

Профильные СИСТЕМЫ

ALUTECH ALT 150 ФЦ

Система навесного
фасада с вентилируемым
воздушным зазором



ALUTECH ALT 150 FC

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

ОГЛАВЛЕНИЕ

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

01

02

03

04

05

06

07

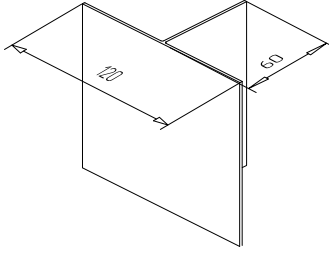
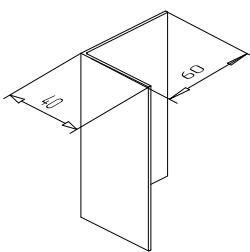


ALUTECH ALT 150 ФЦ

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.	м.п.	нетто, кг	брутто, кг
Профиль направляющей Используется в зоне стыка фиброцементных панелей		АУРС.150.0103	11801200	—	0,870	3,6	12	43,2	37,6	38,1
			118012806	анод. серебро матовое						
Профиль направляющей Используется как промежуточная и угловая для фиброцементных панелей		АУРС.150.0104	11801300	—	0,479	3,6	10	36	17,2	17,5
			118013806	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 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			

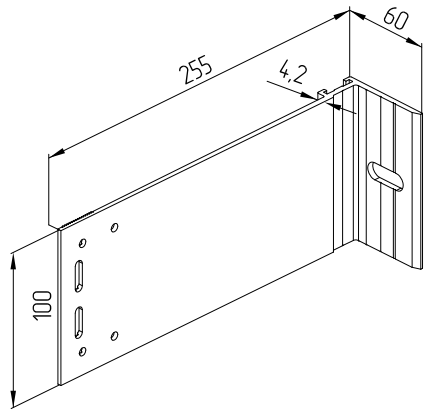
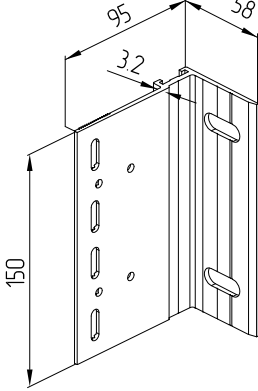
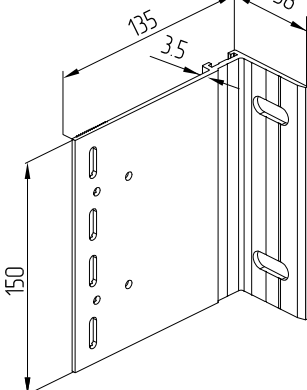
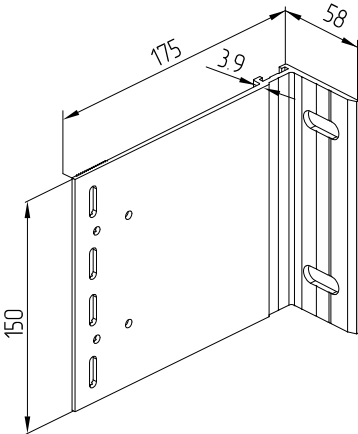
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Комплекующие 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			

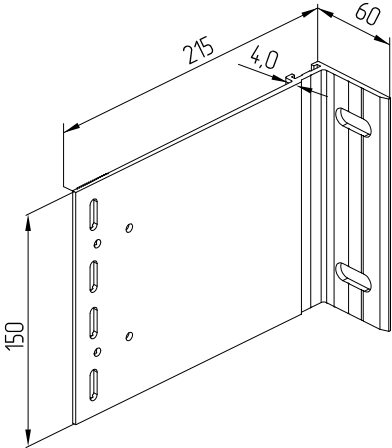
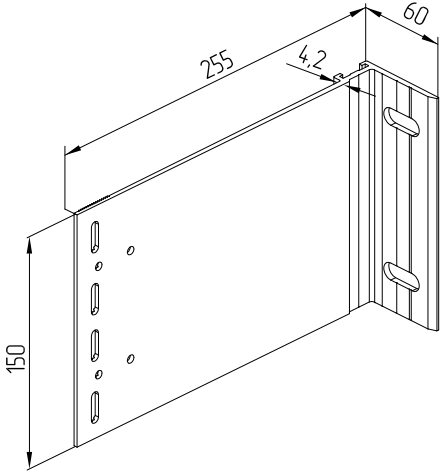
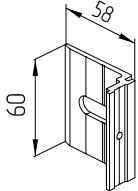
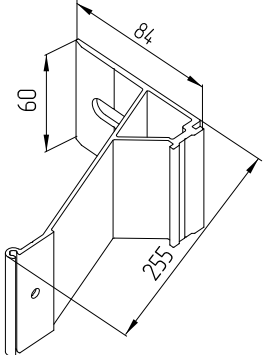
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

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			

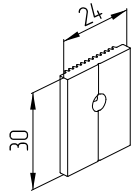
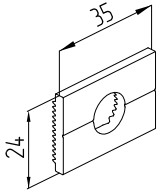
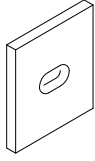
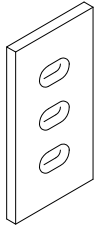
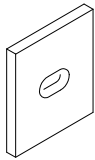
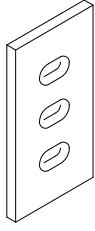
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

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			

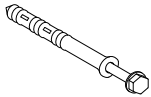
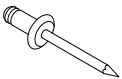
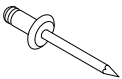

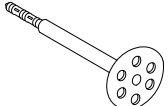
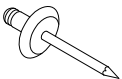

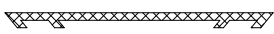
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Шайба Используется для фиксации зацепа		АУРС 150.0708	11871400	—	1200	8,4	
			11871480	анод. серебро матовое			
Шайба Используется как шайба под втулку дюбеля		АУРС 150.0710	11871600	—	1000	7,0	
			11871680	анод. серебро матовое			
Прокладка Пластиковый терморазрывный элемент TIPPLEN K 499		АУРС 150.0901	11890100		770	15,4	15,7
Прокладка Пластиковый терморазрывный элемент TIPPLEN K 499		АУРС 150.0902	11890200		460	15,2	15,5
Прокладка Паронитовый терморазрывный элемент Паранит ПОН-Б5		АУРС 150.0903	11890300		310	9,0	9,1
Прокладка Паронитовый терморазрывный элемент Паранит ПОН-Б5		АУРС 150.0904	11890400		185	8,1	8,2

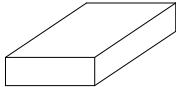
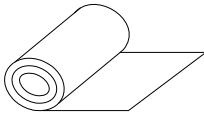
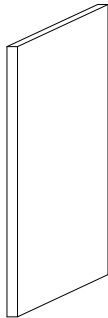
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

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 бетонам, плотным и пустотелым строительным материалам
SDP-KB-10Ux80V		Для крепления кронштейнов к пористому бетону (газосиликатным блокам)
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 5-10		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		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
Заклепка для крепления фиброцементных плит.		Для крепления фиброцементных плит к алюминиевым профилям Поставляется фирмой производителем фиброцементных плит
Втулка дистанционная для крепления фиброцементных плит.		Для крепления фиброцементных плит к алюминиевым профилям Поставляется фирмой производителем фиброцементных плит Параметры втулки определяются толщиной плит.
Уплотнитель (EPDM)		Используется для изоляции поверхности фиброцемента от алюминиевых направляющих Поставляется фирмой производителем фиброцементных плит

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Утеплитель и облицовка

Наименование	Общий вид	Назначение	Фирма-производитель
Утеплитель		Для утепления стен, устройства отсечек, защиты кронштейнов	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.)
Панели на основе плоских хризотилцементных листов t= 8мм		Для наружной облицовки фасада	ООО "Комбинат "Волна" г.Красноярск
"ТумСпанКолор"			ООО "ТумСпан" (Россия, г. Иркутск) на основе плоских асбестоцементных листов t=8 мм производства ООО "Тумлюйский завод"
"СемColour", "Супор" и "СемStoun"			"LTMSotrapu OY" (Финляндия) на основе фиброцементных плит "Minerit HD" производства OY "Minerit AB" (Финляндия)
"СемColourStructure"			"LTMSotrapu OY" (Финляндия) на основе фиброцементных плит ETERPLAN-N толщиной 8 мм производства фирмы "ETERNITAG" (Германия)
"СемColour" "Супор"			"LTMSotrapu OY" (Финляндия) на основе фиброцементных плит t= 8 мм "Multiboard" производства фирмы "ETERNIT" (Бельгия)
"Minerit HD" t = 8мм			OY "Minerit AB" (Финляндия)
"Минерит Спектрум" t = 8мм			"Fasko" OY (Финляндия) на основе плит "Minerit HD" производства OY "Minerit AB" (Финляндия)
"Фасад Мастер" t = 8мм			ЗАО "Фасад-Мастер" (Россия) на основе фиброцементных плит "Minerit HD" производства OY "Minerit AB" (Финляндия)
"Минерит РК" "Минерит РКП"			ООО "РИКОМ" (Латвия) на основе фиброцементных плит "Minerit HD" t= 8мм производства OY "Minerit AB" (Финляндия)
"КраспанКолорМинерит" 8 мм "КраспанСтон" 8 мм "КраспанСтонМинерит" 8 мм			ООО "Краспан" на основе плит-полуфабрикатов "Minerit HD" производства OY "Minerit AB" (Финляндия)
"Latonit" (Латонит) t = 8мм			ОАО "ЛАТО" (Россия, Республика Мардовия)
"Сембрит Урбаннейчер" t=8 мм			"Сембрит OY" (Финляндия)
"КМЕW" толщиной 14 и 16 мм.			"Kubota Matsushitadenko Exterior Works, LTD" (Япония)
"ЛТМ" на основе фиброцементных плит "Семboard" t=8 мм			ООО "ЛТМ Фасады", Россия, г. Обнинск, толщина 8 мм.

Геометрические характеристики сечения направляющей

Геометрические характеристики сечения			Направляющая АУРС.150.0103			Масштаб 1:1	
Площадь сечения	A	3,22 см ²	Артикул	АУРС.150.0103	Код	11801200	
Теоретическая масса 1 м.п.	m	0,870 кг					
Внешний периметр		35,8 см					
Момент инерции сечения	J _x	9,31 см ⁴					
Момент инерции сечения	J _y	25,9 см ⁴					
Момент сопротивления сечения min	W _x	1,88 см ³					
Момент сопротивления сечения	W _y	4,32 см ³					
Радиус инерции сечения	i _x	1,7 см					
Радиус инерции сечения	i _y	2,83 см					
Эффективные характеристики сечения из условия обеспечения местной устойчивости стенки профиля.							
Момент сопротив-ния сечения эффект.	W _x ^{эф}	1,08 см ³					
Момент инерции сечения эффективн.	J _x ^{эф}	4,11 см ⁴					
Геометрические характеристики сечения			Направляющая АУРС.150.0104			Масштаб 1:1	
Площадь сечения	A	1,78 см ²	Артикул	АУРС.150.0104	Код	11801300	
Теоретическая масса 1 м.п.	m	0,479 кг					
Внешний периметр		19,9 см					
Момент инерции сечения	J _x	6,81 см ⁴					
Момент инерции сечения	J _y	2,52 см ⁴					
Момент сопротивления сечения min	W _x	1,64 см ³					
Момент сопротивления сечения min	W _y	0,80 см ³					
Радиус инерции сечения	i _x	1,96 см					
Радиус инерции сечения	i _y	1,19 см					
Эффективные характеристики сечения из условия обеспечения местной устойчивости стенки профиля.							
Момент сопротив-ния сечения эффект.	W _x ^{эф}	0,822 см ³					
Момент инерции сечения эффективн.	J _x ^{эф}	2,49 см ⁴					

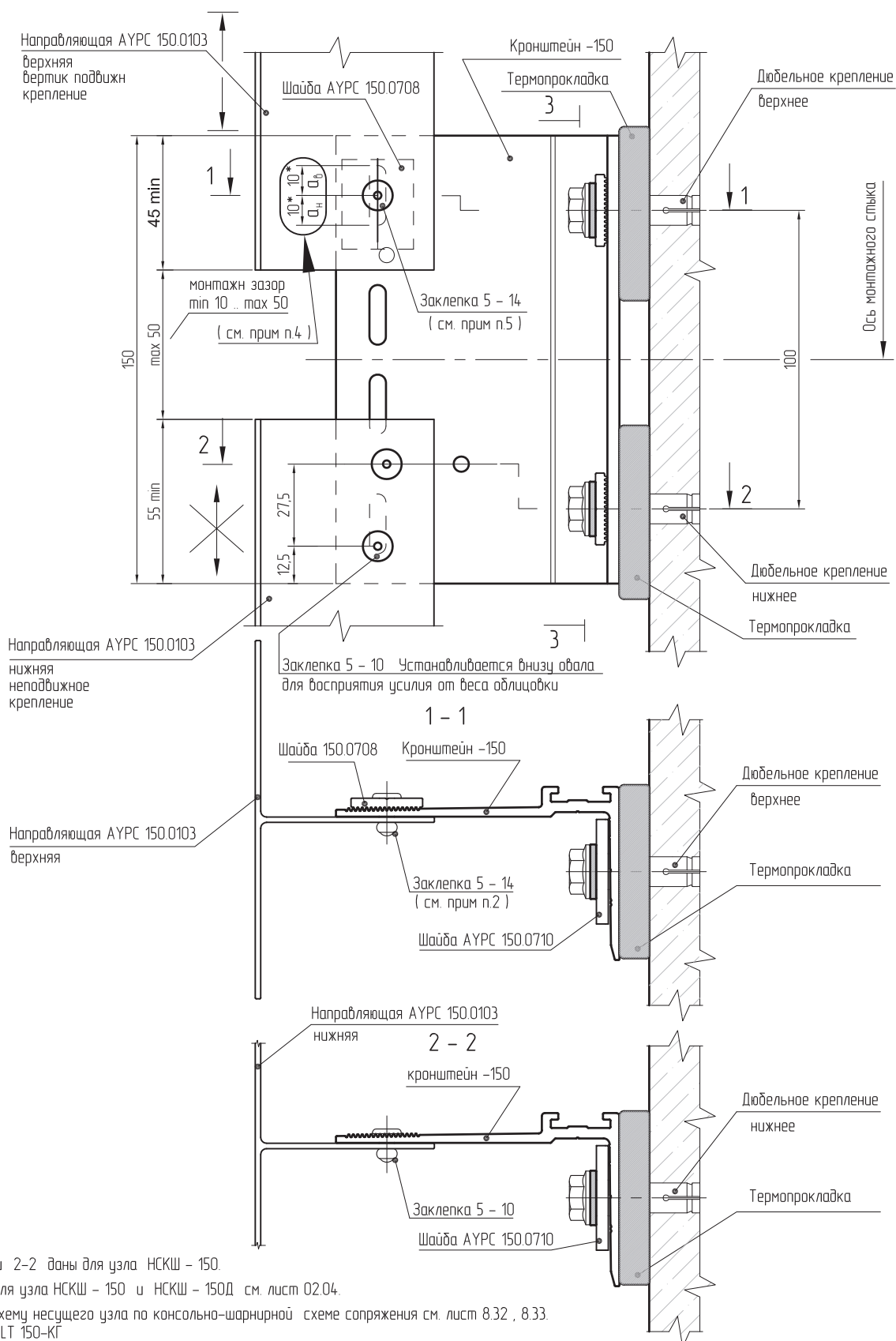


ALUTECH ALT 150 ФЦ

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

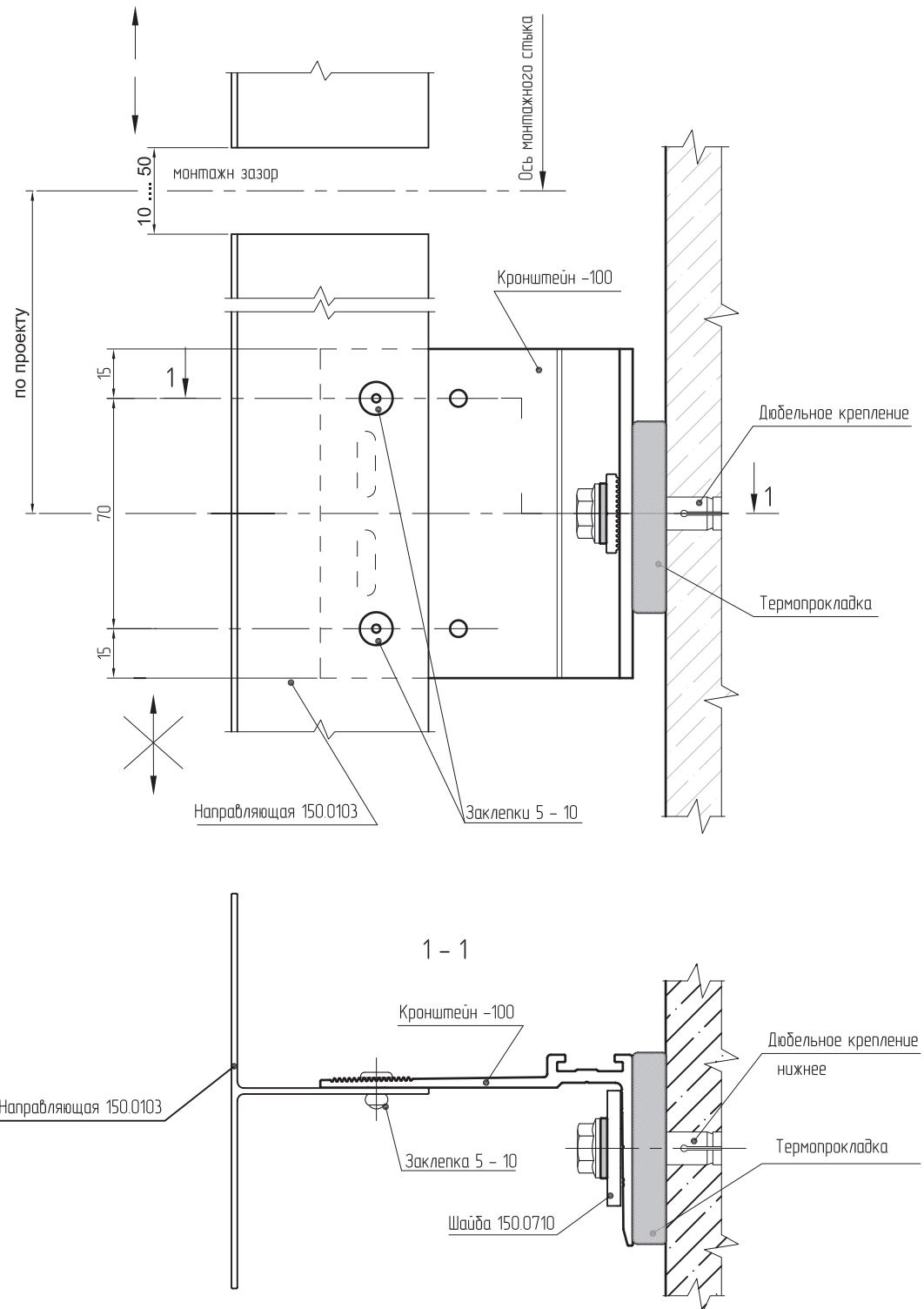
УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЙ

Узел несущий совмещ. по консольно-шарнирной схеме сопряжения на кронштейне -150. (НСКШ-150 и НСКШ-150Д)



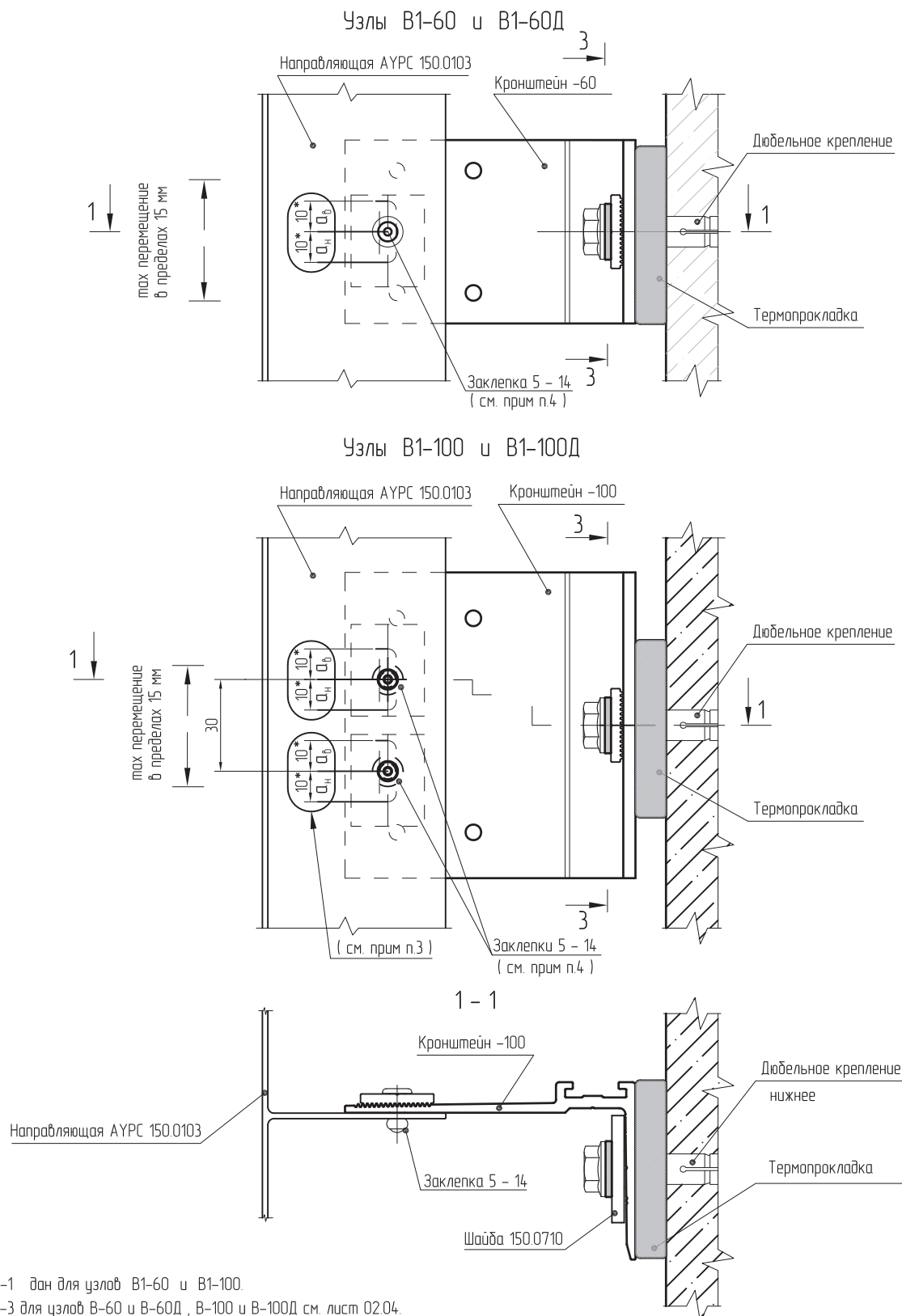
1. Разрезы 1-1 и 2-2 даны для узла НСКШ - 150.
2. Разрез 3-3 для узла НСКШ - 150 и НСКШ - 150Д см. лист 02.04.
3. Расчетную схему несущего узла по консольно-шарнирной схеме сопряжения см. лист 8.32 , 8.33 в альбомах АЛТ 150-КГ
4. Привязка заклепки в овальном отверстии для упрощения монтажа может выполняться по центру овала. При привязке с учетом температуры монтажа можно увеличить диапазон термокомпенсаций направляющей.
5. Заклепка устанавливается с возможностью вертикальных смещений направляющей относительно кронштейна без заметной "болтанки" соединения (используется специальная насадка)

Узел несущий раздельный по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейне -100. Направляющая АУРС 150.0103
(НРШР1-100 и НРШР1-100Д)



1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР1 - 100.
2. Разрез 3-3 для узла НРШР1 - 100 и НРШР1 - 100Д см. лист 02.04.
3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. лист 8.31, 8.36 в альбоме ALT 150-КГ.

Узлы сопряжений опорные (ветровые) на кронштейнах -60 и -100. Направляющая 150.0103
(В1-60 и В1-60Д ; В1-100 и В1-100Д)



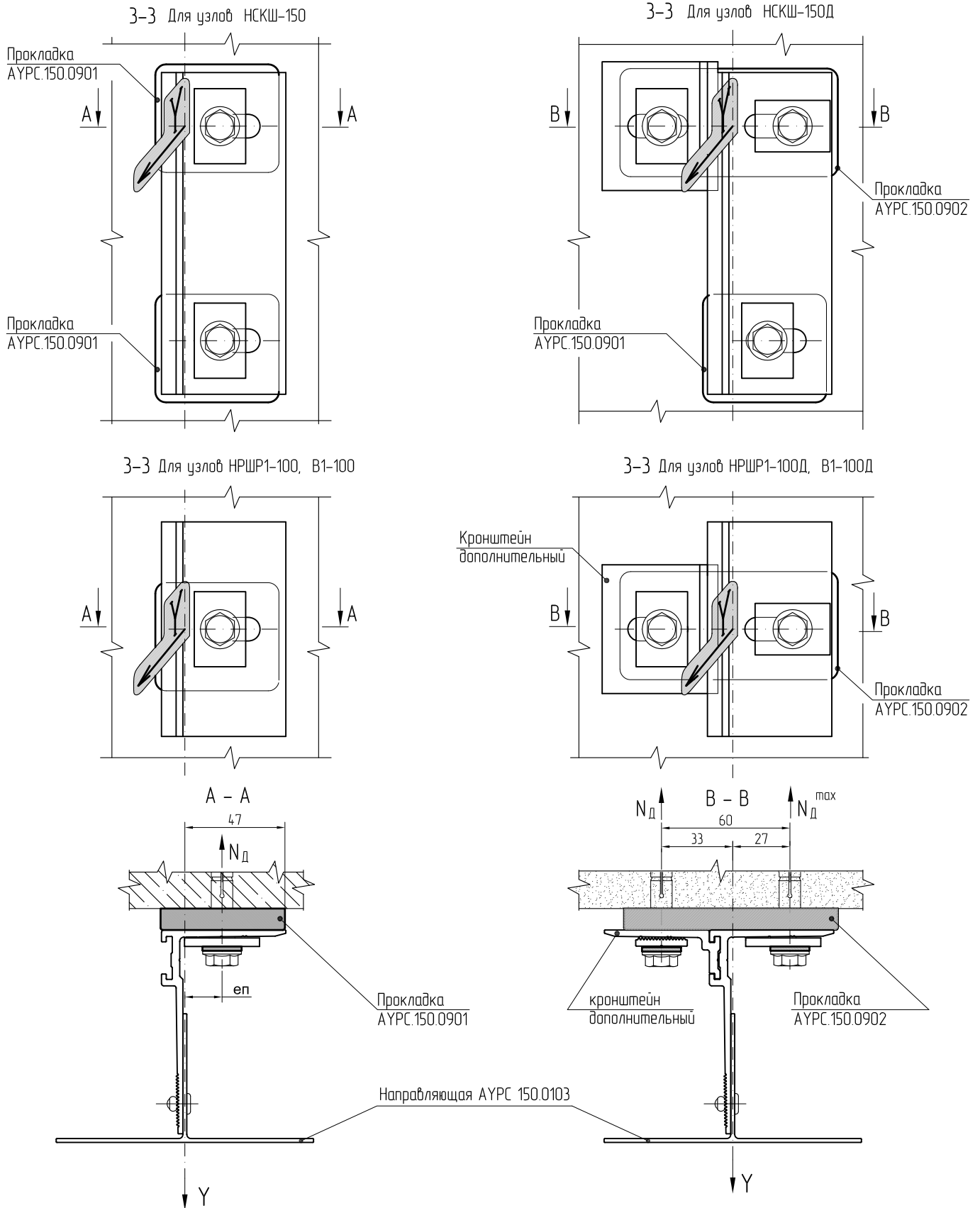
1. Разрез 1-1 дан для узлов В1-60 и В1-100.

2. Разрез 3-3 для узлов В-60 и В-60Д, В-100 и В-100Д см. лист 02.04.

3. Привязка заклепки в овальном отверстии для упрощения монтажа может выполняться по центру овала. При привязке с учетом температуры монтажа можно увеличить диапазон термокомпенсаций направляющей.

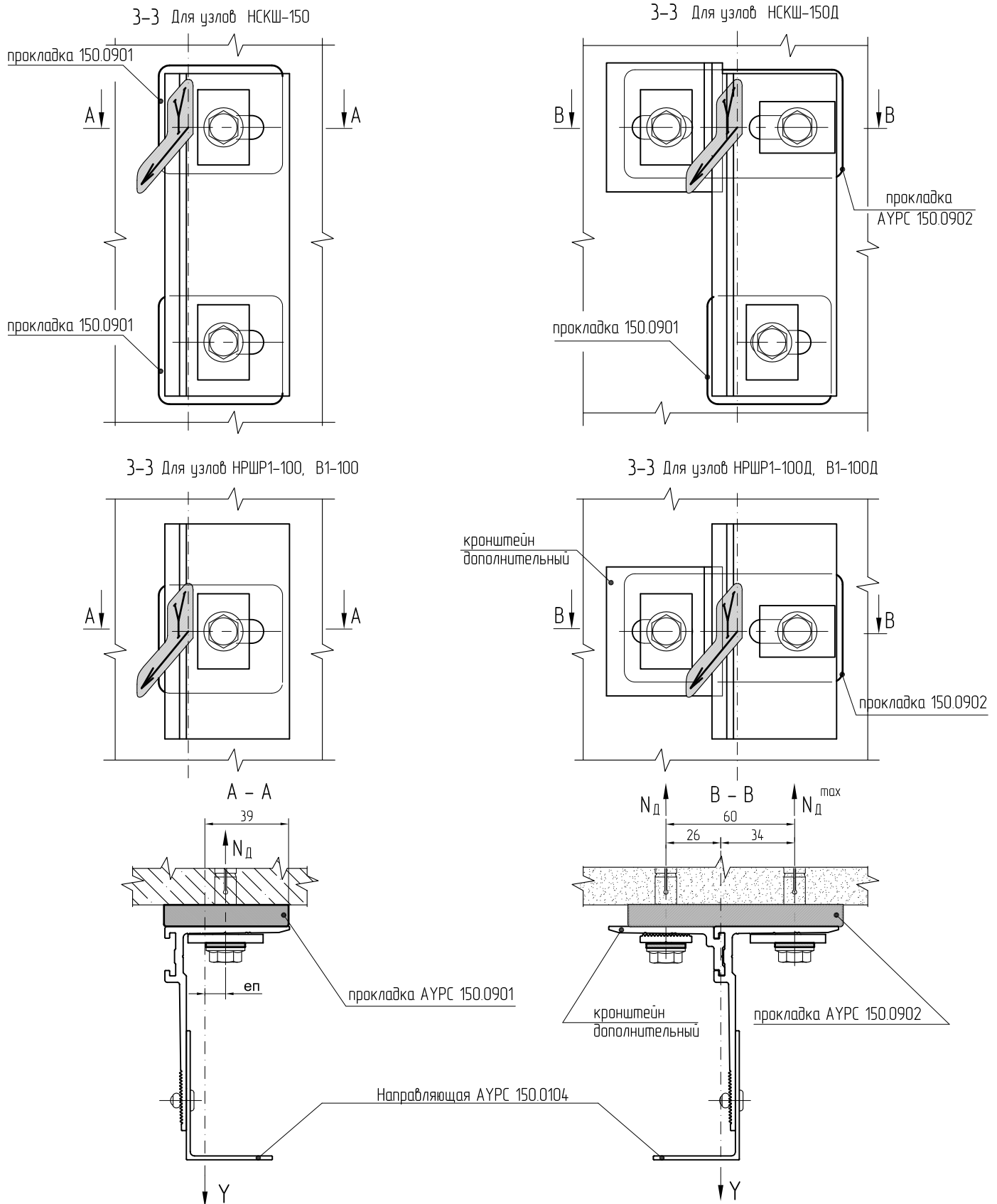
4. Заклепка устанавливается с возможностью вертикальных смещений направляющей относительно кронштейна без заметной "болтанки" соединения (используется специальная насадка).

Разрезы для направляющей АУРС.150.0103.



Вырывающие усилия на единичном двойном креплении в зоне действия усилия Y		
при ep = 20 мм $N_d = 1,35 \cdot Y$	добрный кронштейн	основной кронштейн
при ep = 35 мм $N_d = 2,0 \cdot Y$	$N_d = 0,45 \cdot Y$	$N_d^{max} = 0,55 \cdot Y$

Разрезы для направляющей АУРС.150.0104.

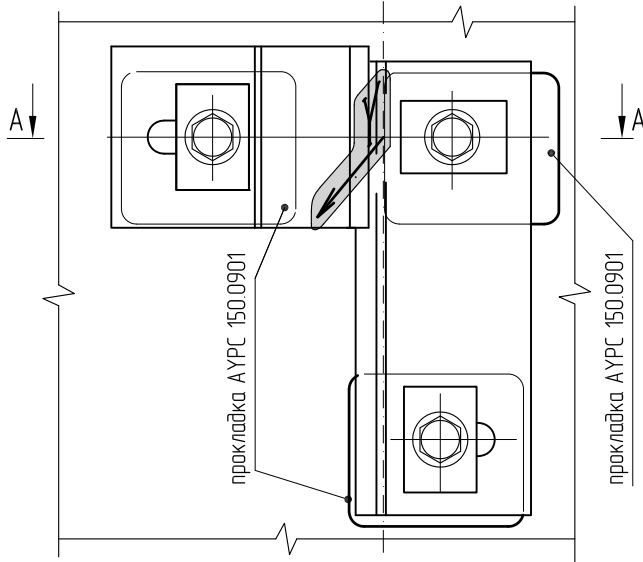


Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

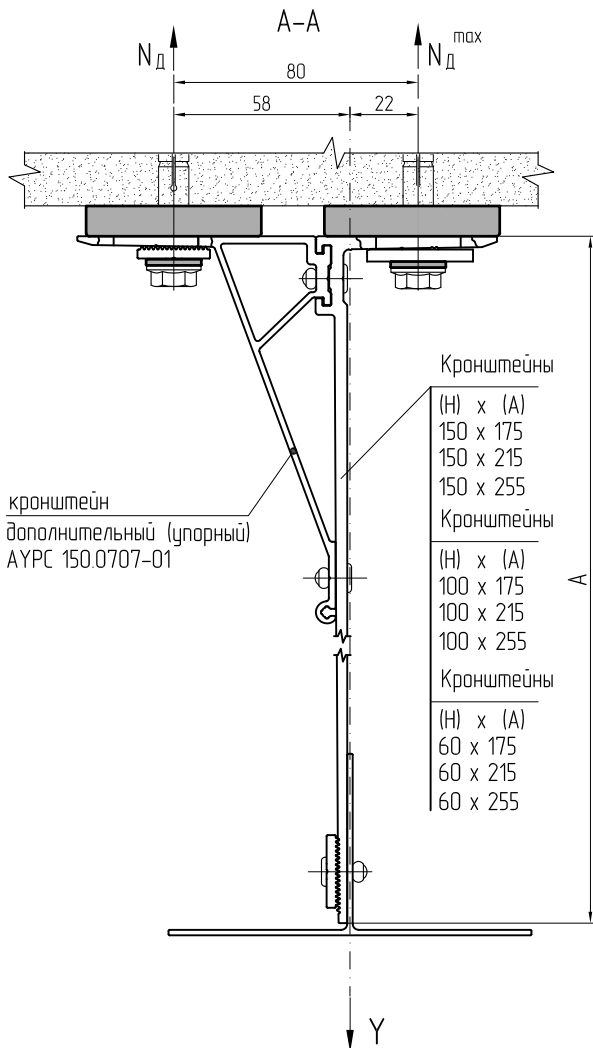
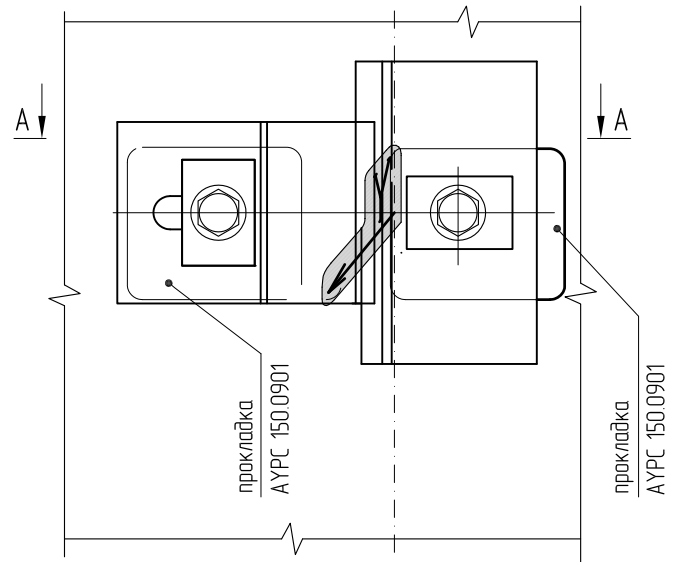
при $e_p = 10 \text{ мм}$ $N_D = 1,25 * Y$	$N_D^{max} = 1,2 * Y / 2$
при $e_p = 20 \text{ мм}$ $N_D = 1,7 * Y$	

Разрезы для направляющей АУРС.150.0103.

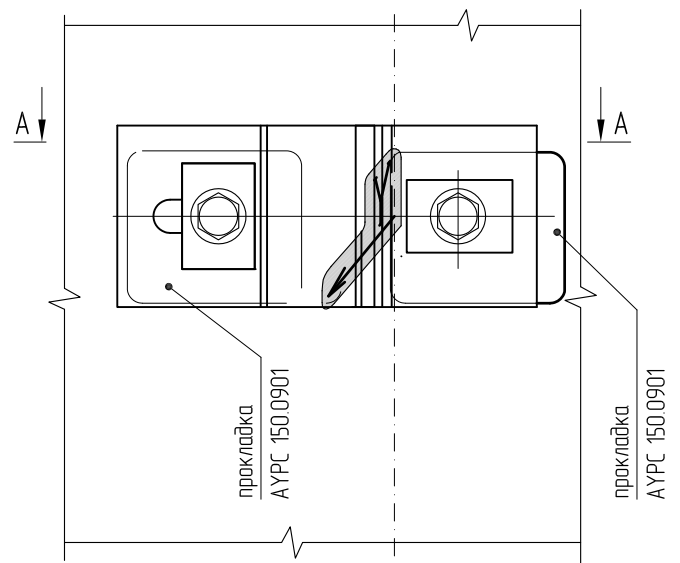
З-З Для узлов НСКШ-150У



З-З Для узлов НРШР1-100У, В1-100У



З-З Для узлов НРШР-60У, НРШР1-60У, В-60У, В1-60У

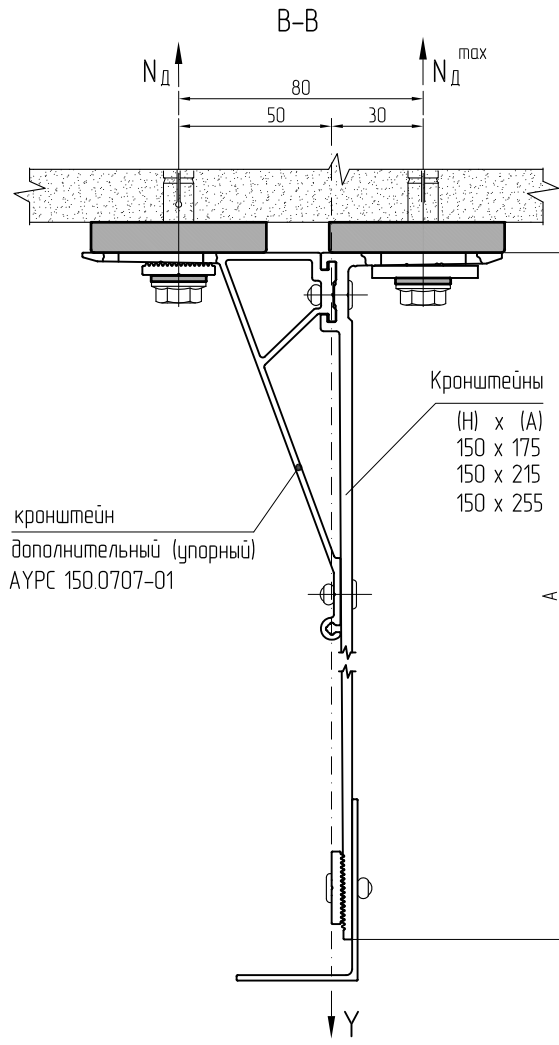
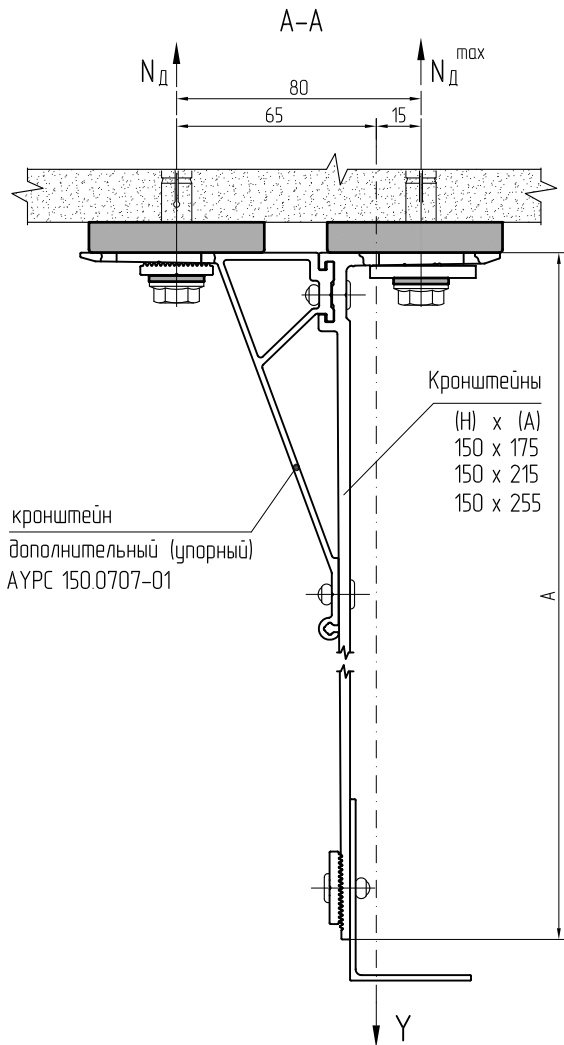
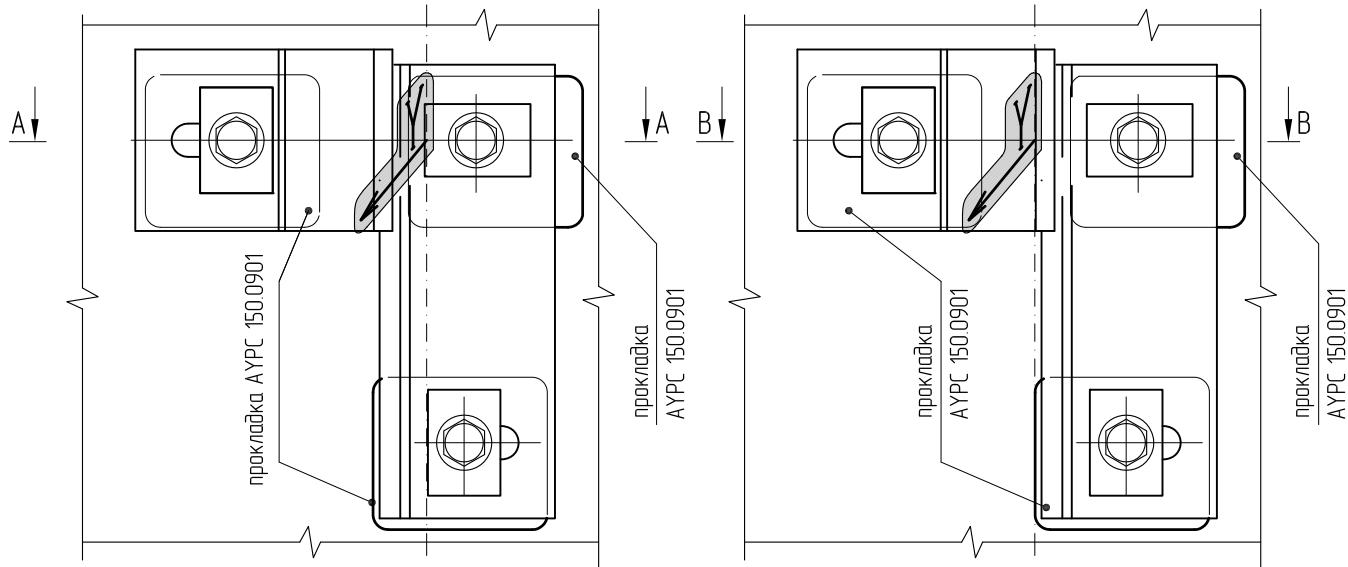


Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y	
допорный кронштейн	основной кронштейн
$N_d = 0,2 \cdot Y$	$N_d^{max} = 0,8 \cdot Y$

Разрезы для направляющей АУРС.150.0104.

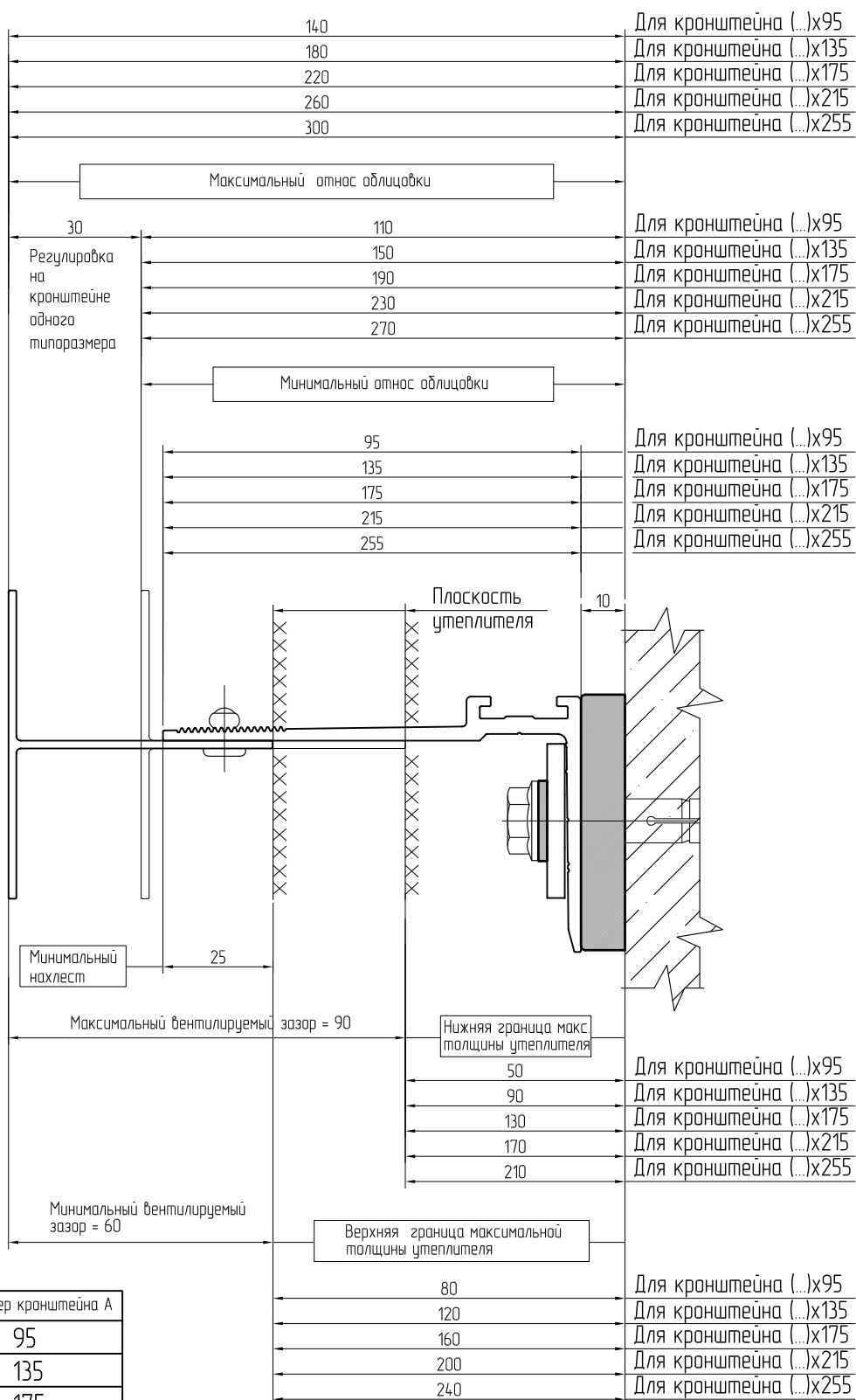
З-З Для узлов НСКР-150У

З-З Для узлов НСКР-150УЛ



Вырывающие усилия на единичном дюбелем креплении в зоне действия усилия Y			
упорный кронштейн	основной кронштейн	упорный кронштейн	основной кронштейн
$N_D = 0,2 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,8 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,38 \cdot Y$	$N_D^{\max} = 0,62 \cdot Y$

Таблица параметров сопряжений для направляющих 150.0103, 150.0104



Марка кронштейна	Размер кронштейна А
(...) x 95	95
(...) x 135	135
(...) x 175	175
(...) x 215	215
(...) x 255	255



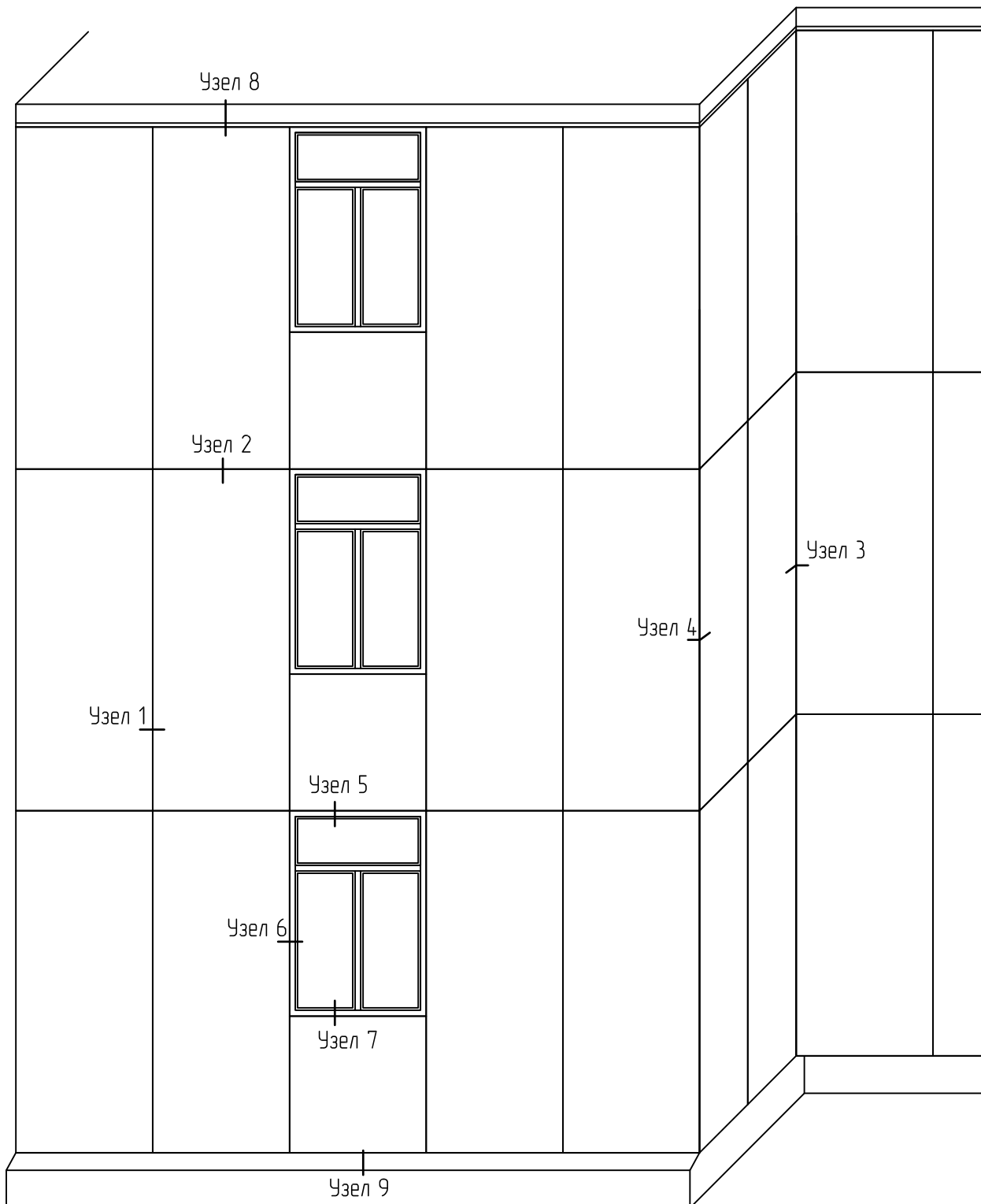
ALUTECH ALT 150 ФЦ

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

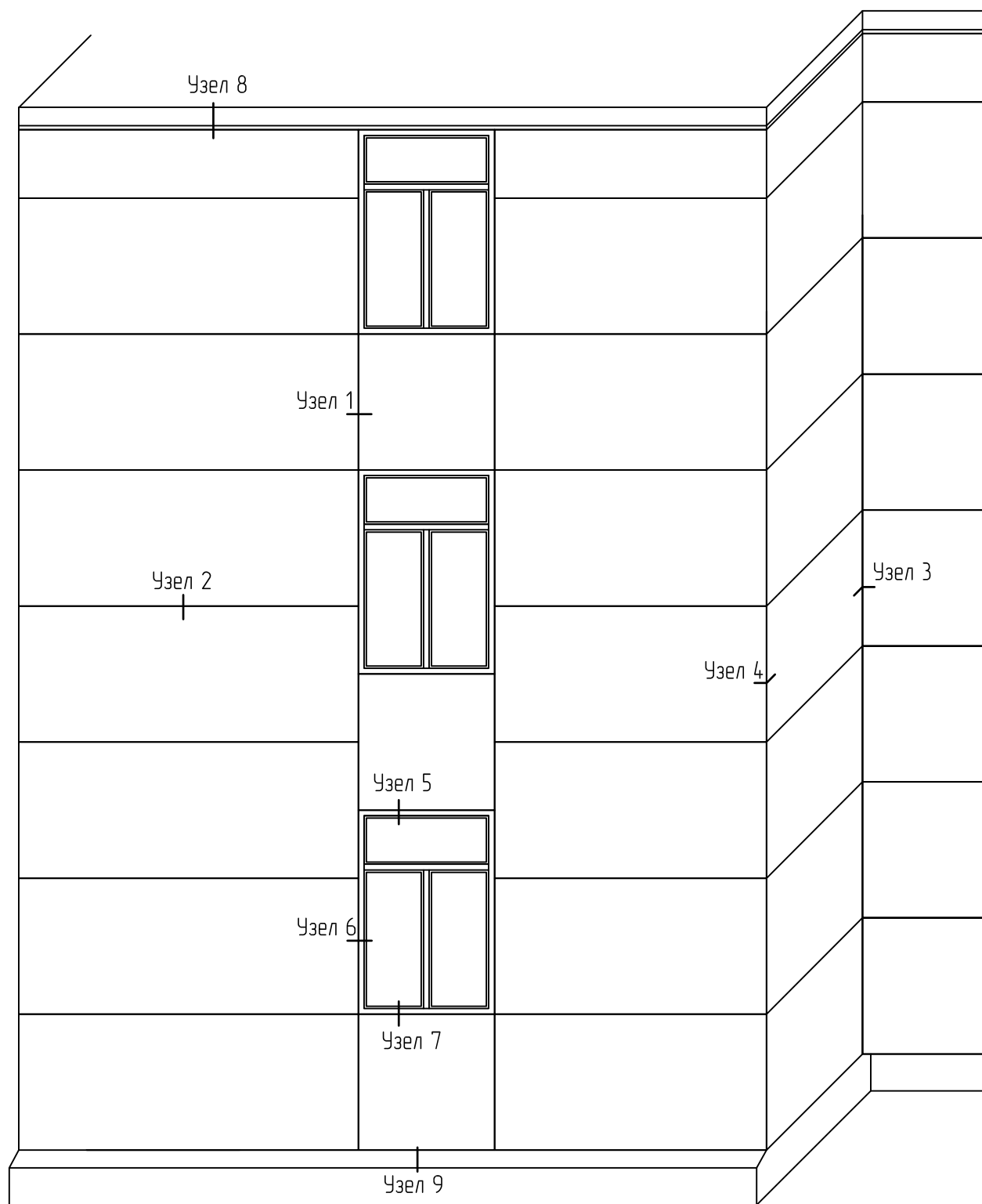
УЗЛЫ ПРИМЫКАНИЙ

03

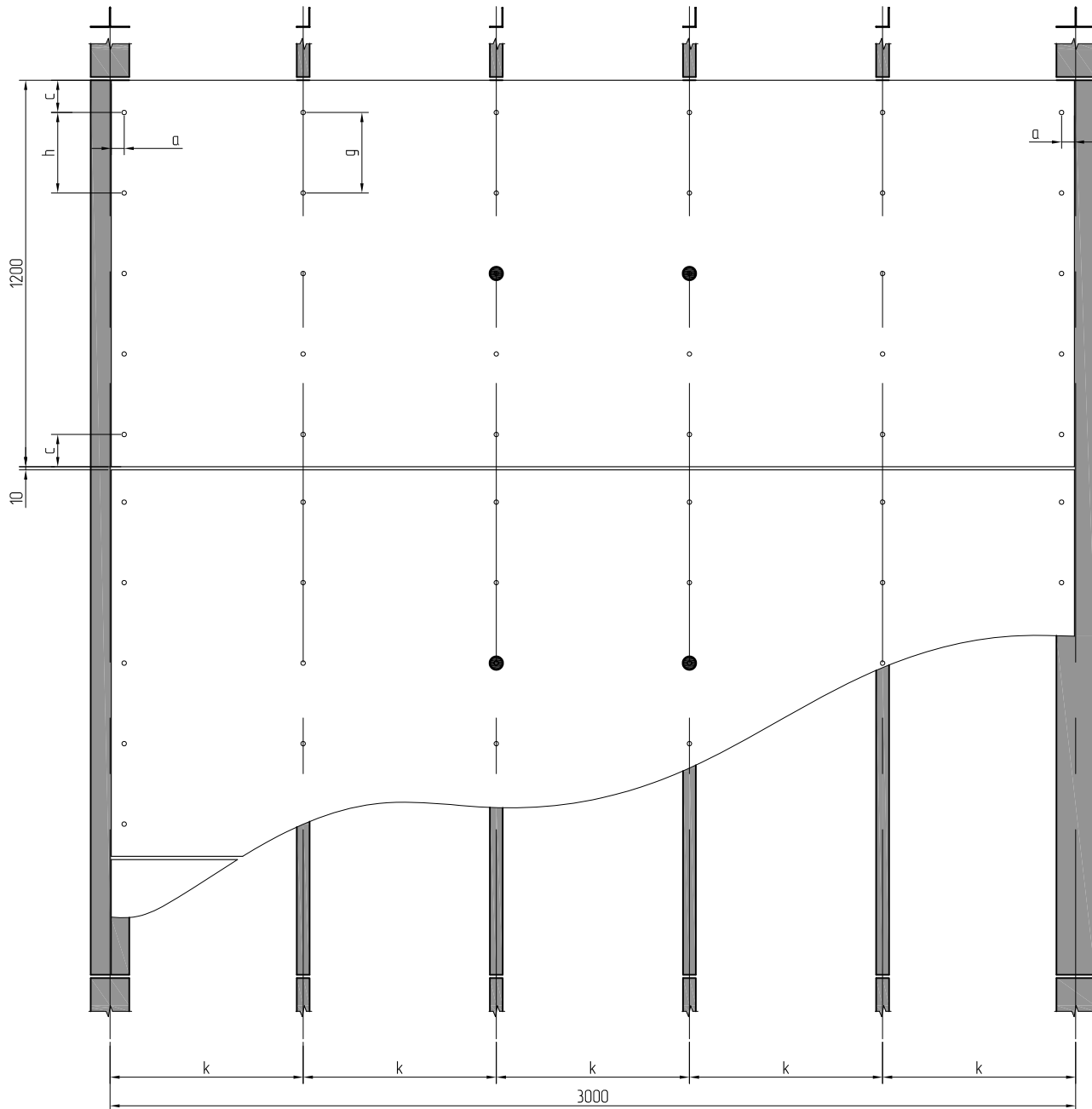
Раскладка плит. Вариант 1.
Маркировочная схема узлов.



Раскладка плит. Вариант 2.
Маркировочная схема узлов.



Раскладка подконструкции и требования к креплению плит.
Горизонтальное расположение плит.



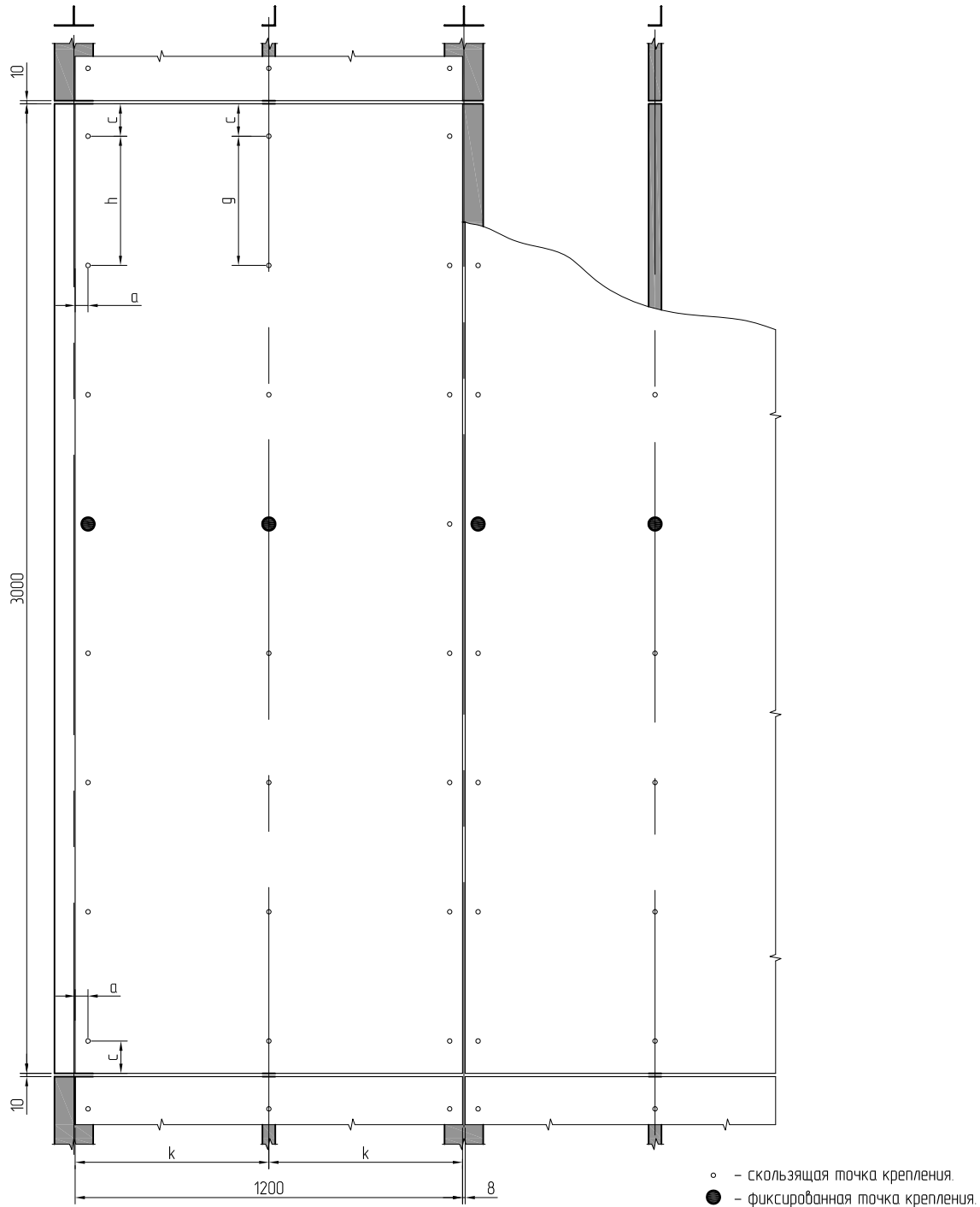
Требования к расположению креплений плиты Minerit

○ - скользящая точка крепления.
● - фиксированная точка крепления.

Толщина плиты	Ширина плиты	Ветровая нагрузка	Максимальное расстояние между опорами	Максимальное расстояние между креплениями вдоль кромок	Максимальное расстояние между креплениями в середине плиты	Минимальное расстояние от крепления до кромок		Диаметры отверстий	
						а мм	с мм	мм	мм
8		175	600	400	400	40	100	9	10,5
		200	600	300	300				
		225	400	300	300				
		250	400	300	300				
		275	400	300	300				

1. Данная таблица приведена для фиброцементных плит Minerit
2. Для других марок фиброцементных плит данные по креплениям запрашивать у производителей соответствующих марок плит
3. Требования к расположению креплений в зонах повышенного огневого воздействия смотреть на листе 03.19 (Пункты 2.3; 2.9 экспертного заключения)

Раскладка подконструкции и требования к креплению плит.
Вертикальное расположение плит.



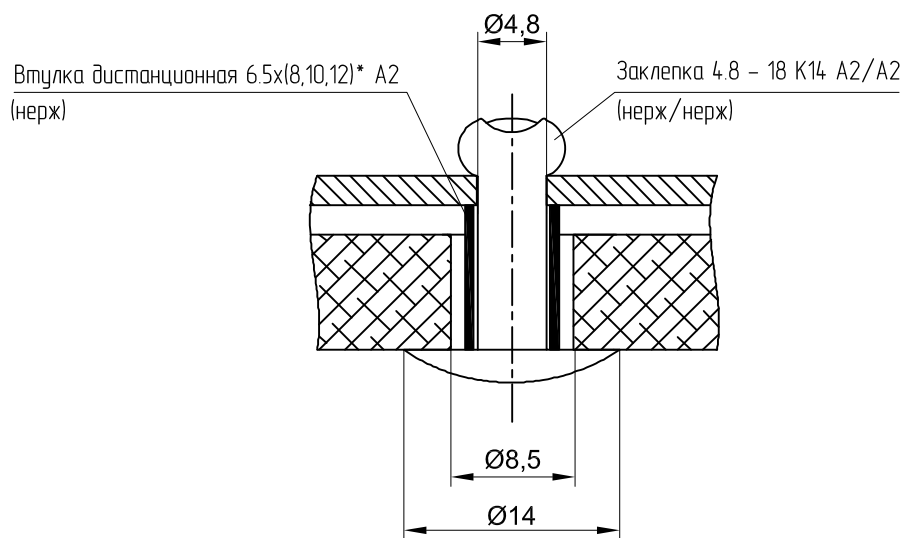
Требования к расположению креплений плиты Minerit

Толщина плиты	Ширина плиты	Ветровая нагрузка	Максимальное расстояние между опорами	Максимальное расстояние между креплениями вдоль краёв	Максимальное расстояние между креплениями в середине плиты	Минимальное расстояние от крепления до краёв		Диаметры отверстий	
						а мм	с мм	фиксированной точки	скользящей точки
мм	мм	кгс/м ²	к мм	h мм	q мм			мм	мм
8		175	600	400	400	40	100	9	10,5
		200	600	300	300				
		225	400	300	300				
		250	400	300	300				
		275	400	300	300				

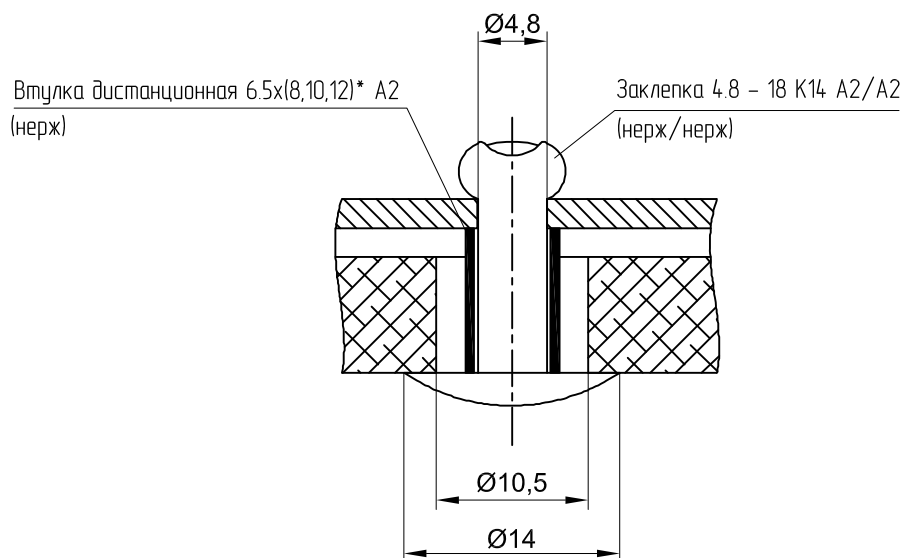
1. Данная таблица приведена для фиброцементных плит Minerit
2. Для других марок фиброцементных плит данные по креплениям запрашивать у производителей соответствующих марок плит
3. Требования к расположению креплений в зонах повышенного огневого воздействия смотреть на листе 03.19 (Пункты 2.3; 2.9 экспертного заключения)

Узлы точечных креплений облицовки.

Фиксированная точка крепления.

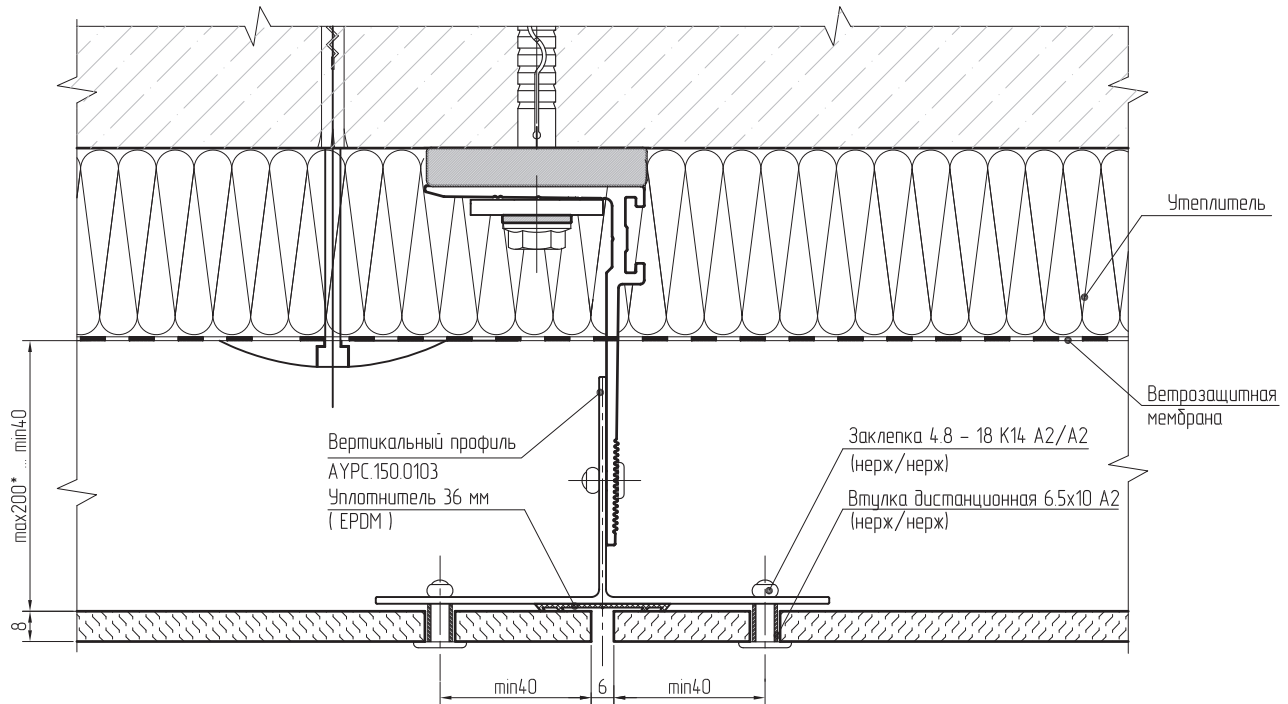


Скользящая точка крепления.

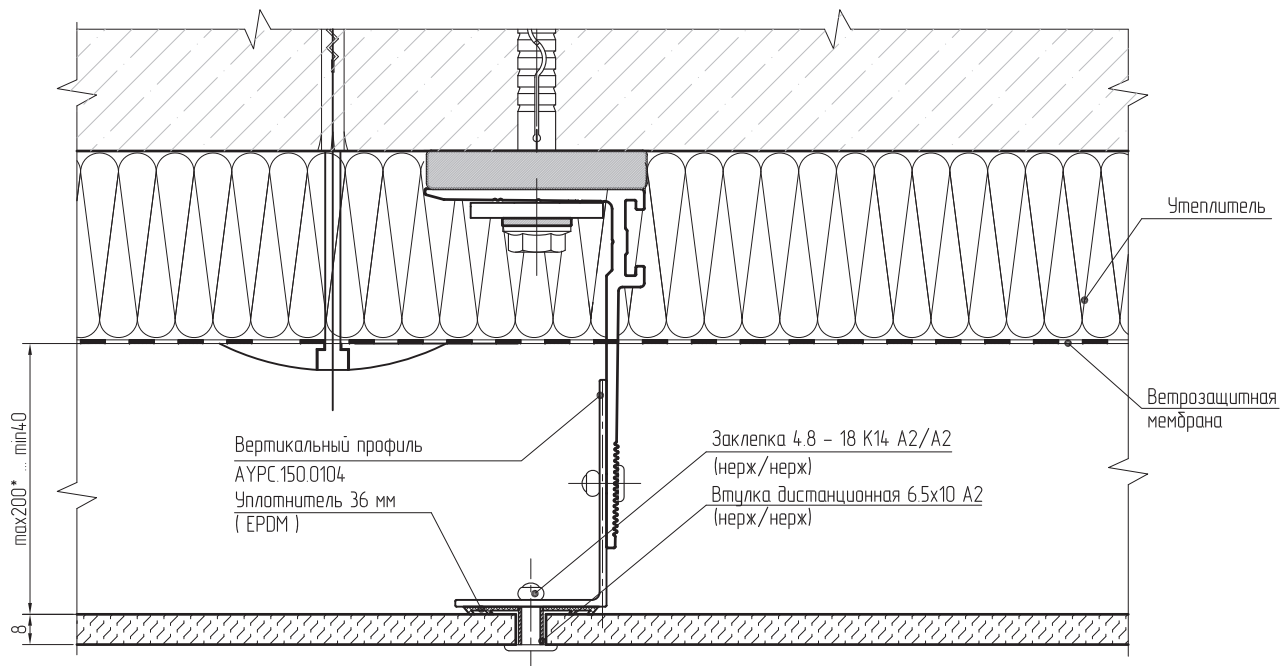


- * – длина втулки определяется толщиной плиты.
- Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"
Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит.
У производителей плит также уточняются условия крепления.

Узел 1. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Горизонтальный разрез. Стык плит на профиле АУРС.150.0103.



Горизонтальный разрез. Промежуточное крепление плит на профиле АУРС.150.0104.

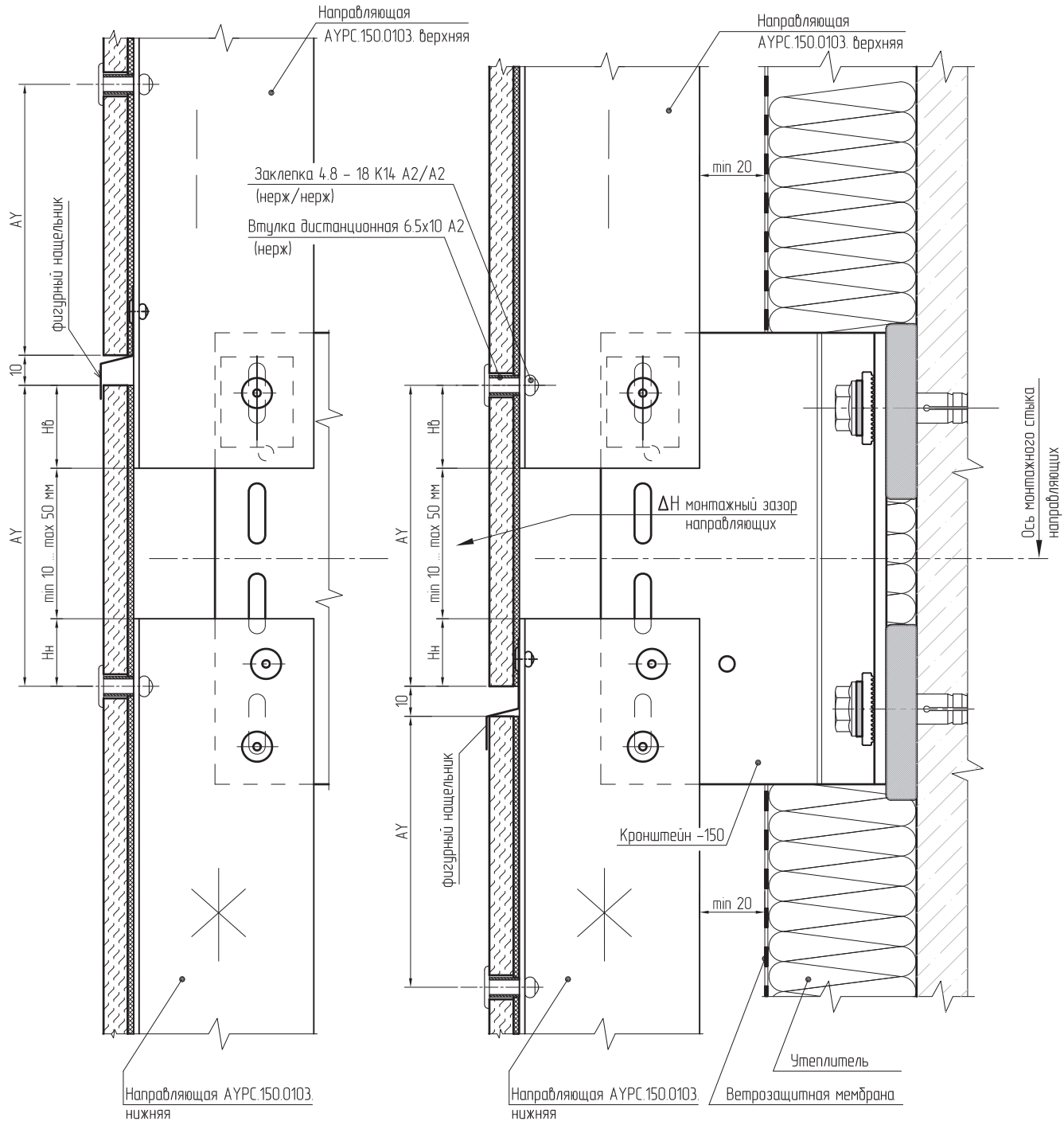


1. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит". Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
- 3*. Если воздушный зазор больше 200мм, то на данных участках фасада должны быть установлены дополнительные противопожарные рассечки с шагом по вертикали не более чем через 6-7м (через 2 этажа) с размерами, позволяющими достигнуть проектных размеров воздушного зазора (Пункт 2.13 экспертного заключения)

Узел 2. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Вертикальный разрез в зоне термошва. Стык направляющих совмещенный на одном кронштейне.

Стык на верхней направляющей

Стык на нижней направляющей



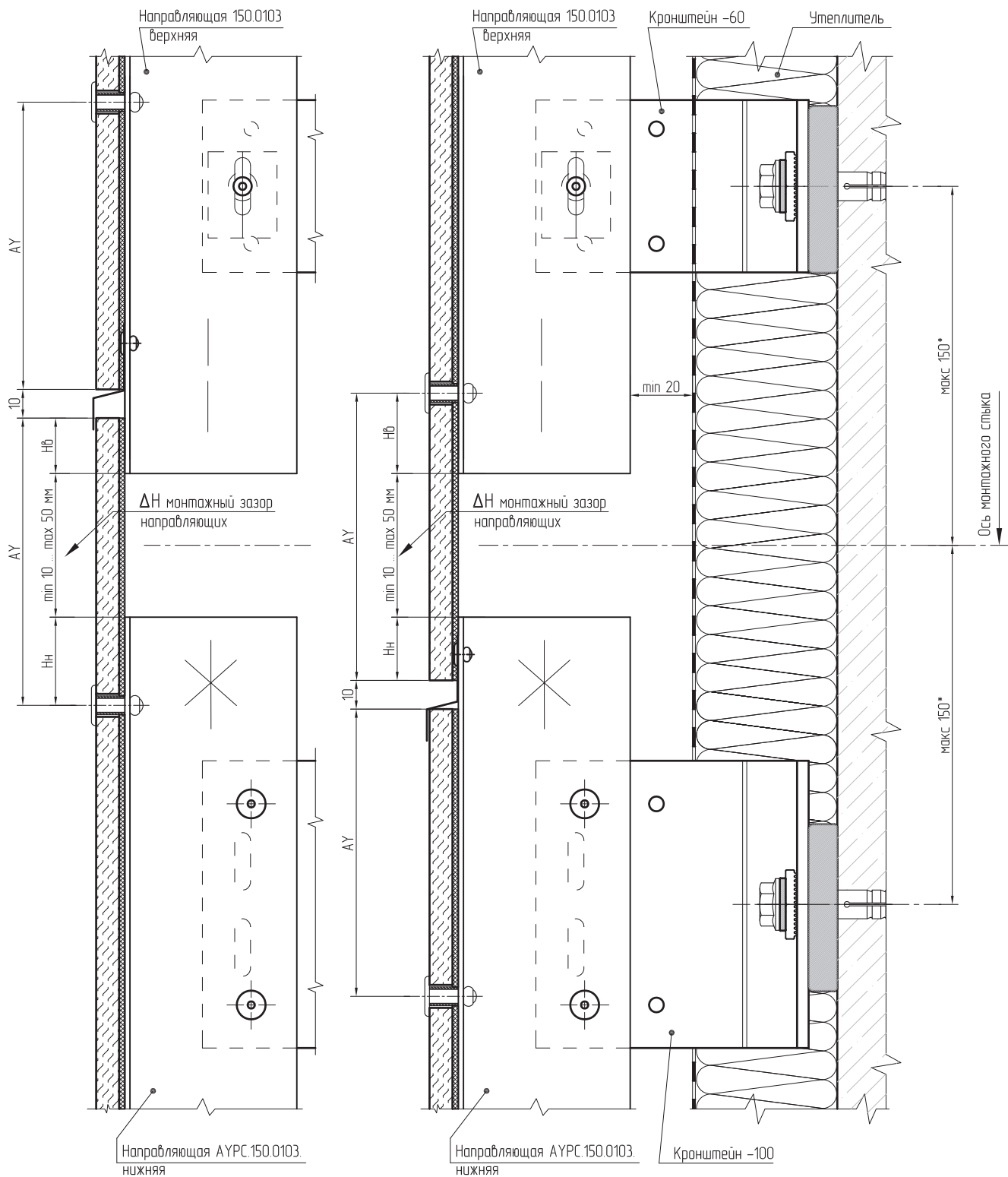
$Hb \approx Hn = (AY - \Delta H)/2$; здесь ΔH – монтажный зазор.

1. Значения $AY = C$ приведены в таблице на листе 02.03, 02.04.
2. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит". Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.
3. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел 2. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Вертикальный разрез в зоне термшва. Стык направляющих на отдельных кронштейнах.

Стык на верхней направляющей

Стык на нижней направляющей



$Hb \approx Hh = (AY - \Delta H)/2$; здесь ΔH – монтажный зазор.

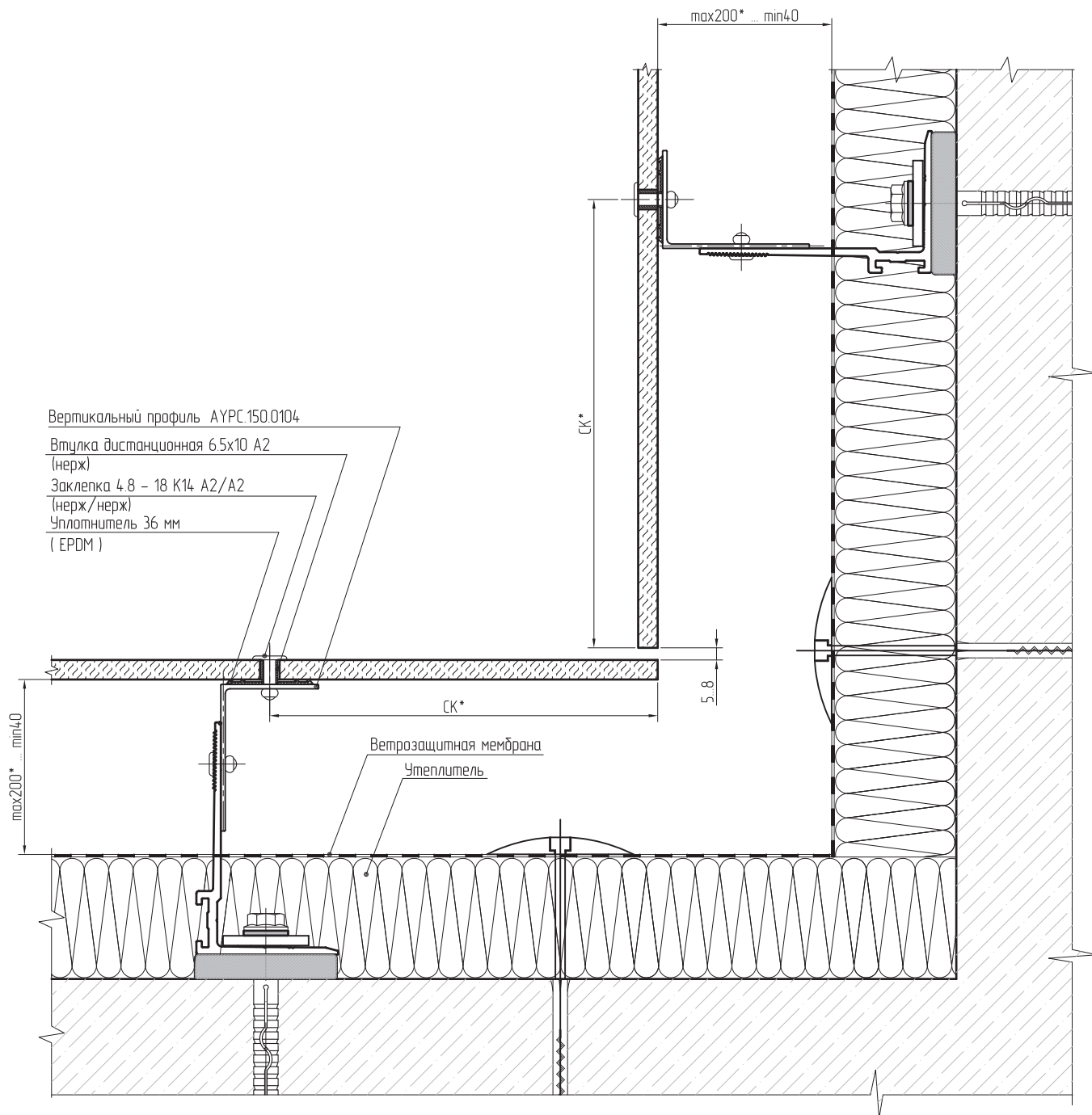
1. Значения $AY = C$ приведены в таблице на листе 02.03, 02.04.

2. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"

Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.

3.* В случае превышения размера выполнить проверочный расчет направляющей и ее сопряжения с кронштейном с учетом усилия на консоли по фактическим размерам.

Узел 3. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Внутренний угол.



1. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"

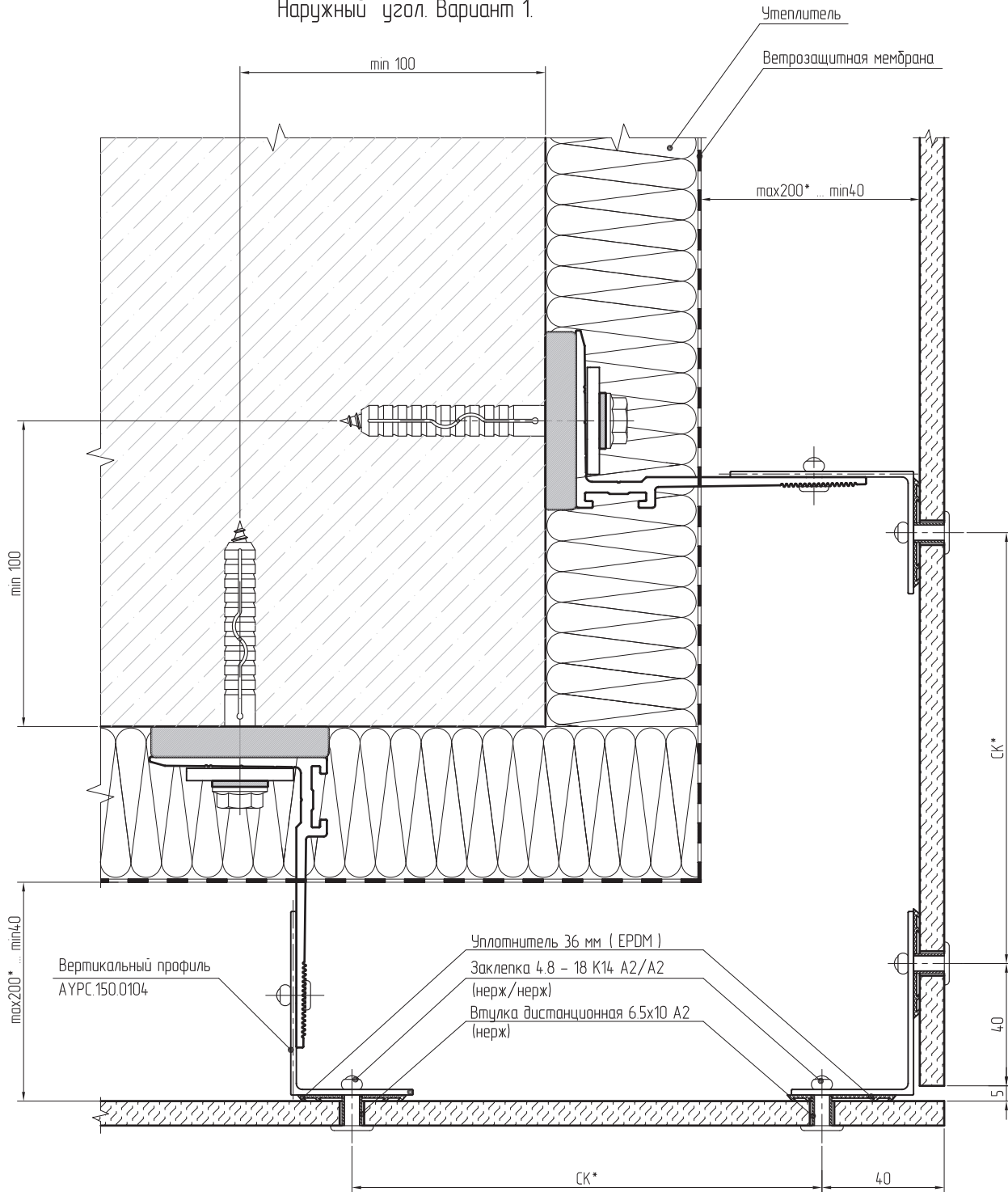
Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.

* размер уточнять на основании данных производителей фиброцементных плит.

2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

3*. Если воздушный зазор больше 200мм, то на данных участках фасада должны быть установлены дополнительные противопожарные рассечки с шагом по вертикали не более чем через 6-7м (через 2 этажа) с размерами, позволяющими достигнуть проектных размеров воздушного зазора (Пункт 2.13 экспертного заключения)

Узел 4. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Наружный угол. Вариант 1.



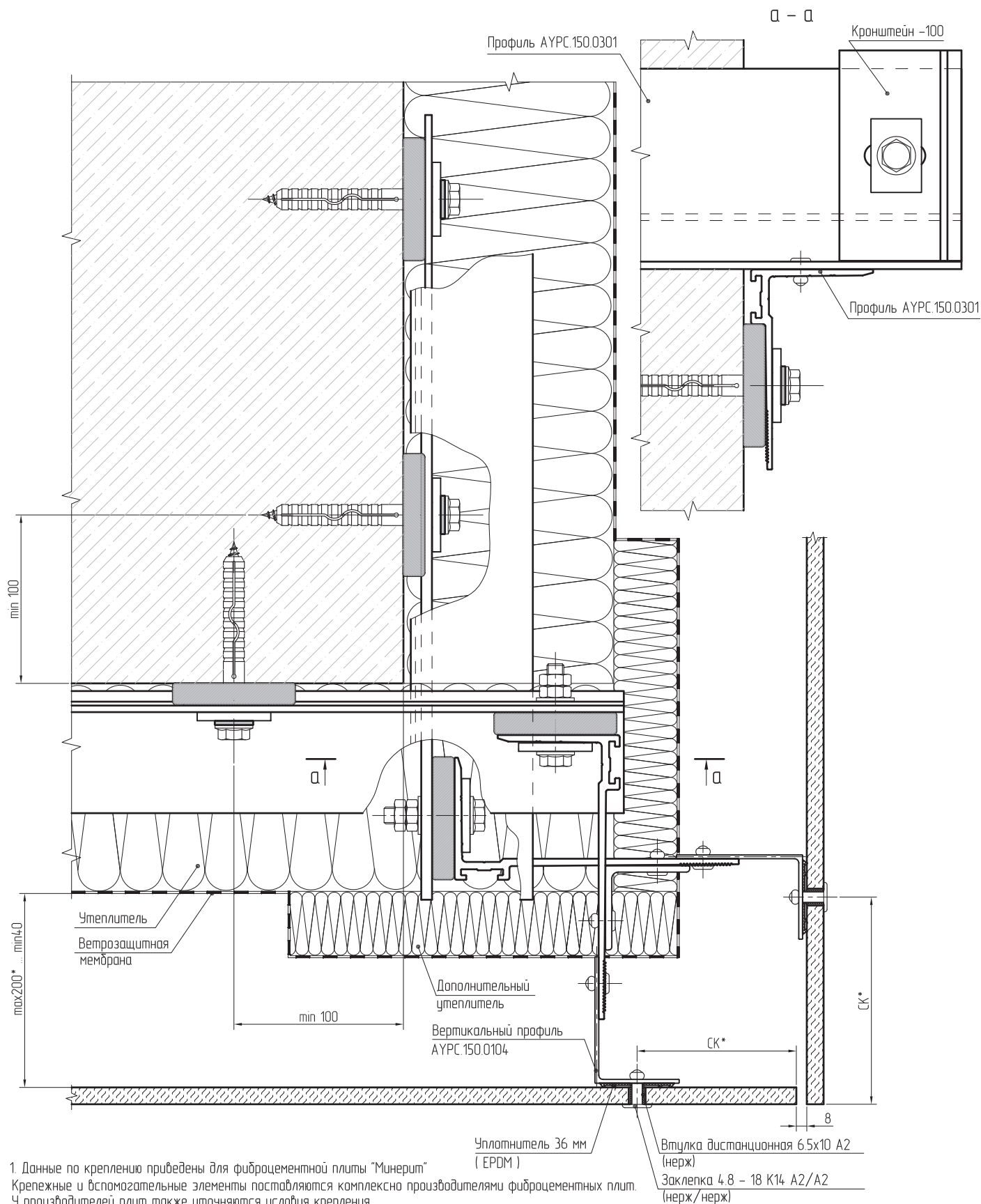
1. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит". Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.

* размер уточнять на основании данных производителей фиброцементных плит а также проверкой на восприятие бокового ветрового усилия кронштейнами. В случае значительных боковых усилий применяется второй вариант крепления на наружном угле. (см. лист ?)

2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

3*. Если воздушный зазор больше 200мм, то на данных участках фасада должны быть установлены дополнительные противопожарные рассечки с шагом по вертикали не более чем через 6-7м (через 2 этажа) с размерами, позволяющими достигнуть проектных размеров воздушного зазора. (Пункт 2.13 экспертного заключения)

Узел 4. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Наружный угол. Вариант 2.

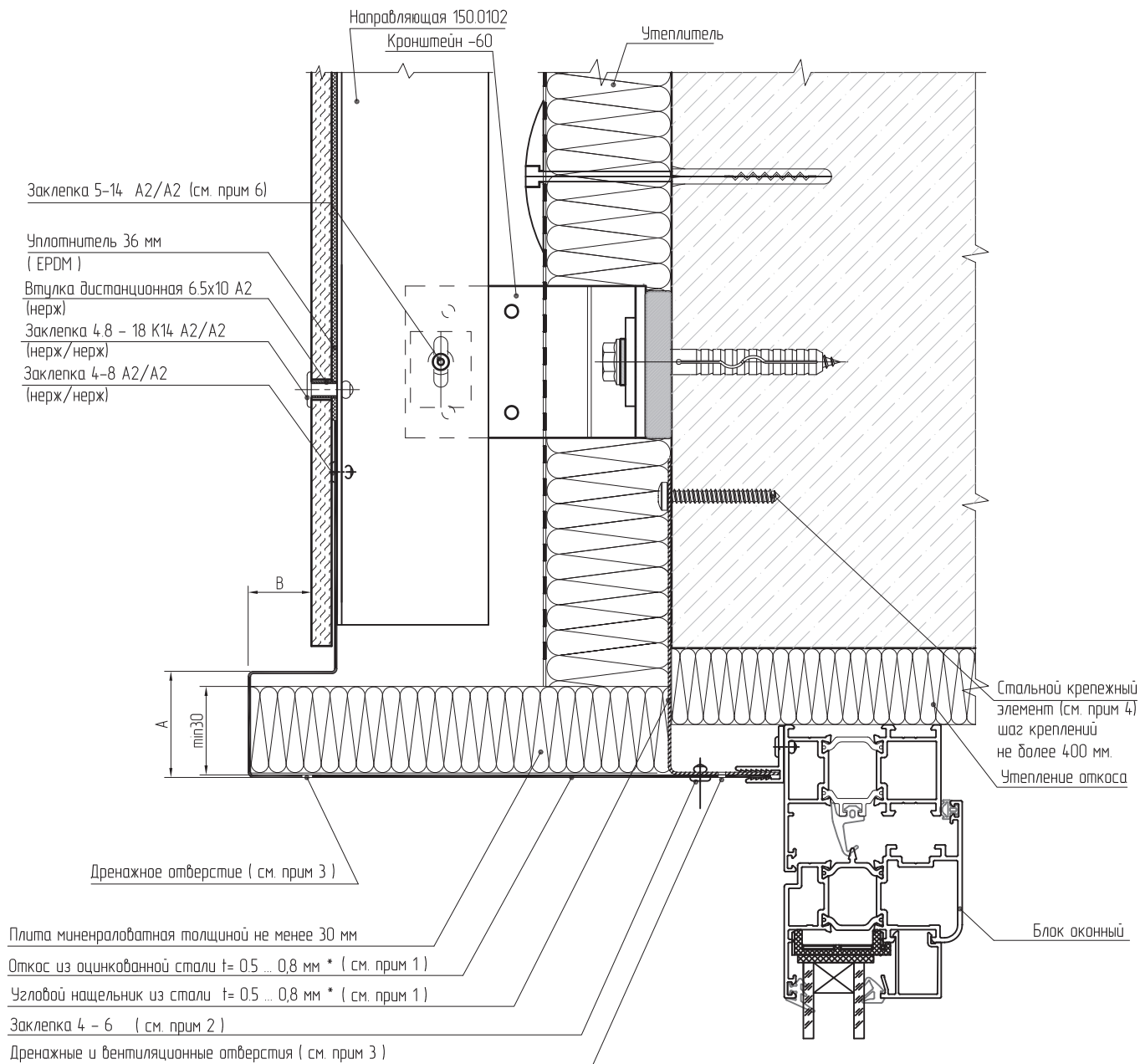


1. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит". Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит. У производителей плит также уточняются условия крепления.

* размер уточнять на основании данных производителей фиброцементных плит.

3*. Указания по воздушному зазору смотреть на листе 03.10

Узел 5. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Примыкание к верхнему откосу.



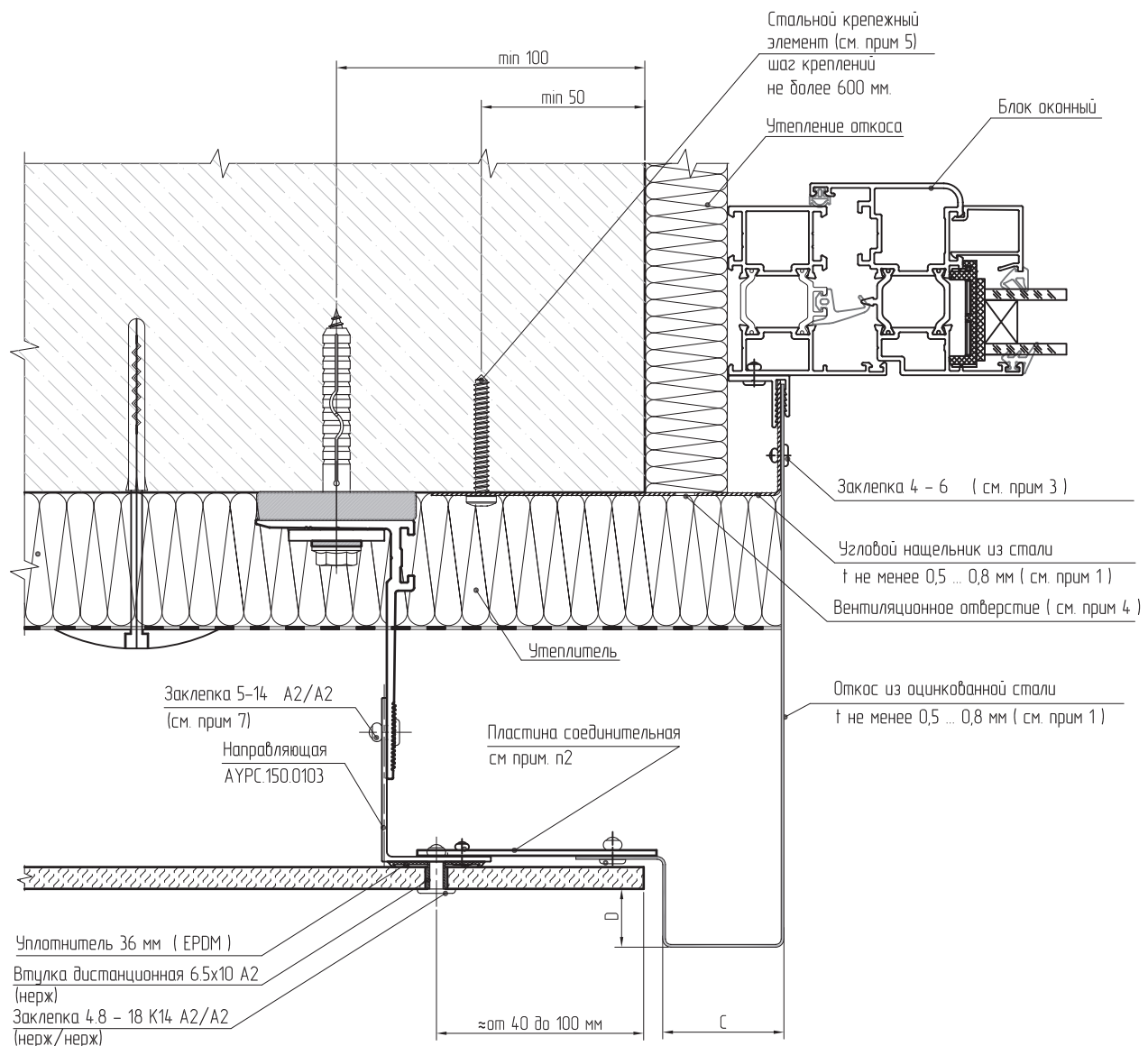
Заклепка 5-14 A2/A2 (см. прим 6)
Уплотнитель 36 мм (EPDM)
Втулка дистанционная 6.5x10 A2 (нерж)
Заклепка 4.8 – 18 K14 A2/A2 (нерж/нерж)
Заклепка 4-8 A2/A2 (нерж/нерж)

Дренажное отверстие (см. прим 3)

Плита минераловатная толщиной не менее 30 мм
Откос из оцинкованной стали $t=0.5 \dots 0.8 \text{ мм}^*$ (см. прим 1)
Угловой нащельник из стали $t=0.5 \dots 0.8 \text{ мм}^*$ (см. прим 1)
Заклепка 4 – 6 (см. прим 2)
Дренажные и вентиляционные отверстия (см. прим 3)

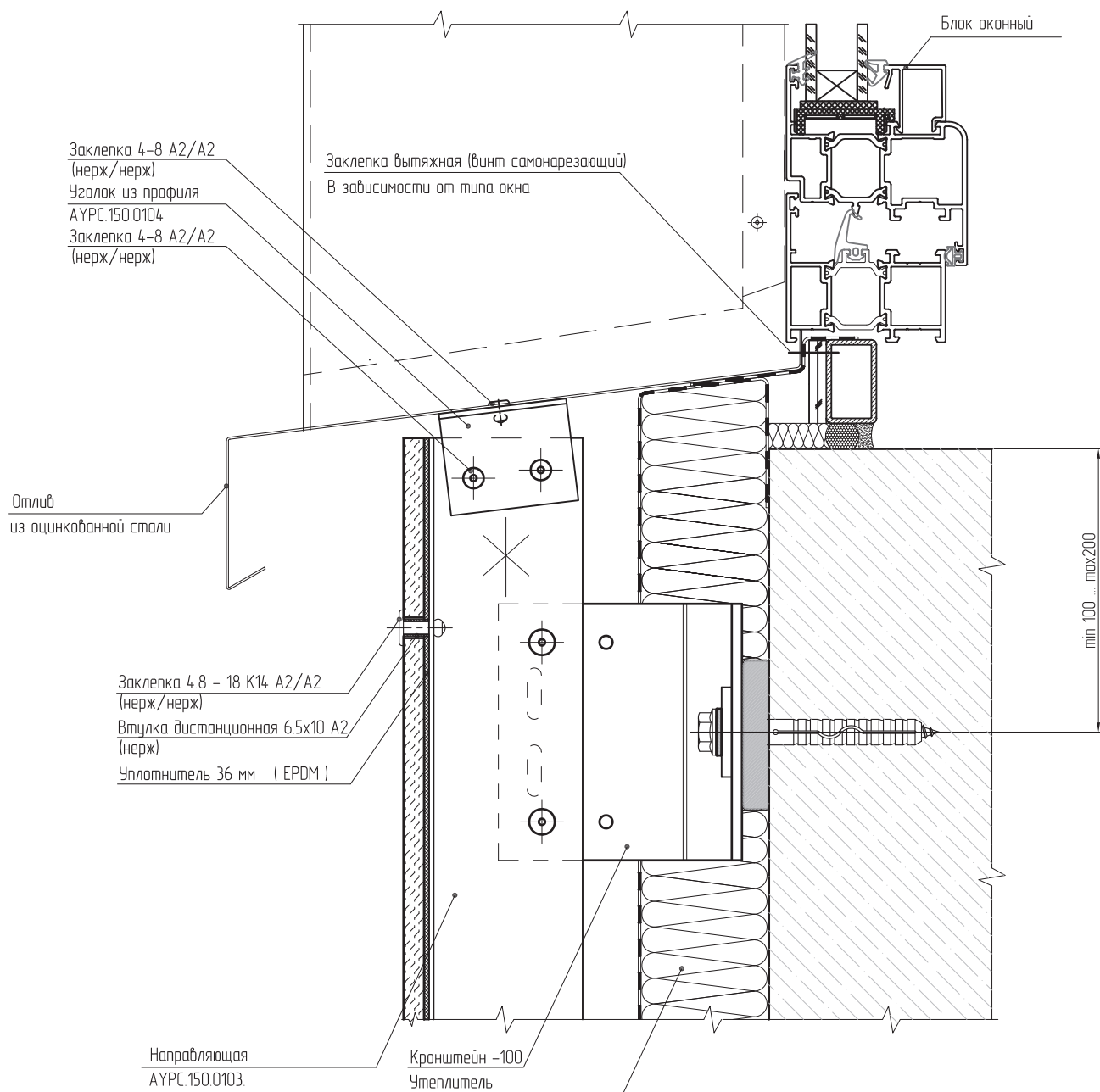
1. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм. Толщина 0,8 мм принимается в случае допустимой облицовки стального откоса фиброцементной плитой согласно пункту 2.14 экспертного заключения. Расстановка креплений согласно п. 2.14 принимается такой, чтобы масса фрагмента плитки, ограниченного заклепками не превышала 1кг. Между алюминиевой направляющей и стальным откосом отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
3. Дренажные отверстия для слива капельной влаги предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
4. В качестве стального крепежного элемента рекомендуется использовать:
 - при креплении к основанию из бетона, кладки из полнотелого кирпича и натурального камня с плотной структурой – шурупы по бетону FBS 6/5 P "FISCHER"; FBS-R 6,3 X 35 "EJOT" или потолочный анкер-клин FDN 6x35 "FISCHER", стальной гвоздевой дюбель ДГ 6/35 "KEW"
 - при креплении к основанию из ячеистого бетона, кладки из пустотелого кирпича – шурупы FFS 7,5 x 70 "FISCHER", винт по бетону FBS-R 6,3 X 70 "EJOT" стеновой шуруп MRS U 7,5 x 70 "MUNGO"
5. Параметры A и B для стального откоса смотреть в таблице на листе 03.20.
6. Крепежные изделия (вытяжные заклепки или винты самонарезающие) в зонах повышенного огневого воздействия (см. листы 03.17; 03.18) должны быть из нержавеющей или коррозионно-стойкой стали, согласно пункта 2.3 экспертного заключения.
7. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 6. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Примыкание к доковому откосу.



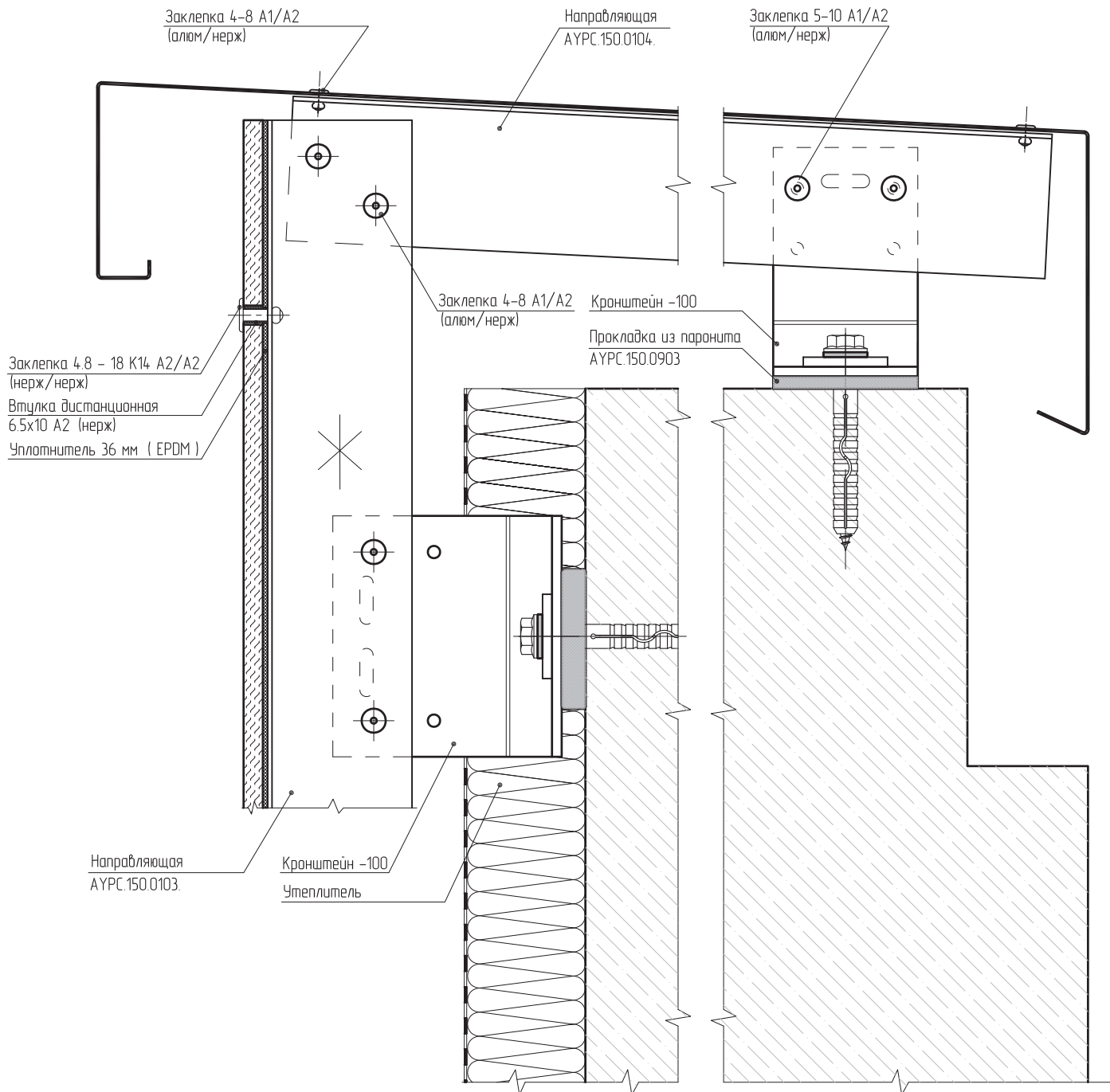
1. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм. Толщина 0,8 мм принимается в случае допустимой облицовки стального откоса фиброцементной плитой согласно пункта 2.14 экспертного заключения. Расстановка креплений согласно п. 2.14 принимается такой, чтобы масса фрагмента плитки, ограниченного заклепками не превышала 1кг.
2. Стальной соединительный элемент из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали – 1,5 ... 2 мм. Устанавливается с шагом не более 600 мм по высоте откоса. Разность температурных деформаций направляющей и откоса компенсируется "покачиванием" соединительной пластины относительно одиночных заклепок. Между алюминиевой направляющей и соединительным элементом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
3. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
4. Вентиляционные отверстия предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
5. В качестве стального крепежного элемента рекомендуется использовать:
 - при креплении к основанию из бетона, кладки из полнотелого кирпича и натурального камня с плотной структурой – шурупы по бетону FBS 6/5 P "FISCHER"; FBS-R 6,3 X 35 "EJOT" или потолочный анкер-клин FDN 6x35 "FISCHER", стальной звездой дюбель ДГ 6/35 "KEW"
 - при креплении к основанию из ячеистого бетона, кладки из пустотелого кирпича – шурупы FFS 7,5 x 72 "FISCHER", винт по бетону FBS-R 6,3 X 70 "EJOT" стеновой шуруп MRS U 7,5 x 70 "MUNGO"
6. Параметры C и D для стального откоса смотреть в таблице на листе 03.20.
7. Крепежные изделия (вытяжные заклепки или винты самонарезающие) в зонах повышенного огневого воздействия (см. листы 03.17; 03.18) должны быть из нержавеющей или коррозионно-стойкой стали, согласно пункта 2.3 экспертного заключения.
8. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 7. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Примыкание к отливу.



1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"
Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит.
3. Производители плит также уточняются условия крепления.
3. Неоднозначные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел ?. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.
Парапетное примыкание.

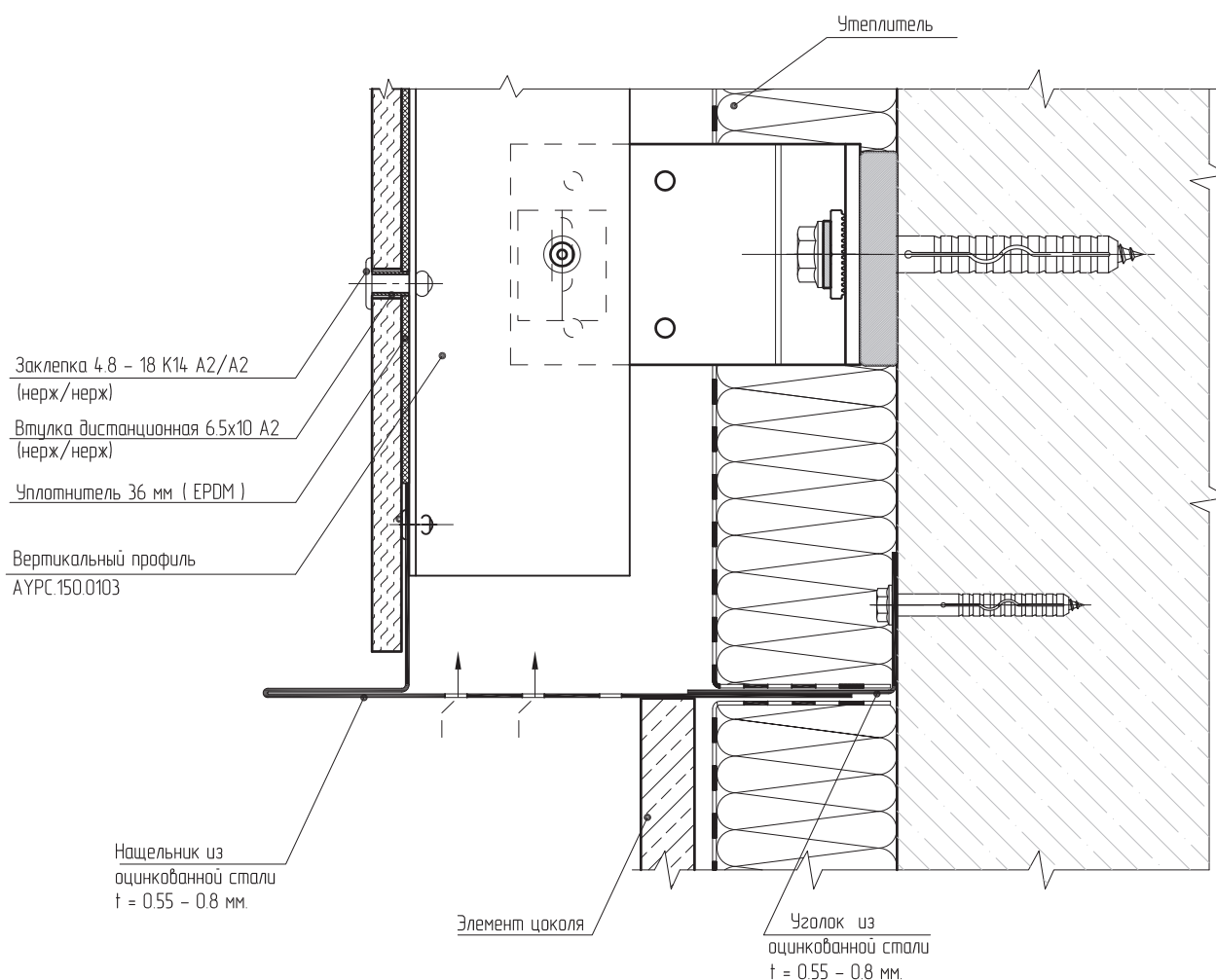


03

1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным парапетом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"
Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит.
- У производителей плит также уточняются условия крепления.
3. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

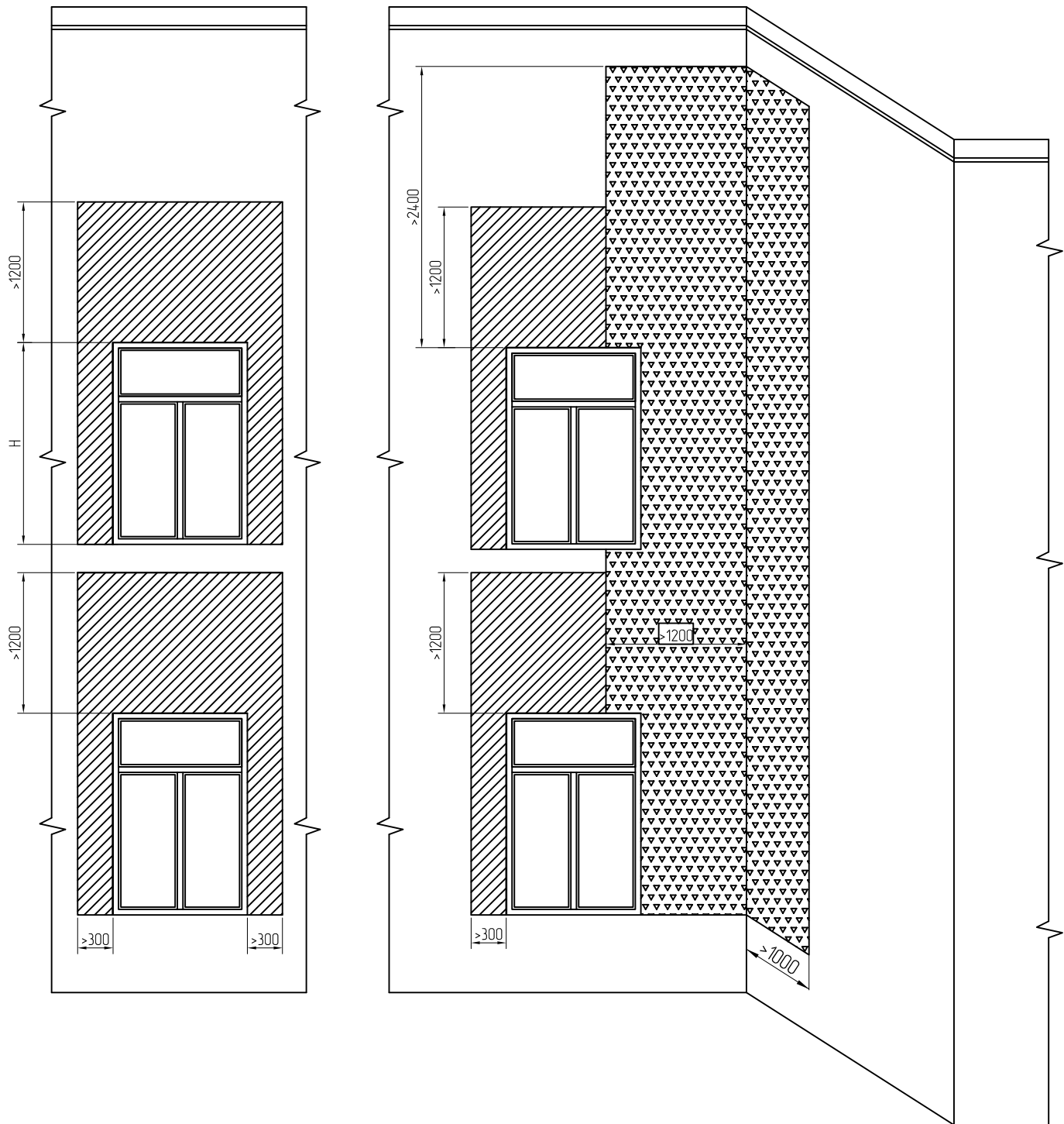
Узел 9. Облицовка – фиброцементные плиты с видимым креплением.

Примыкание к цоколю.



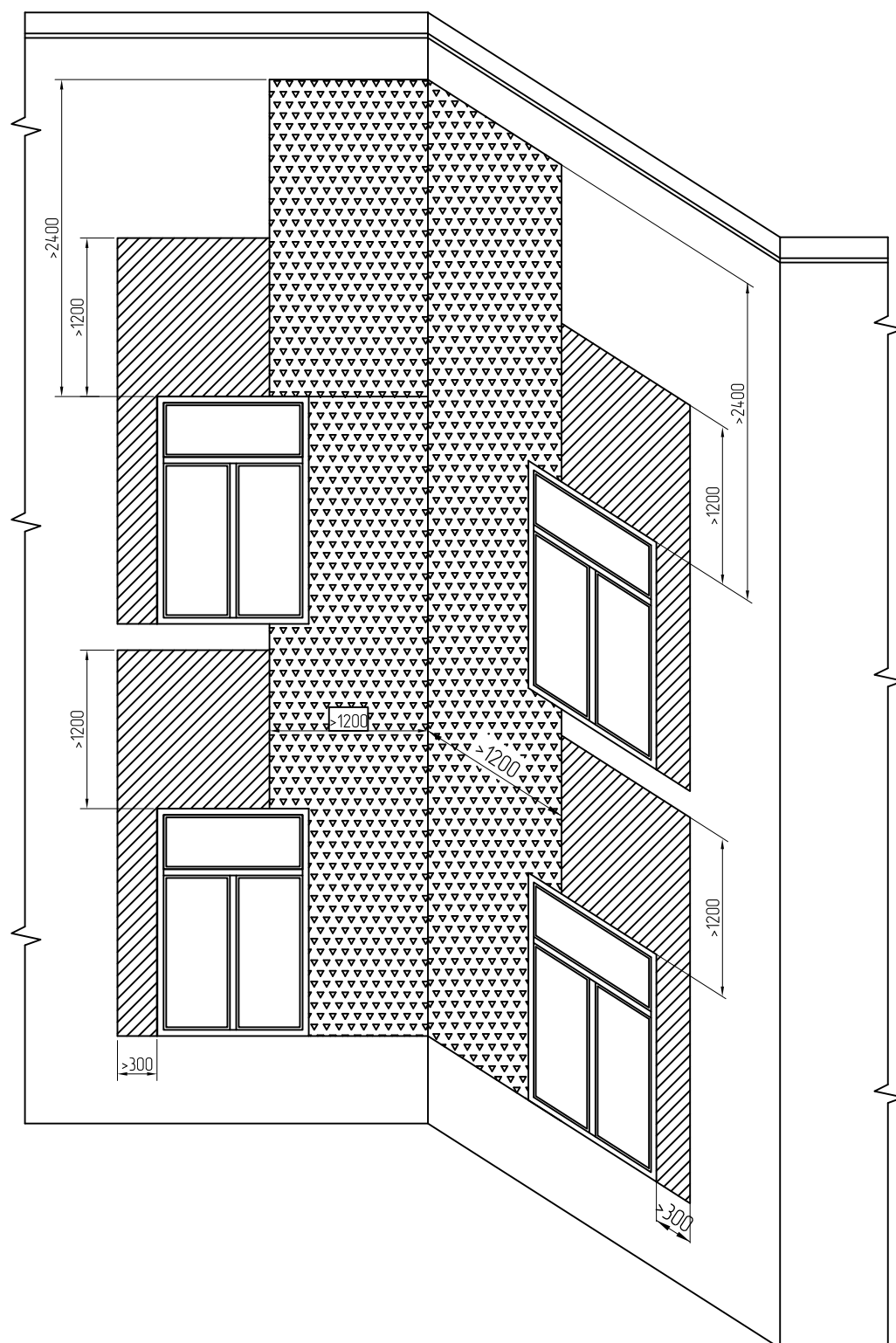
1. Между алюминиевым профилем и оцинкованным нащельником установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Данные по креплению приведены для фиброцементной плиты "Минерит"
Крепежные и вспомогательные элементы поставляются комплексно производителями фиброцементных плит.
У производителей плит также уточняются условия крепления.
3. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Зоны здания с повышенными требованиями к огневому воздействию.



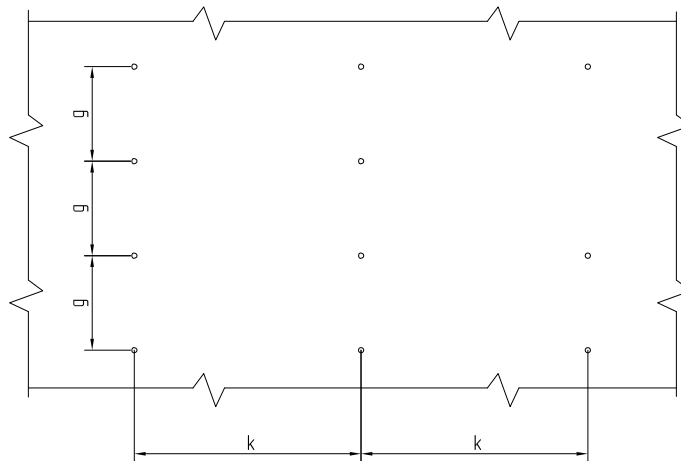
1. Зоны повышенного огневого воздействия согласно пункта 2.3 экспертного заключения.
2. Крепежные элементы в этих зонах должны быть выполнены из стали (нержавеющая сталь или сталь с антикоррозионным покрытием).
3. Требования к разбивке креплений фиброцементных плит в этих зонах смотреть на листе 03.19

Зоны здания с повышенными требованиями к огневому воздействию.



1. Зоны повышенного огневого воздействия согласно пункта 2.3 экспертного заключения.
2. Крепежные элементы в этих зонах должны быть выполнены из стали (нержавеющая сталь или сталь с антикоррозионным покрытием).
3. Требования к разбивке креплений фиброцементных плит в этих зонах смотреть на листе 03.19

Требования к разбивке крепления плит в зонах повышенного огневого воздействия.



Наименование фасадных фиброцементных плит	Производитель и тип основы	Шаг крепления	
		По вертикали – g (мм) (вдоль направляющей)	По горизонтали – k (мм) (шаг направляющих)*
MineritHD SemColour SemStone Synor	Изготовленные на основе плит MineritHD производства АО "Минерит" (Финляндия)	не более 300 мм	не более 300 мм
SemColourStructure SemColour Synor	производства "LTM Company OY" (Финляндия) изготовленные на основе плит ETERPLAN-N производства "ETERNIT AG" (Германия)	не более 300 мм	не более 300 мм
Synor SemColour	изготовленные на основе плит Multiboard производства фирмы "ETERNIT" nv/sv (Бельгия)	не более 300 мм	не более 300 мм
"Минеритспектрум", "Фасад-Мастер", "Минерит РК", "Минерит РКП" "КраспанКолорМинерит", "КраспанСтоунМинерит", "КраспанСтоун" "Сембрит Урбаннейчер" (Сембрит Urbannature)		не более 300 мм	не более 300 мм
"ЛТМ"	изготовленные на основе плит "Сетбоард" производства ООО "ЛТМ Фасады" (г. Обнинск)	не более 600 мм	не более 600 мм
"Latonit"	производства ОАО "ЛАТО" (республика Мордовия)	не более 600 мм	не более 600 мм
Хризотилцементные плиты толщиной 8 ...10 мм Асбестоцементные плоские плиты "ТимСпан"	производства "Комбинат Волна" производства ООО "Тимлюйский завод"	не более 250 ... 300 мм	не более 600 мм
Фасадные сплошные плиты "КМЕУ" толщиной 14 мм		не более 360 мм	не более 600 мм

1. Зоны повышенного огневого воздействия смотреть на листах 03.17; 03.18.

2. Таблица составлена на основании экспертного заключения лаборатории противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

3. * - В случае, если размер k по пожарным требованиям меньше шага вертикальных направляющих исходя из их несущей способности, допускается вариант установки горизонтальных профилей между вертикальными направляющими.

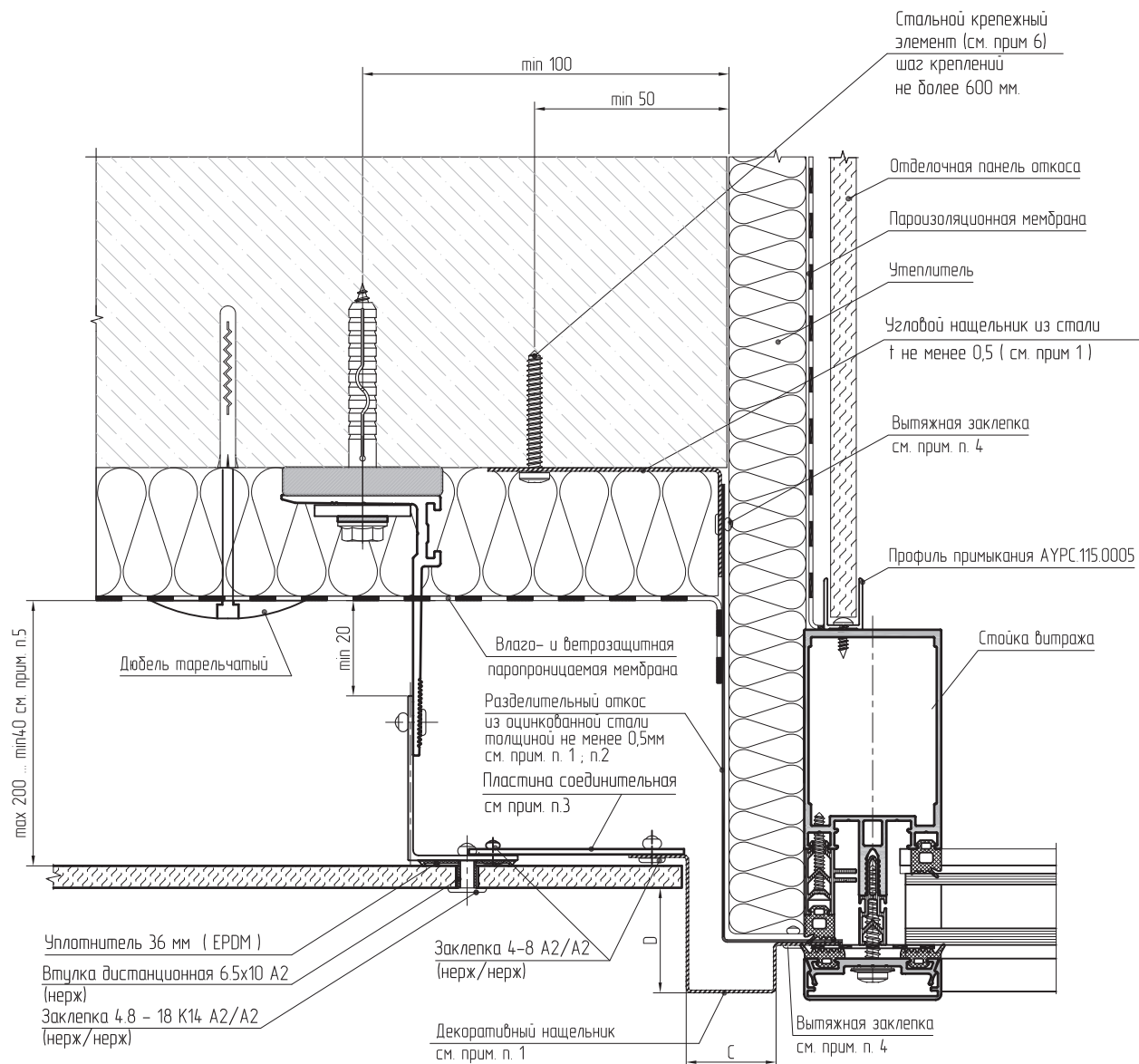
Требования к геометрическим параметрам отбортовок стальных откосов

Наименование фасадных фиброцементных плит	Верхний откос		Боковой откос	
	A	B	C	D
Плиты на основе плоского прессованного листа производства "Комбинат "Волна"	min 30 мм	не регламентируется	min 30 мм	не регламентируется
"ТумСпан" (ООО "ТумСпан")	min 25 мм	min 12 мм	min 20 мм	min 12 мм
"СемColourStructure", "СемColour" и "Супор" производства фирмы "LTMСorpany OY" (Финляндия) на основе фиброцементных плит ETERPLAN-N толщиной 8 мм производства фирмы "ETERNITAG" (Германия) и плит марок "Супор" и "СемColour" на основе плиты "Multiboard", толщиной 8 мм производства фирмы "ETERNIT nv/sv" (Бельгия)	min 25 мм	min 10 мм	min 15 мм	min 10 мм
"СемColour", "Супор" и "СемStoun" производства фирмы "LTMСorpany OY" (Финляндия), "Минерит HD", "Минерит Спектрум", "Фасад Мастер", "Минерит РК" и "Минерит РКП", на основе фиброцементных плит "Minerit HD" производства OY "Minerit AB" (Финляндия); "LATONIT" ("Латонит") и "Сембрит Урбаннейчер" (Сembrit Urbannature)	min 30 мм	min 25 мм	min 30 мм	min 15 мм
"КраспанКолорМинерит", "КраспанСтонМинерит", "КраспанСтон" производства ООО "Краспан" на основе плит "Минерит HD" производства OY "Минерит AB" (Финляндия) толщиной 8 мм.	min 35 мм	min 35 мм	min 30 мм	min 20 мм
"КМEW" производства "Kubota Matsushitadenko Exterior Works, LTD" (Япония) толщиной 14 и 16 мм.	min 35 мм	min 35 мм	min 30 мм	min 20 мм
"ЛТМ" на основе фиброцементных плит "Семboard" производства ООО "ЛТМ Фасады", Россия, г. Обнинск, толщина 8 мм.	min 35 мм	min 20 мм	min 35 мм	min 20 мм

1. Работать совместно с узлами 5 и 6 на листах соответственно 03.12 и 03.13.

2. Требования к геометрическим параметрам отбортовки стальных откосов приведены согласно экспертного заключения (п.2.10)

Боковой узел примыкания вентилируемого фасада к навесным светопрозрачным конструкциям



1. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм.
2. Вылет разделительного откоса от плоскости стены должен быть равен большей из толщин сопрягаемых систем (относительно облицовки или расстоянию от стены до наружной плоскости витража).
3. Стальной соединительный элемент из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали – 1,5 .. 2 мм. Устанавливается с шагом не более 600 мм по высоте откоса. Разность температурных деформаций направляющей и откоса компенсируется "покачиванием" соединительной пластины относительно одиночных заклепок.
4. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
5. Если воздушный зазор больше 200мм, то на данных участках фасада должны быть установлены дополнительные противопожарные рассечки с шагом по вертикали не более чем через 6–7м (через 2 этажа) с размерами, позволяющими достигнуть проектных размеров воздушного зазора.
6. В качестве стального крепежного элемента рекомендуется использовать:
 - при креплении к основанию из бетона, кладки из полнотелого кирпича и натурального камня с плотной структурой – шурупы по бетону FBS 6/5 P "FISCHER", FBS-R 6,3 X 35 "EJOT" или потолочный анкер-клин FDN 6x35 "FISCHER", стальной гвоздевой дюбель ДГ 6/35 "KEW"
 - при креплении к основанию из ячеистого бетона, кладки из пустотелого кирпича – шурупы FFS 7,5 x 72 "FISCHER", винт по бетону FBS-R 6,3 X 70 "EJOT" стеновой шуруп MRS U 7,5 x 70 "MUNGO"
7. Параметры C и D для стального откоса смотреть в таблице на листе 03.20.
8. Крепежные изделия (вытяжные заклепки или винты самонарезающие) в зонах повышенного огневого воздействия (см. листы 03.17; 03.18) должны быть из нержавеющей или коррозионно-стойкой стали, согласно пункта 2.3 экспертного заключения.
9. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.



ALUTECH ALT 150 ФЦ

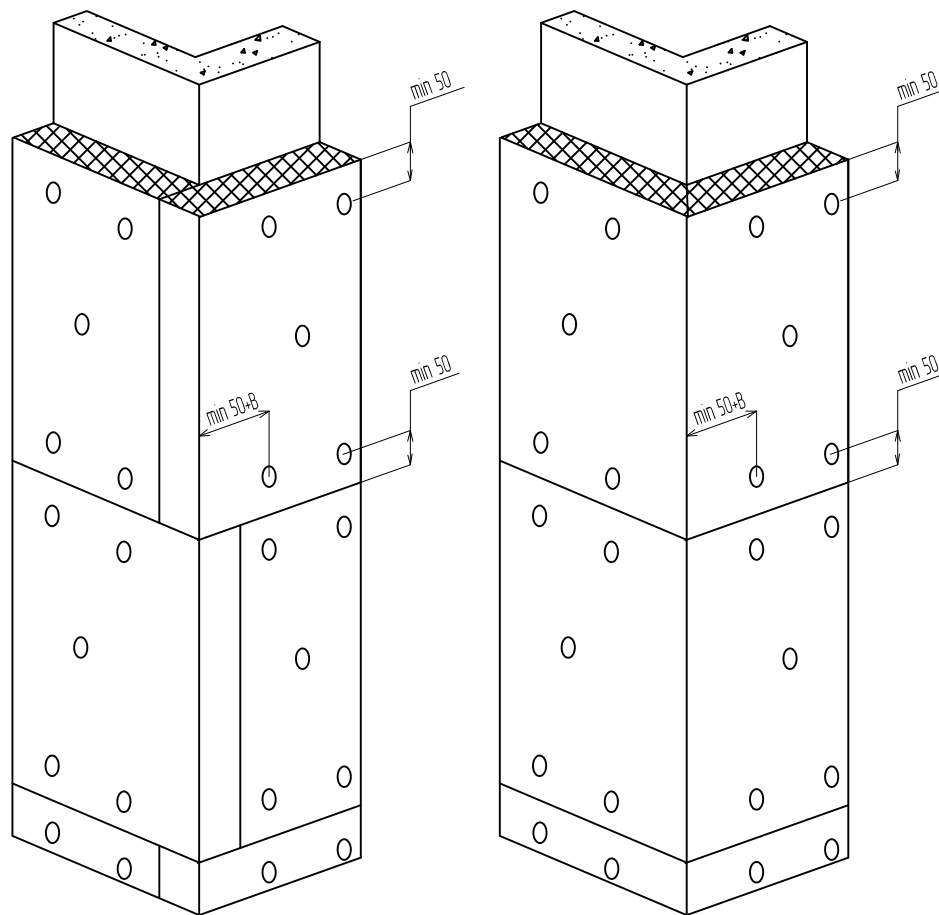
Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ

Схема крепления утеплителя (минераловатные плиты)



Схема крепления утеплителя на углу здания

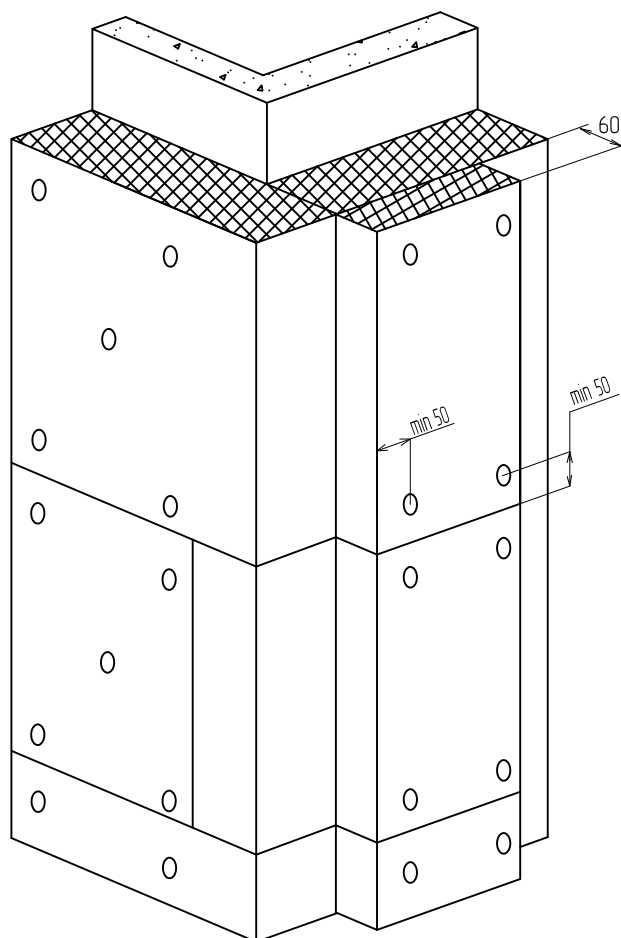


1. Основной типоразмер минераловатных плит для вентилируемых фасадов – 600x1000, 600x1200.
2. Крепление плит утеплителя к стене осуществляется тарельчатыми дюбелями из расчета 5 шт. на 1 плиту.
3. В – толщина утеплителя.

Дополнительная установка утеплителя на углах здания (минераловатные плиты)



Схема крепления утеплителя на углу здания



1. Основной типоразмер минераловатных плит для вентилируемых фасадов—600х1000, 600х1200.
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)

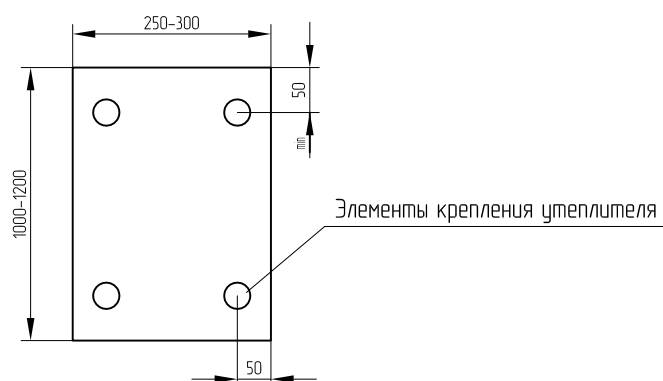
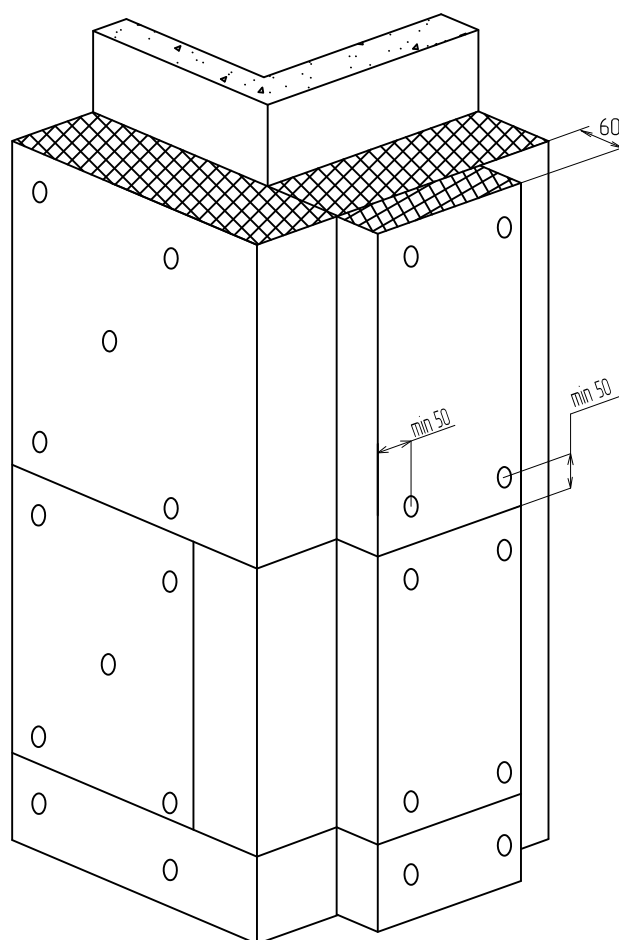
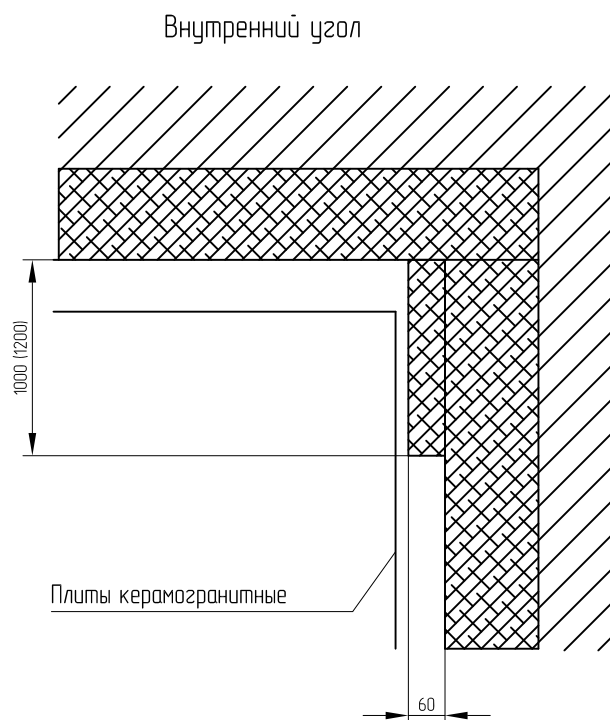
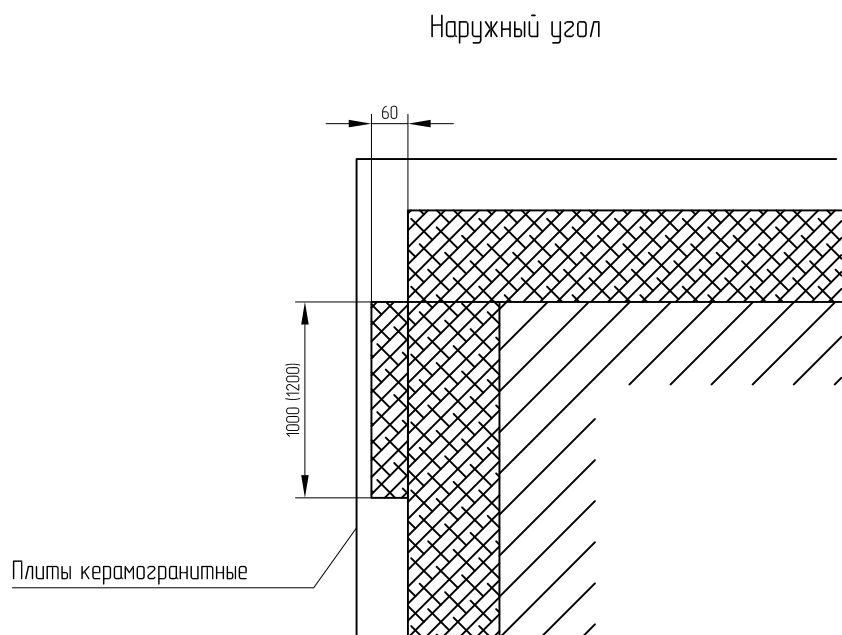


Схема крепления утеплителя на углу здания



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)



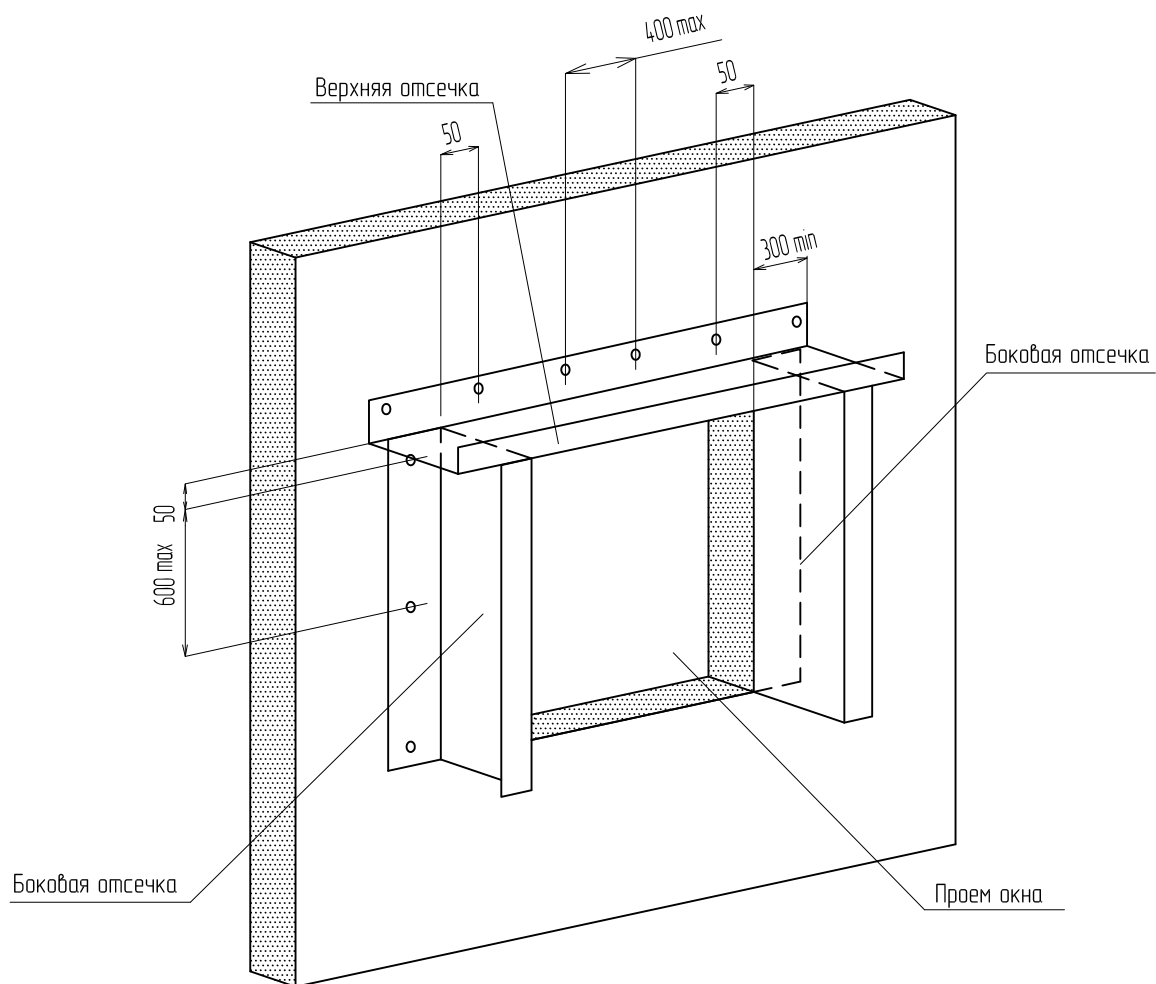


ALUTECH ALT 150 ФЦ

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК

Схема расстановки противопожарных отсечек.
Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием.
Толщина стали не менее 0,5 мм.



Отсечки указаны схематично. Детальная конфигурация отсечек указана в узлах раздела 3



ALUTECH ALT 150 ФЦ

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

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

$A, \text{ м}^2$	< 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 является 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, 11.1.18 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
$w_0, \text{ кПа}$	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85
$w_0, \text{ кг/м}^2$	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		
	А	В	С
≤ 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		
	А	В	С
≤ 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 $c_{p,+} = 1,2$.

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

Таблица Д.12

Участок	А	В	С	Д	Е
$c_{p,-}$	-2,2	-1,2	-3,4	-2,4	-1,5

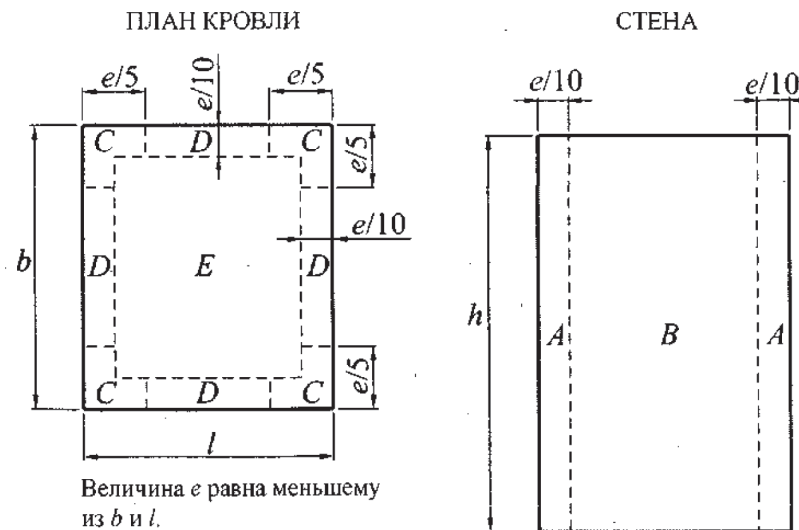


Рисунок Д.24

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	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А			
Коэф. 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	44	80		59	108		77	141		98	179		123	226		154	283		188	344		218	400				
10	51	94		69	127		90	166		115	210		145	265		181	332		220	403		256	470				
15	56	104		76	140		100	183		126	231		159	292		199	365		243	445		282	518				
20	60	110		82	150		106	195		135	247		170	312		213	390		259	474		301	552				
25	64	117		86	158		113	206		143	261		180	330		225	413		274	502		319	584				
30	67	122		90	165		118	216		149	273		188	345		235	431		286	525		333	611				
35	69	127		93	171		122	223		154	283		195	357		244	446		296	543		345	633				
40	71	131		97	177		126	231		159	292		201	369		252	462		306	561		357	654				
45	73	135		99	182		129	237		164	301		207	380		259	475		315	578		367	673				
50	75	138		102	187		133	244		169	309		213	390		266	488		324	594		377	691				
55	77	141		104	191		136	250		172	316		218	399		272	499		331	607		386	707				
60	79	145		107	196		139	255		176	323		223	408		278	510		339	621		395	723				
65	80	147		109	199		142	260		180	329		227	416		284	520		345	633		402	737				
70	82	150		111	203		144	265		183	335		231	423		289	529		351	644		409	750				
75	83	153		113	207		147	269		186	341		235	431		294	539		358	655		416	763				
80	84	155		114	209		149	273		189	346		238	437		298	546		363	665		422	774				
85	86	157		116	213		152	278		192	352		242	445		303	556		369	676		429	787				
90	87	160		118	216		154	282		195	357		246	451		307	563		374	685		435	798				
95	88	162		119	219		156	285		197	362		249	457		311	571		379	694		441	809				
100	89	164		121	222		158	289		200	366		252	463		315	578		384	704		447	819				
105	91	166		123	225		160	293		202	371		256	469		320	586		389	713		453	830				
110	91	168		124	227		161	296		204	375		258	473		323	591		393	720		457	838				
115	93	170		125	230		163	300		207	379		261	479		327	599		398	729		463	849				
120	93	171		126	232		165	302		209	383		264	484		330	605		401	736		467	857				
125	94	173		128	234		166	305		211	387		266	488		333	610		405	743		472	865				
130	95	175		129	237		169	309		213	391		270	494		337	618		410	752		477	875				
135	96	177		130	239		170	312		215	395		272	499		340	624		414	759		482	883				
140	97	178		132	241		172	315		217	399		275	503		343	629		418	765		486	891				
145	98	180		133	243		173	317		219	402		277	508		346	635		421	772		491	899				
150	99	181		134	245		174	319		221	404		279	511		348	639		424	777		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 W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А			
Коэф. C _p	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2	1,2	2,2	2,2
5	32	58	58	43	79	79	56	103	103	71	130	130	90	164	164	112	205	205	136	250	250	159	291	291
10	39	72	72	53	97	97	69	126	126	87	160	160	110	202	202	138	252	252	168	307	307	195	358	358
15	44	81	81	59	109	109	78	142	142	98	180	180	124	228	228	155	284	284	189	346	346	220	403	403
20	48	88	88	65	119	119	85	155	155	107	197	197	136	249	249	170	311	311	206	378	378	240	440	440
25	52	94	94	70	128	128	91	167	167	115	211	211	145	267	267	182	333	333	221	406	406	258	472	472
30	54	100	100	74	135	135	96	176	176	122	223	223	154	282	282	192	352	352	234	429	429	272	499	499
35	57	105	105	77	142	142	101	185	185	128	234	234	161	295	295	201	369	369	245	449	449	285	523	523
40	59	109	109	80	147	147	105	192	192	133	243	243	168	307	307	210	384	384	255	468	468	297	544	544
45	62	113	113	84	153	153	109	200	200	138	253	253	174	319	319	218	399	399	265	486	486	309	566	566
50	64	117	117	86	158	158	113	206	206	143	261	261	180	330	330	225	413	413	274	502	502	319	584	584
55	66	120	120	89	163	163	116	212	212	146	268	268	185	339	339	231	424	424	281	516	516	328	600	600
60	68	124	124	91	168	168	119	219	219	151	277	277	191	350	350	238	437	437	290	532	532	338	619	619
65	69	127	127	94	172	172	122	224	224	155	284	284	196	359	359	245	448	448	298	545	545	346	635	635
70	71	130	130	96	176	176	125	229	229	158	290	290	200	366	366	250	458	458	304	557	557	354	649	649
75	72	133	133	98	180	180	128	235	235	162	297	297	205	375	375	256	469	469	311	571	571	362	665	665
80	74	136	136	100	183	183	130	239	239	165	303	303	209	383	383	261	478	478	318	582	582	370	678	678
85	75	138	138	102	187	187	133	244	244	169	309	309	213	390	390	266	488	488	324	594	594	377	691	691
90	77	140	140	104	190	190	135	248	248	171	314	314	216	396	396	270	495	495	329	603	603	383	702	702
95	78	143	143	106	194	194	138	252	252	174	320	320	220	404	404	275	505	505	335	614	614	390	715	715
100	79	145	145	107	196	196	140	256	256	177	325	325	224	410	410	279	512	512	340	623	623	396	726	726
105	81	148	148	109	200	200	142	261	261	180	331	331	228	417	417	285	522	522	346	635	635	403	739	739
110	82	150	150	111	203	203	144	265	265	183	335	335	231	423	423	289	529	529	351	644	644	409	750	750
115	83	152	152	112	206	206	146	268	268	185	340	340	234	430	430	293	537	537	356	653	653	415	761	761
120	84	154	154	114	209	209	148	272	272	188	345	345	238	436	436	297	544	544	361	662	662	421	771	771
125	85	156	156	115	212	212	151	276	276	191	350	350	241	442	442	301	552	552	366	672	672	427	782	782
130	86	158	158	117	214	214	152	279	279	193	353	353	243	446	446	304	558	558	370	678	678	431	790	790
135	87	160	160	118	217	217	154	283	283	195	358	358	247	452	452	308	565	565	375	688	688	437	801	801
140	89	162	162	120	220	220	156	286	286	198	363	363	250	458	458	312	573	573	380	697	697	443	811	811
145	89	164	164	121	222	222	158	289	289	200	366	366	252	463	463	315	578	578	384	704	704	447	819	819
150	90	165	165	122	224	224	159	292	292	202	370	370	255	467	467	319	584	584	388	710	710	451	827	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 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 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 W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А
Коэф. С _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	26	47		35	64		45	83		57	105		72	133		90	166		110	202		128	235	
10	32	59		44	80		57	105		72	132		91	167		114	209		139	254		162	296	
15	37	68		50	92		66	121		83	153		105	193		132	241		160	293		186	342	
20	41	75		56	102		72	133		92	168		116	212		145	266		176	323		205	376	
25	45	82		60	111		79	144		100	183		126	231		157	288		191	351		223	408	
30	47	87		64	118		84	154		106	194		134	246		167	307		204	374		237	435	
35	50	92		68	124		88	162		112	205		141	259		177	324		215	394		250	459	
40	53	97		71	131		93	170		118	216		149	273		186	341		226	415		263	483	
45	55	101		74	137		97	178		123	226		155	285		194	356		236	433		275	504	
50	57	105		77	142		101	185		128	234		161	295		201	369		245	449		285	523	
55	59	108		80	147		104	191		132	242		167	306		209	382		254	465		296	542	
60	61	112		82	151		107	197		136	249		172	315		215	394		261	479		304	558	
65	63	115		85	156		111	203		141	258		178	326		222	407		270	495		314	576	
70	65	118		87	160		114	209		144	265		182	335		228	418		278	509		323	592	
75	66	121		89	164		117	214		148	271		187	342		233	428		284	520		330	606	
80	68	124		92	168		120	219		152	278		192	351		239	439		291	534		339	622	
85	69	127		94	172		122	224		155	284		196	359		245	448		298	545		346	635	
90	71	130		96	176		125	229		158	290		200	366		250	458		304	557		354	649	
95	72	132		98	179		127	234		161	296		204	374		255	467		310	568		361	662	
100	74	135		100	183		130	238		165	302		208	381		260	477		316	580		368	675	
105	75	138		102	186		133	243		168	308		212	389		265	486		323	591		376	689	
110	76	140		103	189		135	247		171	313		215	395		269	494		328	600		381	699	
115	78	143		105	193		137	251		174	319		219	402		274	503		334	612		389	713	
120	79	145		107	196		139	255		176	323		223	408		278	510		339	621		395	723	
125	80	147		108	199		141	259		179	328		226	414		283	518		344	630		400	734	
130	81	149		110	202		143	263		182	333		229	420		287	526		349	639		406	745	
135	82	151		111	204		145	267		184	338		233	426		291	533		354	649		412	755	
140	84	153		113	207		147	270		187	342		236	433		295	541		359	658		418	766	
145	85	155		115	210		149	274		189	347		239	439		299	548		364	667		424	777	
150	86	157		116	213		152	278		192	352		242	445		303	556		369	676		429	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 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).

Гололедные нагрузки

Согласно 12.2 СП20.13330.2011 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			
	I 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, z приложения Ж	35
300	20	То же	То же, по карте 4. d	45
400	25	»	» по карте 4, e	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 двухстороннего 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.

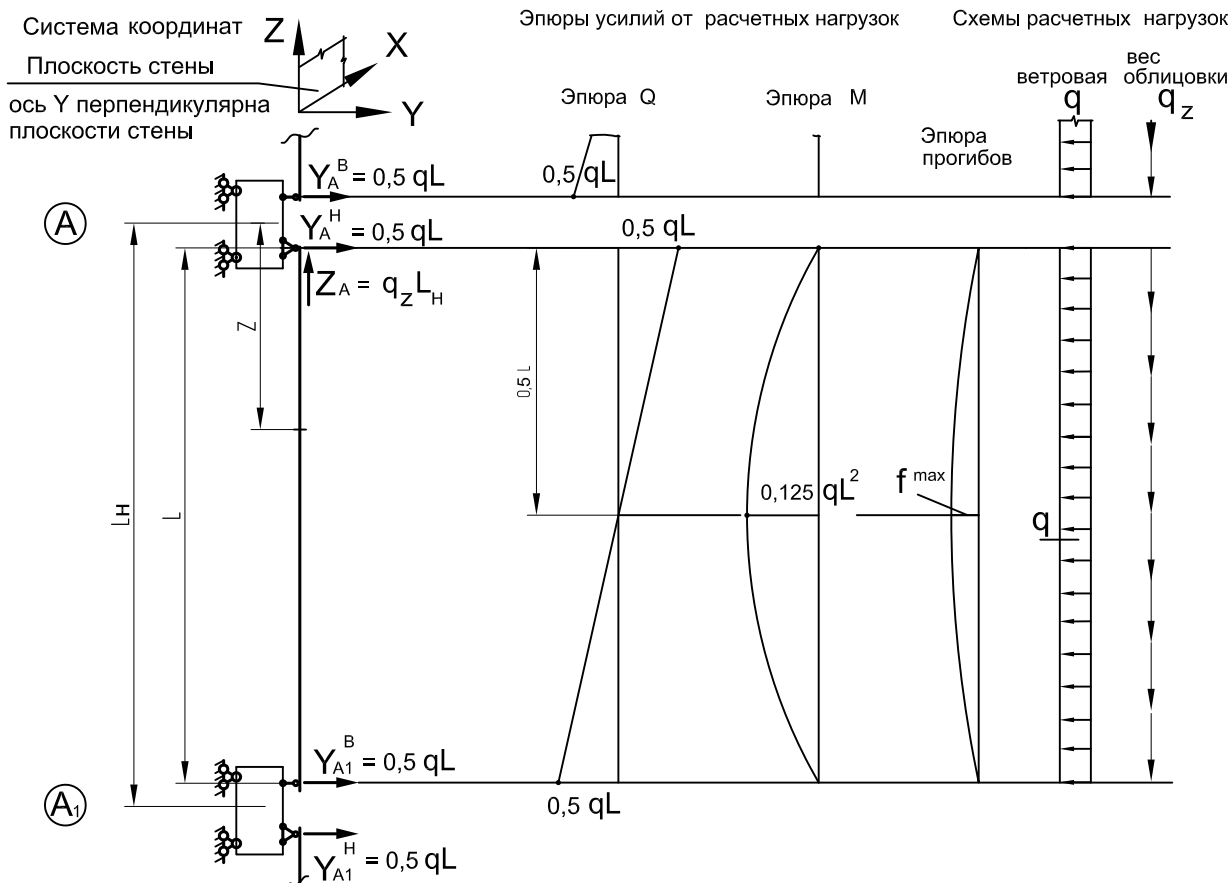


ALUTECH ALT 150 ФЦ

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).

$$q = p \cdot B$$

$$q_z = p_z \cdot B$$

$$q^n = q / K_n^B$$

$$q_z^n = q_z / K_n^{CB}$$

здесь: p - расчетная ветровая нагрузка, кг/м²
 p_z - расчетная от веса облицовки и гололедной нагрузки, кг/м²
 K_n^B - коэффициент перегрузки для ветровой нагрузки, принимается равным 1,4
 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:

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

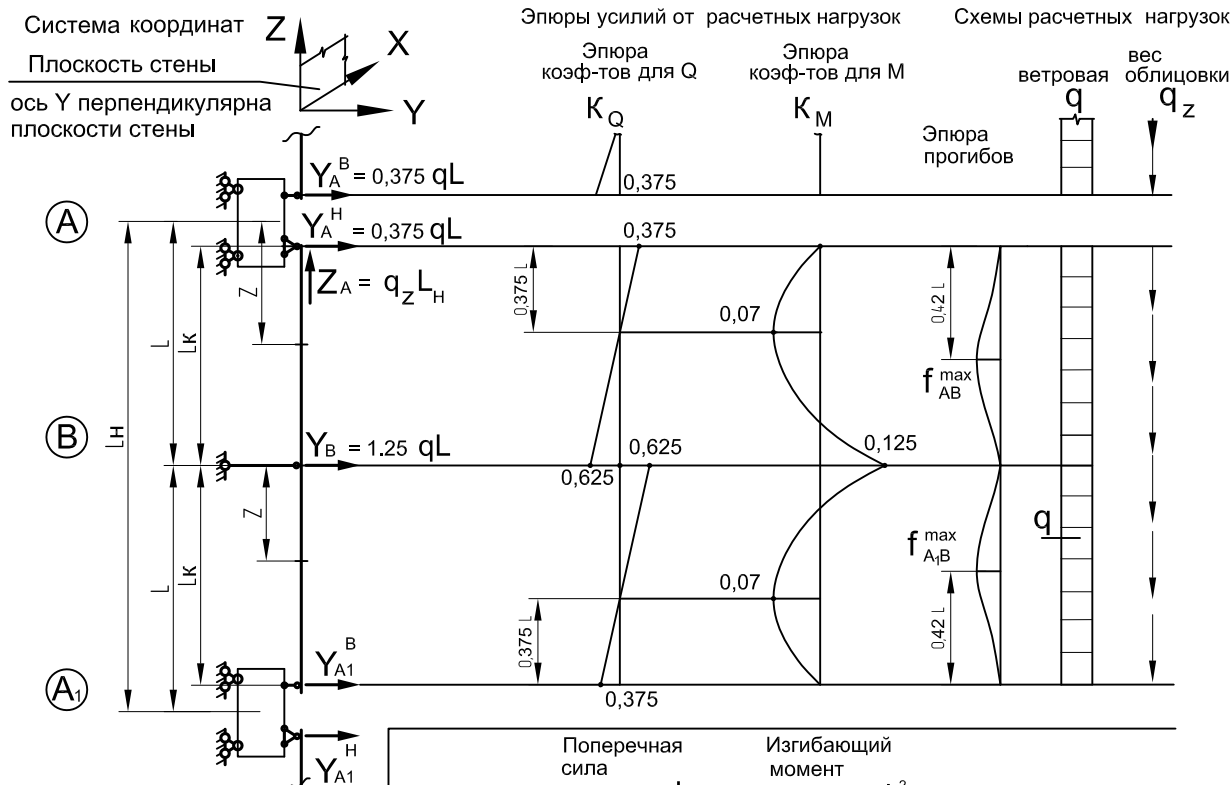
Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости E = 0,7 · 10⁶ кг/см². При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

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

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

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими:
 qⁿ - нормативная ветровая, кг/м
 L - пролет, м
 I_x - момент инерции, см⁴

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



Принятые обозначения:

- Q - расчетная ветровая нагрузка на единицу длины, кг/м
- qz - расчетная вертикальная (вес облицовки + гололедная) нагрузка на единицу длины, кг/м
- LH - длина направляющей, м
- L - длина пролета, м (пролеты принимаются равными или отличающимися не более чем на 10%, при этом Lk для упрощения принимается равным L)

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки

для пролета AB

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

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 возникающих от ветровой нормативной нагрузки (M_Bⁿ)

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

Вспомогательные схемы для расчета прогибов



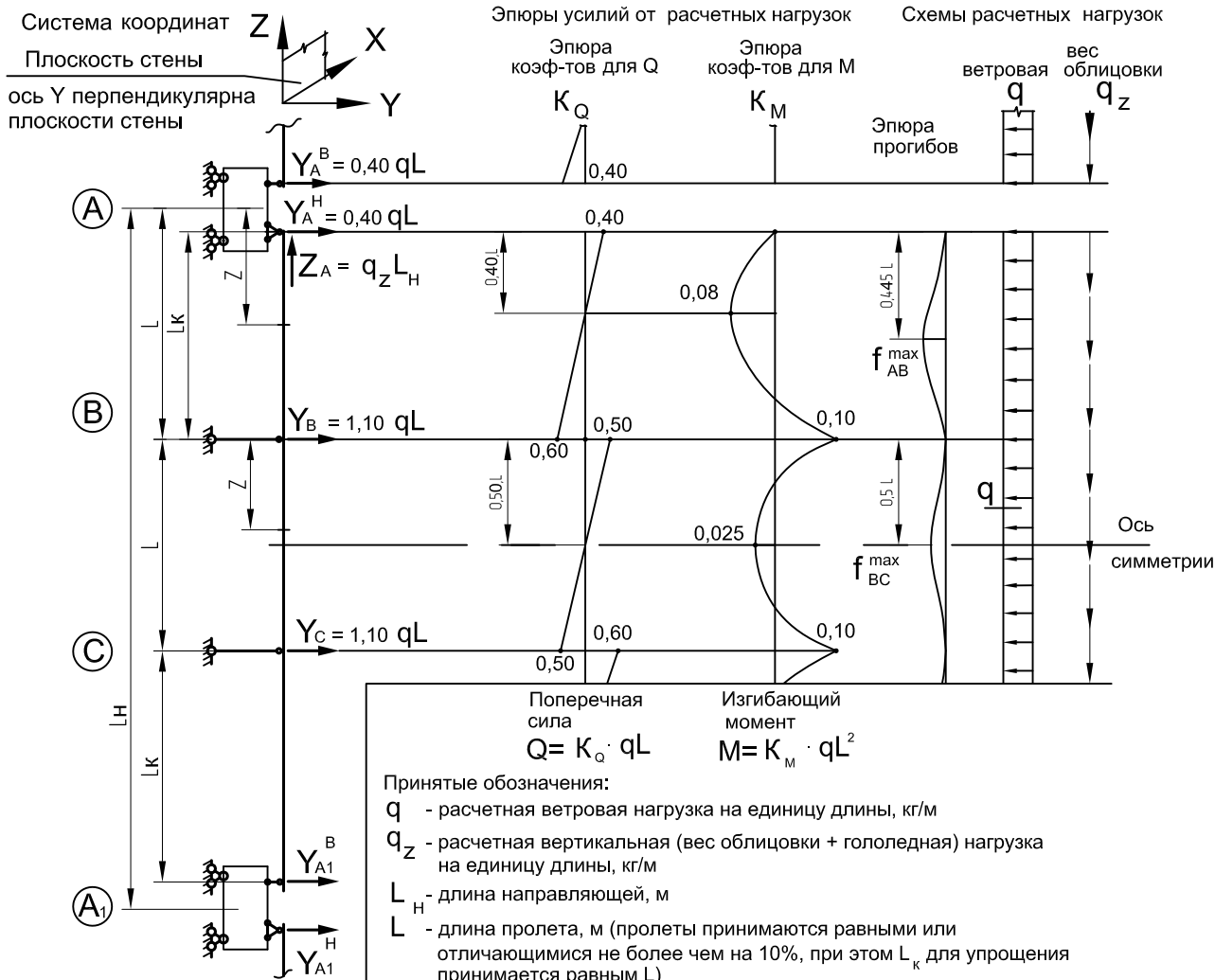
Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости E = 0,7 · 10⁶ кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

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

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

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими:
qⁿ - нормативная ветровая, кг/м
L - пролет, м
I_x - момент инерции, см⁴

Расчетная схема трехпролетная неразрезная.
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 (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 q^n ;
 $f^{Моп}$ - прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки возникающих 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 $K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$

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

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

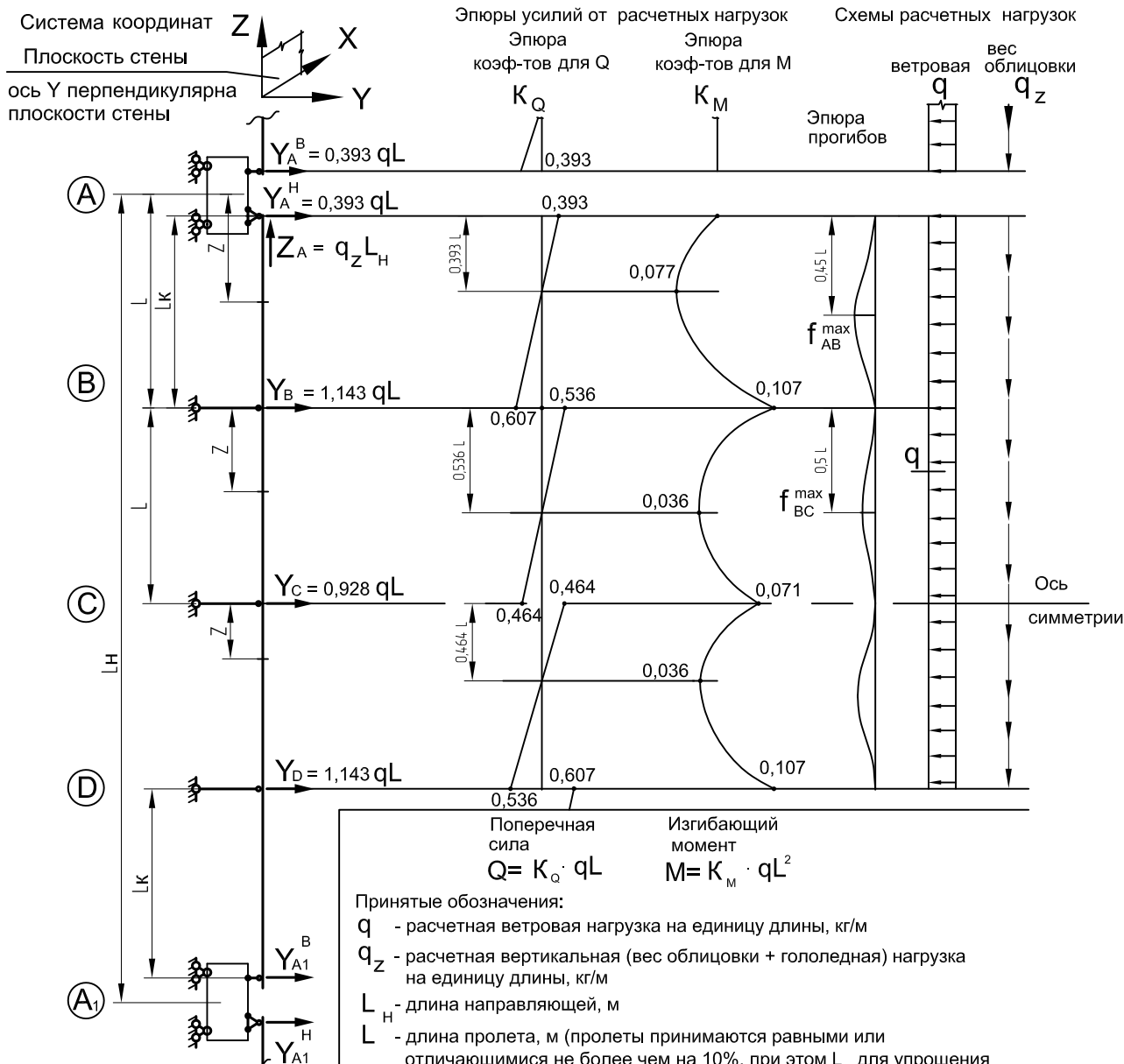
Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими

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

Вспомогательные схемы для расчета прогибов



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 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 q^n ;
 $f_{Моп}$ - прогиб в пролете разрезной балки от моментов на опорах, равных опорным моментам на соответствующих опорах неразрезной балки возникающих от ветровой нормативной нагрузки (M_B^n, M_C^n, M_D^n)

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

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

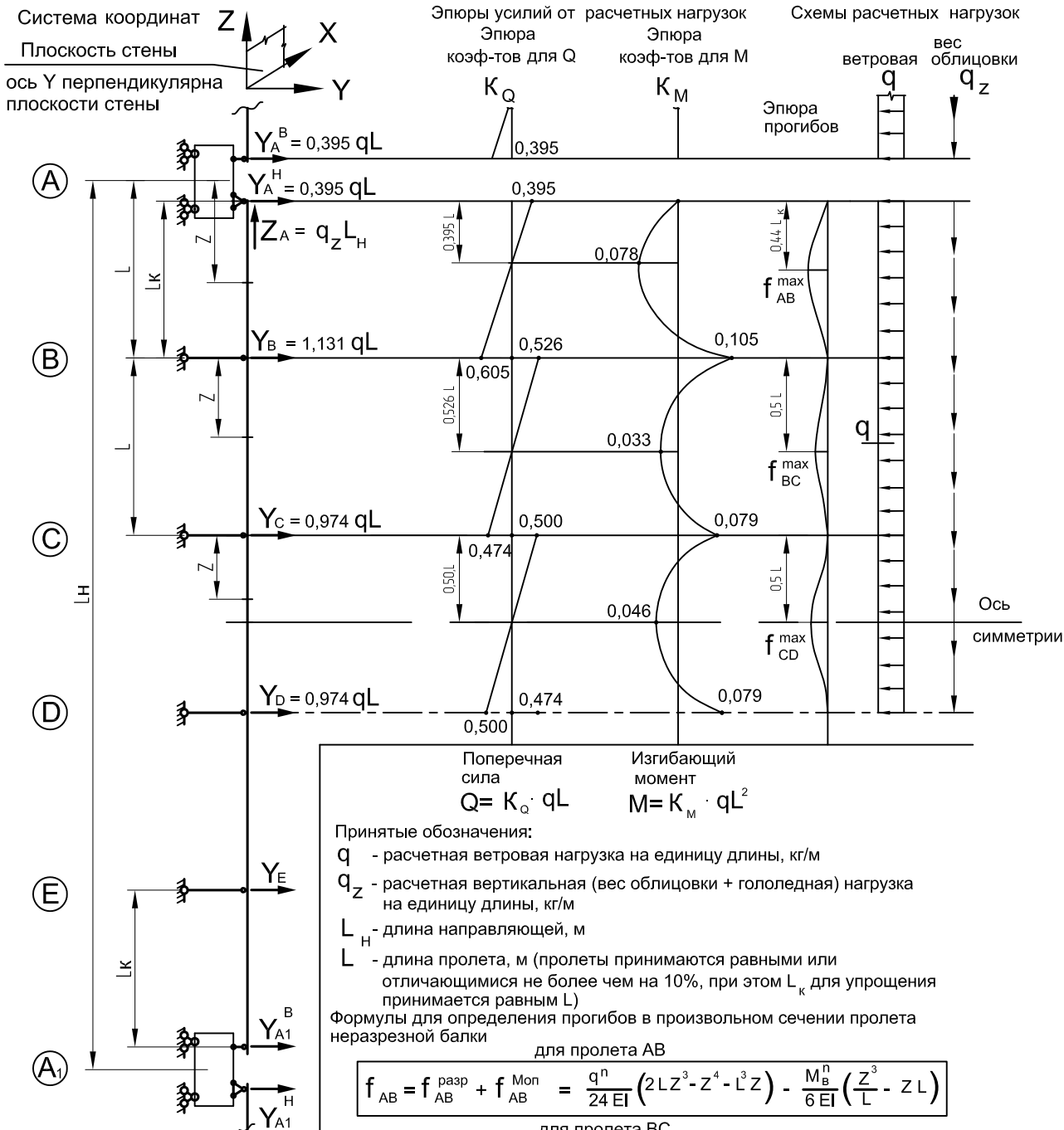
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,094 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

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

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать согласно таблице

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

Расчетная схема пятипролетная 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

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

для пролета BC

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

для пролета CD 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 возникающих 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

Размерности величин	
q^n	нормативная ветровая, кг/м
L	пролет, м
I_x	момент инерции, см ⁴

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

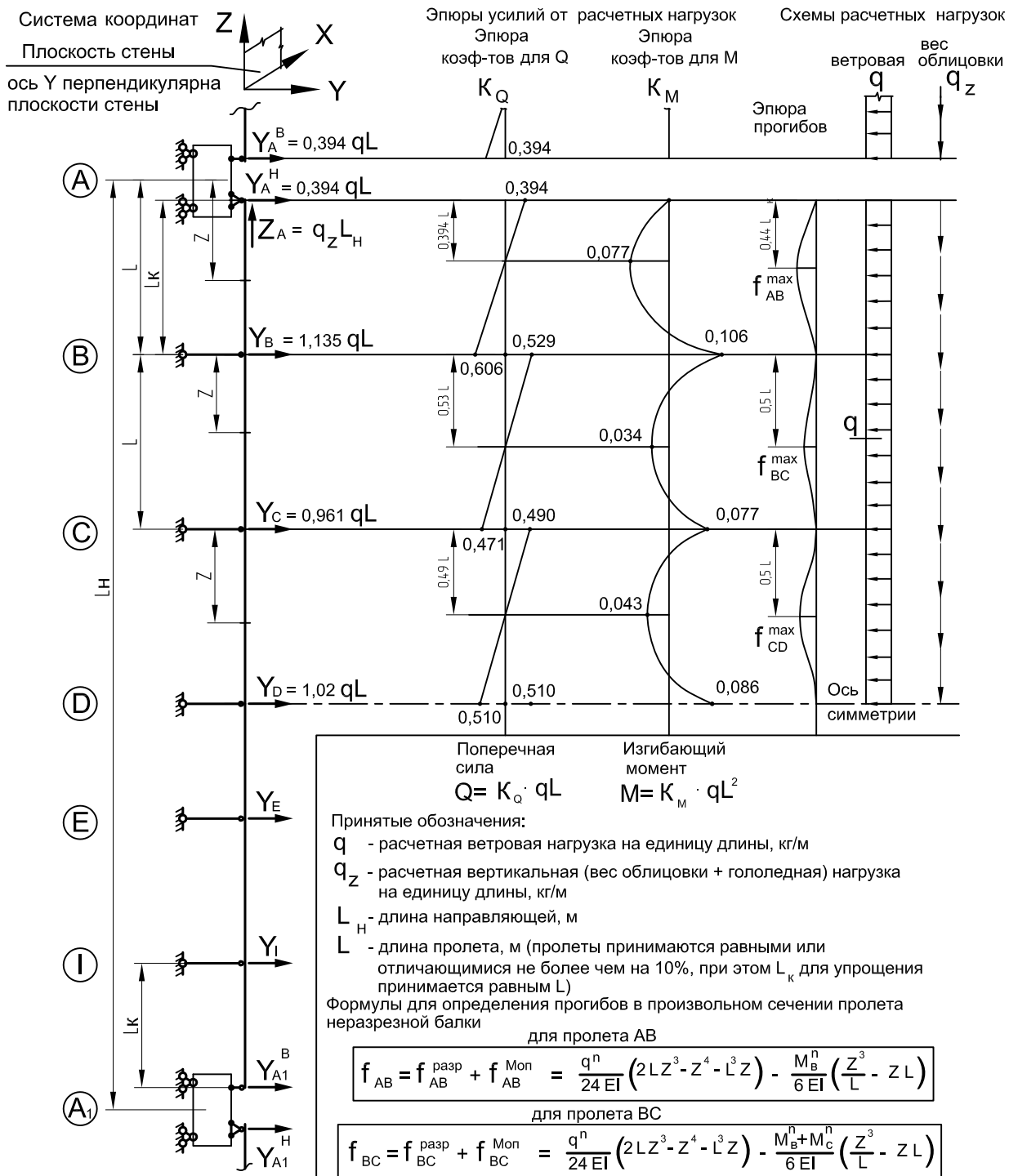
$$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$$

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

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

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

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 · 10⁶ кг/см².
При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

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

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

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

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

Размерности величин	
q ⁿ	нормативная ветровая, кг/м
L	пролет, м
I _x	момент инерции, см ⁴

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

Система координат
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

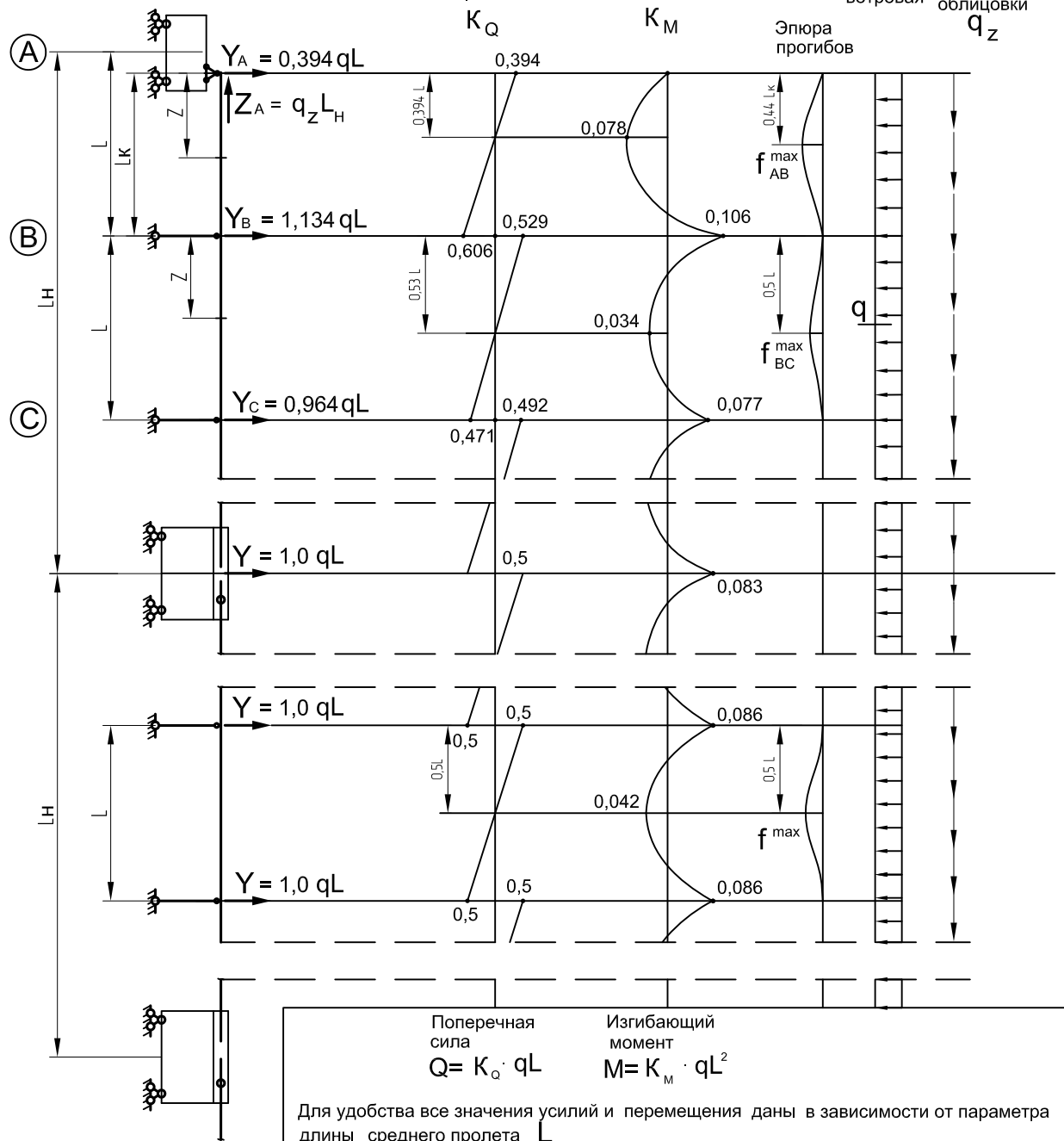
При достаточно надежном закреплении направляющих от поворота сечений в зоне стыка направляющих (на несущей опоре) эпюры имеют вид

Эпюры усилий от расчетных нагрузок

Эпюра коэф-тов для Q K_Q
Эпюра коэф-тов для M K_M

Схемы расчетных нагрузок

ветровая
вес облицовки q_z



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

Частные формулы для определения прогибов

1-й пролет	2-й пролет	рядовой пролет
$f_{AB}^{max} = \frac{0,096 \cdot q^n L^4}{I_x}$ мм	$f_{BC}^{max} = \frac{0,023 \cdot q^n L^4}{I_x}$ мм	$f^{max} = \frac{0,038 \cdot q^n L^4}{I_x}$ 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 $E = 0,7 \cdot 10^6$ 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 $\frac{f^{\max}}{L} = \frac{1}{K_{\Pi}}$, где K_{Π} - коэффициент относительного прогиба. K_{Π} для ветфасадов принимается обычно 200

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

Опорные реакции от действия ветровой нагрузки

На несущей опоре $-Y_A$	$Y_A = 0,5 \cdot q L$	$Y_A = 0,375 \cdot q L$	$Y_A = 0,4 \cdot q L$
На второй опоре $-Y_B$	—	$Y_B = 1,25 \cdot q L$	$Y_B = 1,15 \cdot q L$

При достаточно надежном закреплении направляющих от поворота сечений в зоне стыка направляющей усилия и перемещения во всех пролетах, кроме двух крайних будут одинаковыми и равными соответственно:

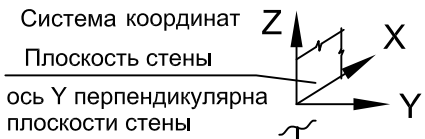
пролетный момент $M = 0,042 qL^2$	момент на опоре $M = 0,086 qL^2$	поперечная сила $Q = 0,5 qL$	опорная реакция $Y = 1,0 qL$	относительный прогиб $\frac{f^{\max}}{L} = \frac{0,038 \cdot q^n L^3}{I_x}$
--------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------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

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

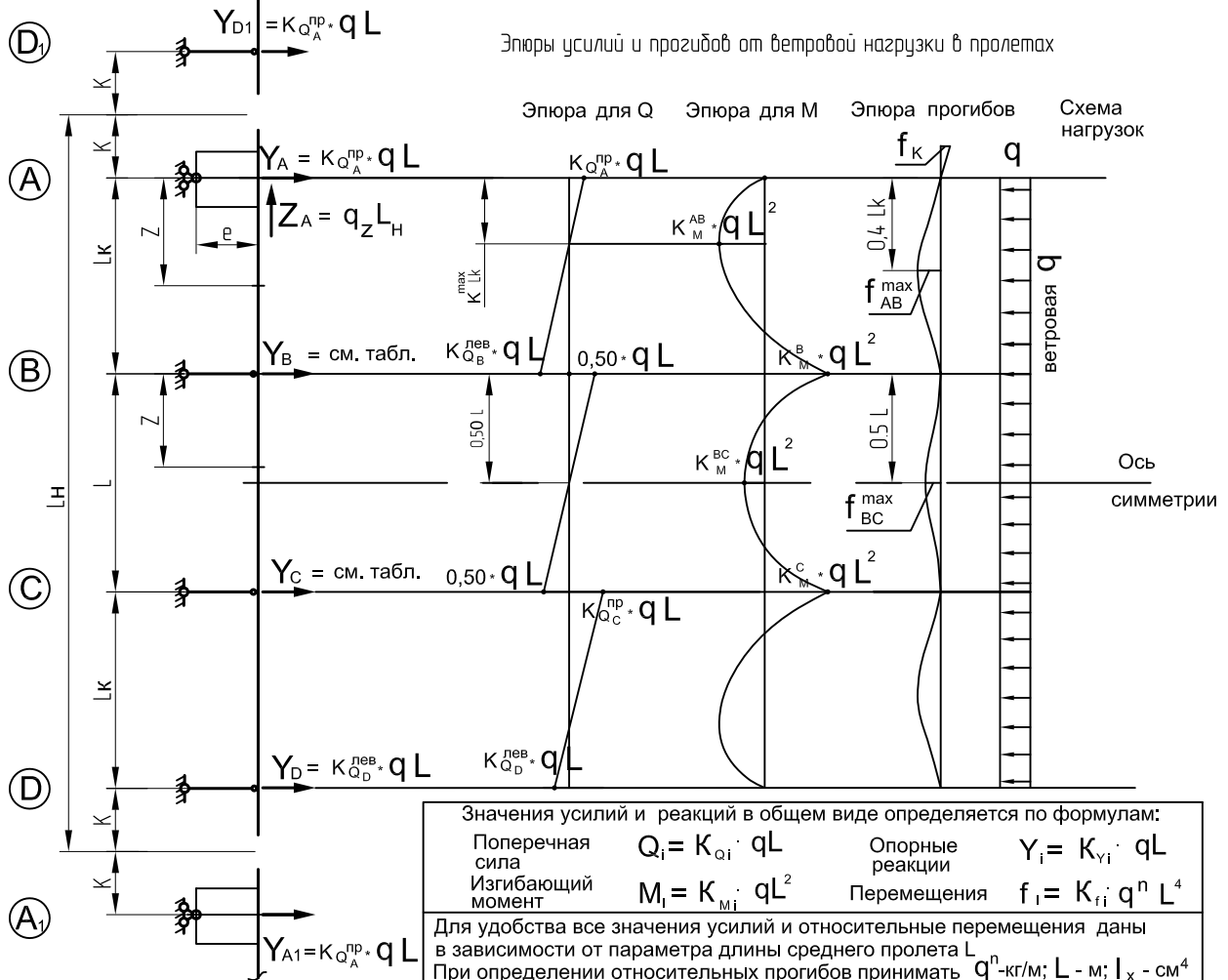
Как видно из формул, многопролетная схема с защемлением направляющей в стыках имеет наибольшую несущую способность по прочности и жесткости. Для надежного защемления направляющей следует использовать несистемный зацеп длиной до 250 мм. Для выравнивания моментов и прогибов в крайних пролетах с рядовыми пролетами следует принимать крайние пролеты короче примерно на 20%. Более детально см. л. 08.21. 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 - расчетное ветровая нагрузка, кг/м	Q - поперечная сила, кг	
R - расчетное сопротивление, кг/см ²	Y - опорная реакция, кг	
W_x - момент сопротивления напр., см ³	Относительный прогиб - величина безразмерная	
I_x - момент инерции напр., 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.



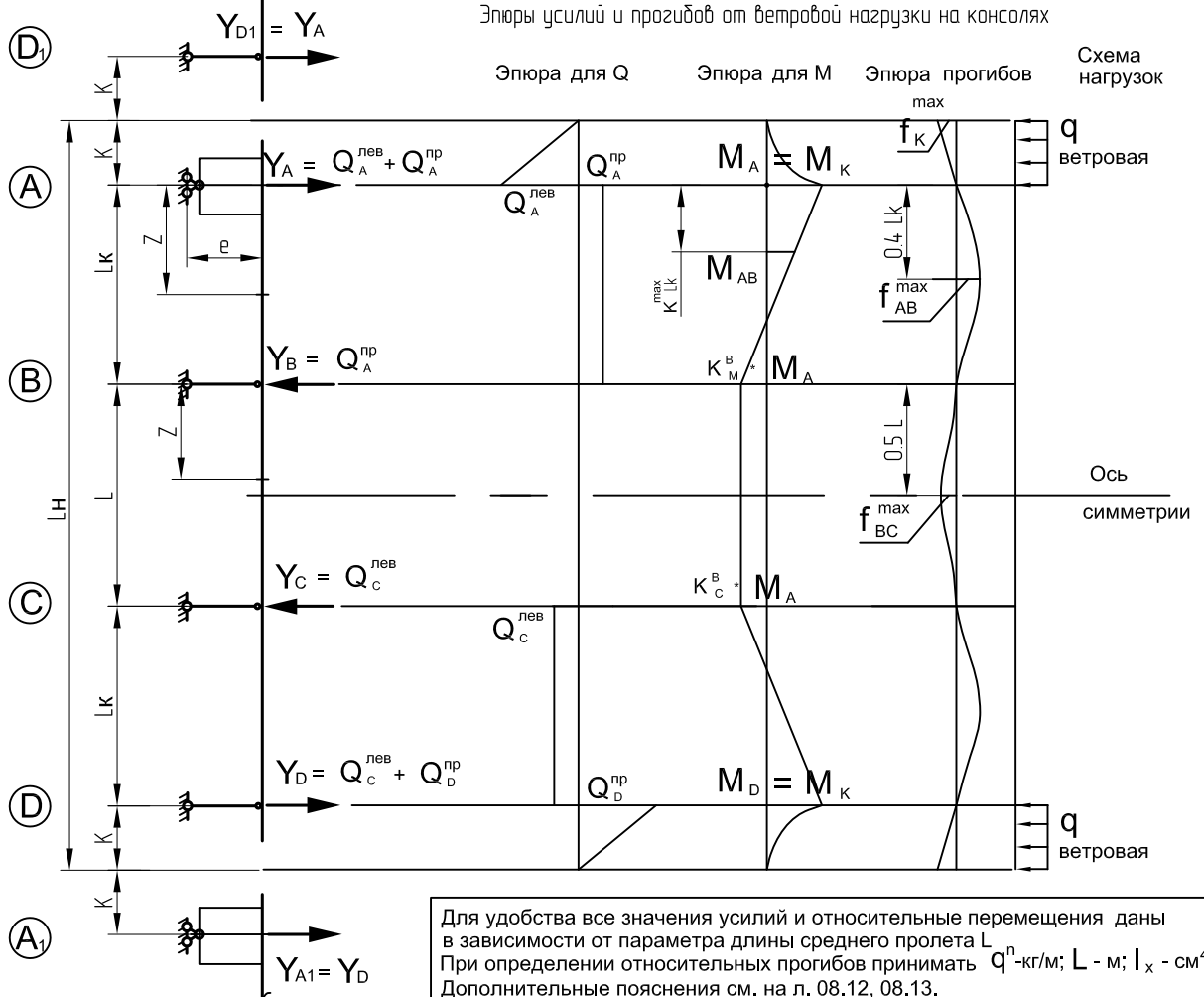
Значения усилий и реакций в общем виде определяется по формулам:
 Поперечная сила $Q_i = K_{Qi} \cdot qL$ Опорные реакции $Y_i = K_{Yi} \cdot qL$
 Изгибающий момент $M_i = K_{Mi} \cdot qL^2$ Перемещения $f_i = K_{fi} \cdot q^n L^4$
 Для удобства все значения усилий и относительные перемещения даны в зависимости от параметра длины среднего пролета L .
 При определении относительных прогибов принимать q^n -кг/м; L - м; I_x - см⁴
 Дополнительные пояснения см. на л. 08.12, 08.13.

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	$Y_A = Y_D$	$K_{ji} \cdot qL$	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
относительные перемещения	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)

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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.

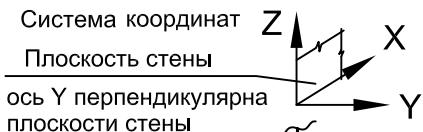


Для удобства все значения усилий и относительные перемещения даны в зависимости от параметра длины среднего пролета L . При определении относительных прогибов принимать q^n -кг/м; L - м; I_x - см⁴.
Дополнительные пояснения см. на л. 08.12, 08.13.

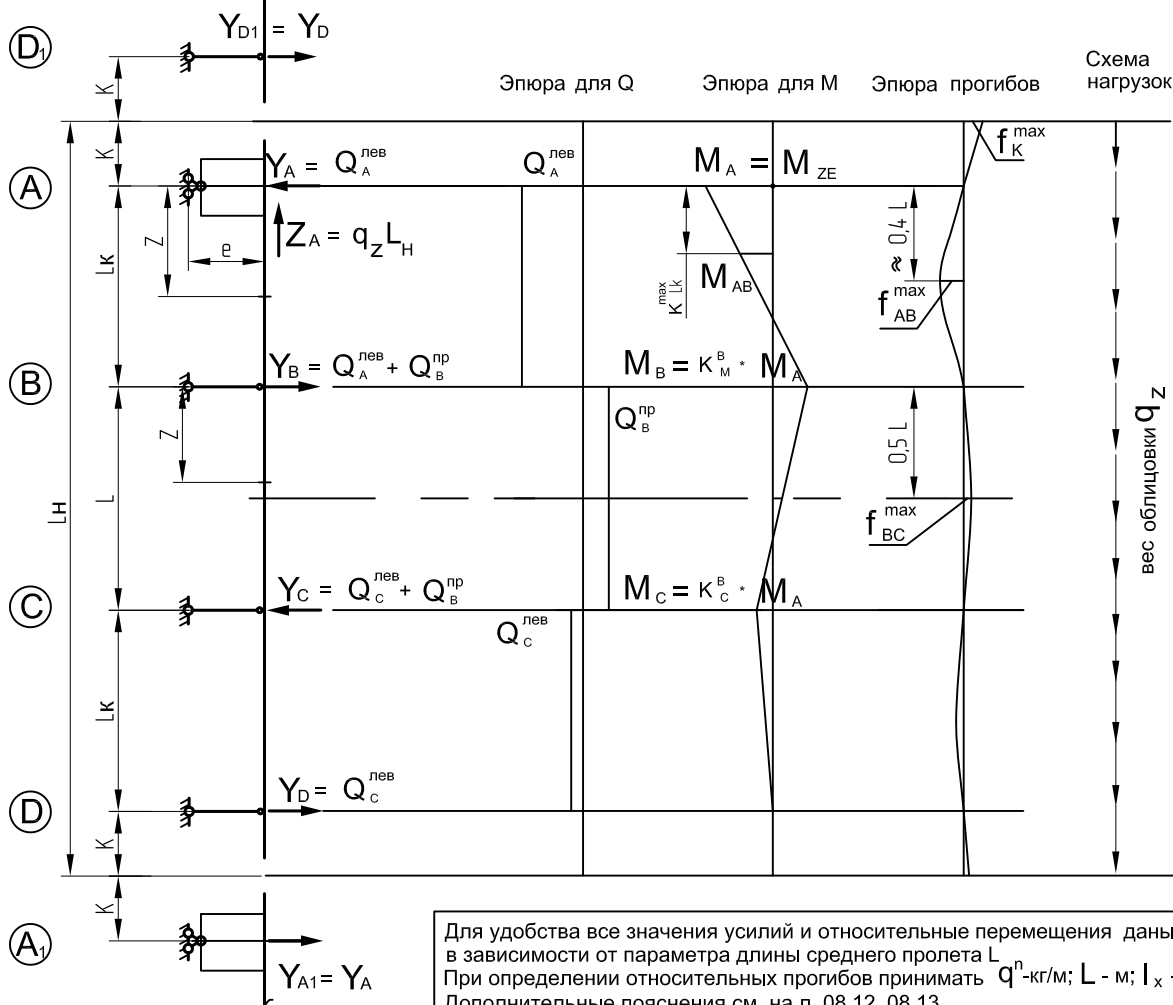
Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности $K_H = L_K / L$									
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	
			Значение коэффициента K_{ji} в общей формуле в зависимости от K_H									
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	M_K	$M_K = qK^2/2$									
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	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	
перезрез. 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. перемещения	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



Для удобства все значения усилий и относительные перемещения даны в зависимости от параметра длины среднего пролета L. При определении относительных прогибов принимать q^n -кг/м; L - м; I_x - см⁴.
Дополнительные пояснения см. на л. 08.12, 08.13.

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									
шарнирно-рамный	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	
перерез.	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	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	
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,267	1,327	1,394	1,468	1,550	1,644	1,750	1,871	2,013	
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,600	1,654	1,714	1,781	1,857	1,942	2,040	2,154	2,286	
относительн. 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 $K_H = L_k / L$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M_A = M_K = qK^2/2$$

$$M_B = K_M^B \cdot M_A$$

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

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

$$Q_A^{лев} = qK$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 соответственно

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 02.01, 03.07), 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. 02.02, 03.08)

Исходные условия: материал облицовки фиброцементная плита "Минерит" размером 1,2 x 3 м, толщиной 8 мм Плотность - 1700 кг/м³. Расположение плит - горизонтальное (схема см. лист 03.03)

высота здания 9 этажей (30м), второй ветровой район, тип местности В.

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

Методику определения нагрузок см. в разделе 7.

Согласно табл. 2 раздела 7 ветровое давление в центре и в угловой зоне $p = 96 \text{ кг/м}^2$, отсос в центре - отсос в центре $p = 96 \text{ кг/м}^2$, отсос в угловой зоне $p = 176 \text{ кг/м}^2$

Длина направляющей - 3,6 м, длина пролета - 1,2 м. Согласно таблице на листе 03.03 шаг направляющих принимается равным 0,6 м.

Расчетные ветровые нагрузки: $q = p \cdot B$			Расчетная нагрузка от веса плиты: и гололедная $q_z = p_z \cdot B$
Ветровое давление в центре здания	Ветровой отсос в центре здания	Ветровой отсос в угловой зоне	$q_z = (0,008 \cdot 1700 \cdot 1,2 + 9,6) \cdot 0,6 = 15,6 \text{ (кг/м)}$
$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ (кг/м)}$	$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ (кг/м)}$	$q = 176 \cdot 0,6 = 106 \text{ (кг/м)}$	

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

$$W_x = \frac{0,110 \cdot q \cdot L^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R} \quad W_x = \frac{0,110 \cdot 58 \cdot 1,2^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 0,807 \text{ см}^3 \quad W_x = \frac{0,110 \cdot 106 \cdot 1,2^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 1,47 \text{ см}^3$$

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

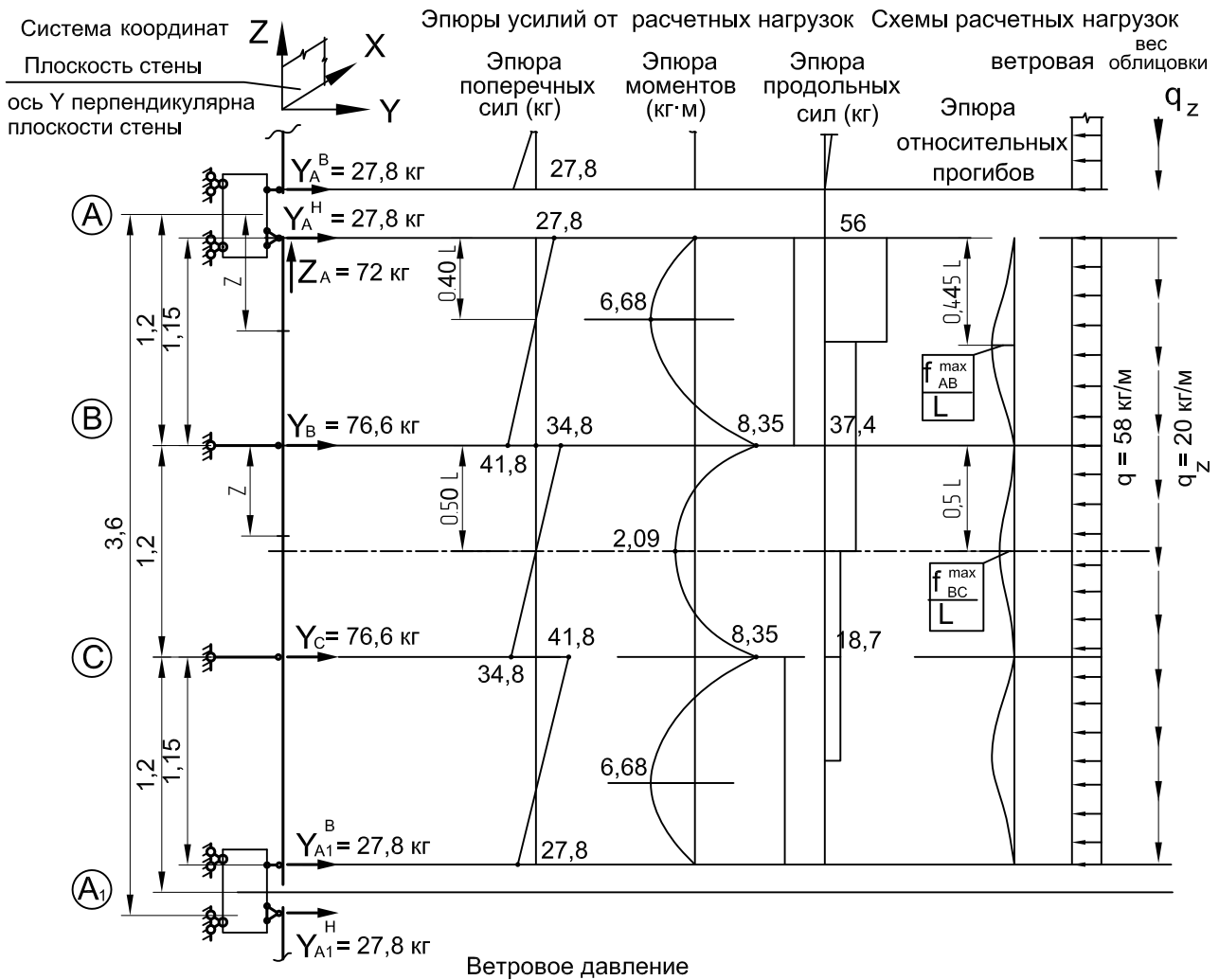
где K_{Π} - длина единичного прогиба. $\frac{f^{\max}}{L} = \frac{1}{K_{\Pi}}$, $\frac{f^{\max}}{L}$ - относительный прогиб

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

$$I_x = \frac{0,100 \cdot 200 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3}{10^3} = 1,43 \text{ см}^4 \quad I_x = \frac{0,100 \cdot 200 \cdot (106/1,4) \cdot 1,2^3}{10^3} = 2,62 \text{ см}^4$$

Полученные значения момента сопротивления и момента инерции сравниваем с расчетными значениями для направляющих, характеристики сечений приведены на листе 08.17, 08.18.

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

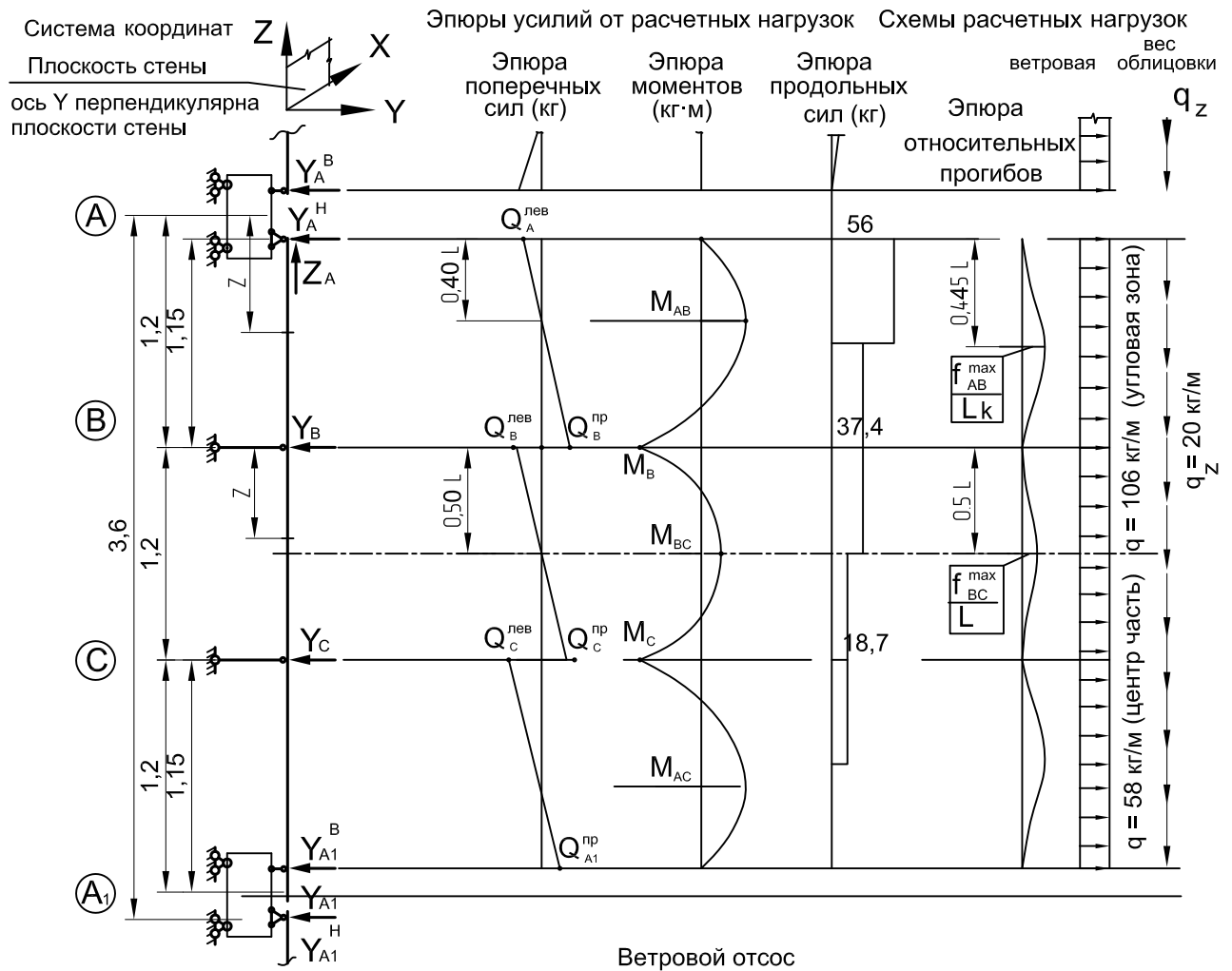


Группа	Параметр	Общая формула	Численное значение параметра
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,08 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 6,68 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,10 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 8,35 \text{ кг} \cdot \text{м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,025 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 2,09 \text{ кг} \cdot \text{м}$
опорные поперечные силы	$Q_A^{пр}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8 \text{ кг}$
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,6 \cdot 58 \cdot 1,2 = 41,8 \text{ кг}$
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,1 \cdot 58 \cdot 1,2 = 76,6 \text{ кг}$
$Z_A = q_z L_H = 15,6 \cdot 3,6 = 56 \text{ кг}$			
относит. перем.	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,100 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 7,16 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,57 \cdot 10^{-3} / I_x$

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



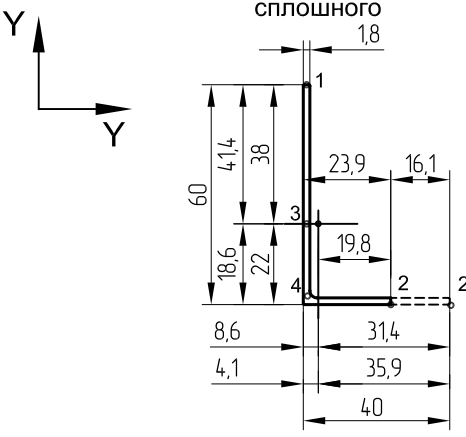
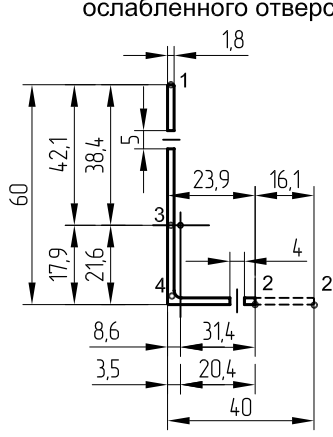
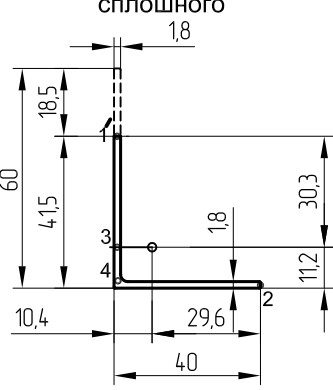

Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 58 \text{ кг/м}$	для угловой зоны при $q = 106 \text{ кг/м}$
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,08 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 6,68 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 12,21 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,10 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 8,35 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 15,26 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,025 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 2,09 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 3,82 \text{ кг}\cdot\text{м}$
опорные поперечные силы	$Q_A^{\text{лев}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8 \text{ кг}$	$= 50,8 \text{ кг}$
	$Q_B^{\text{пр}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,6 \cdot 58 \cdot 1,2 = 41,8 \text{ кг}$	$= 76,4 \text{ кг}$
	$Q_B^{\text{лев}}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8 \text{ кг}$	$= 63,6 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8 \text{ кг}$	$= 50,8 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,1 \cdot 58 \cdot 1,2 = 76,6 \text{ кг}$	$= 140,0 \text{ кг}$
$Z_A = q_z L_H = 15,6 \cdot 3,6 = 56 \text{ кг}$				
относит. перем.	$f_{AB}^{\text{max}} / L_k$	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,100 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 7,16 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 13,1 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,57 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 1,04 \cdot 10^{-3} / I_x$

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

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.150.0104	
Геометрические характеристики сечения при действии в точке 2 сжимающих напряжений	
 <p>сплошного</p>	 <p>ослабленного отверстиями</p>
$A = 1,77 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,48 \text{ см}^2$ $I_x = 6,80 \text{ см}^4$ $W_{x1} = 1,64 \text{ см}^3$ $W_{x2} = 3,66 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 5,73 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 1,51 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 2,60 \text{ см}^3$	$i_x = 1,96 \text{ см}$ $i_y = 1,19 \text{ см}$ $I_y = 2,52 \text{ см}^4$ $W_y = 0,80 \text{ см}^3$ $W_{y1} = 2,92 \text{ см}^3$ $W_{y2} = 2,92 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 0,58 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,293 \text{ см}^3$ $W_{y2}^{\text{эф}} = 1,411 \text{ см}^3$
$A = 1,61 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,32 \text{ см}^2$ $I_x = 5,95 \text{ см}^4$ $W_{x1} = 1,414 \text{ см}^3$ $W_{x2} = 3,322 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 4,93 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 1,285 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 2,279 \text{ см}^3$	$i_x = 1,96 \text{ см}$ $i_y = 1,19 \text{ см}$ $I_y = 2,39 \text{ см}^4$ $W_y = 0,76 \text{ см}^3$ $W_{y1} = 2,77 \text{ см}^3$ $W_{y2} = 2,77 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 0,405 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,199 \text{ см}^3$ $W_{y2}^{\text{эф}} = 1,151 \text{ см}^3$
Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 сжимающих напряжений*	
 <p>сплошного</p>	 <p>ослабленного отверстиями</p>
$A^{\text{эф}} = 1,44 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,49 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 0,822 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 2,226 \text{ см}^3$	$I_y^{\text{эф}} = 2,272 \text{ см}^4$ $W_{y1}^{\text{эф}} = 0,768 \text{ см}^3$ $W_{y2}^{\text{эф}} = 2,178 \text{ см}^3$
$A^{\text{эф}} = 1,28 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 1,927 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 0,615 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 1,897 \text{ см}^3$	$I_y^{\text{эф}} = 2,136 \text{ см}^4$ $W_{y1}^{\text{эф}} = 0,727 \text{ см}^3$ $W_{y2}^{\text{эф}} = 2,011 \text{ см}^3$
<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений в точке 4</p> <p>площадь отсеченной части: $A = 0,72 \text{ см}^2$</p> <p>статический момент отсеченной части относительно ц.т.</p> <p>$S_{x4} = 0,72 \cdot 1,77 = 1,27 \text{ см}^3$.</p>	

Геометрические характеристики сечений направляющих

Направляющая АУРС.150.0103	
Геометрические характеристики сечения при действии в точке 2 сжимающих напряжений	
<p>сплошного</p>	<p>ослабленного отверстиями</p>
$A = 3,22 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,89 \text{ см}^2$ $I_x = 9,31 \text{ см}^4$ $W_{x1} = 1,89 \text{ см}^3$ $W_{x2} = 8,74 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 7,16 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 1,68 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 4,09 \text{ см}^3$	$i_x = 1,70 \text{ см}$ $i_y = 2,83 \text{ см}$ $I_y = 25,89 \text{ см}^4$ $W_{y1} = 4,32 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,46 \text{ см}^4$ $W_{y1}^{\text{эф}} = 0,64 \text{ см}^3$
$A = 2,95 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,80 \text{ см}^2$ $I_x = 7,51 \text{ см}^4$ $W_{x1} = 1,50 \text{ см}^3$ $W_{x2} = 7,55 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 5,96 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 1,35 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 3,79 \text{ см}^3$	$I_y = 22,56 \text{ см}^4$ $W_y = 3,76 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,46 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,64 \text{ см}^3$
Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 сжимающих напряжений*	
<p>сплошного</p>	<p>ослабленного отверстиями</p>
$A^{\text{эф}} = 2,86 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,93 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 0,854 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 5,13 \text{ см}^3$	$I_y^{\text{эф}} = 25,89 \text{ см}^4$ $W_{y1}^{\text{эф}} = 4,32 \text{ см}^3$
$A^{\text{эф}} = 2,68 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,88 \text{ см}^4$ $W_{x1}^{\text{эф}} = 0,789 \text{ см}^3$ $W_{x2}^{\text{эф}} = 4,44 \text{ см}^3$	$I_y^{\text{эф}} = 22,56 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 4,32 \text{ см}^3$
<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений в точке 4</p> <p>площадь отсеченной части: $A = 2,16 \text{ см}^2$</p> <p>статический момент отсеченной части относительно ц.т.</p> <p>$S_{x4} = 2,16 \cdot 1,75 = 3,78 \text{ см}^3$.</p>	

Пример расчета на прочность и жесткость

Для направляющих 150.0104 л.08.17 и 150.0103 л. 08.18 приведены геометрические характеристики сплошного и ослабленного отверстиями под крепежные элементы сечений с учетом гарантированного обеспечения местной устойчивости стенки и полки сечения при действии сжимающих напряжений при изгибе согласно СП 128.13330-2012 "Алюминиевые конструкции" и рекомендациям ЦНИИПСК им. Мельникова.

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

Как видно, для сечения направляющей типа 150.0104 $W_x^{эф} = 0,822 \text{ см}^3$, 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, 08.16.

Согласно пункта 7.4.1 СП 128.13330-2012

$$\left(\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{I_{xn}} \cdot y \pm \frac{M_y}{I_{yn}} \cdot x \right) / (R \cdot \gamma_c) \leq 1$$

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)

С учетом того, что $\frac{M_x}{I_{xn}} \cdot y = W_x$ и момент, действующий в плоскости ZOX (в плоскости облицовки) принимаем равным нулю (боковым ветровым воздействием на облицовку пренебрегаем), можно записать

$$\left(\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_x} \right) \leq (R \cdot \gamma_c)$$

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).

Тогда для направляющей 150.0104 условие прочности в точке 1' сечения будет:

$$\sigma_{1'} = \left(\frac{37,4}{1,61} - \frac{8,35 \cdot 10^2}{0,822} \right) = 23 - 1016 = -993 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

В данном случае при растяжении принимаем площадь с учетом ослаблений отверстиями $A = 1,61 \text{ см}^2$
Момент сопротивления принимаем $W_{x1}^{эф} = 0,822 \text{ см}^3$ определенный с учетом редукиции стенки, но без учета ослабления сечения отверстиями (отверстия считаются заполненными)

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2 = \frac{37,4}{1,61} + \frac{8,35 \cdot 10^2}{1,897} = 23 + 440 = 463 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

В данном случае момент сопротивления принимаем $W_{x2}^{эф} = 1,897 \text{ см}^3$ вычисленного с учетом редукиции стенки и ослабления полки отверстиями под кляммеры в зоне растягивающих напряжений

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 момент сопротивления принимаем $W_{X1}^{эф} = 0,822 \text{ см}^3$

Тогда для направляющей 150.0104 максимальные нормальные напряжения в точке 1 равны:

$$\sigma_1^{AB} = \frac{56}{1,61} - \frac{6,68 \cdot 10^2}{0,822} = 34,8 - 812 = -847 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq -1340 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны

$$\sigma_2^{AB} = \frac{56}{1,61} + \frac{6,68 \cdot 10^2}{1,897} = 34,8 + 352 = 387 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

На опоре В изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки растягивающие напряжения.

В полке профиля действует сжимающее напряжение. С учетом редукиции полки, для точки 1 в стенке где действуют растягивающие напряжения принимаем $W_{X1}^{эф} = 1,285 \text{ см}^3$ (с учетом ослаблений в растянутой зоне). В полке, где действуют сжимающие напряжения $W_{X2}^{эф} = 2,60 \text{ см}^3$ без учета ослаблений.

$$\sigma_1^B = \frac{37,4}{1,61} + \frac{8,35 \cdot 10^2}{1,285} = 23 + 584 = 607 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{37,4}{1,61} - \frac{8,35 \cdot 10^2}{2,60} = 23 - 207 = -184 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Повторим вычисления для угловой зоны.

$$\sigma_1^{AB} = \frac{56}{1,61} - \frac{12,21 \cdot 10^2}{0,822} = 34,8 - 1485 = -1450 \text{ (кг/см}^2\text{)} > -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

сечение не проходит по прочности.

$$\sigma_2^{AB} = \frac{56}{1,61} + \frac{12,21 \cdot 10^2}{1,897} = 34,8 + 643 = 678 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_1^B = \frac{37,4}{1,61} + \frac{15,26 \cdot 10^2}{1,285} = 23 + 1188 = 1210 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{37,4}{1,61} - \frac{15,26 \cdot 10^2}{2,60} = 23 - 587 = -564 \text{ (кг/см}^2\text{)} < -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

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 $W_X^{эф}$ для четырехпролетной схемы при $L_H = 3,6 \text{ м}$, длина пролета - 0,9 м, по формулам для четырехпролетной схемы:

$$W_X = \frac{0,077 \cdot qL^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot R} = \frac{0,077 \cdot 106 \cdot 0,9^2 \cdot 10^2}{0,85 \cdot 1340} = 0,58 \text{ (см}^3\text{)}$$

Пример расчета на прочность и жесткость

В данном случае момент принимался максимальный 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. 08.22. Формулы для расчета и числовые коэффициенты приведены на листе 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 $W_{x1}^{эф} = 0,822$ см³

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

$$\sigma_1^{AB} = \frac{56}{1,61} - \frac{9,14 \cdot 10^2}{0,822} = 34,8 - 1112 = -1077 \text{ (кг/см}^2\text{)} < -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2^{AB} = \frac{56}{1,61} + \frac{9,14 \cdot 10^2}{1,897} = 34,8 + 482 = 517 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

На опоре В изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки растягивающие напряжения. В полке профиля действует сжимающее напряжение. С учетом редукиции полки, для точки 1 в стенке где действуют растягивающие напряжения принимаем $W_{x1}^{эф} = 1,285$ см³ (с учетом ослаблений в растянутой зоне). В полке, где действуют сжимающие напряжения $W_{x2}^{эф} = 2,60$ см³ без учета ослаблений.

$$\sigma_1^B = \frac{37,4}{1,61} + \frac{17,0 \cdot 10^2}{1,285} = 23 + 1323 = 1346 \text{ (кг/см}^2\text{)} > 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

Превышение напряжений составит $(6/1340) \times 100 = 0,5\%$, что допустимо.

$$\sigma_2^B = \frac{37,4}{1,61} - \frac{17,0 \cdot 10^2}{2,60} = 23 - 653 = -630 \text{ (кг/см}^2\text{)} < -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Как видно, в угловой зоне при данных параметрах схемы направляющей условие прочности выполняется

Проверка жесткости. Как правило, в многопролетных схемах, при длинах 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. 08.22 для угловой зоны. Как видно из таблицы, максимальный относительный прогиб возникает в среднем пролете и равен:

$$f_{BC}^{max} / L = 8,30 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 8,30 \cdot 10^{-3} / 2,49 = 3,33 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{300} < \frac{1}{200}$$

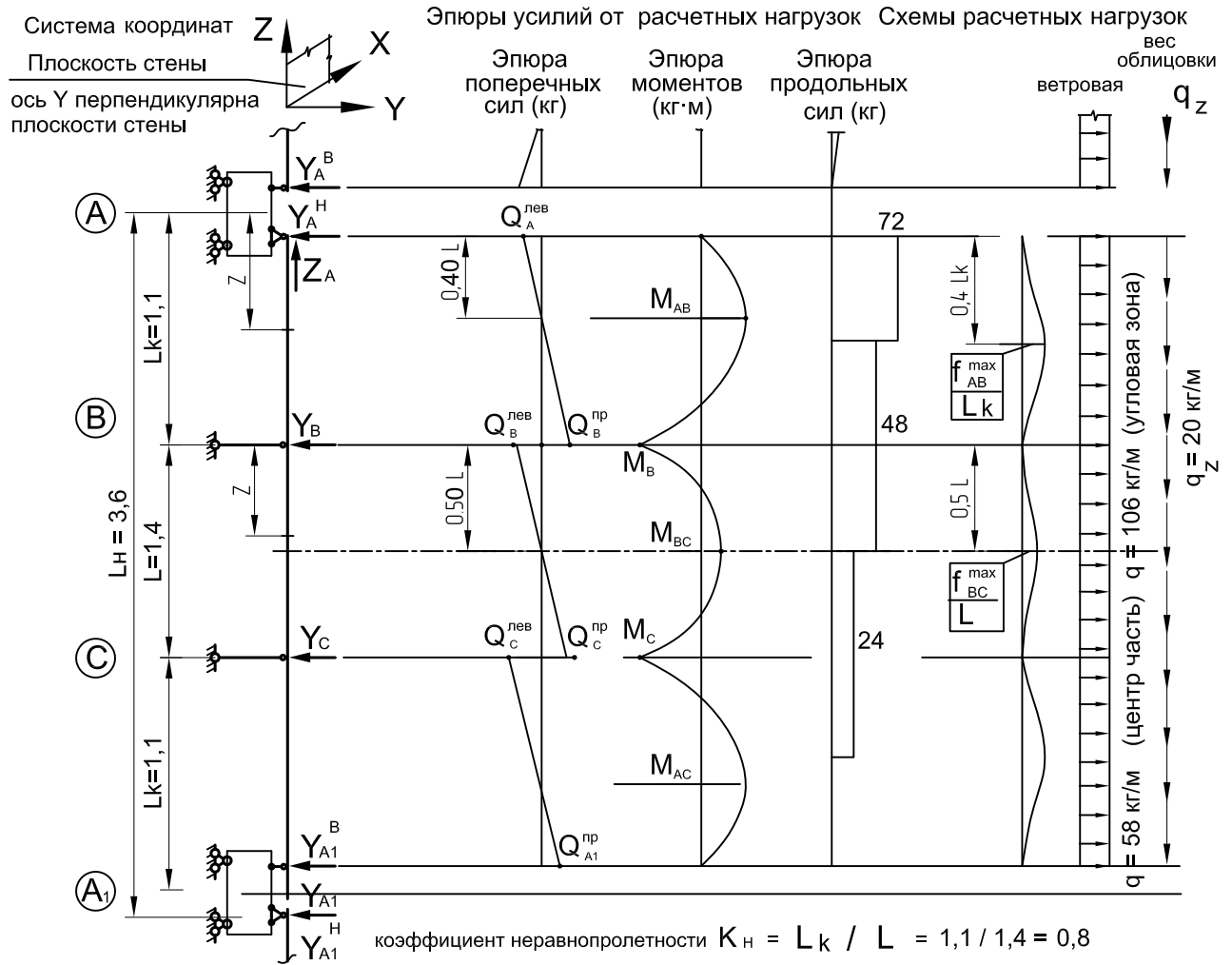
Для равнопролетной схемы на л. 08.16 для тех же условий максимальный относительный прогиб возникает в крайнем пролете и равен согласно таблице:

$$f_{AB}^{max} / L_k = 13,1 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 13,1 \cdot 10^{-3} / 2,49 = 5,26 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{190} > \frac{1}{200} \text{ (превышение незначительное)}$$

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 $q = 58 \text{ кг/м}$	для углов. зоны при $q = 106 \text{ кг/м}$
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,044 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 5,00 \text{ кг·м}$	$= 9,14 \text{ кг·м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,082 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 9,32 \text{ кг·м}$	$= 17,0 \text{ кг·м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,043 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 4,89 \text{ кг·м}$	$= 8,93 \text{ кг·м}$
поперечные силы	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 58 \cdot 1,4 = 24,1 \text{ кг}$	$= 44,1 \text{ кг}$
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,503 \cdot 58 \cdot 1,4 = 40,8 \text{ кг}$	$= 74,5 \text{ кг}$
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 58 \cdot 1,4 = 40,6 \text{ кг}$	$= 74,2 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 58 \cdot 1,4 = 24,1 \text{ кг}$	$= 44,1 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,003 \cdot 58 \cdot 1,4 = 81,4 \text{ кг}$	$= 148,7 \text{ кг}$
$Z_{A1} = q_z L_H = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$				
относит. перем.	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,039 \cdot (58/1,4) \cdot 1,4^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,43 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 8,10 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,040 \cdot (58/1,4) \cdot 1,4^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,54 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 8,30 \cdot 10^{-3} / I_x$

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

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. 02.02). 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 вообще 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 - тот же, что и на листе 8.14 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 - 0,20м, Высота здания - 9 этажей (30м), 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 плиты: и гололедная $q_z = \rho_z \cdot V$
ветровое давление в центре здания	ветровой отсос в центре здания	ветровой отсос в угловой зоне	$q_{zп} = (0,008 \cdot 1700 \cdot 1,2) \cdot 0,6 = 9,8$ $q_{zг} = (17,0) \cdot 0,6 = 10,2 \text{ кг/м}$
$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ кг/м}$	$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ кг/м}$	$q = 176 \cdot 0,6 = 106 \text{ кг/м}$	$q_z = q_{zп} + q_{zг} = 9,8 + 10,2 = 20 \text{ кг/м}$

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

На л. 08.26 приведены эпюры усилий от расчетного ветрового давления на консолях и эпюры относительных перемещений от нормативного ветрового напора на консолях.

На л. 08.27 и 08.28 даны соответствующие эпюры для ветрового отсоса.

На л. 08.29 даны эпюры усилий от расчетного веса облицовки совместно с гололедной, и относительные перемещения от действия нормативной нагрузки веса облицовки и гололедной нагрузки.

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 плит на точечном креплении, нагрузка на вертикальные направляющие в случае ветрового отсоса передается в точках крепления через заклепочные соединения и принимать нагрузку равномерно-распределенной некорректно.

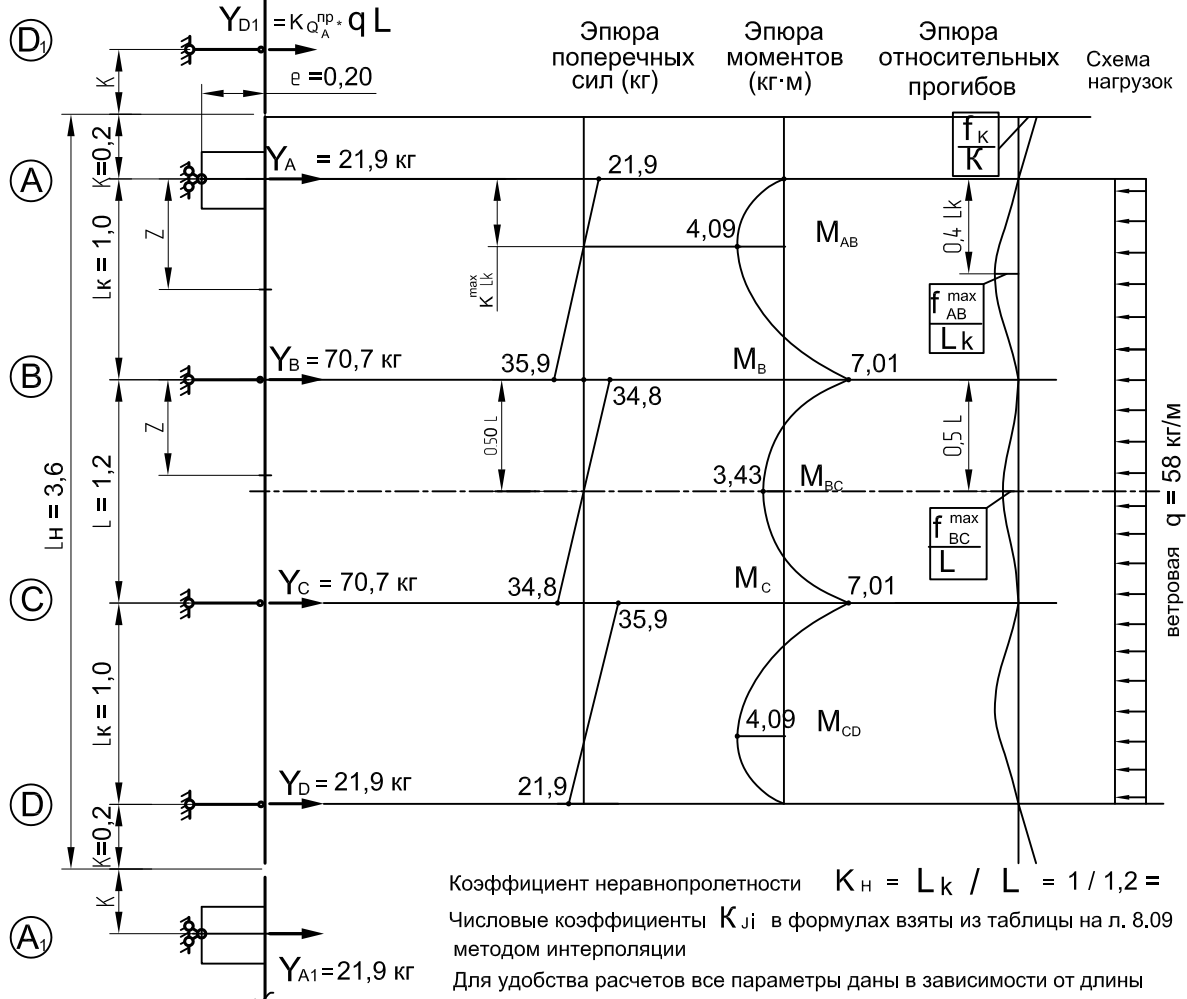
В этих случаях более обоснованно применять расчеты по реальным схемам с помощью соответствующих программ. Следует отметить, что при шаге кронштейнов, равном двум и более шагам креплений облицовки, даже при самом невыгодном загрузении максимальные значения моментов не превышают значений моментов при равномерно распределенной нагрузке более чем на 15 ... 20%. Относительные прогибы также сравнимы.

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

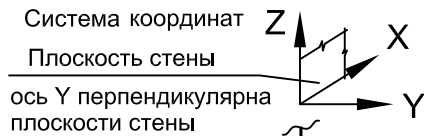
Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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

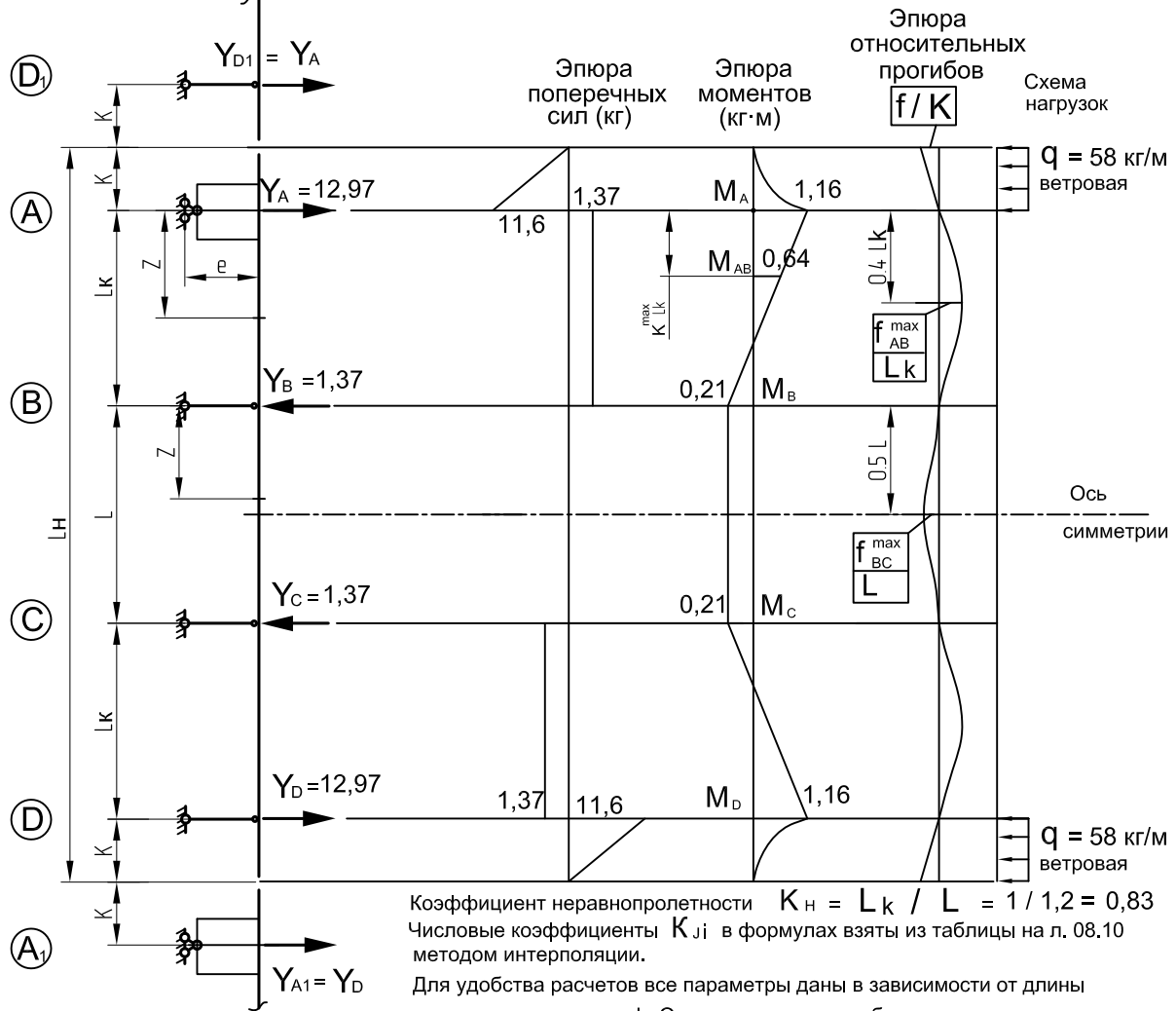


	Параметр	Общая формула	численные значения
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9 \text{ кг}$
	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,016 \cdot 58 \cdot 1,2 = 70,7 \text{ кг}$
поперечные силы	$Q_A^{H3} = -Q_D^{Bx}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9 \text{ кг}$
	$Q_C^{H3} = -Q_B^{Bx}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,516 \cdot 58 \cdot 1,2 = 35,9 \text{ кг}$
	$Q_B^{H3} = -Q_C^{Bx}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,500 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8 \text{ кг}$
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,049 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 4,09 \text{ кг·м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,084 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 7,01 \text{ кг·м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,041 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 3,43 \text{ кг·м}$
относительные перемещения	f_K / K	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,178 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 12,7 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,047 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 3,56 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,036 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 2,58 \cdot 10^3 / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном



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

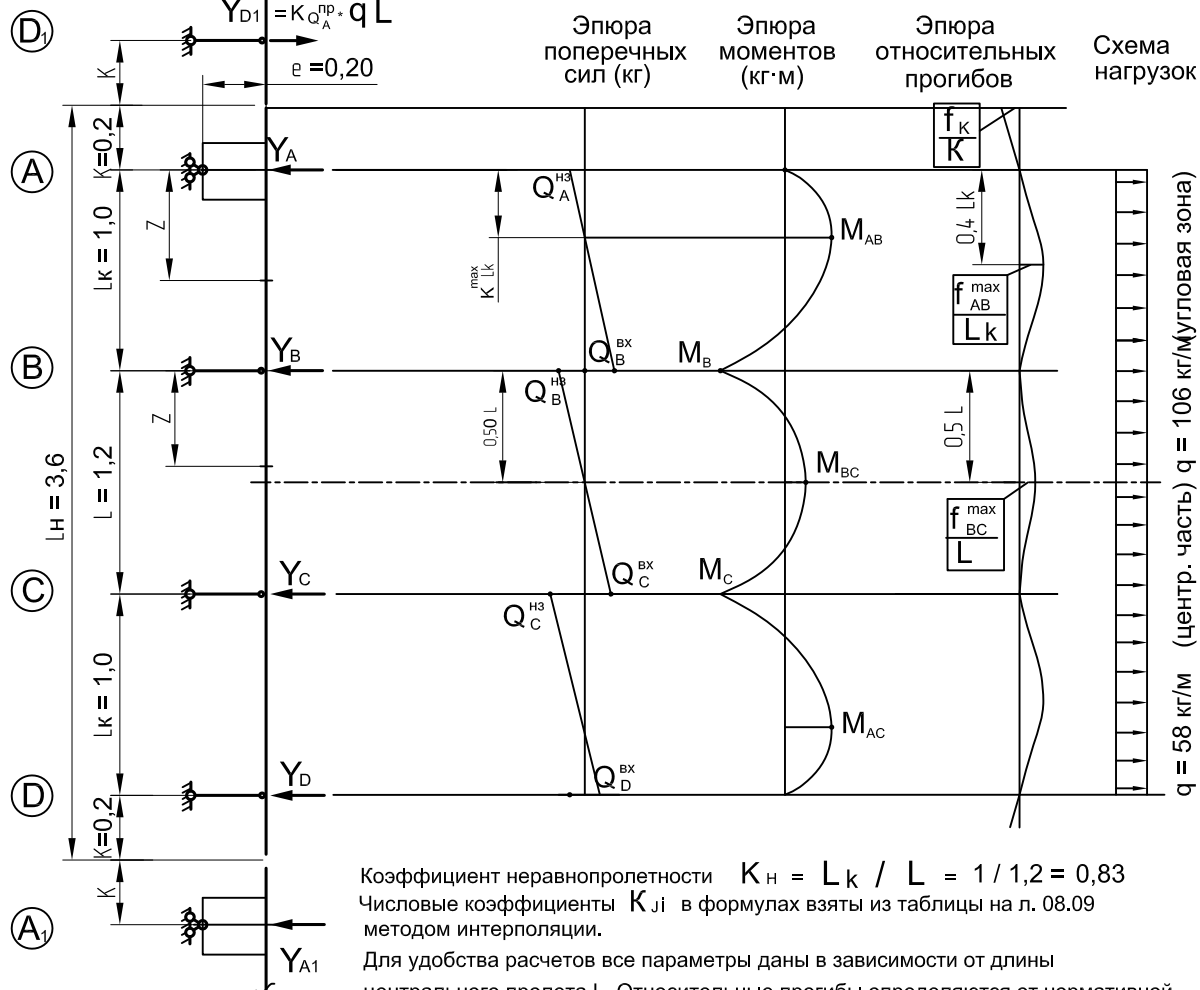


Группа	Параметр	Общая формула	
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 58 \cdot 0,2^2/2 = 1,16 \text{ кг·м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,16 = 0,21 \text{ кг·м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,16 = 0,64 \text{ кг·м}$
перез. силы	$-Q_A^{BX} = Q_D^{H3}$	qK	$= 58 \cdot 0,2 = 11,6 \text{ кг}$
	$Q_A^{H3} = -Q_D^{BX}$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,16/1,2 = 1,37 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,16/1,2 = 1,37 \text{ кг}$
	$Y_A = Y_D$	$qK + Y_B$	$= 11,6 + 1,37 = 12,97 \text{ кг}$
относительная перемещ.	f_{KM}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,674 \cdot (1,16/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,66 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{KQ}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot K / I_x$	$= 3,645 \cdot (1,16/1,4) \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,60 \cdot 10^{-3} / I_x$
	$f/K = f_{KM}^{max} / K + f_{KQ}^{max} / K$		$= 3,66 \cdot 10^{-3} / I_x + 0,60 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,26 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,652 \cdot (1,16/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,65 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 0,324 \cdot (1,16/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,32 \cdot 10^{-3} / I_x$

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 ветровой нагрузки в пролетах Ветровой отсос

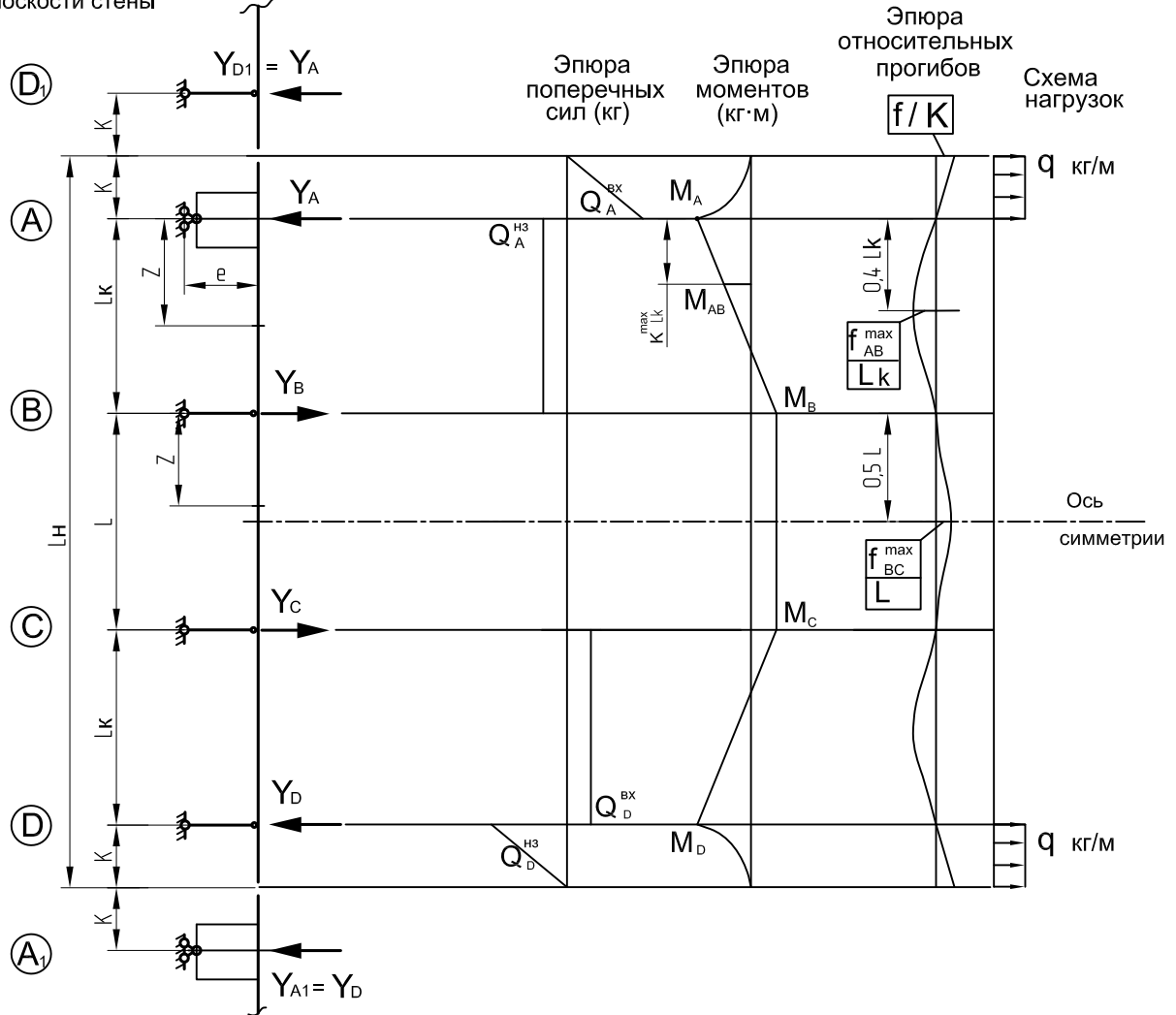


Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 58 \text{ кг/м}$	для углов. зоны при $q = 106 \text{ кг/м}$
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9 \text{ кг}$	$= 40,1 \text{ кг}$
	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 1,016 \cdot 58 \cdot 1,2 = 70,7 \text{ кг}$	$= 129 \text{ кг}$
поперечные силы	$Q_A^{H3} = -Q_D^{Bx}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9 \text{ кг}$	$= 40,1 \text{ кг}$
	$Q_B^{Bx} = -Q_C^{H3}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,516 \cdot 58 \cdot 1,2 = 35,9 \text{ кг}$	$= 65,6 \text{ кг}$
	$Q_B^{H3} = -Q_C^{Bx}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,500 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8 \text{ кг}$	$= 63,6 \text{ кг}$
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,049 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 4,09 \text{ кг·м}$	$= 7,48 \text{ кг·м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,084 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 7,02 \text{ кг·м}$	$= 12,8 \text{ кг·м}$
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,041 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 3,42 \text{ кг·м}$	$= 6,25 \text{ кг·м}$
относительные перемещения	f_K / K	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 / I_x$	$= 0,178 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 12,7 \cdot 10^3 / I_x$	$= 23,2 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 / I_x$	$= 0,047 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 3,36 \cdot 10^3 / I_x$	$= 6,14 \cdot 10^3 / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 / I_x$	$= 0,036 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 2,58 \cdot 10^3 / I_x$	$= 4,73 \cdot 10^3 / I_x$

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 отсос

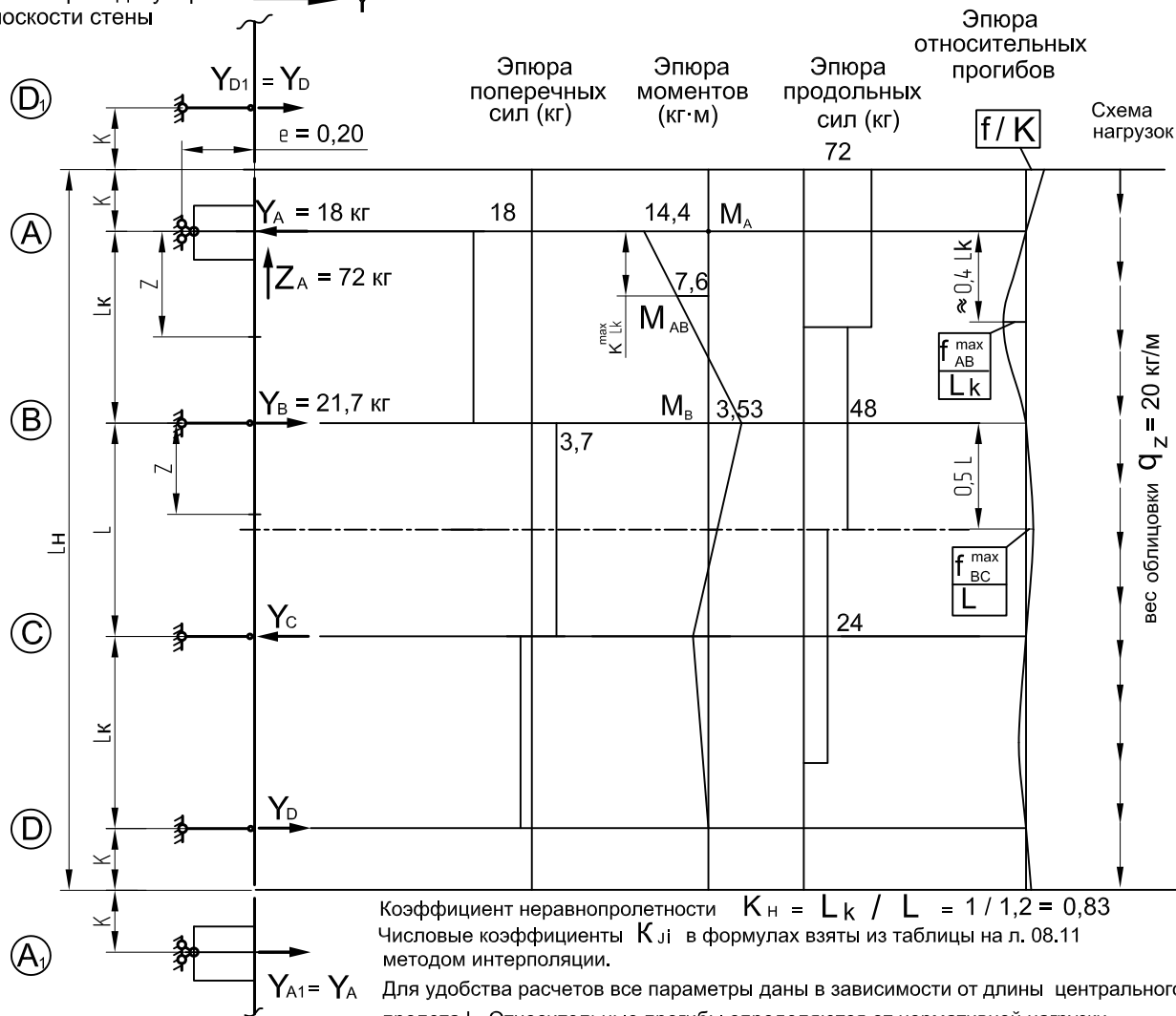


Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при q = 58 кг/м	углов. зона q = 106 кг/м
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 58 \cdot 0,2^2 / 2 = 1,16 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 2,12 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,16 = 0,21 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 0,38 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,16 = 0,64 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 1,17 \text{ кг}\cdot\text{м}$
опорные реакции	$-Q_A^{BX} = Q_D^{H3}$	qK	$= 58 \cdot 0,2 = 11,6 \text{ кг}$	$= 21,2 \text{ кг}$
	$Q_A^{H3} = -Q_D^{BX}$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,16 / 1,2 = 1,37 \text{ кг}$	$= 2,52 \text{ кг}$
опорные реакции	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,16 / 1,2 = 1,37 \text{ кг}$	$= 2,52 \text{ кг}$
	$Y_A = Y_D$	$qK + Y_B$	$= 11,6 + 1,37 = 12,97 \text{ кг}$	$= 23,7 \text{ кг}$
относительные перемещения	f_{KM}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,674 \cdot (1,16 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,66 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 6,68 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{KQ}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot K / I_x$	$= 3,645 \cdot (1,16 / 1,4) \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,60 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 1,09 \cdot 10^{-3} / I_x$
	$f / K = f_{KM}^{max} / K + f_{KQ}^{max} / K$		$= 3,66 \cdot 10^{-3} / I_x + 0,60 \cdot 10^{-3} / I_x = 4,26 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 7,78 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,652 \cdot (1,16 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,65 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 1,18 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 0,324 \cdot (1,16 / 1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,32 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,57 \cdot 10^{-3} / I_x$

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



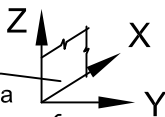
Коэффициент неравномерности $K_H = L_K / L = 1 / 1,2 = 0,83$
Числовые коэффициенты K_{ji} в формулах взяты из таблицы на л. 08.11 методом интерполяции.

Для удобства расчетов все параметры даны в зависимости от длины центрального пролета L . Относительные прогибы определяются от нормативной нагрузки.

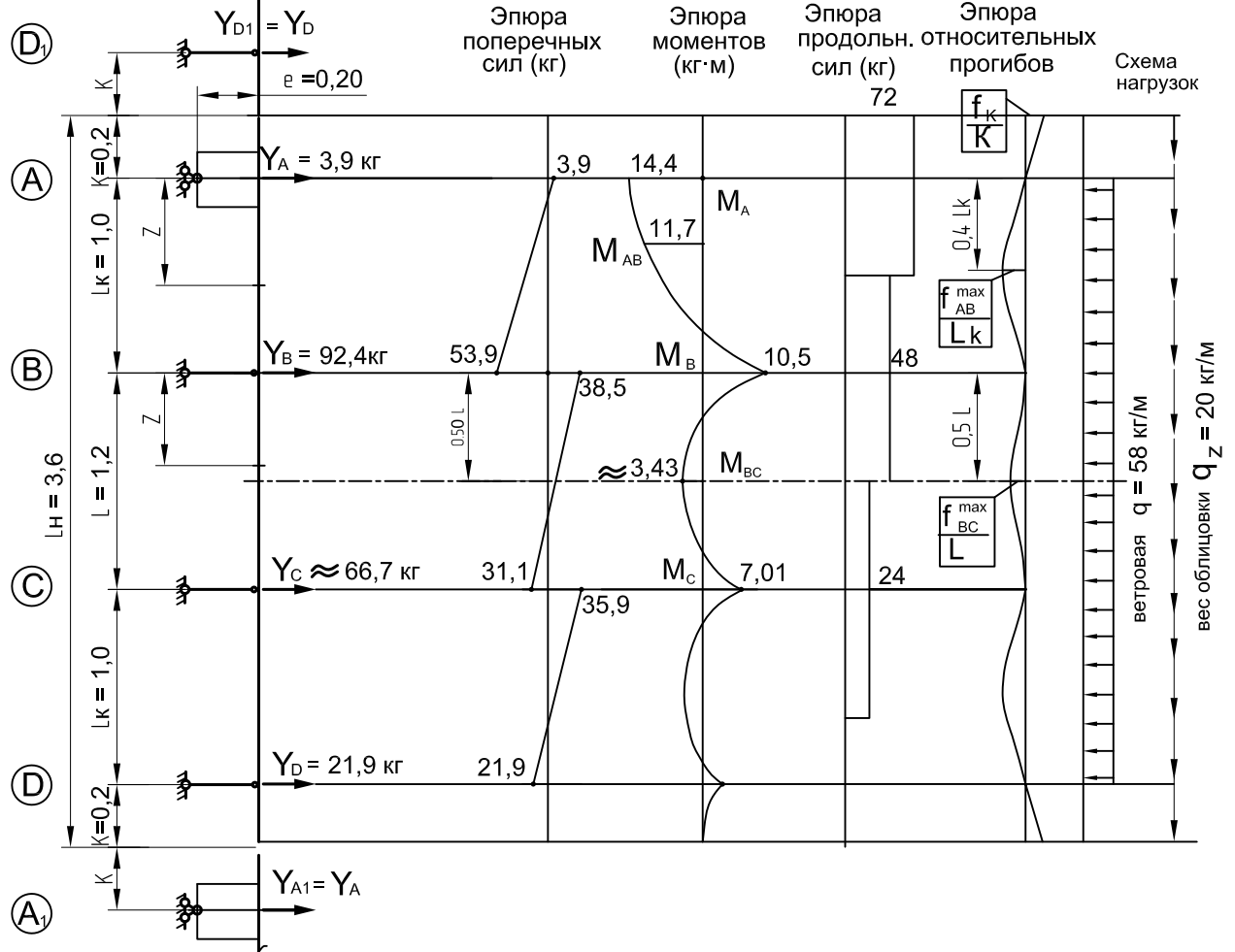
Группа	Параметр	Общая формула	
изгибающие моменты	M_A	$M_A = M_{ZE} = q_z L_H \cdot e$	$= 20 \cdot 3,6 \cdot 0,20 = 14,4 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,245 \cdot 14,4 = 3,53 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,529 \cdot 14,4 = 7,62 \text{ кг}\cdot\text{м}$
перерез. силы	Q_A^{H3}	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,500 \cdot 14,4 / 1,2 = 18 \text{ кг}$
	Q_B^{H3}	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 0,311 \cdot 14,4 / 1,2 = 3,7 \text{ кг}$
опорные реакции	Y_A	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,500 \cdot 14,4 / 1,2 = 18 \text{ кг}$
	Y_B	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	$= 1,811 \cdot 14,4 / 1,2 = 21,7 \text{ кг}$
		$Z_A = q_z L_H = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$	
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

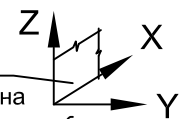
Система координат 
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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

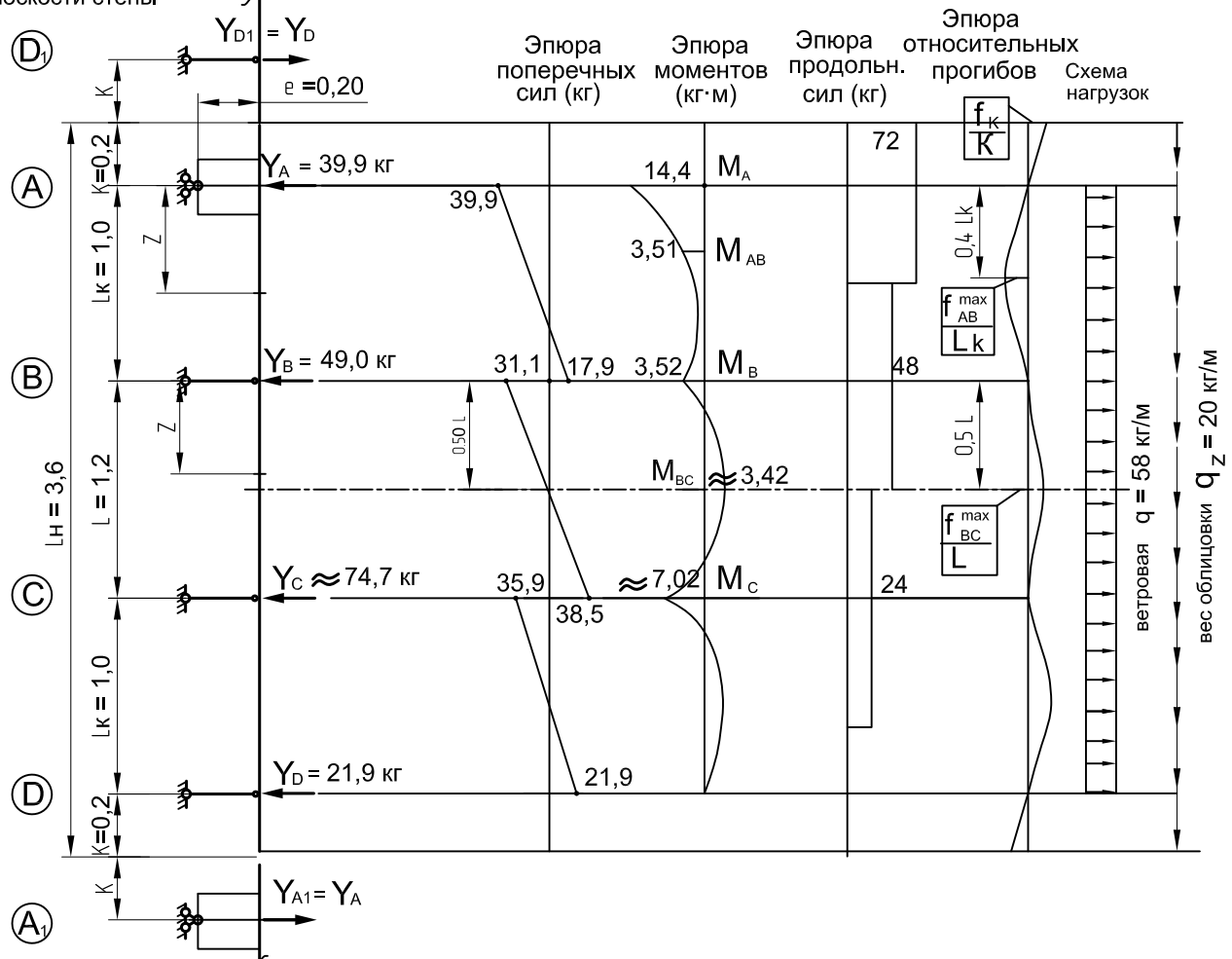


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит. перемещ.	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	+21,9		-18,0	+3,9	f_k / K	$\frac{+12,7}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+63,7}{10^3 \cdot I_x}$
Y_B (кг)	+70,7		+21,7	+92,4	f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{-3,56}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{-8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-12,3}{10^3 \cdot I_x}$
Y_C (кг)	+70,7		≈ -4	$\approx +66,7$	f_{BC}^{max} / L	$\frac{-2,58}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-0,22}{10^3 \cdot I_x}$
Y_D (кг)	+21,9		$\approx 0,0$	+21,9					
Q_A^{Bx} / Q_A^{H3} (кг)	0,00 +21,9		0,00 -18,0	0,00 +3,9					
Q_B^{Bx} / Q_B^{H3} (кг)	-35,9 +34,8		-18,0 +3,7	-53,9 +38,5					
Q_C^{Bx} / Q_C^{H3} (кг)	-34,8 +35,9		+3,7 ≈ 0	-31,1 +35,9					
Q_D^{Bx} / Q_D^{H3} (кг)	-21,9 0,00		≈ 0 0,00	-21,9 0,00					
M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4					
M_{AB} (кг·м)	-4,09		-7,6	-11,7					
M_B (кг·м)	+7,01		+3,5	+10,5					
M_{BC} (кг·м)	-3,43		≈ 0	$\approx -3,43$					
M_C (кг·м)	+7,01		≈ 0	$\approx +7,01$					

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

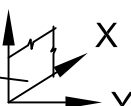
Система координат 
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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

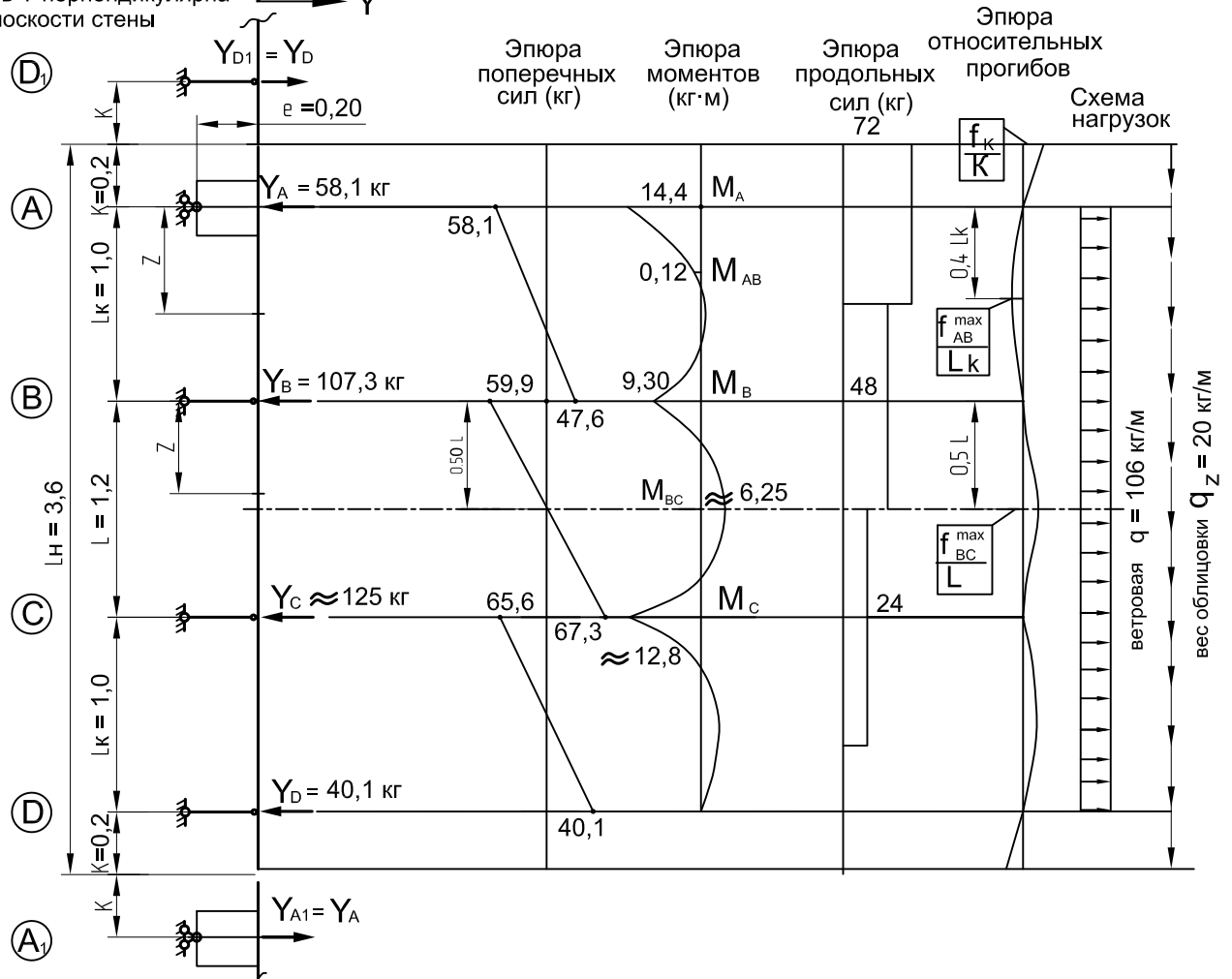


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	-21,9		-18,0	-39,9	f_k / K	$\frac{-12,7}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+38,3}{10^3 \cdot I_x}$
Y_B (кг)	-70,7		+21,7	-49,0	f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{+3,36}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{-8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{-5,32}{10^3 \cdot I_x}$
Y_C (кг)	-70,7		≈ -4	-74,7	f_{BC}^{max} / L	$\frac{+2,58}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+4,99}{10^3 \cdot I_x}$
Y_D (кг)	-21,9		$\approx 0,0$	$\approx -21,9$					
Q_A^{BX} / Q_A^{H3} (кг)	0,00	-21,9	0,00	-18,0					
Q_B^{BX} / Q_B^{H3} (кг)	+35,9	-34,8	-18,0	+3,7					
Q_C^{BX} / Q_C^{H3} (кг)	+34,8	-35,9	+3,7	≈ 0					
Q_D^{BX} / Q_D^{H3} (кг)	+21,9	0,00	≈ 0	0,00					
M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4					
M_{AB} (кг·м)	+4,09		-7,6	-3,51					
M_B (кг·м)	-7,02		+3,5	-3,52					
M_{BC} (кг·м)	+3,42		≈ 0	$\approx +3,42$					
M_C (кг·м)	-7,02		≈ 0	$\approx -7,02$					

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)

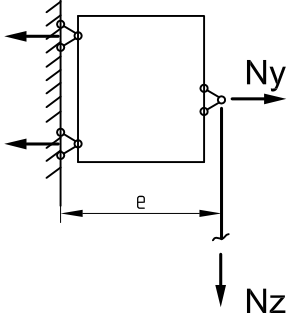
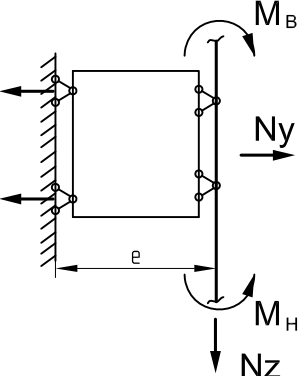
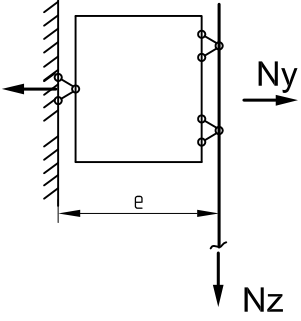
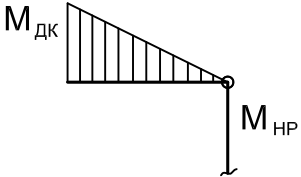
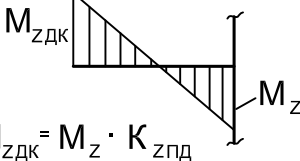
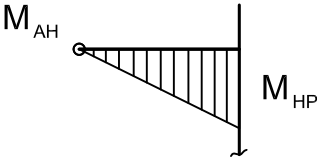
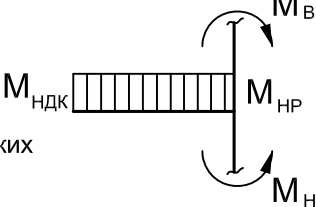


Параметр	Ветр. отсос в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит перемещ	ветр отсос в пролетах	ветр отсос на конс.	вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	-40,1		-18,0	- 58,1	f_k / K	$\frac{- 23,2}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+ 51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+ 27,8}{10^3 \cdot I_x}$
Y_B (кг)	-129		+21,7	- 107,3	f_{AB}^{max} / L_k	$\frac{+ 6,14}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{- 8,74}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{- 2,6}{10^3 \cdot I_x}$
Y_C (кг)	-129		$\approx - 4$	$\approx - 125$	f_{BC}^{max} / L	$\frac{+ 4,73}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+ 2,36}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+ 7,09}{10^3 \cdot I_x}$
Y_D (кг)	-40,1		$\approx 0,0$	$\approx -40,1$					
Q_A^{Bx} / Q_A^{H3} (кг)	0,00	-40,1	0,00	-18,0					
Q_B^{Bx} / Q_B^{H3} (кг)	+65,6	-63,6	-18,0	+3,7					
Q_C^{Bx} / Q_C^{H3} (кг)	+63,6	-65,6	+3,7	≈ 0					
Q_D^{Bx} / Q_D^{H3} (кг)	+40,1	0,00	≈ 0	0,00					
M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4					
M_{AB} (кг·м)			-7,6	-0,12					
M_B (кг·м)			+3,5	-9,30					
M_{BC} (кг·м)			≈ 0	$\approx +6,25$					
M_C (кг·м)			≈ 0	$\approx -12,8$					

Расчеты сопряжений. Типы расчетных схем несущих кронштейнов

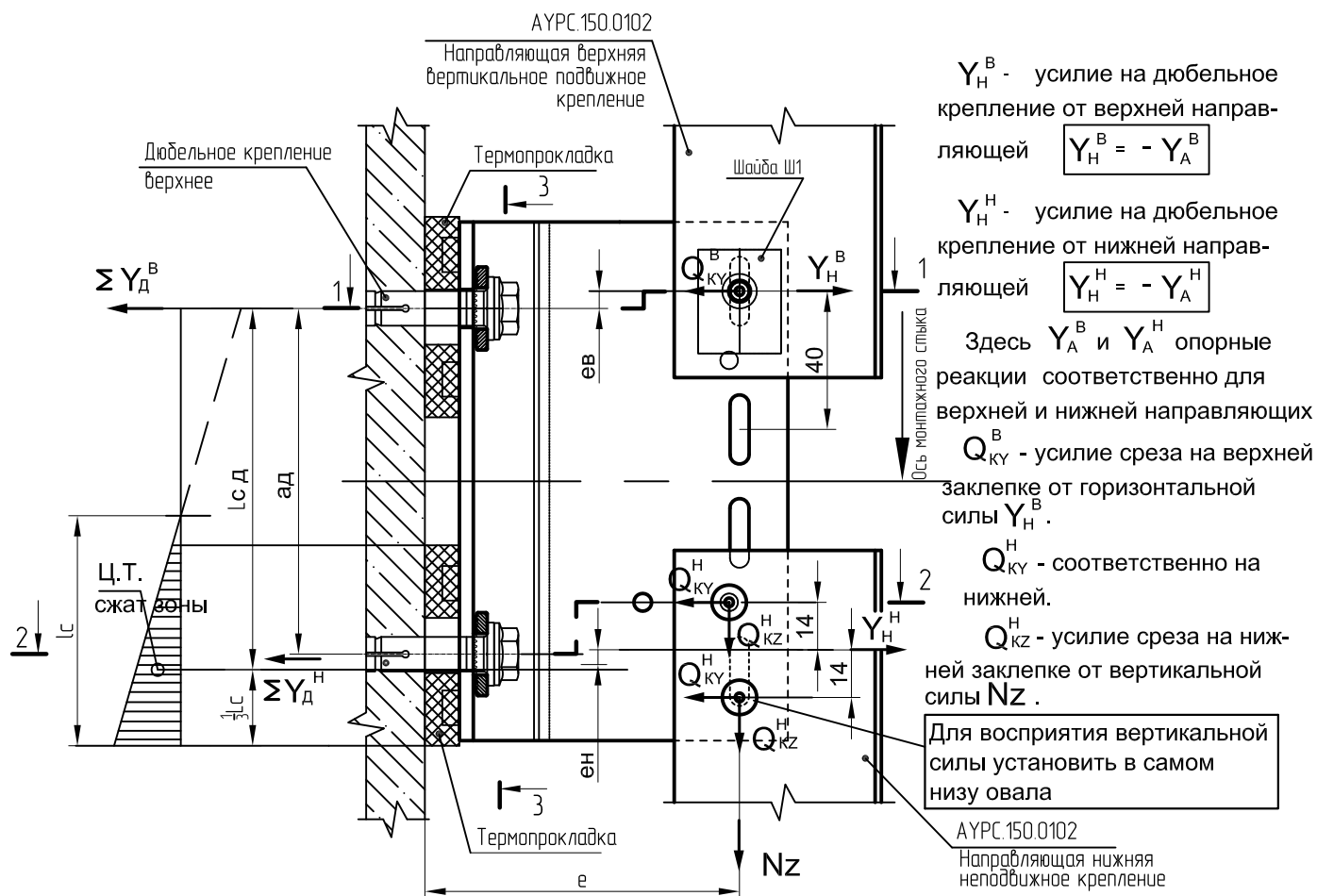
Расчет сопряжений заключается в расчете крепления кронштейнов к стене (несущих и опорных), расчете крепления направляющей к кронштейну (непосредственно либо через регулировочный элемент), расчете крепления облицовки к направляющей. При этом также рассчитываются сами кронштейны и соединительные элементы. 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. $Nz \cdot e = \underbrace{M_{zдк}}_{\text{на дюбели}} + \underbrace{M_{zнр}}_{\text{на направл.}}$</p>  <p>$M_{zдк} = M_z \cdot K_{зпд}$ 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>$K_{зпд}$ варьируется от 0,85 до 0,25] при учете реальной податливости $K_{нпд}$ варьируется от 0,9 до 0,6] дюбельного крепления.</p>		<p>$M_{ндк} = M_{нр} = M_b + M_n$ $M_{нр} = M^* \cdot K_{нпд}$ M^* момент в узле при абсолютно жестком креплении. При $M_b = M_n$ $M_{нр} = 0$</p>

Расчеты сопряжений. Консольно-шарнирная схема сопряжений

Наиболее приближен к консольно-шарнирной схеме сопряжений упрощенный вариант креплений на несущем совмещенном кронштейне (см. л. 03.11).



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_{KY}^B - усилие среза на верхней заклепке от горизонтальной силы Y_H^B .

Q_{KY}^H - соответственно на нижней.

Q_{KZ}^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) $l_{сД} = ad$, тогда расчетные формулы для определения усилий в дюбельном креплении имеют вид:

$$\sum Y_{д}^B = K_{Ад} \left\{ \frac{N_z \cdot e + Y_H^H \cdot e_H + Y_H^B \cdot (ad + e_B)}{ad} \right\}$$

$$\sum Y_{д}^H = K_{Ад} \left\{ \frac{-N_z \cdot e - Y_H^B \cdot e_B + Y_H^H \cdot (ad - e_H)}{ad} \right\}$$

Здесь $\sum Y_{д}^B$ - суммарное усилие на верхних дюбелях (если количество больше одного в одном ряду)

$\sum Y_{д}^H$ - аналогично на нижних

$K_{Ад}$ - коэффициент асимметрии распределения усилий

Коэффициенты асимметрии распределения усилий для одиночного дюбеля и двух дюбелей в случае применения дополнительного кронштейна см л. 03.14, 03.15, 03.16, 03.17.

Усилие на срез для верхней заклепки

$$Q_K^B = Q_{KY}^B = Y_H^B$$

Усилие на срез для нижней заклепки

$$Q_K^H = \sqrt{(Q_{KY}^H)^2 + (Q_{KZ}^H)^2} = \frac{\sqrt{(Y_H^H)^2 + (N_Z)^2}}{2}$$

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

При ветровом напоре (л. 08.15):

$$Y_H^B = -Y_A^B = -27,8 \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -27,8 \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

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

$$Y_H^B = -Y_A^B = -(-27,8) \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -(-27,8) \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

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

$$Y_H^B = -Y_A^B = -(-50,8) \text{ кг}, \quad Y_H^H = -Y_A^H = -(-50,8) \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}$$

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:

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \left\{ \frac{Nz \cdot e + Y_H^H \cdot еН + Y_H^B \cdot (ад + ев)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (-27,8 \cdot 5) + (-27,8 \cdot (100+5))}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \cdot 113 \text{ (кг)};$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнит кронштейна

$$N_D = \sum Y_D^B = 1,35 \cdot 113 = 153 \text{ (кг)};$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнит кронштейна

$$N_D = \sum Y_D^B / 2 = 1,2 \cdot 113 / 2 = 68 \text{ (кг)};$$

При ветровом напоре в зоне нижних дюбелей

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \left\{ \frac{-Nz \cdot e - Y_H^B \cdot ев + Y_H^H \cdot (ад - еН)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (-27,8 \cdot 5) + (-27,8 \cdot (100-5))}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \cdot (-169) \text{ (кг)}. \text{ Отрицательное значение означает, что в зоне нижнего дюбеля происходит сжатие (при выбранном направлении } \sum Y_D^H \text{, как указано на схеме).}$$

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:

$$\sum Y_D^B = K_{Ad} \left\{ \frac{Nz \cdot e + Y_H^H \cdot еН + Y_H^B \cdot (ад + ев)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (27,8 \cdot 5) + 27,8 \cdot (100+5)}{100} \right\}$$

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

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:

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \left\{ \frac{-Nz \cdot e - Y_H^B \cdot ев + Y_H^H \cdot (ад - еН)}{ад} \right\} = K_{Ad} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (27,8 \cdot 5) + (27,8 \cdot (100-5))}{100} \right\}$$

$$\sum Y_D^H = K_{Ad} \cdot (-119) \text{ (кг)}.$$

В зоне нижнего дюбеля действуют сжимающие усилия.

При ветровом отсосе в угловой зоне для верхних дюбелей:

$$\sum Y_{д}^B = K_{Ад} \left\{ \frac{72 \cdot 200 + (50,8 \cdot 5) + 50,8 \cdot (100+5)}{100} \right\} = K_{Ад} \cdot 200 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна:

$$N_{д} = \sum Y_{д}^B = 1,35 \cdot 200 = 270 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна:

$$N_{д} = \sum Y_{д}^B / 2 = 1,2 \cdot 200 / 2 = 120 \text{ (кг)}$$

То же но в зоне нижних дюбелей:

$$\sum Y_{д}^H = K_{Ад} \left\{ \frac{-72 \cdot 200 - (50,8 \cdot 5) + (50,8 \cdot (100-5))}{100} \right\} = K_{Ад} \cdot (-98) \text{ (кг)}$$

В зоне нижнего дюбеля действуют сжимающие усилия.

Усилия среза, приходящееся на один дюбель:

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

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

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: $Q_K^B = Q_{KY}^B = Y_H^B = 27,8 \text{ (кг)}$ (при ветров отсосе в центр части)

$$\text{Усилие на срез для нижней заклепки: } Q_K^H = \frac{\sqrt{(Y_H^H)^2 + (N_z)^2}}{2} = \frac{\sqrt{27,8^2 + 72^2}}{2} = 39 \text{ (кг)}$$

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:

$$\sigma_{см} = Q_K / (d_K \cdot t_{см}) \leq R_{гр},$$

где: Q_K - усилие среза на единичном крепежном элементе (заклепке);

d_K - диаметр заклепки; $t_{см}$ - минимальная толщина сминаемого элемента;

$R_{гр}$ - расчетное сопротивление смятию, принимаемое по таблице 13 СП 128.13330-2012

Данные по характеристикам заклепок приведены на л. 08.37

Расчет горизонтальных профилей

Механические свойства алюминиевых сплавов

Тип сплава и состояние поставки материала	t мм	Гарантированные пределы прочности материала		Значения расчетных сопротивлений		
		Временное сопротивление σ_b МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ МПа	$R_y = \sigma_{0,2} / \gamma_m$ МПа	$R_u = \sigma_b / \gamma_m \gamma_u$ МПа	$R_s = 0,75R_u$ МПа
AlMgSi 6063 T6	до 10 включ.	215	170	154	134	100
AlMgSi 6060 T5	до 5 включ.	160	120	105	100	75

Расчетные сопротивления для алюминиевых сплавов определены в соответствии с СП 128.13330-2012 СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции, п. 3.1. $\gamma_m = 1,1$; $\gamma_u = 1,45$

Несущая способность заклепок на срез и растяжение

Диаметр заклепки (мм)	Диаметр стержня (мм)	Диаметр дюритика (мм)	Диаметр отверстия под заклепку (мм)	Нормативные усилия		Расчетные усилия	
				срез N_z^s, H	растяжение N_z^y, H	срез N_{zn}^s, H	растяжение N_{zn}^y, H
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус – сталь коррозионностойкая А2/ стержень – сталь коррозионностойкая А2							
4,0	2,75	8,40	4,1	2700	3500	2150	2800
5,0	3,25	10,5 (14,0)	5,1	4700	5800	3760	4640
Корпус – сталь А2/ стержень – алюминий							
4,0	2,45	8,40	4,1	1250	1800	1000	1200
5,0	2,95	10,5 (14,0)	5,1	2150	3100	1700	2500

Вытяжные заклепки по ISO 15983 диаметром 4,0 и 5,0 мм со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали А2 в соответствии с ISO 3506-1 и заклепки с корпусом из алюминиевого сплава и стержнем из коррозионно стойкой стали А2 в соответствии с ISO 15977

Данные приведены в экспертном заключении ЦНИИПСК им. Мельникова (выпуск 11-3339)



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
 иностранных дел РБ
 от 03.12.2002 г. УНП 800017207

