали.

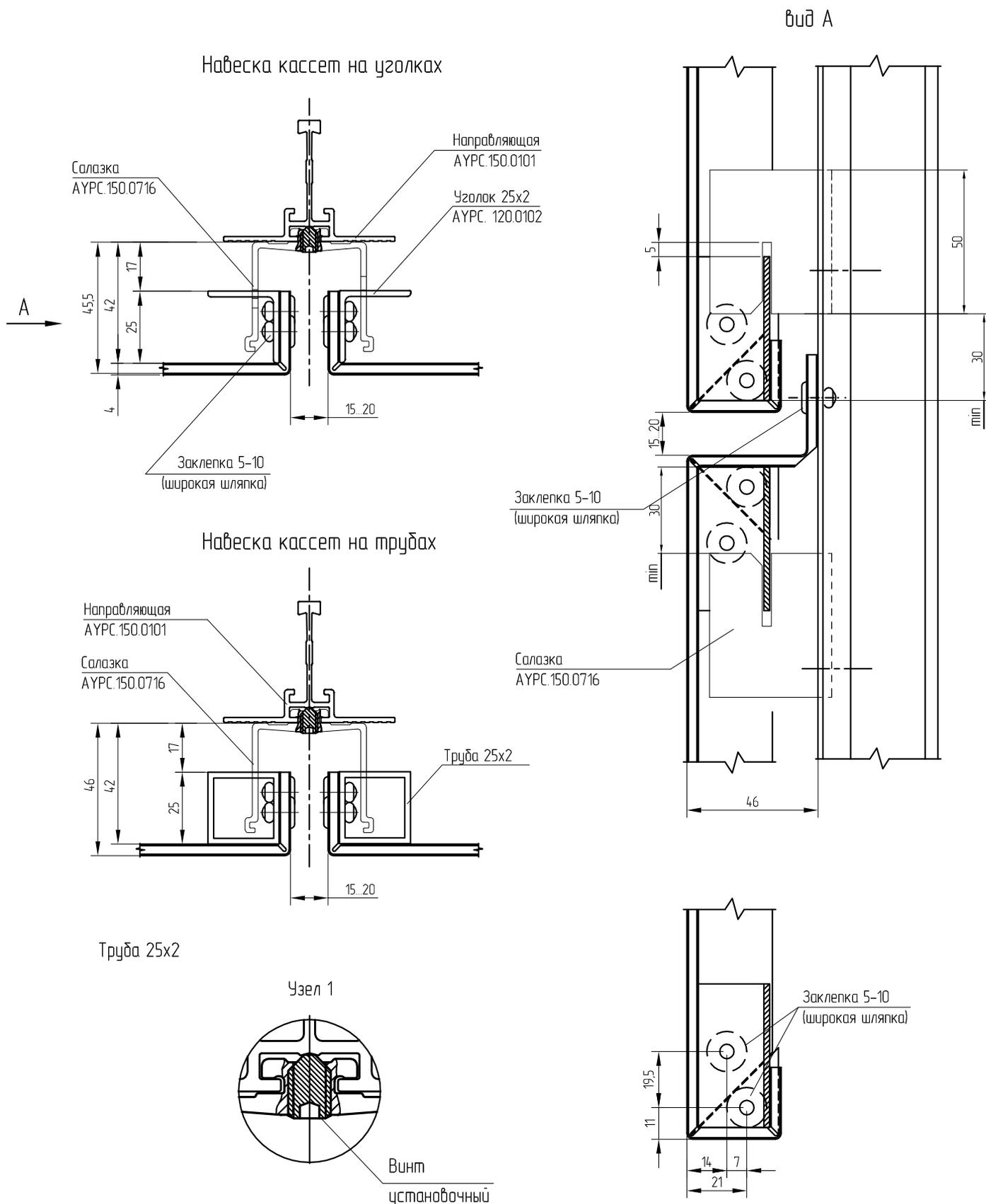
Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 5. Узел примыкания фасада к оконному проему доковой



1. В качестве крепежных изделий используется стальной винт для бетона EJOT BS 6,3 x 45, если стены из бетона и кирпича. Для стен из ячеистого бетона применяются аналогичные винты длиной 120 мм. (Можно использовать стальной крепеж с аналогичными характеристиками, допущенный к применению в вентфасадах.)
2. Нащельник из нержавеющей стали или стали с антикоррозионным покрытием, толщиной не менее 0,5 мм, см. в экспертном заключении лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (п. 2.11). Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения.

Узел 1а. Установка композитных панелей кассетного типа на салазке АУРС.150.0716.
Горизонтальный разрез



Необозначенные элементы см. на узлах сопряжения



ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ

Схема крепления утеплителя (минераловатные плиты)

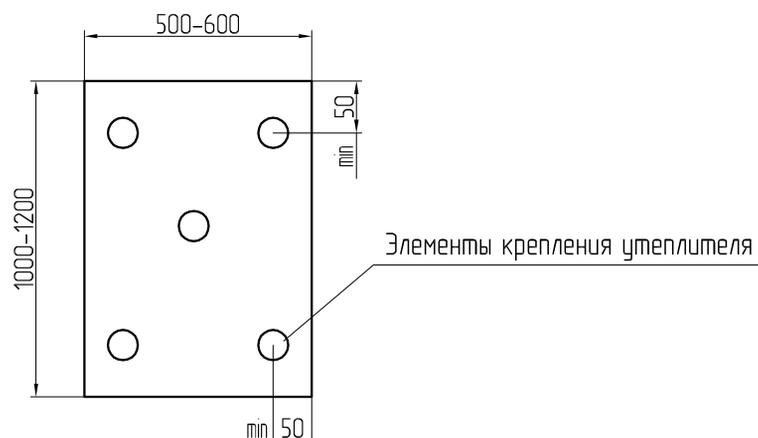
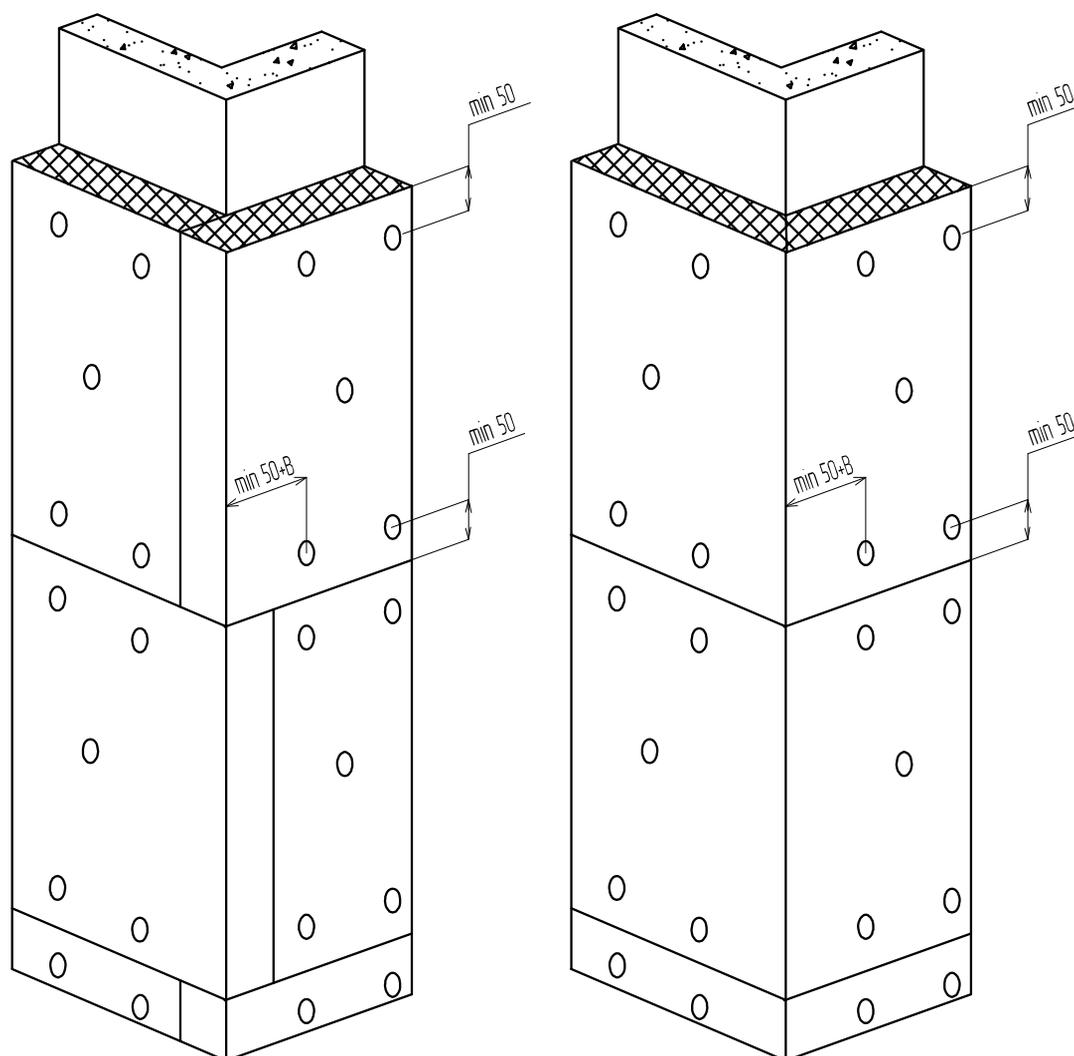


Схема крепления утеплителя на углу здания



1. Основной типоразмер минераловатных плит для вентилируемых фасадов – 600x1000, 600x1200.
2. Крепление плит утеплителя к стене осуществляется тарельчатыми дюбелями из расчета 5 шт. на 1 плиту.
3. В – толщина утеплителя.

Дополнительная установка утеплителя на углах здания (минераловатные плиты)

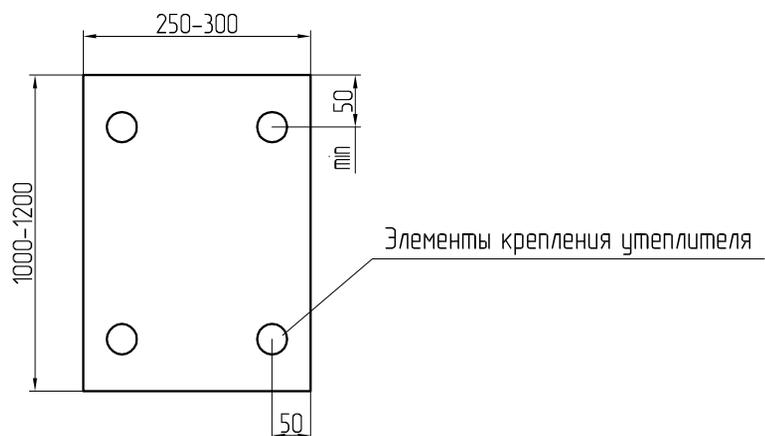
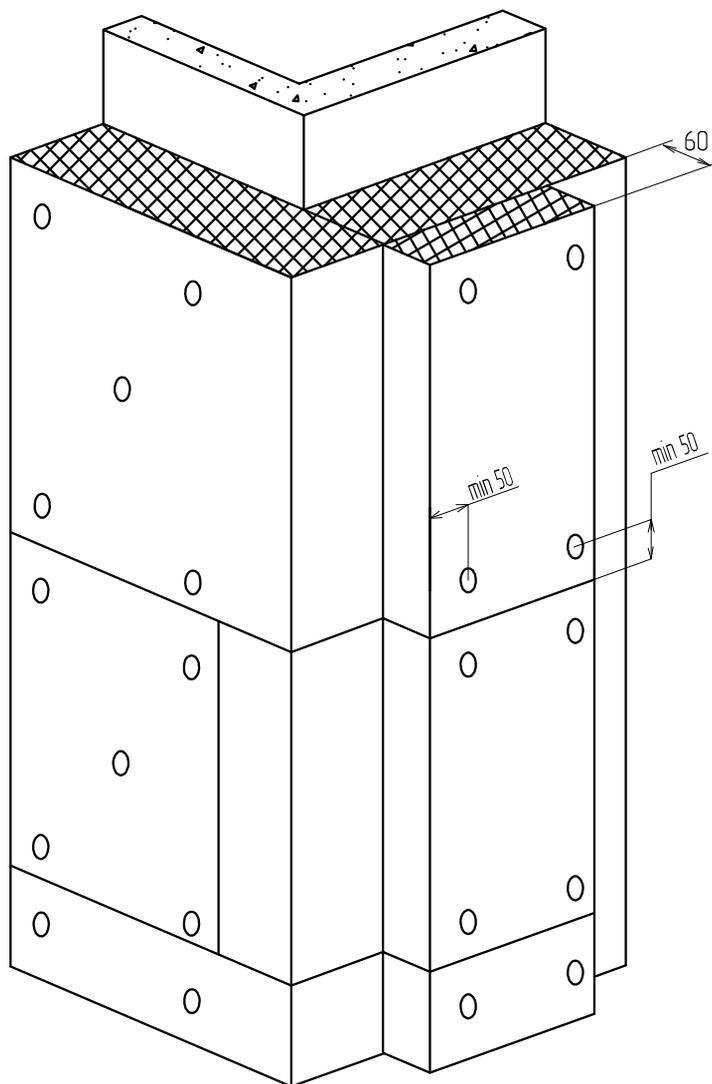


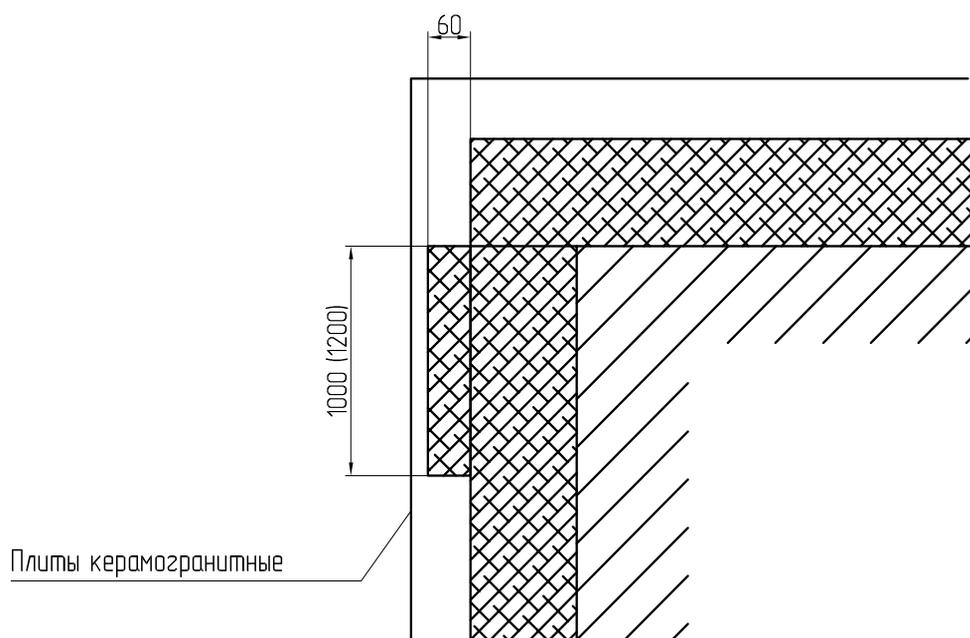
Схема крепления утеплителя на углу здания



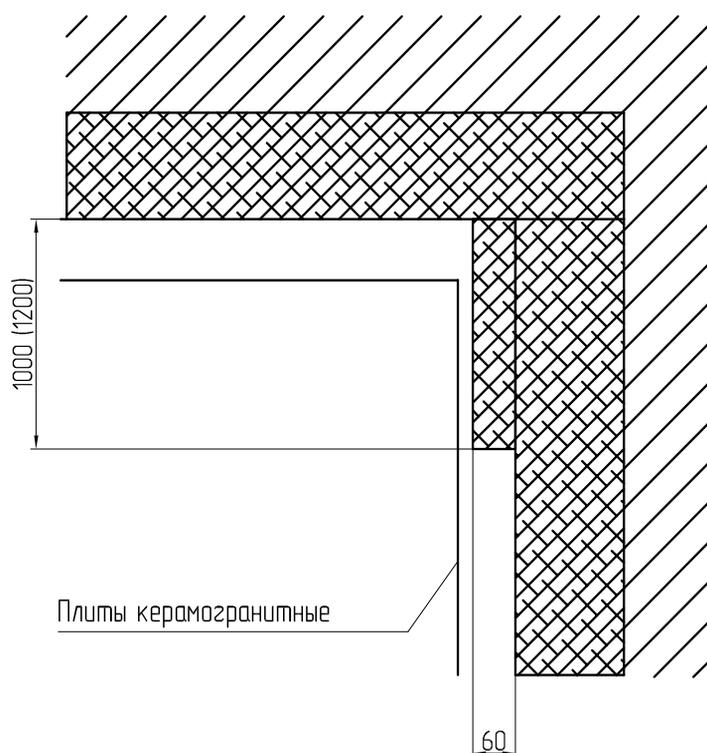
1. Основной типоразмер минераловатных плит для вентилируемых фасадов – 600x1000, 600x1200.
2. Крепление плит утеплителя к стене осуществляется тарельчатыми дюбелями из расчета 5 шт. на 1 плиту.
3. В-толщина утеплителя.

Схема установки презрад с применением утеплителя на углах здания (минераловатные плиты)

Наружный угол



Внутренний угол





ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК



ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

НАГРУЗКИ

Ветровые нагрузки

На данный момент нормативным документом по определению ветровых нагрузок на здание и его элементы является СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

Согласно пункту 11.2 данного документа для элементов ограждения и узлов их крепления необходимо учитывать пиковые положительные W_+ и отрицательные W_- воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения которых определяются по формуле:

$$W_{+(-)} = W_0 K(z_e) [1 + \zeta(z_e)] C_{p,+(-)} V_{+(-)}, \quad (11.2)$$

где W_0 – нормативное значение давления ветра, принимаемое согласно пункта 11.1.4 СП 20.13330.2011 (далее СП);

z_e – эквивалентная высота, принимаемая по пункту 11.1.5 СП;

$K(z_e)$ и $\zeta(z_e)$ – коэффициенты, учитывающие, соответственно, изменение давления и пульсаций давления ветра на высоте z_e согласно пунктам 11.1.6 и 11.1.8 СП;

$C_{p,+(-)}$ – пиковые значения аэродинамических коэффициентов положительного давления (+) или отсоса (-);

$V_{+(-)}$ – коэффициенты корреляции ветровой нагрузки, соответствующие положительному давлению (+) и отсосу (-); значения этих коэффициентов приведены в таблице 11.8 в зависимости от площади ограждения A , с которой собирается ветровая нагрузка.

Таблица 11.8 СП

$A, м^2$	< 2	5	10	> 20
V_+	1,0	0,9	0,8	0,75
V_-	1,0	0,85	0,75	0,65

Аэродинамические коэффициенты $C_{p,+}$ и $C_{p,-}$, как правило, определяются на основе результатов модельных испытаний сооружений в аэродинамических трубах. Для отдельно стоящих прямоугольных в плане зданий значения этих коэффициентов приведены на схеме Д.1.17 приложения Д1 СП.

Примечание – При определении пиковой ветровой нагрузки (формула (11.10)) принято, что конструктивные элементы ограждения и узлы их крепления к зданию являются достаточно жесткими и в них не возникает заметных динамических усилий и перемещений. В случае если собственные частоты системы «элементы ограждения – их несущие конструкции – элементы их крепления» менее 1,5 Гц, расчетные значения пиковой ветровой нагрузки должны быть уточнены на основе результатов динамического расчета указанной системы конструктивных элементов.

Нормативное значение ветровой нагрузки используется для расчета по второй группе предельных состояний (расчет по допустимым деформациям). Для расчета по первой группе предельных состояний (расчет прочности) принимается расчетное значение ветровой нагрузки, равное нормативному значению, умноженному на коэффициент надежности по ветровой нагрузке. Согласно пункта 11.1.12 СП, коэффициент надежности по ветровой нагрузке следует принимать равным 1,4.

Ниже приведены данные пунктов 11.1.4, 11.1.5, 11.1.6, 11.1.8 а также схемы Д.1.17 приложения Д1 СП 20.13330.2011.

По пункту 11.1.4 нормативное значение ветрового давления W_0 принимается в зависимости от ветрового района по таблице 11.1.

Таблица 11.1

Ветровые районы (принимаются по карте 3 приложения Ж)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$W_0, кПа$	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85
$W_0, кг/м^2$	17,33	23,45	30,58	38,74	48,93	61,16	74,41	86,65

По пункту 11.1.6 Коэффициент $K(z_e)$ определяется по таблице 11.2 в которой принимаются следующие типы местности:

А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой

более 10 м;

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

Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии $30h$ – при высоте сооружения h до 60 м и на расстоянии 2 км – при $h > 60$ м.

Примечание – Типы местности могут быть различными для разных расчетных направлений ветра.

Таблица 11.2

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

По пункту 11.1.18 $\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 для эквивалентной высоты Z_e .

Таблица 11.4

Высота Z_e , м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ 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	1,50
40	0,62	0,80	1,26
60	0,58	0,74	1,14
80	0,56	0,70	1,06
100	0,54	0,67	1,00
150	0,51	0,62	0,90
200	0,49	0,58	0,84
250	0,47	0,56	0,80
300	0,46	0,54	0,76
350	0,46	0,52	0,73
≥ 480	0,46	0,50	0,68

Д.1.17 Пиковые значения аэродинамических коэффициентов для прямоугольных в плане зданий

а) Для стен прямоугольных в плане зданий пиковое положительное значение аэродинамического коэффициента $C_{d+} = 1,2$.

б) Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента C_{d-} для стен и плоских покрытий (рисунок Д.24) приведены в таблице Д.12.

Таблица Д.12

Участок	A	B	C	D	E
C_{d-}	-2,2	-1,2	-3,4	-2,4	-1,5

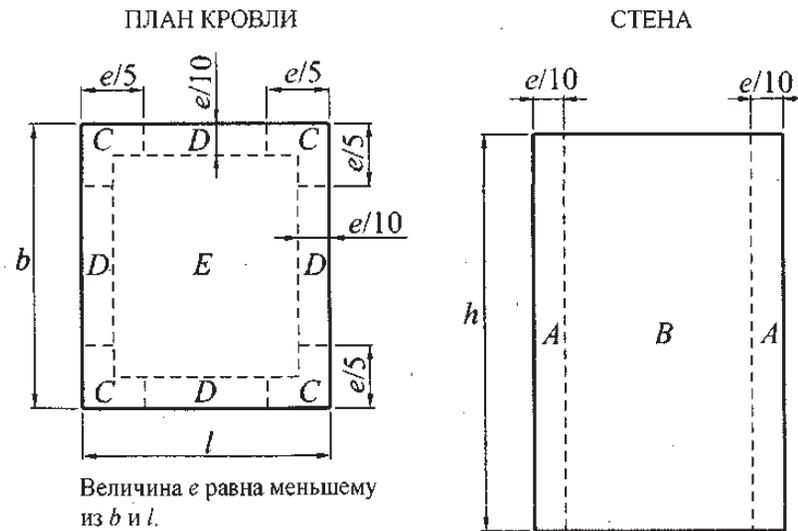


Рисунок Д.24

Таблица 1

Таблица расчетных ветровых нагрузок по высоте (абсолютные значения), кг/м ²														Тип местности А													
Эффективная высота, м	Ветровые районы																										
	Ia			I			II			III			IV			V			VI			VII					
	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А	Напор W+, Зона А и зона В	Опсос W-, Зона В	Опсос W-, Зона А			
Коеф. C _p	1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2	
5	44	80		59	108		77	141		98	179		123	226		154	283		188	344		218	400		256	470	
10	51	94		69	127		90	166		115	210		145	265		181	332		220	403		256	470		256	470	
15	56	104		76	140		100	183		126	231		159	292		199	365		243	445		282	518		282	518	
20	60	110		82	150		106	195		135	247		170	312		213	390		259	474		301	552		301	552	
25	64	117		86	158		113	206		143	261		180	330		225	413		274	502		319	584		319	584	
30	67	122		90	165		118	216		149	273		188	345		235	431		286	525		333	611		333	611	
35	69	127		93	171		122	223		154	283		195	357		244	446		296	543		345	633		345	633	
40	71	131		97	177		126	231		159	292		201	369		252	462		306	561		357	654		357	654	
45	73	135		99	182		129	237		164	301		207	380		259	475		315	578		367	673		367	673	
50	75	138		102	187		133	244		169	309		213	390		266	488		324	594		377	691		377	691	
55	77	141		104	191		136	250		172	316		218	399		272	499		331	607		386	707		386	707	
60	79	145		107	196		139	255		176	323		223	408		278	510		339	621		395	723		395	723	
65	80	147		109	199		142	260		180	329		227	416		284	520		345	633		402	737		402	737	
70	82	150		111	203		144	265		183	335		231	423		289	529		351	644		409	750		409	750	
75	83	153		113	207		147	269		186	341		235	431		294	539		358	655		416	763		416	763	
80	84	155		114	209		149	273		189	346		238	437		298	546		363	665		422	774		422	774	
85	86	157		116	213		152	278		192	352		242	445		303	556		369	676		429	787		429	787	
90	87	160		118	216		154	282		195	357		246	451		307	563		374	685		435	798		435	798	
95	88	162		119	219		156	285		197	362		249	457		311	571		379	694		441	809		441	809	
100	89	164		121	222		158	289		200	366		252	463		315	578		384	704		447	819		447	819	
105	91	166		123	225		160	293		202	371		256	469		320	586		389	713		453	830		453	830	
110	91	168		124	227		161	296		204	375		258	473		323	591		393	720		457	838		457	838	
115	93	170		125	230		163	300		207	379		261	479		327	599		398	729		463	849		463	849	
120	93	171		126	232		165	302		209	383		264	484		330	605		401	736		467	857		467	857	
125	94	173		128	234		166	305		211	387		266	488		333	610		405	743		472	865		472	865	
130	95	175		129	237		169	309		213	391		270	494		337	618		410	752		477	875		477	875	
135	96	177		130	239		170	312		215	395		272	499		340	624		414	759		482	883		482	883	
140	97	178		132	241		172	315		217	399		275	503		343	629		418	765		486	891		486	891	
145	98	180		133	243		173	317		219	402		277	508		346	635		421	772		491	899		491	899	
150	99	181		134	245		174	319		221	404		279	511		348	639		424	777		493	905		493	905	

Примечания:

1 Таблица расчетных ветровых нагрузок составлена с учетом вышеизложенных требований.

2 Расчет ветровых нагрузок произведен для площади ограждения, в который собирается нагрузка, $A < 2$ м, наиболее типичной для элементов ограждения вентилируемых фасадов. В случае превышения данной площади требуется скорректировать расчет в соответствии с таблицей 11.8 СП.

3 В таблице приведены абсолютные значения ветровых нагрузок без учета знаков. Знаки учитываются при помощи коэффициента C_p (см. пункт Д.1.17).

Таблица 2

Таблица расчетных ветровых нагрузок по высоте (абсолютные значения), кг/м ²														Тип местности В									
Эффективная высота, м	Ветровые районы																						
	Ia		I			II			III			IV			V			VI			VII		
	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А		
Коеф. C _p	1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2
5	32	58		43	79		56	103		71	130		90	164		112	205		136	250		159	291
10	39	72		53	97		69	126		87	160		110	202		138	252		168	307		195	358
15	44	81		59	109		78	142		98	180		124	228		155	284		189	346		220	403
20	48	88		65	119		85	155		107	197		136	249		170	311		206	378		240	440
25	52	94		70	128		91	167		115	211		145	267		182	333		221	406		258	472
30	54	100		74	135		96	176		122	223		154	282		192	352		234	429		272	499
35	57	105		77	142		101	185		128	234		161	295		201	369		245	449		285	523
40	59	109		80	147		105	192		133	243		168	307		210	384		255	468		297	544
45	62	113		84	153		109	200		138	253		174	319		218	399		265	486		309	566
50	64	117		86	158		113	206		143	261		180	330		225	413		274	502		319	584
55	66	120		89	163		116	212		146	268		185	339		231	424		281	516		328	600
60	68	124		91	168		119	219		151	277		191	350		238	437		290	532		338	619
65	69	127		94	172		122	224		155	284		196	359		245	448		298	545		346	635
70	71	130		96	176		125	229		158	290		200	366		250	458		304	557		354	649
75	72	133		98	180		128	235		162	297		205	375		256	469		311	571		362	665
80	74	136		100	183		130	239		165	303		209	383		261	478		318	582		370	678
85	75	138		102	187		133	244		169	309		213	390		266	488		324	594		377	691
90	77	140		104	190		135	248		171	314		216	396		270	495		329	603		383	702
95	78	143		106	194		138	252		174	320		220	404		275	505		335	614		390	715
100	79	145		107	196		140	256		177	325		224	410		279	512		340	623		396	726
105	81	148		109	200		142	261		180	331		228	417		285	522		346	635		403	739
110	82	150		111	203		144	265		183	335		231	423		289	529		351	644		409	750
115	83	152		112	206		146	268		185	340		234	430		293	537		356	653		415	761
120	84	154		114	209		148	272		188	345		238	436		297	544		361	662		421	771
125	85	156		115	212		151	276		191	350		241	442		301	552		366	672		427	782
130	86	158		117	214		152	279		193	353		243	446		304	558		370	678		431	790
135	87	160		118	217		154	283		195	358		247	452		308	565		375	688		437	801
140	89	162		120	220		156	286		198	363		250	458		312	573		380	697		443	811
145	89	164		121	222		158	289		200	366		252	463		315	578		384	704		447	819
150	90	165		122	224		159	292		202	370		255	467		319	584		388	710		451	827

Примечания:

- 1 Таблица расчетных ветровых нагрузок составлена с учетом вышеизложенных требований.
- 2 Расчет ветровых нагрузок произведен для площади ограждения, в который собирается нагрузка, $A < 2$ м, наиболее типичной для элементов ограждения вентилируемых фасадов. В случае превышения данной площади требуется скорректировать расчет в соответствии с таблицей 118 СП.
- 3 В таблице приведены абсолютные значения ветровых нагрузок без учета знаков. Знаки учитываются при помощи коэффициента C_p (см. пункт Д.1.17).

Таблица 3

Таблица расчетных ветровых нагрузок по высоте (абсолютные значения), кг/м ²													Тип местности С													
Эффективная высота, м	Ветровые районы																									
	Ia			I			II			III			IV			V			VI			VII				
	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А	Напор И+ Зона А и зона В	Опсос И- Зона В	Опсос И- Зона А		
Коеф. С _р	1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2
5	26	47		35	64		45	83		57	105		72	133		90	166		110	202		128	235		235	
10	32	59		44	80		57	105		72	132		91	167		114	209		139	254		162	296		296	
15	37	68		50	92		66	121		83	153		105	193		132	241		160	293		186	342		342	
20	41	75		56	102		72	133		92	168		116	212		145	266		176	323		205	376		376	
25	45	82		60	111		79	144		100	183		126	231		157	288		191	351		223	408		408	
30	47	87		64	118		84	154		106	194		134	246		167	307		204	374		237	435		435	
35	50	92		68	124		88	162		112	205		141	259		177	324		215	394		250	459		459	
40	53	97		71	131		93	170		118	216		149	273		186	341		226	415		263	483		483	
45	55	101		74	137		97	178		123	226		155	285		194	356		236	433		275	504		504	
50	57	105		77	142		101	185		128	234		161	295		201	369		245	449		285	523		523	
55	59	108		80	147		104	191		132	242		167	306		209	382		254	465		296	542		542	
60	61	112		82	151		107	197		136	249		172	315		215	394		261	479		304	558		558	
65	63	115		85	156		111	203		141	258		178	326		222	407		270	495		314	576		576	
70	65	118		87	160		114	209		144	265		182	335		228	418		278	509		323	592		592	
75	66	121		89	164		117	214		148	271		187	342		233	428		284	520		330	606		606	
80	68	124		92	168		120	219		152	278		192	351		239	439		291	534		339	622		622	
85	69	127		94	172		122	224		155	284		196	359		245	448		298	545		346	635		635	
90	71	130		96	176		125	229		158	290		200	366		250	458		304	557		354	649		649	
95	72	132		98	179		127	234		161	296		204	374		255	467		310	568		361	662		662	
100	74	135		100	183		130	238		165	302		208	381		260	477		316	580		368	675		675	
105	75	138		102	186		133	243		168	308		212	389		265	486		323	591		376	689		689	
110	76	140		103	189		135	247		171	313		215	395		269	494		328	600		381	699		699	
115	78	143		105	193		137	251		174	319		219	402		274	503		334	612		389	713		713	
120	79	145		107	196		139	255		176	323		223	408		278	510		339	621		395	723		723	
125	80	147		108	199		141	259		179	328		226	414		283	518		344	630		400	734		734	
130	81	149		110	202		143	263		182	333		229	420		287	526		349	639		406	745		745	
135	82	151		111	204		145	267		184	338		233	426		291	533		354	649		412	755		755	
140	84	153		113	207		147	270		187	342		236	433		295	541		359	658		418	766		766	
145	85	155		115	210		149	274		189	347		239	439		299	548		364	667		424	777		777	
150	86	157		116	213		152	278		192	352		242	445		303	556		369	676		429	787		787	

Примечания:

1 Таблица расчетных ветровых нагрузок составлена с учетом вышеизложенных требований.

2 Расчет ветровых нагрузок произведен для площади ограждения, в который собирается нагрузка, $A < 2$ м, наиболее типичной для элементов ограждения вентилируемых фасадов. В случае превышения данной площади требуется скорректировать расчет в соответствии с таблицей 118 СП.

3 В таблице приведены абсолютные значения ветровых нагрузок без учета знаков. Знаки учитываются при помощи коэффициента С_р (см. пункт Д.1.17).

Гололедные нагрузки

Согласно 12.2 СП 20.13330.2011 нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки i , Па, для вентилируемых фасадов зданий и других элементов следует определять по формуле

$$i = bk\mu_2\rho g \quad (12.2)$$

где b – толщина стенки гололеда, мм (превышаемая один раз в 5 лет), принимаемая по таблице 12.1, а на высоте 200 м и более – по таблице 12.2. Для других периодов повторяемости или при наличии метеорологических данных для района строительства толщину стенки гололеда следует принимать по специальным техническим условиям, утвержденным в установленном порядке;

k – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте и принимаемый по таблице 12.3;

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 , м/с², – ускорение свободного падения.

Согласно 12.5 СП коэффициент надежности по нагрузке γ_f для гололедной нагрузки следует принимать равным 1,3, за исключением случаев, оговоренных в других нормативных документах.

Ниже приведены данные таблиц 12.2, 11.2, 12.3 СП 20.13330.2011.

Таблица 12.1

Гололедные районы (принимаются по карте 4 приложения Ж)	I	II	III	IV	V
Толщина стенки гололеда b , мм	Не менее 3	5	10	15	Не менее 20

Таблица 12.2

Высота над поверхностью земли, м	Толщина стенки гололеда b , мм, для разных районов			
	1 района гололедности азиатской части	V района гололедности и горных местностей	северной части европейской территории	остальных
200	15	Принимается на основании специальных обследований	Принимается по карте 4, <i>з</i> приложения Ж	35
300	20	То же	То же, по карте 4. <i>д</i>	45
400	25	»	» по карте 4, <i>е</i>	60

Таблица 12.3

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

Согласно 12.3 СП нормативное значение ветровой нагрузки на покрытые гололедом элементы следует принимать равным 25 % нагрузки W , определяемой согласно 11.2 .

Примечания

1 В отдельных районах, где наблюдаются сочетания значительных скоростей ветра с большими размерами гололедно-изморозевых отложений, толщину стенки гололеда и его плотность, а также давление ветра следует принимать в соответствии с фактическими данными.

Таблица 4

Таблица расчетных гололедных нагрузок по высоте, Па					
Эффективная высота, м	Гололедные районы				
	I	II	III	IV	V
5	33,1	55,2	110,3	165,5	220,6
10	41,3	68,9	137,7	206,6	275,5
15	46,2	77,0	154,0	231,1	308,1
20	49,6	82,6	165,3	247,9	330,6
25	54,0	90,0	179,9	269,9	359,8
30	57,8	96,4	192,8	289,2	385,7
35	59,8	99,7	199,3	299,0	398,6
40	62,3	103,8	207,6	311,3	415,1
45	64,5	107,6	215,1	322,7	430,3
50	66,1	110,2	220,4	330,6	440,7
55	68,6	114,3	228,7	343,0	457,3
60	70,4	117,4	234,8	352,2	469,6
65	72,2	120,3	240,6	360,9	481,1
70	74,4	124,0	247,9	371,9	495,8
75	75,4	125,6	251,3	376,9	502,5
80	76,9	128,1	256,2	384,4	512,5
85	78,3	130,5	261,0	391,5	522,0
90	79,7	132,8	265,6	398,4	531,2
95	81,0	135,0	270,0	405,0	540,0
100	82,6	137,7	275,5	413,2	550,9
105	83,5	139,2	278,3	417,5	556,7
110	84,7	141,1	282,3	423,4	564,6
115	85,8	143,1	286,1	429,2	572,3
120	87,0	144,9	289,9	434,8	579,7
125	88,0	146,7	293,5	440,2	587,0
130	89,1	148,5	297,0	445,5	594,0
135	90,1	150,2	300,4	450,6	600,9
140	91,1	151,9	303,8	455,7	607,5
145	92,1	153,5	307,0	460,5	614,0
150	93,1	155,1	310,2	465,3	620,4

Примечание – Таблица расчетных гололедных нагрузок составлена с учетом вышеизложенных требований для случая двустороннего обледенения (внутренняя и наружная поверхность облицовки) и с учетом коэффициента $\mu_2 = 0,6$, учитывающего отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента.

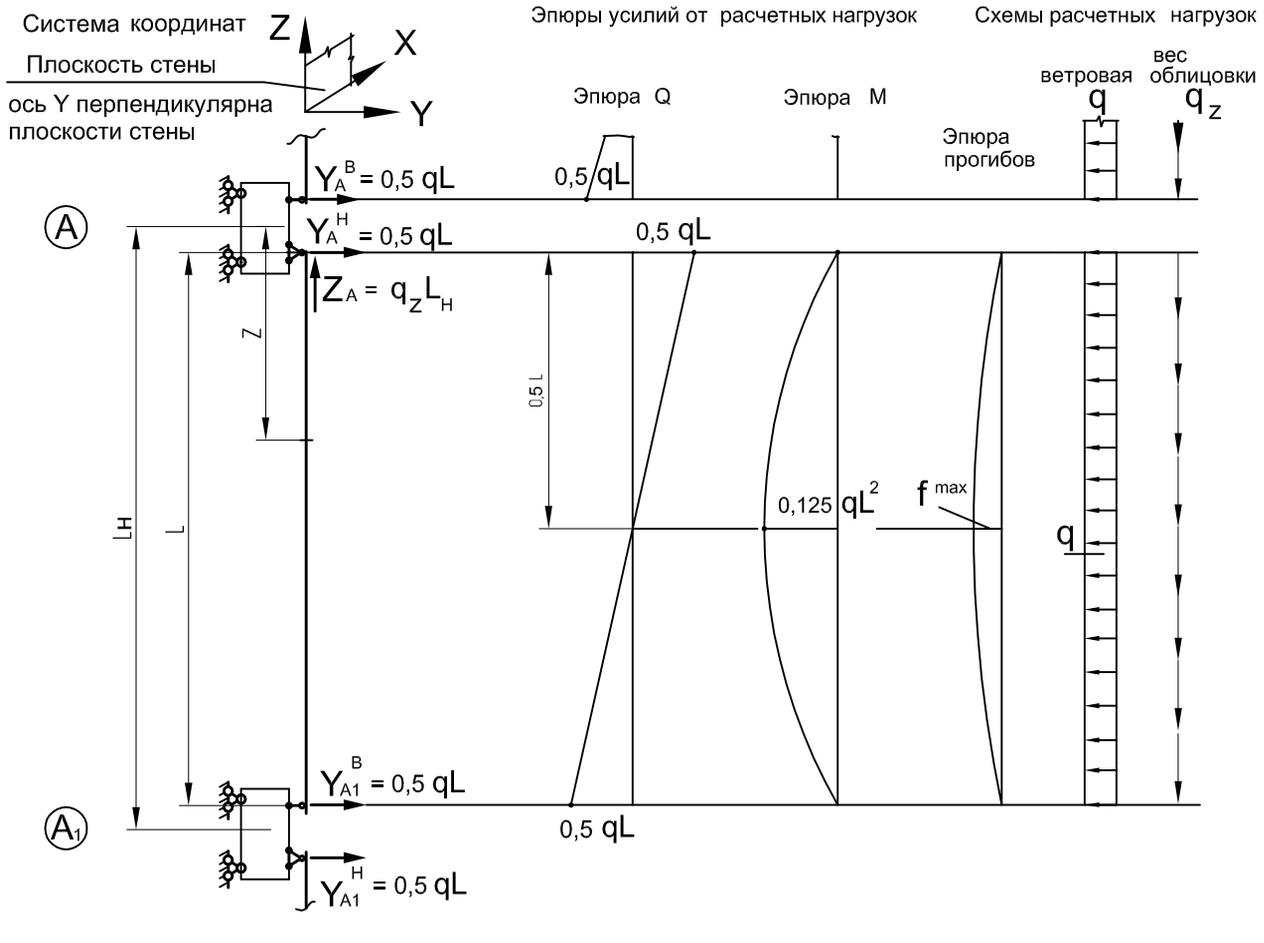


ALUTECH ALT 150 KF

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ И СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Расчетная схема однопролетная. Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Принятые обозначения:

- q – расчетная ветровая нагрузка на единицу длины, кг/м;
- q_z – расчетная вертикальная (вес облицовки + гололедная) нагрузка на единицу длины, кг/м;
- L_h – длина направляющей, м;
- L – длина пролета, м (практически можно для данной схемы принимать $L=L_h$).

$q = p \cdot B$	здесь: p – расчетная ветровая нагрузка, кг/м ² ;	
$q_z = p_z \cdot B$		p_z – расчетная от веса облицовки и гололедной нагрузки, кг/м ² ;
$q^n = q / K_p^B$		K_p^B – коэффициент перегрузки для ветровой нагрузки, принимается равным 1,4;
$q_z^n = q_z / K_p^{CB}$		B – шаг направляющих, м.

Формула для определения прогибов в произвольном сечении пролета:

$$f^z = \frac{q^n}{24 EI} (2Lz^3 - z^4 - L^3z)$$

Максимальный прогиб находится в середине пролета и равен:

$$f^{max} = - \frac{5 q^n L^4}{384 EI}$$

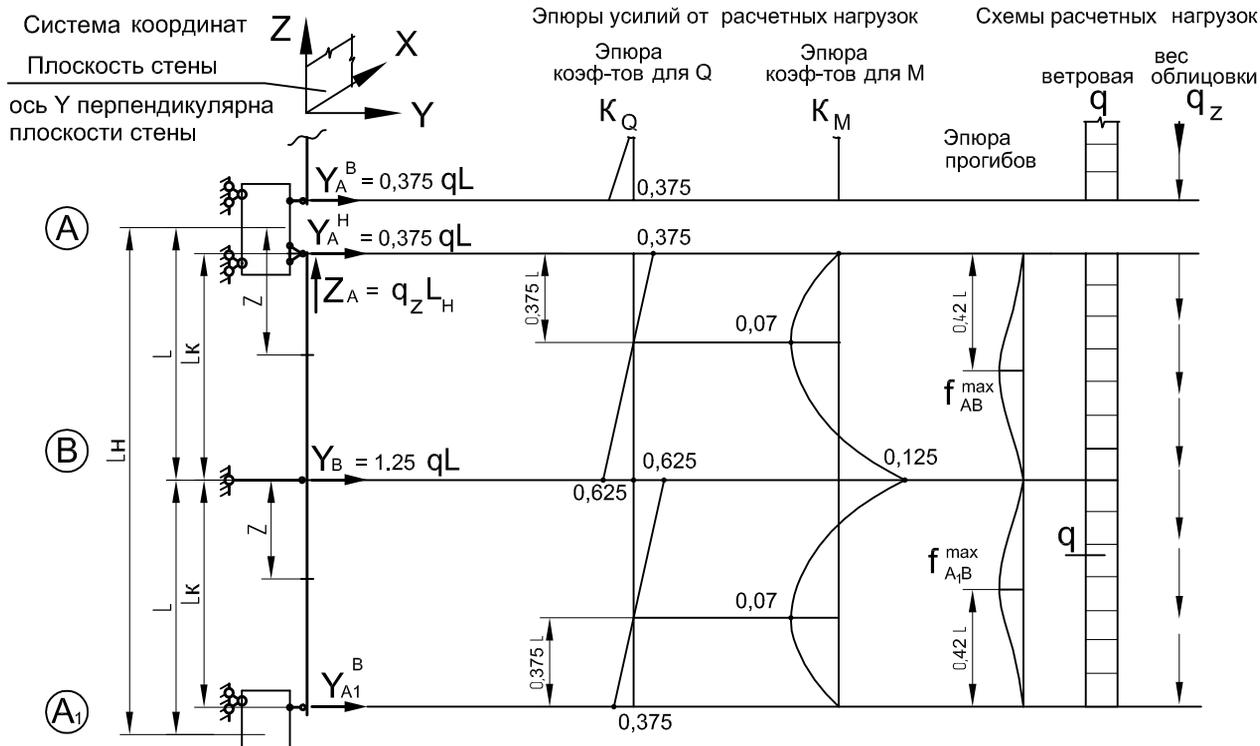
Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см². При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

$$f_{AB}^{max} = \frac{0,19 \cdot q^n \cdot L^4}{I_x} \text{ (мм)}$$

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими:
 q^n – нормативная ветровая, кг/м;
 L – пролет, м;
 I_x – момент инерции, см⁴

Расчетная схема двухпролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Поперечная сила: $Q = K_Q \cdot qL$
Изгибающий момент: $M = K_M \cdot qL^2$

Принятые обозначения:

- q – расчетная ветровая нагрузка на единицу длины, кг/м;
- q_z – расчетная вертикальная (вес облицовки + гололедная) нагрузка на единицу длины, кг/м;
- L_H – длина направляющей, м;
- L – длина пролета, м (пролеты принимаются равными или отличающимися не более чем на 10%, при этом L_k для упрощения принимается равным L).

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки:

для пролета AB

$$f_{AB} = f_{AB}^{разр} + f_{AB}^{Моп} = \frac{q^n}{24EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3Z) - \frac{M_B^n}{6EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right),$$

- где: $f_{разр}$ – прогиб в пролете разрезной балки от ветровой нормативной нагрузки q^n ;
- $f_{Моп}$ – прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки, возникающим от ветровой нормативной нагрузки (M_B^n).

На эпюре прогибов указаны примерные значения Z , где прогиб имеет максимальное значение.

Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на:

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

$$f_{AB}^{max} = \frac{0,079 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

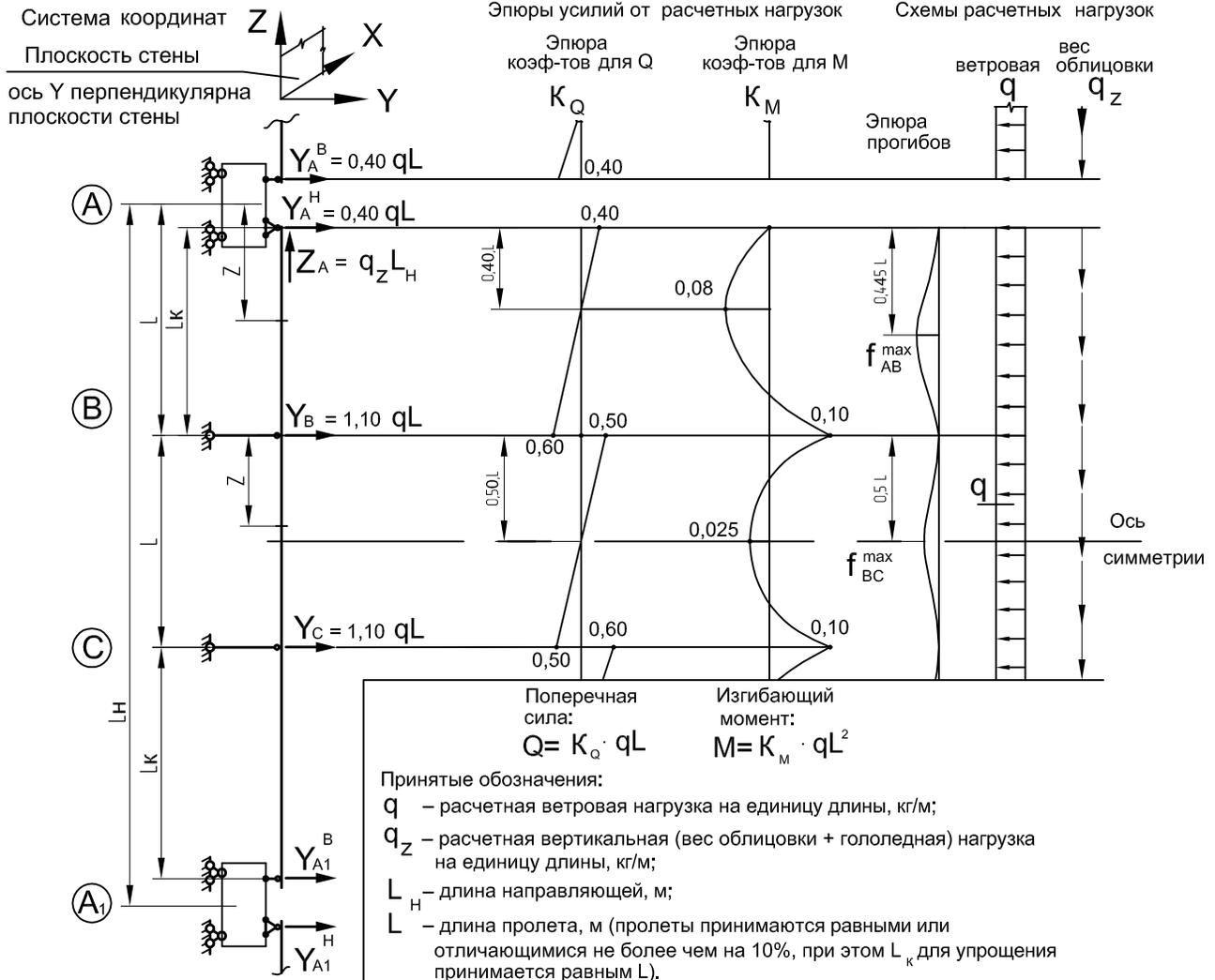
Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими:

- q^n – нормативная ветровая, кг/м;
- L – пролет, м;
- I_x – момент инерции, см⁴.

Вспомогательные схемы для расчета прогибов



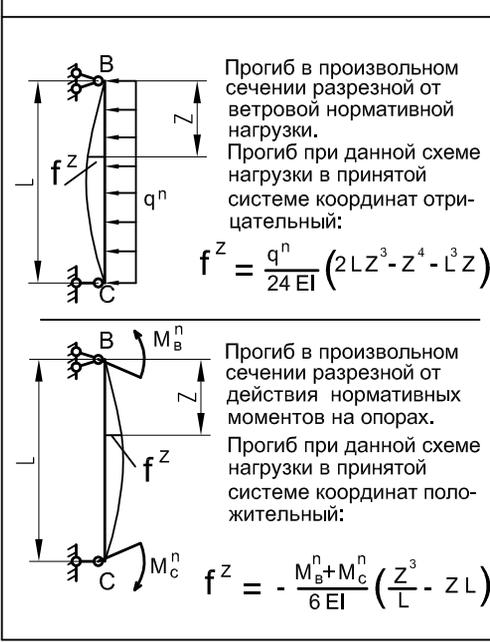
Расчетная схема трехпролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Поперечная сила: $Q = K_Q \cdot qL$
 Изгибающий момент: $M = K_M \cdot qL^2$

Принятые обозначения:
 q – расчетная ветровая нагрузка на единицу длины, кг/м;
 q_z – расчетная вертикальная (вес облицовки + гололедная) нагрузка на единицу длины, кг/м;
 L_H – длина направляющей, м;
 L – длина пролета, м (пролеты принимаются равными или отличающимися не более чем на 10%, при этом L_k для упрощения принимается равным L).

Вспомогательные схемы для расчета прогибов



Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки:

для пролета AB

$$f_{AB} = f_{AB}^{разр} + f_{AB}^{Моп} = \frac{q^n}{24EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3Z) - \frac{M_B^n}{6EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

для пролета BC

$$f_{BC} = f_{BC}^{разр} + f_{BC}^{Моп} = \frac{q^n}{24EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3Z) - \frac{M_B^n + M_C^n}{6EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

где: $f^{разр}$ – прогиб в пролете разрезной балки от ветровой нормативной нагрузки q^n ,
 $f^{Моп}$ – прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки, возникающим от ветровой нормативной нагрузки (M_B^n, M_C^n).

На эпюре прогибов указаны примерные значения Z , где прогиб имеет максимальное значение

Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см². При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на:

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

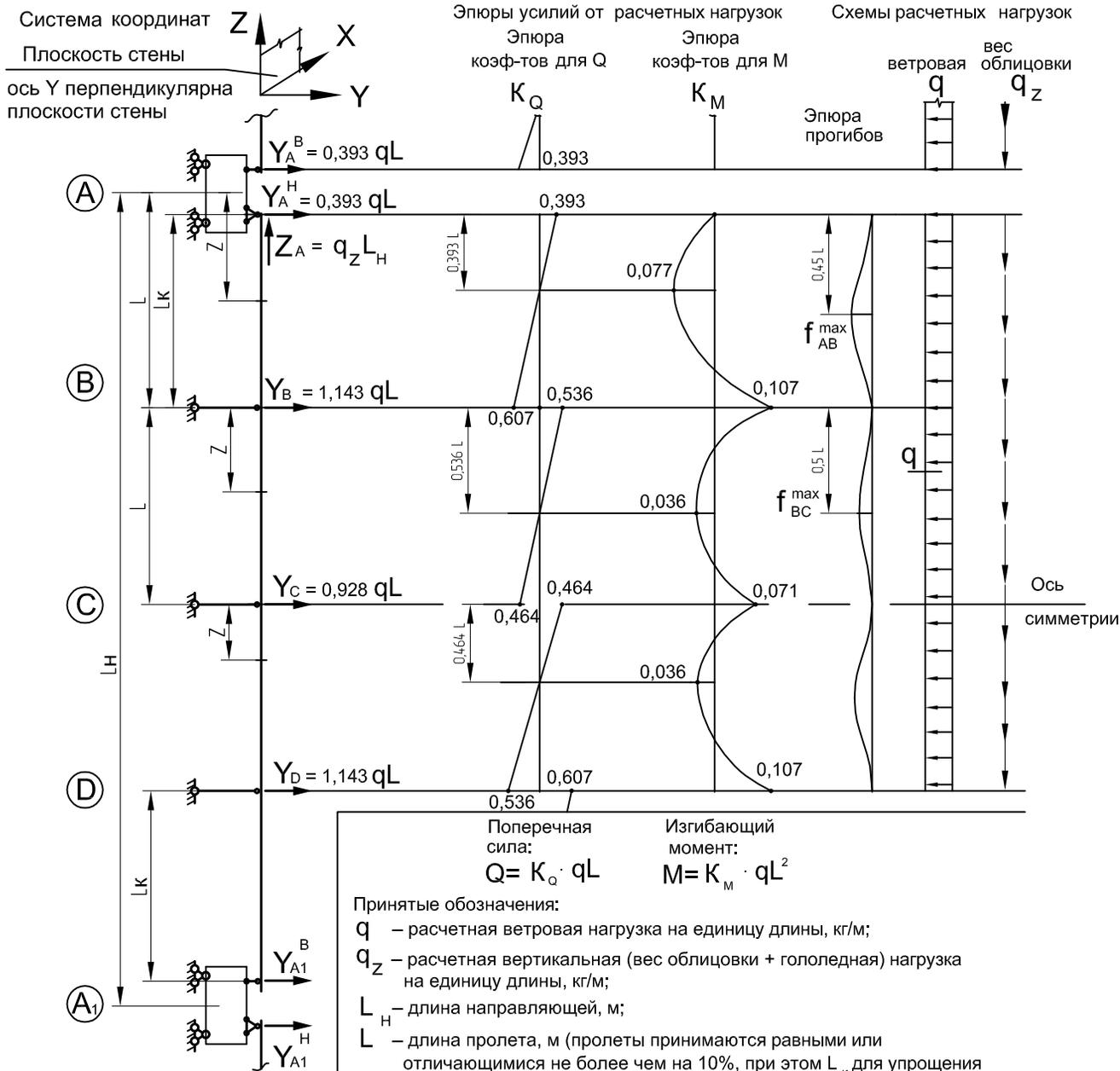
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,100 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{BC}^{max} = \frac{0,008 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими

q^n – нормативная ветровая, кг/м;
 L – пролет, м;
 I_x – момент инерции, см⁴.

Расчетная схема четырехпролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Поперечная сила: $Q = K_Q \cdot qL$
Изгибающий момент: $M = K_M \cdot qL^2$

Принятые обозначения:

- Q – расчетная поперечная сила, кг/м;
- M – расчетный изгибающий момент, кг·м;
- q – расчетная ветровая нагрузка на единицу длины, кг/м;
- q_z – расчетная вертикальная (вес облицовки + гололедная) нагрузка на единицу длины, кг/м;
- L_H – длина направляющей, м;
- L – длина пролета, м (пролеты принимаются равными или отличающимися не более чем на 10%, при этом L_K для упрощения принимается равным L).

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки:

для пролета AB

$$f_{AB} = f_{AB}^{разр} + f_{AB}^{Моп} = \frac{q^n}{24EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3Z) - \frac{M_B^n}{6EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

для пролета BC

$$f_{BC} = f_{BC}^{разр} + f_{BC}^{Моп} = \frac{q^n}{24EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3Z) - \frac{M_B^n + M_C^n}{6EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

где: f^{разр} – прогиб в пролете разрезной балки от ветровой нормативной нагрузки qⁿ;
f^{Моп} – прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки, возникающим от ветровой нормативной нагрузки (M_Bⁿ, M_Cⁿ, M_Dⁿ).

Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости E = 0,7 · 10⁶ кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на:
 $K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$

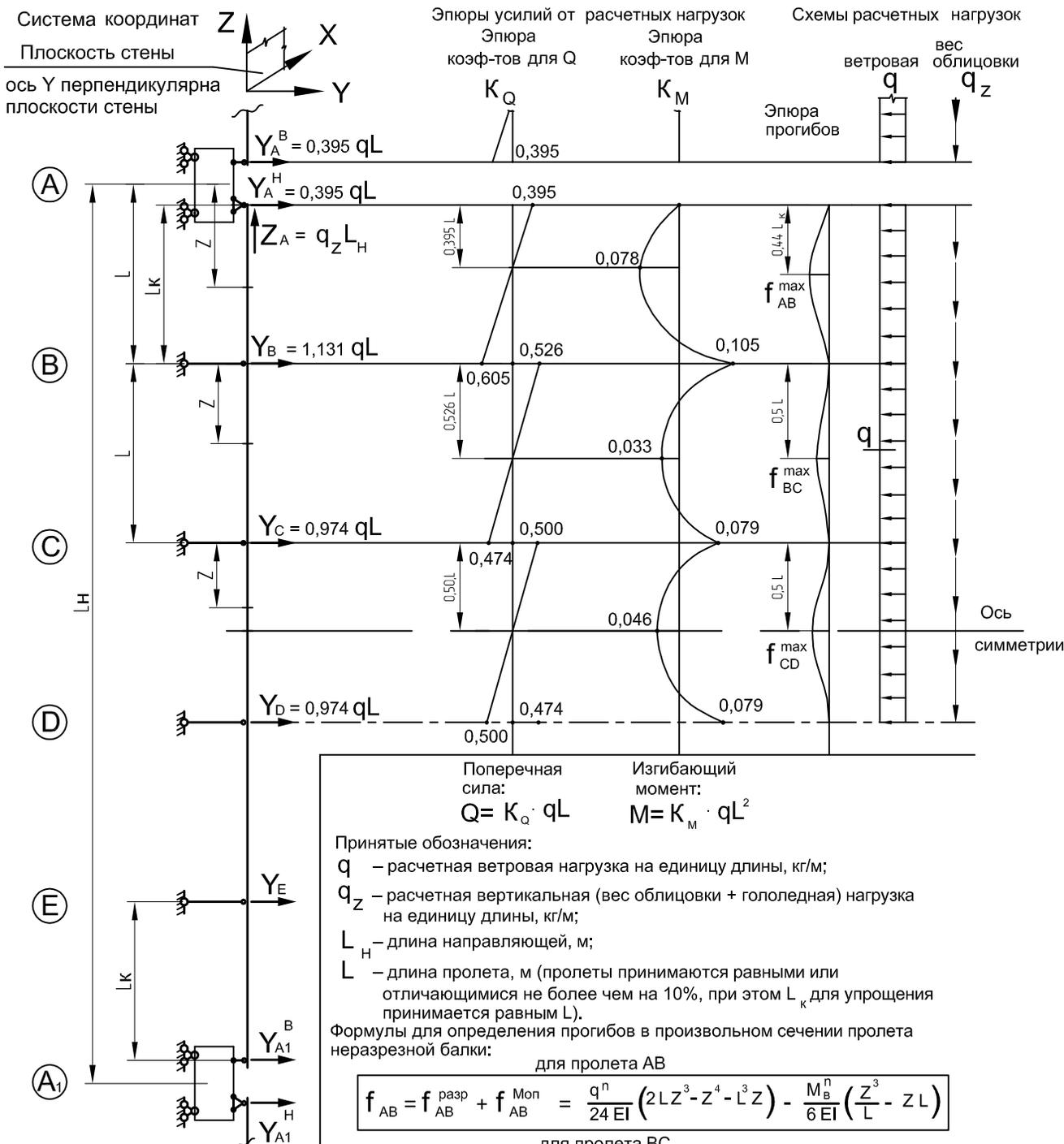
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,094 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{BC}^{max} = \frac{0,027 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать согласно таблице

qⁿ – нормативная ветровая, кг/м;
L – пролет, м;
I_x – момент инерции, см⁴

Расчетная схема пятипролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

для пролета АВ

$$f_{AB} = f_{AB}^{разр} + f_{AB}^{Моп} = \frac{q^n}{24 EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3 Z) - \frac{M_B^n}{6 EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

для пролета ВС

$$f_{BC} = f_{BC}^{разр} + f_{BC}^{Моп} = \frac{q^n}{24 EI} (2LZ^3 - Z^4 - L^3 Z) - \frac{M_B^n + M_C^n}{6 EI} \left(\frac{Z^3}{L} - ZL \right)$$

для пролета СД аналогично

где: $f^{разр}$ – прогиб в пролете разрезной балки от ветровой нормативной нагрузки q^n ;
 $f^{Моп}$ – прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки, возникающим от ветровой нормативной нагрузки (M_B^n, M_C^n, M_D^n).

На эпюре прогибов указаны примерные значения Z, где прогиб имеет макс. значение

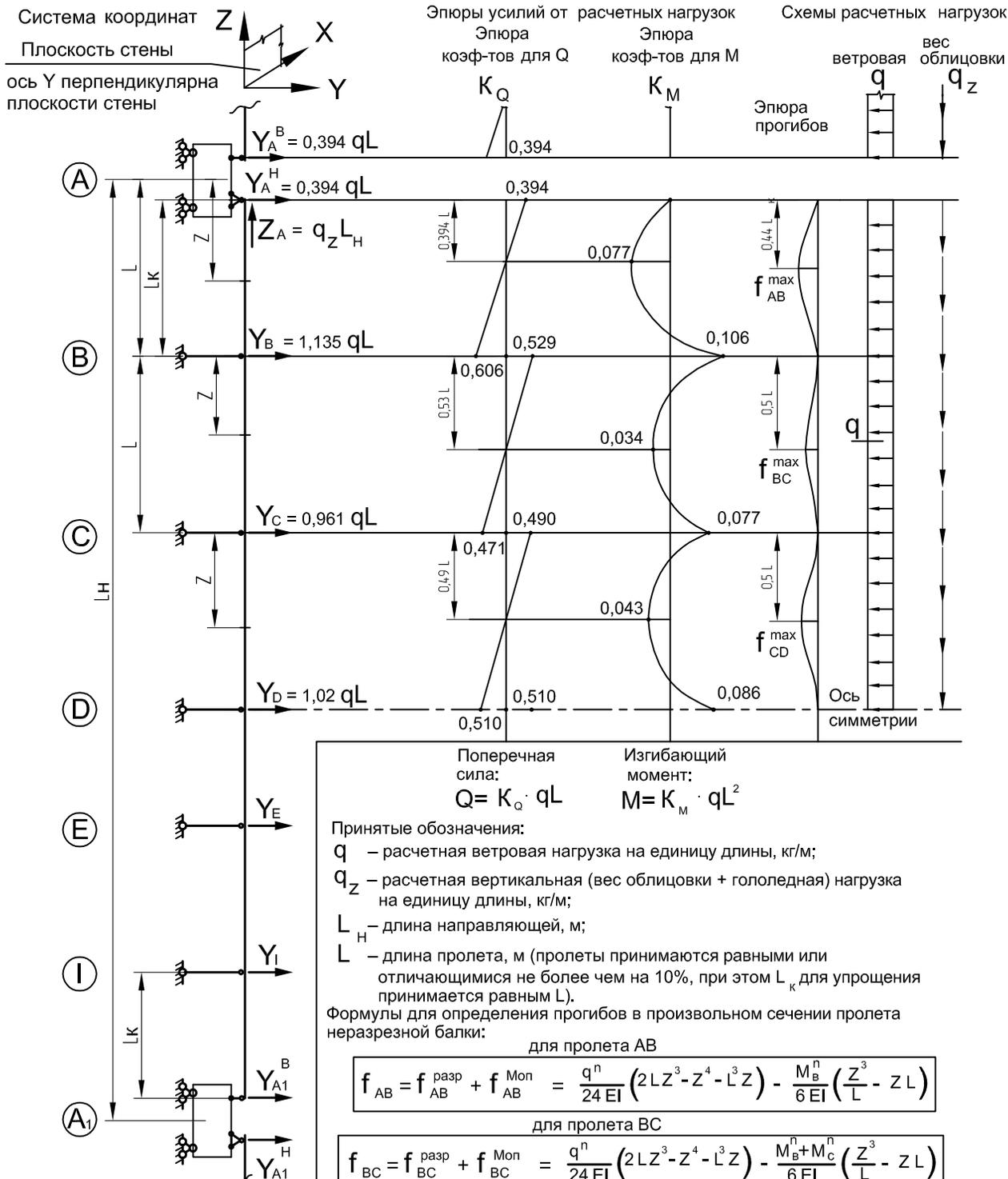
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,096 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{BC}^{max} = \frac{0,022 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{CD}^{max} = \frac{0,046 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

Размерности величин
 q^n – нормативная ветровая, кг/м;
 L – пролет, м;
 I_x – момент инерции, см⁴

Расчетная схема шестипролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с шарнирным креплением направляющих (тип НСКШ)



Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².
 При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

$$f_{AB}^{max} = \frac{0,096 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{BC}^{max} = \frac{0,023 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

$$f_{CD}^{max} = \frac{0,041 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

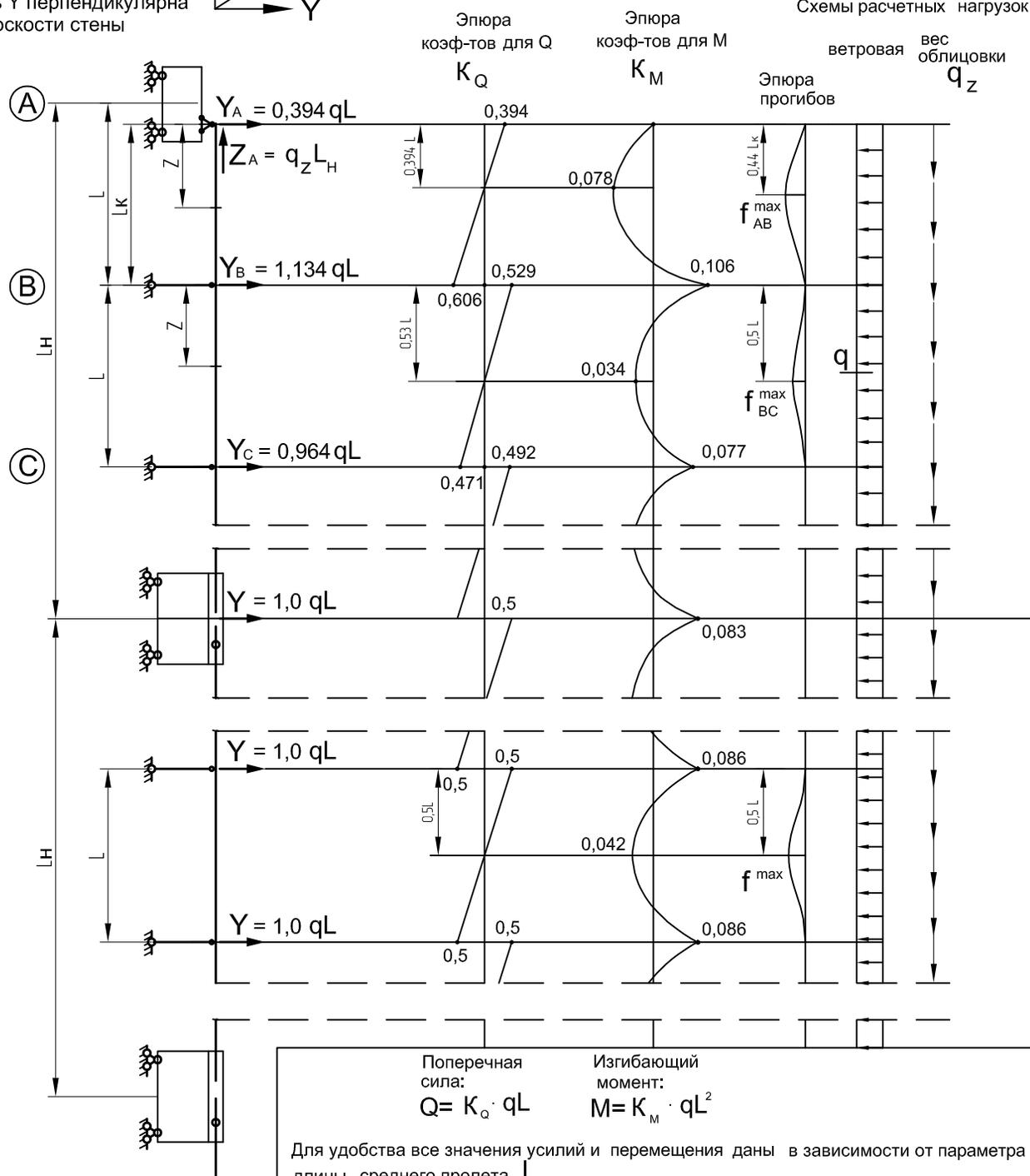
Размерности величин
 q^n – нормативная ветровая, кг/м;
 L – пролет, м;
 I_x – момент инерции, см⁴.

где: $f^{разр}$ – прогиб в пролете разрезной балки от ветровой нормативной нагрузки q^n ;
 $f^{Моп}$ – прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки, возникающим от ветровой нормативной нагрузки (M_B^n, M_C^n, M_D^n).
 На эюре прогибов указаны примерные значения Z , где прогиб имеет макс. значение

Расчетная схема многопролетная неразрезная.
Совмещенный кронштейн с защемлением направляющих (тип НСКР)

Система координат
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

При достаточно надежном закреплении направляющих от поворота сечений в зоне стыка направляющих (на несущей опоре) эпюры имеют вид
Эпюры усилий от расчетных нагрузок



Частные формулы для определения прогибов		
1-й пролет	2-й пролет	рядовой пролет
$f_{AB}^{max} = \frac{0,096 \cdot q^n \cdot L^4}{I_x}$ мм	$f_{BC}^{max} = \frac{0,023 \cdot q^n \cdot L^4}{I_x}$ мм	$f^{max} = \frac{0,038 \cdot q^n \cdot L^4}{I_x}$ мм

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

где E – модуль упругости материала, кг/см².

Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости E = 0,7·10 кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на K_E .

Основные расчетные формулы

На основании ранее приведенных расчетных схем и таблиц составлены формулы для предварительного определения параметров конструкции. При этом все типы схем можно условно разделить на одно-, двух-, и многопролетные (от трех - и более пролетов). Такое деление обусловлено тем, что усилия и перемещения в трех- и более пролетных неразрезных схемах достаточно мало отличаются.

Расчетная схема направл.		Однопролетная	Двухпролетная	Трех- и более пролетная
Определяющий параметр		Макс. момент в пролете: $M = 0,125 qL^2$	Макс. момент на средней опоре: $M = 0,125 qL^2$	Макс. момент на второй опоре: $M = 0,110 qL^2$
Из условия прочности	требуемый момент сопротивления	$W_x = \frac{0,125 qL^2 \cdot 10^2}{R}$	$W_x = \frac{0,125 qL^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R}$	$W_x = \frac{0,110 qL^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R}$
	допустимый пролет	$L = 0,28 \cdot \sqrt{\frac{R \cdot W_x}{q}}$	$L = 0,26 \cdot \sqrt{\frac{R \cdot W_x}{q}}$	$L = 0,28 \cdot \sqrt{\frac{R \cdot W_x}{q}}$

Исходный параметр для расчета на жесткость - относительный прогиб, равный $\frac{f_{max}}{L} = \frac{1}{K_{п}}$,

где $K_{п}$ – коэффициент относительного прогиба. $K_{п}$ для ветффасадов принимается обычно 200.

Из условия жесткости	требуемый момент инерции	$I_x = \frac{0,186 \cdot K_{п} \cdot q^n L^3}{10^3}$	$I_x = \frac{0,079 \cdot K_{п} \cdot q^n L^3}{10^3}$	$I_x = \frac{0,100 \cdot K_{п} \cdot q^n L^3}{10^3}$
	допустимый пролет	$L = 1,752 \cdot \sqrt[3]{\frac{I_x \cdot 10^3}{q^n \cdot K_{п}}}$	$L = 2,330 \cdot \sqrt[3]{\frac{I_x \cdot 10^3}{q^n \cdot K_{п}}}$	$L = 2,154 \cdot \sqrt[3]{\frac{I_x \cdot 10^3}{q^n \cdot K_{п}}}$

Опорные реакции от действия ветровой нагрузки

На несущей опоре – Y_A	$Y_A = 0,5 \cdot qL$	$Y_A = 0,375 \cdot qL$	$Y_A = 0,4 \cdot qL$
На второй опоре – Y_B	—	$Y_B = 1,25 \cdot qL$	$Y_B = 1,15 \cdot qL$

При достаточно надежном закреплении направляющих от поворота сечений в зоне стыка направляющей (это обеспечивается при узлах стыка направляющих см. л. 03.01) усилия и перемещения во всех пролетах, кроме двух крайних, будут одинаковыми и равными соответственно:

пролетный момент $M = 0,042 qL^2$	момент на опоре $M = 0,086 qL^2$	поперечная сила $Q = 0,5 qL$	опорная реакция $Y = 1,0 qL$	относительный прогиб $\frac{f_{max}}{L} = \frac{0,038 \cdot q^n L^3}{I_x}$
--------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---

Тогда для рядовых пролетов: $W_x = \frac{0,086 qL^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R}$ $I_x = \frac{0,038 \cdot K_{п} \cdot q^n L^3}{10^3}$

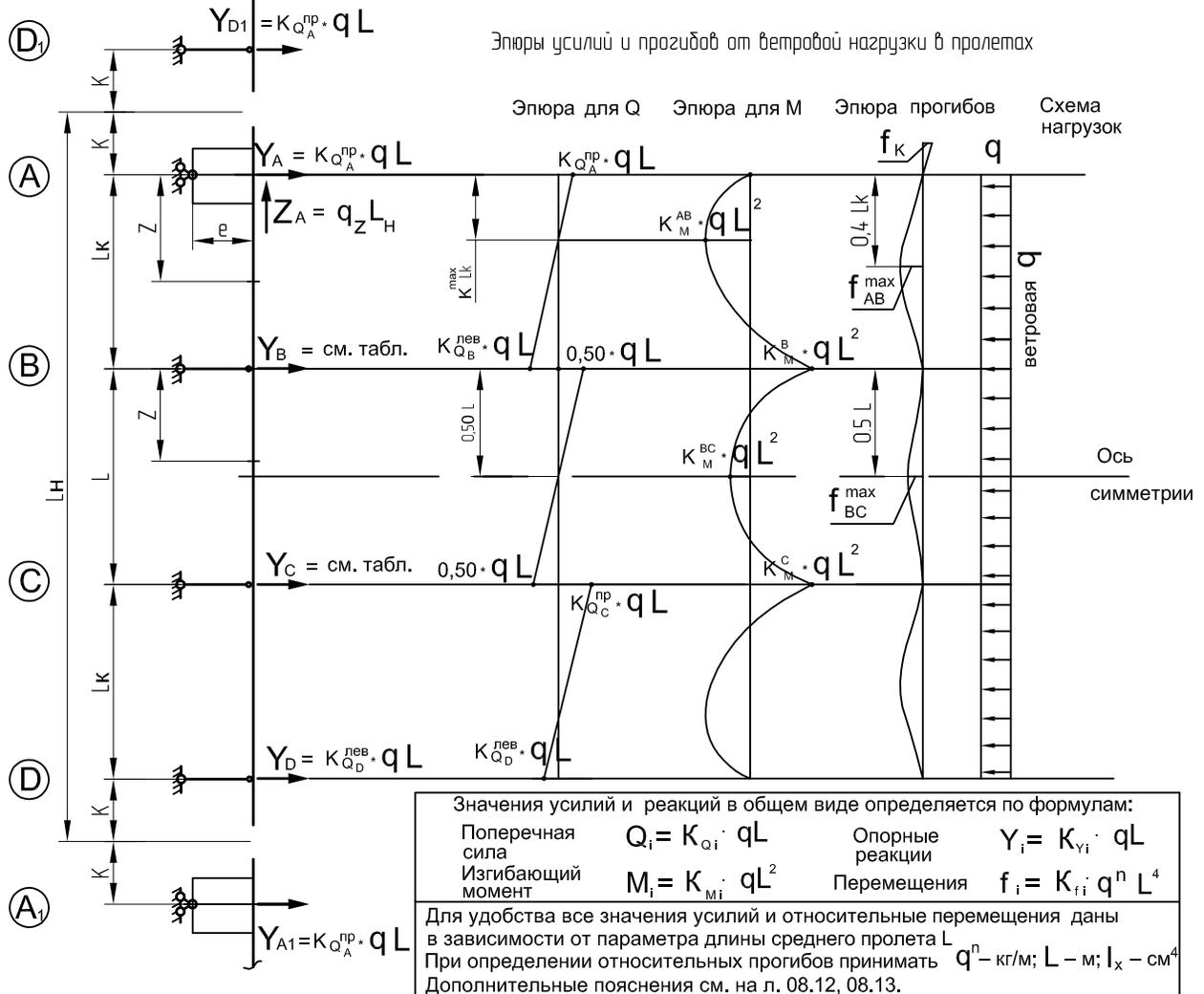
Как видно из формул, многопролетная схема с защемлением направляющей в стыках имеет наибольшую несущую способность по прочности и жесткости. Для надежного защемления направляющей следует использовать несистемный зацеп длиной до 250 мм. Для выравнивания моментов и прогибов в крайних пролетах с рядовыми пролетами следует принимать крайние пролеты короче примерно на 20%. Более детально см. л. 08.20. Также возможно устройство в крайнем пролете жесткого узла соединения направляющих с основанием путем установки парных кронштейнов.

Принимаемые и получаемые размерности в формулах		Частные формулы для определения I_x и L выведены для алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см ² . При другом значении модуля упругости значение I_x умножается на коэфф. K_E , значение L делится на $\sqrt[3]{K_E}$ $K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$, где E – модуль упругости другого материала, кг/см ² .
L – длина пролета м	M – изгибающий момент, кг·м	
q – расчетная ветровая нагрузка, кг/м	Q – поперечная сила, кг	
R – расчетное сопротивление, кг/см ²	Y – опорная реакция, кг	
W_x – момент сопротивления, см ³	Относительный прогиб - величина безразмерная	
I_x – момент инерции, см ⁴		

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Несущий кронштейн – раздельный шарнирно-рамный (НРШР)



Шарнирно-рамный несущий кронштейн со стеной связан шарнирно, а с направляющей образует рамный жесткий узел, способный воспринимать момент от веса облицовки и гололедной нагрузки. Такой способ крепления исключает дополнительную нагрузку на дюбели от действия веса облицовки и гололедной составляющей.

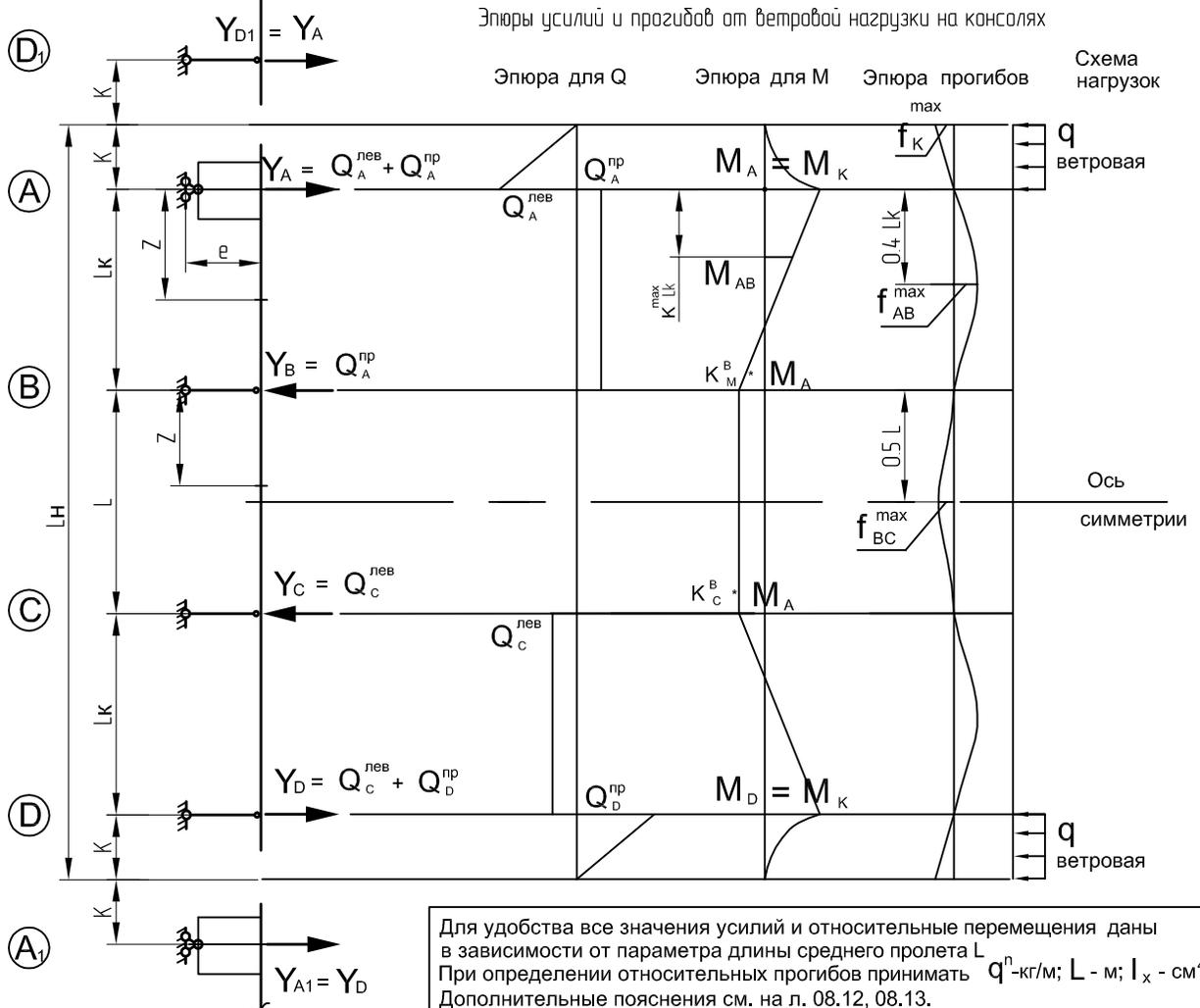


Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности: $K_H = L_k / L$								
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{Ji} \cdot qL$	0,400	0,376	0,352	0,325	0,297	0,268	0,239	0,209	0,180
	$Y_B = Y_C$	$K_{Ji} \cdot qL$	1,100	1,074	1,048	1,025	1,003	0,982	0,961	0,941	0,920
поперечные силы	$Q_A^{np} = -Q_D^{лев}$	$K_{Ji} \cdot qL$	0,400	0,376	0,352	0,325	0,297	0,268	0,239	0,209	0,180
	$Q_C^{np} = -Q_B^{лев}$	$K_{Ji} \cdot qL$	0,600	0,574	0,548	0,525	0,503	0,482	0,461	0,441	0,420
	$Q_B^{np} = -Q_C^{лев}$	$K_{Ji} \cdot qL$	0,500								
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{Ji} \cdot qL^2$	0,080	0,071	0,061	0,052	0,044	0,036	0,028	0,022	0,016
	$M_B = M_C$	$K_{Ji} \cdot qL^2$	0,100	0,095	0,090	0,086	0,082	0,079	0,076	0,074	0,072
	M_{BC}	$K_{Ji} \cdot qL^2$	0,025	0,030	0,035	0,039	0,043	0,046	0,049	0,051	0,053
относительн. перемещ.-ия	f_K / K	$K_{Ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,365 \cdot 10^{-3}$	$0,303 \cdot 10^{-3}$	$0,247 \cdot 10^{-3}$	$0,196 \cdot 10^{-3}$	$0,152 \cdot 10^{-3}$	$0,112 \cdot 10^{-3}$	$0,078 \cdot 10^{-3}$	$0,050 \cdot 10^{-3}$	$0,027 \cdot 10^{-3}$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{Ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,100 \cdot 10^{-3}$	$0,082 \cdot 10^{-3}$	$0,066 \cdot 10^{-3}$	$0,052 \cdot 10^{-3}$	$0,039 \cdot 10^{-3}$	$0,028 \cdot 10^{-3}$	$0,018 \cdot 10^{-3}$	$0,011 \cdot 10^{-3}$	$0,005 \cdot 10^{-3}$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{Ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,008 \cdot 10^{-3}$	$0,017 \cdot 10^{-3}$	$0,026 \cdot 10^{-3}$	$0,034 \cdot 10^{-3}$	$0,040 \cdot 10^{-3}$	$0,046 \cdot 10^{-3}$	$0,051 \cdot 10^{-3}$	$0,055 \cdot 10^{-3}$	$0,058 \cdot 10^{-3}$

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Несущий кронштейн-раздельный шарнирно-рамный (НРШР)



Шарнирно-рамный несущий кронштейн со стеной связан шарнирно, а с направляющей образует рамный жесткий узел, способный воспринимать момент от веса облицовки и гололедной нагрузки. Такой способ крепления исключает дополнительную нагрузку на дюбели от действия веса облицовки и гололедной составляющей.



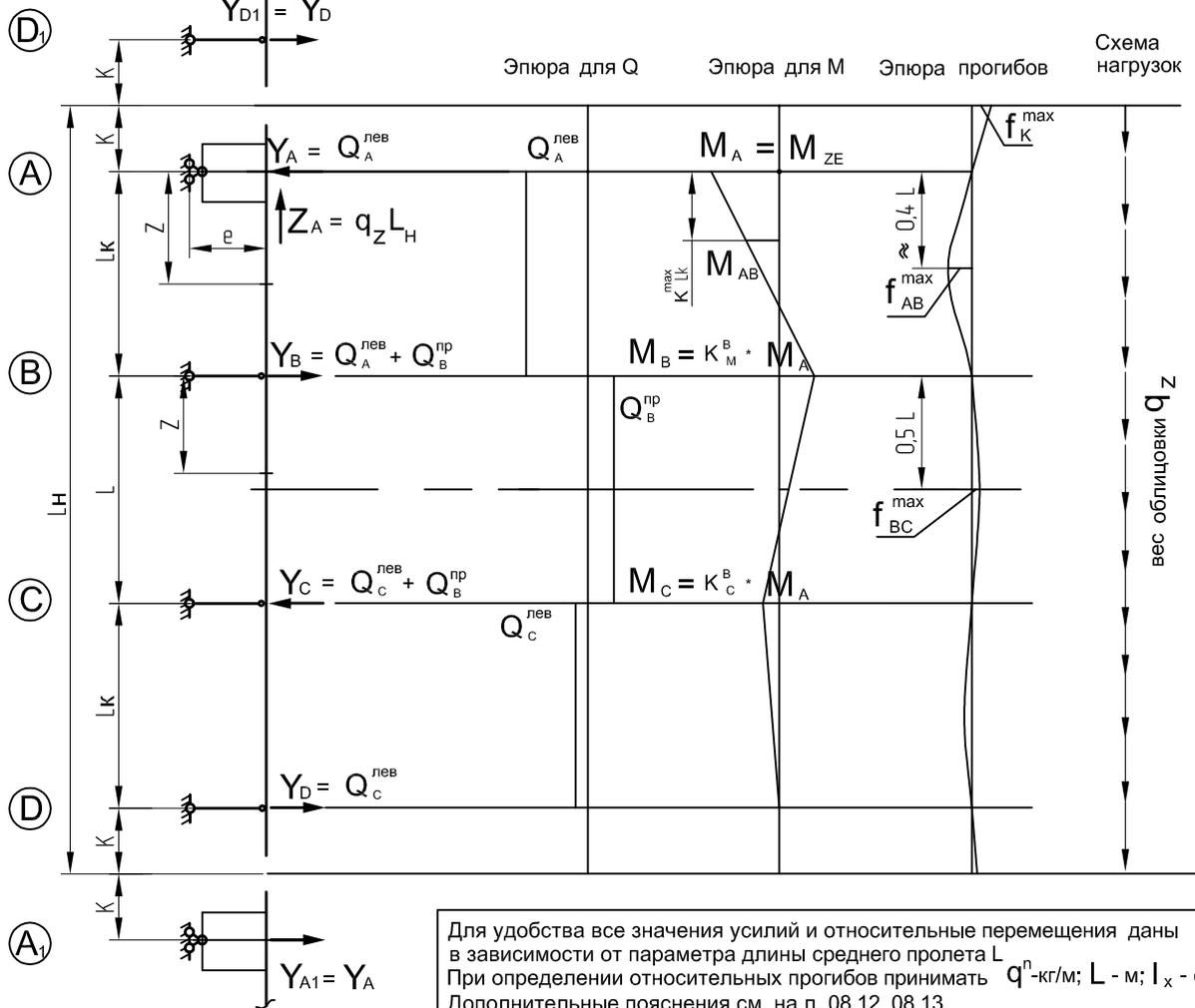
Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности $K_H = L_k / L$									
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	M_K	$M_K = qK^2/2$									
	$M_B = M_C$	$K_{Ji} \cdot M_K$	0,200	0,194	0,188	0,181	0,174	0,167	0,160	0,152	0,144	
	M_{AB}	$K_{Ji} \cdot M_K$	0,521	0,527	0,536	0,548	0,564	0,582	0,604	0,629	0,657	
перез. силы	$-Q_A^лев = Q_D^пр$		$-Q_A^лев = Q_D^пр = qK$									
	$Q_A^пр = -Q_C^лев$	$K_{Ji} \cdot M_K / L$	1,200	1,257	1,320	1,390	1,468	1,556	1,656	1,772	1,901	
опорные реакции	$Y_B = Y_C$	$K_{Ji} \cdot M_K / L$	1,200	1,257	1,320	1,390	1,468	1,556	1,656	1,772	1,901	
	$Y_A = Y_D$		$qK + Y_B$									
относительн. перемещ-ия	f_{KM}^{max} / K	$K_{Ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$	$4,375 \cdot 10^{-3}$	$4,170 \cdot 10^{-3}$	$3,965 \cdot 10^{-3}$	$3,758 \cdot 10^{-3}$	$3,549 \cdot 10^{-3}$	$3,341 \cdot 10^{-3}$	$3,130 \cdot 10^{-3}$	$2,919 \cdot 10^{-3}$	$2,707 \cdot 10^{-3}$	
	f_{KQ}^{max} / K	$K_{Ji} \cdot M_K \cdot K / I_x$	$3,645 \cdot 10^{-3}$									
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{Ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$	$0,770 \cdot 10^{-3}$	$0,736 \cdot 10^{-3}$	$0,701 \cdot 10^{-3}$	$0,666 \cdot 10^{-3}$	$0,631 \cdot 10^{-3}$	$0,596 \cdot 10^{-3}$	$0,561 \cdot 10^{-3}$	$0,526 \cdot 10^{-3}$	$0,491 \cdot 10^{-3}$	
	f_{BC}^{max} / L	$K_{Ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$	$0,365 \cdot 10^{-3}$	$0,353 \cdot 10^{-3}$	$0,341 \cdot 10^{-3}$	$0,329 \cdot 10^{-3}$	$0,316 \cdot 10^{-3}$	$0,303 \cdot 10^{-3}$	$0,290 \cdot 10^{-3}$	$0,276 \cdot 10^{-3}$	$0,261 \cdot 10^{-3}$	

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Несущий кронштейн – раздельный шарнирно-рамный (НРШР)

Шарнирно-рамный несущий кронштейн со стеной связан шарнирно, а с направляющей образует рамный жесткий узел, способный воспринимать момент от веса облицовки и гололедной нагрузки. Такой способ крепления исключает дополнительную нагрузку на дюбели от действия веса облицовки и гололедной составляющей.



Эпюры усилий и прогибов от веса облицовки и гололедн. нагрузки



Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности $K_H = L_k / L$								
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
			Значение коэффициента K_{ji} в общей формуле в зависимости от K_H								
опорные реакции	M_A	M_{ZE}	$M_{ZE} = q_z L_H \cdot e$								
	M_B	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	0,267	0,261	0,254	0,248	0,240	0,233	0,225	0,216	0,208
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	0,495	0,500	0,510	0,523	0,539	0,559	0,582	0,608	0,638
	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,267	1,327	1,394	1,468	1,550	1,644	1,750	1,871	2,013
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	0,333	0,327	0,320	0,314	0,306	0,299	0,291	0,282	0,274
	$Y_A = Y_B =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,267	1,327	1,394	1,468	1,550	1,644	1,750	1,871	2,013
относительные перемещения	f_K^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$4,210 \cdot 10^{-3}$	$4,015 \cdot 10^{-3}$	$3,819 \cdot 10^{-3}$	$3,621 \cdot 10^{-3}$	$3,422 \cdot 10^{-3}$	$3,221 \cdot 10^{-3}$	$3,019 \cdot 10^{-3}$	$2,820 \cdot 10^{-3}$	$2,610 \cdot 10^{-3}$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$0,711 \cdot 10^{-3}$	$0,681 \cdot 10^{-3}$	$0,650 \cdot 10^{-3}$	$0,619 \cdot 10^{-3}$	$0,588 \cdot 10^{-3}$	$0,556 \cdot 10^{-3}$	$0,524 \cdot 10^{-3}$	$0,492 \cdot 10^{-3}$	$0,459 \cdot 10^{-3}$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$0,180 \cdot 10^{-3}$	$0,176 \cdot 10^{-3}$	$0,171 \cdot 10^{-3}$	$0,166 \cdot 10^{-3}$	$0,160 \cdot 10^{-3}$	$0,153 \cdot 10^{-3}$	$0,146 \cdot 10^{-3}$	$0,138 \cdot 10^{-3}$	$0,130 \cdot 10^{-3}$

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Вспомогательные расчеты для составления таблиц

Формулы для составления таблицы усилий от ветровой нагрузки в пролетах (схема на л. 08.09)

Формулы для коэффициентов

$K_{Q_A}^{np} = (1,127 K_H - 0,55 K_H^2 - 0,178)$	$K_M^{AB} = (0,362 K_H - 0,17 K_H^2 - 0,1123)$
$K_{Q_B}^{лев} = (-1,127 K_H + 0,55 K_H^2 + 1,178)$	$K_M^B = (-0,091 K_H + 0,10 K_H^2 + 0,091)$
$K^{max} = (1,127 K_H - 0,55 K_H^2 - 0,178)$	$K_M^{BC} = (0,091 K_H - 0,10 K_H^2 + 0,034)$

где: K_H – коэффициент неравнопролетности $K_H = L_k / L$

$$Y_A = Y_D = K_{Q_A}^{np} \cdot q L_k = K_{Q_A}^{np} \cdot q L \cdot K_H = (1,127 K_H - 0,55 K_H^2 - 0,178) \cdot q L \cdot K_H$$

$$Y_B = Y_C = K_{Q_B}^{лев} \cdot q L_k + 0,5 \cdot q L = K_{Q_B}^{лев} \cdot q L \cdot K_H + 0,5 \cdot q L = [(-1,127 K_H + 0,55 K_H^2 + 1,178) \cdot K_H + 0,5] \cdot q L$$

$$Q_A^{np} = -Q_D^{лев} = K_{Q_A}^{np} \cdot q L_k = K_{Q_A}^{np} \cdot q L \cdot K_H = (1,127 K_H - 0,55 K_H^2 - 0,178) \cdot q L \cdot K_H$$

$$Q_C^{np} = -Q_B^{лев} = K_{Q_B}^{лев} \cdot q L_k = K_{Q_B}^{лев} \cdot q L \cdot K_H = (-1,127 K_H + 0,55 K_H^2 + 1,178) \cdot q L \cdot K_H$$

$$Q_B^{np} = -Q_C^{лев} = 0,5 \cdot q L$$

$$M_{AB} = M_{CD} = K_M^{AB} \cdot q L_k^2 = K_M^{AB} \cdot q L^2 \cdot K_H^2 = (0,362 K_H - 0,17 K_H^2 - 0,1123) \cdot q L^2 \cdot K_H^2$$

$$M_B = M_C = K_M^B \cdot q L^2 = (-0,091 K_H + 0,10 K_H^2 + 0,091) \cdot q L^2$$

$$M_{BC} = K_M^{BC} \cdot q L^2 = (0,091 K_H - 0,10 K_H^2 + 0,034) \cdot q L^2$$

Формулы для составления таблицы усилий от ветровой нагрузки на консолях (схема на л. 08.10)

Момент на опоре А от консоли Момент на опоре В от консоли не зависит от длины пролета, но зависит от неравнопролетности

$$M_A = M_K = q K^2 / 2 \quad M_B = K_M^B \cdot M_A$$

Момент в пролете АВ на расстоянии от опоры А, при котором момент от ветровой нагрузки по схеме 1 максимален

$$M_{AB} = M_A - M_A \cdot \left(\frac{(1 + K_M^B) K^{max} \cdot L_k}{L_k} \right) = M_A \cdot (1 - K^{max} - K^{max} \cdot K_M^B) = K_{ji} \cdot M_K$$

$$Q_A^{лев} = q K$$

$$Q_A^{np} = (1 + K_M^B) \cdot M_K / L_k = (1 + K_M^B) \cdot M_K / (L \cdot K_H) = \frac{(1 + K_M^B)}{K_H} \cdot M_K / L$$

$$Y_B = -Q_A^{np} = \frac{(1 + K_M^B)}{K_H} \cdot M_K / L \quad Y_A = Q_A^{лев} + Q_A^{np} = q K + \frac{(1 + K_M^B)}{K_H} \cdot M_K / L$$

Формулы для определения K_M^B

$$K_M^B = (0,237 K_H - 0,06 K_H^2 + 0,023)$$

Формулы для составления таблицы усилий от веса облицовки и гололедной нагрузки (схема на л. 08.11)

Вертикальная опорная реакция на опоре А: $Z_A = q_z L_H$

Момент на опоре А от действия вертикальной нагрузки с эксцентриситетом e $M_A = M_{ZE} = q_z L_H \cdot e$

Наиболее значимые моменты M_A и M_B , поперечные силы $Q_A^{лев}$ и Q_B^{np} , опорные реакции Y_A и Y_B

$$M_B = K_M^B \cdot M_A = K_{ji} \cdot M_{ZE}$$

Момент в пролете АВ на расстоянии от опоры А, при котором момент от ветровой нагрузки по схеме 1 максимален

$$M_{AB} = M_A - M_A \cdot \left(\frac{(1 + K_M^B) K^{max} \cdot L_k}{L_k} \right) = M_A \cdot (1 - K^{max} - K^{max} \cdot K_M^B) = K_{ji} \cdot M_{ZE}$$

$$Q_A^{лев} = (1 + K_M^B) \cdot M_{ZE} / L_k = (1 + K_M^B) \cdot M_{ZE} / (L \cdot K_H) = \frac{(1 + K_M^B)}{K_H} \cdot M_{ZE} / L = K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$$

$$Q_B^{np} = (M_B + M_C) / L = (K_M^B + K_M^C) \cdot M_{ZE} / L = K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$$

$$K_M^B = (0,276 K_H - 0,08 K_H^2 + 0,0708)$$

$$Y_A = Q_A^{лев} = K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$$

$$K_M^C \approx 0,066$$

$$Y_B = Q_A^{лев} + Q_B^{np} = K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$$

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Вспомогательные расчеты для составления таблиц

Формулы для составления таблицы относительных прогибов для трехпролетной неразрезной балки с консолями

Принятые обозначения и размерности:

K – длина консоли, м;
 L_k – длина крайнего пролета, м;
 L – длина среднего пролета, м;
 L_H – длина направляющей, м;
 e – вылет анкерного кронштейна, м;
 $f_K^{max} / K, f_{AB}^{max} / L_k, f_{BC}^{max} / L$ – относительные максимальные прогибы на консоли, в пролете АВ и пролете ВС. Координаты максимальных прогибов в пролетах без большой погрешности можно принять для всех случаев нагружения равными (см. эпюры прогибов)

q^n – нормативная ветровая нагрузка, кг/м;
 q_Z^n – нормативная нагрузка от веса облицовки и гололедной составляющей, кг/м;
 $M_K = q^n \cdot K^2 / 2$ – момент от нормативной нагрузки q^n на консоли, кг·м;
 $M_{ZE} = q_Z^n \cdot L_H \cdot e$ – момент от нормативной нагрузки q_Z^n в рамном узле соединения направляющей с несущим кронштейном, кг·м;
 $K_H = L_k / L$ – коэффициент неравнопролетности.

I_x – момент инерции направляющей, см⁴
 K_{ji} – числовые коэффициенты
 Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².
 При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на:

$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$
 где E – модуль упругости материала, кг/см²

Формулы для составления таблицы относительных прогибов от ветровой нагрузки в пролетах (1-я схема загрузки на л. 08.09)

формула для коэффициентов

Относительный прогиб на консоли	$\frac{f_K^{max}}{K} = K_{n1} \cdot q^n L^3 / EI_x = K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$K_{ji} = (1,107 K_H^2 - 0,926 K_H + 0,1838)$
Относительный прогиб в пролете АВ	$\frac{f_{AB}^{max}}{L_k} = K_{n2} \cdot q^n L^3 / EI_x = K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$K_{ji} = (0,3429 K_H^2 - 0,3106 K_H + 0,0678)$
Относительный прогиб в пролете ВС	$\frac{f_{BC}^{max}}{L} = K_{n3} \cdot q^n L^3 / EI_x = K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$K_{ji} = (-0,1786 K_H^2 + 0,1607 K_H + 0,0259)$

Формулы для составления таблицы относительных прогибов от ветровой нагрузки на консолях (2-я схема загрузки на л. 08.10)

Относительный прогиб на консоли	Постоянная составляющая	Переменная составляющая	Формула для коэффициентов
$\frac{f_{KQ}^{max}}{K} + \frac{f_{KM}^{max}}{K}$	$\frac{f_{KQ}^{max}}{K} = 3,645 \cdot 10^{-3} \cdot M_K \cdot K / I_x$	$\frac{f_{KM}^{max}}{K} = K_{ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$	$K_{ji} = (-0,2286 K_H^2 + 4,5357 K_H + 0,0675)$
Относительный прогиб в пролете АВ	$\frac{f_{AB}^{max}}{L_k} = K_{ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$		$K_{ji} = (-0,0214 K_H^2 + 0,7333 K_H + 0,0583)$
Относительный прогиб в пролете ВС	$\frac{f_{BC}^{max}}{L} = K_{ji} \cdot M_K \cdot L / I_x$		$K_{ji} = (-0,0786 K_H^2 + 0,3847 K_H + 0,0587)$

Формулы для составления таблицы относительных прогибов от веса облицовки и гололедной нагрузки (3-я схема загрузки на л. 08.11)

формула для коэффициентов

Относительный прогиб на консоли	$\frac{f_K^{max}}{K} = K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$K_{ji} = (-0,0286 K_H^2 + 0,4457 K_H + 0,0039)$
Относительный прогиб в пролете АВ	$\frac{f_{AB}^{max}}{L_k} = K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$K_{ji} = (-0,0071 K_H^2 + 0,0744 K_H + 0,0038)$
Относительный прогиб в пролете ВС	$\frac{f_{BC}^{max}}{L} = K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$K_{ji} = (-0,0114 K_H^2 + 0,0307 K_H - 0,0013)$

Пример расчета с использованием формул и таблиц. Подбор по упрощенным формулам

Пример быстрого подбора параметров направляющей с использованием обобщенных формул на л. 08.08 и детального проверочного расчета направляющей по таблицам на л. 08.09 ... 08.11.

Расчет выполним для двух типов трехпролетных схем: 1-я - трехпролетная неразрезная с шарнирным креплением направляющей на несущем совмещенном кронштейне (см. узел на листе 03.02), 2-я – трехпролетная неразрезная с отдельными кронштейнами на стыке направляющих, несущий кронштейн шарнирно-рамный (с основанием стены шарнирно-рамный кронштейн соединен шарнирно, а с направляющей соединен жестко, образуя рамный узел, способный воспринимать момент см. узлы на л. 03.03, 03.04).

Исходные условия: материал облицовки керамогранитная плитка размером 600x600x8;

шаг направляющих – 0,6 м, длина направляющей – 3,6 м, длина пролета – 1,2 м;

высота здания – 15 этажей (55м), второй ветровой район, тип местности В.

Принимаемые нагрузки: в данных примерах приведены уже готовые величины расчетных нагрузок.

Методику определения нагрузок см. в разделе 7.

Расчетные ветровые нагрузки: $q = \rho \cdot V$			Расчетная нагрузка от веса плитки: и гололедная $q_z = \rho_z \cdot V$
Ветровое давление в центре здания	Ветровой отсос в центре здания	Ветровой отсос в угловой зоне	$q_z = (0,008 \cdot 2400 \cdot 1,2 + 8 \cdot 1,3) \cdot 0,6 = 20 \text{ (кг/м)}$
$q = 89 \cdot 0,6 = 53 \text{ (кг/м)}$	$q = 98 \cdot 0,6 = 59 \text{ (кг/м)}$	$q = 160 \cdot 0,6 = 96 \text{ (кг/м)}$	

Расчетные схемы с эпюрами усилий и перемещениями приведены на л. 08.03.

По упрощенным формулам на л. 08.08 определим требуемые моменты сопротивления и моменты инерции для направляющей из алюминиевого сплава со следующими расчетными характеристиками:

расчетное сопротивление растяжению, сжатию и изгибу $R = 1340 \text{ кг/см}^2$;

значение модуля упругости $E = 0,7 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$.

Требуемый момент сопротивления направляющей по формуле на л. 08.08 для трех и более пролетов в центре здания

$$W_x = \frac{0,110 \cdot q \cdot L^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R} \quad W_x = \frac{0,110 \cdot 59 \cdot 1,2^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 0,82 \text{ см}^3 \quad W_x = \frac{0,110 \cdot 96 \cdot 1,2^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 1,34 \text{ см}^3$$

(Здесь в формулах для определения W_x принят коэффициент 0,85 понижения расчетного сопротивления для учета дополнительных напряжений от растяжения и касательных, в основном по причине того, что усилия при точечной передаче нагрузки при наиболее неблагоприятном варианте расположения могут превышать усилия при равномерно-распределительной нагрузке примерно на 20 ... 25 %.)

Требуемый момент инерции направляющей по формуле на л. 08.08 для трех- и более пролетов.

$$I_x = \frac{0,100 \cdot K_{\Pi} \cdot q^n \cdot L^3}{10^3}$$

Нормативная ветровая нагрузка $q^n = q / K_{\Pi}^B$, где K_{Π}^B – коэффициент перегрузки для ветровой нагрузки.

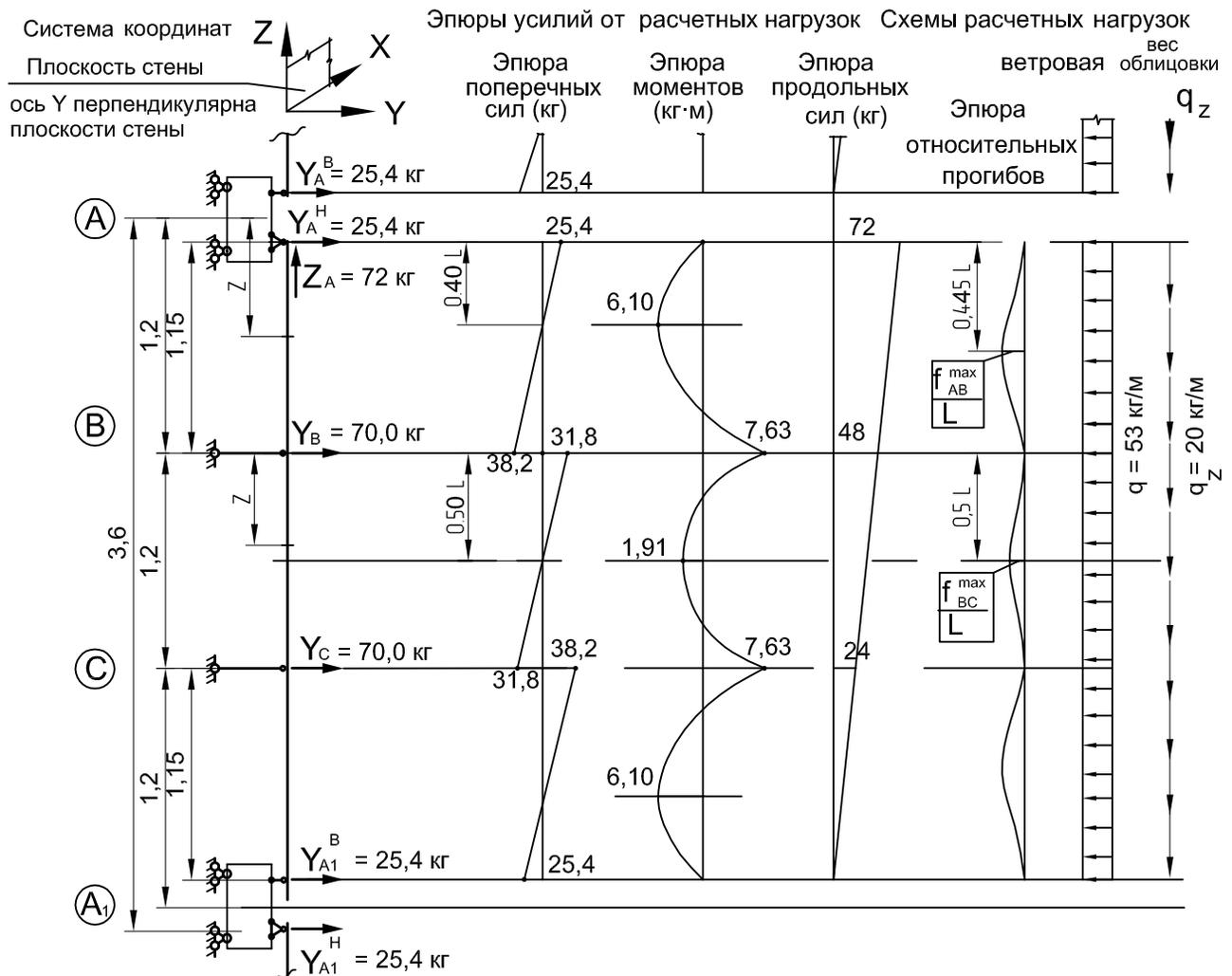
где K_{Π} – длина единичного прогиба. $\frac{f^{\max}}{L} = \frac{1}{K_{\Pi}}$, $\frac{f^{\max}}{L}$ – относительный прогиб.

Относительный прогиб принимаем 1/200, тогда $K_{\Pi} = 200$

$$I_x = \frac{0,100 \cdot 200 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3}{10^3} = 1,46 \text{ см}^4 \quad I_x = \frac{0,100 \cdot 200 \cdot (96/1,4) \cdot 1,2^3}{10^3} = 2,37 \text{ см}^4$$

Полученные значения момента сопротивления и момента инерции сравниваем с расчетными значениями для направляющих, характеристики сечений приведены на листе 08.17.

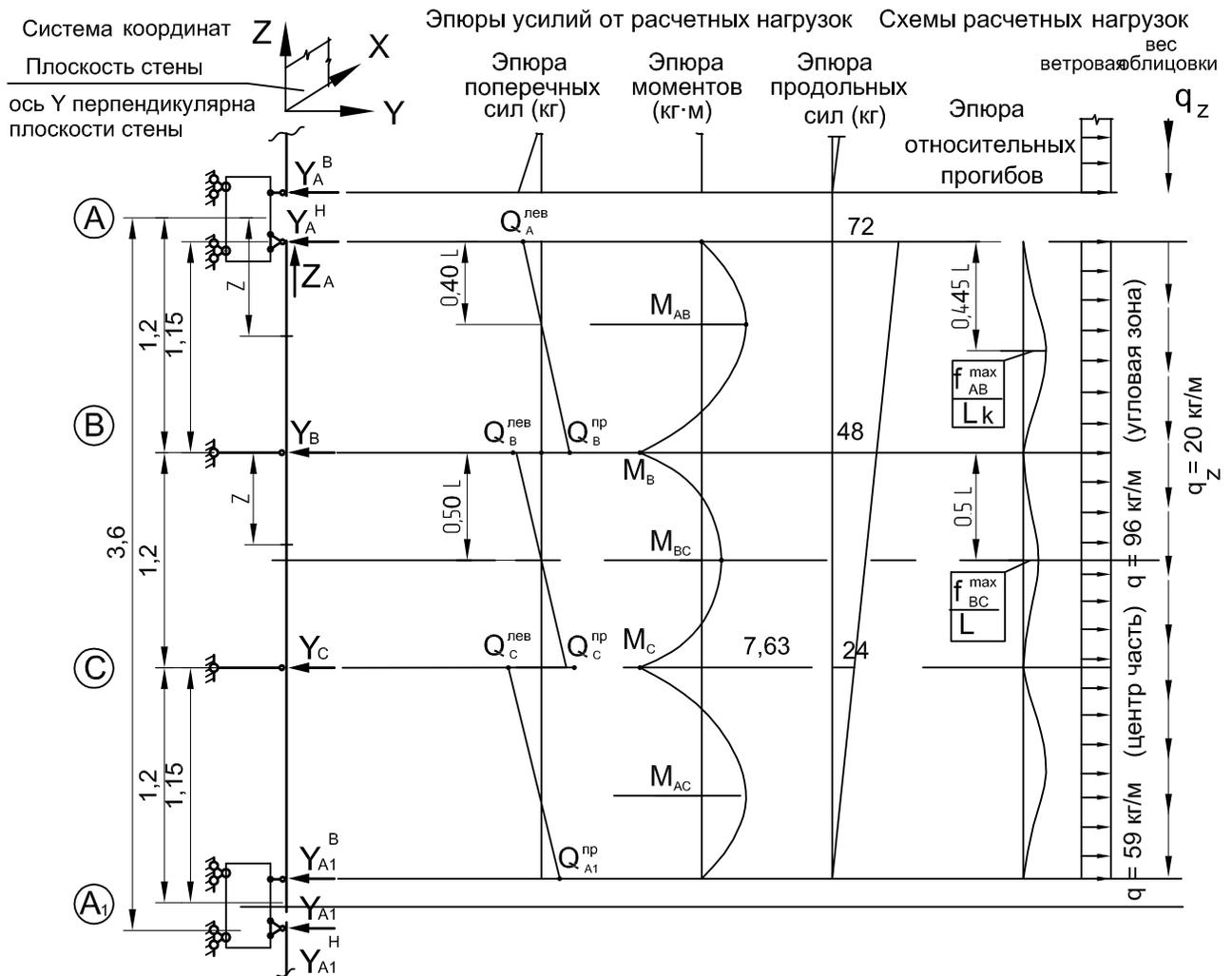
Пример расчета с использованием формул и таблиц. Трехпролетная неразрезная с кронштейном типа НСКШ



Группа	Параметр	Общая формула	Численное значение параметра
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,08 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 6,1 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,10 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 7,63 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,025 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 1,91 \text{ кг} \cdot \text{м}$
поперечные силы	$Q_A^{пр}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,4 \cdot 53 \cdot 1,2 = 1,91 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,6 \cdot 53 \cdot 1,2 = 38,2 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,5 \cdot 53 \cdot 1,2 = 31,8 \text{ кг} \cdot \text{м}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,4 \cdot 53 \cdot 1,2 = 25,4 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 1,1 \cdot 53 \cdot 1,2 = 70,0 \text{ кг} \cdot \text{м}$
$Z_A = q_z \cdot L_H = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$			
относит. перем.	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,100 \cdot (53/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 6,54 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (53/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 0,52 \cdot 10^{-3} / I_x$

Коэффициенты K_{ji} см. на л. 08.03 (также можно использовать таблицу на л. 08.09 при $K_H = 1$)
 Относительные прогибы определены для алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$.

Пример расчета с использованием формул и таблиц. Трехпролетная неразрезная с кронштейном типа НСКШ



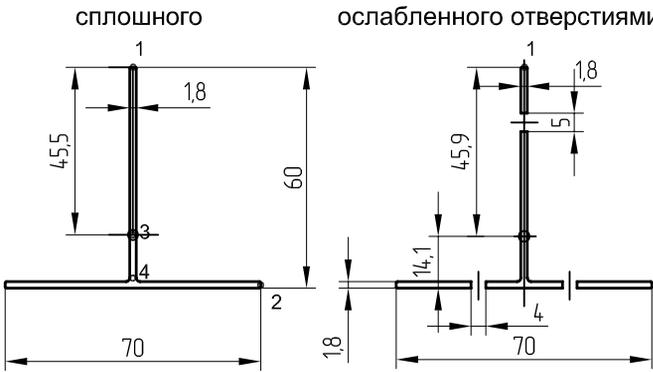
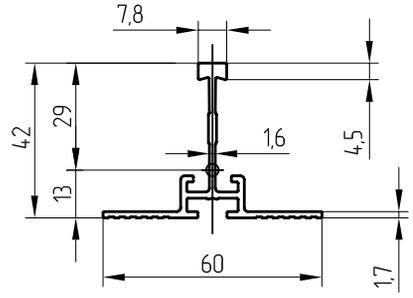
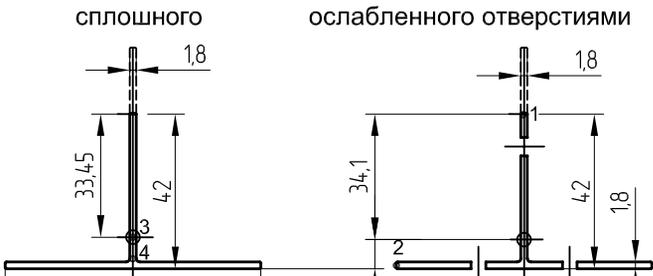
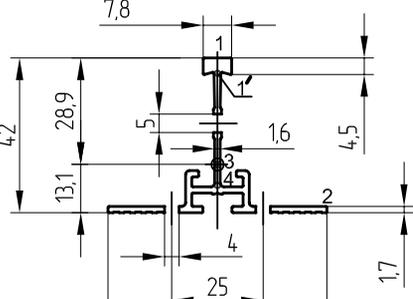
Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 59 \text{ кг/м}$	Для угловой зоны при $q = 96 \text{ кг/м}$
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,08 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 6,79 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 11,05 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,10 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 8,49 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 13,82 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,025 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 2,13 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 3,46 \text{ кг}\cdot\text{м}$
поперечные силы	$Q_A^{\text{лев}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 59 \cdot 1,2 = 28,3 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 46,0 \text{ кг}$
	$Q_B^{\text{пр}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,6 \cdot 59 \cdot 1,2 = 42,5 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 69,0 \text{ кг}$
	$Q_B^{\text{лев}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 59 \cdot 1,2 = 35,4 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 57,6 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 59 \cdot 1,2 = 28,3 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 46,0 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,1 \cdot 59 \cdot 1,2 = 77,9 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 126,8 \text{ кг}$
			$Z_A = q_z L_H = 31 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$	
относит. переи.	$f_{AB}^{\text{max}} / L_K$	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,100 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 7,30 \cdot 10^3 / I_x$	$= 11,8 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 0,58 \cdot 10^3 / I_x$	$= 0,94 \cdot 10^{-3} / I_x$

$$M_C = M_B, M_{AC} = M_{AB}, Q_C^{\text{лев}} = Q_B^{\text{пр}}, Q_C^{\text{пр}} = Q_B^{\text{лев}}, Q_{A1}^{\text{пр}} = Q_A^{\text{пр}}$$

Коэффициенты K_{ji} см. на л. 08.03 (также можно использовать таблицу на л. 08.09 при $K_H = 1$)

Относительные прогибы определены для алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$.

Геометрические характеристики сечений направляющих

Направляющая АУРС.150.0102	Направляющая АУРС.150.0101
<p>Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 растягивающих напряжений</p> <p>сплошного ослабленного отверстиями</p>  <p> $A = 2,31 \text{ см}^2$ $I_x = 8,10 \text{ см}^4$ $I_y = 5,14 \text{ см}^4$ $W_x = 1,78 \text{ см}^3$ $i_x = 1,87 \text{ см}$ $i_y = 1,49 \text{ см}$ </p> <p> $A = 2,08 \text{ см}^2$ $I_x = 7,00 \text{ см}^4$ $I_y = 4,91 \text{ см}^4$ $W_x = 1,53 \text{ см}^3$ </p>	<p>Геометрические характеристики сплошного сечения</p>  <p> $A = 2,37 \text{ см}^2$ $W_x = 1,67 \text{ см}^3$ $I_x = 4,84 \text{ см}^4$ $i_x = 1,40 \text{ см}$ $I_y = 3,18 \text{ см}^4$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ </p>
<p>Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 сжимающих напряжений*</p> <p>сплошного ослабленного отверстиями</p>  <p> $A^{\text{эф}} = 1,99 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 3,01 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 5,14 \text{ см}^4$ $W_x^{\text{эф}} = 0,89 \text{ см}^3$ </p> <p> $A^{\text{эф}} = 1,75 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,37 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 4,91 \text{ см}^4$ $W_x^{\text{эф}} = 0,70 \text{ см}^3$ </p>	<p>Геометрические характеристики сплошного сечения, ослабленного отверстиями</p>  <p> $A = 2,12 \text{ см}^2$ $W_x = 1,56 \text{ см}^3$ $I_x = 4,51 \text{ см}^4$ $I_y = 2,97 \text{ см}^4$ </p>
<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений:</p> <p>в точке 4 площадь отсеченной части: $A = 1,28 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_4 = 1,28 \cdot 0,76 = 0,97 \text{ см}^3$.</p>	<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений:</p> <p>в точке 1' площадь отсеченной части: $A = 1,28 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_{1'} = 0,33 \cdot 2,69 = 0,89 \text{ см}^3$.</p> <p>в точке 3 площадь отсеченной части: $A = 1,58 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_3 = 1,58 \cdot 0,92 = 1,45 \text{ см}^3$.</p> <p>в точке 4 площадь отсеченной части: $A = 1,50 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_4 = 1,50 \cdot 0,96 = 1,44 \text{ см}^3$.</p>

Пример расчета на прочность и жесткость

Для сечения 150.0102 на л. 08.17 приведены геометрические характеристики с учетом гарантированного обеспечения местной устойчивости стенки таврового сечения при действии сжимающих напряжений при изгибе согласно расчетам в соответствии с рекомендациями Е.И. Беленя и Н.Н. Стрелецкого (Металлические конструкции. Специальный курс. Москва: Стройиздат, 1982. С.139).

При этом считается, что часть сжатой стенки выключается из работы. В случае принятия геометрических характеристик по сплошному сечению необходима проверка местной устойчивости сжатой зоны стенки, что довольно трудоемко.

Как видно, для сечения направляющей типа 150.0102 $W_x^{\text{эф}} = 0,89 \text{ см}^3$, что примерно равно требуемому. По прогибам имеется значительный запас жесткости для многопролетной схемы.

Принимая параметры расчетной схемы для средней зоны здания равными предварительно выбранным, т.е. длина пролета $L = 1,2 \text{ м}$, для трехпролетной неразрезной определяем усилия в направляющей согласно расчетным табличным формулам на л. 08.15.

Эпюры внутренних усилий, относительных прогибов и опорные реакции при ветровом давлении приведены на л. 08.15.

Аналогичные эпюры для ветрового отсоса в центре здания и в угловой зоне приведены на листе 08.16.

При изменении направления ветровой нагрузки знаки всех эпюр от воздействия ветра меняются на противоположные.

На основании приведенных эпюр выполняем проверку прочности направляющей по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x \cdot y}{I_{xn}} \pm \frac{M_y \cdot x}{I_{yn}} \leq R \cdot \gamma_c$$

где: M_x – момент, действующий в плоскости ZOY, кг·см;

M_y – момент, действующий в плоскости ZOX, кг·см;

N – продольное усилие в направляющей, кг;

I_{xn} – момент инерции сечения нетто относительно оси X, см⁴;

I_{yn} – момент инерции сечения нетто относительно оси Y, см⁴;

A_n – площадь сечения нетто, см²;

R – расчетное сопротивление материала растяжению, сжатию, изгибу, кг/см²;

γ_c – коэффициент условий работы конструкции;

x и y – координаты проверяемой точки сечения относительно нейтральной оси (см. л. 08.17);

σ – нормальные напряжения в проверяемой точке сечения, кг/см².

Наиболее нагруженное сечение, как видно из эпюр, находится на второй сверху опоре (опора В).

При ветровом напоре изгибающий момент вызывает растягивающие напряжения в точке 2 и сжимающие в точке 1 (см. сечения на л. 08.17). Момент, действующий в плоскости ZOX (в плоскости облицовки), принимаем равным нулю (боковым ветровым воздействием на облицовку пренебрегаем).

Тогда для направляющей 150.0102 максимальные нормальные напряжения в точке 1' сечения равны:

$$\sigma_1 = \frac{48}{2,08} - \frac{7,63 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 3,41 = 23 - 1098 = - 1075 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2 = \frac{48}{2,08} + \frac{7,63 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 0,79 = 23 + 254 = 277 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

В данном случае момент инерции был взят равным $I_x^{\text{эф}} = 2,37 \text{ см}^4$, поскольку в стенке тавра возникают сжимающие напряжения и для гарантированного обеспечения местной устойчивости стенки в расчет для момента инерции принимают примерно 22 толщины стенки (см. вышеприведенное).

Пример расчета на прочность и жесткость

При действии ветрового отсоса в центральной части здания проверку выполним для двух сечений. В пролете АВ в зоне действия максимального пролетного момента и на опоре В в зоне максимального опорного момента (см. эпюры усилий на л. 08.16).

В пролете АВ изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки сжимающие напряжения, поэтому в расчет принимаем $I_x^{\text{эф}} = 2,37 \text{ см}^4$.

Тогда для направляющей 150.0101 максимальные нормальные напряжения в точке 1' равны:

$$\sigma_1^{\text{AB}} = \frac{60}{2,08} - \frac{6,79 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 3,41 = 29 - 977 = -948 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2^{\text{AB}} = \frac{60}{2,08} + \frac{6,79 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 0,79 = 29 + 226 = 255 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

На опоре В изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки растягивающие напряжения. Отношение свесов полок к толщине не выходит за пределы, при которых следует проверять местную устойчивость полок, поэтому в данном случае в расчет принимаем $I_x = 7,00 \text{ см}^4$.

$$\sigma_1^{\text{B}} = \frac{48}{2,08} + \frac{8,49 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 4,59 = 23 + 557 = 580 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^{\text{B}} = \frac{48}{2,08} - \frac{8,49 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 1,41 = 23 - 171 = -148 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Повторим вычисления для угловой зоны. При этом также будем принимать при вычислении σ^{AB} $I_x^{\text{эф}} = 2,37 \text{ см}^4$, а при вычислении σ^{B} - $I_x = 7,00 \text{ см}^4$.

$$\sigma_1^{\text{AB}} = \frac{60}{2,08} - \frac{11,05 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 3,41 = 29 - 1590 = -1561 \text{ (кг/см}^2\text{)} > 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

сечение не проходит по прочности

$$\sigma_2^{\text{AB}} = \frac{60}{2,08} + \frac{11,05 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 0,79 = 29 + 368 = 397 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_1^{\text{B}} = \frac{48}{2,08} + \frac{13,82 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 4,59 = 23 + 906 = 929 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^{\text{B}} = \frac{48}{2,08} - \frac{13,82 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 1,41 = 29 - 278 = -255 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Как видно, в угловой зоне при данных параметрах схемы направляющей только в одном случае сечение не проходит по прочности.

Возможные варианты решения для угловой зоны: перейти на четырехпролетную схему либо выполнить перераспределение моментов в сторону уменьшения пролетного момента АВ путем уменьшения крайнего пролета. Второй способ более экономичен, но применим при достаточной несущей способности дубелей, так как повышает значение опорной реакции.

Расчет для первого способа выполним путем определения $W_x^{\text{эф}}$ для четырехпролетной схемы при $L_H = 3,6 \text{ м}$, длина пролета – $0,9 \text{ м}$, по формулам для четырехпролетной схемы:

$$W_x = \frac{0,077 \cdot qL^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R} = \frac{0,077 \cdot 96 \cdot 0,9^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 0,53 \text{ (см}^3\text{)}$$

Пример расчета на прочность и жесткость

В данном случае принимался максимальный момент в пролете АВ, где при действии ветрового отсоса в направляющей сжимающие напряжения возникают в стенке (коэффициент K_{ji} для пролетного момента равен 0,077). Как видно, прочность в данном случае обеспечивается с запасом.

По второму варианту выполним схему неравнопролетной с уменьшением длины крайнего пролета за счет увеличения центрального. $L_k = 1,1$ м; $L = 1,4$ м. При этом коэффициент неравнопролетности $K_n = L_k / L$ равен примерно 0,8. Эпюры усилий и относительных прогибов для данного случая на л. 08.21. Формулы для расчета и числовые коэффициенты приведены на л. 08.09.

(Все искомые параметры в таблице даны в зависимости от длины центрального пролета.)

Выполним проверочные расчеты для данной схемы в пролете АВ и на опоре В для угловой зоны. В пролете АВ изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки сжимающие напряжения, поэтому в расчет принимаем $I_x^{эф} = 2,37$ см⁴.

Тогда для направляющей 150.0102 максимальные нормальные напряжения в точке 1' равны:

$$\sigma_1^{AB} = \frac{60}{2,08} - \frac{8,28 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 3,41 = 29 - 1191 = -1162 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2^{AB} = \frac{60}{2,08} + \frac{8,28 \cdot 10^2}{2,37} \cdot 0,79 = 29 + 276 = 305 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

На опоре В изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки растягивающие напряжения. Отношение свесов полок к толщине не выходит за пределы, при которых следует проверять местную устойчивость полок, поэтому в данном случае в расчет принимаем $I_x = 7,00$ см⁴.

$$\sigma_1^B = \frac{48}{2,08} + \frac{15,4 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 4,59 = 23 + 1010 = 1033 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{48}{2,08} - \frac{15,4 \cdot 10^2}{7,00} \cdot 1,41 = 23 - 310 = -310 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Как видно, в угловой зоне при данных параметрах схемы направляющей условие прочности выполняется во всех случаях с достаточным запасом.

В направляющей 150.0101 местная устойчивость полки и стенки обеспечивается соответствующей конфигурацией сечения и прочностные характеристики при сжатии выше.

Проверка жесткости. Как правило, в многопролетных схемах при длине пролетов до 1,5 м и моментах инерции направляющей $I_x > 4,00$ см⁴ жесткость направляющей обеспечивается с достаточным запасом. Для убедительности определим максимальный относительный прогиб для схемы на л. 08.21 для угловой зоны. Как видно из таблицы, максимальный относительный прогиб возникает в среднем пролете и равен:

$$f_{BC}^{max} / L = 7,52 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 7,52 \cdot 10^{-3} / 3,01 = 2,5 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{400} < \frac{1}{200}$$

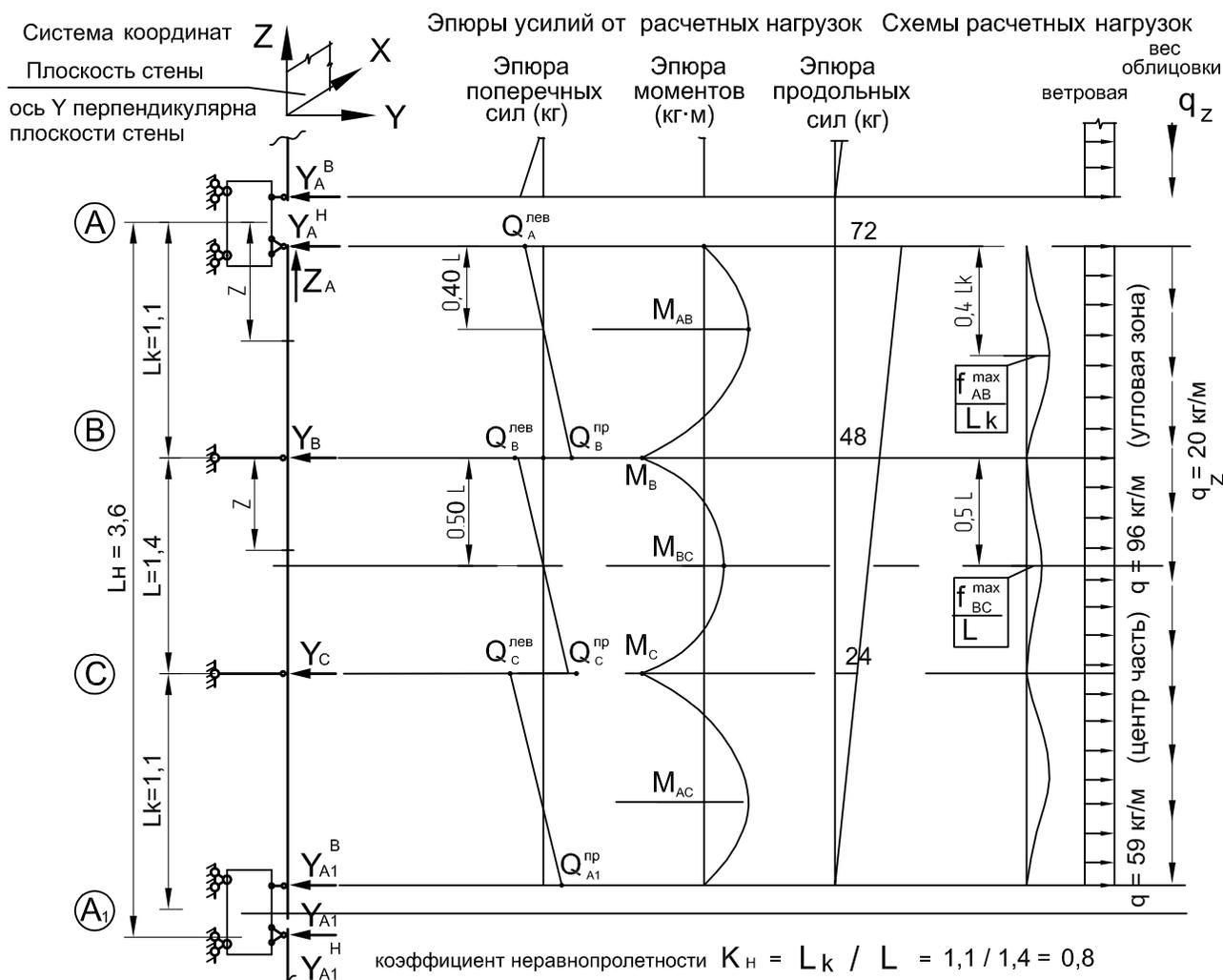
Для равнопролетной схемы на л. 08.16 для тех же условий максимальный относительный прогиб возникает в крайнем пролете и равен согласно таблице:

$$f_{AB}^{max} / L_k = 11,8 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 11,8 \cdot 10^{-3} / 3,01 = 4,0 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{250} < \frac{1}{200}$$

Для расчетов жесткости принят $I_x^{эф}$ для гарантии обеспечения прочности. Данное допущение идет в запас жесткости.

Детальные расчеты имеет смысл проводить в спорных случаях оптимизации расчетных схем при больших объемах. Обычно достаточно определить длину пролета при известных параметрах сечения направляющей согласно основным расчетным формулам на л. 08.08.

Пример расчета на прочность и жесткость



Группа	Параметр	Общая ф-ла	Для центр части при $q = 59 \text{ кг/м}$	Для углов. зоны при $q = 96 \text{ кг/м}$
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,044 \cdot 59 \cdot 1,4^2 = 5,09 \text{ кг·м}$	$= 8,28 \text{ кг·м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,082 \cdot 59 \cdot 1,4^2 = 9,48 \text{ кг·м}$	$= 15,4 \text{ кг·м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,043 \cdot 59 \cdot 1,4^2 = 4,97 \text{ кг·м}$	$= 8,09 \text{ кг·м}$
поперечные силы	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 59 \cdot 1,4 = 24,5 \text{ кг}$	$= 39,9 \text{ кг}$
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,503 \cdot 59 \cdot 1,4 = 41,5 \text{ кг}$	$= 67,5 \text{ кг}$
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 59 \cdot 1,4 = 41,3 \text{ кг}$	$= 67,2 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 59 \cdot 1,4 = 24,5 \text{ кг}$	$= 39,9 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,003 \cdot 59 \cdot 1,4 = 82,8 \text{ кг}$	$= 134,7 \text{ кг}$
			$Z_{A1H} = q_z L_H = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$	
относит. перем.	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,039 \cdot (59/1,4) \cdot 1,4^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,51 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 7,34 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,040 \cdot (59/1,4) \cdot 1,4^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,62 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 7,52 \cdot 10^{-3} / I_x$

$M_C = M_B, M_{AC} = M_{AB}, Q_C^{лев} = Q_B^{пр}, Q_C^{пр} = Q_B^{лев}, Q_{A1}^{пр} = Q_A^{пр}$

Коэффициенты K_{ji} см. на л. 08.09. при значении $K_H = 0,8$.

Относительные прогибы определены для алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$.

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Одним из способов уменьшения вырывающего усилия на дюбель от действия веса облицовки является применение шарнирно-рамного узла соединения несущего кронштейна с направляющей (см. узел л. 03.03). При таком решении узла анкерный кронштейн сопряжен с основанием стены шарнирно, а с направляющей – жестким рамным узлом и момент, возникающий от действия веса облицовки с плечом, равным выносу облицовки от стены, передается на направляющую, разгружая дюбельное крепление. При этом возникает дополнительная нагрузка на направляющую.

Расчет таких схем удобно выполнять с помощью таблиц, приведенных на л. 08.09 ... 08.11 для трех различных случаев нагружения:

- 1 – й - ветровая нагрузка в пролетах;
- 2 – й - ветровая нагрузка на консолях (если имеются консоли и на них есть нагрузка);
- 3 – й - нагрузка от веса облицовки и гололедная.

Первые две составляющие нагрузки имеют переменный знак либо вовсе отсутствуют, третья составляющая присутствует всегда (за исключением гололедной). Все параметры даны в зависимости от коэффициента неравнопролетности. Итоговые эпюры получаются путем суммирования (с учетом знаков) эпюр от всех составляющих.

В качестве примера рассмотрим расчет для аналогичных условий по нагрузкам для трехпролетной схемы с шарнирно-рамным анкерным кронштейном.

Исходные условия: Материал облицовки – керамогранитная плитка размером 600 x 600 x 8 шаг направляющих – 0,6 м, длина направляющей – 3,6 м, длина центрального пролета 1,2 м. Длина крайних пролетов – 1,0 м, длина консоли – 0,2 м, эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки – 0,20 м, высота здания – 15 этажей (55м), второй ветровой район, тип местности – В.

Принимаемые нагрузки: в данных примерах приведены уже готовые величины расчетных нагрузок.

Методику определения нагрузок см. разд. 7.

Расчетные ветровые нагрузки: $q = \rho \cdot V$			Расчетная нагрузка от веса плитки: и гололедная $q_z = \rho_z \cdot V$
Ветровое давление в центре здания	Ветровой отсос в центре здания	Ветровой отсос в угловой зоне	$q_{zп} = (0,008 \cdot 2400 \cdot 1,2) \cdot 0,6 = 13,8$
$q = 89 \cdot 0,6 = 53 \text{ кг/м}$	$q = 98 \cdot 0,6 = 59 \text{ кг/м}$	$q = 160 \cdot 0,6 = 96 \text{ кг/м}$	$q_{zг} = (8 \cdot 1,3) \cdot 0,6 = 6,2 \text{ кг/м}$
			$q_z = q_{zп} + q_{zг} = 13,8 + 6,2 = 20 \text{ кг/м}$

На л. 08.24 приведены эпюры усилий от расчетного ветрового давления в пролетах и эпюры относительных перемещений от нормативного ветрового напора в пролетах.

На л. 08.25 приведены эпюры усилий от расчетного ветрового давления на консолях и эпюры относительных перемещений от нормативного ветрового напора на консолях.

На л. 08.26 и 08.27 даны соответствующие эпюры для ветрового отсоса.

На л. 08.28 даны эпюры усилий от расчетного веса облицовки совместно с гололедной и относительные перемещения от действия нормативной нагрузки веса облицовки и гололедной нагрузки.

На л. 08.29. приведены суммарные эпюры при действии ветрового напора в пролетах и на консолях и вертикальной нагрузки от веса облицовки с гололедом. При ветровом напоре при использовании керамогранита передача нагрузки на направляющую осуществляется контактом всей плоскости соприкосновения с плиткой, при этом консоли нагружаются автоматически.

На л. 08.30 приведены суммарные эпюры при действии ветрового отсоса в пролетах и нагрузки от веса облицовки. Ветровой отсос на консолях в этом случае не учитывался, поскольку в данном случае плитка отходит от направляющей и передача нагрузки через плоскость плитки не может выполняться. Передача нагрузки в этом случае может выполняться только через кляммеры, а их, как правило, на консолях

не располагают. (В случае приклеивания плитки к направляющей ветровой отсос на консолях должен учитываться.)

Эпюры усилий должны суммироваться с учетом знаков. Для удобства примем все значения величин, расположенных справа от оси эпюры (т.е. по направлению оси X) положительными, а с левой отрицательными. То же правило знаков принято и для опорных реакций (реакции, направленные по оси X положительны, против оси – отрицательны).

На основании полученных эпюр выполняются расчеты прочности и жесткости направляющей, а также расчеты сопряжений узлов.

В принятых схемах передача нагрузки с облицовки принята равномерно распределенной. Такая схема для ветровой нагрузки наиболее точно реализуется в случае приклеивания плитки к направляющей. При креплении плитки на кляммерах передачу ветрового давления в случае малого зазора между плиткой и плоскостью направляющей можно также считать равномерной по длине. При ветровом отсосе усилия на направляющую передаются точно в зоне кляммеров, и при шаге кронштейнов, сравнимом с размерами плитки, принимать нагрузку равномерно распределенной некорректно. В случае облицовки из композитных панелей, где нагрузка с облицовки также передается точно, а шаг креплений облицовки еще больше, чем при керамограните, при расчетах следует принимать сосредоточенные нагрузки.

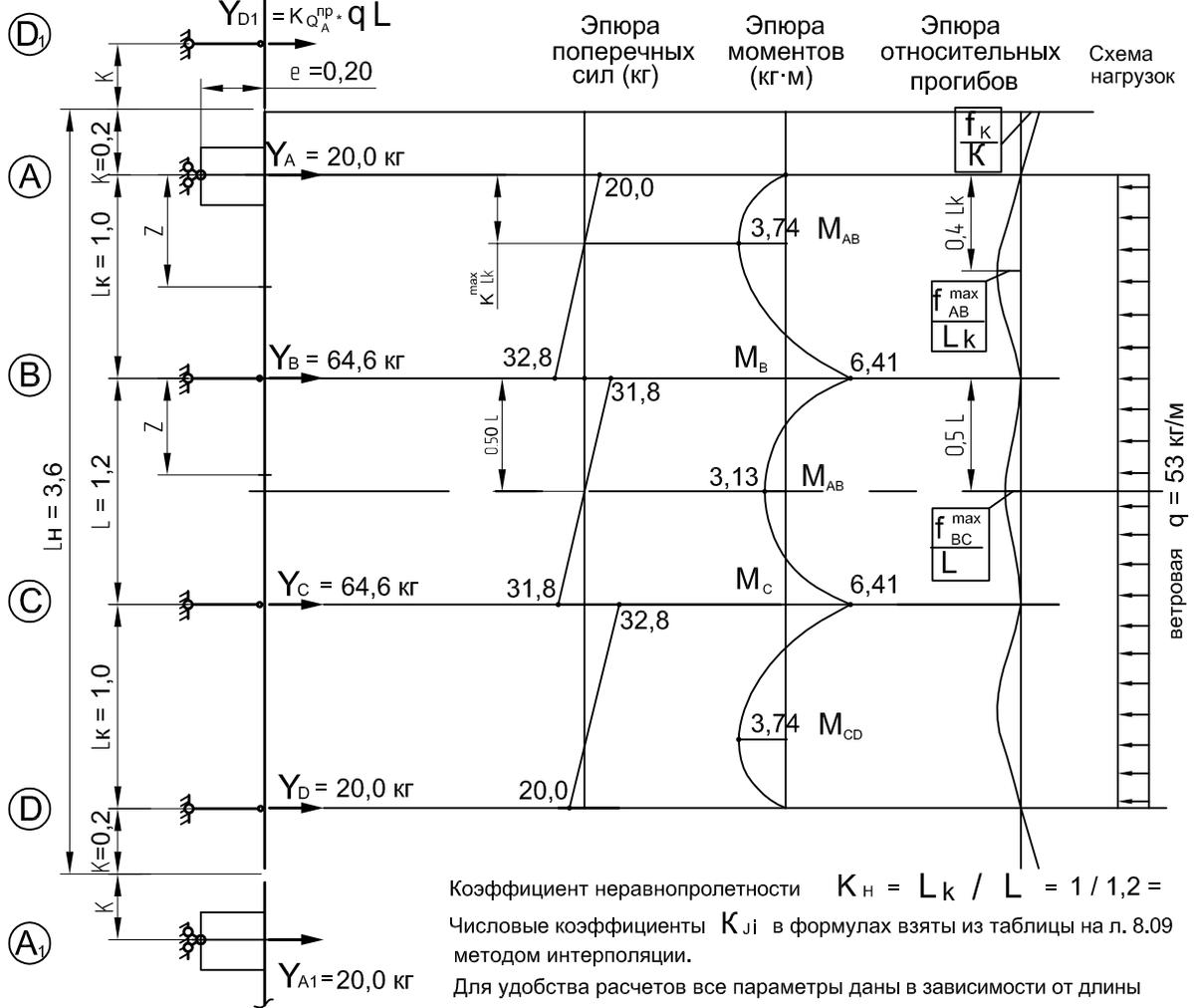
В этих случаях более обоснованно применять расчеты по реальным схемам с помощью соответствующих программ. Следует отметить, что при шаге кронштейнов, равном двум и более шагам креплений облицовки, даже при самом невыгодном загрузении максимальные значения моментов не превышают значений моментов при равномерно распределенной нагрузке более чем на 15 ... 20%. Относительные прогибы также сравнимы. Незначительно увеличивается опорная реакция в крайних опорах (примерно на 20%) за счет снижения на средних.

Дифференцирование расчетных таблиц по схемам загрузки удобно по той причине, что в этом случае расчетные формулы всех параметров получаются в простом и удобном виде, а также наглядно определяется вклад каждой составляющей в конечный результат. Это позволяет быстро определить пути оптимизации при расчетах.

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

На данном листе приведены эпюры от ветровой нагрузки в пролетах
Ветровой напор



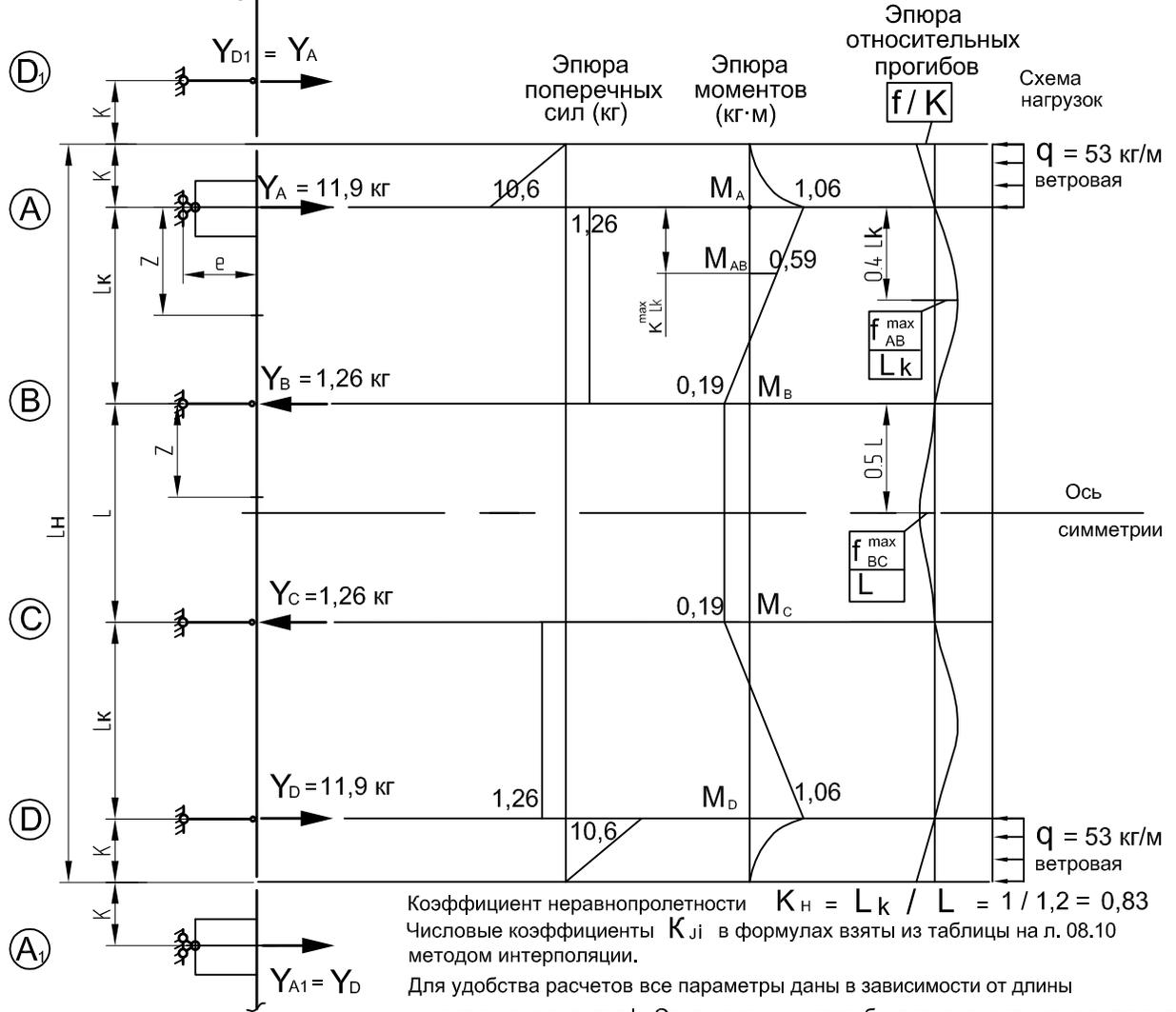
Коэффициент неравнопролетности $K_H = L_k / L = 1 / 1,2 = 0,83$
Числовые коэффициенты K_{ji} в формулах взяты из таблицы на л. 8.09 методом интерполяции.
Для удобства расчетов все параметры даны в зависимости от длины центрального пролета L .
Относительные прогибы определяются от нормативной нагрузки.

	Параметр	Общая формула	Численные значения
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 53 \cdot 1,2 = 20,0$ кг
	$Y_B = Y_C$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 1,016 \cdot 53 \cdot 1,2 = 64,6$ кг
поперечные силы	$Q_A^{H3} = -Q_D^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 53 \cdot 1,2 = 20,0$ кг
	$Q_C^{H3} = -Q_B^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,516 \cdot 53 \cdot 1,2 = 32,8$ кг
	$Q_B^{H3} = -Q_C^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,500 \cdot 53 \cdot 1,2 = 31,8$ кг
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,049 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 3,74$ кг·м
	$M_B = M_C$	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,084 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 6,41$ кг·м
	M_{BC}	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,041 \cdot 53 \cdot 1,2^2 = 3,13$ кг·м
относительная перемешивания	f_K / K	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,178 \cdot (53/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 11,6 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,047 \cdot (53/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 3,07 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,036 \cdot (53/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 2,36 \cdot 10^3 / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

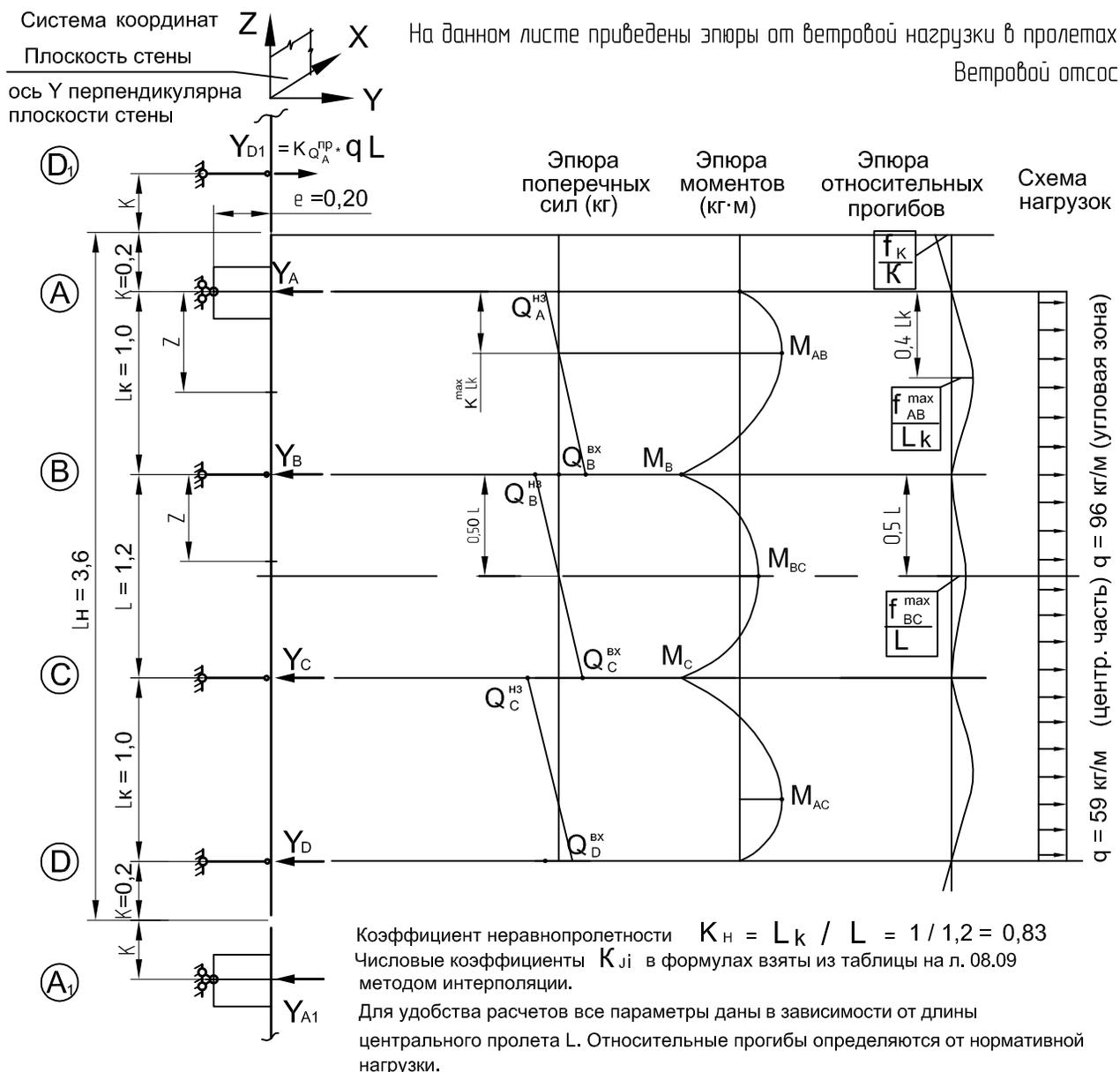
Система координат
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

На данном листе приведены эпюры от ветровой нагрузки на консолях
Ветровой напор



Группа	Параметр	Общая формула	
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 56 \cdot 0,2^2/2 = 1,06 \text{ кг·м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,06 = 0,19 \text{ кг·м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,06 = 0,59 \text{ кг·м}$
опорные реакции	$-Q_A^{BX} = Q_D^{H3}$	qK	$= 53 \cdot 0,2 = 10,6 \text{ кг}$
	$Q_A^{H3} = -Q_D^{BX}$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,06/1,2 = 1,26 \text{ кг}$
	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,06/1,2 = 1,26 \text{ кг}$
	$Y_A = Y_D$	$qK + Y_B$	$= 10,6 + 1,26 = 11,9 \text{ кг}$
относительн. перемещения	f_{KM}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,674 \cdot (1,06/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,34 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{KQ}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot K / I_x$	$= 3,645 \cdot (1,06/1,4) \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,55 \cdot 10^{-3} / I_x$
	$f/K = f_{KM}^{max} / K + f_{KQ}^{max} / K$		$= 3,34 \cdot 10^{-3} / I_x + 0,55 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,89 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,652 \cdot (1,06/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,59 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 0,324 \cdot (1,06/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,29 \cdot 10^{-3} / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

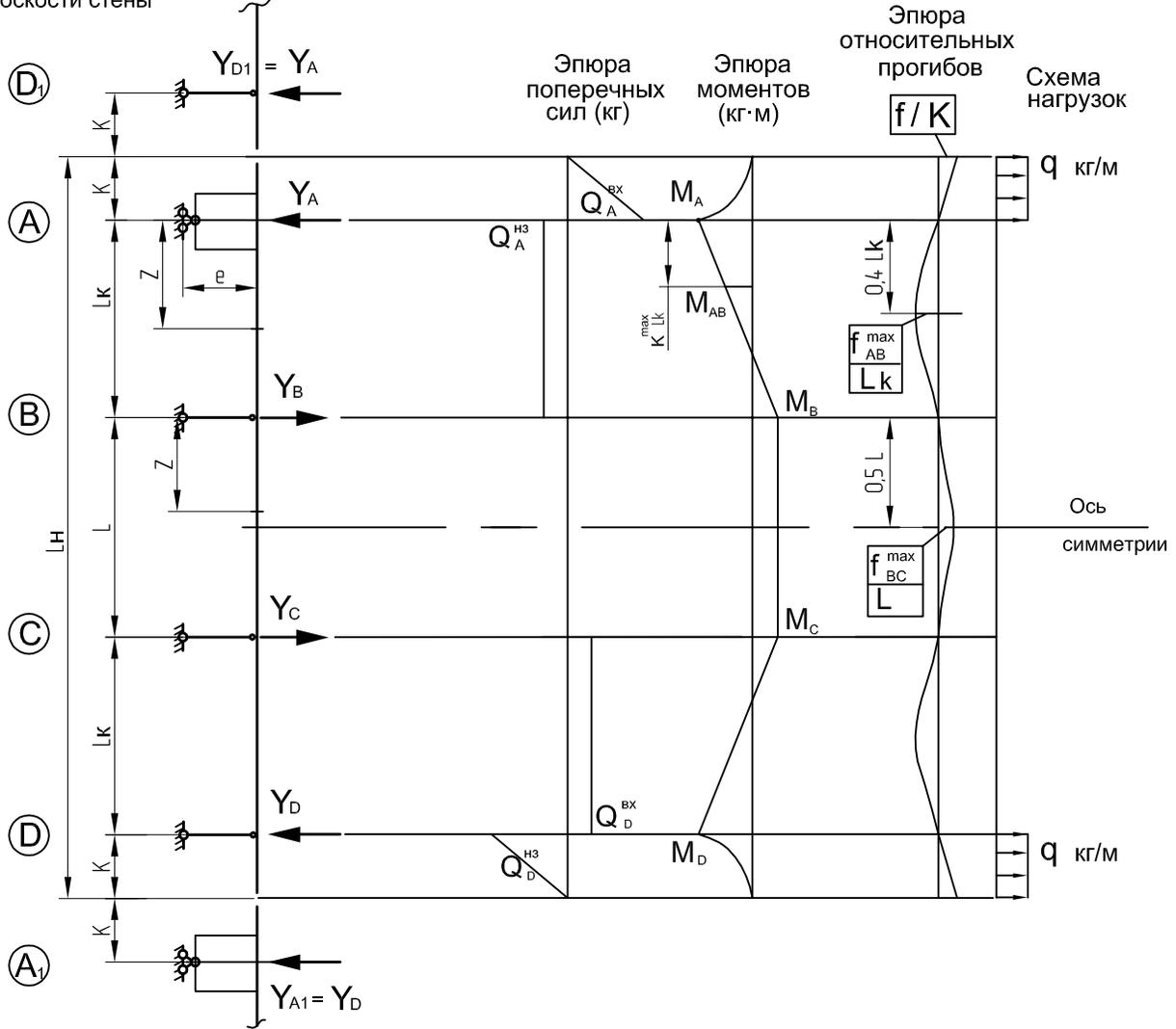


Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 59 \text{ кг/м}$	Для углов. зоны при $q = 96 \text{ кг/м}$
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 59 \cdot 1,2 = 22,3 \text{ кг}$	$= 36,3 \text{ кг}$
	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,016 \cdot 59 \cdot 1,2 = 71,9 \text{ кг}$	$= 117 \text{ кг}$
поперечные силы	$Q_A^{H3} = -Q_D^{BX}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 59 \cdot 1,2 = 22,3 \text{ кг}$	$= 36,3 \text{ кг}$
	$Q_B^{BX} = -Q_C^{H3}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,516 \cdot 59 \cdot 1,2 = 36,5 \text{ кг}$	$= 59,4 \text{ кг}$
	$Q_B^{H3} = -Q_C^{BX}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,500 \cdot 59 \cdot 1,2 = 35,4 \text{ кг}$	$= 57,6 \text{ кг}$
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,049 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 4,16 \text{ кг·м}$	$= 6,77 \text{ кг·м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,084 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 7,14 \text{ кг·м}$	$= 11,6 \text{ кг·м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,041 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 3,48 \text{ кг·м}$	$= 5,66 \text{ кг·м}$
относительная перемеш-ия	f_K / K	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,178 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 12,9 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 21,0 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,047 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,42 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 5,56 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,036 \cdot (59/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 2,63 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 4,28 \cdot 10^{-3} / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном



На данном листе приведены эпюры от ветровой нагрузки на консолях
Ветровой отсос

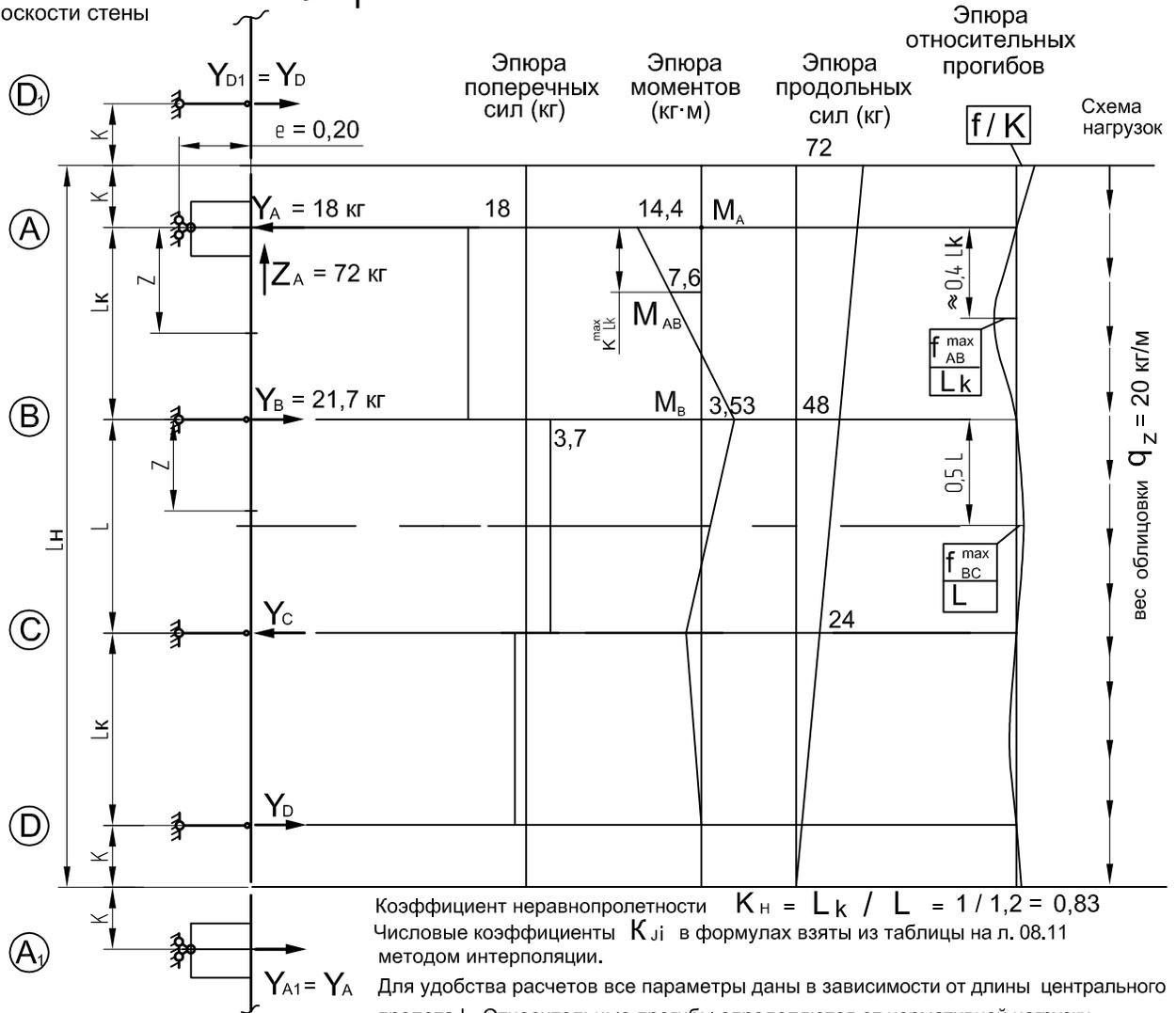


Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при q = 59 кг/м	Углов. зона q = 96 кг/м
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 59 \cdot 0,2^2 / 2 = 1,18 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 1,92 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,18 = 0,21 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 0,34 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,18 = 0,65 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 1,06 \text{ кг}\cdot\text{м}$
перез. силы	$-Q_A^{вх} = Q_D^{нз}$	qK	$= 59 \cdot 0,2 = 11,8 \text{ кг}$	$= 19,2 \text{ кг}$
	$Q_A^{нз} = -Q_D^{вх}$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,18 / 1,2 = 1,40 \text{ кг}$	$= 2,28 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,18 / 1,2 = 1,40 \text{ кг}$	$= 2,28 \text{ кг}$
	$Y_A = Y_D$	$qK + Y_B$	$= 11,8 + 1,40 = 13,2 \text{ кг}$	$= 21,5 \text{ кг}$
относительные перемещения	f_{KM}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,674 \cdot (1,18 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,72 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 6,05 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{KQ}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot K / I_x$	$= 3,645 \cdot (1,18 / 1,4) \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,61 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,99 \cdot 10^{-3} / I_x$
	$f / K = f_{KM}^{max} / K + f_{KQ}^{max} / K$		$= 3,72 \cdot 10^{-3} / I_x + 0,61 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,33 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 7,05 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 0,652 \cdot (1,18 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,66 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 1,07 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 0,324 \cdot (1,18 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,32 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,52 \cdot 10^{-3} / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна
плоскости стены

На данном листе приведены эпюры от веса облицовки и гололедной



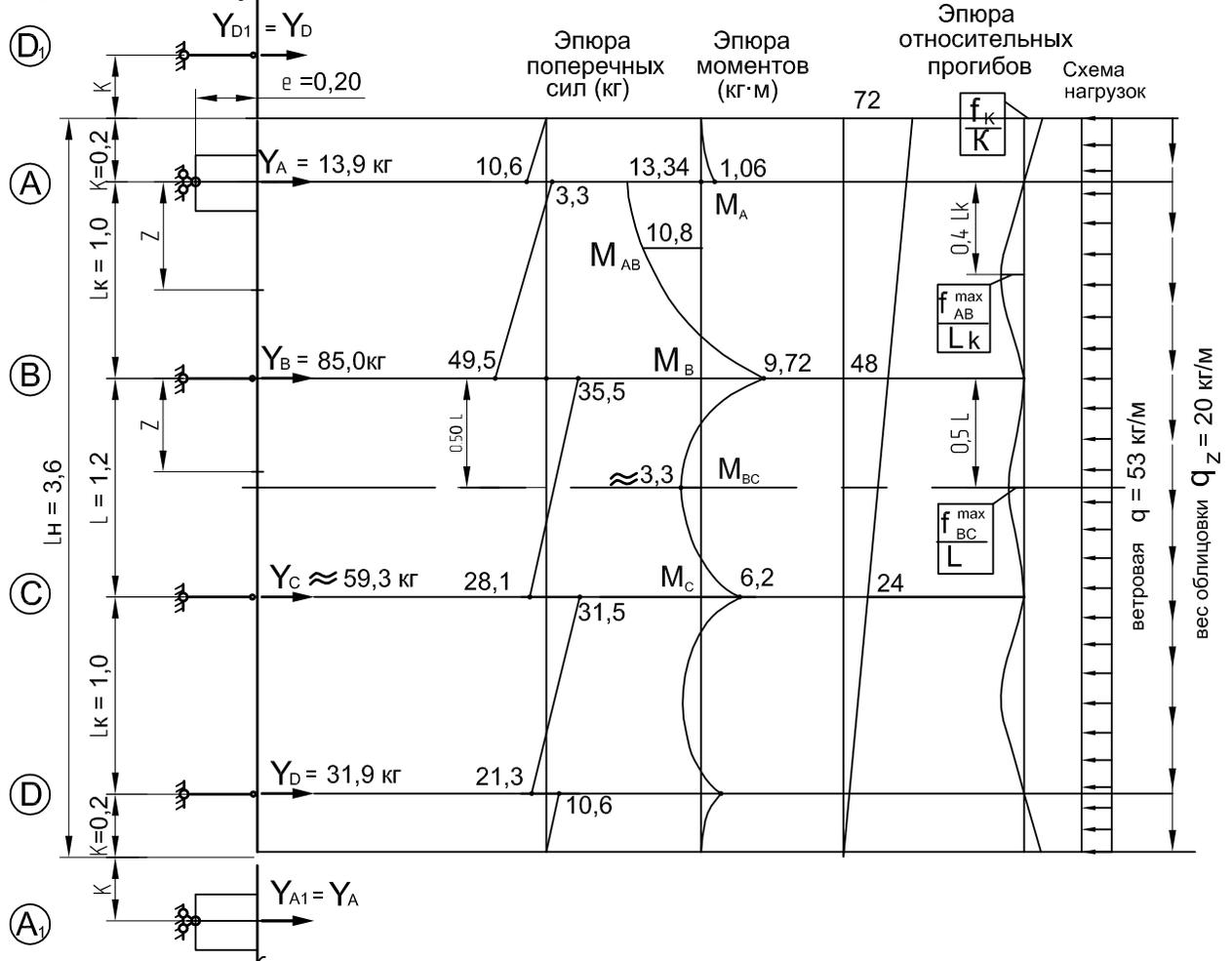
Группа	Параметр	Общая формула	
изгибающие моменты	M_A	$M_A = M_{ZE} = q_z L_H \cdot e$	$= 20 \cdot 3,6 \cdot 0,20 = 14,4$ кг·м
	M_B	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,245 \cdot 14,4 = 3,53$ кг·м
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,529 \cdot 14,4 = 7,62$ кг·м
перерез. силы	Q_A^{H3}	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,500 \cdot 14,4 / 1,2 = 18$ кг
	Q_B^{H3}	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 0,311 \cdot 14,4 / 1,2 = 3,7$ кг
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,500 \cdot 14,4 / 1,2 = 18$ кг
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,811 \cdot 14,4 / 1,2 = 21,7$ кг
		$Z_A = q_z L_H = 20 \cdot 3,6 = 72$ кг	
относительн. перемещения	f_K^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$= 3,540 \cdot (14,4 / 1,2) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 51,0 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$= 0,607 \cdot (14,4 / 1,2) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 8,74 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$= 0,164 \cdot (14,4 / 1,2) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 2,36 \cdot 10^{-3} / I_x$

Расчет $Y_C; Y_D; Q_C; M_C$ не выполняем по причине незначительности этих величин.

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

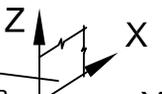
Итоговые суммарные эпюры от ветрового напора и веса облицовки с гололедом (ветровой напор передается на консоли)



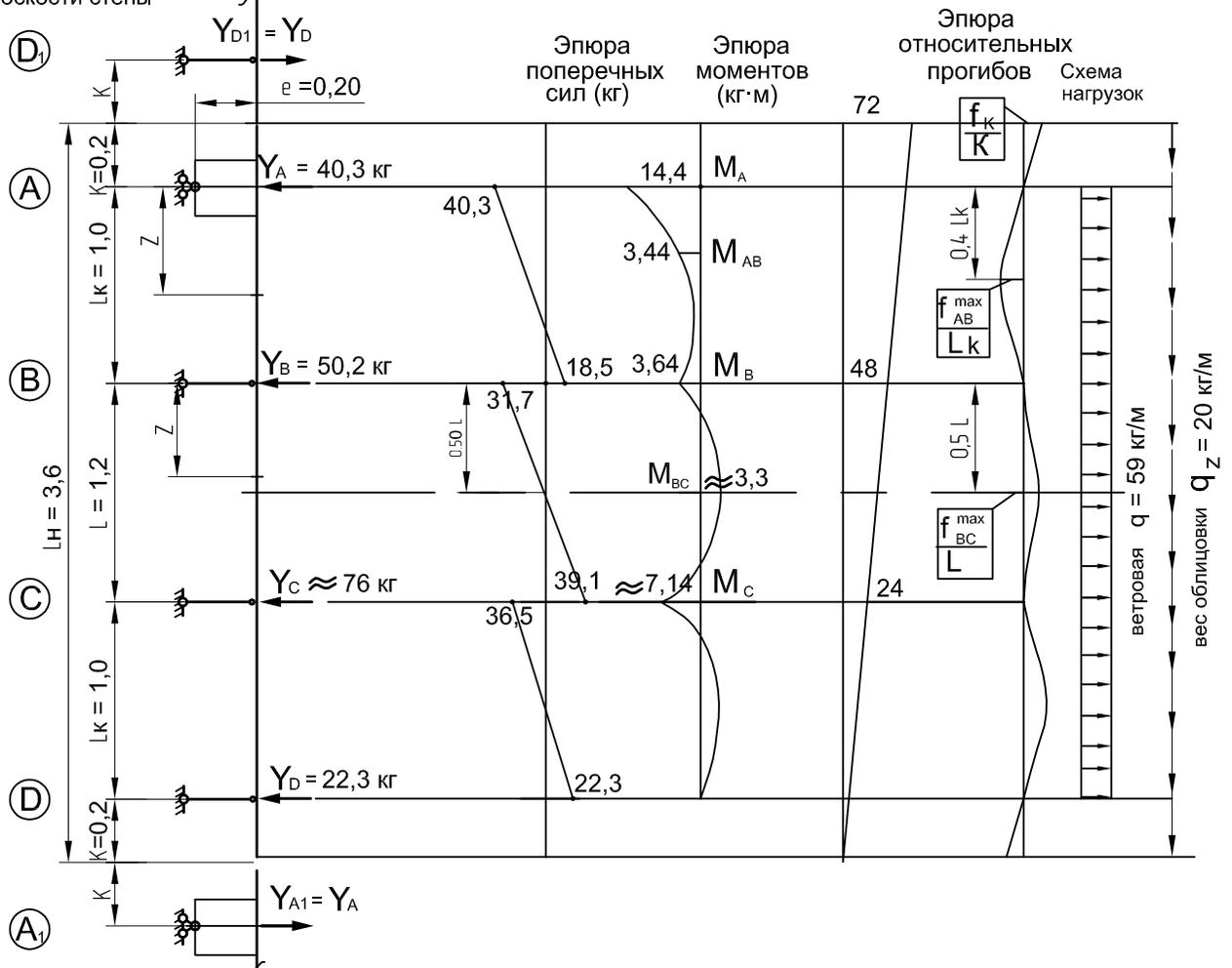
Параметр	Ветр. напор в пролетах		Ветр. напор на консолях		Вес обл-ки и гололед.		Итого
Y_A (кг)	+20,0		+11,9		-18,0		+13,9
Y_B (кг)	+64,6		-1,3		+21,7		+85,0
Y_C (кг)	+64,6		-1,3		≈ -4		$\approx +59,3$
Y_D (кг)	+20,0		+11,9		$\approx 0,0$		+31,9
Q_A^{BX} / Q_A^{H3} (кг)	0,00	+20,0	-10,6	+1,3	0,00	-18,0	-10,6+3,30
Q_B^{BX} / Q_B^{H3} (кг)	-32,8	+31,8	+1,3	0,00	-18,0	+3,7	-49,5+35,5
Q_C^{BX} / Q_C^{H3} (кг)	-31,8	+32,8	0,00	-1,3	+3,7	≈ 0	-28,1+31,5
Q_D^{BX} / Q_D^{H3} (кг)	-20,0	0,00	-1,3	+10,6	≈ 0	0,00	-21,3+10,6
M_A (кг·м)	0,00		+1,06		-14,4		-13,3
M_{AB} (кг·м)	-3,74		+0,59		-7,6		-10,8
M_B (кг·м)	+6,41		-0,19		+3,5		+9,72
M_{BC} (кг·м)	-3,13		-0,19		≈ 0		$\approx -3,3$
M_C (кг·м)	+6,41		-0,19		≈ 0		$\approx +6,2$

Параметр относит. перемещ.	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
f_K / K	$\frac{+11,6}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-3,89}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+58,7}{10^3 \cdot I_x}$
f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{-3,07}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+0,59}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-11,2}{10^3 \cdot I_x}$
f_{BC}^{max} / L	$\frac{-2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-0,29}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-0,29}{10^3 \cdot I_x}$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат 
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

Итоговые суммарные эпюры от ветрового отсоса в центре и веса облицовки с гололедом (ветровой отсос не передается на консоли)

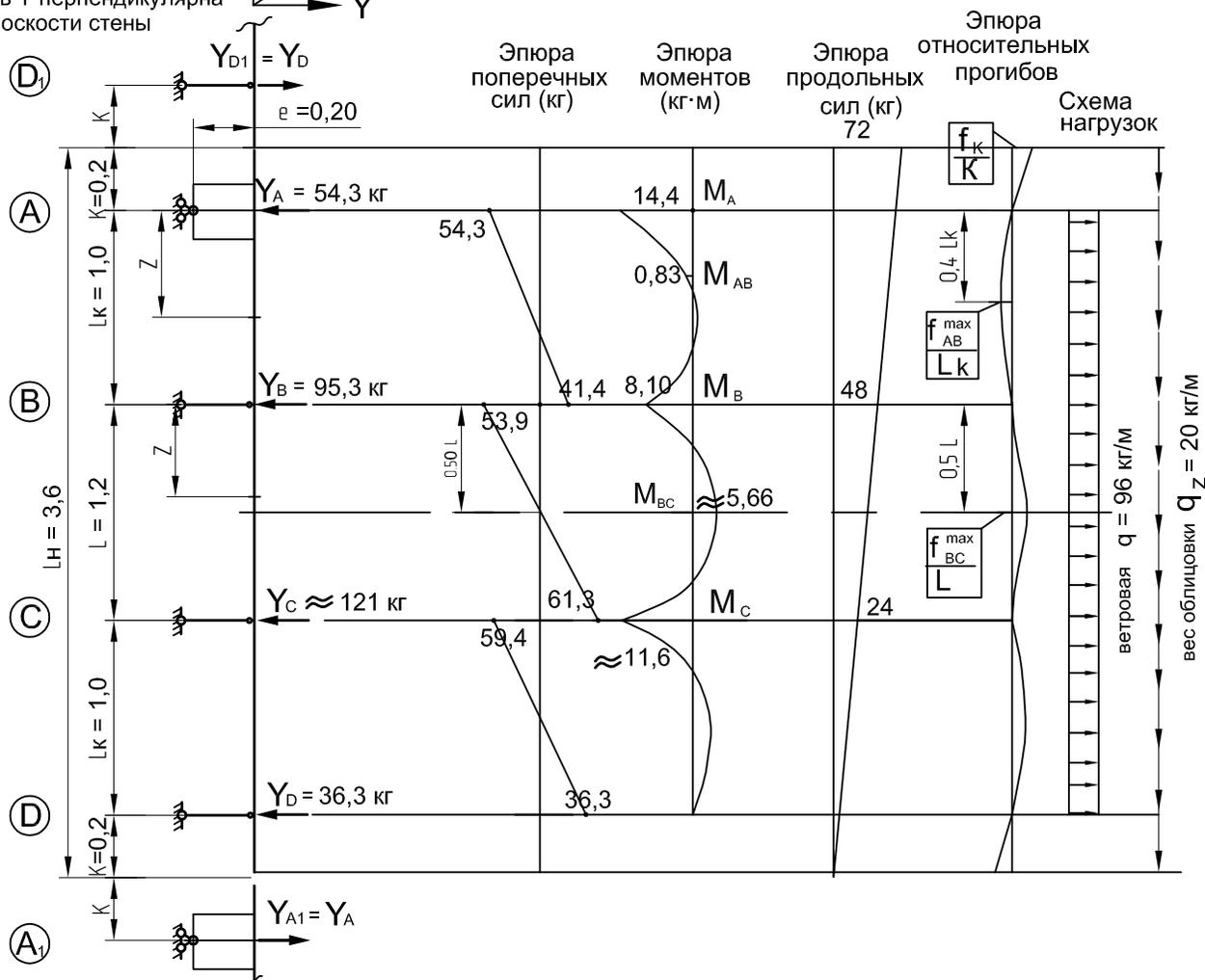


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит. перемещ.	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	-22,3		-18,0	- 40,3	f_k / K	$\frac{-12,9}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+38,1}{10^3 \cdot I_x}$
Y_B (кг)	-71,9		+21,7	- 50,2	f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{+3,42}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{-8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-5,32}{10^3 \cdot I_x}$
Y_C (кг)	-71,9		≈ -4	≈ -76	f_{BC}^{max} / L	$\frac{+2,63}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+4,99}{10^3 \cdot I_x}$
Y_D (кг)	-22,3		$\approx 0,0$	$\approx -22,3$					
Q_A^{Bx} / Q_A^{H3} (кг)	0,00 -22,3		0,00 -18,0	0,00 -40,3					
Q_B^{Bx} / Q_B^{H3} (кг)	+36,5 -35,4		-18,0 +3,7	+18,5 -31,7					
Q_C^{Bx} / Q_C^{H3} (кг)	+35,4 -36,5		+3,7 ≈ 0	+39,1 -36,5					
Q_D^{Bx} / Q_D^{H3} (кг)	+22,3 0,00		≈ 0 0,00	+22,3 0,00					
M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4					
M_{AB} (кг·м)			-7,6	-3,44					
M_B (кг·м)			+3,5	-3,64					
M_{BC} (кг·м)			≈ 0	$\approx +3,5$					
M_C (кг·м)			≈ 0	$\approx -7,14$					

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

Итоговые суммарные эпюры от ветрового отсоса в угловой зоне и веса облицовки с гололедом (ветровой отсос не передается на консоли)

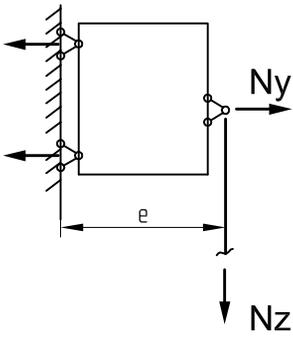
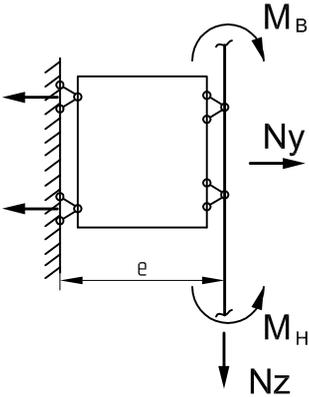
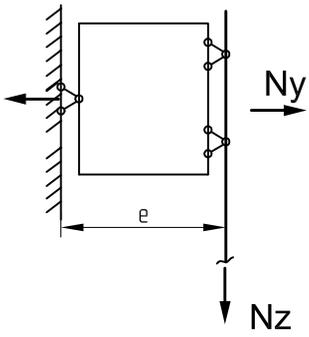
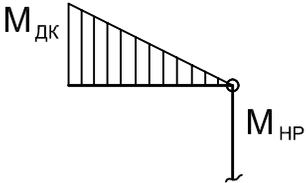
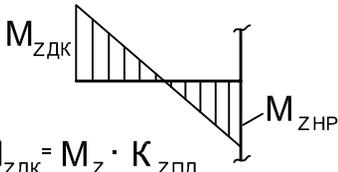
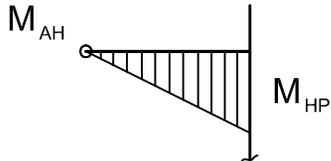
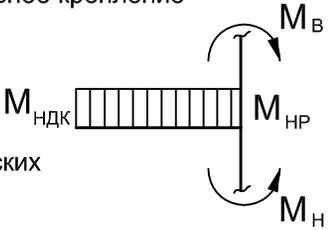


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит. перемещ.	Ветр. отсос в пролетах	Ветр. отсос на конс.	вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	-36,3		-18,0	- 54,3	f_K / K	$\frac{-21,0}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+30,0}{10^3 \cdot I_x}$
Y_B (кг)	-117		+21,7	- 95,3	f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{+5,56}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{-8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-3,18}{10^3 \cdot I_x}$
Y_C (кг)	-117		≈ -4	≈ -121	f_{BC}^{max} / L	$\frac{+4,28}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+6,64}{10^3 \cdot I_x}$
Y_D (кг)	-36,3		$\approx 0,0$	$\approx -36,3$					
Q_A^{BX} / Q_A^{H3} (кг)	0,00 -36,3		0,00 -18,0	0,00 -54,3					
Q_B^{BX} / Q_B^{H3} (кг)	+59,4 -57,6		-18,0 +3,7	+41,4 -53,9					
Q_C^{BX} / Q_C^{H3} (кг)	+57,6 -59,4		+3,7 ≈ 0	+61,3 -59,4					
Q_D^{BX} / Q_D^{H3} (кг)	+36,3 0,00		≈ 0 0,00	+36,3 0,00					
M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4					
M_{AB} (кг·м)			-7,6	-0,83					
M_B (кг·м)			+3,5	-8,10					
M_{BC} (кг·м)			≈ 0	$\approx +5,66$					
M_C (кг·м)			≈ 0	$\approx -11,6$					

Расчеты сопряжений. Типы расчетных схем несущих кронштейнов

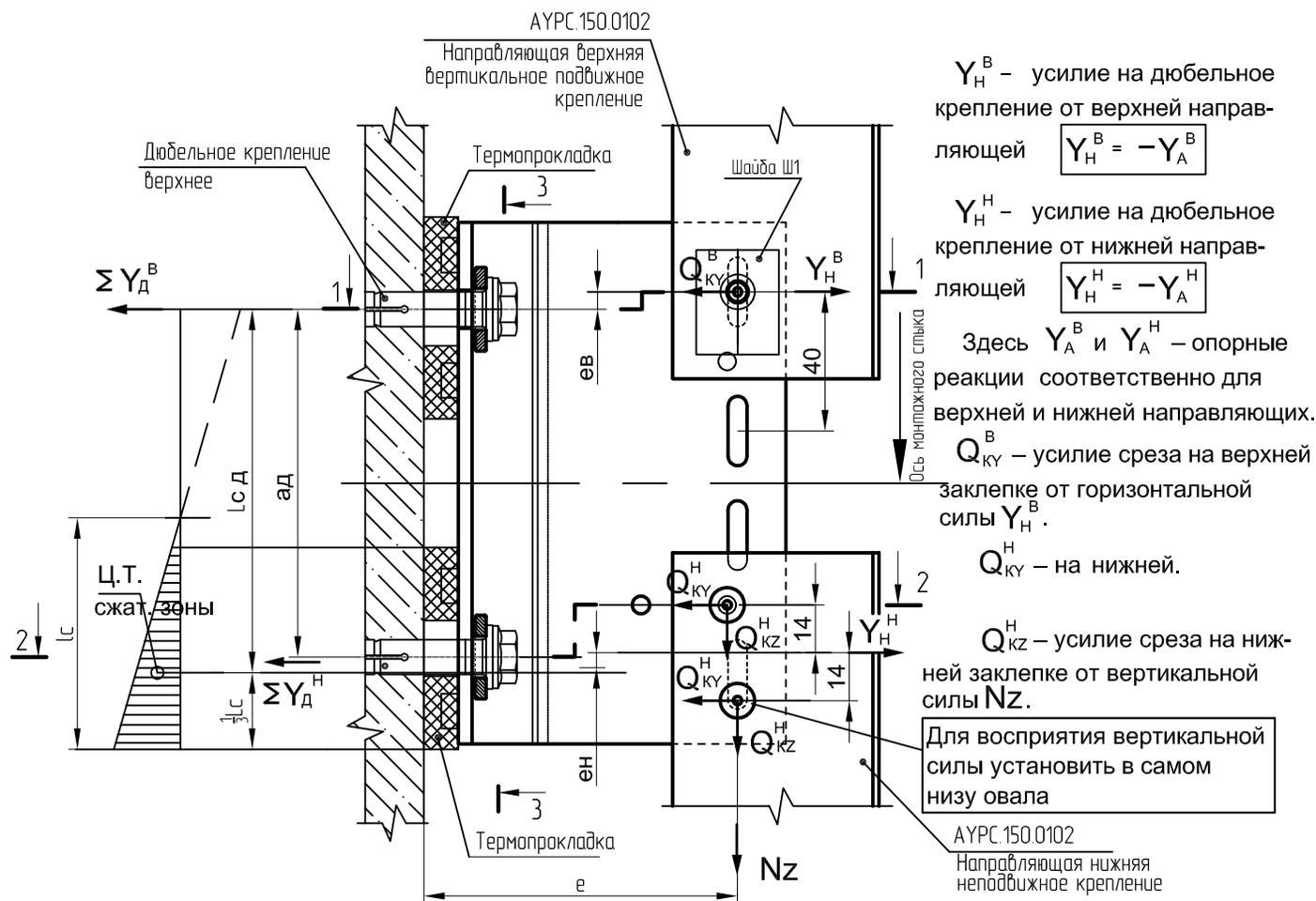
Расчет сопряжений заключается в расчете крепления кронштейнов к стене (несущих и опорных), расчете крепления направляющей к кронштейну (непосредственно либо через регулировочный элемент), расчете крепления облицовки к направляющей. При этом также рассчитываются сами кронштейны и соединительные элементы. При расчете несущих кронштейнов в зависимости от схемы сопряжения различают три типа расчетных схем: консольно-шарнирная; консольно-рамная; шарнирно-рамная.

Типы расчетных схем несущих кронштейнов

Консольно-шарнирная	Консольно-рамная	Шарнирно-рамная
		
<p>Момент от веса облицовки: $M_z = Nz \cdot e = M_{дк}$ воспринимается дюбельным креплением (дополнительная нагрузка на дюбель)</p> 	<p>Момент от веса облицовки: $M_z = Nz \cdot e$ распределяется между дюбельным креплением и направляющей. $Nz \cdot e = \underbrace{M_{здк}}_{\text{на дюбели}} + \underbrace{M_{знр}}_{\text{на направл.}}$</p>  <p>$M_{здк} = M_z \cdot K_{зпд}$</p> <p>Степень распределения зависит от податливости дюбельного крепления</p> <p>+</p> <p>Момент от несимметричного изгиба направляющей передается на дюбельное крепление</p>	<p>Момент от веса облицовки: $M_z = Nz \cdot e = M_{нр}$ воспринимается направляющей $M_{дк} = 0$ (дополнительной нагрузки на дюбель нет)</p> 
<p>$M_{нр}$ зависит от геометрии схемы и податливости дюбельного крепления (податливость – сумма упругих и пластических деформаций дюбельного крепления)</p>  <p>$M_{ндк} = M_{нр} = M_b + M_n$</p> <p>$M_{нр} = M^ж \cdot K_{нпд}$; $M^ж$ – момент в узле при абсолютно жестком креплении. При $M_b = M_n$ $M_{нр} = 0$</p> <p>$K_{зпд}$ варьируется от 0,85 до 0,25] при учете реальной податливости $K_{нпд}$ варьируется от 0,9 до 0,6] дюбельного крепления.</p>		

Расчеты сопряжений. Консольно-шарнирная схема сопряжений

Наиболее приближен к консольно-шарнирной схеме сопряжений упрощенный вариант креплений на несущем совмещенном кронштейне (см. л. 03.02).



Y_H^B – усилие на дюбельное крепление от верхней направляющей $Y_H^B = -Y_A^B$

Y_H^H – усилие на дюбельное крепление от нижней направляющей $Y_H^H = -Y_A^H$

Здесь Y_A^B и Y_A^H – опорные реакции соответственно для верхней и нижней направляющих.

$Q_{кY}^B$ – усилие среза на верхней заклепке от горизонтальной силы Y_H^B .

$Q_{кY}^H$ – на нижней.

$Q_{кZ}^H$ – усилие среза на нижней заклепке от вертикальной силы N_Z .

Для восприятия вертикальной силы установить в самом низу овала

АУРС.150.0102
Направляющая нижняя неподвижное крепление

Высота сжатой зоны, а следовательно, и расстояние $L_{сд}$ в общем случае зависят от соотношения горизонтальных усилий и момента от действия веса облицовки. Для упрощения расчетов можно принять (в запас прочности) $L_{сд} = ад$, тогда расчетные формулы для определения усилий в дюбельном креплении имеют вид:

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \left\{ \frac{N_z \cdot e + Y_H^H \cdot ен + Y_H^B \cdot (ад + ев)}{ад} \right\}$$

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \left\{ \frac{-N_z \cdot e - Y_H^B \cdot ев + Y_H^H \cdot (ад - ен)}{ад} \right\}$$

Здесь $\sum Y_D^B$ – суммарное усилие на верхних дюбелях (если количество больше одного в одном ряду).

$\sum Y_D^H$ – аналогично на нижних.

K_{Ad} – коэффициент асимметрии распределения усилий.

Коэффициенты асимметрии распределения усилий для одиночного дюбеля и двух дюбелей в случае применения дополнительного кронштейна см л. 03.09, 03.10.

Усилие на срез для верхней заклепки $Q_K^B = Q_{кY}^B = Y_H^B$

Усилие на срез для нижней заклепки $Q_K^H = \sqrt{(Q_{кY}^H)^2 + (Q_{кZ}^H)^2} = \frac{\sqrt{(Y_H^H)^2 + (N_Z)^2}}{2}$

Пример расчета. Данные для расчета креплений взяты из примера расчета направляющей.

При ветровом напоре (л. 08.15):

$$Y_H^B = -Y_A^B = -25,4 \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -25,4 \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

При ветровом отсосе в центральной зоне (л. 08.16):

$$Y_H^B = -Y_A^B = -(-28,3) \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -(-28,3) \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

При ветровом отсосе в угловой зоне (л. 08.16):

$$Y_H^B = -Y_A^B = -(-46,0) \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -(-46,0) \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

Геометрические параметры для расчета креплений:

$$ев = 5 \text{ мм}, \quad еН = 5 \text{ мм}, \quad ад = 100 \text{ мм}, \quad е \text{ для расчета } 200 \text{ мм}$$

Тогда при ветровом напоре для верхних дюбелей:

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \left\{ \frac{Nz \cdot e + Y_H^H \cdot еН + Y_H^B \cdot (ад + ев)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (-25,4 \cdot 5) + (-25,4 \cdot (100+5))}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \cdot 116 \text{ (кг)};$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_D = \sum Y_D^B = 1,35 \cdot 116 = 157 \text{ (кг)};$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_D = \sum Y_D^B / 2 = 1,2 \cdot 116 / 2 = 70 \text{ (кг)};$$

При ветровом напоре в зоне нижних дюбелей:

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \left\{ \frac{-Nz \cdot e - Y_H^B \cdot ев + Y_H^H \cdot (ад - еН)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (-25,4 \cdot 5) + (-25,4 \cdot (100-5))}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \cdot (-166) \text{ (кг)}. \text{ Отрицательное значение означает, что в зоне нижнего дюбеля происходит сжатие (при выбранном направлении } \sum Y_D^H \text{, как указано на схеме).}$$

В этом случае нижний дюбель работает только на срез, сжимающие усилия воспринимаются основанием стены через пластиковую прокладку. K_{Ad} в данном случае можно принять равным единице.

При ветровом отсосе в центральной части для верхних дюбелей:

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \left\{ \frac{Nz \cdot e + Y_H^H \cdot еН + Y_H^B \cdot (ад + ев)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (28,3 \cdot 5) + 28,3 \cdot (100+5)}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \cdot 175 \text{ (кг)}.$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_D = \sum Y_D^B = 1,35 \cdot 175 = 236 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_D = \sum Y_D^B / 2 = 1,2 \cdot 175 / 2 = 105 \text{ (кг)}$$

То же, но в зоне нижних дюбелей:

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \left\{ \frac{-Nz \cdot e - Y_H^B \cdot ев + Y_H^H \cdot (ад - еН)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (28,3 \cdot 5) + (28,3 \cdot (100-5))}{100} \right\}$$

В зоне нижнего дюбеля действуют сжимающие усилия:

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \cdot (-118) \text{ (кг)}.$$

При ветровом отсосе в угловой зоне для верхних дюбелей:

$$\sum Y_{\text{д}}^{\text{В}} = K_{\text{Ад}} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (46,0 \cdot 5) + 46,0 \cdot (100+5)}{100} \right\} = K_{\text{Ад}} \cdot 195 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_{\text{д}} = \sum Y_{\text{д}}^{\text{В}} = 1,35 \cdot 195 = 263 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_{\text{д}} = \sum Y_{\text{д}}^{\text{В}} / 2 = 1,2 \cdot 195 / 2 = 117 \text{ (кг)}$$

То же но в зоне нижних дюбелей:

$$\sum Y_{\text{д}}^{\text{Н}} = K_{\text{Ад}} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (46,0 \cdot 5) + (46,0 \cdot (100-5))}{100} \right\} = K_{\text{Ад}} \cdot (-103) \text{ (кг)}$$

В зоне нижнего дюбеля действуют сжимающие усилия.

Усилия среза, приходящиеся на один дюбель:

$$Q_{\text{д}} = N_z / 2 = 72 / 2 = 36 \text{ (кг)} - \text{ без доборного кронштейна};$$

$$Q_{\text{д}} = N_z / 3 = 72 / 3 = 24 \text{ (кг)} - \text{ с доборным кронштейном.}$$

По полученным вырывающим усилиям, действующим на дюбели, по каталогам фирм-производителей в зависимости от материала стен подбирают соответствующие марки дюбелей.

Как видно из расчетов, для консольно-шарнирной схемы анкерного кронштейна вырывающие усилия на верхних дюбелях имеют довольно большие значения за счет значительной составляющей от момента, вызванного действием веса облицовки и гололедной нагрузки. Наиболее выгодно данную схему применять при прочных бетонных основаниях (при креплении анкерных кронштейнов в пояса) либо легкой облицовке при малых и средних ветровых нагрузках.

Расчет заклепок.

Усилие на срез для верхней заклепки: $Q_{\text{к}}^{\text{В}} = Q_{\text{кУ}}^{\text{В}} = Y_{\text{н}}^{\text{В}} = 28,3 \text{ (кг)}$ (при ветров отсосе в центр части)

Усилие на срез для нижней заклепки: $Q_{\text{к}}^{\text{Н}} = \frac{\sqrt{(Y_{\text{н}}^{\text{Н}})^2 + (N_z)^2}}{2} = \frac{\sqrt{28,3^2 + 72^2}}{2} = 72 \text{ (кг)}$

Дополнительные усилия в нижних заклеках от изгиба нижней направляющей не возникают, так как ширина овала – 6 мм, а диаметр заклепки – 5 мм. Полученного зазора достаточно для компенсации углового поворота. (Даже в случае отсутствия зазора усилия, возникающие в заклепках от поворота сечения, являются усилиями короткого действия, т. е. они исчезают после локального местного смятия в пределах 0,2 мм и после этого образуется шарнир).

По усилиям подбирают соответствующие заклепки.

Кроме того, необходимо выполнить проверку на смятие соединяемых элементов по формуле:

$$\sigma_{\text{см}} = Q_{\text{к}} / (d_{\text{к}} \cdot t_{\text{см}}) \leq R_{\text{см}},$$

где: $Q_{\text{к}}$ - усилие среза на единичном крепежном элементе (заклепке);

$d_{\text{к}}$ - диаметр заклепки; $t_{\text{см}}$ - минимальная толщина сминаемого элемента;

$R_{\text{см}}$ - расчетное сопротивление смятию, принимаемое по СНиП 2.03.06-85.

Момент от Nz в данной шарнирно-рамной схеме сопряжения воспринимается заклепочным соединением и передается на направляющую.

Расчет заклепочных соединений

На вышеприведенном узле направляющая от горизонтальных смещений и поворота закреплена пазовым сопряжением с зацепом и крепление направляющей к зацепу является дополнительным и страховочным. Наиболее нагруженными являются крайние заклепки 1.

Усилие среза от вертикальной нагрузки Nz: $Q_{1z} = Nz / 4$

Усилие среза в горизонтальном направлении включает две составляющие – от горизонтальной силы Y_H и усилия от действия момента Mz : $Q_{1y} = Q_{1yH} + Q_{1M}$

$Q_{1yH} = Y_H / 4$ Q_{1M} определяется из уравнения $Q_{1M} \cdot a1 + Q_{2M} \cdot a2 = Mz$

Учитывая, что $Q_{2M} = Q_{1M} \cdot a2/a1$, получим:

$$Q_{1M} = \frac{Mz}{\left(a1 + \frac{a2 \cdot a2}{a1}\right)}$$

Результирующее векторное усилие от действия Q_{1z} и Q_{1y}

$$Q_1 = \sqrt{(Q_{1z})^2 + (Q_{1y})^2}$$

При подстановке получим:

Максимальное усилие на единичной заклепке (при усиленном варианте крепления)

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz}{\left(a1 + \frac{a2 \cdot a2}{a1}\right)}\right\}^2}$$

При установке только крайних заклепок 1 усилие на одной заклепке:

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz}{a1}\right)^2}$$

Аналогично выполняется расчет для заклепок, соединяющих кронштейн с зацепом. Только в расчете необходимо учитывать момент Mz3 , действующий в зоне этих заклепок.

Наиболее нагруженная заклепка 3 в случае установки дополнительных заклепок (при усиленном варианте крепления):

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz3}{\left(a3 + \frac{a4 \cdot a4}{a3}\right)}\right\}^2}$$

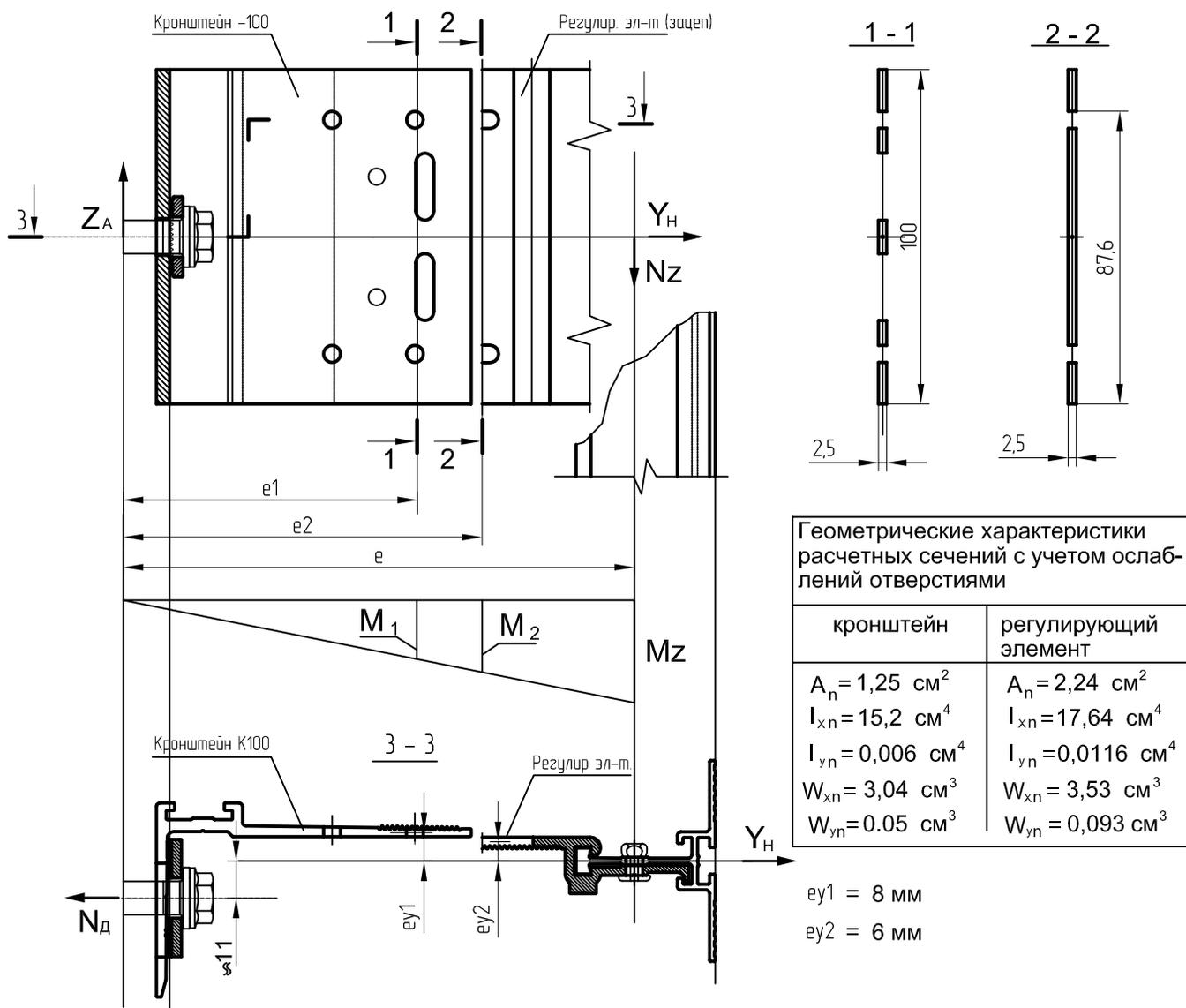
При установке только крайних заклепок 3 усилие на одной заклепке:

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz3}{a3}\right)^2}$$

Дополнительно выполняется расчет на смятие соединяемых элементов на полученные максимальные значения усилий среза заклепки по формуле на л. 08.35.

Расчет кронштейна и регулировочного элемента

Выполняется проверка прочности несущего кронштейна и регулировочного элемента на растяжение с изгибом в двух плоскостях и срез. Проверочное сечение для кронштейна принимаем (в запас прочности) по разрезу 1-1, а для регулировочного элемента – по разрезу 2-2.



Макс. нормальные напряжения для кронштейна:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_1}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot e_{y1}}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_c$$

Макс. нормальные напряжения для рег. эл-та:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_2}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot e_{y2}}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_c$$

$$\tau = \frac{Nz}{A_n}$$

Проверка на срез по упрощенной формуле

Пример расчета соединений на несущем кронштейне при шарнирно-рамной схеме сопряжений. Данные для расчета возьмем из примера расчета направляющей на л. 08.30 (ветровой отсос + вес облицовки)

$Y_H = -Y_A = 40,3$ кг, $Nz = 72$ кг, $e = 200$ мм, $e_3 \approx 150$ мм (при макс. вылете регулиров. эл-та)
Для анкерного кронштейна -100 согласно узлу на л. 03.03. $a_1 = a_3 = 70$ мм, $a_2 = 40$ мм, $a_4 = 36$ мм

Согласно расчетной схеме и формулам на л. 08.36, 08.37:

$$Mz = Nz \cdot e = 72 \cdot 0,2 = 14,4 \text{ (кг·м)}; \quad Mz_3 = Mz \cdot e_3/e = 14,4 \cdot 0,15/0,20 = 10,8 \text{ (кг·м)}$$

Максимальное усилие среза в крайней заклепке 1 при усиленном варианте крепления:

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz}{\left(a_1 + \frac{a_2 \cdot a_2}{a_1}\right)}\right\}^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{4}\right)^2 + \left\{\frac{40,3}{4} + \frac{14,4}{\left(0,07 + \frac{0,04 \cdot 0,04}{0,07}\right)}\right\}^2}$$

$$Q_1 = \sqrt{18^2 + (10 + 155)^2} = 166 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие среза в крайней заклепке 1 при установке только крайних заклепок:

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz}{a_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(\frac{40,3}{2} + \frac{14,4}{0,07}\right)^2} = 229 \text{ (кг)}$$

В действительности соединение направляющей с регулировочным элементом способно воспринимать усилия (кроме вертикальной составляющей) благодаря профильному зацеплению, и заклепки рассчитываются только на вертикальную составляющую от веса облицовки, поэтому достаточно установки только двух заклепок. Расчет соединений выполнен для случая применения узла в упрощенном варианте для направляющей АУРС.150.0102, (см. узел на л. 03.06), когда все усилия в соединении воспринимаются заклепками.

Расчет соединений регулировочного элемента с кронштейном

Максимальное усилие среза в крайней заклепке 3 при усиленном варианте крепления:

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz_3}{\left(a_3 + \frac{a_4 \cdot a_4}{a_3}\right)}\right\}^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{4}\right)^2 + \left\{\frac{40,3}{4} + \frac{10,8}{\left(0,07 + \frac{0,036 \cdot 0,036}{0,07}\right)}\right\}^2}$$

$$Q_3 = \sqrt{18^2 + (10 + 122)^2} = 133 \text{ (кг)};$$

Максимальное усилие среза в крайней заклепке 3 при установке только крайних заклепок:

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz_3}{a_3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(\frac{40,3}{2} + \frac{10,8}{0,07}\right)^2} = 179 \text{ (кг)}$$

Соответствующие расчеты для угловой зоны при действии ветрового отсоса и веса облицовки при $Y_H = -Y_A = 54,3$ кг, $Nz = 72$ кг приведут практически к тем же значениям усилий на заклепках, поскольку основной вклад в усилие на заклепках вносит составляющая от момента Mz

Проверка на смятие выполняется на максимальное усилие в заклепке по наименьшей толщине соединяемого элемента:

$$\sigma_{см} = Q_k / (d_k \cdot t_{см}) = 179 / (0,5 \cdot 0,25) = 1430 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq R_{см} = 2000 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$R_{см} = R_{гр} = 2000 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ принимается по табл. 13 СНиП 2.03.06-85, с.7.}$$

Расчет кронштейна и регулировочного элемента.

Данные для расчета: в средней части здания – $Y_H = -Y_A = 40,3$ кг, $Nz = 72$ кг;

в угловой зоне здания – $Y_H = -Y_A = 54,3$ кг, $Nz = 72$ кг.

Изгибающие моменты: в сечении 1-1 $M_1 = Nz \cdot e1/e = 14,4 \cdot 0,15/0,20 = 10,8$ (кг·м)

в сечении 2-2 $M_2 = Nz \cdot e2/e = 14,4 \cdot 0,17/0,20 = 12,2$ (кг·м)

Геометрические характеристики ослабленных сечений и эксцентриситеты согласно л. 08.38

Для кронштейна: $A_n = 1,25$ см²; $W_{xn} = 3,04$ см³; $W_{yn} = 0,05$ см³; $e_{y1} = 0,8$ см

Для регулировочного элемента: $A_n = 2,24$ см²; $W_{xn} = 3,53$ см³; $W_{yn} = 0,093$ см³; $e_{y2} = 0,6$ см

Максимальные нормальные напряжения для кронштейна в сечении 1-1 согласно формуле на л. 08.38:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} + \frac{M_1}{W_{xn}} + \frac{Y_H \cdot e_{y1}}{W_{yn}} = \frac{54,3}{1,25} + \frac{10,8 \cdot 100}{3,04} + \frac{54,3 \cdot 0,8}{0,05} = 1267 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_c = 1340 \cdot 1$$

То же для регулировочного элемента в сечении 2-2:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} + \frac{M_2}{W_{xn}} + \frac{Y_H \cdot e_{y2}}{W_{yn}} = \frac{54,3}{2,24} + \frac{12,2 \cdot 100}{3,53} + \frac{54,3 \cdot 0,6}{0,093} = 719 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_c = 1340 \cdot 1$$

Касательные напряжения среза по упрощенной формуле для кронштейна по сечению 1-1:

$$\tau = \frac{Nz}{A_n} = \frac{72}{1,25} = 58 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R_s = 750 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

При консольно-рамной схеме сопряжений наиболее нагруженными дюбелями являются верхние от совместного действия горизонтальной реакции верхней направляющей при ветровом отсосе и вырывающего усилия от момента, возникающего от веса облицовки. Также возможно дополнительное вырывающее усилие от несимметричности опорных моментов, возникающих от действия ветровой нагрузки. Неравенство моментов на верхней направляющей M_B и нижней направляющей M_H при действии ветровой нагрузки может возникать в случае различной длины пролетов для верхней и нижней направляющей, а также неодинаковой степени заземления направляющих в профильном пазу регулировочного элемента. Как правило, пролеты принимаются равной величины, ветровые нагрузки в соседних пролетах одинаковы, тогда асимметрия в моментах может возникнуть только по причине неравенства заземления направляющих. Коэффициент асимметрии можно определить соотношением длин захода верхней и нижней направляющих в пазы регулировочного зацепа. Исходя из предельных допустимых размеров захода направляющих, согласно схеме узла (л. 03.01) соотношение M_B / M_H можно определить как отношение 70/50.

В случае равных заземлений моменты $M_B = M_H = M_{оп}$. При несимметричном заходе (70/50) соотношение моментов: $\frac{M_B}{M_H} = \frac{M_{оп} \cdot (1+x)}{M_{оп} \cdot (1-x)} = \frac{70}{50}$; $x = \frac{70 - 50}{70 + 50} = 0,17$

Момент, передающийся на дюбельное крепление: $M_{ндк} = M_B - M_H = M_{оп} \cdot 2x$.
С учетом того что происходит перераспределение моментов под нагрузкой, можно принять момент, передающийся на дюбельное крепление, равным примерно $0,2 \cdot M_{оп}$.

Здесь $M_{оп}$ опорный момент в могопролетной неразрезной схеме (приведена на л. 8.07) с заземлением направляющих от действия ветровой нагрузки. На л. 8.08 приведены формулы для вычисления опорного момента и опорной реакции для этого случая.

Момент на опоре: $M_{оп} = 0,086 qL^2$; опорная реакция $Y = Y_H^B + Y_H^H = 1,0 qL$. При этом $Y_H^B = Y_H^H$.

Момент, возникающий от действия веса облицовки, перераспределяется между дюбельным креплением и направляющей в зависимости от жесткости направляющей, величины пролета и податливости (упругой и пластичной) дюбельного крепления. На л. 08.32 приведены коэффициенты передачи момента на дюбельное крепление, полученные при расчете реальных схем с учетом податливости дюбельного крепления. $K_{згд}$ изм. от 0,85 до 0,25. С учетом того что вырывающее усилие от момента, вызванного весом облицовки, является усилием короткого действия, так как после незначительного смещения дюбеля момент начинает восприниматься направляющей и перемещение дюбеля прекращается, в целях упрощения расчетов можно принять $K_{згд} = 0,6$. При этом момент, воспринимаемый направляющей, в запас прочности принимаем также равным $0,6 \cdot M_z$.
С учетом вышеприведенного вырывающее усилие на верхнем дюбельном креплении при совместном действии ветрового отсоса и веса облицовки составит:

$$\Sigma Y_d = K_{ад} \cdot \left(Y_H^B + \frac{0,2 \cdot M_{оп}}{L_{сд}} + \frac{0,6 \cdot M_z}{2 L} + \frac{0,6 \cdot M_z}{2 L} \right)$$

$$\frac{0,6 \cdot M_z}{2 L}$$

Дополнительная опорная реакция от действия момента M_z на верхнее дюбельное крепление

или при подстановке значений моментов:

$$\Sigma Y_d = K_{ад} \cdot \left(0,5 \cdot qL + \frac{(0,017 \cdot qL^2 + 0,6 \cdot Nz \cdot e)}{L_{сд}} + \frac{0,6 \cdot Nz \cdot e}{2 L} \right)$$

где: q — расчетная ветровая нагрузка, кг/м;

L — длина пролета, м;

Nz — вертикальная нагрузка от веса облицовки, м;

e — эксцентриситет силы Nz , м;

$L_{сд}$ — расстояние от верхних дюбелей до центра сжатия зоны в запас прочности принимаем равным $ад$, м;

$K_{ад}$ — коэффициент асимметрии дюбельного крепления (см. л. 03.09).

Момент, действующий на направляющую в консольно-рамном узле:

$$M_{HP} = 0,5 \cdot M_{ZHP} + M_{OP} = \underbrace{0,5 \cdot 0,6 \cdot M_Z}_{\text{от действ. веса облицовки}} + \underbrace{M_{OP}}_{\text{от действия ветровой нагрузки}}$$

или после подстановки:

$$M_{HP} = 0,3 \cdot Nz \cdot e + 0,086 qL^2$$

Момент, действующий на сечение кронштейна, по разрезу 3-3, принимаем в запас прочности равным моменту, воспринимаемому дюбельным креплением:

$$M_{3-3} = 0,017 \cdot qL^2 + 0,6 \cdot Nz \cdot e$$

Момент, действующий на заклепки, соединяющие регулировочный элемент с кронштейном, принимаем равным в запас прочности по моменту в сечении 5-5:

$$M_{5-5} = M_5 + M_{HDK} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot M_Z) + 0,2 \cdot M_{OP}$$

Момент, действующий на регулировочный элемент в ослабленном сечении, по разрезу 5-5, принимаем в запас прочности:

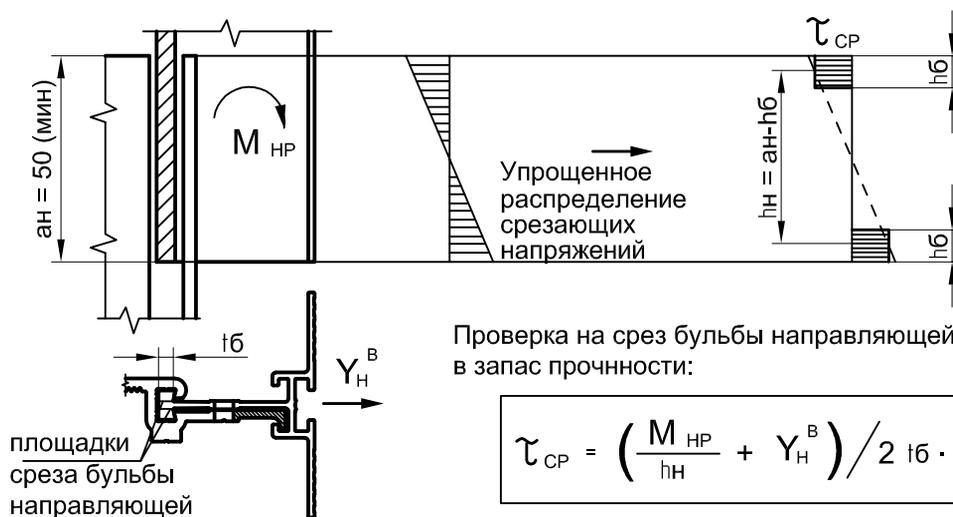
$$M_{p5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot M_Z) + 0,5 \cdot M_{OP}$$

Усилие в единичной заклепке:

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(Y_H^B + \frac{0,6 \cdot M_Z}{2L} + \frac{M_{5-5}}{a3}\right)^2}$$

Заклепки, соединяющие нижнюю направляющую с регулировочным элементом, рассчитываем только на вертикальное усилие Nz, так как при малом плече заклепок момент воспринимается профильным соединением бульбы направляющей с пазом регулировочного элемента.

Соединение направляющей с регулировочным элементом рассчитываем на момент $M_{HP} = 0,5 \cdot M_{ZHP} + M_{OP}$



Проверка на срез бульбы направляющей по упрощенной формуле в запас прочности:

$$\tau_{CP} = \left(\frac{M_{HP}}{hH} + Y_H^B\right) / 2 t6 \cdot h6 \leq R_s$$

Пример расчета консольно-рамной схемы сопряжений

Расчет выполняем для нагрузок и пролетов, аналогичных расчету шарнирно-рамного сопряжения.

Ветровой отсос в центре здания $q = 59$ кг/м; в угловой зоне $q = 96$ кг/м.

Расчетная нагрузка от веса облицовки – $q_z = 20$ кг/м; длина направляющей – 3,6 м; пролета – 1,2 м.

Расчетная схема направляющей – многопролетная неразрезная с защемлением стыка направляющих на совмещенном кронштейне согласно л. 08.07.

Вертикальная нагрузка на анкерный кронштейн: $Nz = 20 \cdot 3,6 = 72$ кг, эксцентриситет $e = 200$ мм

Расчет верхнего дюбельного крепления на вырыв:

$$\Sigma Y_d = K_{ад} \cdot \left(0,5 \cdot qL + \frac{(0,017 \cdot qL^2 + 0,6 \cdot Nz \cdot e)}{L_{сд}} + \frac{0,6 \cdot Nz \cdot e}{2 \cdot L} \right)$$

В центральной части здания:

$$\Sigma Y_d = K_{ад} \cdot \left(0,5 \cdot 59 \cdot 1,2 + \frac{(0,017 \cdot 59 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2)}{0,1} + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} \right) = K_{ад} \cdot 140 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_d = \Sigma Y_d^B = 1,35 \cdot 140 = 189 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_d = \Sigma Y_d^B / 2 = 1,2 \cdot 140 / 2 = 84 \text{ (кг)}$$

В угловой зоне здания:

$$\Sigma Y_d = K_{ад} \cdot \left(0,5 \cdot 96 \cdot 1,2 + \frac{(0,017 \cdot 96 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2)}{0,1} + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} \right) = K_{ад} \cdot 171 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_d = \Sigma Y_d^B = 1,35 \cdot 171 = 231 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_d = \Sigma Y_d^B / 2 = 1,2 \cdot 171 / 2 = 103 \text{ (кг)}$$

Расчет направляющей в зоне несущего кронштейна

Момент на направляющей в зоне несущего кронштейна: $M_{НР} = 0,3 \cdot Nz \cdot e + 0,086 qL^2$

В центральной части: $M_{НР} = 0,3 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 11,6 \text{ (кг·м)}$

В угловой зоне: $M_{НР} = 0,3 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 96 \cdot 1,2^2 = 16,2 \text{ (кг·м)}$

По аналогии с формулой на л. 08.18 условие прочности направляющей в зоне анкерного кронштейна:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_{НР}}{W_{хп}} \leq R \cdot \gamma_c;$$

В центральной части: $\sigma = \frac{72}{2,12} + \frac{11,6 \cdot 100}{1,56} = 777 \text{ (кг/см}^2) \leq 1340 \cdot 1$

В угловой зоне: $\sigma = \frac{72}{2,12} + \frac{16,2 \cdot 100}{1,56} = 1072 \text{ (кг/см}^2) \leq 1340 \cdot 1$

Расчет заклепок, соединяющих регулировочный элемент с кронштейном

$$\text{Усилие в единичной заклепке: } Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(Y_H^B + \frac{0,6 \cdot M_z}{2 \cdot L} + \frac{M_{5-5}}{a3}\right)^2}$$

$$Y_H^B = 0,5 \cdot qL \quad \text{В средней части здания: } Y_H^B = 0,5 \cdot 59 \cdot 1,2 = 35,4 \text{ (кг)}$$

$$\text{В угловой зоне здания: } Y_H^B = 0,5 \cdot 96 \cdot 1,2 = 57,6 \text{ (кг)}$$

$$M_{5-5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot M_z) + 0,2 \cdot M_{оп}$$

$$\text{В средней части здания: } M_{5-5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,2 \cdot 0,086 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 4,5 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В угловой зоне здания: } M_{5-5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,2 \cdot 0,086 \cdot 96 \cdot 1,2^2 = 5,4 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В средней части здания: } Q_3 = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(35,4 + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} + \frac{4,5}{0,07}\right)^2} = 109 \text{ (кг)}$$

$$\text{В угловой зоне здания: } Q_3 = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(57,6 + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} + \frac{5,4}{0,07}\right)^2} = 143 \text{ (кг)}$$

Расчет профильного зацепления направляющей с регулировочным элементом

$$\tau_{CP} = \left(\frac{M_{HP}}{hH} + Y_H^B\right) / 2 \cdot t6 \cdot h6 \leq R_s \quad t6 = 0,4 \text{ см}; \quad h6 \approx 1 \text{ см}; \quad hH = 4 \text{ см}$$

$$M_{HP} = 0,5 \cdot M_{ZHP} + M_{оп} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot M_z + 0,086 \cdot qL^2$$

$$\text{В средней части здания: } M_{HP} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 11,6 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В угловой зоне здания: } M_{HP} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 96 \cdot 1,2^2 = 16,2 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В средней части здания: } \tau_{CP} = \left(\frac{11,6 \cdot 100}{4} + 35,4\right) / 2 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 407 \text{ (кг/см}^2) < R_s = 750 \text{ (кг/см}^2)$$

$$\text{В угловой зоне здания: } \tau_{CP} = \left(\frac{16,2 \cdot 100}{4} + 57,6\right) / 2 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 578 \text{ (кг/см}^2) < R_s = 750 \text{ (кг/см}^2)$$

Расчет кронштейна

Расчет выполняется по аналогии с расчетом на л. 08.38, только расчетное сечение берется по разрезу 3-3 на л. 08.41, при этом момент, действующий в плоскости кронштейна, принимается равным моменту, действующему на дюбельное крепление:

$$M_{3-3} = 0,017 \cdot qL^2 + 0,6 \cdot Nz \cdot e$$

$$\text{В средней части здания: } M_{3-3} = 0,017 \cdot 59 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 = 10,1 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В угловой зоне здания: } M_{3-3} = 0,017 \cdot 96 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 = 11,0 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

Максимальные нормальные напряжения для кронштейна:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_{3-3}}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot e_{y1}}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_C$$

Для кронштейна по сечению 3-3:

$$A_n = h \cdot t = (15-0,5) \cdot 0,35 = 5,08 \text{ см}^2$$

$$W_{xn} = \frac{t \cdot h^2}{6} = \frac{0,35 \cdot (15-0,5)^2}{6} = 12,3 \text{ см}^3$$

$$W_{yn} = \frac{h \cdot t^2}{6} = \frac{(15-0,5) \cdot 0,35^2}{6} = 0,30 \text{ см}^3$$

В средней части здания:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 35,4}{5,08} + \frac{10,1 \cdot 100}{12,3} + \frac{2 \cdot 35,4 \cdot 0,8}{0,30} = 285 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

В угловой зоне здания:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 57,6}{5,08} + \frac{11,0 \cdot 100}{12,3} + \frac{2 \cdot 57,6 \cdot 0,8}{0,30} = 623 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Расчет регулировочного элемента

Момент, действующий на регулировочный элемент по сечению 5-5:

$$M_{pз} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot M_z) + 0,2 \cdot M_{оп}$$

В средней части здания: $M_{pз} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,5 \cdot 0,086 \cdot 59 \cdot 1,2^2 = 6,67 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$

В угловой зоне здания: $M_{pз} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,5 \cdot 0,086 \cdot 96 \cdot 1,2^2 = 8,96 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$

Максимальные нормальные напряжения для регулировочного элемента:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_{pз}}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot e_{y2}}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_C$$

Для регулировочного элемента по сечению 5-5:

$$A_n = h \cdot t = (15-1,0) \cdot 0,25 = 3,5 \text{ см}^2$$

$$W_{xn} = \frac{t \cdot h^2}{6} = \frac{0,25 \cdot (15-0,5)^2}{6} = 8,76 \text{ см}^3$$

$$W_{yn} = \frac{h \cdot t^2}{6} = \frac{(15-1,0) \cdot 0,25^2}{6} = 0,146 \text{ см}^3$$

В средней части здания:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 35,4}{3,5} + \frac{6,67 \cdot 100}{8,76} + \frac{2 \cdot 35,4 \cdot 0,6}{0,146} = 386 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

В угловой зоне здания:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 57,6}{3,5} + \frac{8,96 \cdot 100}{8,76} + \frac{2 \cdot 57,6 \cdot 0,6}{0,146} = 608 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Сравнительная таблица различных типов сопряжений

Параметры геометрии и нагрузок Длина направляющей – 3,6 м, эксцентриситет верт нагрузки – 0,2 м, ветровой отсос – 96 кг/м, длина пролета – 1,2 м, нагрузка от веса облицовки и гололедной – 20 кг/м

Параметры схем		Тип схемы сопряжения в несущем узле		
		консольно-шарнирная	консольно-рамная	шарнирно-рамная
Краткая характеристика		Реализуется только с направл. 150.0102. Регулировочный эл-т отсутствует Несущий кронштейн -150 Совмещенный стык направляющ.	Реализуется только с направл. 150.0101. Регулировочный эл-т обязателен Несущий кронштейн -150 Совмещенный стык направляющ.	Возможна как с направл. 150.0102 так и с 150.0101 при налич регегулировочного эл-та. Несущий кронштейн -100 совместно с опорным кронштейном -60. Раздельный стык направляющ.
Усилие вырыва на дюбеле анкерного кр-на	без доборного кр-на	263 кг	231 кг	73 кг
	с доборного кр-ном	117 кг	103 кг	32 кг
Усилие среза заклепки в соед. на анк. кр-не	обычный вариант	72 кг	143 кг	179 кг
	усиленный вариант		нет необход.	133 кг
Макс. расчетн. напряжения в кронштейне		375 кг/см ²	623 кг/см ²	1267 кг/см ²
Макс. расчетн. напряжения в регулир. эл-те		—	608 кг/см ²	850 кг/см ²
Максимальн. опорный момент в направл. в зоне несущего кронштейна		0 не возникает (шарнирное соед.)	16,2 кг·м опред. ветр. нагр. и частично весом облицовки $0,3 \cdot M_Z + M_{оп}$	14,4 кг·м практически опред. только значением веса облицовки $M_Z = N_Z \cdot e$
Максимальн. опорный момент в направл.		13,82 кг м	$M_{оп} = 11,9$ кг м	11,6 кг м
Максимальн. пролетный момент в направл.		11,05 кг м	6,0 кг м	5,66 кг м
Максимальн. реакция на опорном кронш-не		127 кг	115 кг	121 кг
Усилие вырыва на дюбеле опорного кр-на	без доборн. кр-на	171 кг	155 кг	163 кг
	с доборн. кр-ном	76 кг	69 кг	72 кг

Основные особенности различных схем сопряжений в несущем узле

1. Консольно-шарнирная. Система является статически определимой. Это позволяет однозначно и достаточно точно определять усилия в направляющих и дюбелях несущего кронштейна. Направляющая нагружена изгибом только ветровой нагрузкой. Основной недостаток: составляющая усилия вырыва дюбеля на несущем кронштейне очень сильно зависит от веса и относа облицовки и является усилием дальнего действия, т.е. сохраняется и действует вплоть до полного выхода дюбеля из стены. Схема рекомендуется при достаточно прочных основаниях (бетонные стены или бетонные пояса) либо при малых нагрузках от веса облицовки.

2. Шарнирно-рамная. Основное преимущество – значительное снижение вырывающих усилий на дюбеле несущего кронштейна от действия веса облицовки, так как момент от веса облицовки воспринимается направляющей. При этом наиболее нагруженными элементами являются заклепки, соединяющие направляющую с кронштейном. Схема рекомендуется при слабых основаниях и значительном моменте от действия веса облицовки. При этом необходимы качественные заклепки с гарантированными свойствами.
3. Консольно-рамная. Наиболее универсальная схема. Позволяет уменьшить усилия вырыва на несущем кронштейне от действия веса облицовки за счет частичного восприятия этих усилий направляющей. Схема является статически неопределимой. Перераспределение усилий между дюбелями и направляющей зависит от податливости дюбельного крепления, которое на практике изменяется в значительных пределах, и несимметричности защемления направляющих. Это требует введения запаса как на расчет дюбелей, так и направляющей, что отражено в формулах на л. 08.44. В результате вырывающие усилия на дюбелях анкерного кронштейна не намного меньше, чем при консольно-шарнирной схеме сопряжения. Главным преимуществом консольно-рамной схемы по сравнению с консольно-шарнирной является то, что в этом случае вырывающие усилия на дюбеле несущего кронштейна от веса облицовки являются усилием короткого действия, поскольку исчезает при выходе верхнего дюбеля примерно на 0,5 ... 1,0 мм и схема переходит в шарнирно-рамную, сохраняя несущую способность и не допуская лавинообразного обрушения облицовки, т.е. помимо запаса, принятого в расчетах, существует запас в действительном характере работы узла, позволяющий обнаружить переход в предаварийную стадию работы узла.



Система навесного вентилируемого фасада ALUTECH ALT 150, создана инженерами с многолетним опытом работы в строительстве и позволяет использовать все преимущества вентилируемого фасада на 100%.

Собственное изготовление всех элементов системы позволяет контролировать качество на всех стадиях производства: от создания сплава алюминия до упаковки готовых изделий. Постоянный контроль качества гарантирует надежность системы ALUTECH ALT 150 и полное соответствие положительным оценкам экспертов ведущих научно-исследовательских институтов России, Украины и Беларуси

ООО «АЛЮМИНТЕХНО»
тел.: +375 17 345 81 43, 45,
факс: +375 17 345 81 48
e-mail: info@alt.by

Свидетельство № 800017207
выдано Министерством
иностраннх дел РБ
от 03.12.2002 г. УНП 800017207

