

Профильные СИСТЕМЫ

ALUTECH ALT 150 КГНК

Система навесного
фасада с вентилируемым
воздушным зазором





ALUTECH ALT 150 КГНК

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

ОГЛАВЛЕНИЕ

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

01

02

03

04

05

06

07

09

**ALUTECH ALT 150 КГНК**

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

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

Общий вид подконструкции представлен на л. 01.03-01.05.

Подконструкция системы ALT 150 КГНК представляет собой конструкцию, состоящую из вертикальных и горизонтальных направляющих, вертикальные направляющие закреплены на кронштейнах. Система предусматривает 2 варианта вертикальной составляющей подконструкции:

1. Т-образная направляющая АУРС.150.0102 в паре с L-образным кронштейном либо L-образная направляющая АУРС.150.0104 в паре с L-образным кронштейном.
2. Направляющая АУРС.150.0101 в паре с регулировочным элементом и L-образным кронштейном.

Горизонтальная составляющая подконструкции может быть выполнена из двух типов профилей: АУРС.150.0105 и АУРС.150.0106.

Вариант с горизонтальной направляющей АУРС.150.0105 используется для невидимого точечного крепления облицовки с помощью элементов навески (аграфов) изготовленных из этого же профиля и зафиксированным к элементам облицовки специальными анкерами для скрытого крепления. Схематично вариант с точечным невидимым креплением показан на листе 01.04. В качестве облицовки по этой схеме крепления возможно использование керамогранитных плит, плит НРЛ и фиброцементных плит, стекла, натурального и искусственного камня.

Вариант с горизонтальной направляющей АУРС.150.0106 используется для протяженного крепления невидимым способом искусственного и натурального камня фиксируемого полками профиля, заходящими в горизонтальные пропилы по всей длине камня. Схематично вариант с протяженным невидимым креплением показан на листе 01.05.

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

Конструктивной особенностью направляющей АУРС.150.0101 является наличие «бульбы», повышающей эффективность использования сечения по прочности (более подробно см. л. 08.18), а также служащей профильным выступом для зацепления с регулировочным элементом, что обеспечивает компенсацию температурных и усадочных деформаций и повышает надежность соединений. В упрощенном варианте температурные компенсации обеспечиваются за счет овальных отверстий в кронштейнах. При этом для повышения несущей способности заклепочного соединения в овальном отверстии (в особенности при одиночном заклепочном соединении), возможна установка зубчатой шайбы (см. л. 03.11, 03.13). В этом случае передача горизонтальных ветровых усилий выполняется зубчатым зацеплением шайбы АУРС.150.0708 с соответствующей профилированной частью кронштейна.

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

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

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

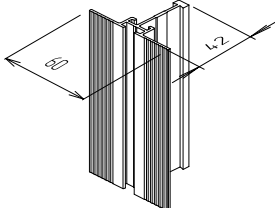
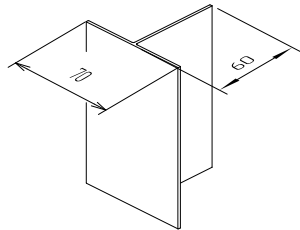
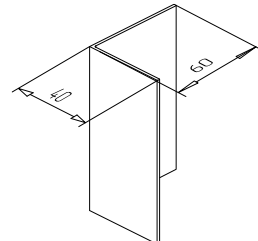
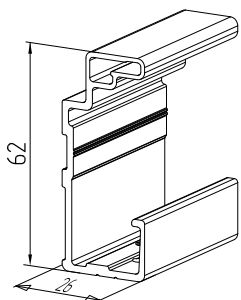
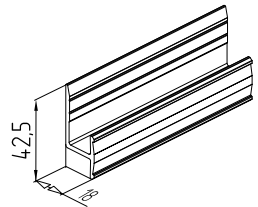


ALUTECH ALT 150 КГНК

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 Универсальная. Используется при облицовке из керамогранита, панелей кассетного типа и листовых материалов для крепления горизонтальных профилей		АУРС.150.0101	11800100	—	0,641	6,0	8	48	30,8	31,3
			11800180	анод серебро матовое						
Профиль направляющей Используется при облицовке из керамогранита и листовых материалов для крепления горизонтальных профилей		АУРС.150.0102	11800200	—	0,624	6,0	12	72	44,9	45,7
			11800280	анод серебро матовое						
Профиль направляющей Используется как промежуточная и угловая для крепления горизонтальных профилей		АУРС.150.0104	11801300	—	0,479	3,6	10	36	17,2	17,5
			118013806	анод серебро матовое						
Профиль горизонтальной направляющей		АУРС.150.0105	11801400	—	0,745	3,0	10	30	22,4	22,6
				анод серебро матовое						
Профиль горизонтальной направляющей		АУРС.150.0106	11801500	—	0,394	3,0	18	54	21,3	21,5
				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			

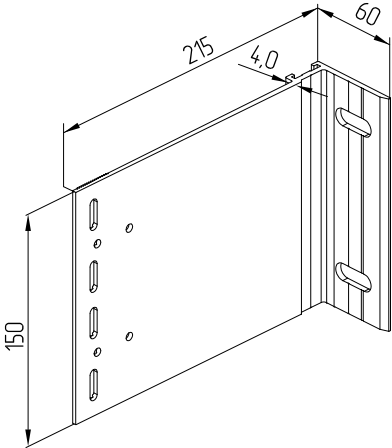
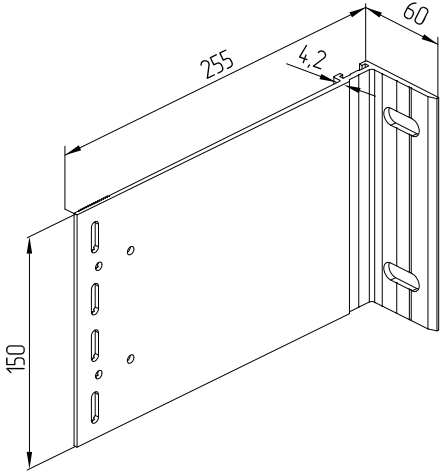
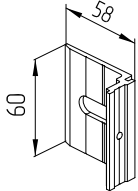
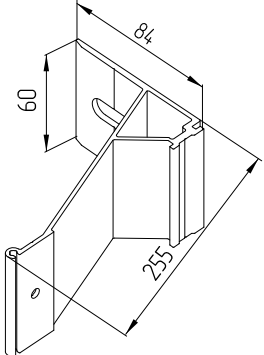
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

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			

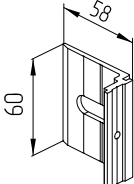
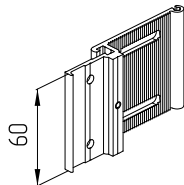
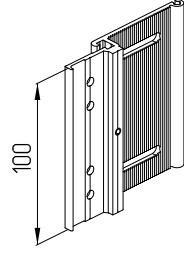
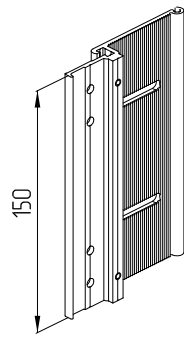
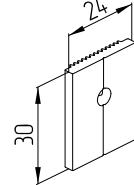
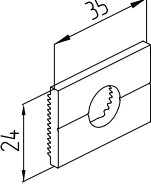
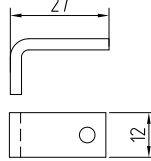
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

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			

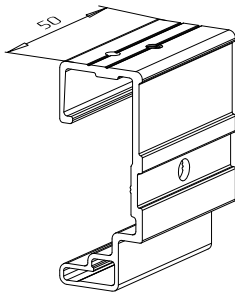
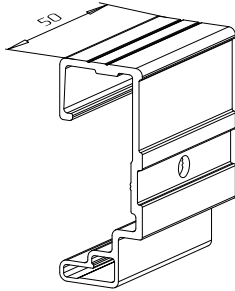
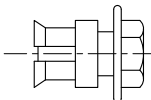
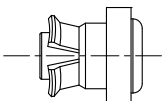
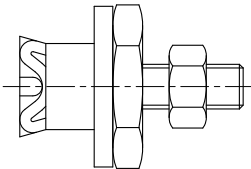
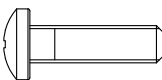
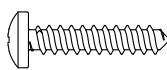
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке, шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Кронштейн дополнительный Используется со всеми кронштейнами для увеличения несущей способности		АУРС 150.0707	11871300	—	120	4,7	
			11871380	анод. серебро матовое			
Зацеп 60		АУРС 150.0704	11871000	—	260	14,4	
			11871080	анод. серебро матовое			
Зацеп 100		АУРС 150.0705	11871100	—	130	12,2	
			11871180	анод. серебро матовое			
Зацеп 150		АУРС 150.0706	11871200	—	130	18,6	
			11871280	анод. серебро матовое			
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			
Скоба зацепа Используется для удобства навески профиля		АУРС 150.0715	11871900	—			

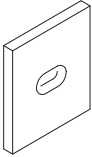
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Комплектующие изделия

Наименование	Общий вид	Артикул по каталогу	Код по каталогу	Покрытие	Кол-во в упаковке шт.	Масса упаковки	
						нетто, кг	брутто, кг
Азграф верхний Для крепления керамогранитных, каменных плит, фиброцементных плит, стекла к горизонтальной направляющей. Используется для регулировки по высоте.		AYPC 150 0718	11872100	—	200	7,4	8,47
				анод серебро матовое			
Азграф нижний Для крепления керамогранитных, каменных плит, фиброцементных плит, стекла к горизонтальной направляющей.		AYPC 150 0719	11872200	—	200	7,4	7,52
				анод серебро матовое			
Анкер "Keil" (нержав) Для крепления керамогранитных плит к азграфам.		Применение данных креплений допускается при наличии на них национальных стандартов или технических свидетельств, подтверждающих их пригодность для применения в данных системах					
Анкер "Fisher" (нержав) Для крепления HPL-плит к азграфам.							
Анкер "Fisher" (нержав) Для крепления керамогранитных и каменных плит к азграфам.							
Регулировочный винт M5x18 DIN 7985 Для регулировки плит по высоте							
Стопорный винт В.с. 3.9x19 DIN 7981 Для фиксации плит в проектном положении							

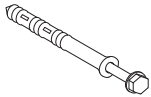
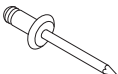
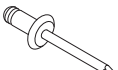

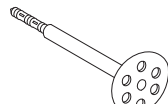
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Комплектующие изделия из пластика

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

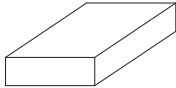
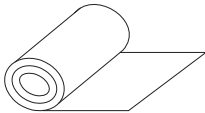
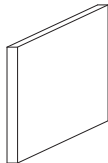
СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Крепежные изделия

Наименование	Общий вид	Назначение
SDF-KB-10x80V	 Фирма EJOT	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	 Тело заклепки-алюминий Al Mg 3,5% Стержень-сталь нержавеющая AISI 304 Фирма Bralo	Для крепления вертикальной направляющей к регулировочному зацепу Для крепления горизонтальной направляющей к вертикальной
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 5-14		Для крепления регулировочного зацепа к кронштейну
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 4-8		Для крепления откосов и парапета .
Заклепка вытяжная алюминиево-стальная 4-14		Для крепления доборного кронштейна
Заклепка вытяжная нержавеющая сталь 5-10	 Тело заклепки-сталь нержавеющая AISI 304 Стержень-сталь нержавеющая AISI 304 Фирма Bralo	Для крепления направляющей к регулировочному зацепу, крепления горизонтальных направляющих к вертикальным 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 вспомогательных элементов в случаях, оговоренных проектом, а также согласно экспертному заключению для крепления эл-тов противопожарных отсеков
Винты самонарезающие из оцинкованной стали или нержавеющей стали	 Из списка материалов, допущенных ФЦС Госстроя России к применению в системах навесных фасадов с вентилируемым зазором	Тип и длина самореза определяются проектной документацией
Дюбель тарельчатый	 Из списка материалов, допущенных ФЦС Госстроя России к применению в системах навесных фасадов с вентилируемым зазором	Для крепления утеплителя к стене. Тип и длина дюбеля определяются проектной документацией

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Утеплитель и облицовка

Наименование	Общий вид	Назначение	Фирма-производитель
Утеплитель		Для утепления стен, устройства отсечек, защиты кранштейнов	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.)
Плита керамогранитная		Для наружной облицовки фасада	GRANITI FIANDRE S.p.A (Италия)
			Impronta Italgraniti Ceramiche S.p.A (Италия)
			MIRAGE Granito Ceramito S.p.A (Италия)
			LEONARDO S.p.A (Италия)
			VENEZIA CEREMIC Co., Ltd. (КНР)
			NANHAI CITY JINDO CERAMICS Co., Ltd. (КНР)
			GUANDONG DONG-PENG CERAMIC Co., Ltd. (КНР-ГОНКОНГ)
			FOSHAN NANHAI HUATAO CERAMIC Co., Ltd. (КНР)
Fiogano Nanhai Huiya CERAMIC Co., Ltd (Китай)			

Геометрические характеристики сечения направляющих.

	Наименование	Площадь сечения см ²	Масса 1 мп. кг/м	Внешний периметр см	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиусы инерции		Примечания	
	Артикул				J _x	J _y	W _x	W _y	i _x	i _y		
	Код				см ⁴	см ⁴	см ³	см ³	см	см		
	Универсальная вертикальная направляющая	2,37	0,641	26,1	4,84	3,18	1,67	1,06	1,43	1,16		
	АУРС.150.0101											
	11800100											
	Вертикальная направляющая	2,31	0,624	25,8	8,10	5,14	1,78	1,47	1,87	1,49	момент инерции	момент сопротив-ия
	АУРС.150.0102										полный J _x	полный W _x
	11800200										эффективный J _x ^{эф}	эффективный W _x ^{эф}
	Направляющая	1,78	0,479	19,9	6,81	2,52	1,64	0,80	1,96	1,19	инерции	момент сопротив-ия
	АУРС.150.0104										полный J _x	полный W _x
	11801300										эффективный J _x ^{эф}	эффективный W _x ^{эф}
	Горизонтальная направляющая	2,76	0,745	29,6	13,55	2,00	4,03	1,28	2,22	0,85		
	АУРС.150.0105											
	11801400											
	Горизонтальная направляющая	1,46	0,394	13,9	1,55	0,71	0,64	0,69	1,0	0,7		
	АУРС.150.0106											
	11801500											



ALUTECH ALT 150 КГНК

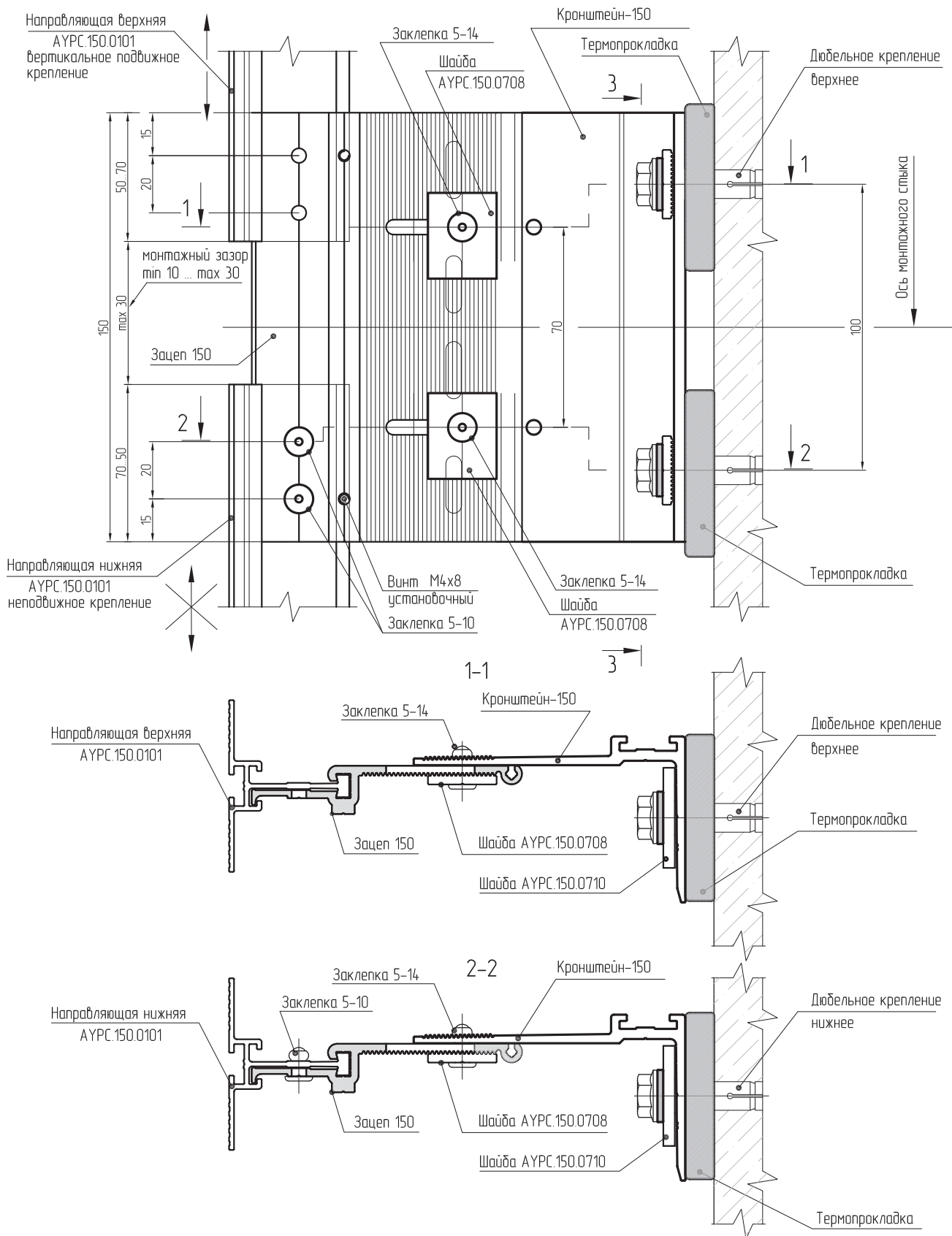
Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЙ

03

Узлы сопряжения с направляющей АУРС.150.0101.

Узел несущий собмещенный по консольно-рамной схеме сопряжения на кронштейне -150 (НСКР-150 и НСКР-150Д)



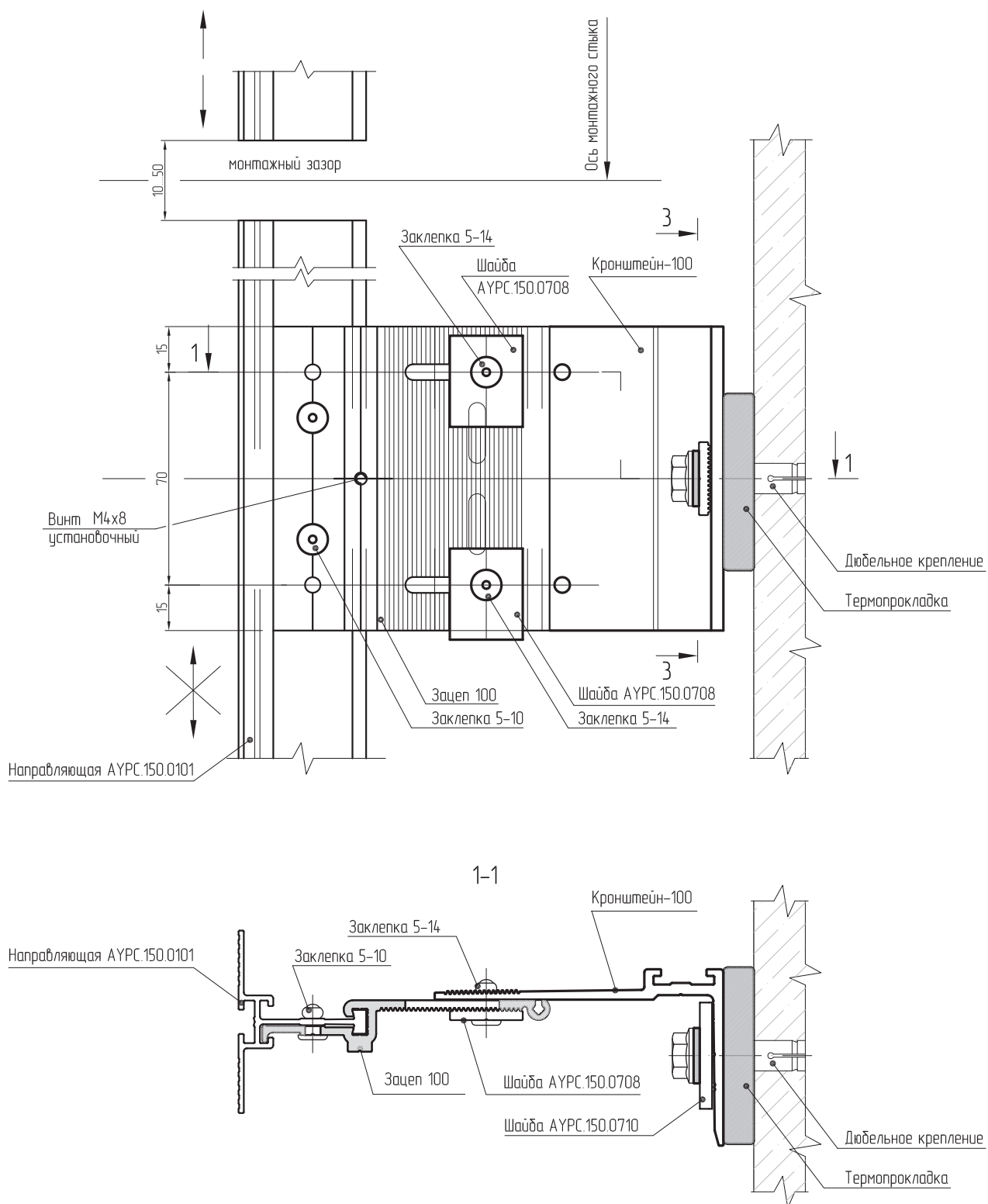
1. Разрезы 1-1 и 2-2 даны для узла НСКР-150.

2. Разрез 3-3 для узла НСКР-150 и НСКР-150Д см. на л. 02.06.

3. Расчетную схему несущего узла по консольно-рамной схеме сопряжения см. на л. 8.41 альбома технических решений ALT150KF.

Узлы сопряжения с направляющей АУРС.150.0101.

Узел несущий раздельный по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейне-100 (НРШР-100 и НРШР-100Д)



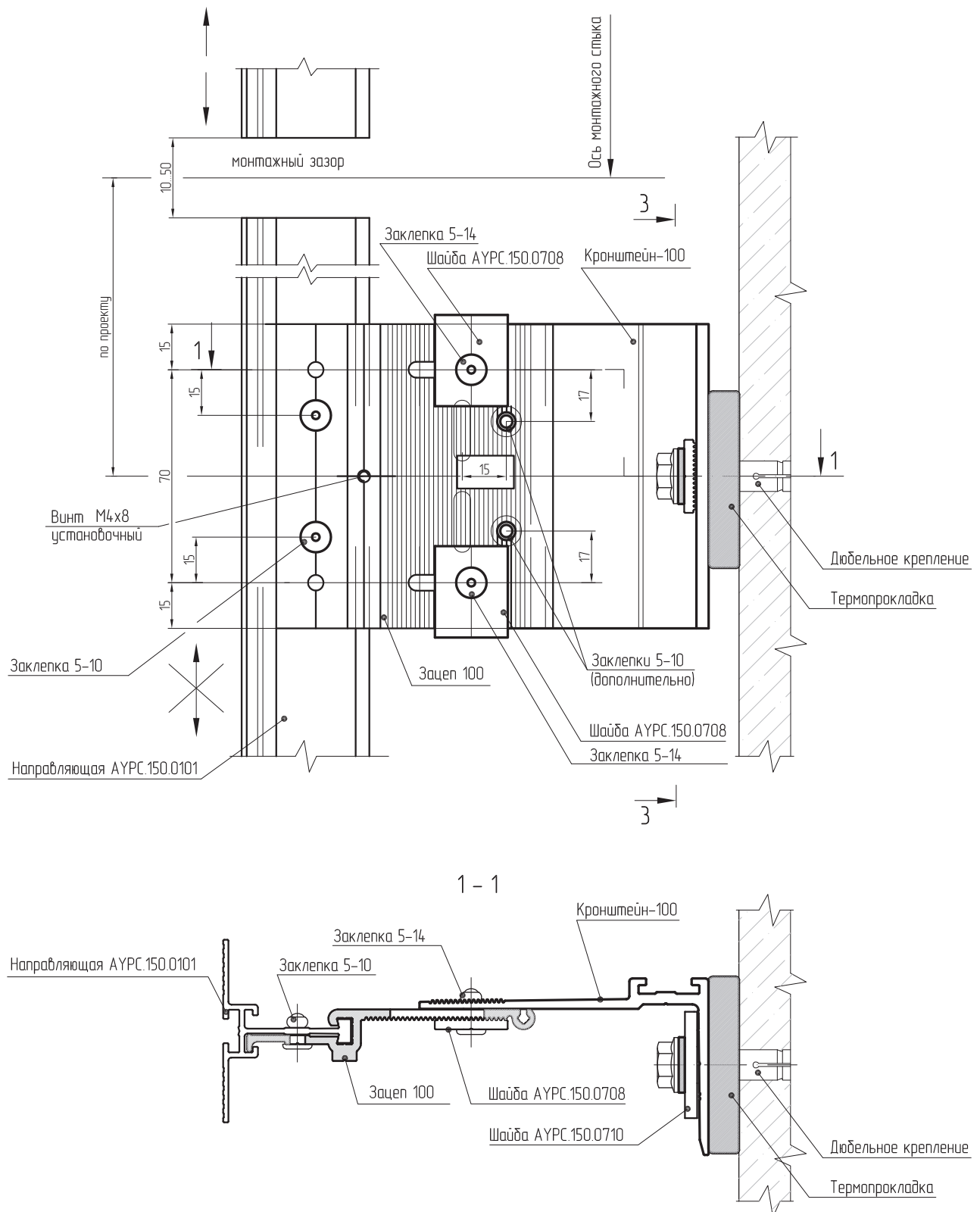
1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР-100.

2. Разрез 3-3 для узла НРШР-100 и НРШР-100Д см. на л. 02.06.

3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 08.36 ALT150КГ.

Узлы сопряжения с направляющей АУРС.150.0101.

Узел несущий раздельный по шарнирно-рамной схеме сопряжения усиленный на кронштейне-100 (НРШРу-100 и НРШРу-100Д)

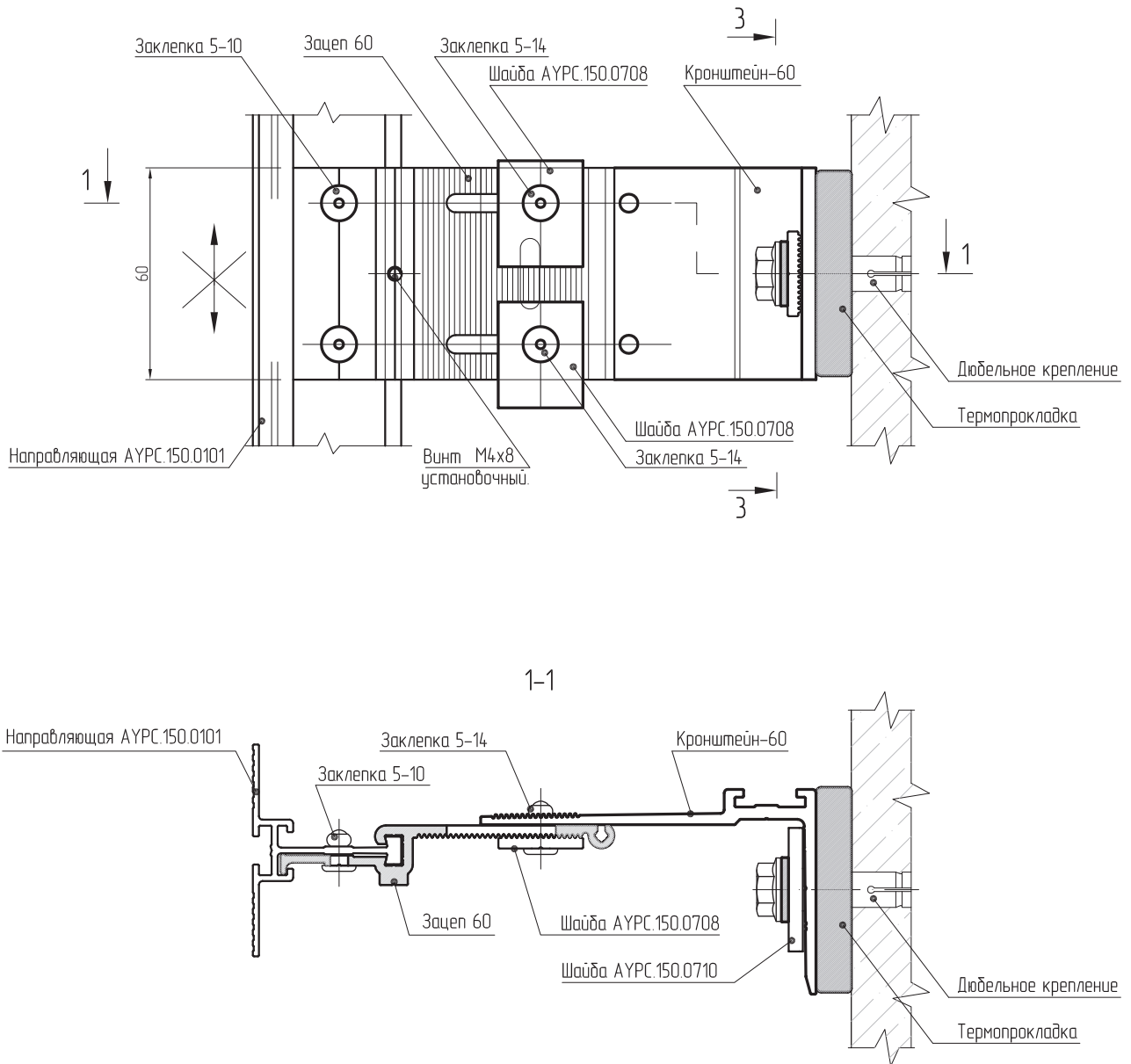


1. Разрез 1-1 дан для узла НРШРу-100.
2. Разрез 3-3 для узла НРШРу-100 и НРШРу-100Д см. на л. 02.06.
3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 08.36 ALT150КГ.

Узлы сопряжения с направляющей АУРС.150.0101.

Узел несущий раздельный по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейне-60 (НРШР-60 и НРШР-60Д)

При незначительных вертикальных нагрузках и малом отnose от стены возможно использование кронштейна-60 в качестве несущего



1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР-60.

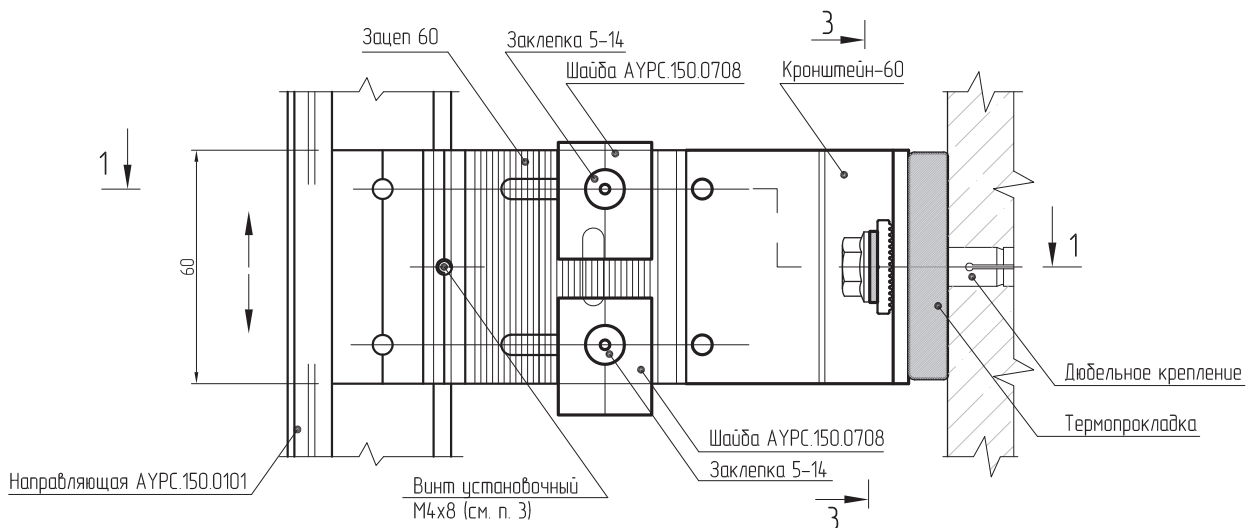
2. Разрез 3-3 для узла НРШР-60 и НРШР-60Д см. на л. 02.06.

3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. на л. 08.32, 08.36 ALT150КГ.

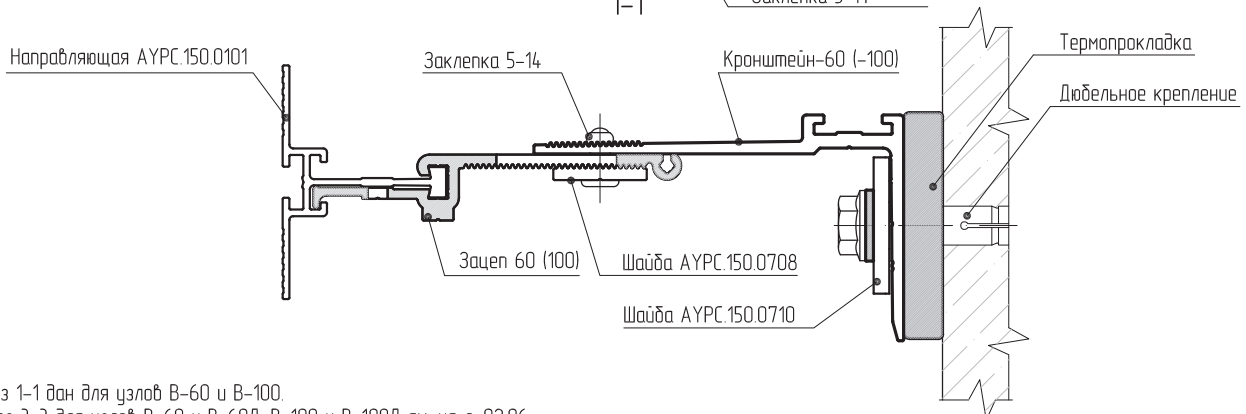
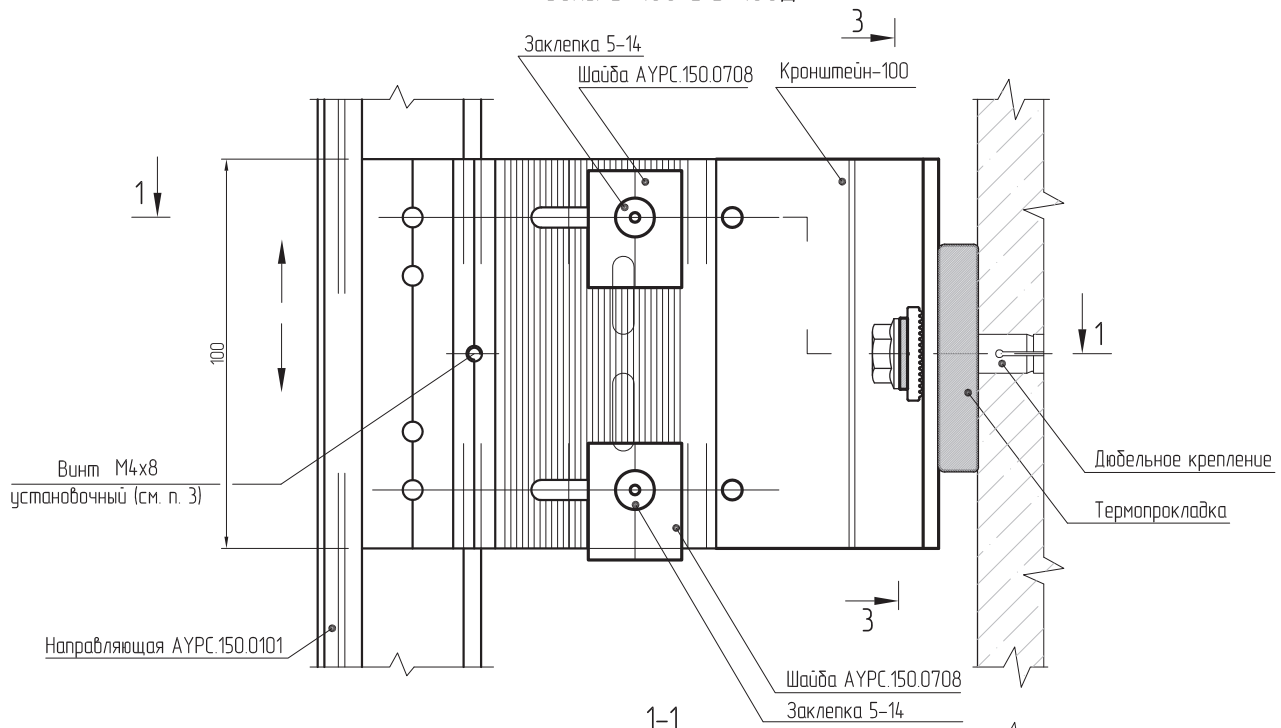
Узлы сопряжения с направляющей АУРС.150.0101.

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

Узлы В-60 и В-60Д



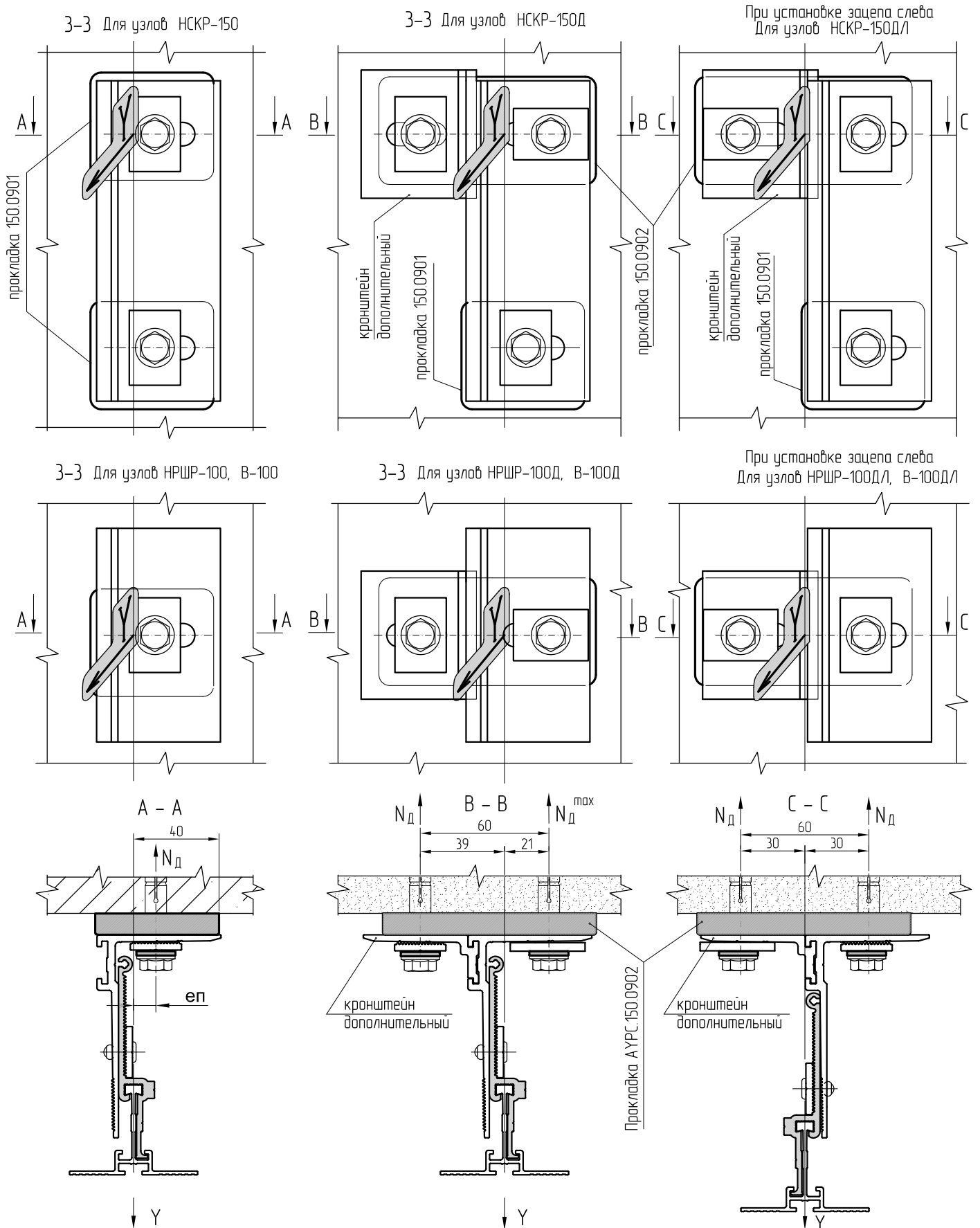
Узлы В-100 и В-100Д



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

2. Разрез 3-3 для узлов В-60 и В-60Д, В-100 и В-100Д см. на л. 02.06.

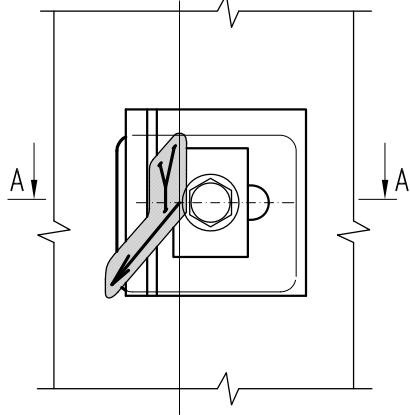
3. Винт временно фиксирует зацеп в определенном монтажном положении на направляющей для удобства монтажа. После крепления зацепа к кронштейну винт обязательно ослабить или удалить для использования на следующих кронштейнах. Временное позиционирование зацепов также можно выполнять специальными съемными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



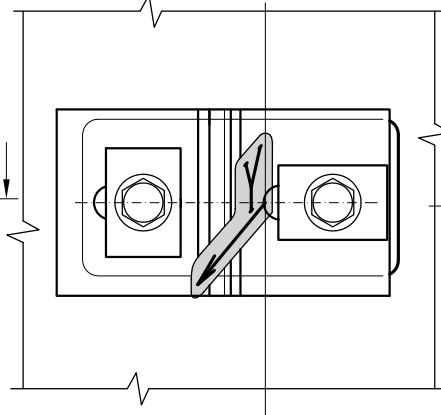
Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

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

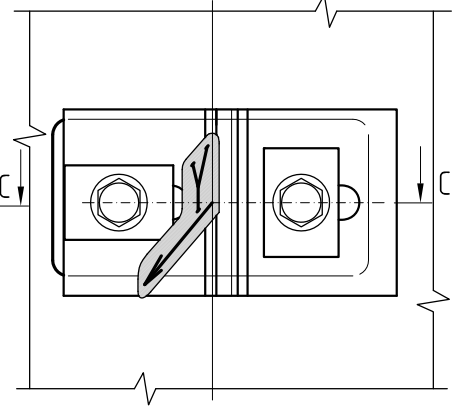
З-З Для узлов НРШР-60, В-60



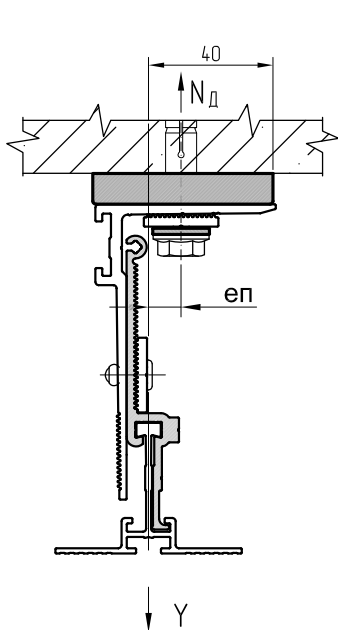
З-З Для узлов НРШР-60Д, В-60Д



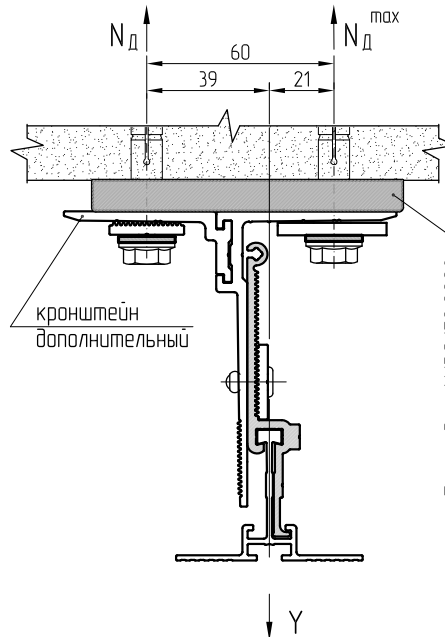
При установке зацепа слева
Для узлов НРШР-60ДЛ, В-60ДЛ



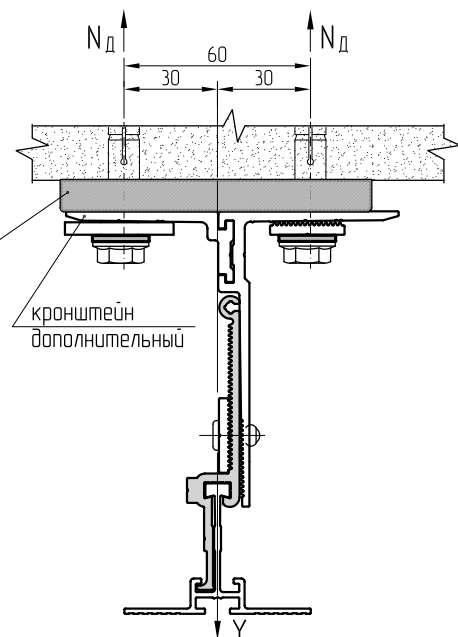
A - A



B - B



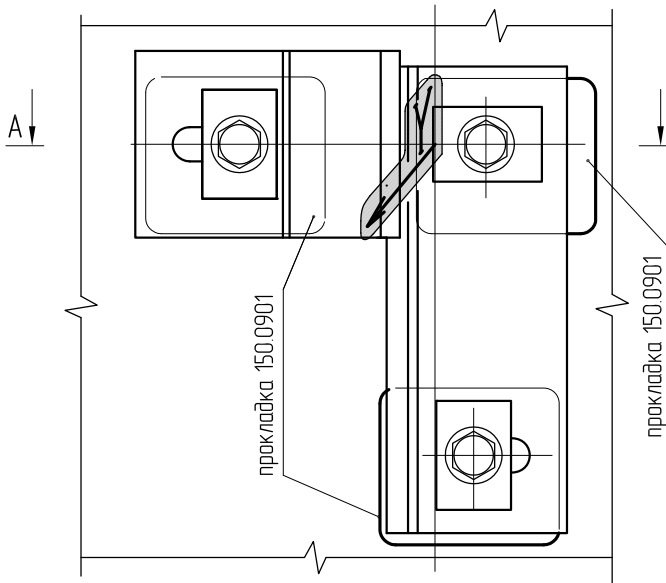
C - C



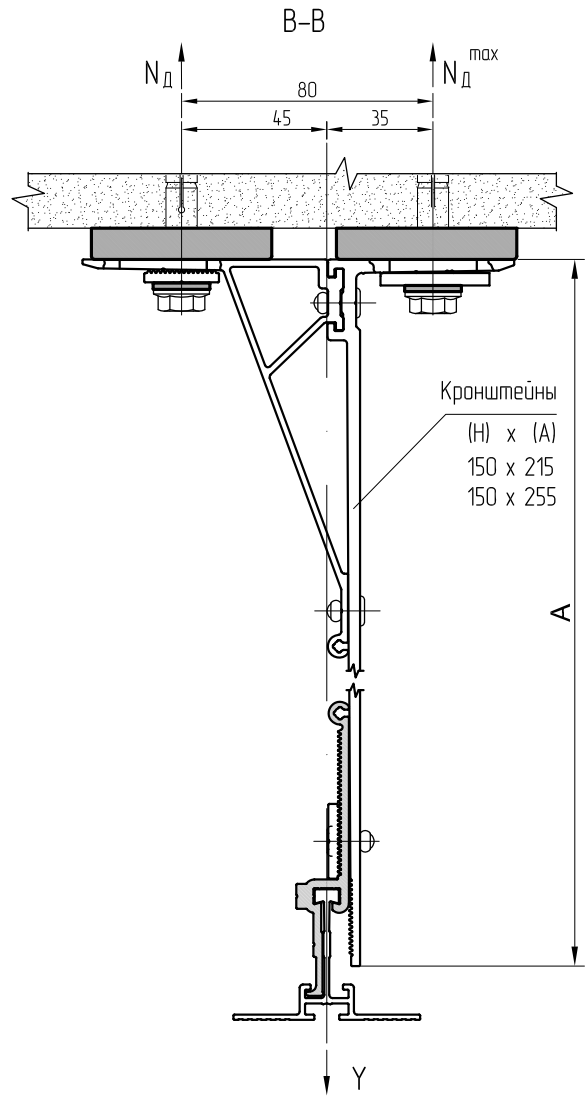
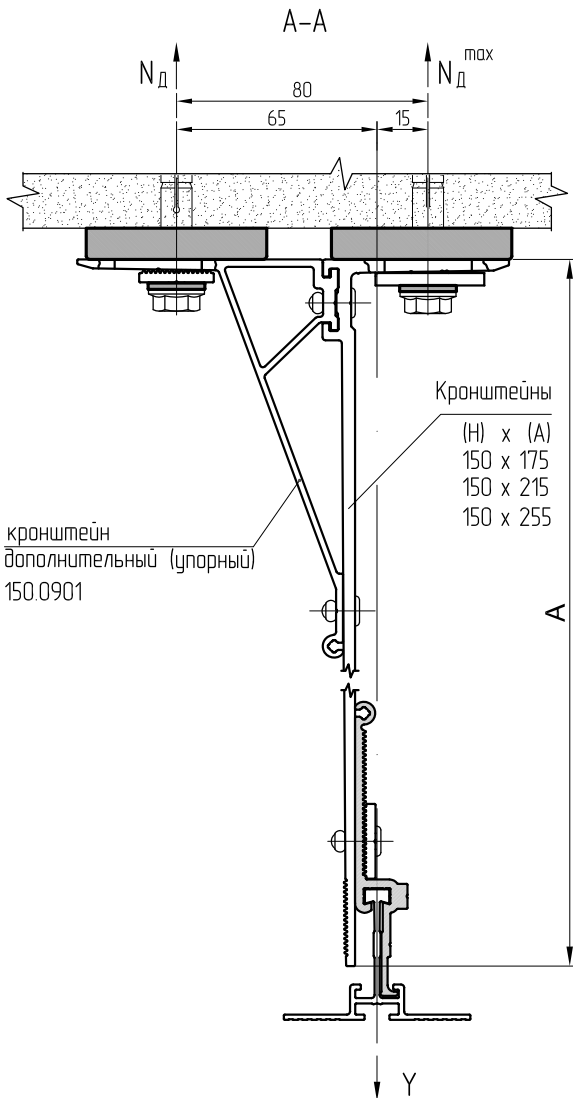
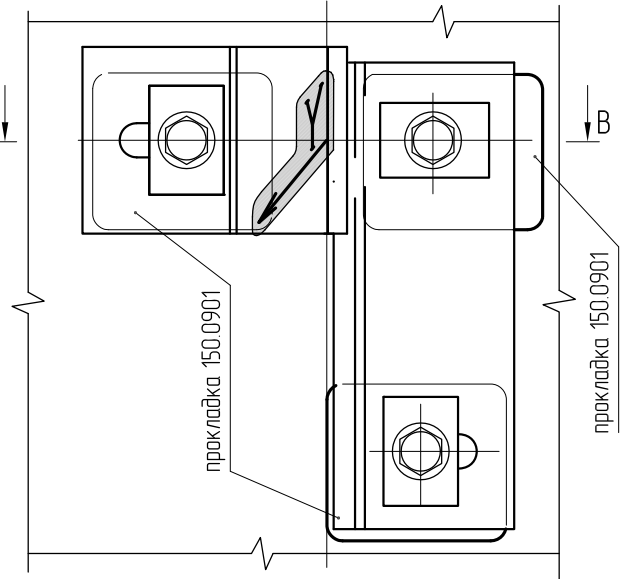
Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

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

3-3 Для узлов НСКР-150У

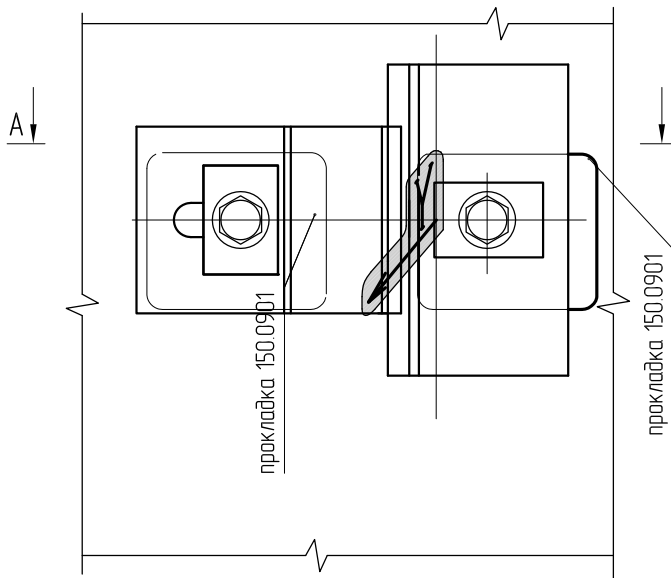


При установке зацепя следа
Для узлов НСКР-150УЛ

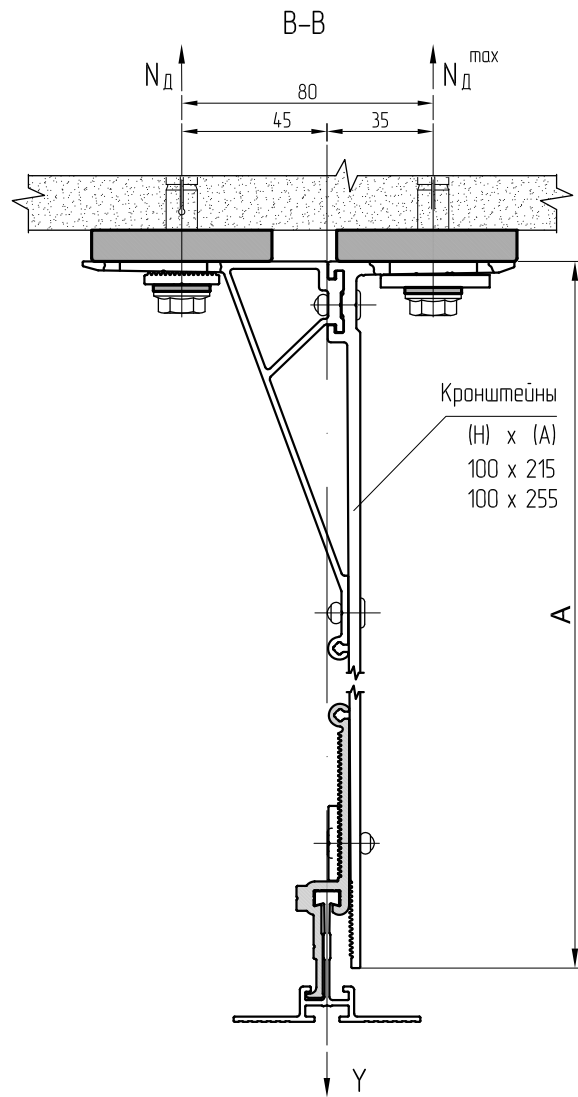
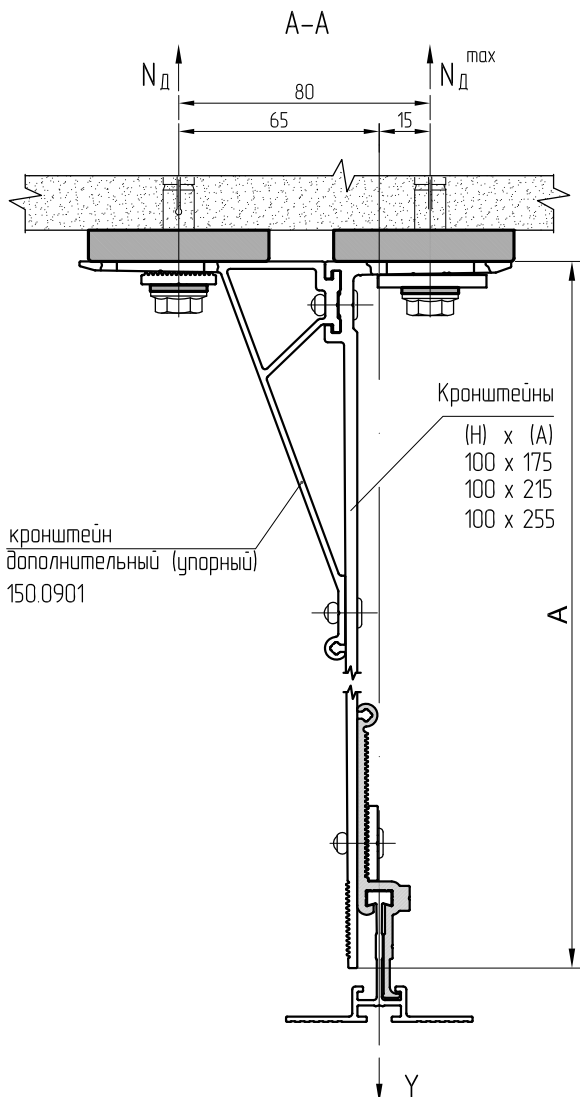
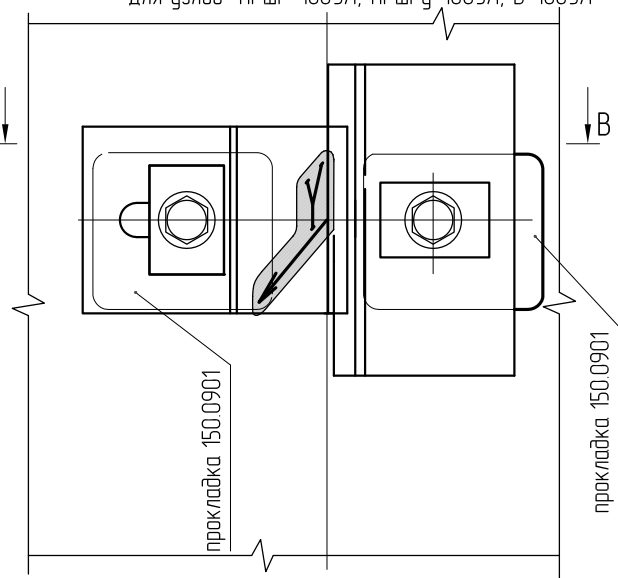


Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y			
упорный кронштейн	основной кронштейн	упорный кронштейн	основной кронштейн
$N_{д} = 0,2 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,8 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,44 \cdot Y$	$N_{д}^{max} = 0,56 \cdot Y$

3-3 Для узлов НРШР-100У; НРШРу-100У; В-100У

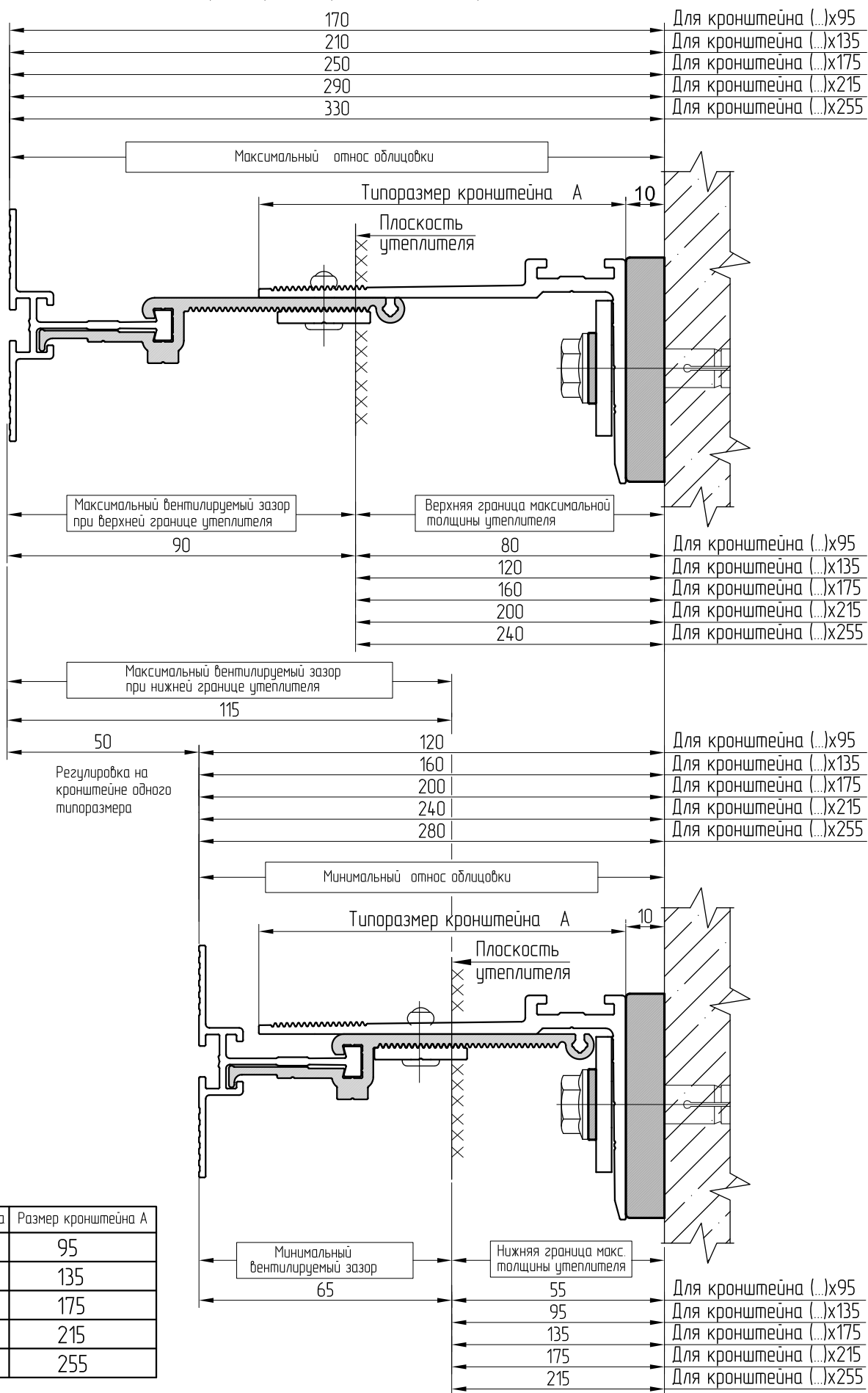


При установке зацепя слева
Для узлов НРШР-100УЛ; НРШРу-100УЛ; В-100УЛ



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

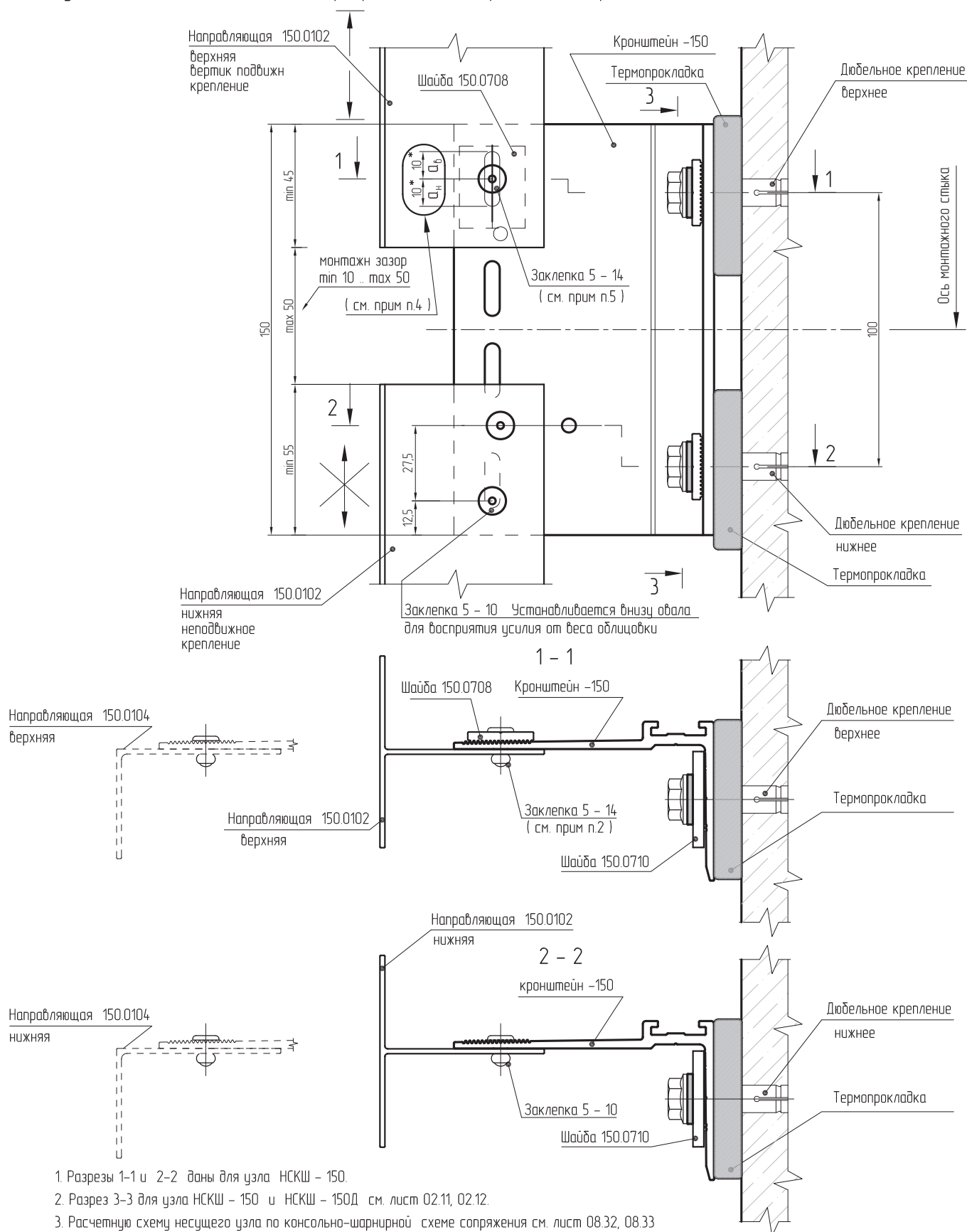
Таблица параметров сопряжений для направляющей 150.0101



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

Узлы сопряжения с направляющими АУРС.150.0102, АУРС.150.0104.

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 02.11, 02.12.

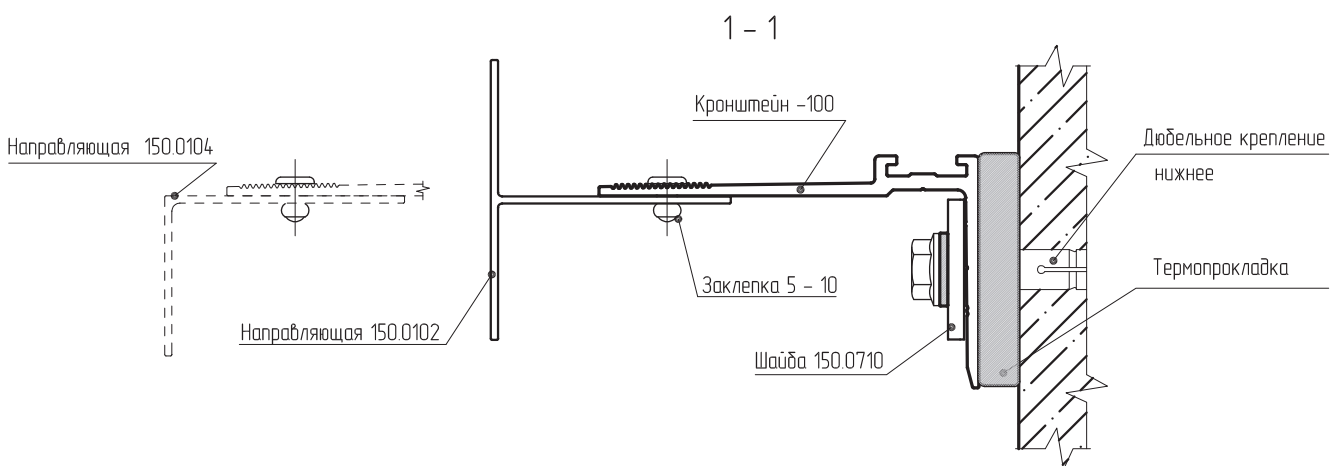
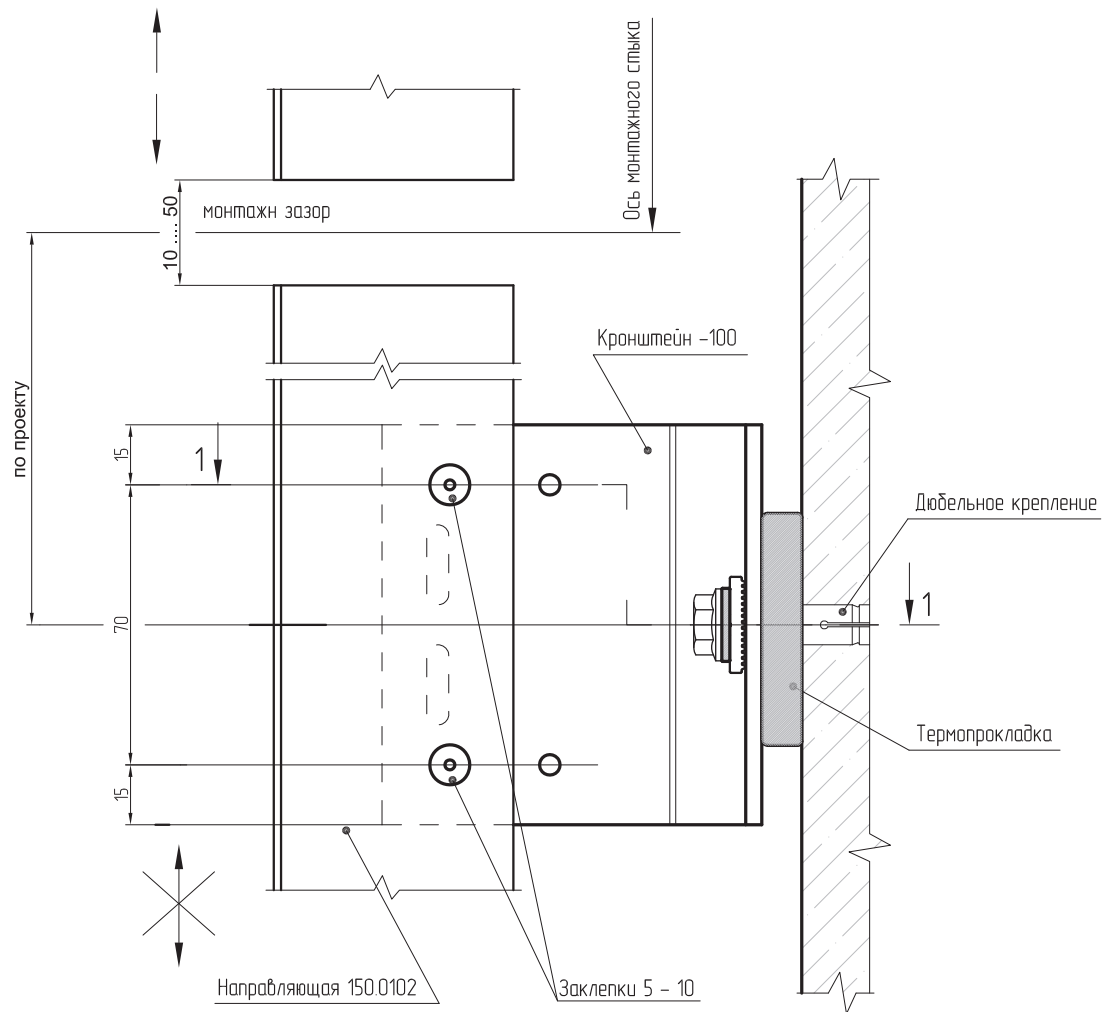
3. Расчетную схему несущего узла по консольно-шарнирной схеме сопряжения см. лист 08.32, 08.33 альбома технических решений АЛТ150КГ.

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)

Узлы сопряжения с направляющими АУРС.150.0102, АУРС.150.0104.

Узел несущий раздельный по шарнирно-рамной схеме сопряжения на кронштейне -100. Направляющая 150.0101 (НРШР1-100 и НРШР1-100Д)



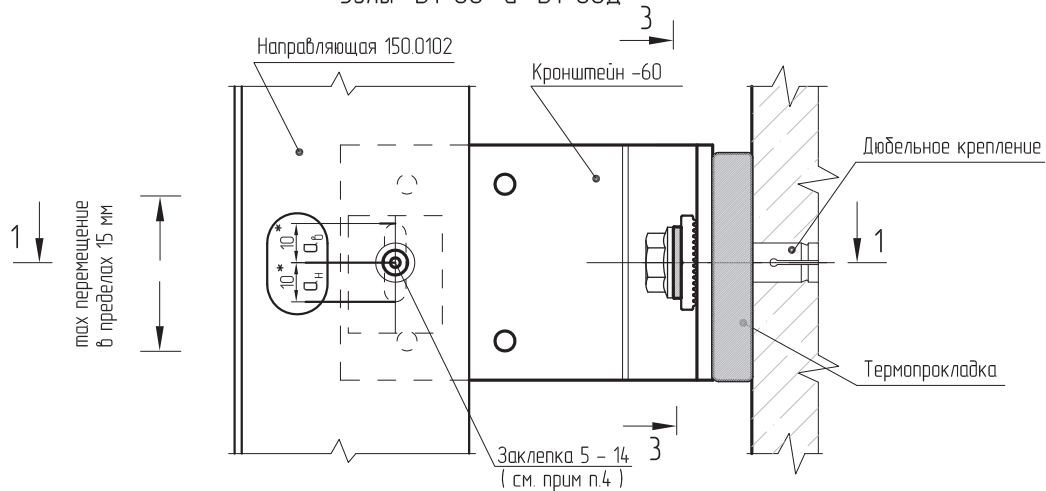
1. Разрез 1-1 дан для узла НРШР1 - 100.
2. Разрез 3-3 для узла НРШР1 - 100 и НРШР1 - 100Д см. лист 02.11, 02.12.
3. Расчетную схему несущего узла по шарнирно-рамной схеме сопряжения см. лист 08.31, 08.36 альбома технических решений АЛТ150КГ.

Узлы сопряжения с направляющими АУРС.150.0102, АУРС.150.0104.

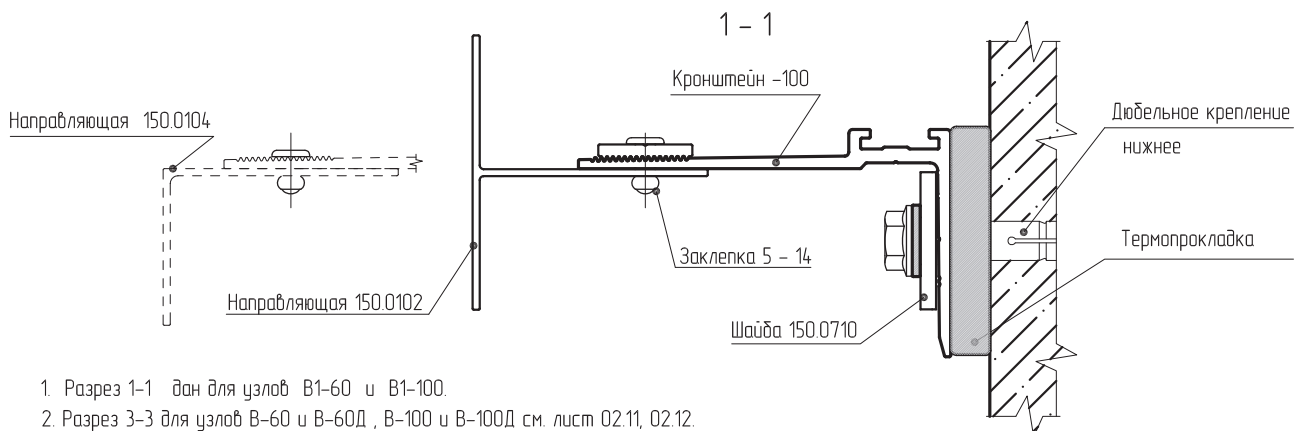
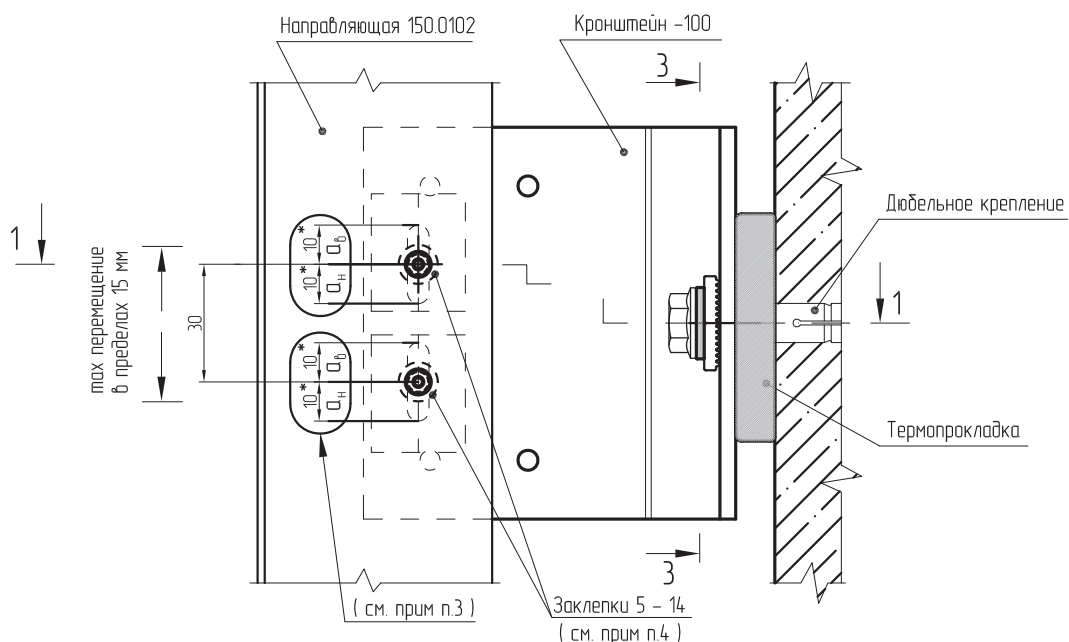
Узлы сопряжений опорные (ветровые) на кронштейнах -60 и -100.

Направляющая 150.0102
(В1-60 и В1-60Д ; В1-100 и В1-100Д)

Узлы В1-60 и В1-60Д



Узлы В1-100 и В1-100Д

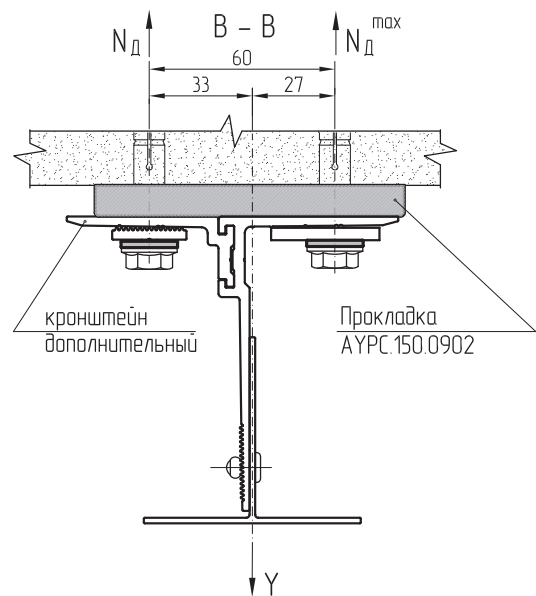
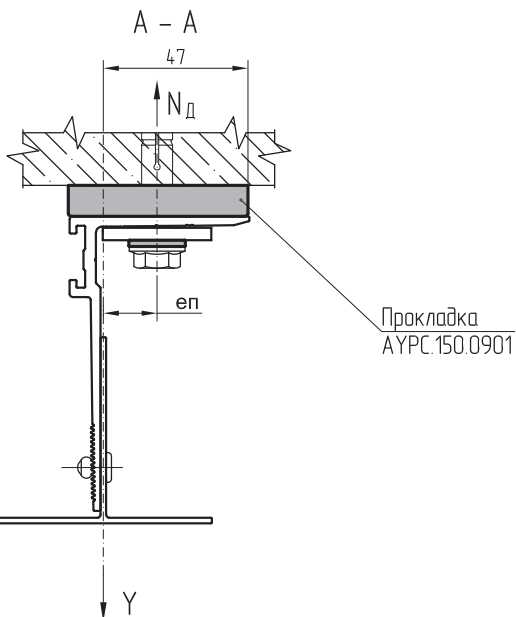
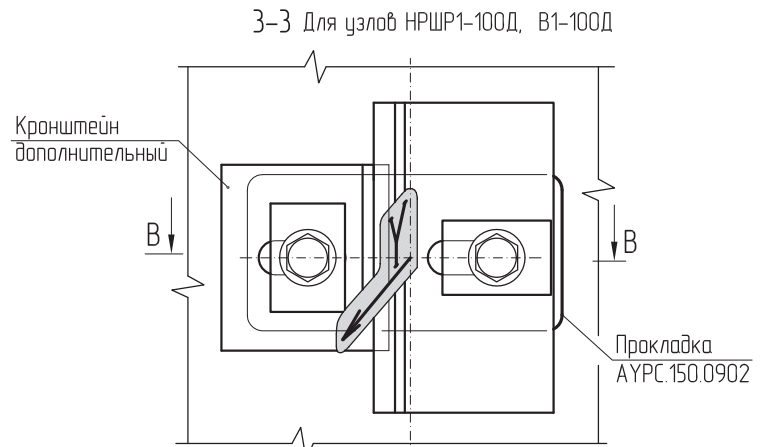
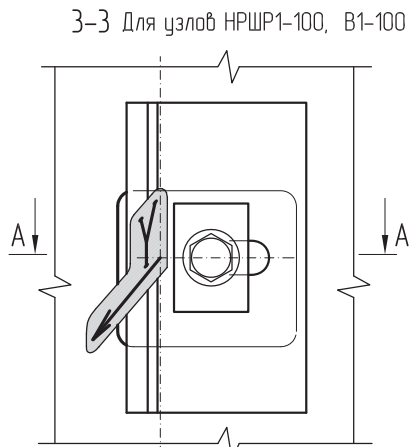
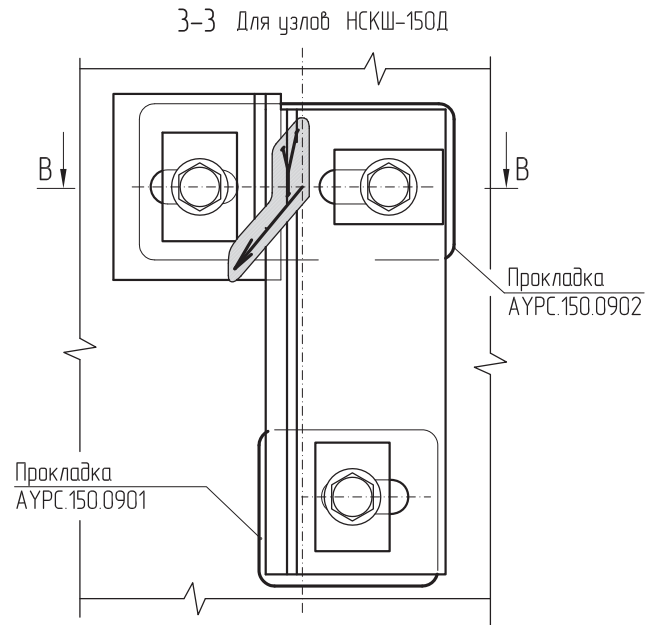
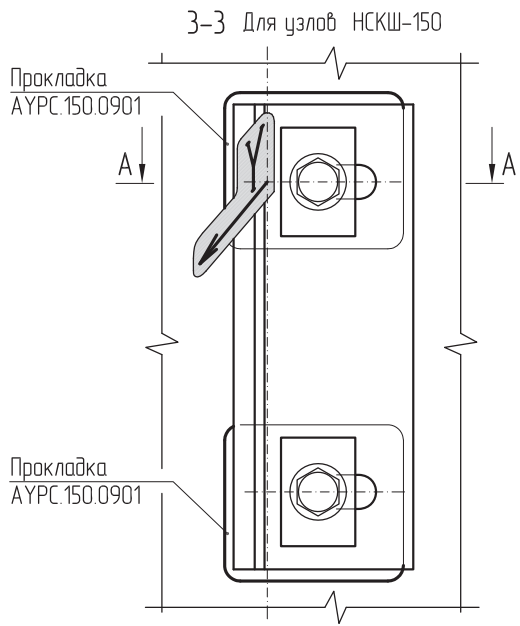


1. Разрез 1-1 дан для узлов В1-60 и В1-100.

2. Разрез 3-3 для узлов В-60 и В-60Д, В-100 и В-100Д см. лист 02.11, 02.12.

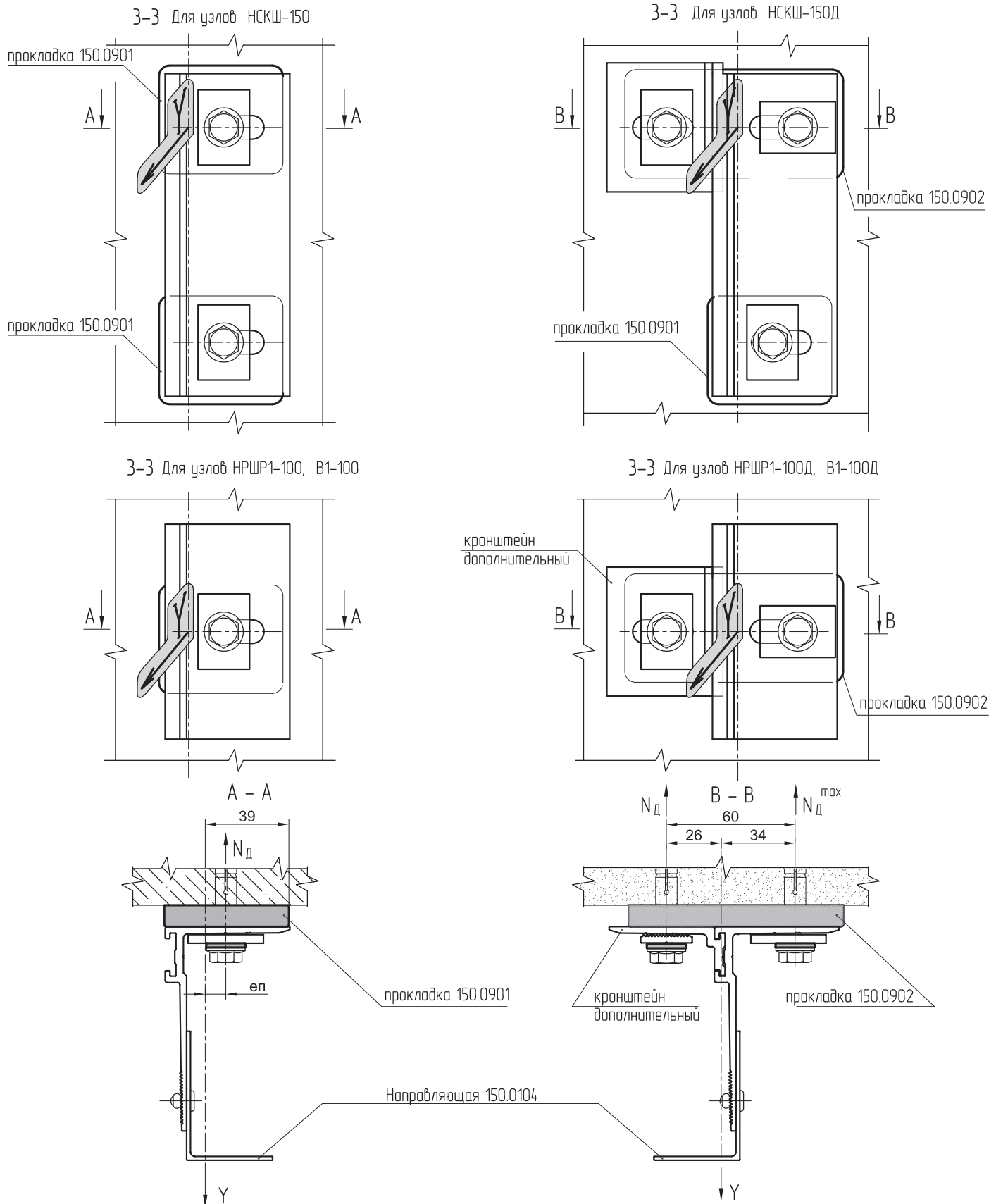
3. Привязка заклепки в овальном отверстии для упрощения монтажа может выполняться по центру овала. При привязке с учетом температуры монтажа можно увеличить диапазон термокомпенсаций направляющей

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



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

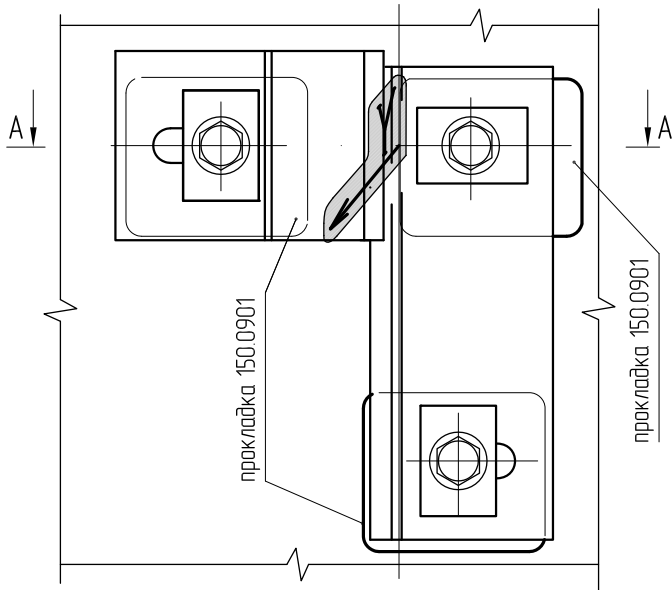
Разрезы для направляющей АУРС.150.0104.



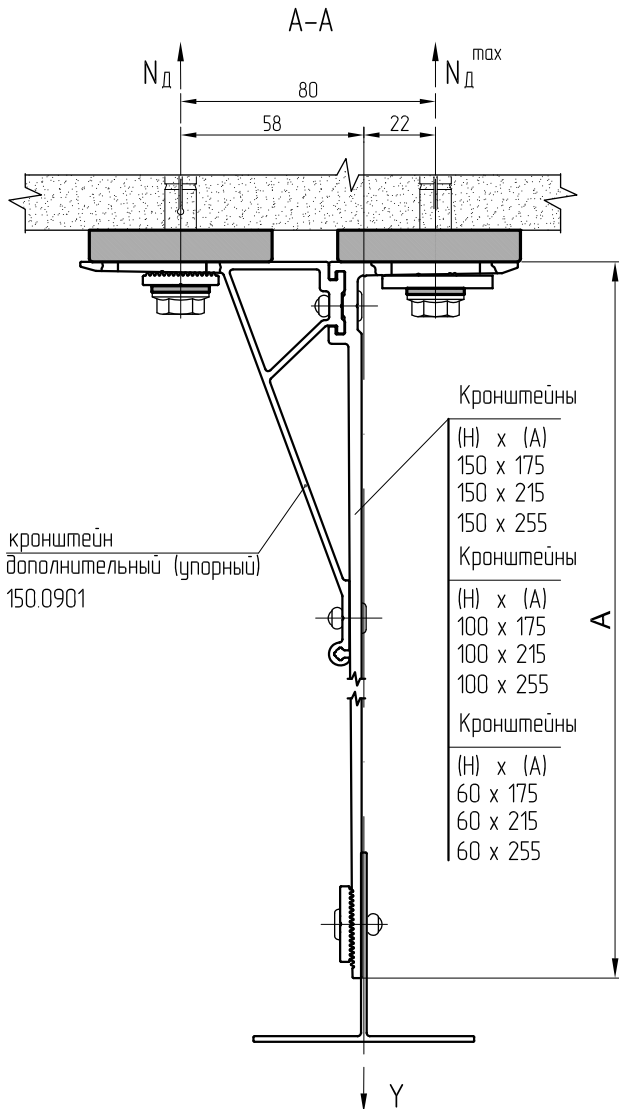
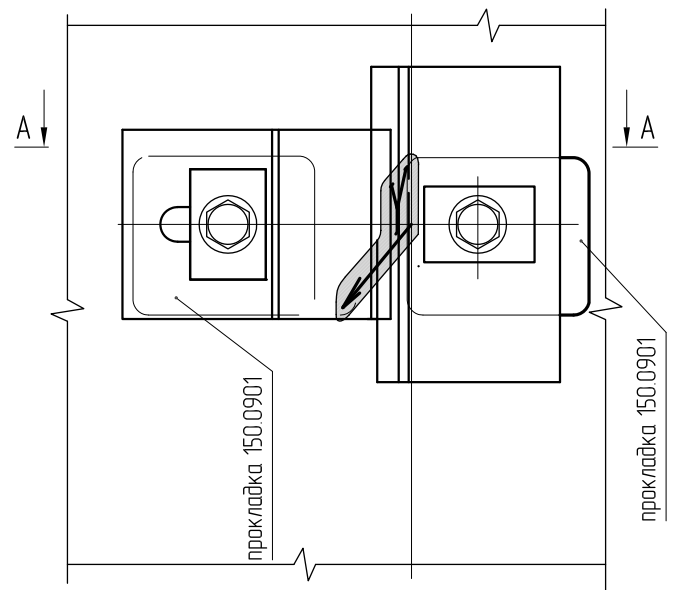
Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y

при ep = 10 мм $N_d = 1,25 * Y$	$N_d^{max} = 1,2 * Y / 2$
при ep = 20 мм $N_d = 1,7 * Y$	

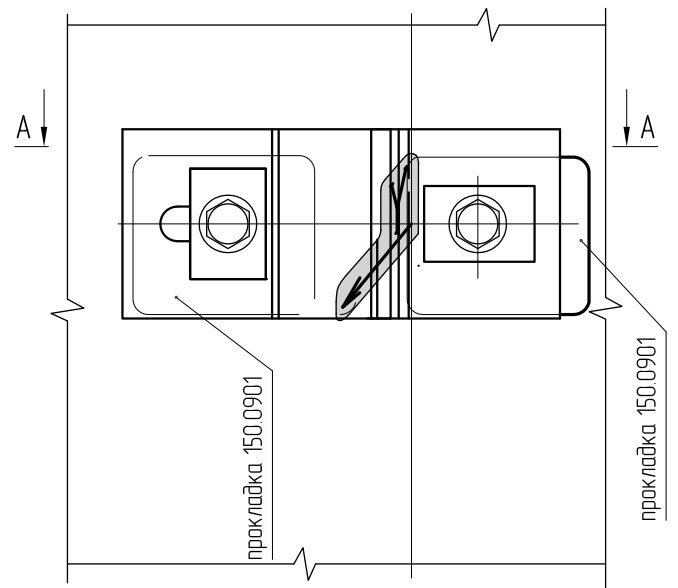
З-З Для узлов НСКШ-150У



З-З Для узлов НРШР1-100У, В1-100У



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

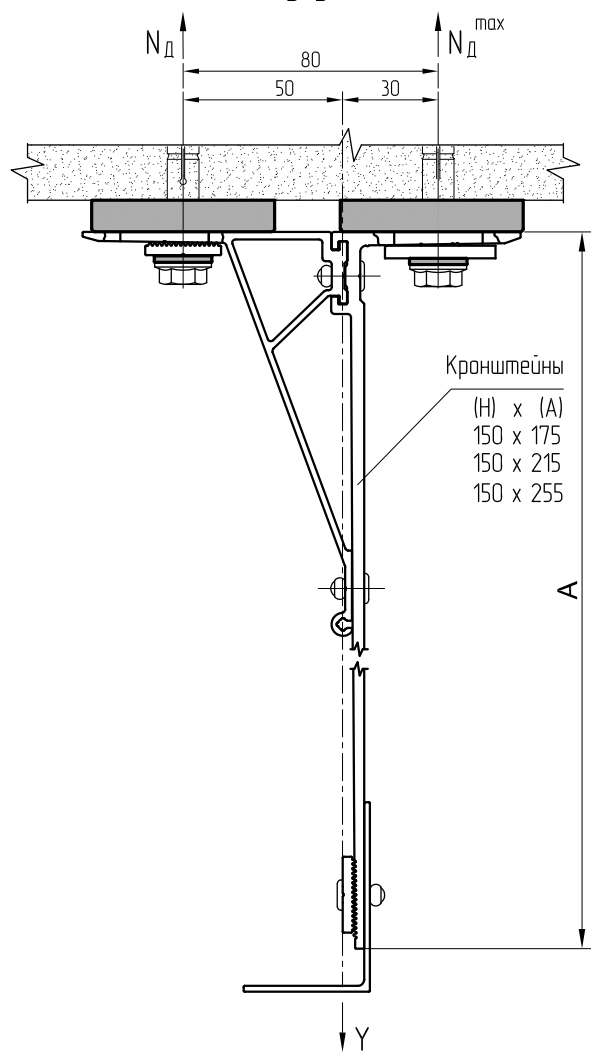
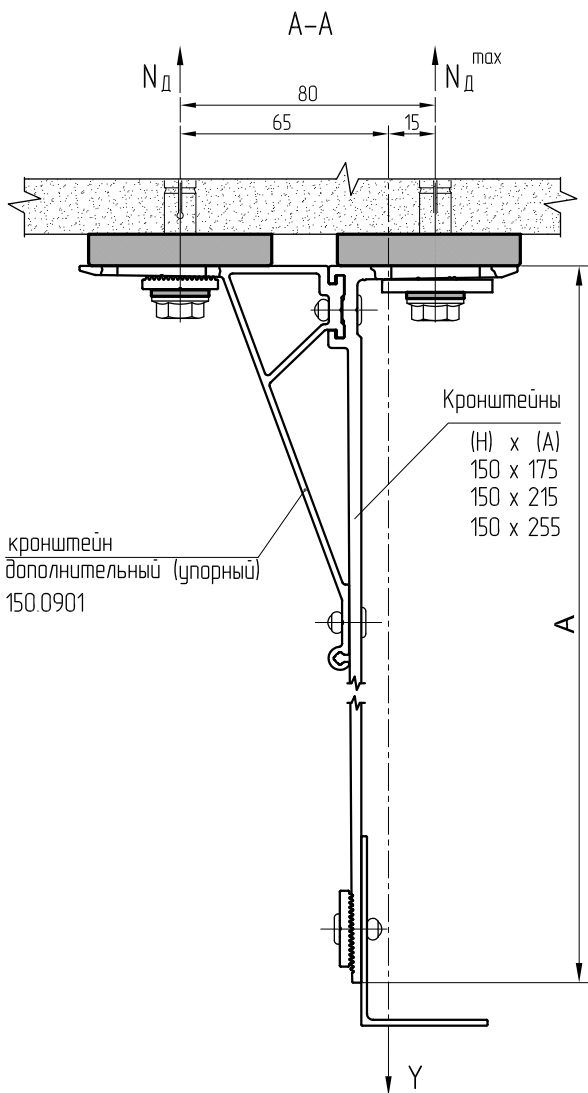
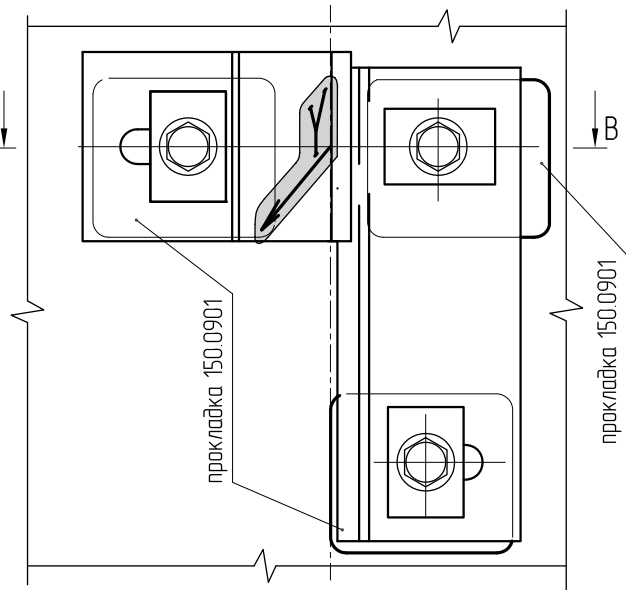
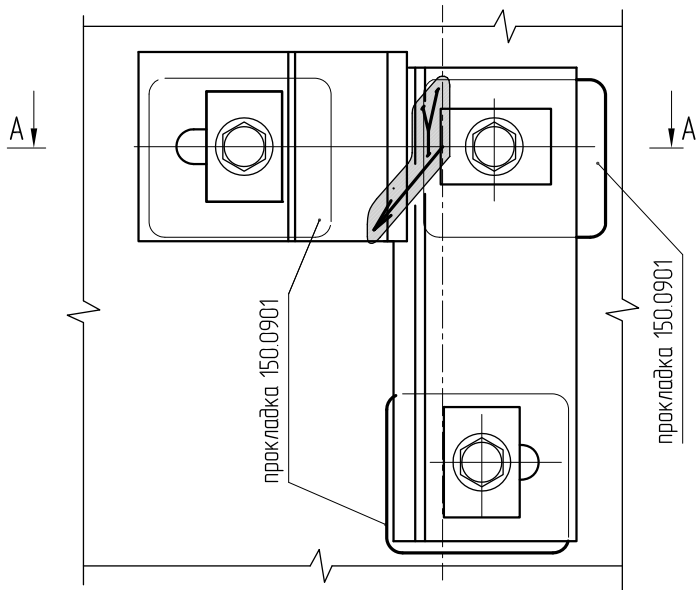


Вырывающие усилия на единичном дюбельном креплении в зоне действия усилия Y	
доборный кронштейн	основной кронштейн
$N_d = 0,2 \cdot Y$	$N_d^{\max} = 0,8 \cdot Y$

Разрезы для направляющей АУРС.150.0104.

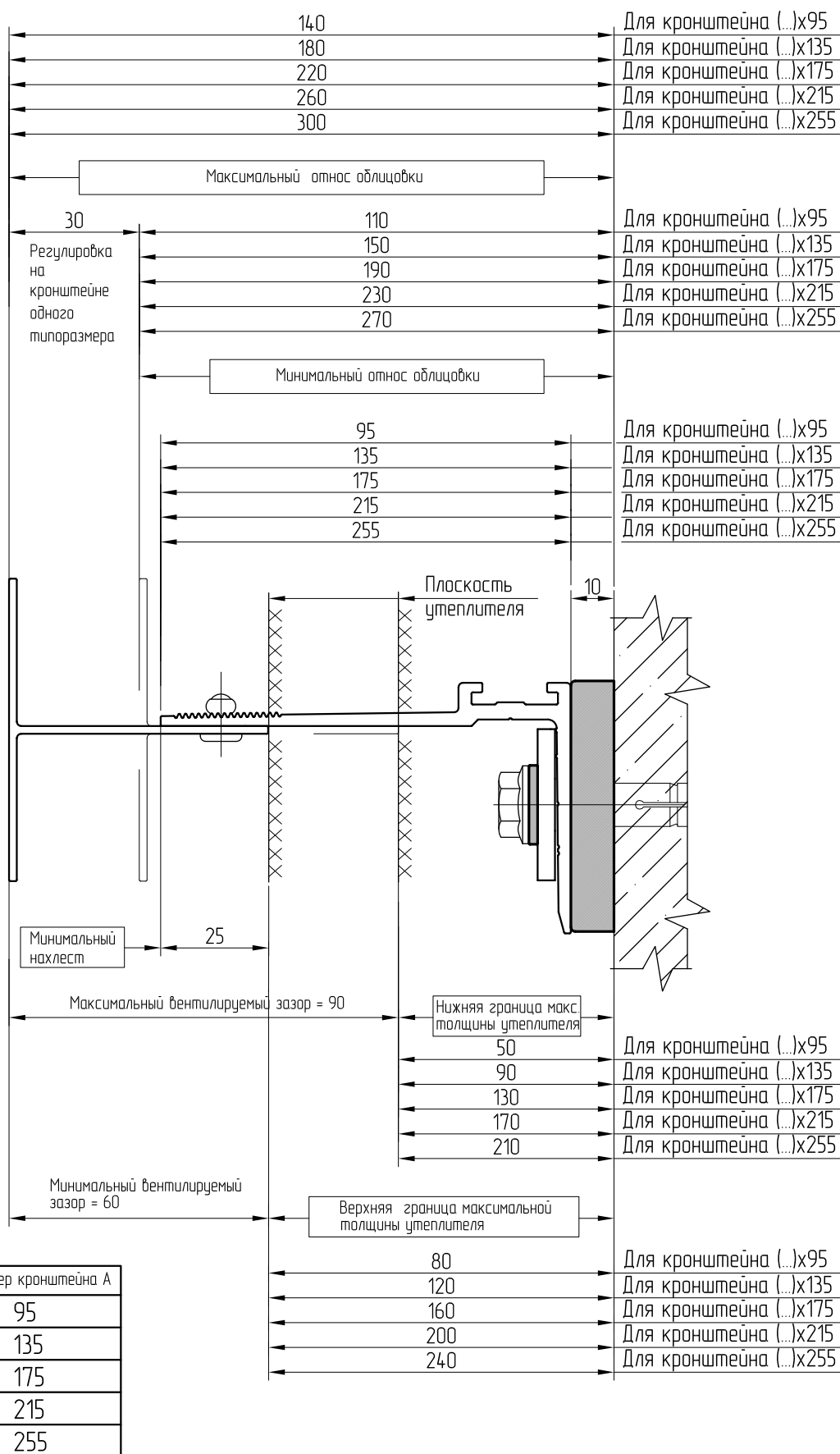
3-3 Для узлов НСКР-150У

3-3 Для узлов НСКР-150УЛ



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

Таблица параметров сопряжений для направляющих 150.0102, 150.0104



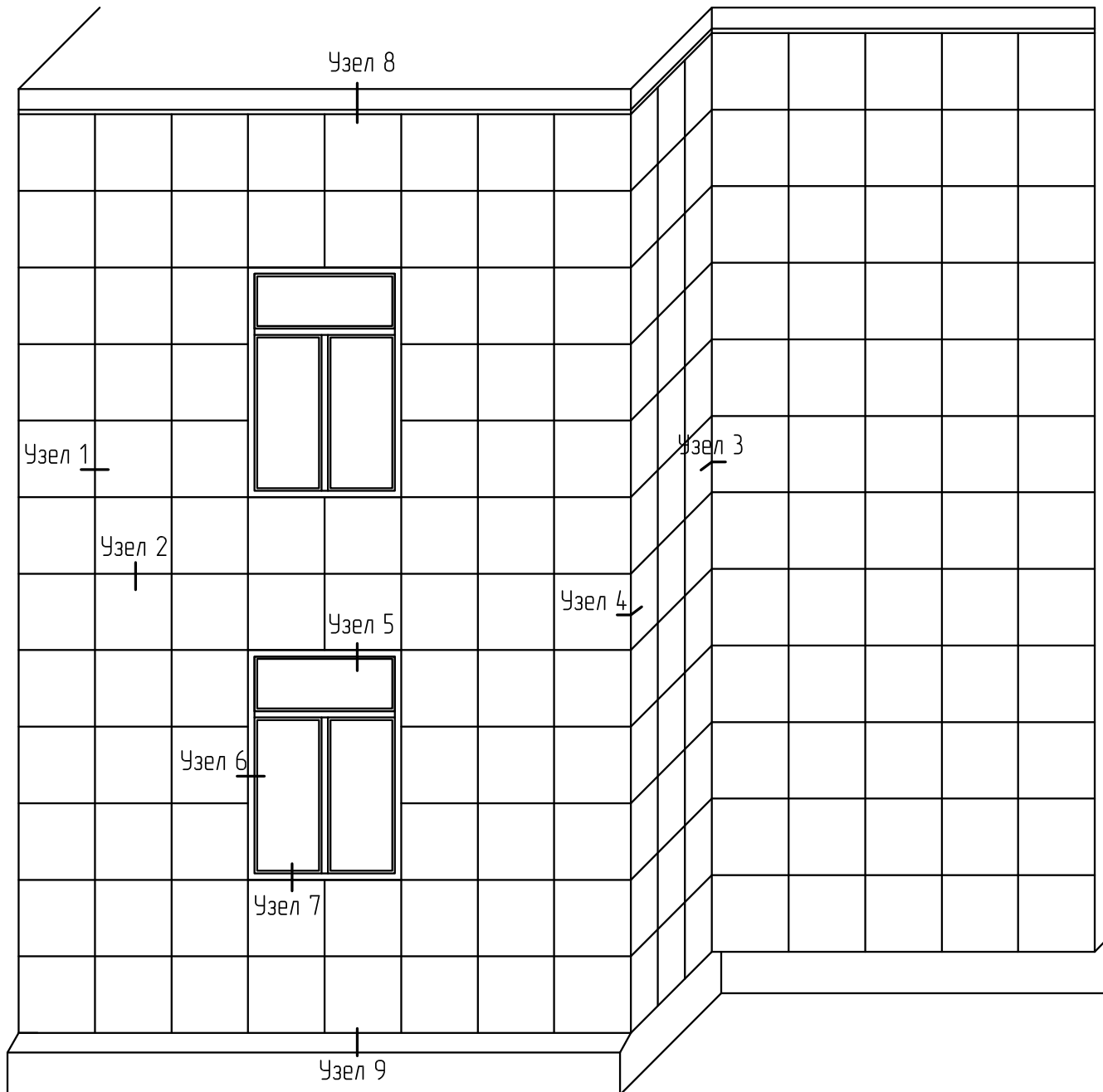


ALUTECH ALT 150 КГНК

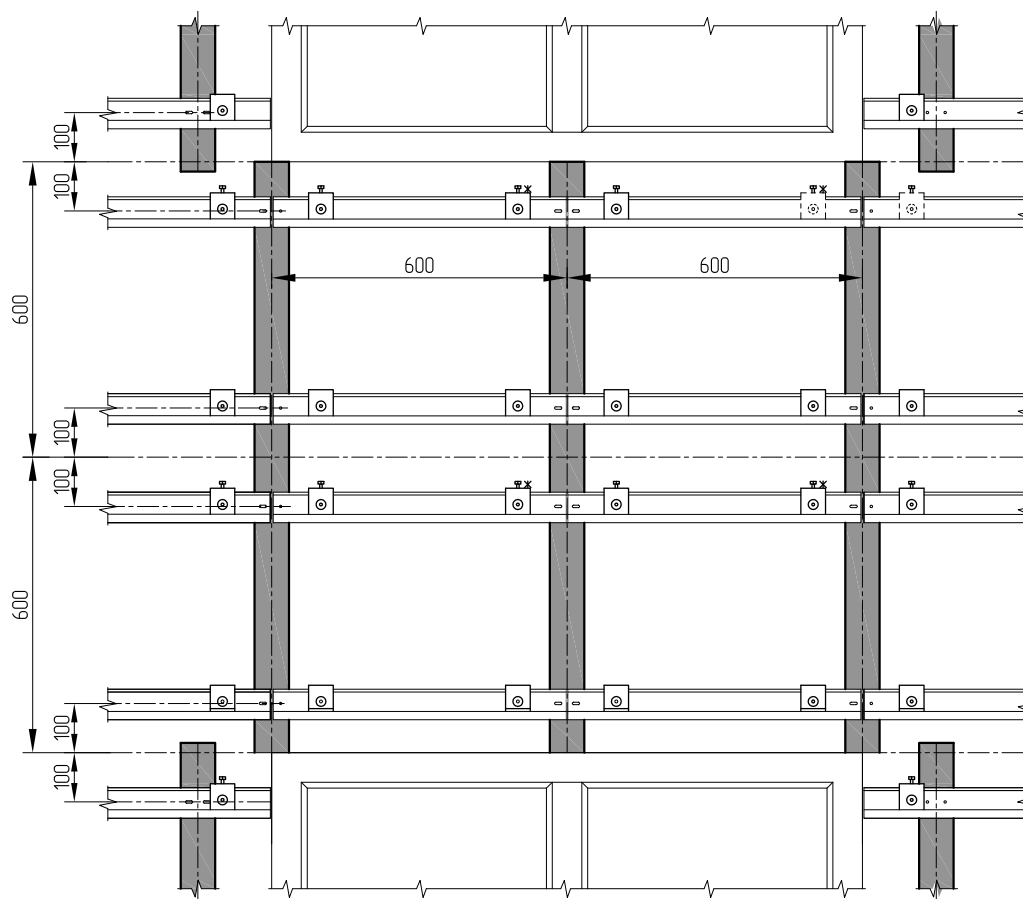
Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

УЗЛЫ ПРИМЫКАНИЙ

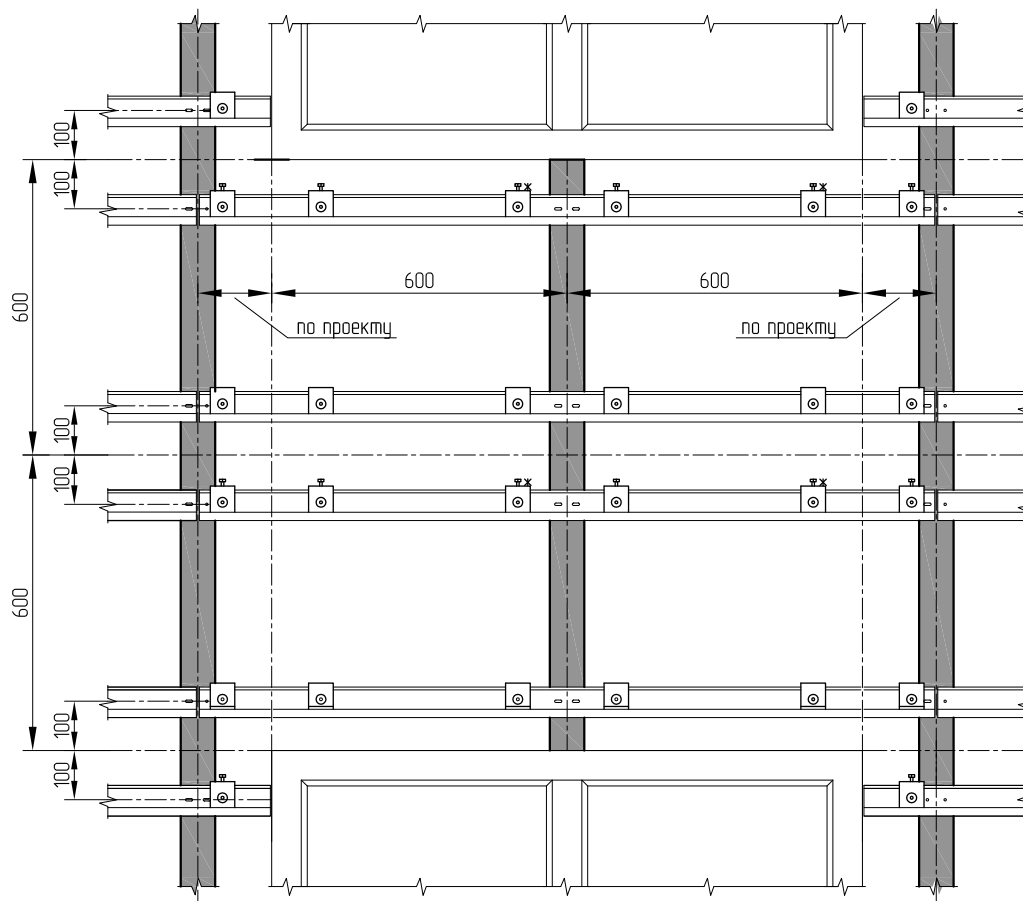
Раскладка плитки. Общий вид
Маркировочная схема узлов.



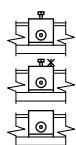
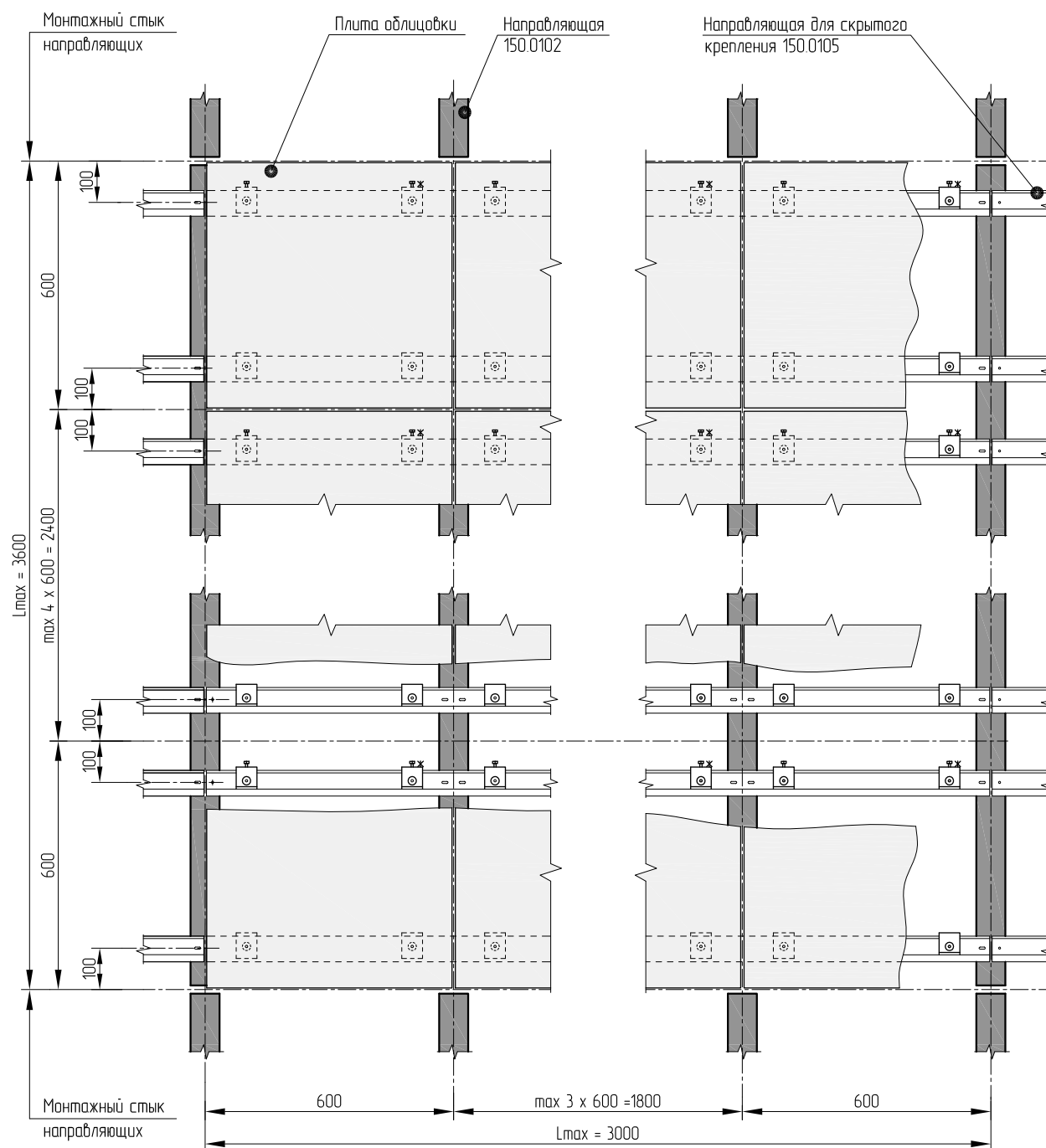
Раскладка подконструкции в зоне оконных проемов. Первый вариант.



Раскладка подконструкции в зоне оконных проемов. Второй вариант.



Раскладка подконструкции. Типовой вариант.



- верхний регулировочный аграф.
- верхний регулировочный аграф с фиксацией.
- нижний аграф.

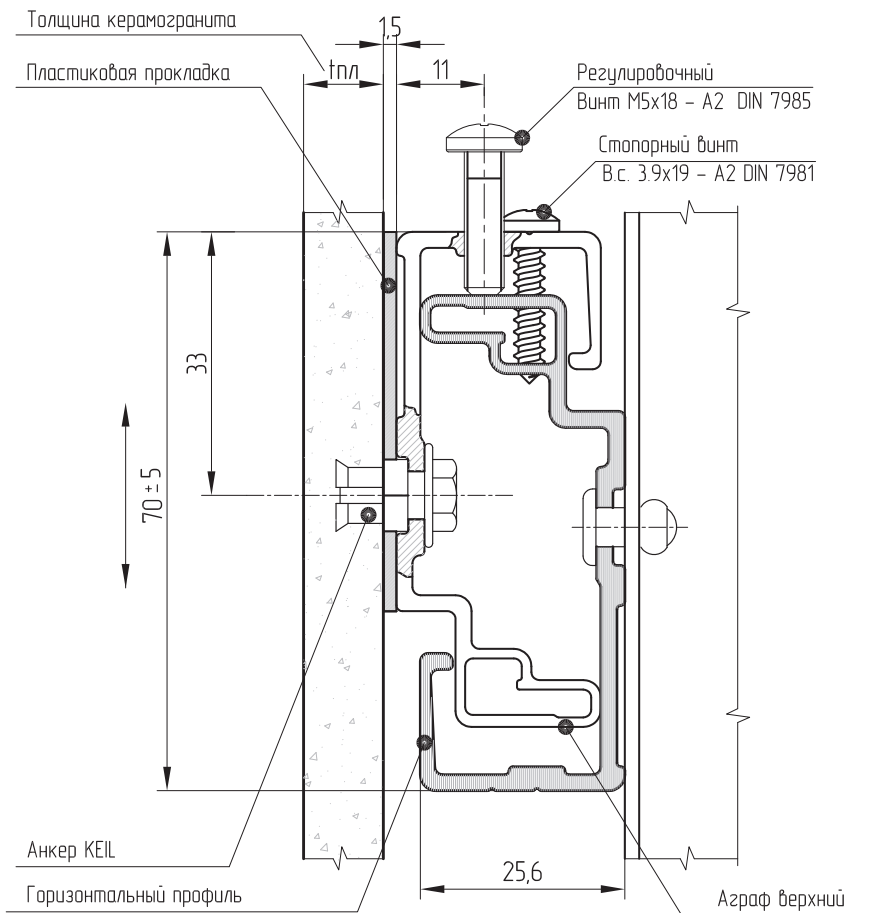
Конструктивные параметры
фасадной системы
подтвердить расчетами.

Возможны варианты раскладки плит облицовки, когда вертикальные стыки плит смещены относительно осей направляющих, когда шаг вертикальных направляющих равен 1200 мм при ширине плитки 600 мм (при этом также возможны варианты, когда ось направляющей совпадает с вертикальным стыком плит), либо располагается в произвольном месте относительно стыка плит), а также, когда шаг вертикальных направляющих произволен по величине и смещению относительно вертикальных стыков плит облицовки и варианты с другими размерами плит.

Вспомогательные таблицы для расчета горизонтальных направляющих для различных вариантов расположения плит относительно направляющих приводятся дополнительно при необходимости.

Расчет плит и креплений аграфов к плитам выполняется на основании данных производителей плит и креплений (анкера Keil и Ficher)

Крепление на анкерах "Keil" (нерж) для керамогранитных плит.
(толщина 8 ... 12 мм)

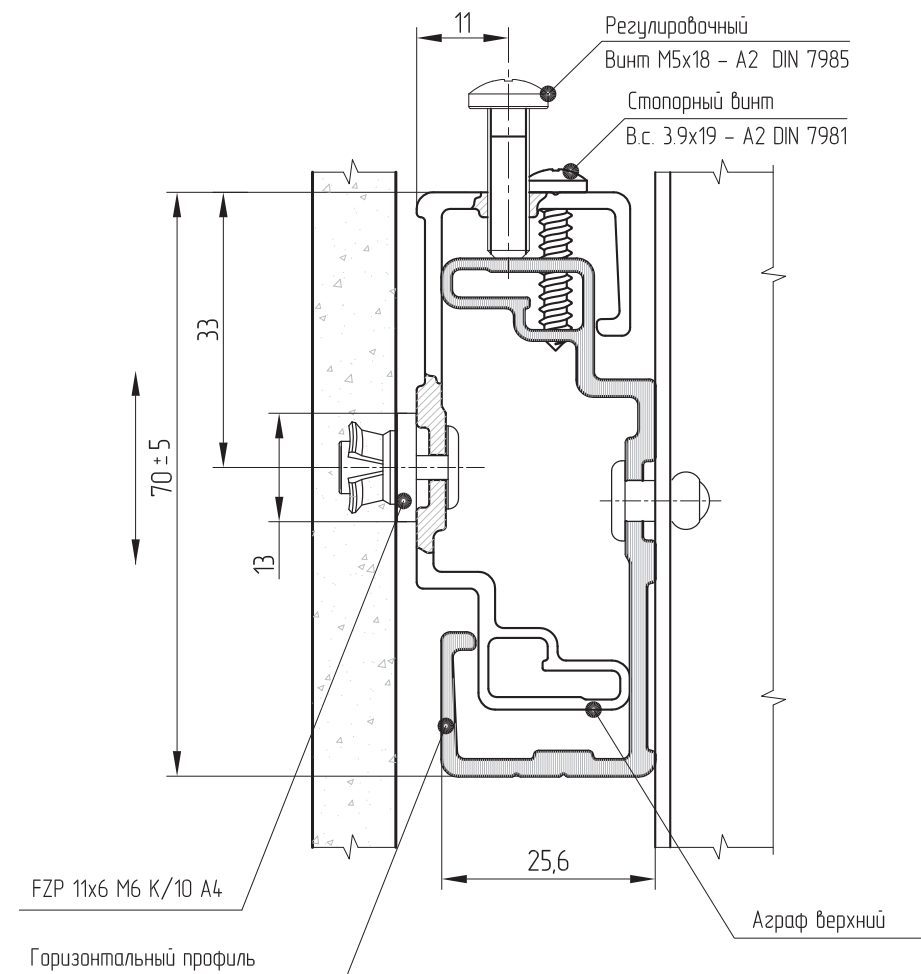


Варианты анкеров Keil для керамогранитных плит

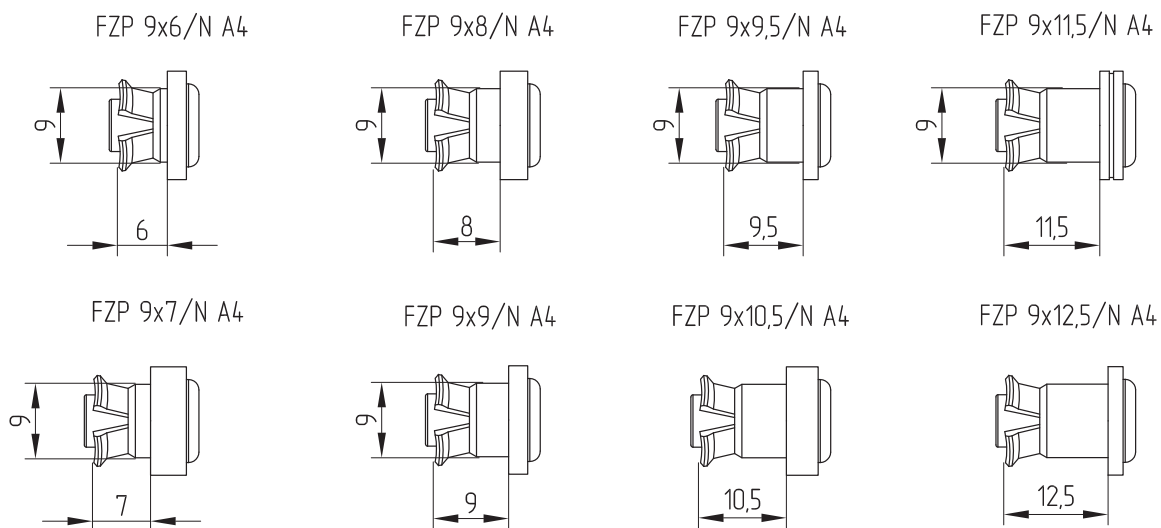
<p>M6 x 10</p>	<p>M6 x 11,5</p>	<p>M6 x 13</p>
<p>Анкер KEIL 555 020 724</p>	<p>Анкер KEIL 555 020 780</p>	<p>Анкер KEIL 555 020 752</p>

Применение данных креплений допускается при наличии на них национальных стандартов или технических свидетельств, подтверждающих их пригодность для применения в данных системах

Крепление на анкерах FZP-N для HPL-плит и фиброцемента.
(толщина 8 ... 12 мм в зависимости от материала)

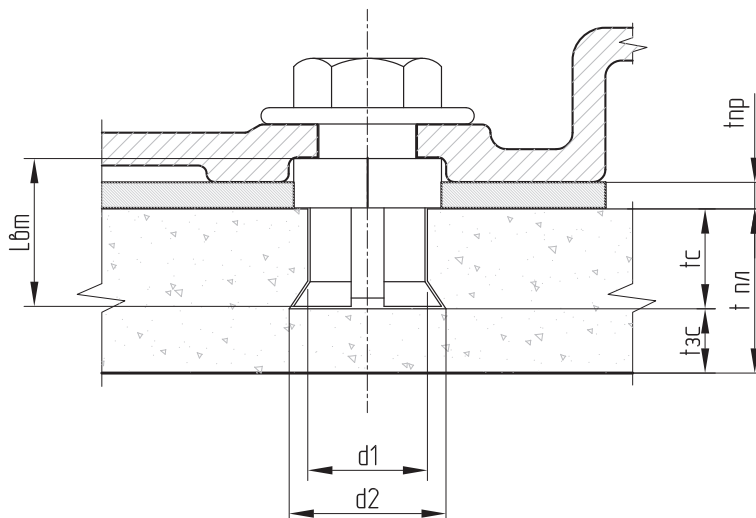
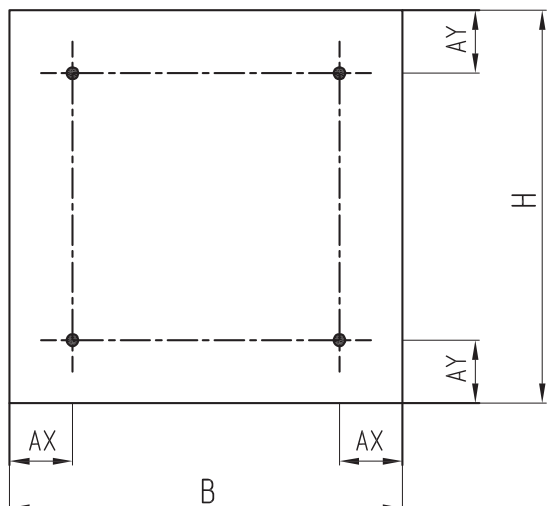


Варианты анкеров FZP-N



Применение данных креплений допускается при наличии на них национальных стандартов или технических свидетельств, подтверждающих их пригодность для применения в данных системах

Таблица 1. Данные по обработке керамогранитных плит при установке креплений типа "Keil"



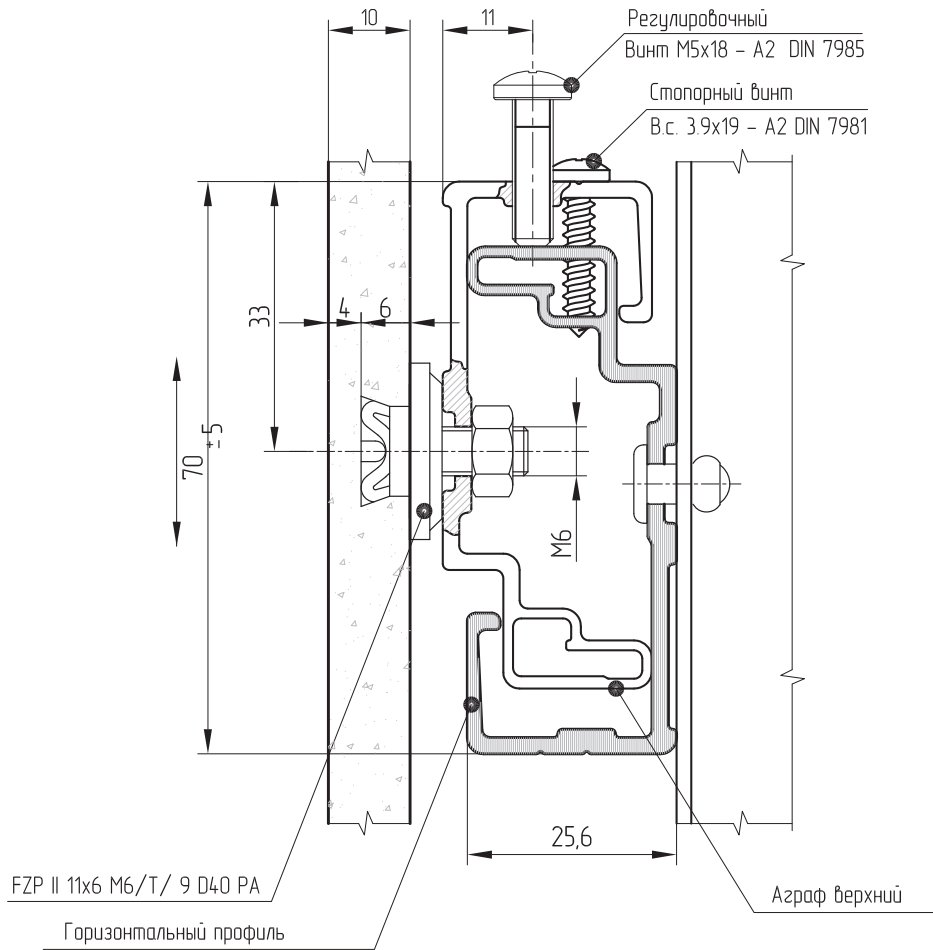
	Ед. изм.	Размеры плитки Н x В (мм x мм)								
		600 x 600			600 x 900		600 x 1200			
Толщина плитки	T	мм	8	10	12	10	12	10	12	
Количество точек крепления на плитке		шт	4			4..6		6..8		
Расстояние от края плитки до отверстия	AX	мм	60 ≤ AX ≤ 120			75 ≤ AX ≤ 150		100 ≤ AX ≤ 200		
Расстояние от края плитки до отверстия	AY	мм	60 ≤ AY ≤ 120							
Глубина сверления	tc	мм	5,5	7,0	8,5	7,0	8,5	7,0	8,5	
Защитный слой	t3c	мм	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	
Диаметр сверления	d1	мм	7							
Диаметр сверления основания	d2	мм	9							
Толщина уплотнителя	tnp	мм	1,5							
Длина втулки анкера	Lbm	мм	8,5	10,0	11,5	10,0	11,5	10,0	11,5	
Код анкера "Keil"			555 020 724	555 020 780	555 020 752	555 020 780	555 020 752	555 020 780	555 020 752	
Крепежный винт анкера "Keil"			M6x10	M6x11,5	M6x13	M6x11,5	M6x13	M6x11,5	M6x13	

Применение данных креплений допускается при наличии на них национальных стандартов или технических свидетельств, подтверждающих их пригодность для применения в данных системах

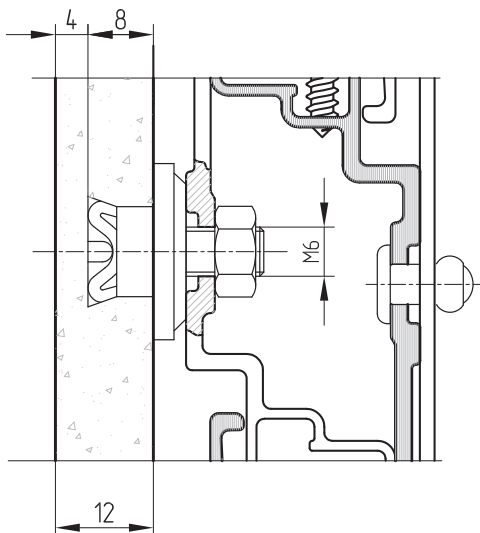
1. Несущую способность точечных креплений по материалу плиты и материалу анкера уточнять у производителей.
2. Механические свойства керамогранитных плит и рекомендации по их креплению уточнять у производителей.

Крепление на анкерах FZP II для керамогранитных панелей толщиной от 10 мм.

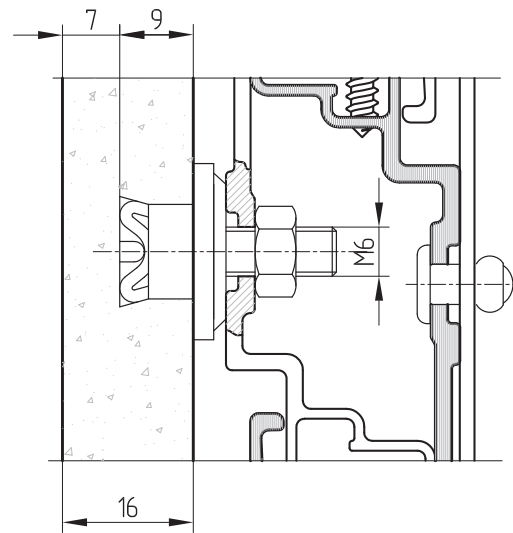
FZP II 11x6 M6/T/ 9 D40 PA для керамогранита толщиной 10 мм.



FZP II 11x8 M6/T/ 10 D40 PA
для керамогранита толщиной 12 мм.

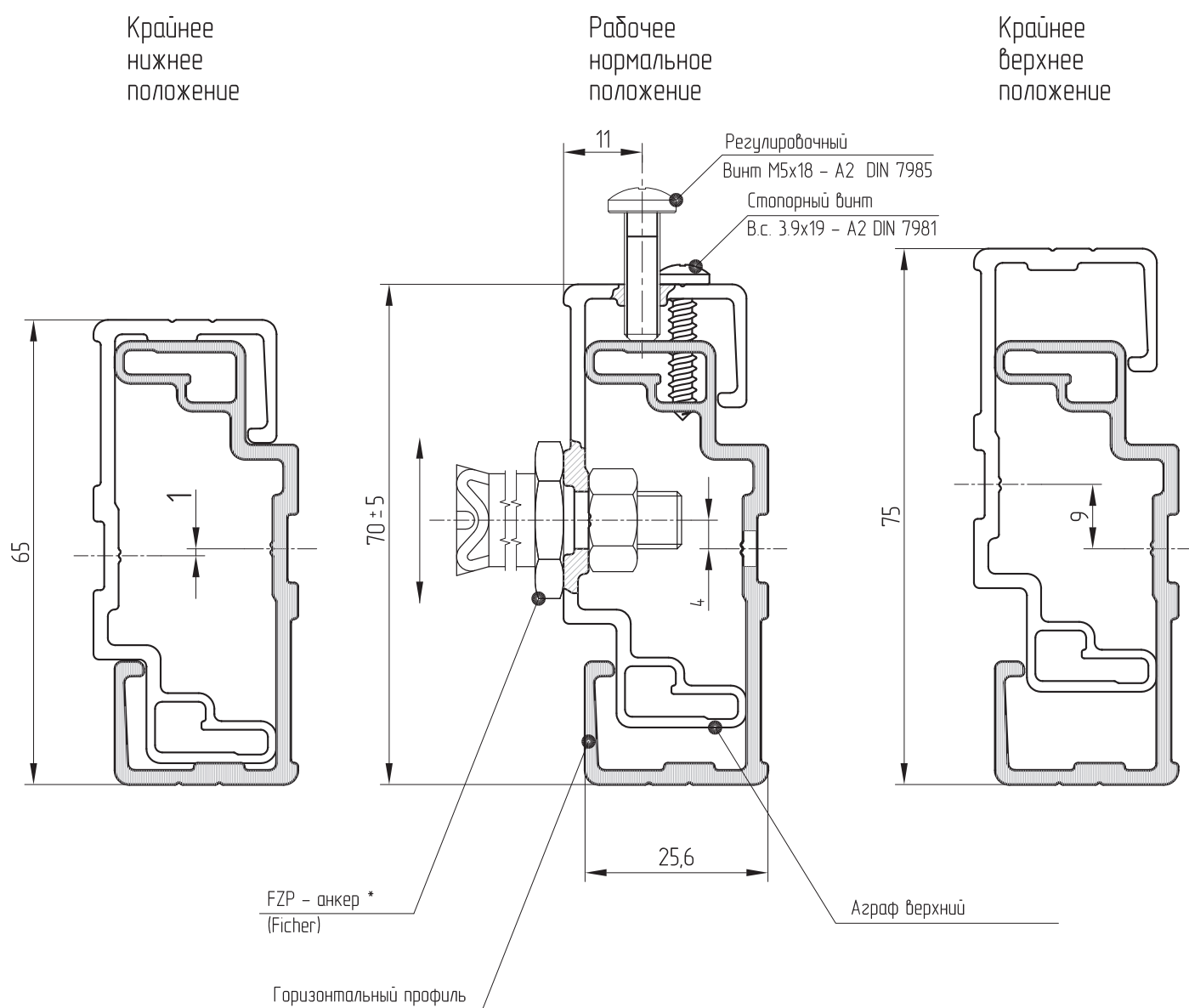


FZP II 11x9 M6/T/ 9 D40 PA
для керамогранита толщиной 16 мм.



1. Несущую способность точечных креплений по материалу плиты и материалу анкера уточнять у производителей.
2. Механические свойства керамогранитных плит и рекомендации по их креплению уточнять у производителей.

Диапазон регулировки аграфы

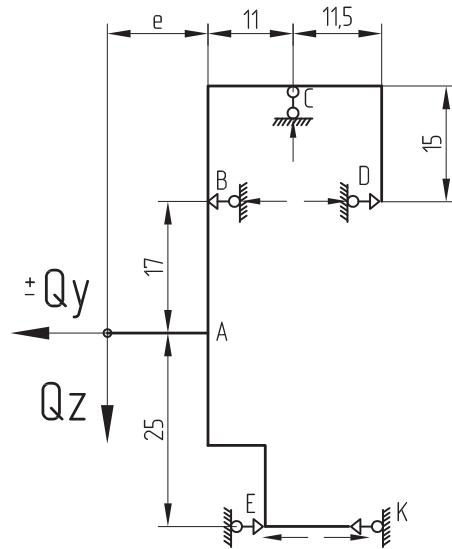
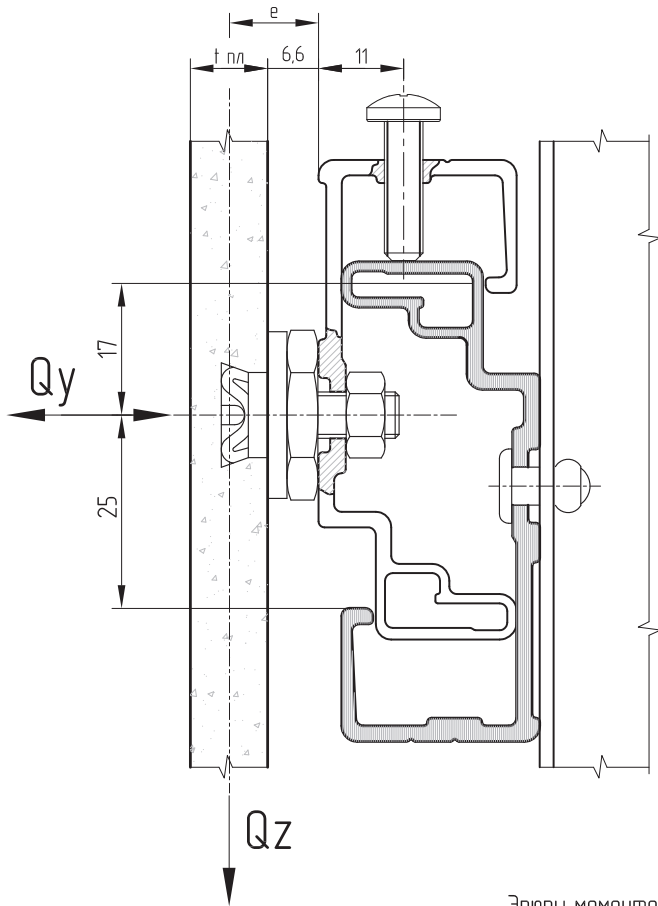


* Возможны варианты крепления для анкеров Fischer всех типов и Keil

Расчетная схема верхнего аграфа.

Крайнее верхнее положение аграфа.

Приведенная расчетная схема

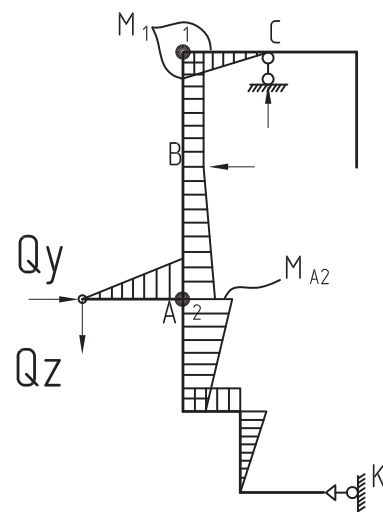
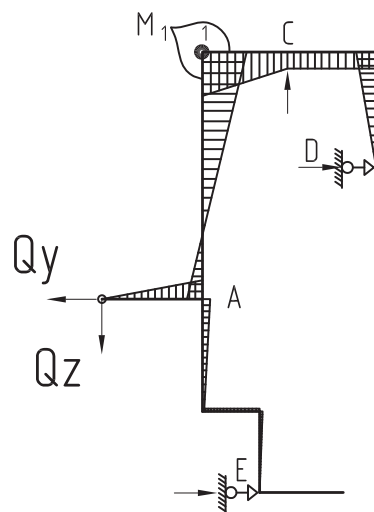
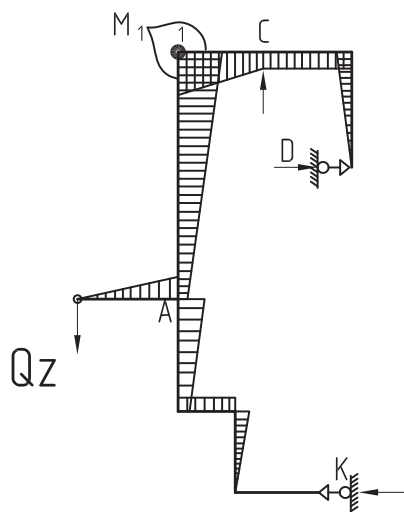


Эпюры моментов для различных случаев нагружения.

Нагружение 1.
Собственный вес плиты.

Нагружение 2.
Собственный вес плиты + ветровой отсос

Нагружение 3.
Собственный вес плиты + ветровое давление.



Расчетная формулы и эпюры моментов для верхнего аграфа.

<p>Нагружение 1. Собственный вес плиты.</p> <table border="1"> <tr> <td>$R_c = Q_z$</td> <td>$R_d = -R_k = Q_z (e+11)/42$</td> </tr> </table> <p>Максимальный изгибающий момент в точке 1</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42)$ (кз*см)</td> </tr> </table> <p>Здесь: e – эксцентриситет приложения усилия Qz – мм. Qz – вертикальное усилие на верхний аграф – кз</p>	$R_c = Q_z$	$R_d = -R_k = Q_z (e+11)/42$	$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42)$ (кз*см)	<p>Нагружение 2. Собственный вес плиты + ветровой отсос</p> <table border="1"> <tr> <td>$R_c = Q_z$</td> <td>$R_d = Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,595$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$R_e = -Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,405$</td> </tr> </table> <p>Максимальный изгибающий момент в точке 1</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42) + Q_y * 0,893$ (кз*см)</td> </tr> </table> <p>Здесь: e – эксцентриситет приложения усилия Qz – мм. Qz – вертикальное усилие на верхний аграф – кз Qy – горизонтальное усилие на верхний аграф – кз</p>	$R_c = Q_z$	$R_d = Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,595$		$R_e = -Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,405$	$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42) + Q_y * 0,893$ (кз*см)	<p>Нагружение 3. Собственный вес плиты + ветровое давление.</p> <table border="1"> <tr> <td>$R_c = Q_z$</td> <td>$R_b = Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,595$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$R_k = -Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,405$</td> </tr> </table> <p>Изгибающий момент в точке 1</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_{A2} = 1,1 * Q_z$ (кз*см)</td> </tr> </table> <p>Изгибающий момент в точке 2</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_{A2} = 2,5 * [Q_z * (e+11)/42 + Q_y * 0,405]$ (кз*см)</td> </tr> </table>	$R_c = Q_z$	$R_b = Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,595$		$R_k = -Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,405$	$M_{A2} = 1,1 * Q_z$ (кз*см)	$M_{A2} = 2,5 * [Q_z * (e+11)/42 + Q_y * 0,405]$ (кз*см)
$R_c = Q_z$	$R_d = -R_k = Q_z (e+11)/42$															
$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42)$ (кз*см)																
$R_c = Q_z$	$R_d = Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,595$															
	$R_e = -Q_z (e+11)/42 + Q_y * 0,405$															
$M_1 = 0,0355 * Q_z * (e+42) + Q_y * 0,893$ (кз*см)																
$R_c = Q_z$	$R_b = Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,595$															
	$R_k = -Q_z (e+11)/42 - Q_y * 0,405$															
$M_{A2} = 1,1 * Q_z$ (кз*см)																
$M_{A2} = 2,5 * [Q_z * (e+11)/42 + Q_y * 0,405]$ (кз*см)																
<p>Расчетная формулы и эпюры моментов для нижнего аграфа.</p>																

<table border="1"> <tr> <td>$R_d = Q_y * 0,595$</td> <td>$R_e = Q_y * 0,405$</td> </tr> </table> <p>Максимальный изгибающий момент в точке A (при аграфе в максимальн верхнем положении)</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_A = Q_y * 1,01$ (кз*см)</td> </tr> </table>	$R_d = Q_y * 0,595$	$R_e = Q_y * 0,405$	$M_A = Q_y * 1,01$ (кз*см)	<table border="1"> <tr> <td>$R_{b1} = Q_y * 0,481$</td> <td>$R_k = Q_y * 0,519$</td> </tr> </table> <p>Максимальный изгибающий момент в точке A (при аграфе в максимальн нижнем положении)</p> <table border="1"> <tr> <td>$M_A = Q_y * 1,30$ (кз*см)</td> </tr> </table>	$R_{b1} = Q_y * 0,481$	$R_k = Q_y * 0,519$	$M_A = Q_y * 1,30$ (кз*см)
$R_d = Q_y * 0,595$	$R_e = Q_y * 0,405$						
$M_A = Q_y * 1,01$ (кз*см)							
$R_{b1} = Q_y * 0,481$	$R_k = Q_y * 0,519$						
$M_A = Q_y * 1,30$ (кз*см)							

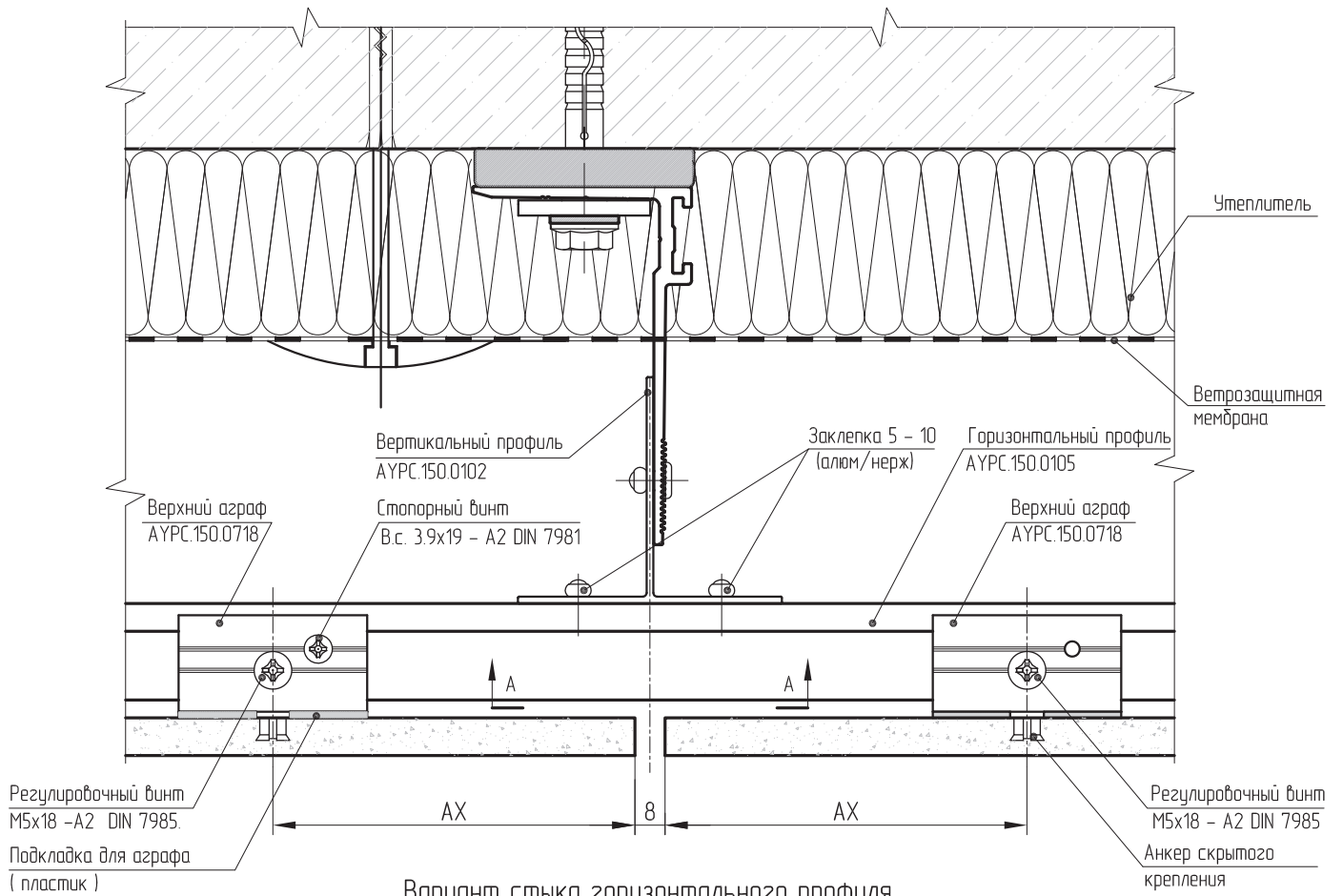
Таблица усилий на верхних аграфах и требуемые характеристики.

Толщина плиты	Размеры плит Н x В, мм (при ширине плиты 1200 шаг направл. Вн = 600 мм)	К-во аграф	Qz кг	усилия и требуемые характеристики для верхних аграфов												Итоговая ширина аграфа в центре	Итоговая ширина аграфа в углу зоне	Рекомендуемый унифицированный размер
				ветровое давление 115 кг/м ²			ветровой отсос центр 125 кг/м ²			ветровой отсос углов. зона 225 кг/м ²								
				Qy	M ₁	M _{A2}	макс. ширина аграфа	Qy	M ₁	макс. ширина аграфа	Qy	M ₁	макс. ширина аграфа					
				кг	кг*см	мм	кг	кг*см	мм	кг	кг*см	мм						
12	600 x 600	4	9,06	10,4	10,0	23,4	39	11,3	27,7	36	20,3	35,8	47	40	50			
	600 x 900	4	13,6	15,5	14,9	35,1	54	16,9	41,6	54	30,4	53,7	70	54	70			
	600 x 1200	6	13,3	13,8	14,6	32,9	51	15,0	39,3	51	27,0	50,0	65	52	66			
20	600 x 600	4	13,9	10,4	15,3	33,6	52	11,3	39,2	51	20,3	47,2	62	52	62			
	600 x 900	4	20,8	15,5	22,9	50,5	74	16,9	58,7	77	30,4	70,8	93	78	94			
	600 x 1200	6	19,7	13,8	21,7	46,9	69	15,0	54,7	72	27,0	65,4	86	72	86			
30	600 x 600	4	19,9	10,4	21,9	49,7	73	11,3	55,4	72	20,3	63,4	83	74	84			
	600 x 900	4	29,9	15,5	32,9	74,5	105	16,9	83,0	109	30,4	95,1	124	110	126			
	600 x 1200	6	27,8	13,8	30,6	68,6	98	15,0	76,5	100	27,0	87,3	114	90	104			

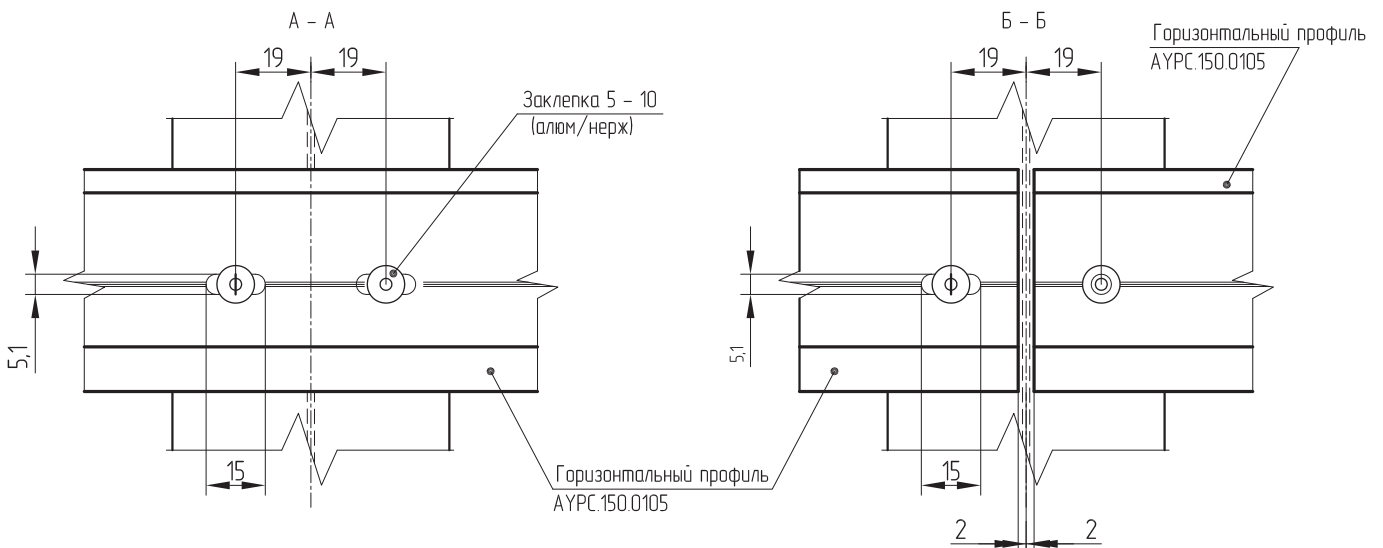
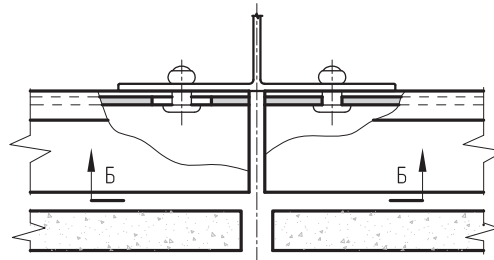
Таблица усилий на нижних аграфах и требуемые характеристики.

Толщина плиты	Размеры плит Н x В, мм (при ширине плиты 1200 шаг направл. Вн = 600 мм)	К-во аграф	Qz кг	усилия и требуемые характеристики для верхних аграфов												Итоговая ширина аграфа в центре	Итоговая ширина аграфа в углу зоне	Рекомендуемый унифицированный размер
				ветровое давление 115 кг/м ²			ветровой отсос центр 125 кг/м ²			ветровой отсос углов. зона 225 кг/м ²								
				Qy		M _A	макс. ширина аграфа	Qy	M _A	макс. ширина аграфа	Qy	M _A	макс. ширина аграфа					
				кг		кг*см	мм	кг	кг*см	мм	кг	кг*см	мм					
	600 x 600	4		10,4		13,5	26	11,3	11,4	23	20,3	20,5	35	26	36			
	600 x 900	4		15,5		20,2	34	16,9	17,0	30	30,4	30,7	48	36	50			
	600 x 1200	6		13,8		17,9	31	15,0	15,2	28	27,0	27,3	44	32	44			

Узел 1. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Горизонтальный разрез.

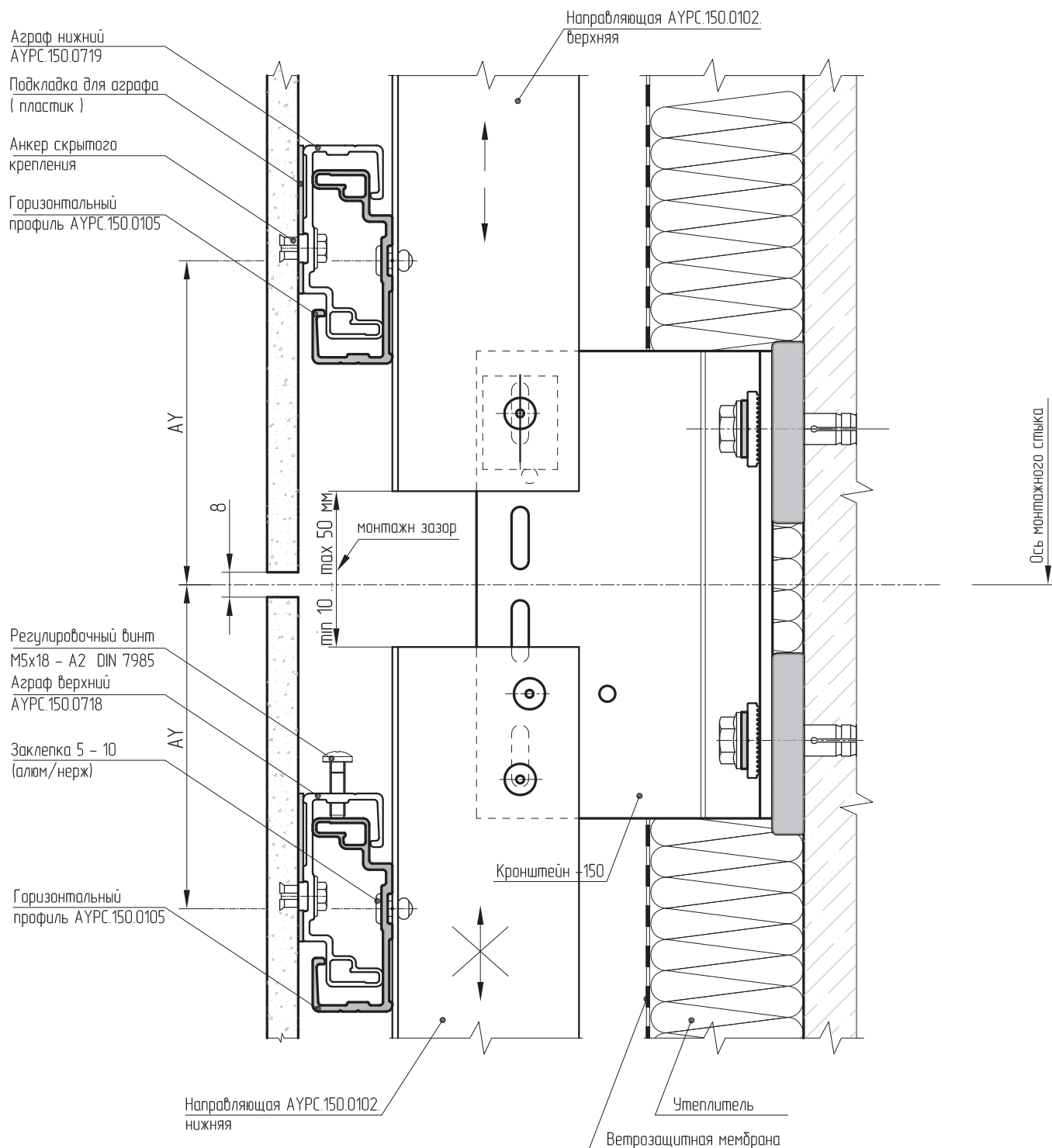


Вариант стыка горизонтального профиля



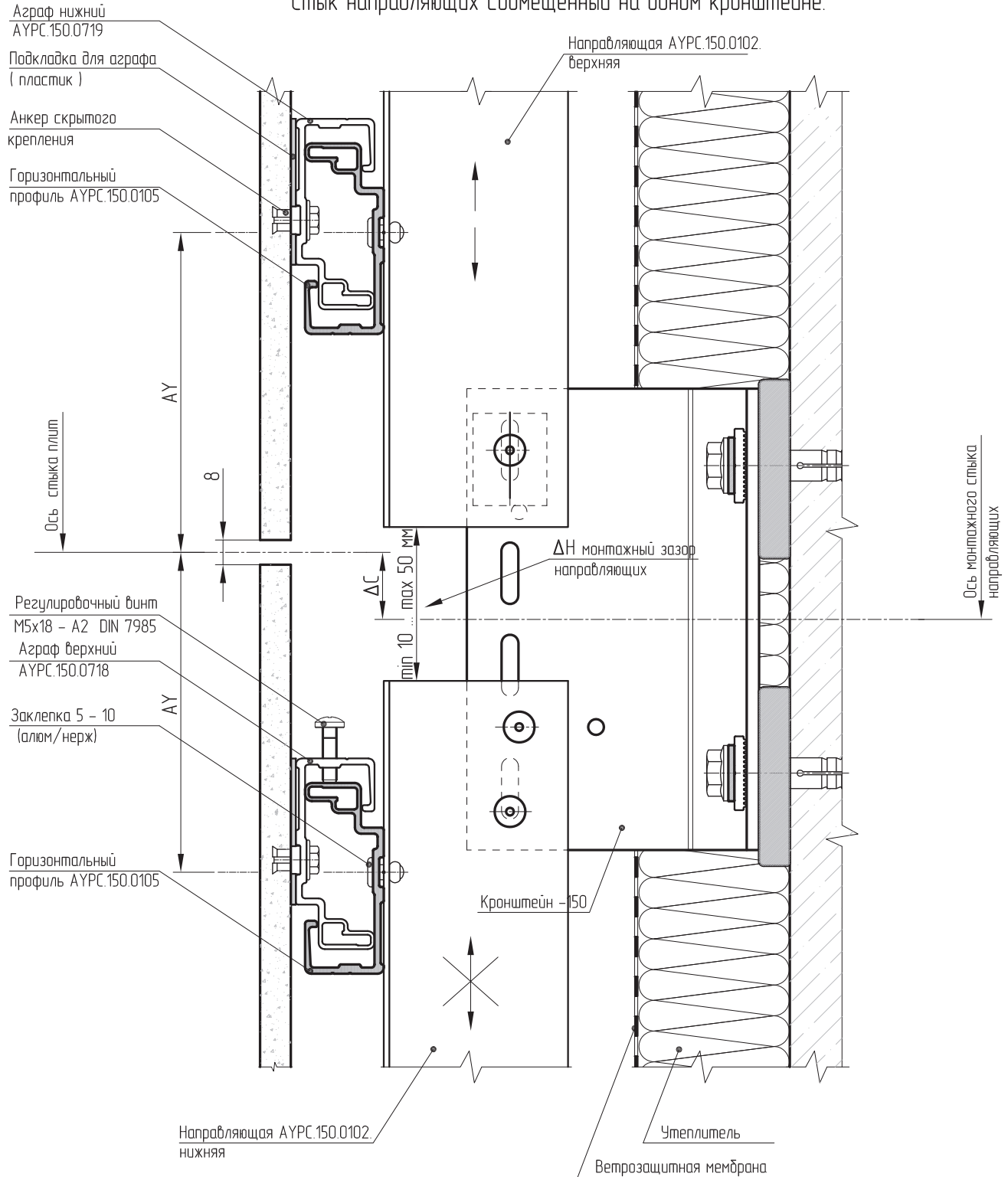
1. Значения AX приведены в таблице 1 на листе 04.06.

Узел 2. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Вертикальный разрез в зоне термошва.
Стык направляющих совмещенный на одном кронштейне.



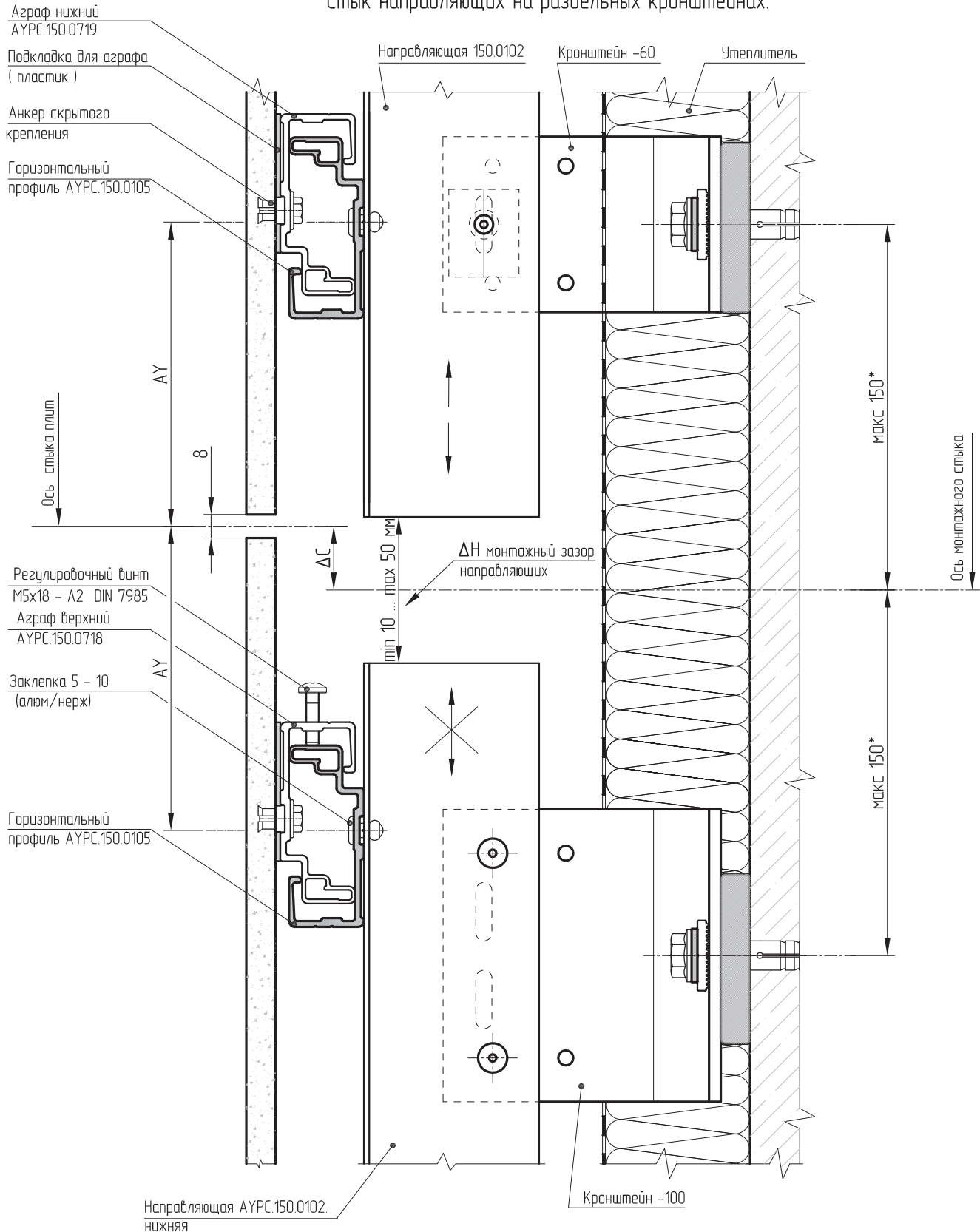
1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
2. Значения АУ приведены в таблице 1 на листе 04.06.

Узел 2. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Вертикальный разрез в зоне термошва.
Стык направляющих совмещенный на одном кронштейне.



1. Максимальное смещение стыка вертикальных направляющих относительно стыка плит $\Delta C = AY - (\Delta H / 2 + 15)$
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
3. Значения АУ приведены в таблице 1 на листе 04.06.

Узел 2. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Вертикальный разрез в зоне термошва.
Стык направляющих на отдельных кронштейнах.



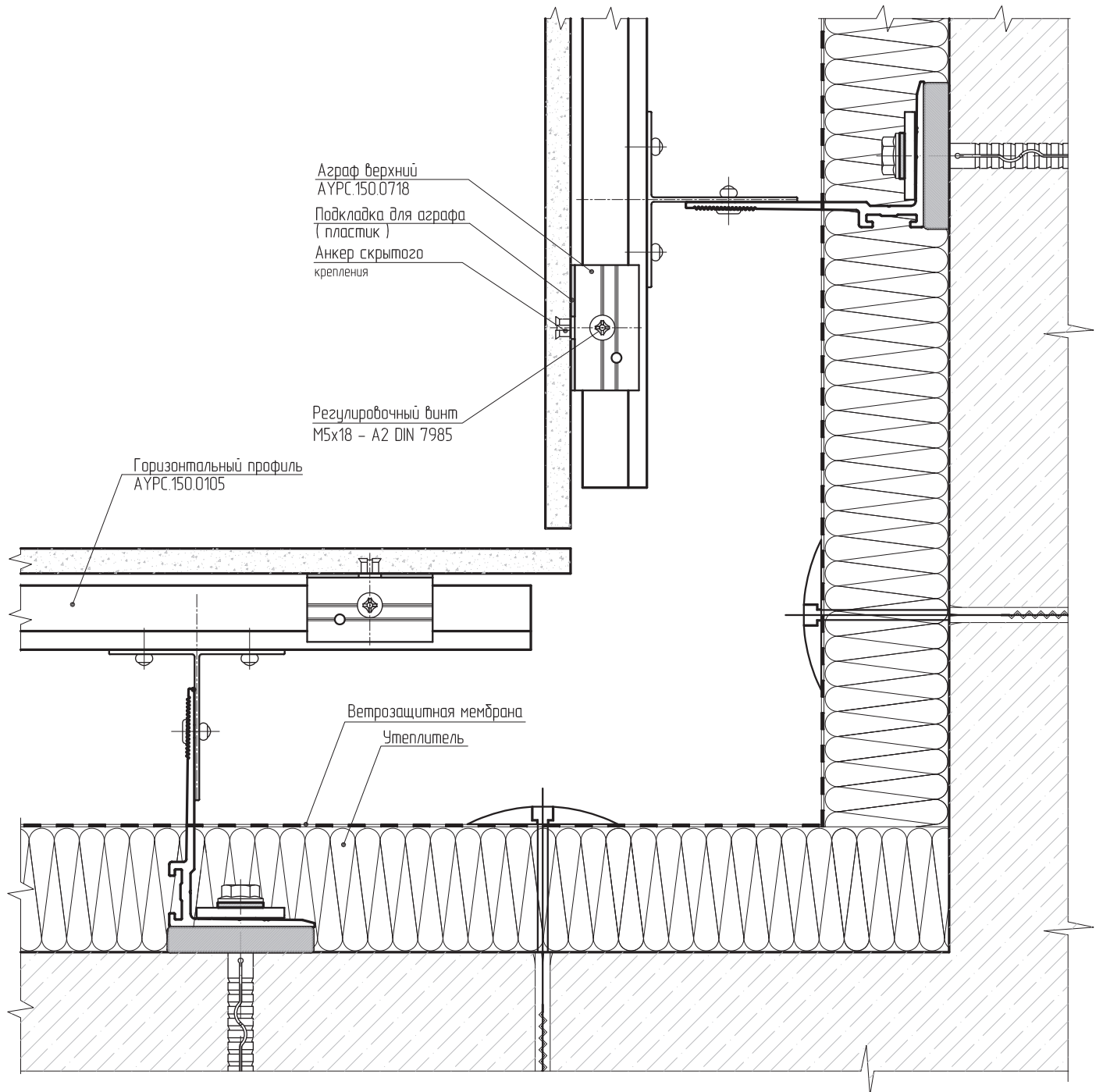
1. Максимальное смещение стыка вертикальных направляющих относительно стыка плит $\Delta C = AY - (\Delta H / 2 + 15)$

2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

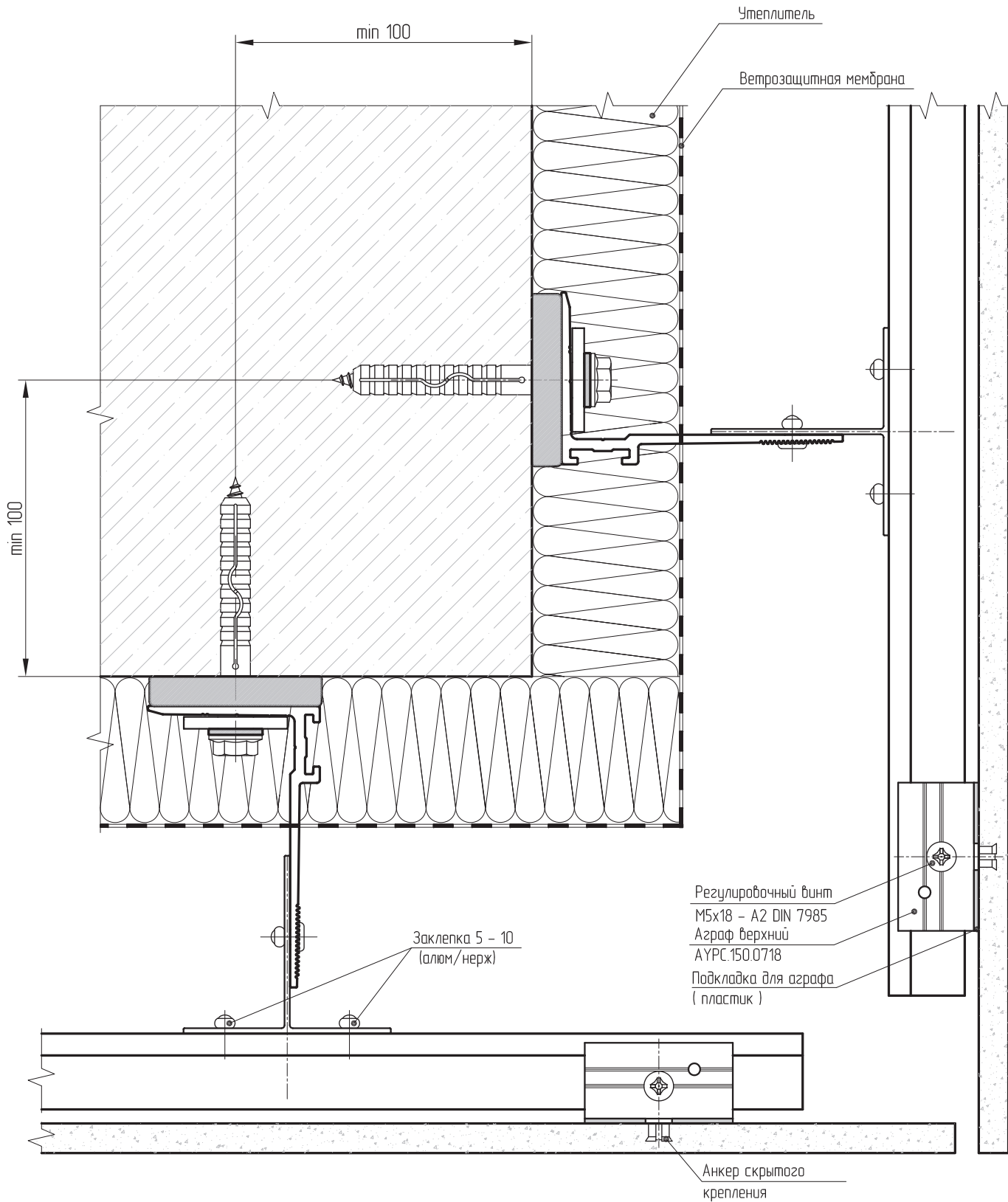
3. Значения AY приведены в таблице 1 на листе 04.06.

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

Узел 3. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Внутренний угол.

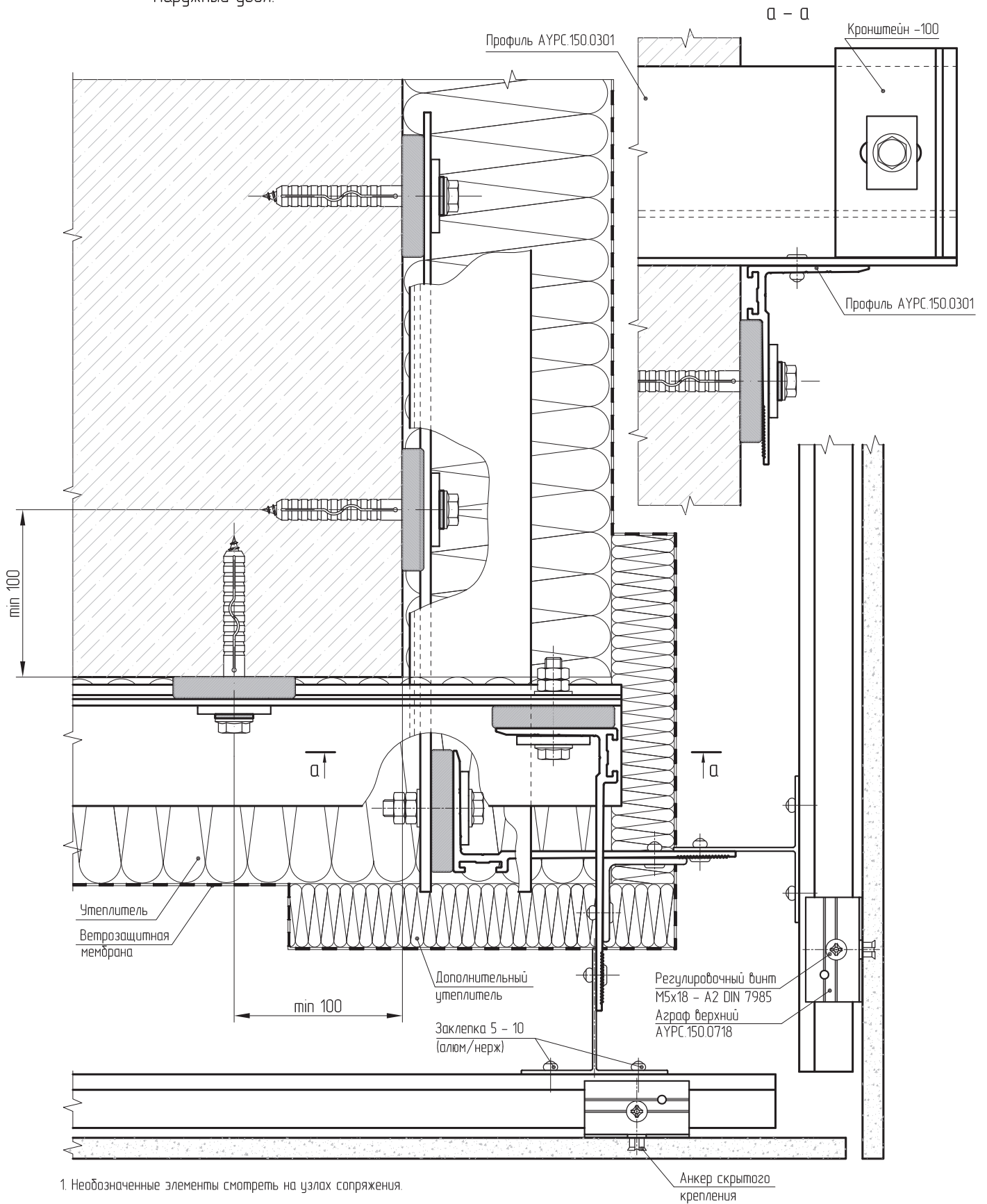


Узел 4. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Наружный угол.



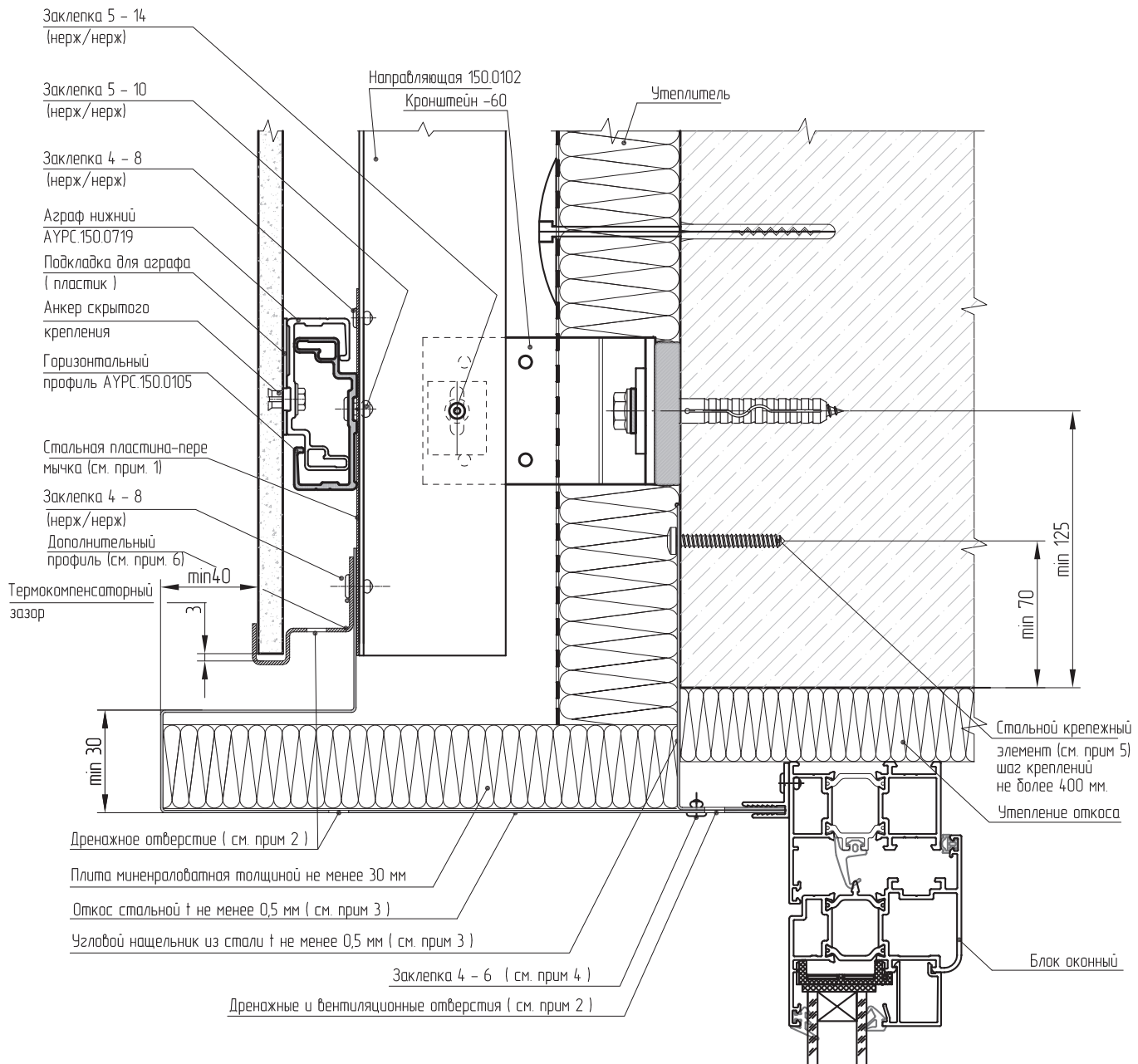
1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел 4. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах при большом отnose облицовки.
Наружный угол.



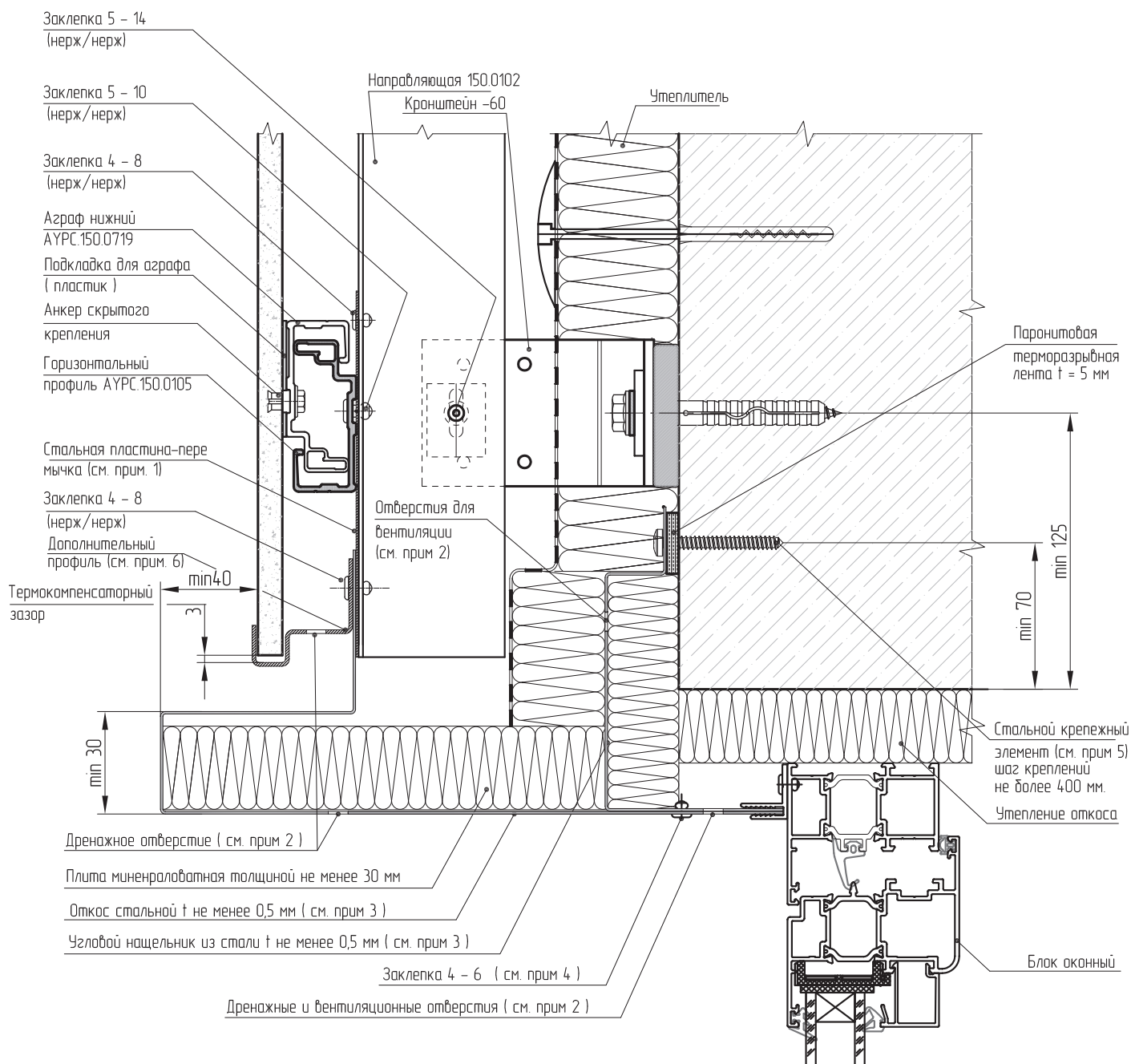
Узел 5. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.

Примыкание к верхнему откосу. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла.



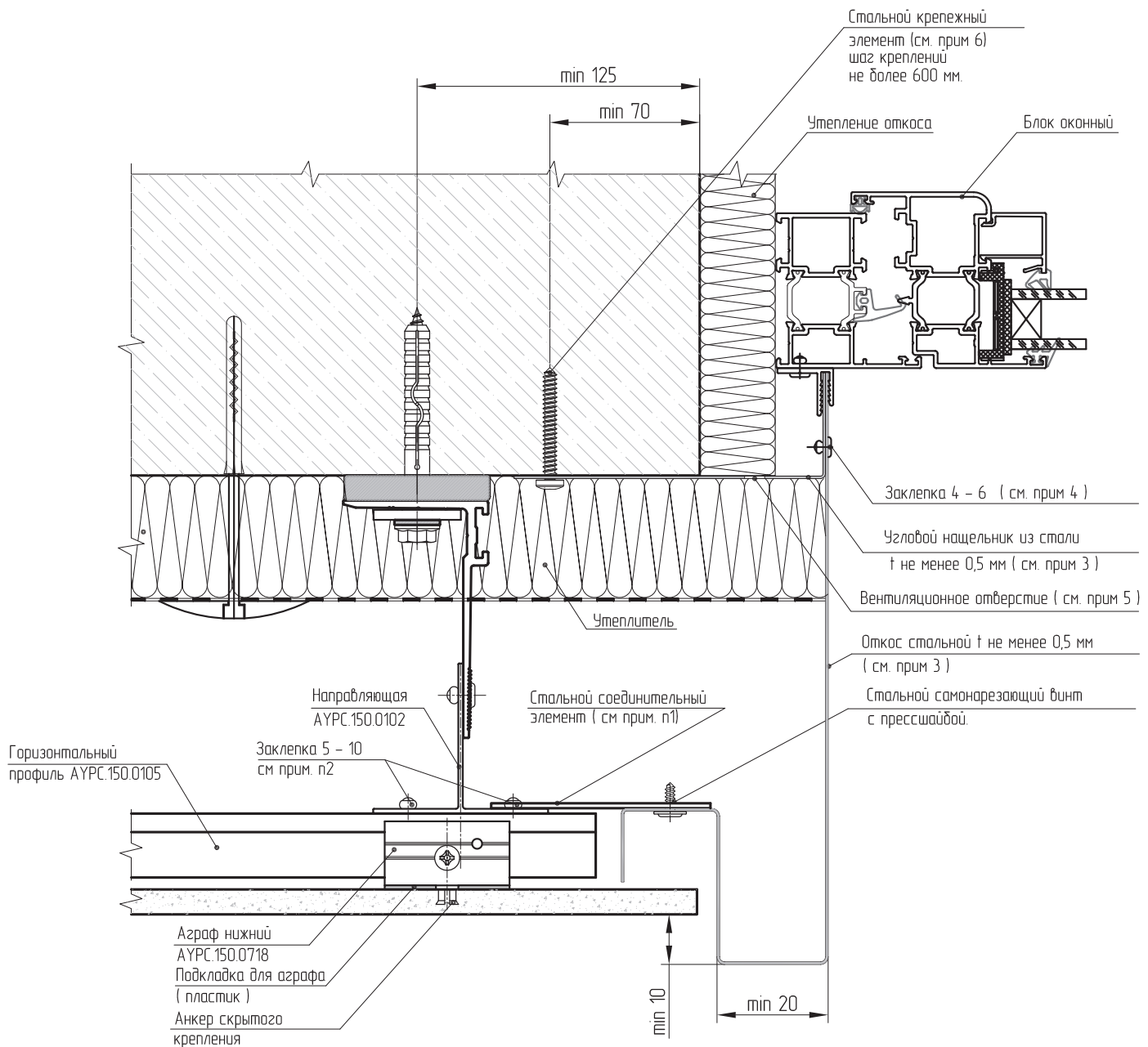
1. Стальная пластина-перемычка из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием высотой 150 мм, толщиной не менее 0,5 мм. Детально см. пункт 2.5 экспертного заключения.
2. Дренажные отверстия для слива капельной влаги предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
3. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм.
4. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 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 звездочной дюбель ДГ 6/35 "KEW"
 - при креплении к основанию из ячеистого бетона, кладки из пустотелого кирпича – шуруп 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. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 5Т. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Примыкание к верхнему откосу. Вариант при стенах с высокой теплопроводностью и (или) повышенных требованиях к теплотехнике узла.



1. Стальная пластина-перемычка из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием высотой 150 мм, толщиной не менее 0,5 мм. Детально см. пункт 2.5 экспертного заключения.
2. Дренажные отверстия для слива капельной влаги предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
3. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм.
4. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 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 звездочкой 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. Профиль из коррозионно-стойкой стали толщиной не менее 1 мм, длиной не менее 600 мм. Крепится к направляющим и вне направляющих к стальной пластине-перемычке с шагом не более 200 мм. Детально см. пункт 2.11 экспертного заключения.
7. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

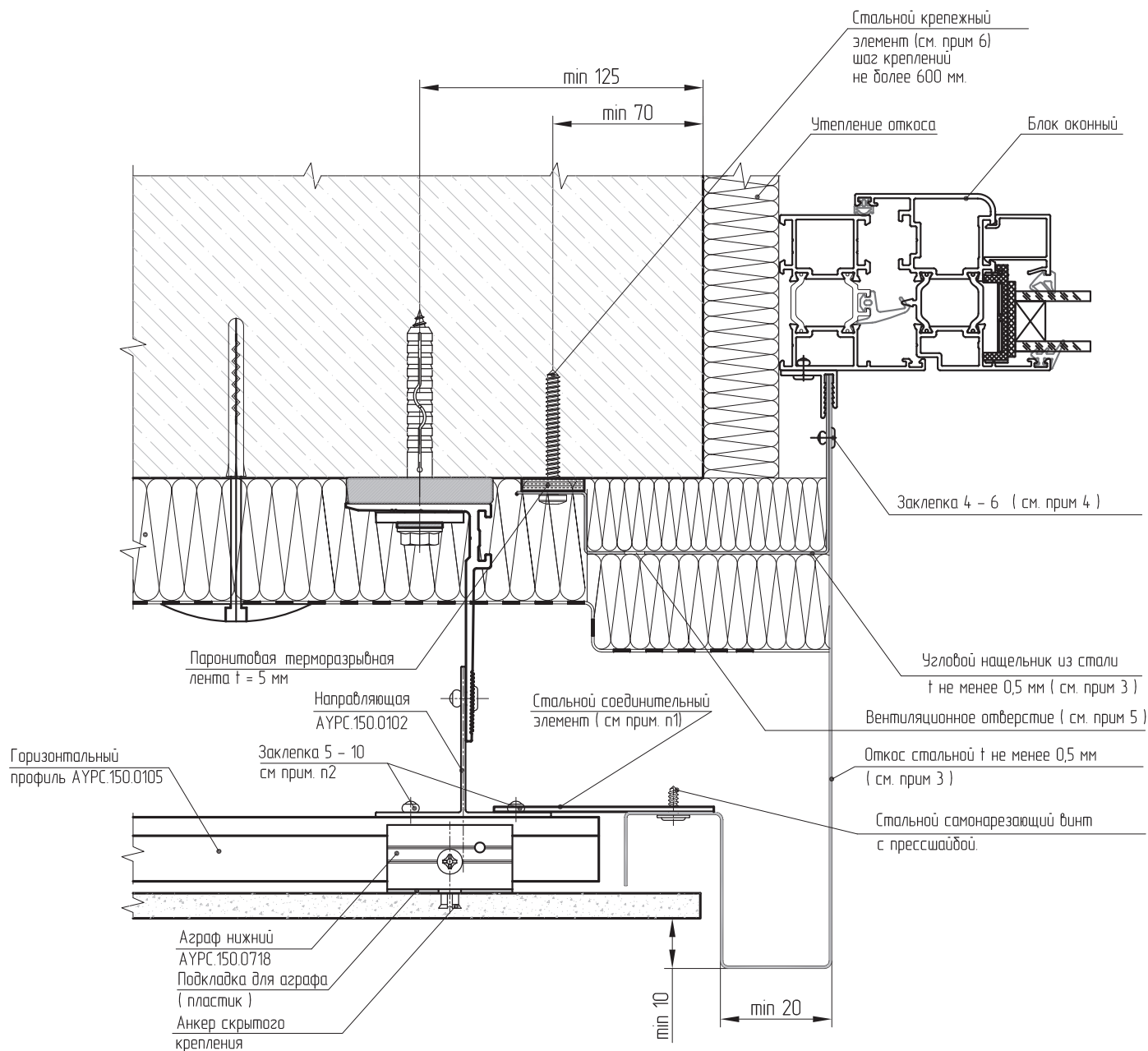
Узел 6. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Примыкание к боковому откосу. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла.



04

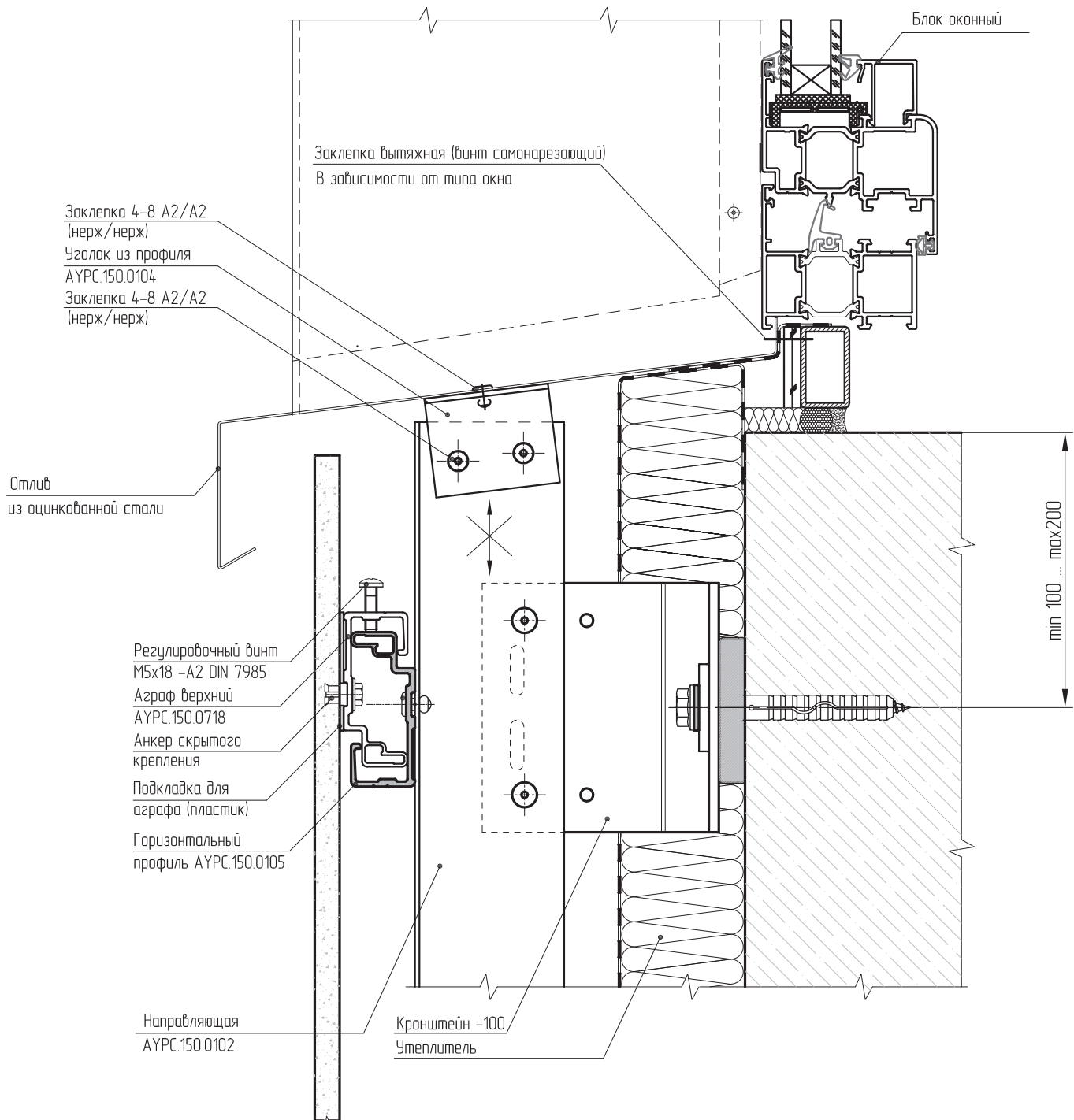
1. Стальной соединительный элемент из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали – 1,5 ... 2 мм. Устанавливается с шагом не более 600 мм по высоте откоса. К направляющей крепится двумя заклепками, к откосу стальным самонарезающим винтом с увеличенной шляпкой, а отверстие в откосе выполняется диаметром на 2...3 мм больше диаметра самореза для обеспечения разности температурных деформаций алюминия и стали. Между алюминиевой направляющей и стальным соединительным элементом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. В зонах расположения боковых откосов применять заклепки целиком выполненных из нержавеющей стали.
3. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм.
4. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
5. Вентиляционные отверстия диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
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 звездочкой 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. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 6Т. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Примыкание к боковому откосу. Вариант при стенах с высокой теплопроводностью и (или) повышенных требованиях к теплотехнике узла.



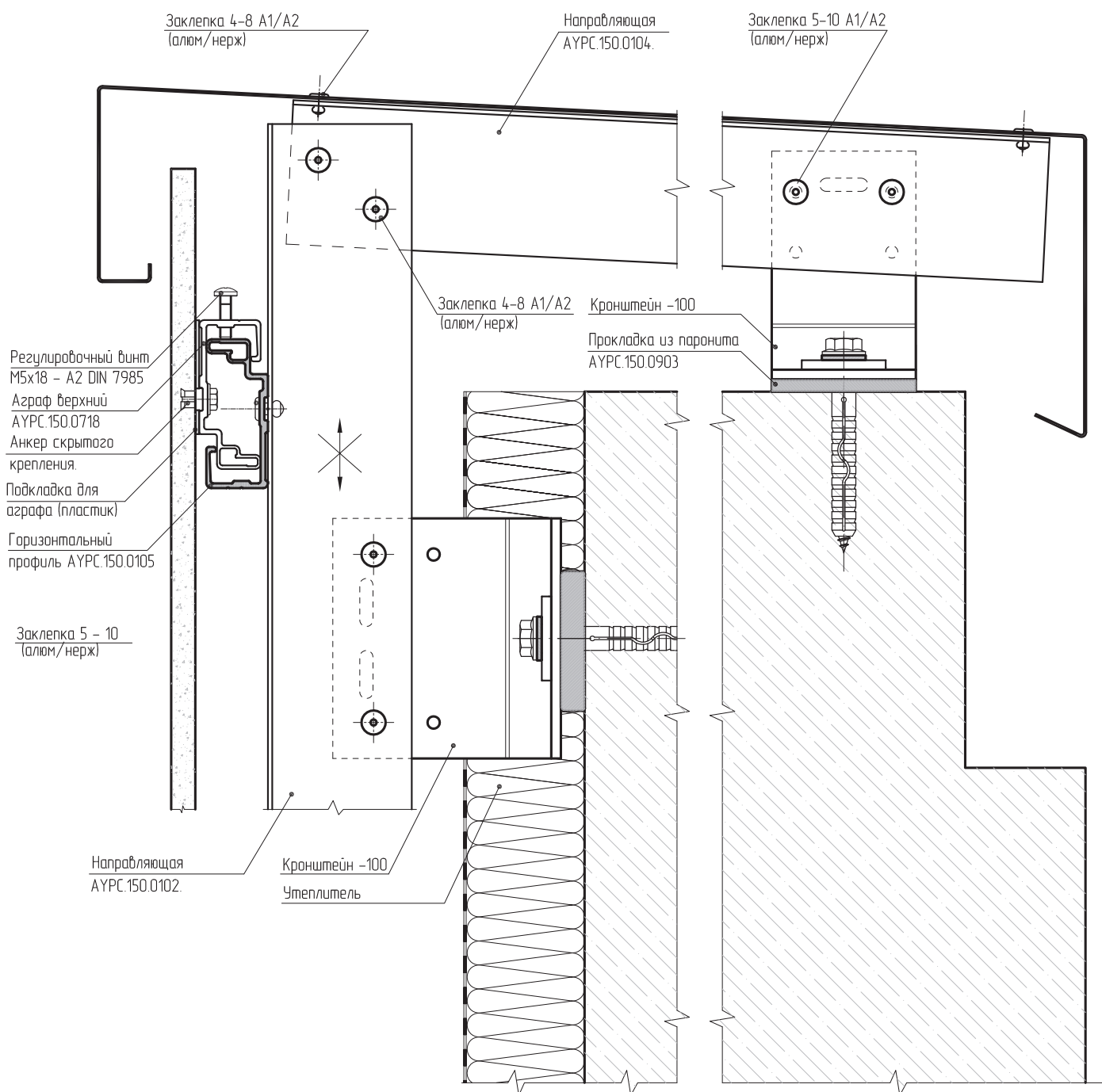
1. Стальной соединительный элемент из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали – 1,5 ... 2 мм. Устанавливается с шагом не более 600 мм по высоте откоса. К направляющей крепится двумя заклепками, к откосу стальным саморезающим винтом с увеличенной шляпкой, а отверстие в откосу выполняется диаметром на 2...3 мм больше диаметра самореза для обеспечения разности температурных деформаций алюминия и стали.
Между алюминиевой направляющей и стальным соединительным элементом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид).
2. В зонах расположения боковых откосов применять заклепки целиком выполненных из нержавеющей стали.
3. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм.
4. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
5. Вентиляционные отверстия диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
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 звездочкой 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. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 7. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Примыкание к отливу.



1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

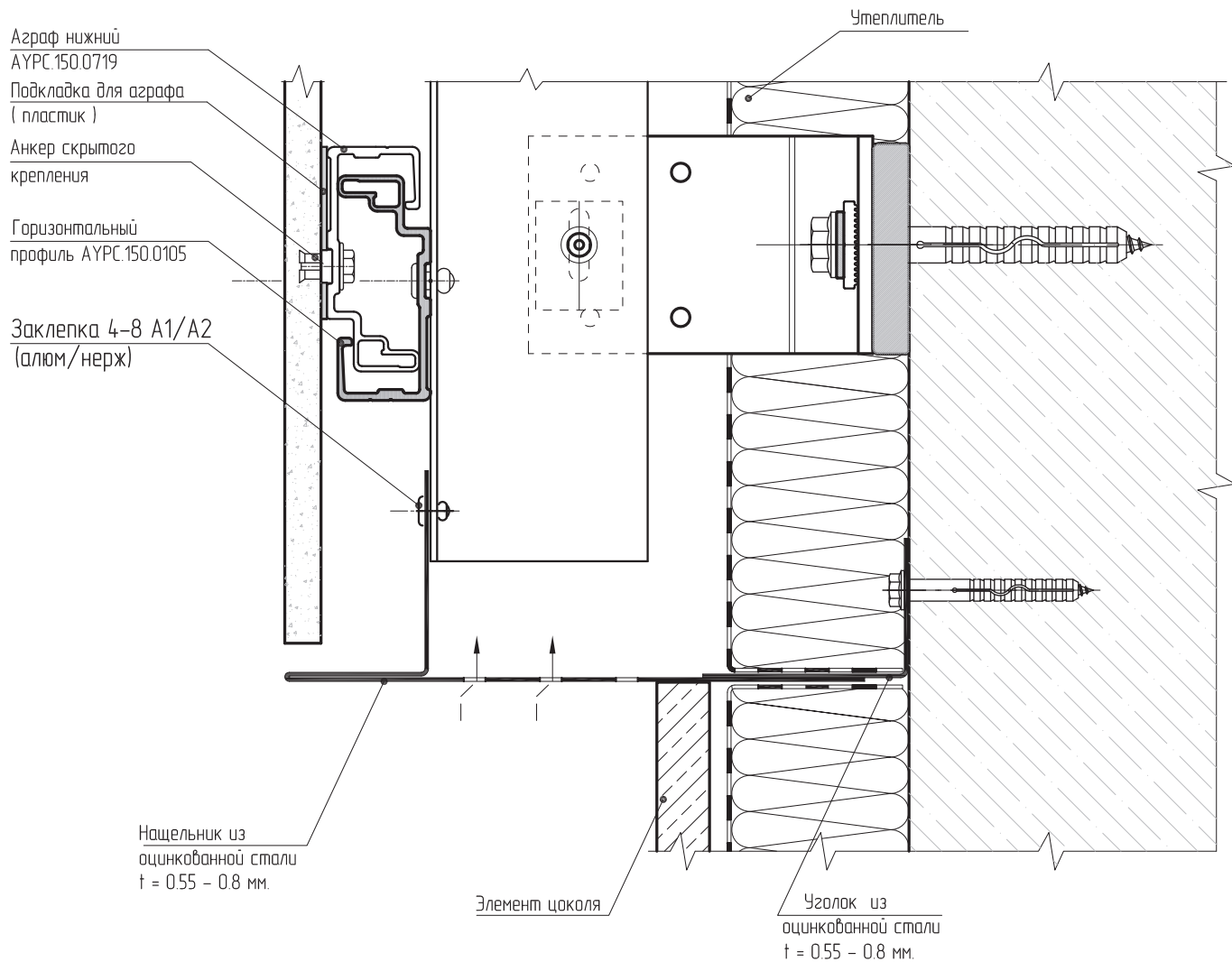
Узел 8. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Парапетное примыкание.



1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

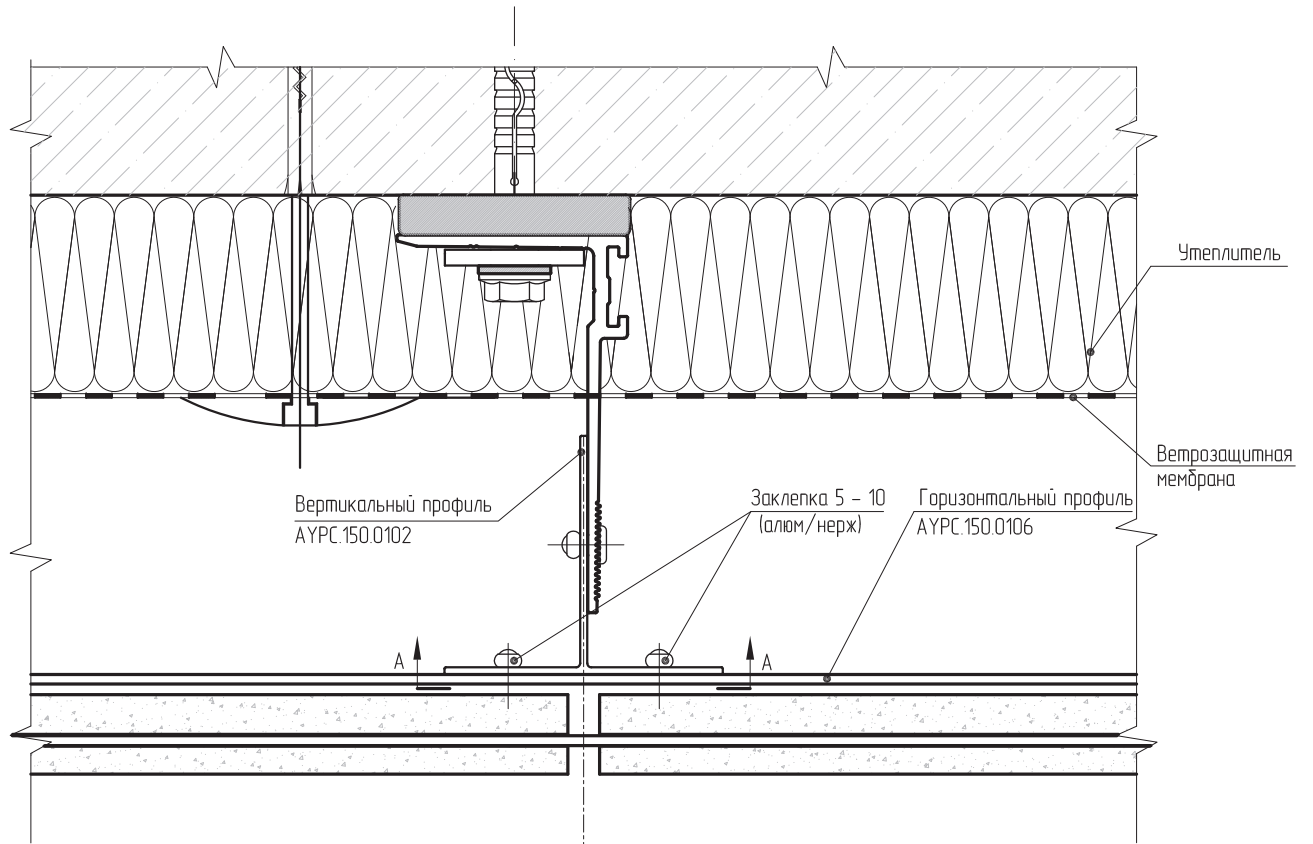
Узел 9. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.

Примыкание к цоколю.

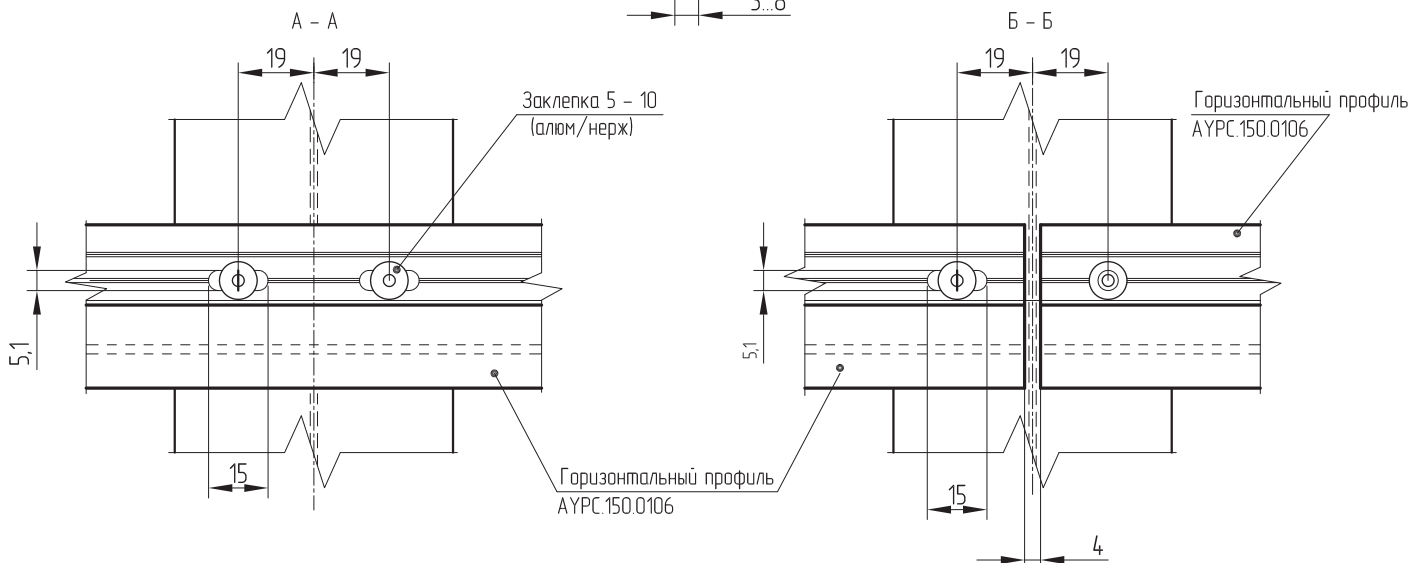
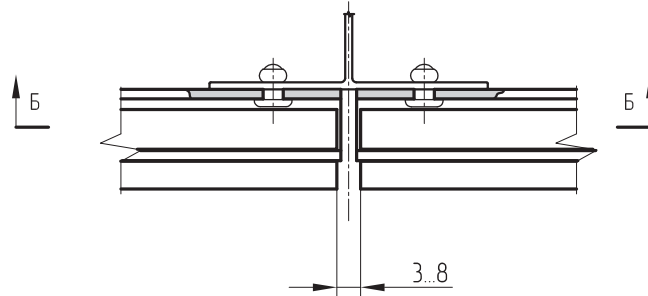


1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

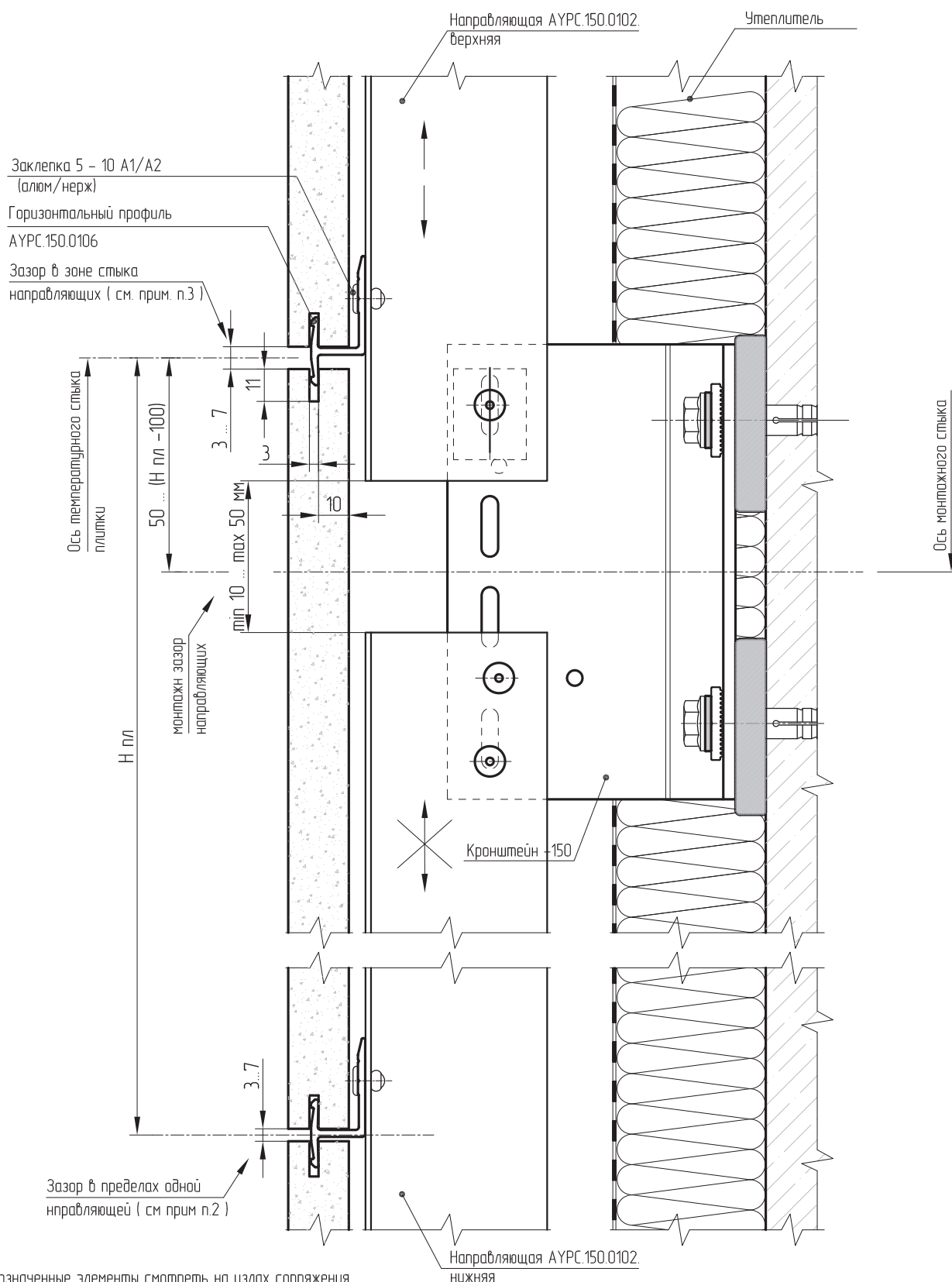
Узел 1. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных креплениях.
Горизонтальный разрез.



Вариант стыка горизонтального профиля

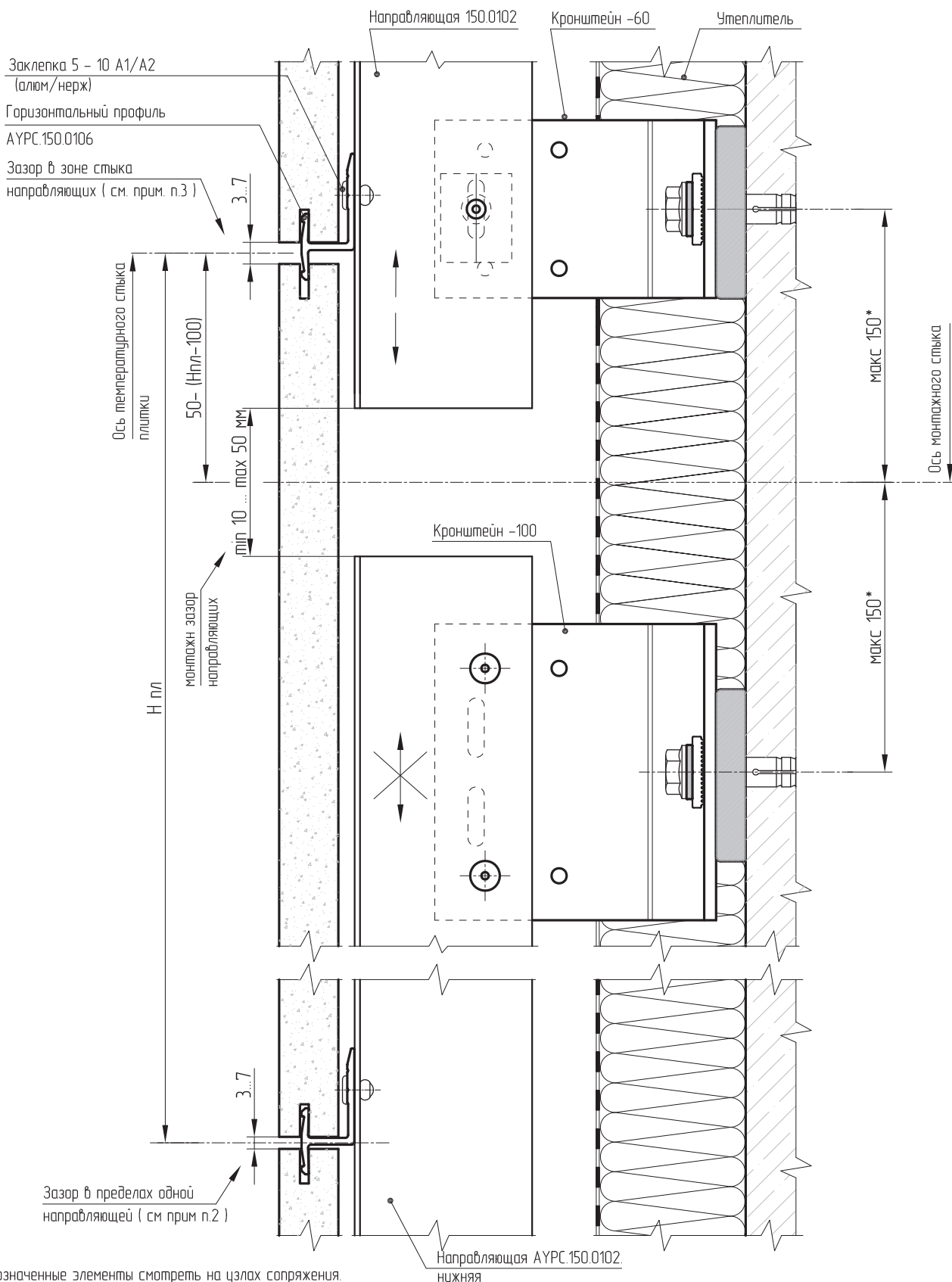


Узел 2. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Вертикальный разрез в зоне термошва.
Стык направляющих совмещенный на одном кронштейне.



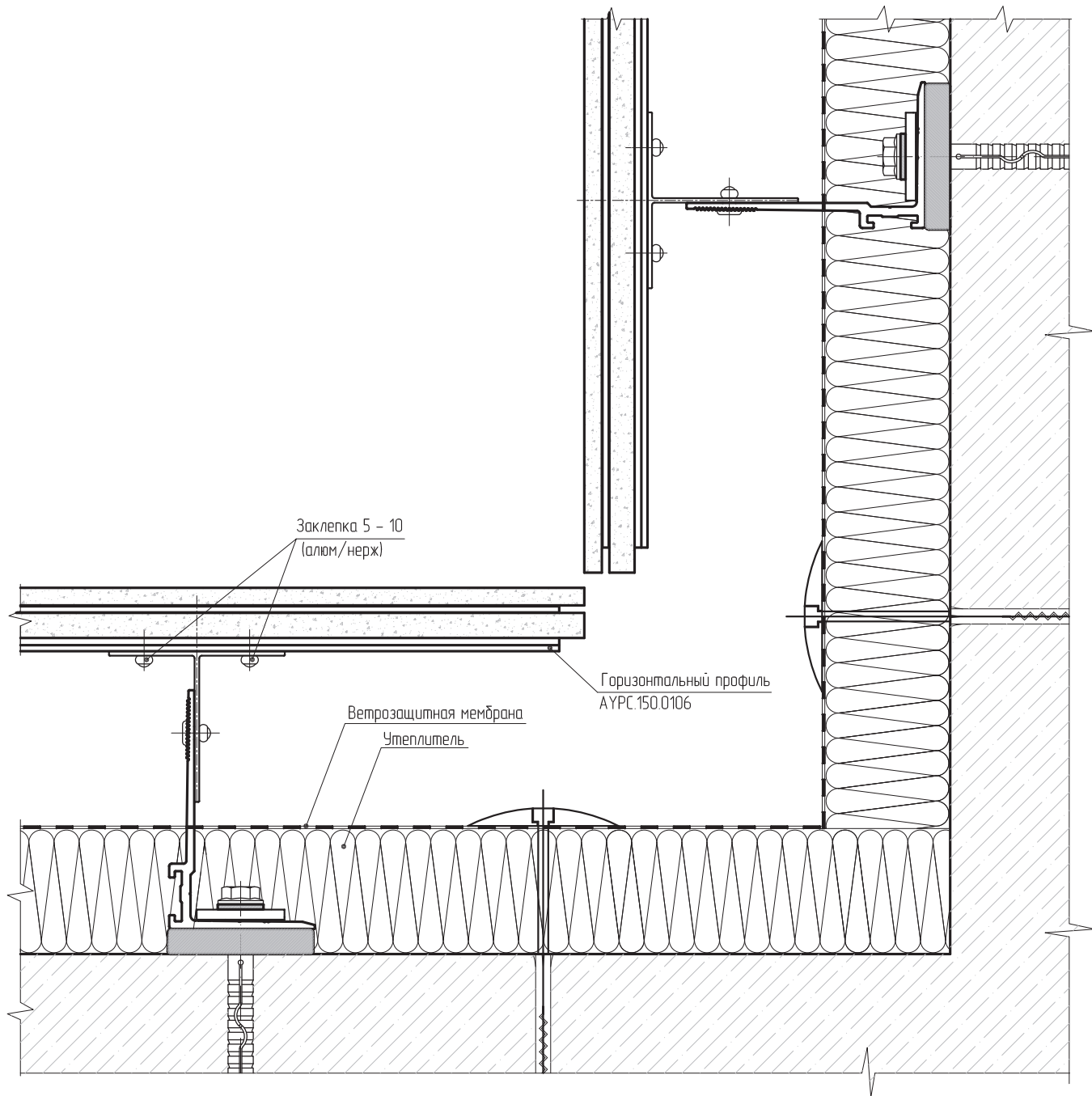
1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
2. Величина зазора определяется архитектурой и не должна выходить за указанные пределы.
3. Величина зазора в зоне стыка направляющих (термошва) определяется температурой монтажа подконструкции. При монтаже в летнее время при максимальной возможной температуре зазор минимален и равен 3 мм, при монтаже в зимнее время при минимально возможной температуре зазор максимален и равен 7 мм. Максимальные и минимальные возможные температуры определяются согласно СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия п.8.3. Зазоры при температурах монтажа отличающихся от экстремальных определяются интерполяцией.

Узел 2. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Вертикальный разрез в зоне термошва.
Стык направляющих на отдельных кронштейнах.

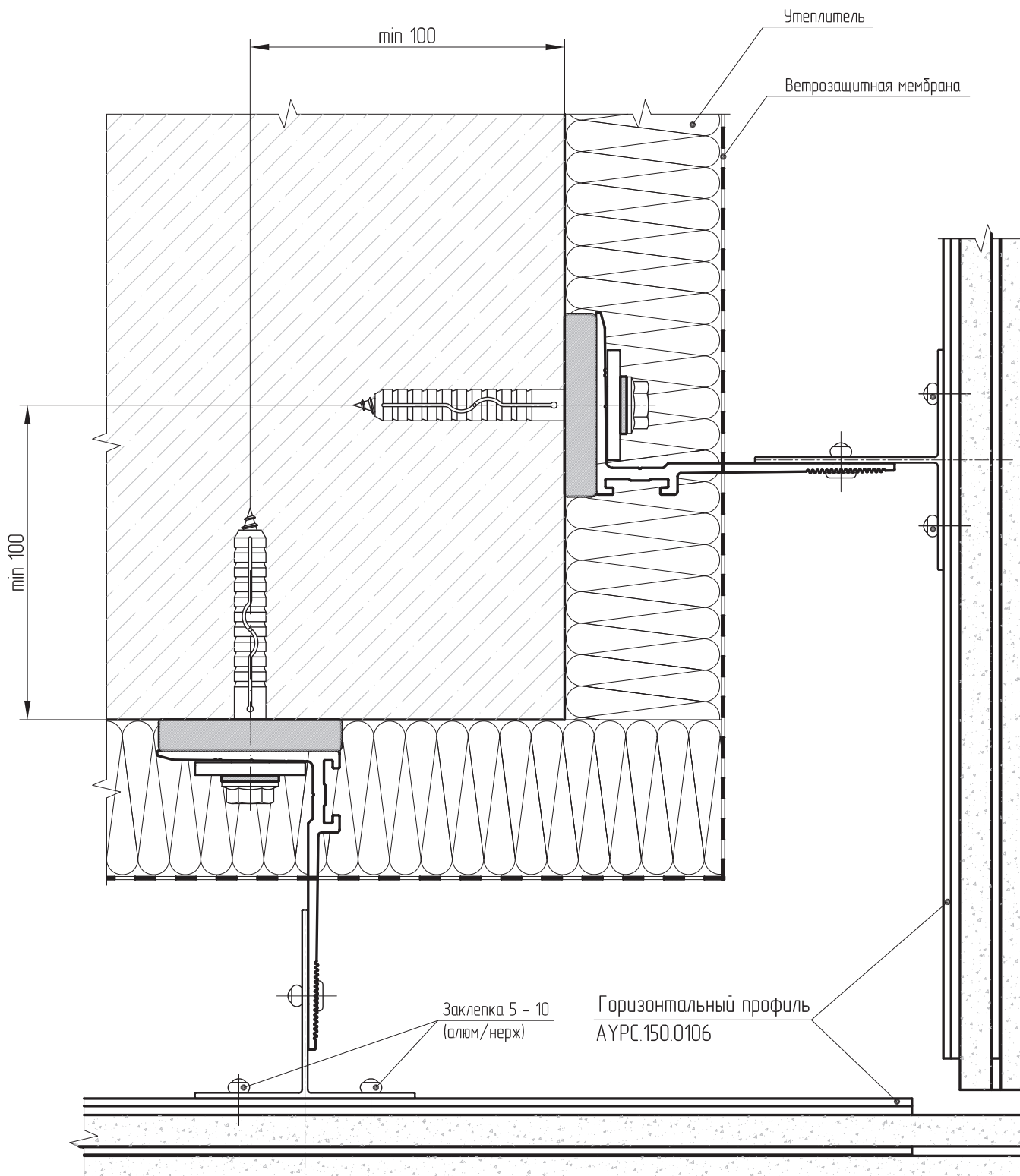


1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
2. Величина зазора определяется архитектурой и не должна выходить за указанные пределы.
3. Величина зазора в зоне стыка направляющих (термошва) определяется температурой монтажа подконструкции. При монтаже в летнее время при максимальной возможной температуре зазор минимален и равен 3 мм , при монтаже в зимнее время при минимально возможной температуре зазор максимален и равен 7 мм. Максимальные и минимальные возможные температуры определяются согласно СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия п.8.3. Зазоры при температурах монтажа отличающихся от экстремальных определяются интерполяцией.

Узел 3. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Внутренний угол.

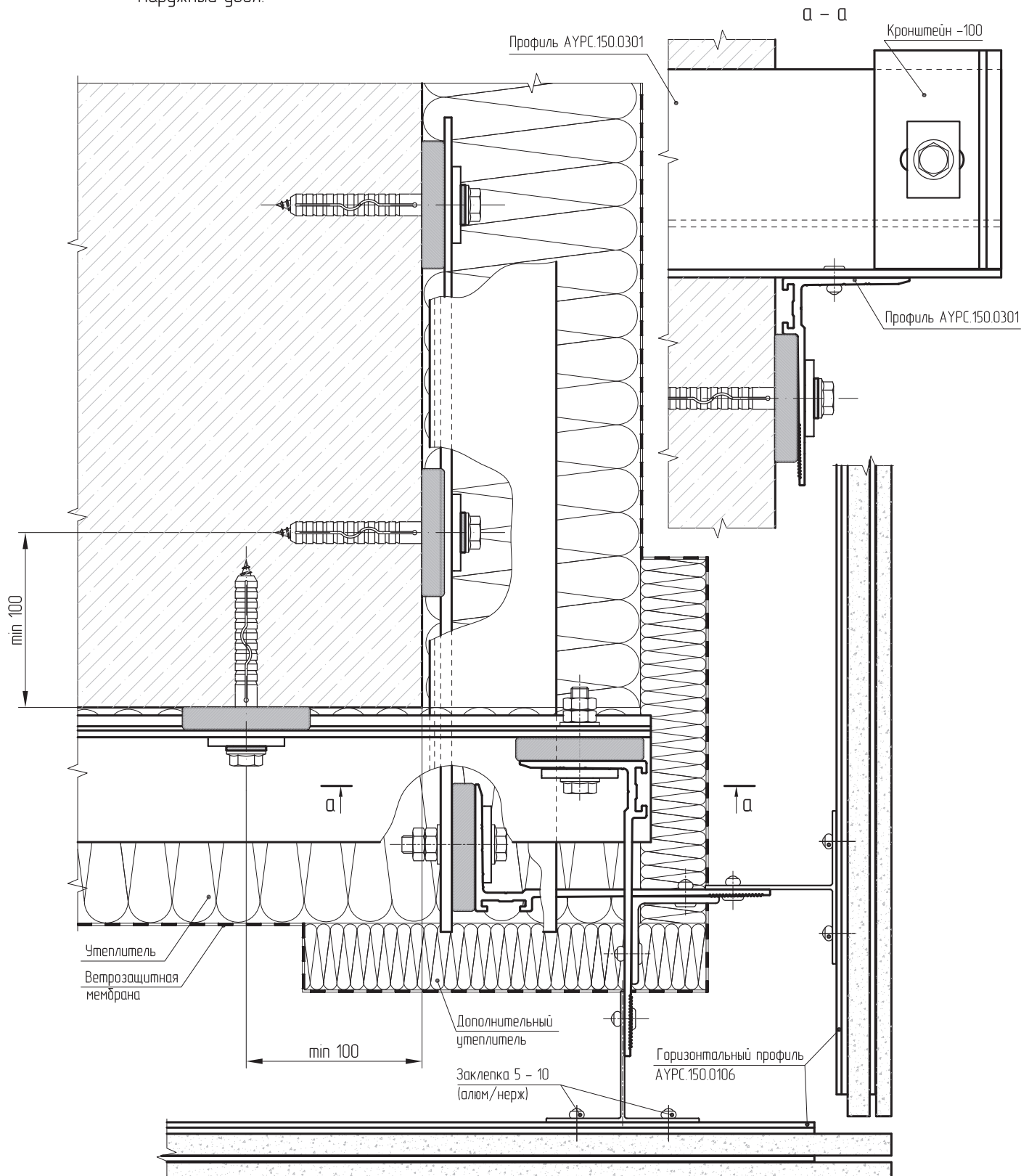


Узел 4. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Наружный угол.



1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

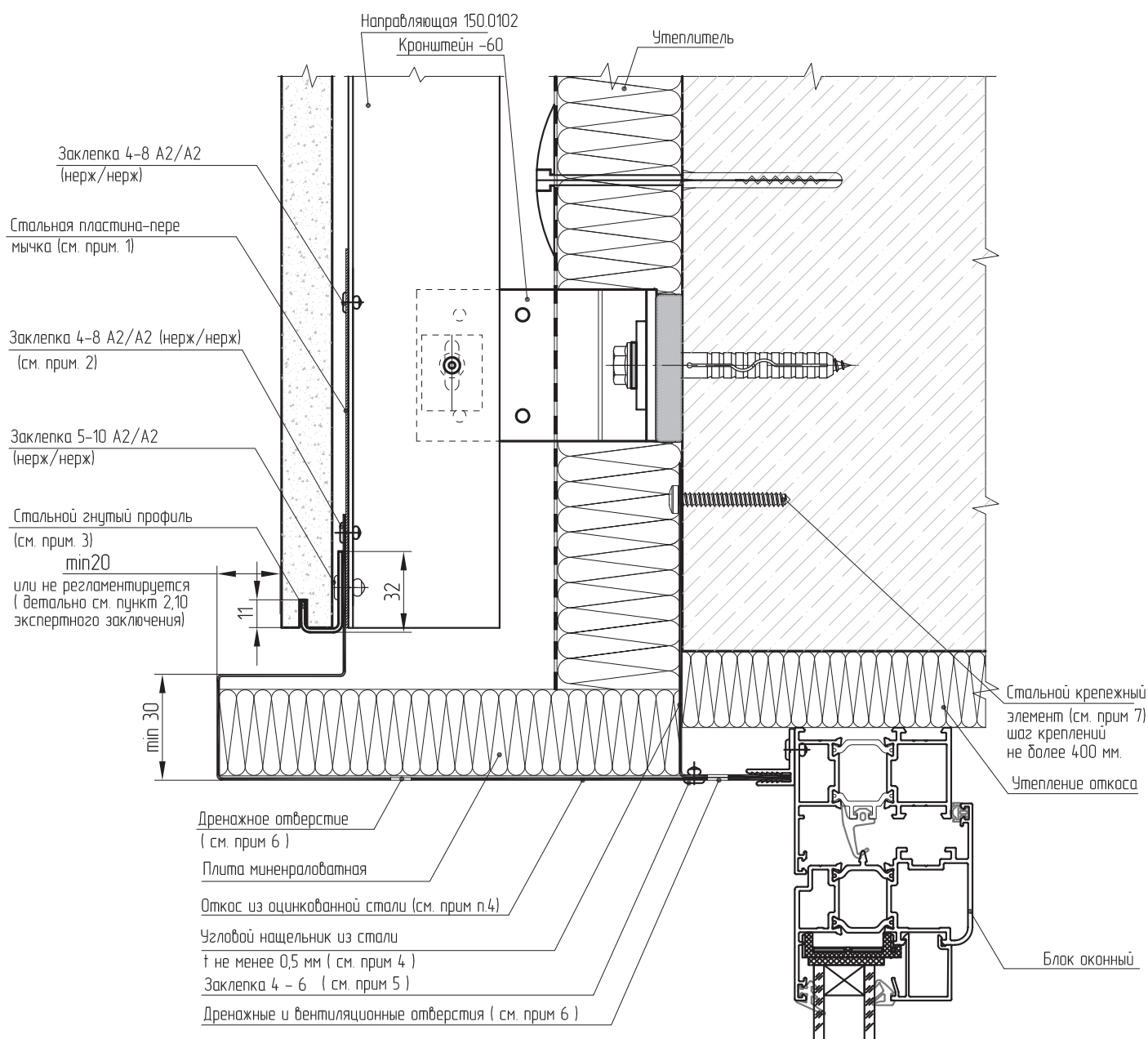
Узел 4. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах при большом отnose облицовки.
Наружный угол.



1. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

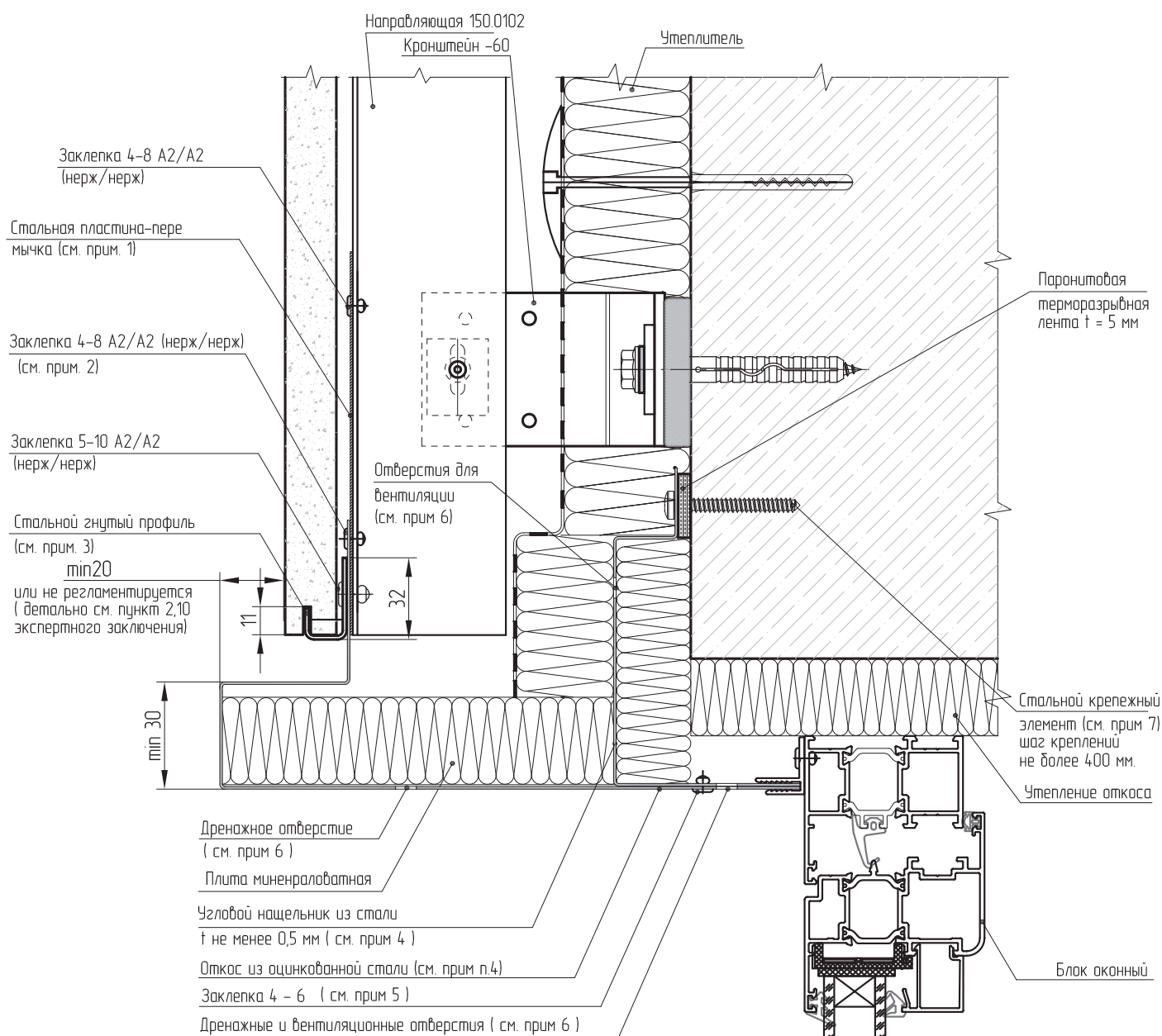
Узел 5С. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.

Примыкание к верхнему стальному откосу. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла.



1. Стальная пластина-перемычка из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием, толщиной не менее 0,5 мм. Высота пластины: - при камне из натурального гранита высотой 300 мм и толщиной 20 мм - 400 мм; при высоте более 300 мм - 150 мм. Детально см. пункт 2,5; 2,10 экспертного заключения
2. Крепить в направляющие и вне направляющих крепить к стальной пластина-перемычке с шагом не более 250 мм.
3. Гнутый профиль из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали согласно экспертного заключения не менее 1,2 мм. Толщина по условию равноблизкой жесткости с алюминиевым профилем из плоскости облицовки - не менее 1,5 мм. Зоны установки и дополнительную информацию см. пункт 2,9 экспертного заключения.
4. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм. Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсеки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
5. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
6. Дренажные отверстия для слива капельной влаги предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
7. 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 звездочной 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"

Узел 5СТ. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Примыкание к верхнему стальному откосу. Вариант при стенах с высокой теплопроводностью
и (или) повышенных требованиях к теплотехнике узла.

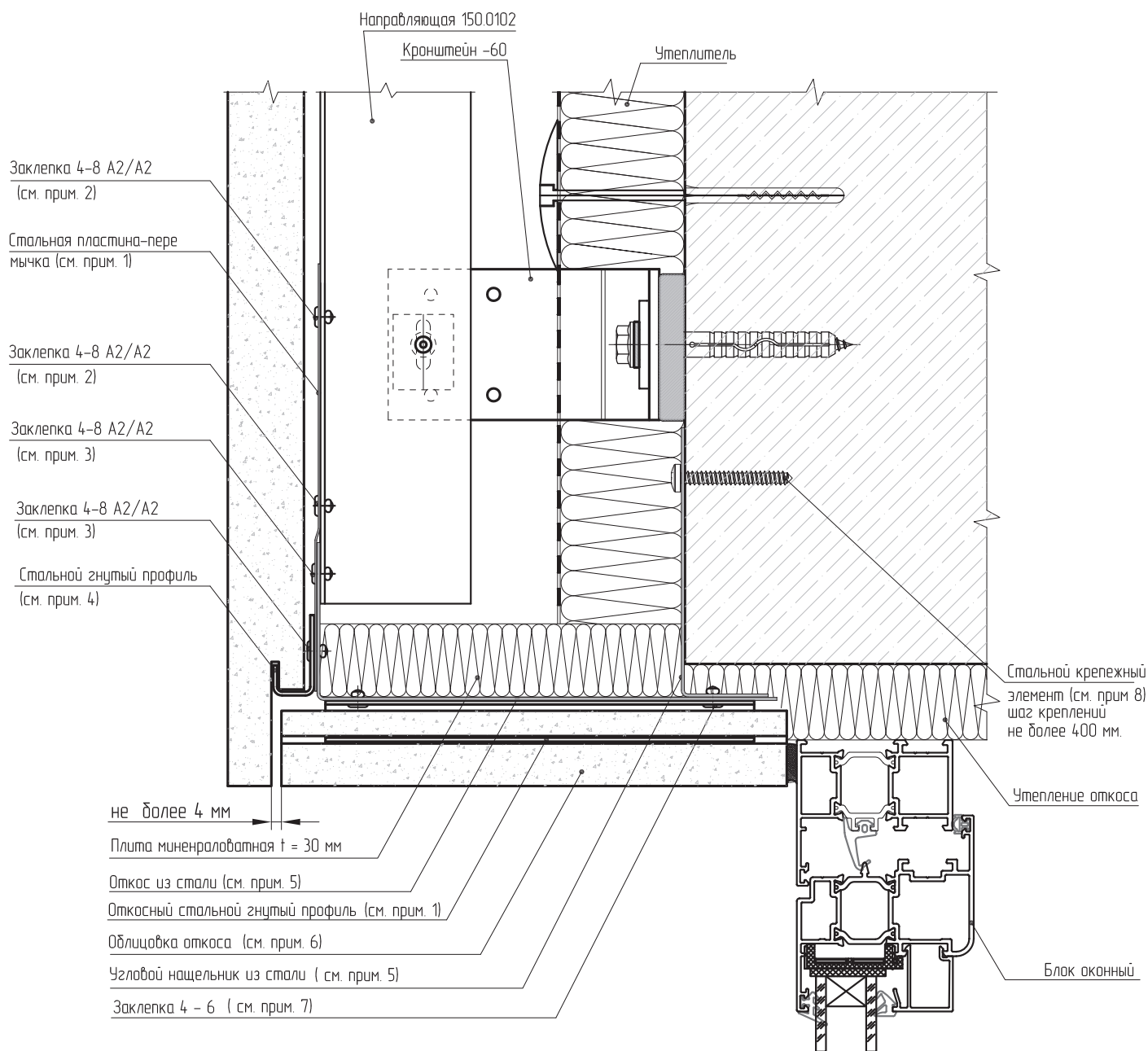


1. Стальная пластина-перемычка из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием, толщиной не менее 0,5 мм. Высота пластины: - при камне из натурального гранита высотой 300 мм и толщиной 20 мм - 400 мм; при высоте более 300 мм - 150 мм. Детально см. пункт 2,5; 2,10 экспертного заключения
2. Крепить в направляющие и вне направляющих крепить к стальной пластине-перемычке с шагом не более 250 мм.
3. Гнутый профиль из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали согласно экспертного заключения не менее 1,2 мм. Толщина по услобью равновеликой жесткости с алюминиевым профилем из плоскости облицовки - не менее 1,5 мм. Зоны установки и дополнительную информацию см. пункт 2,9 экспертного заключения.
4. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,5 мм. Между алюминиевой направляющей и кронштейном отсечки установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
5. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
6. Дренажные отверстия для слива капельной влаги предусматриваются диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
7. 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"

Узел 5 ПК. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.

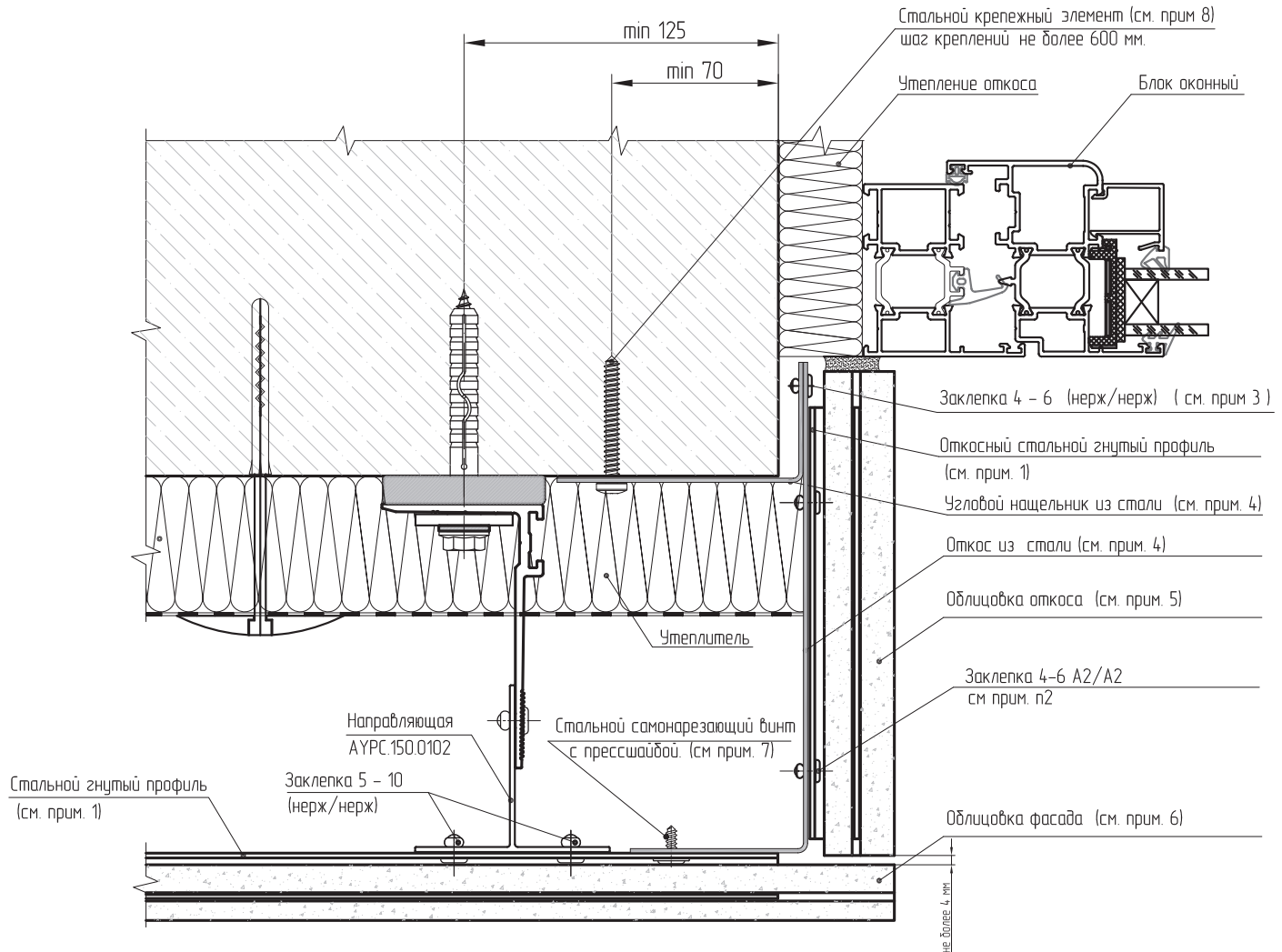
Облицовка верхнего откоса камнем. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла.

При стенах с высокой теплопроводностью и (или) повышенных требованиях к теплотехнике угловой щельник выполнять аналогично узлу 5СТ



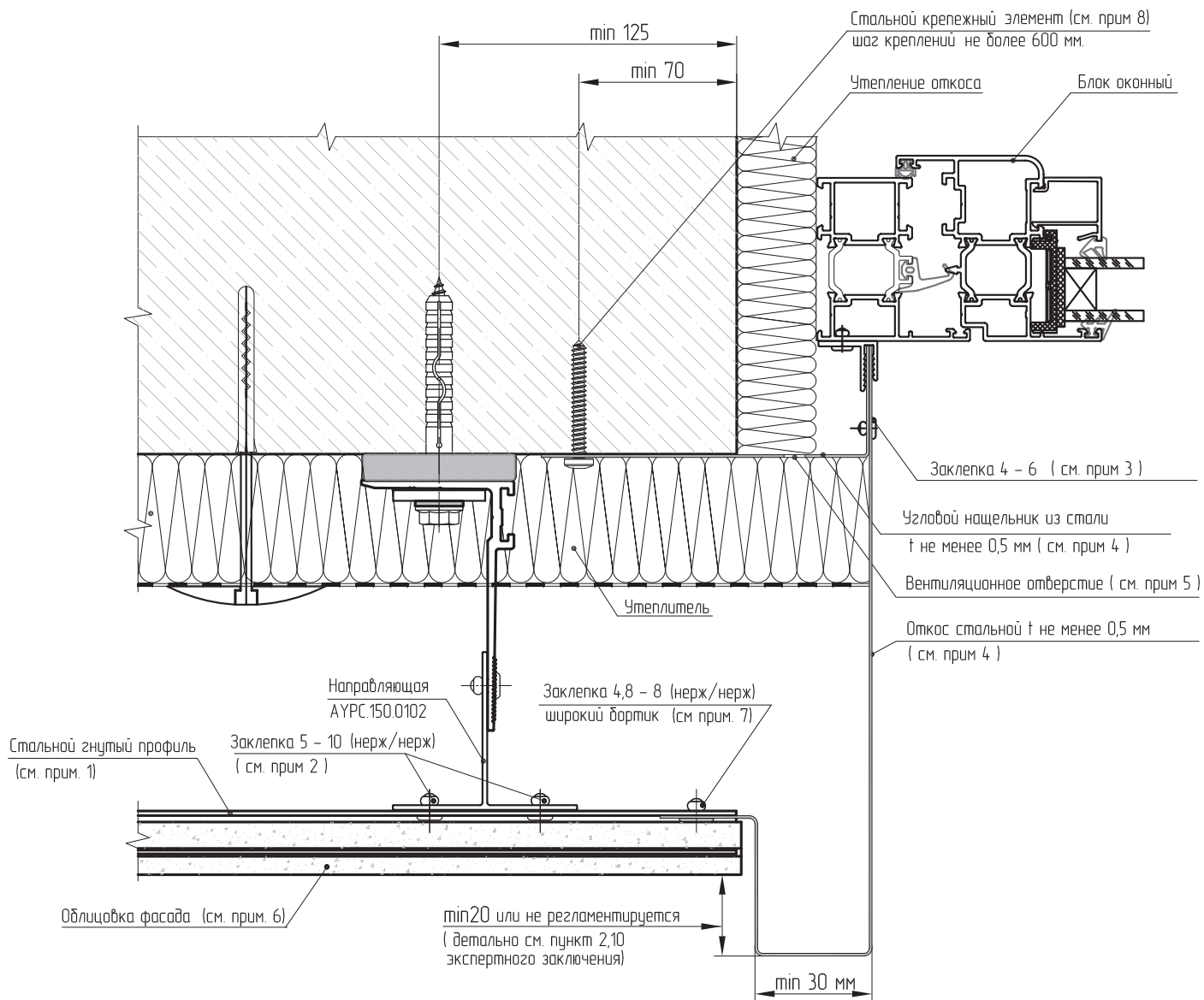
1. Стальная пластина-перемычка из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием, толщиной не менее 0,5 мм. Высота пластины – при камне из натурального гранита высотой 300 мм и толщиной 20 мм – 400 мм; при высоте более 300 мм – 150 мм. Детально см. пункт 2,5; 2,10 экспертного заключения.
2. Вытяжные заклепки из нержавеющей стали.
3. Вытяжные заклепки из нержавеющей стали в створе направляющей и вне направляющих с шагом не более 250 мм.
4. Гнутый профиль из коррозионностойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали согласно экспертного заключения не менее 1,2 мм. Толщина по условию равнобольшой жесткости с алюминиевым профилем из плоскости облицовки – не менее 1,5 мм. Зоны установки и дополнительную информацию см. пункт 2,9 экспертного заключения.
5. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 1,2 мм.
6. Размеры плит для верхних откосов не должны превышать 350 x 350 (ширина x глубина откоса) мм, толщина плиты откоса – не менее 30 мм. Материал плит – натуральный гранит и агломерато-гранит "Grattani", согласно пункта 2,11 экспертного заключения. Зазоры между плитами облицовки откосов не более 4 мм.
7. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
8. Требования по креплению смотреть пункт 7 на листе
9. В местах контакта стали с алюминиевыми профилями установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
10. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 6ПК. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Облицовка бокового откоса камнем. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла.
При стенах с высокой теплопроводностью и (или) повышенных требованиях к теплотехнике узловой стальной нащельник выполнять аналогично узлу 6Т



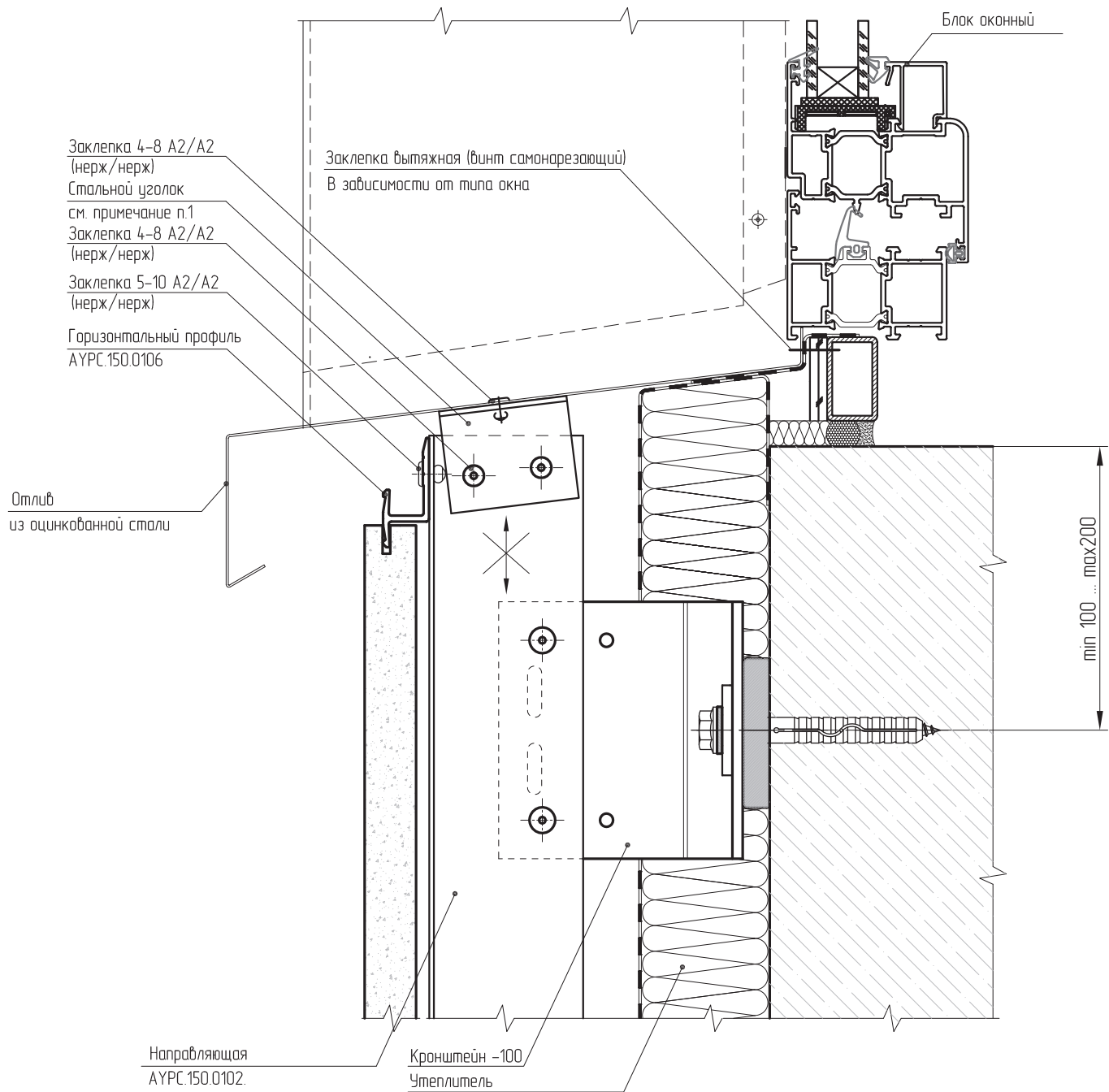
- Гнутый профиль из коррозионностойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали согласно экспертного заключения не менее 1,2 мм. Толщина по условию равнобедренной жесткости с алюминиевым профилем из плоскости облицовки – не менее 1,5 мм. Зоны установки и дополнительную информацию см. пункт 2,9 и 2,11 экспертного заключения.
- В зонах расположения боковых откосов применять заклепки целиком выполненных из нержавеющей стали.
- Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
- Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 1,2 мм, согласно пункта 2,11 экспертного заключения.
- Размеры плит для боковых откосов не должны превышать 650 x 350 (высота x глубина откоса) мм, толщина плиты бокового откоса – не менее 30 мм. Материал плит – натуральный гранит и агломерато-гранит "Graftoni", согласно пункта 2,11 экспертного заключения. Зазоры между плитами облицовки боковых откосов не более 4 мм.
- В случае, если высота фасадных плит превышает 600 мм, необходима установка дополнительных креплений стального откоса к алюминиевой направляющей аналогично узлу 6 с помощью стальной соединительной пластины.
- Отверстие в стальном гнутом профиле выполняется диаметром на 2...3 мм большим диаметра стального самонарезающего винта с увеличенной шляпкой (прессшайбой) для компенсации разности температурных деформаций алюминия и стали.
- В качестве стального крепежного элемента рекомендуется использовать:
 - при креплении к основанию из бетона, кладки из полнотелого кирпича и натурального камня – 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"
- Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел 6СК. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах. Примыкание к доковому стальному откосу. Вариант при стенах с низкой теплопроводностью и (или) невысоких требованиях к теплотехнике узла. При стенах с высокой теплопроводностью и (или) повышенных требованиях к теплотехнике узловой стальной нащельник выполнять аналогично узлу 6Т



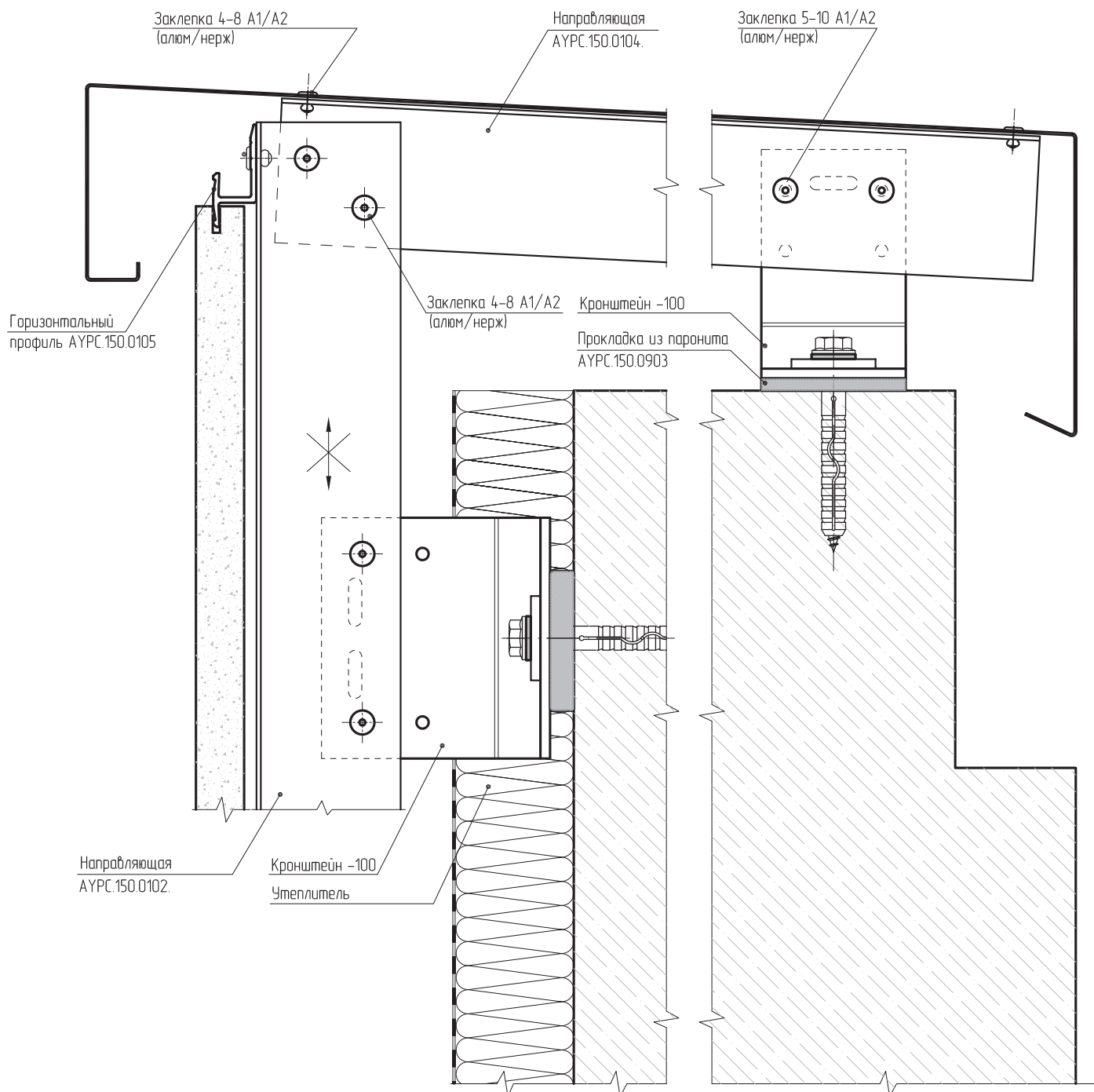
1. Гнутый профиль из коррозионностойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали согласно экспертного заключения не менее 1,2 мм. Толщина по условию равновеликой жесткости с алюминиевым профилем из плоскости облицовки – не менее 1,5 мм. Зоны установки и дополнительную информацию см. пункт 2,9 и 2,11 экспертного заключения.
2. В зонах расположения доковых откосов применять заклепки целиком выполненных из нержавеющей стали.
3. Заклепка вытяжная из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Устанавливать с шагом не более 150 мм.
4. Элементы выполняются из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 1,2 мм, согласно пункта 2,11 экспертного заключения.
5. Вентиляционные отверстия диаметром не более 8 мм с шагом не менее 100 мм.
6. В случае, если высота фасадных плит превышает 600 мм, необходима установка дополнительных креплений стального откоса к алюминиевой направляющей аналогично узлу 6 с помощью стальной соединительной пластины.
7. Отверстие в стальном откосе выполняется диаметром на 2...3 мм большим диаметра заклепки с широким бортиком для компенсации разности температурных деформаций алюминия и стали.
8. 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 шпилькой 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"
9. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел 7. Скрытое крепление плитных материалов на протяженных элементах.
Примыкание к отливу.



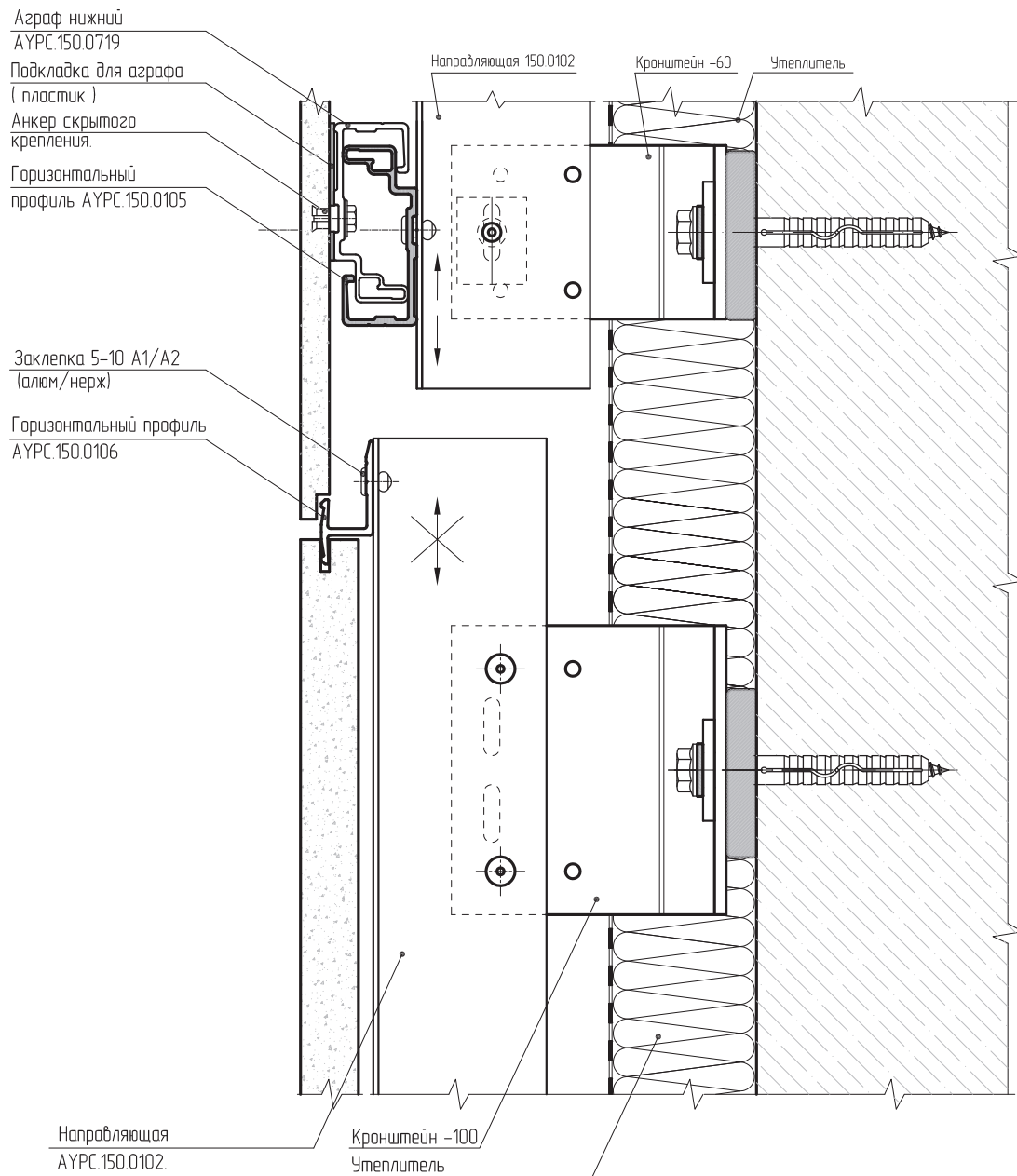
1. Уголок выполняется из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием. Толщина стали не менее 0,7 мм.
Между стальным уголком и алюминиевой направляющей установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.
3. Пояснения и дополнительную информацию смотреть в экспертном заключении.

Узел 8. Скрытое крепление плитных материалов на точечных элементах.
Парапетное примыкание.



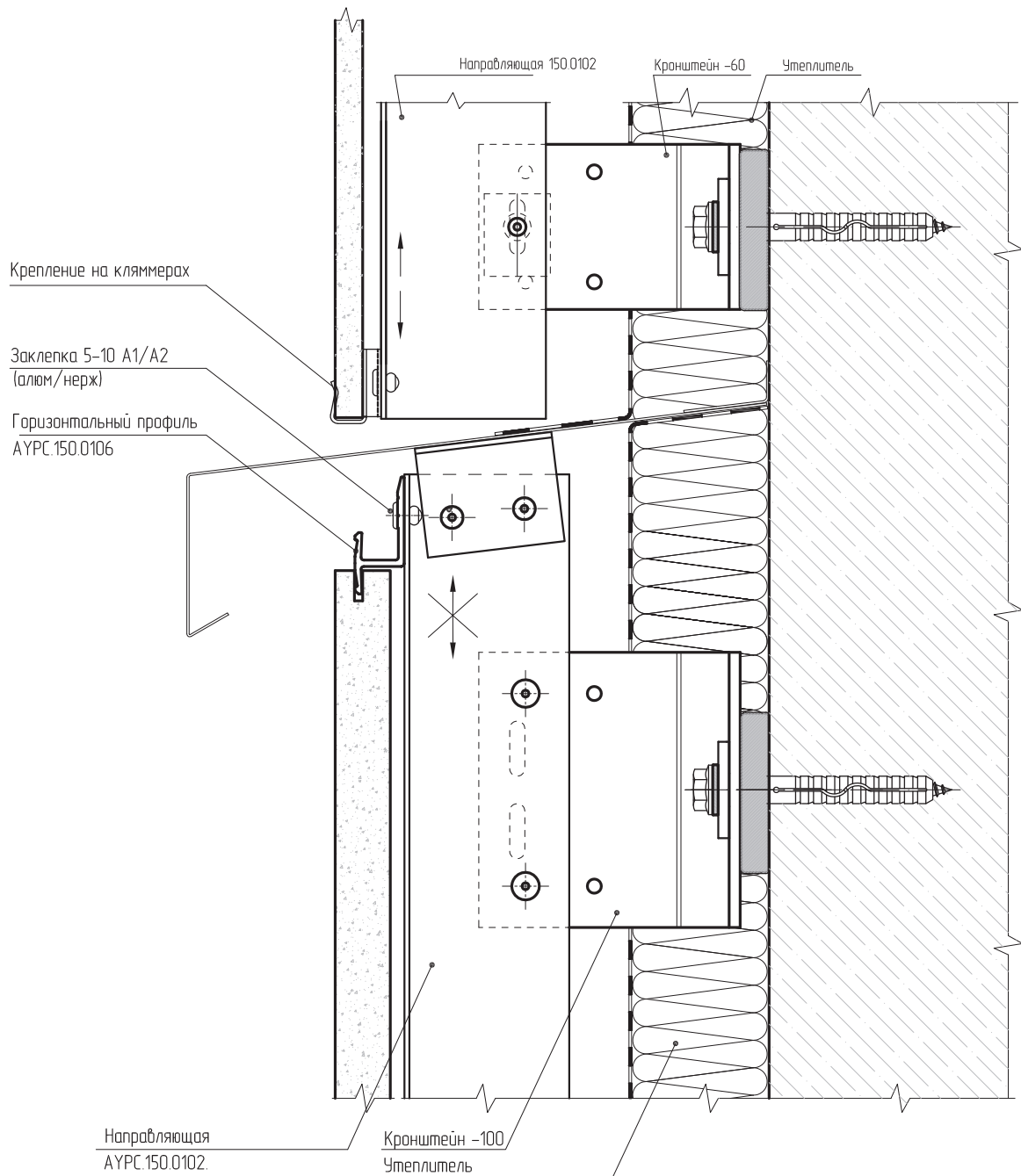
1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел сопряжения облицовок на скрытых точечных креплениях и протяженных креплениях



1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.

Узел сопряжения облицовок на видимых точечных креплениях и протяженных креплениях



1. Между алюминиевым уголком и оцинкованным отливом установить электроизоляционную прокладку (тонколистовой поливинилхлорид)
2. Необозначенные элементы смотреть на узлах сопряжения.



ALUTECH ALT 150 КГНК

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ

Схема крепления утеплителя (минераловатные плиты)

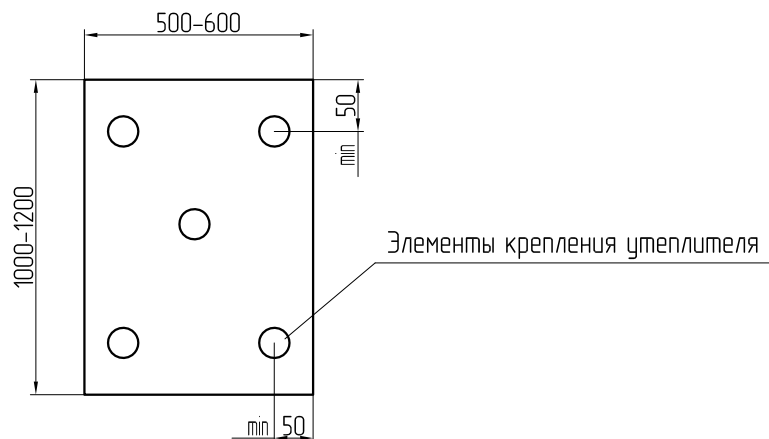
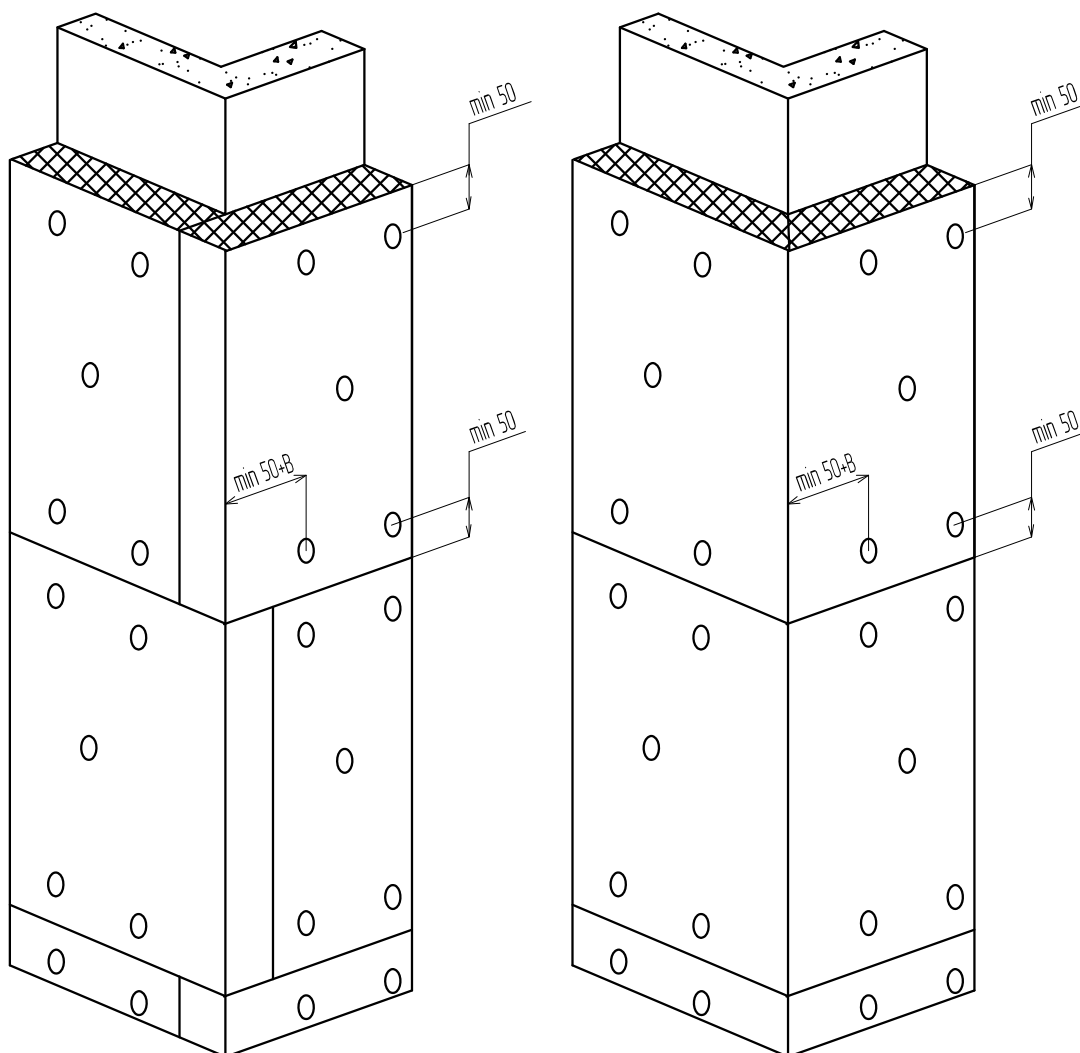


Схема крепления утеплителя на углу здания



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)

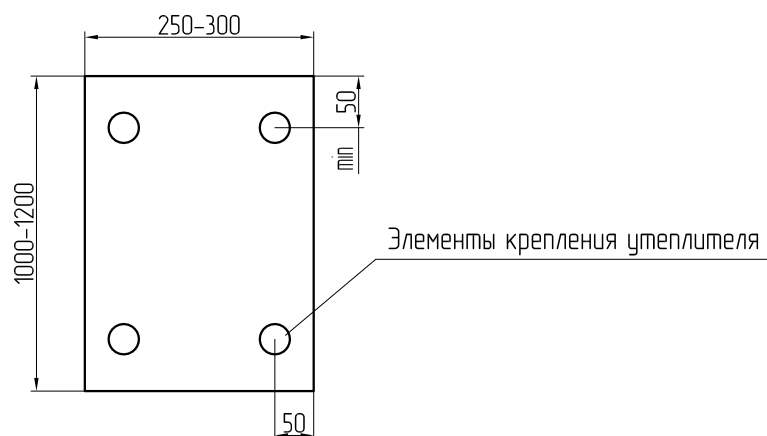
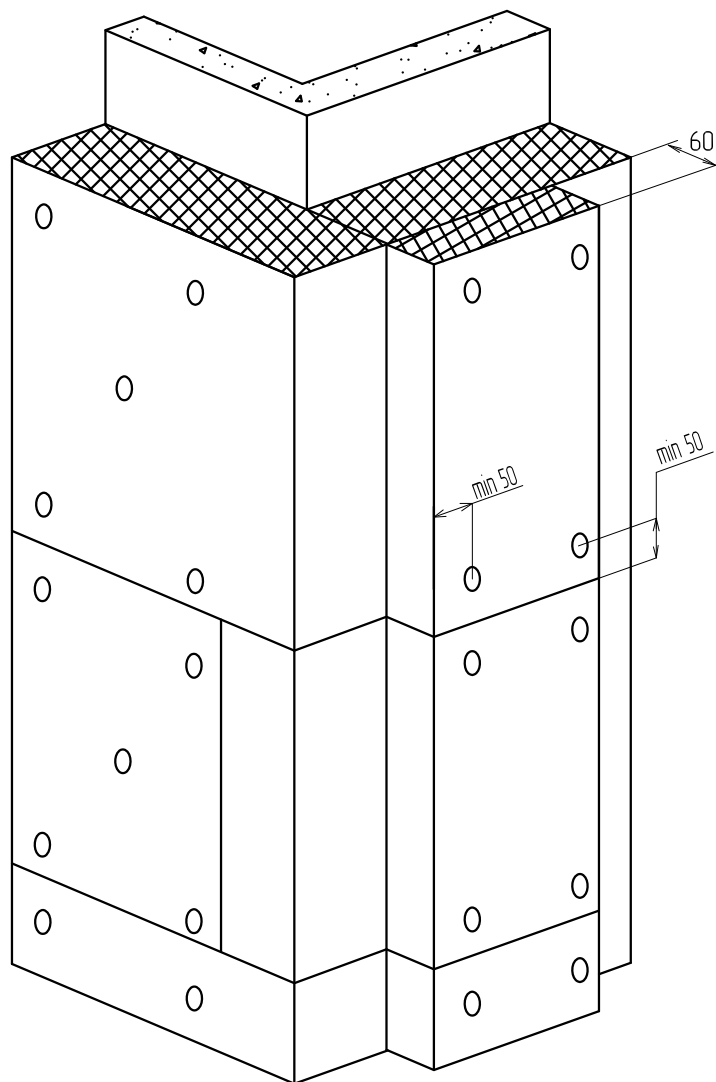


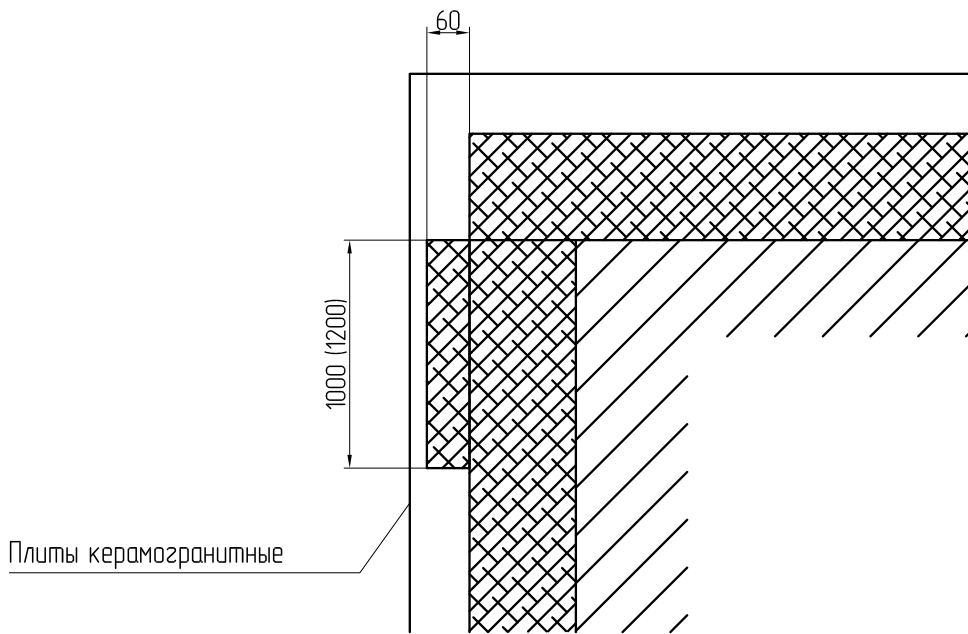
Схема крепления утеплителя на углу здания



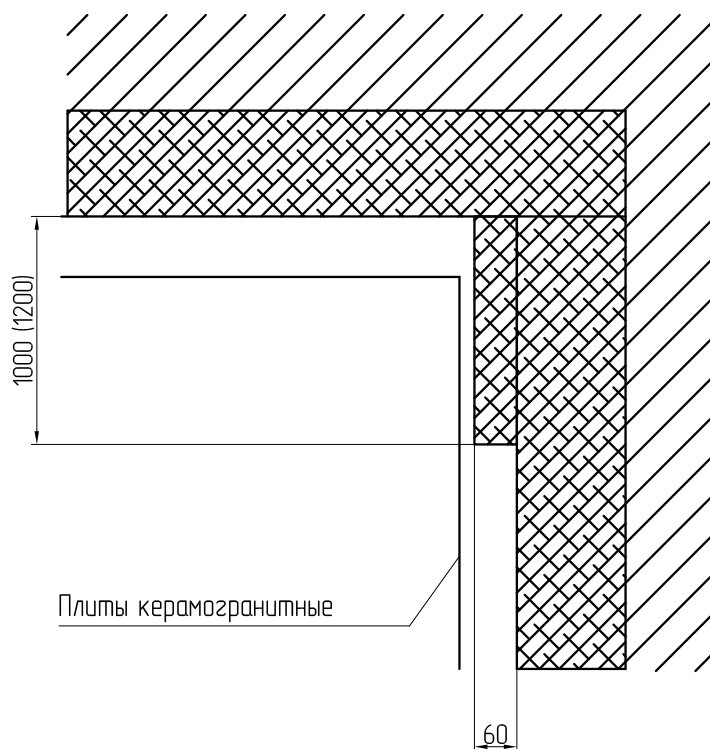
1. Основной типоразмер минераловатных плит для вентилируемых фасадов—600х1000, 600х1200.
2. Крепление плит утеплителя к стене осуществляется тарельчатыми дюбелями из расчета 5 шт. на 1 плиту.
3. В—толщина утеплителя.

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

Наружный угол



Внутренний угол



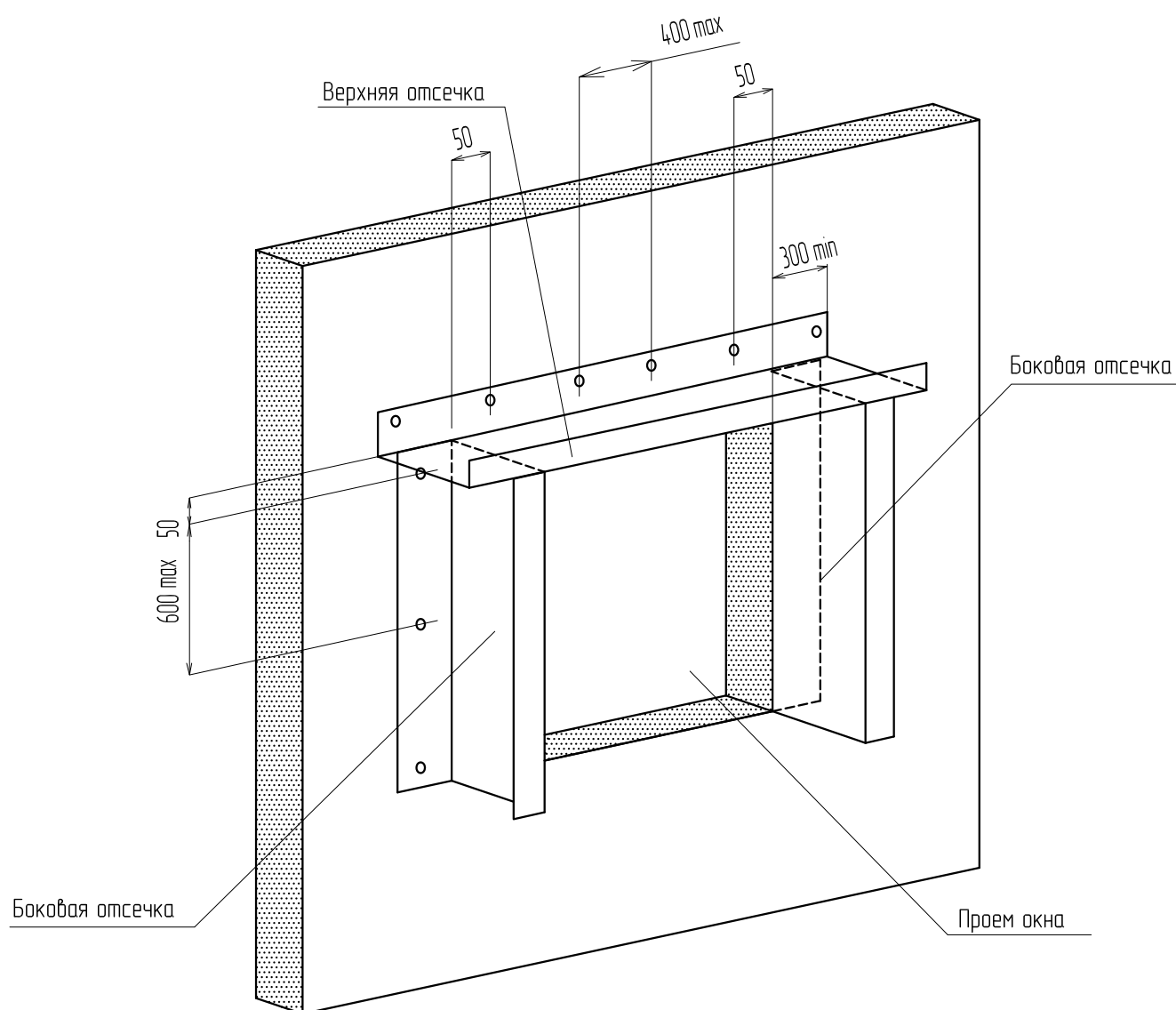


ALUTECH ALT 150 КГНК

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 4



ALUTECH ALT 150 КГНК

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

НАГРУЗКИ

07. 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 20.1333.2011 (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 являются достаточно жесткими и в них не возникает заметных динамических усилий и перемещений. В случае если собственные частоты системы «элементы ограждения - их несущие конструкции - элементы их крепления» менее 1,5 Гц, расчетные значения пиковой ветровой нагрузки должны быть уточнены на основе результатов динамического расчета указанной системы конструктивных элементов.

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

Ниже приведены данные пунктов 11.1.4, 11.1.5, 11.1.6, 11.1.18 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	A	B	C	D	E
$c_{p,-}$	-2,2	-1,2	-3,4	-2,4	-1,5

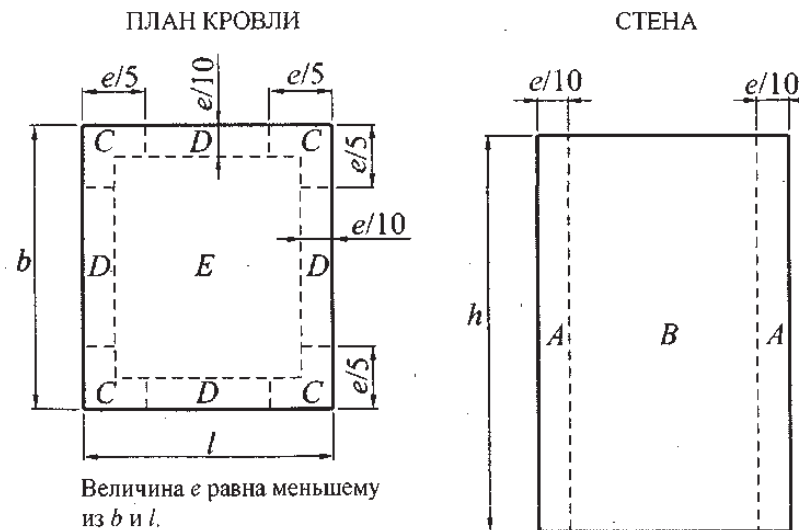


Рисунок Д.24

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			
Коэф. C _p	1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2		1,2	2,2	
5	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	Напор W ⁺ , Зона А и зона В	Отсос W ⁻ , Зона В	Отсос W ⁻ , Зона А			
Кэф. 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	32	58		43	79		56	103		71	130		90	164		112	205		136	250		159	291		159	358	
10	39	72		53	97		69	126		87	160		110	202		138	252		168	307		195	358		195	403	
15	44	81		59	109		78	142		98	180		124	228		155	284		189	346		220	403		220	440	
20	48	88		65	119		85	155		107	197		136	249		170	311		206	378		240	440		240	472	
25	52	94		70	128		91	167		115	211		145	267		182	333		221	406		258	472		258	500	
30	54	100		74	135		96	176		122	223		154	282		192	352		234	429		272	499		272	533	
35	57	105		77	142		101	185		128	234		161	295		201	369		245	449		285	523		285	557	
40	59	109		80	147		105	192		133	243		168	307		210	384		255	468		297	544		297	572	
45	62	113		84	153		109	200		138	253		174	319		218	399		265	486		309	566		309	594	
50	64	117		86	158		113	206		143	261		180	330		225	413		274	502		319	584		319	612	
55	66	120		89	163		116	212		146	268		185	339		231	424		281	516		328	600		328	630	
60	68	124		91	168		119	219		151	277		191	350		238	437		290	532		338	619		338	642	
65	69	127		94	172		122	224		155	284		196	359		245	448		298	545		346	635		346	654	
70	71	130		96	176		125	229		158	290		200	366		250	458		304	557		354	649		354	663	
75	72	133		98	180		128	235		162	297		205	375		256	469		311	571		362	665		362	677	
80	74	136		100	183		130	239		165	303		209	383		261	478		318	582		370	678		370	689	
85	75	138		102	187		133	244		169	309		213	390		266	488		324	594		377	691		377	701	
90	77	140		104	190		135	248		171	314		216	396		270	495		329	603		383	702		383	713	
95	78	143		106	194		138	252		174	320		220	404		275	505		335	614		390	715		390	725	
100	79	145		107	196		140	256		177	325		224	410		279	512		340	623		396	726		396	737	
105	81	148		109	200		142	261		180	331		228	417		285	522		346	635		403	739		403	749	
110	82	150		111	203		144	265		183	335		231	423		289	529		351	644		409	750		409	759	
115	83	152		112	206		146	268		185	340		234	430		293	537		356	653		415	761		415	769	
120	84	154		114	209		148	272		188	345		238	436		297	544		361	662		421	771		421	779	
125	85	156		115	212		151	276		191	350		241	442		301	552		366	672		427	782		427	789	
130	86	158		117	214		152	279		193	353		243	446		304	558		370	678		431	790		431	799	
135	87	160		118	217		154	283		195	358		247	452		308	565		375	688		437	801		437	809	
140	89	162		120	220		156	286		198	363		250	458		312	573		380	697		443	811		443	819	
145	89	164		121	222		158	289		200	366		252	463		315	578		384	704		447	819		447	829	
150	90	165		122	224		159	292		202	370		255	467		319	584		388	710		451	827		451	839	

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		
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.

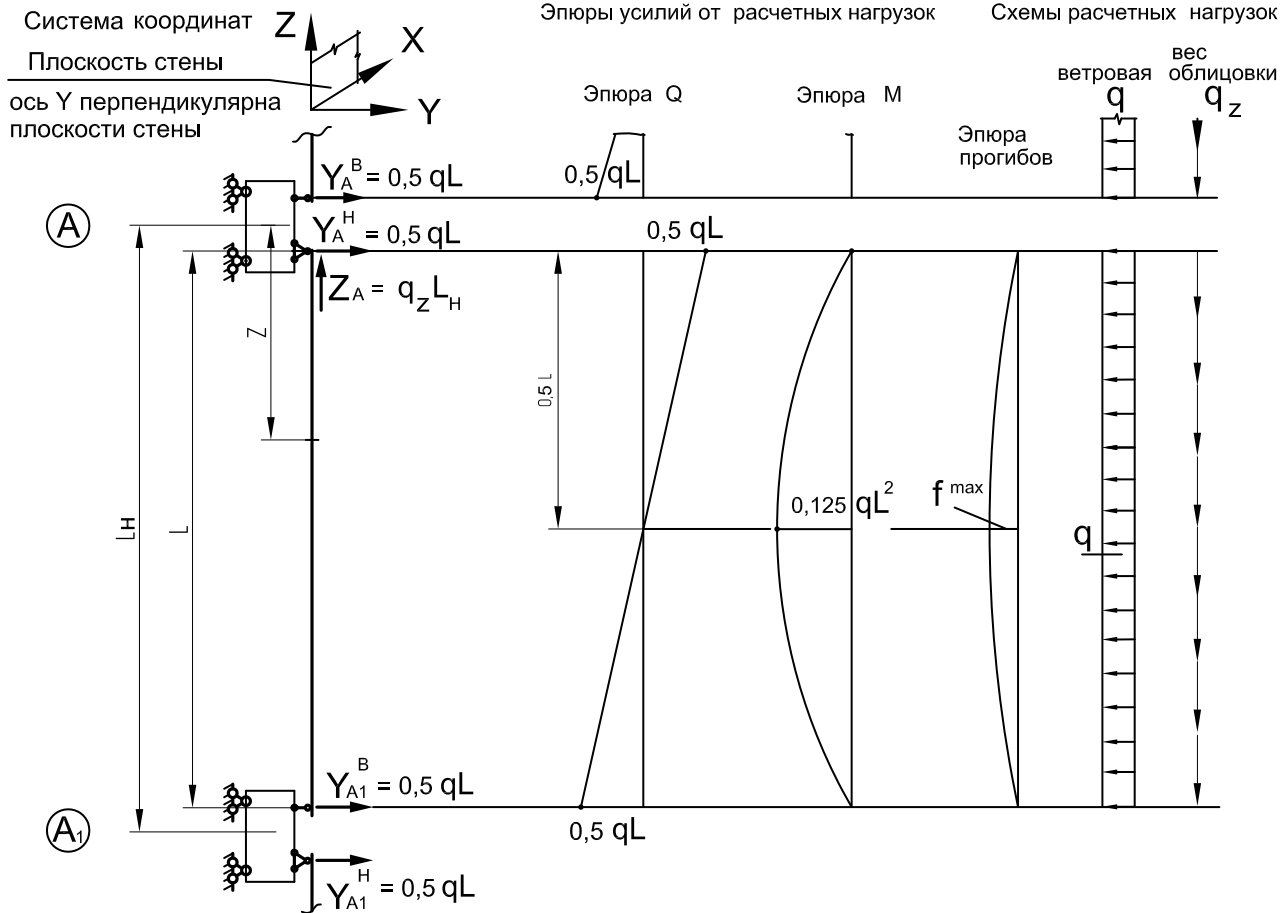


ALUTECH ALT 150 КГНК

Система
навесного фасада
с вентилируемым
воздушным зазором

РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ И СТАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

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



Принятые обозначения:

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

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

Формула для определения прогибов в произвольном сечении пролета:

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

Максимальный прогиб находится в середине пролета и равен:

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

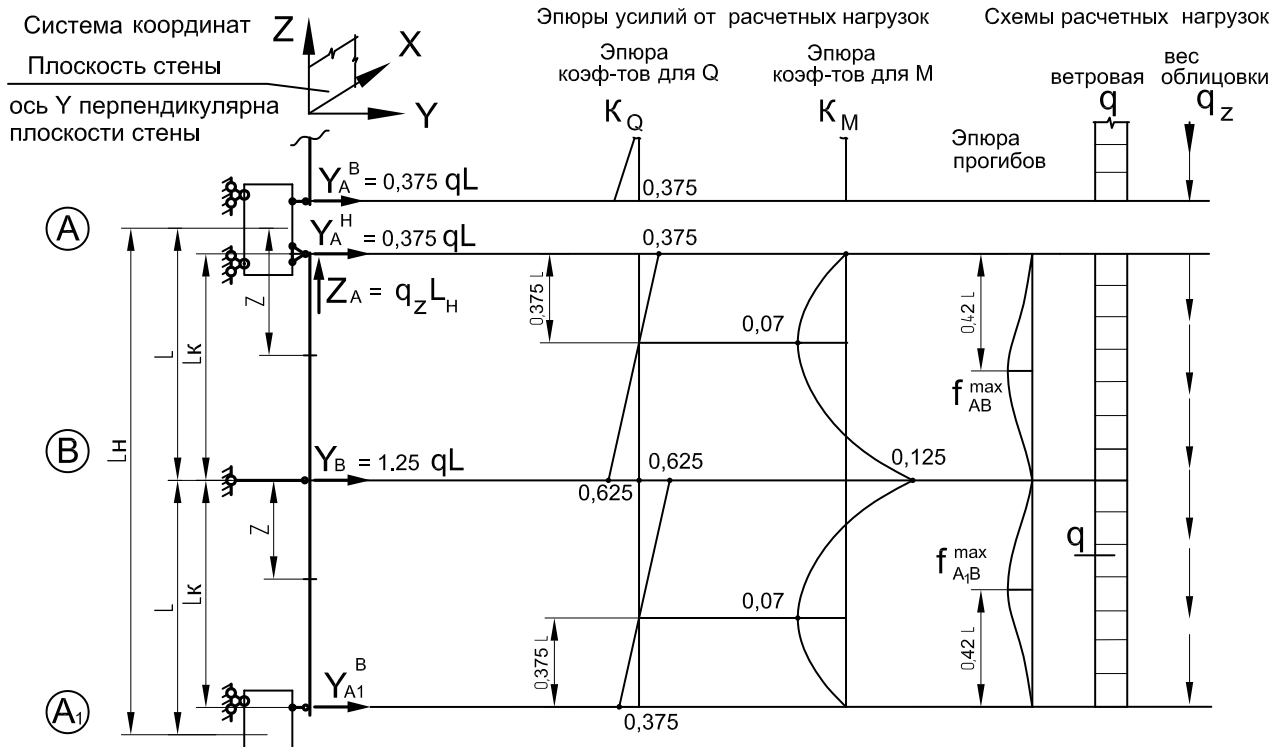
Частная формула для определения прогибов при направляющей из алюминиевого сплава с модулем упругости $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см². При другом значении модуля упругости значение прогиба умножается на

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

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

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

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



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

Принятые обозначения:

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

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки

для пролета АВ

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

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

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

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

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

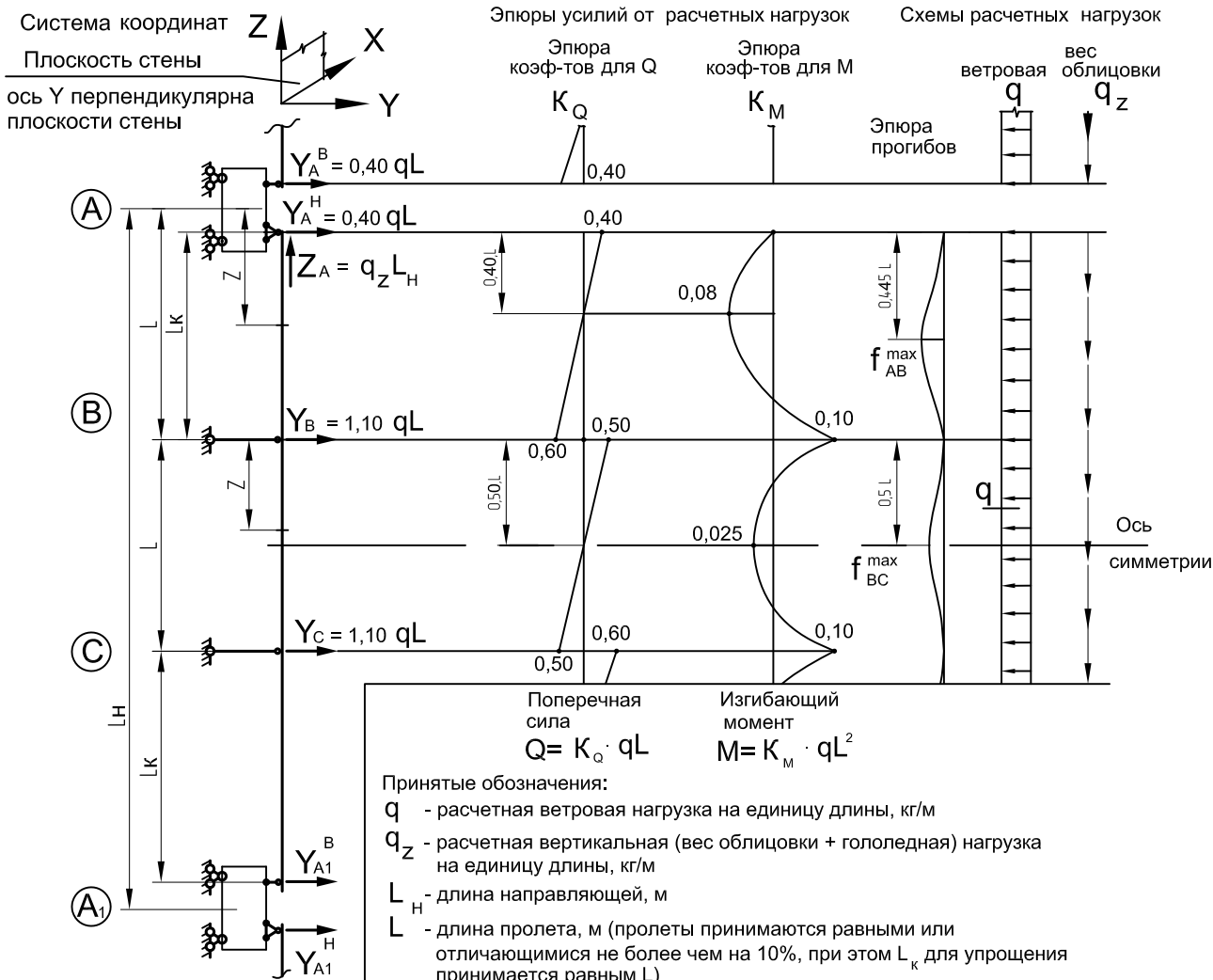
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,079 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

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

Вспомогательные схемы для расчета прогибов



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



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_к для упрощения принимается равным L)

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки

для пролета AB

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

для пролета BC

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

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

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

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

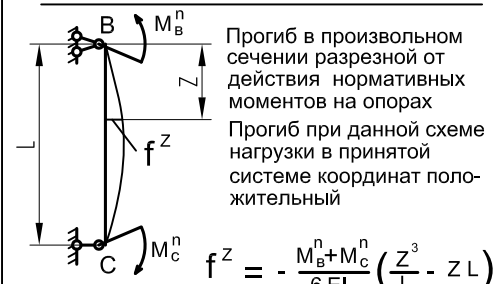
Для получения прогибов в мм размерности величин принимать следующими

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

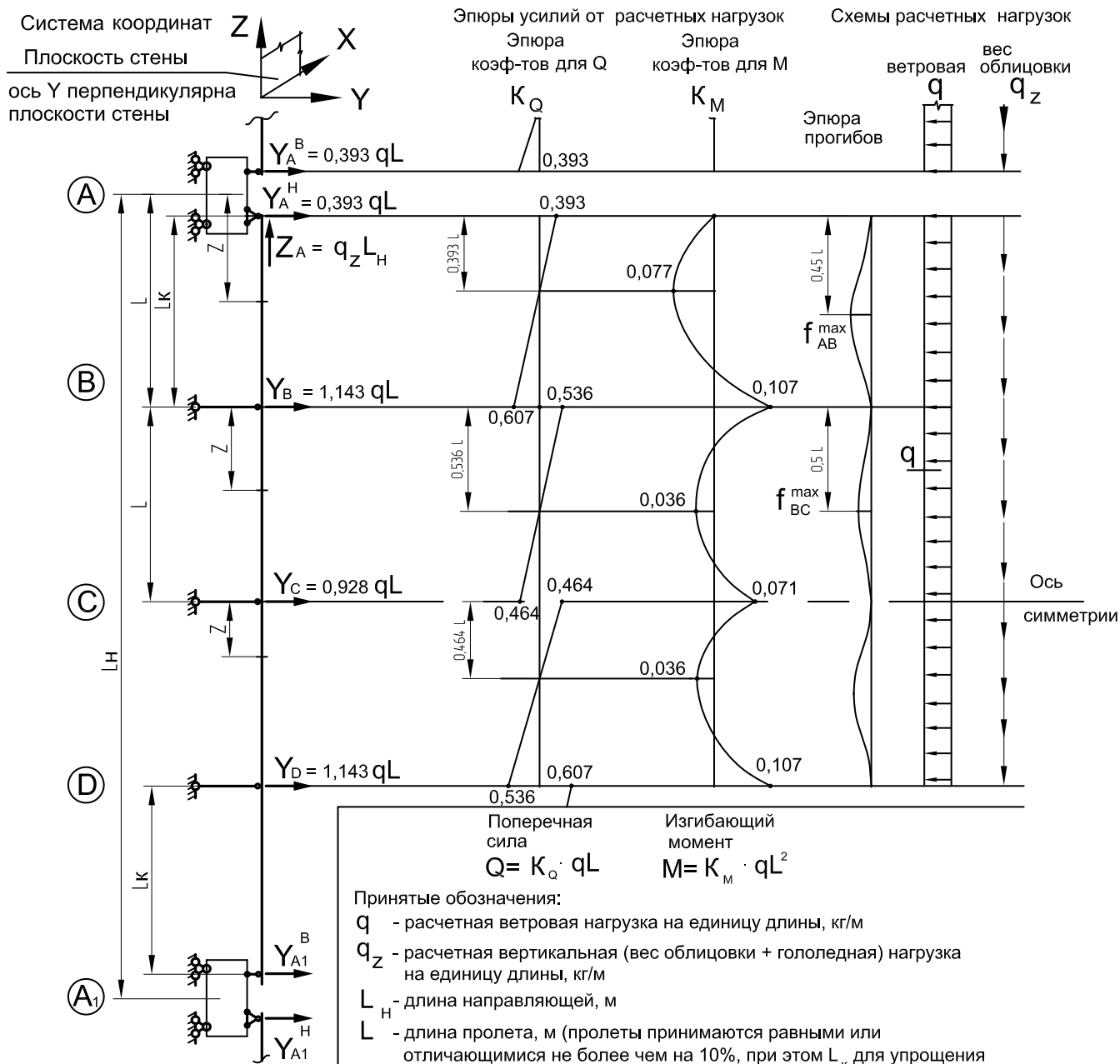
$$f_{BC}^{max} = \frac{0,008 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

qⁿ - 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)



Принятые обозначения:

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

Формулы для определения прогибов в произвольном сечении пролета неразрезной балки

для пролета AB

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

для пролета BC

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

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

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

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

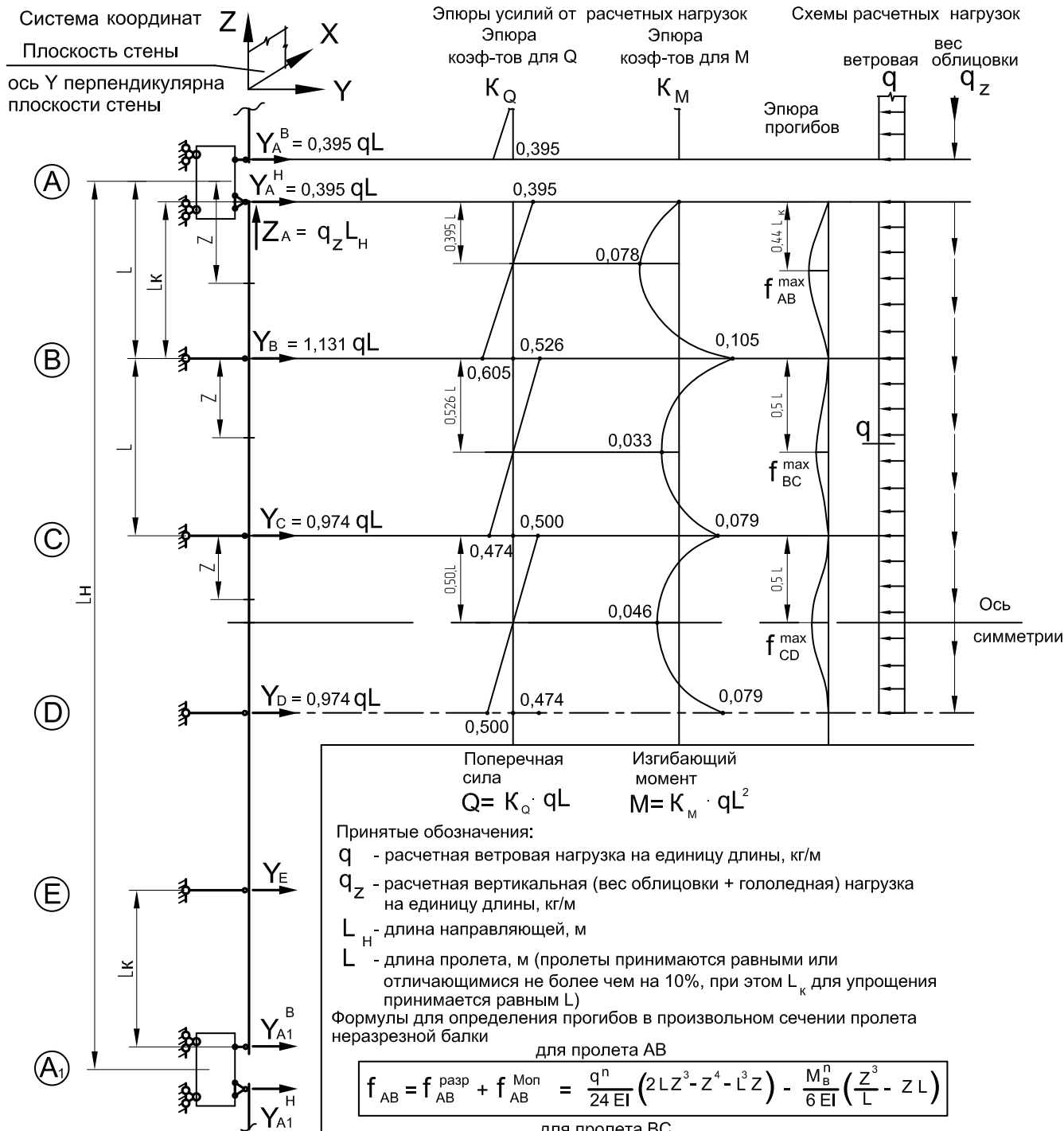
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,094 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

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

Для получения прогибов в мм размерности величин принимать согласно таблице

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

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



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

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

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

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

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

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)

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

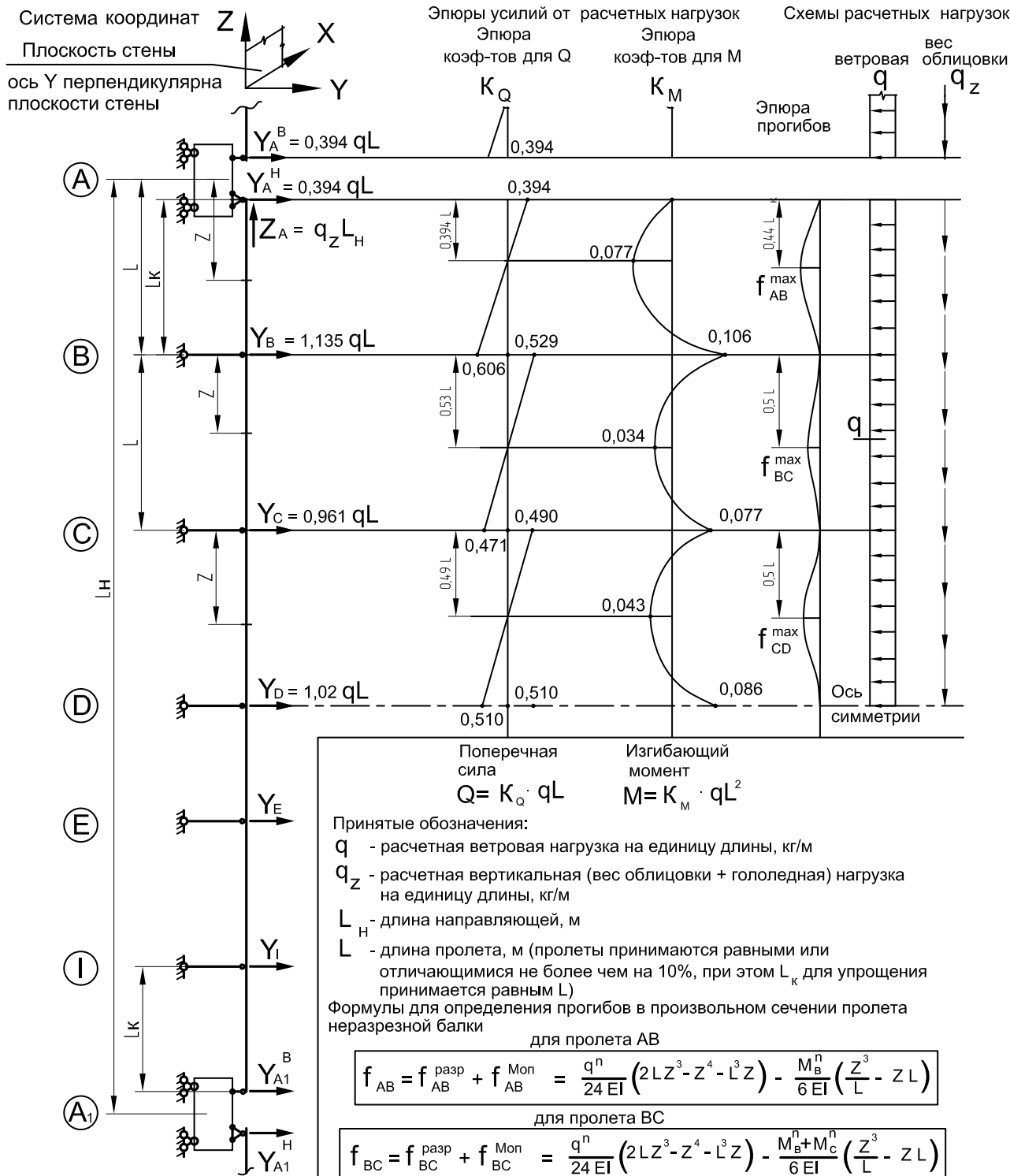
$$f_{AB}^{max} = \frac{0,096 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

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

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

Размерности величин
qⁿ - нормативная ветровая, кг/м
L - пролет, м
I_x - момент инерции, см⁴

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



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

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

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

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

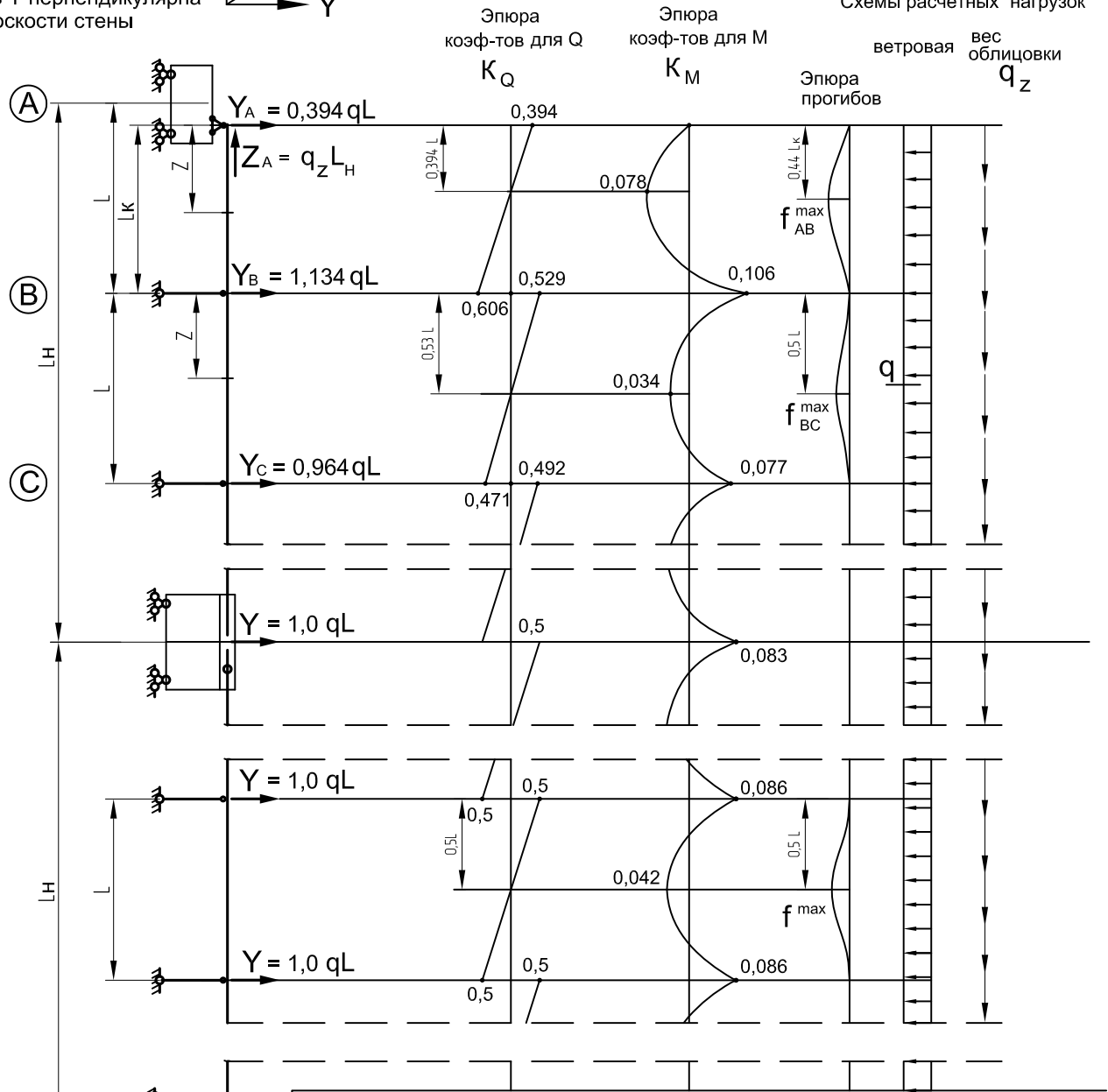
$$f_{CD}^{max} = \frac{0,041 \cdot q^n L^4}{I_x} \text{ мм}$$

Размерности величин
qⁿ - нормативная ветровая, кг/м
L - пролет, м
I_x - момент инерции, см⁴

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



Поперечная сила $Q = K_Q \cdot qL$

Изгибающий момент $M = K_M \cdot qL^2$

Для удобства все значения усилий и перемещения даны в зависимости от параметра длины среднего пролета L

При определении прогибов принимать q^n - кг/м; L - м; I_x - см⁴

Частные формулы для определения прогибов			$K_E = \frac{0,7 \cdot 10^6}{E}$
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	где E - модуль упругости материала, кг/см ² .

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 вентфасадов 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 (это обеспечивается при узлах стыка направляющих см. л. 03.01) усилия и перемещения во всех пролетах, кроме двух крайних будут одинаковыми и равными соответственно:

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

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

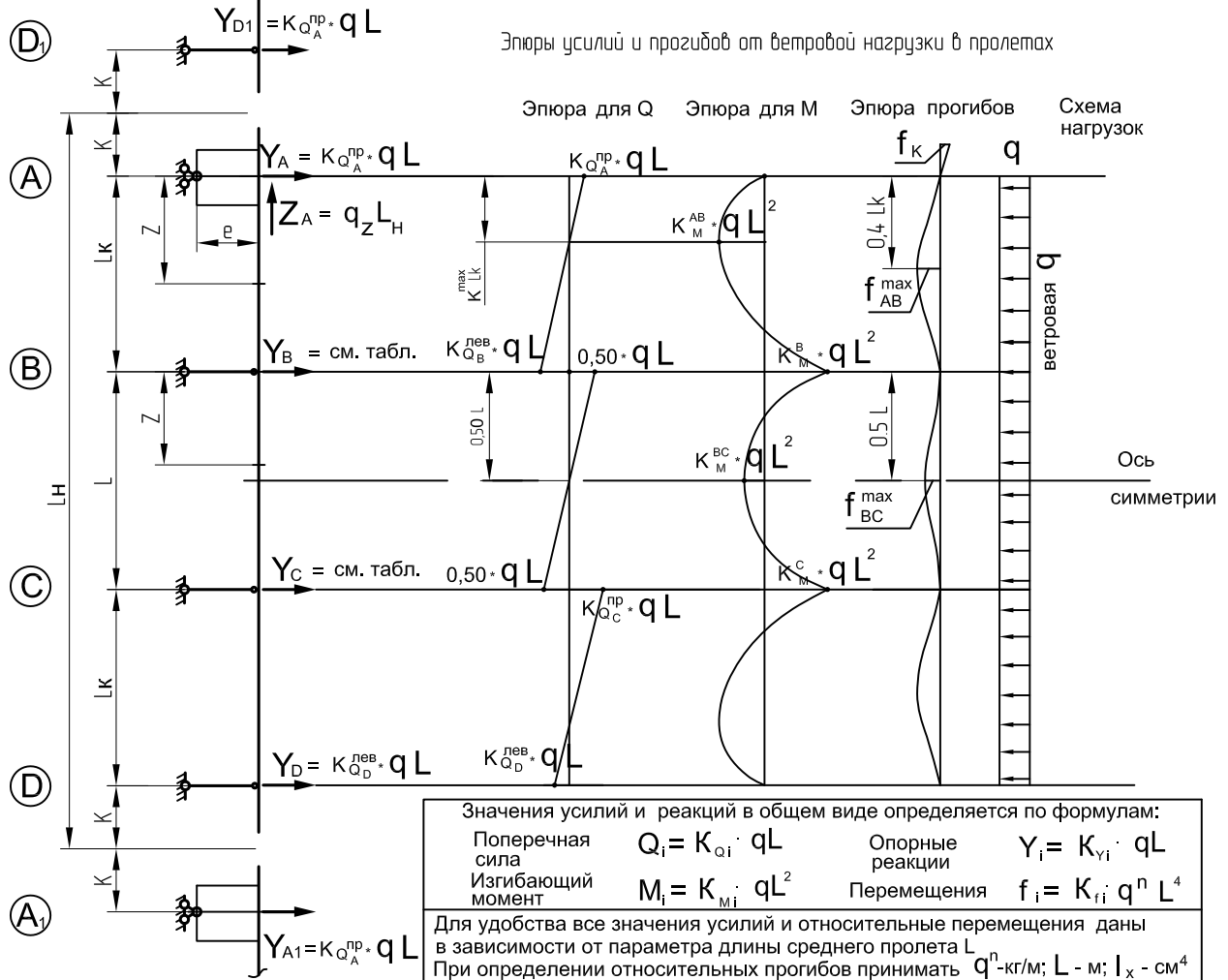
Как видно из формул, многопролетная схема с заземлением направляющей в стыках имеет наибольшую несущую способность по прочности и жесткости. Для надежного заземления направляющей следует использовать несистемный зацеп длиной до 250 мм. Для выравнивания моментов и прогибов в крайних пролетах с рядовыми 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 - расчетная 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)

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.

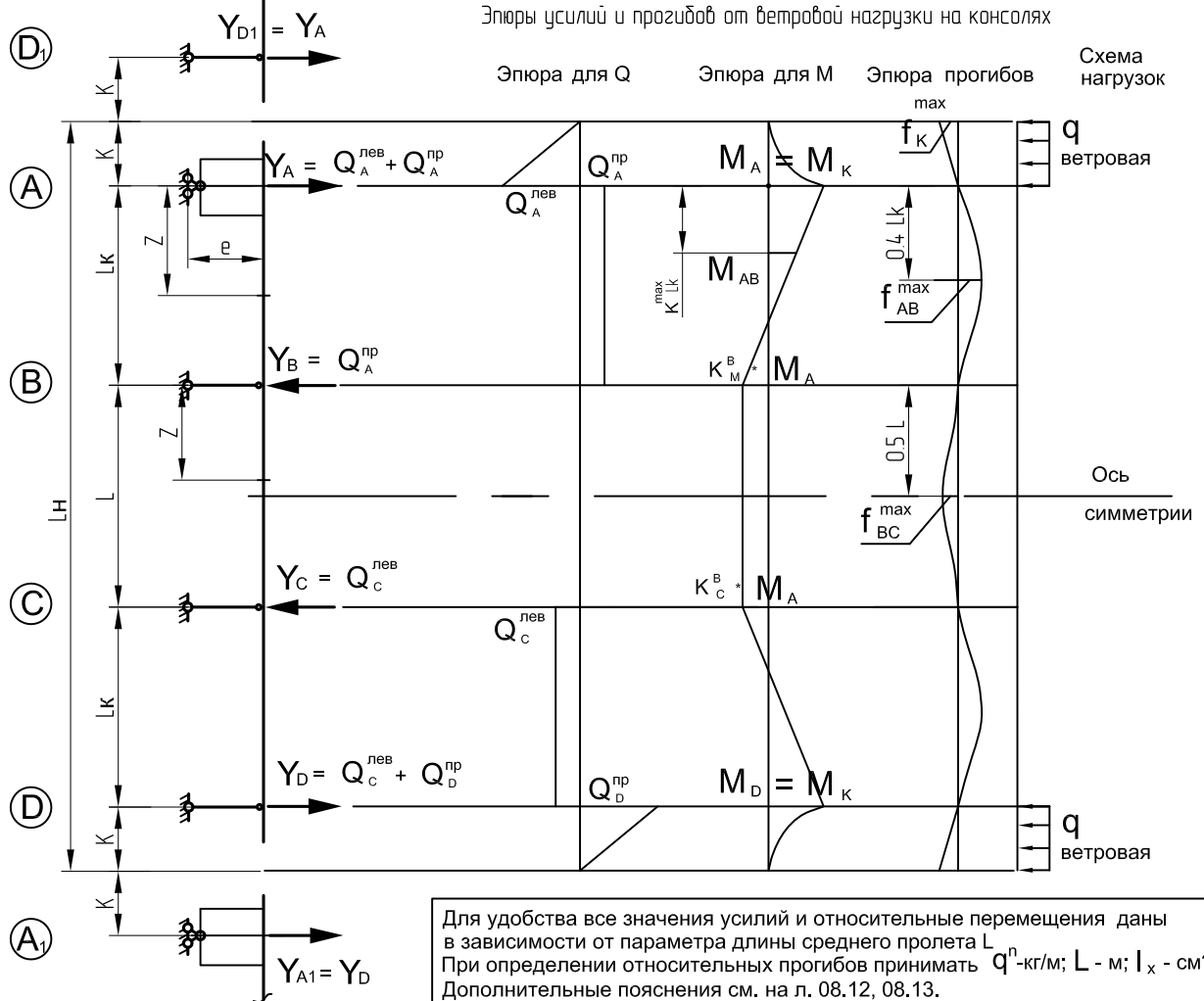


Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности $K_H = L_K / L$								
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{Y1} \cdot qL$	0,400	0,376	0,352	0,325	0,297	0,268	0,239	0,209	0,180
	$Y_B = Y_C$	$K_{Y2} \cdot qL$	1,100	1,074	1,048	1,025	1,003	0,982	0,961	0,941	0,920
поперечные силы	$Q_A^{np} = -Q_D^{лев}$	$K_{Q1} \cdot qL$	0,400	0,376	0,352	0,325	0,297	0,268	0,239	0,209	0,180
	$Q_C^{np} = -Q_B^{лев}$	$K_{Q2} \cdot qL$	0,600	0,574	0,548	0,525	0,503	0,482	0,461	0,441	0,420
	$Q_B^{np} = -Q_C^{лев}$	$K_{Q3} \cdot qL$	0,500								
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{M1} \cdot qL^2$	0,080	0,071	0,061	0,052	0,044	0,036	0,028	0,022	0,016
	$M_B = M_C$	$K_{M2} \cdot qL^2$	0,100	0,095	0,090	0,086	0,082	0,079	0,076	0,074	0,072
	M_{BC}	$K_{M3} \cdot qL^2$	0,025	0,030	0,035	0,039	0,043	0,046	0,049	0,051	0,053
относительн. перемещения	f_K / K	$K_{f1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,365 \cdot 10^{-3}$	$0,303 \cdot 10^{-3}$	$0,247 \cdot 10^{-3}$	$0,196 \cdot 10^{-3}$	$0,152 \cdot 10^{-3}$	$0,112 \cdot 10^{-3}$	$0,078 \cdot 10^{-3}$	$0,050 \cdot 10^{-3}$	$0,027 \cdot 10^{-3}$
	f_{AB}^{max} / L_K	$K_{f2} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,100 \cdot 10^{-3}$	$0,082 \cdot 10^{-3}$	$0,066 \cdot 10^{-3}$	$0,052 \cdot 10^{-3}$	$0,039 \cdot 10^{-3}$	$0,028 \cdot 10^{-3}$	$0,018 \cdot 10^{-3}$	$0,011 \cdot 10^{-3}$	$0,005 \cdot 10^{-3}$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{f3} \cdot q^n L^3 / I_x$	$0,008 \cdot 10^{-3}$	$0,017 \cdot 10^{-3}$	$0,026 \cdot 10^{-3}$	$0,034 \cdot 10^{-3}$	$0,040 \cdot 10^{-3}$	$0,046 \cdot 10^{-3}$	$0,051 \cdot 10^{-3}$	$0,055 \cdot 10^{-3}$	$0,058 \cdot 10^{-3}$

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

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

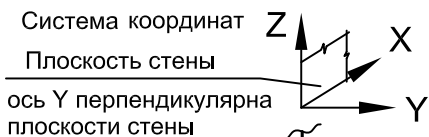
Шарнирно-рамный несущий кронштейн со стеной связан шарнирно, а с направляющей образует рамный жесткий узел, способный воспринимать момент от веса облицовки и гололедной нагрузки. Такой способ крепления исключает дополнительную нагрузку на дюбели от действия веса облицовки и гололедной составляющей.



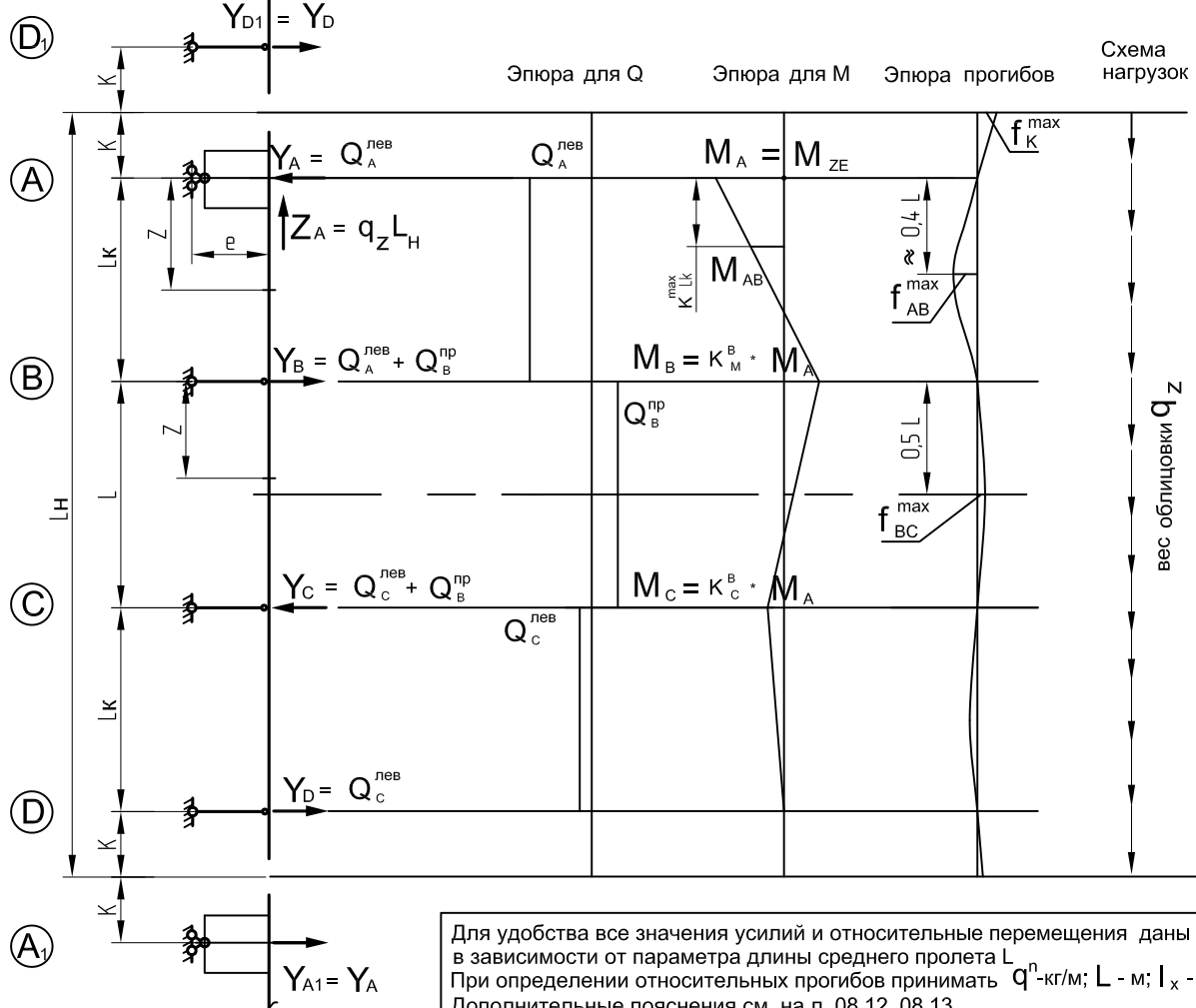
Группа	Обозначение	Общая формула	Значение коэффициента неравнопролетности $K_H = L_k / L$									
			1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	M_K	$M_K = q K^2 / 2$									
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	0,200	0,194	0,188	0,181	0,174	0,167	0,160	0,152	0,144	
	M_{AB}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

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

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



Эпюры усилий и прогибов от веса облицовки и гололедн. нагрузки



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									
моменты	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	
перез-силы	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	0,495	0,500	0,510	0,523	0,539	0,559	0,582	0,608	0,638	
	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,267	1,327	1,394	1,468	1,550	1,644	1,750	1,871	2,013	
опорные реакции	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	0,333	0,327	0,320	0,314	0,306	0,299	0,291	0,282	0,274	
	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,267	1,327	1,394	1,468	1,550	1,644	1,750	1,871	2,013	
относительн. перемещ-ия	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot M_{ZE} / L$	1,600	1,654	1,714	1,781	1,857	1,942	2,040	2,154	2,286	
	f_K^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$4,210 \cdot 10^{-3}$	$4,015 \cdot 10^{-3}$	$3,819 \cdot 10^{-3}$	$3,621 \cdot 10^{-3}$	$3,422 \cdot 10^{-3}$	$3,221 \cdot 10^{-3}$	$3,019 \cdot 10^{-3}$	$2,820 \cdot 10^{-3}$	$2,610 \cdot 10^{-3}$	
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$0,711 \cdot 10^{-3}$	$0,681 \cdot 10^{-3}$	$0,650 \cdot 10^{-3}$	$0,619 \cdot 10^{-3}$	$0,588 \cdot 10^{-3}$	$0,556 \cdot 10^{-3}$	$0,524 \cdot 10^{-3}$	$0,492 \cdot 10^{-3}$	$0,459 \cdot 10^{-3}$	
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot M_{ZE} \cdot L / I_x$	$0,180 \cdot 10^{-3}$	$0,176 \cdot 10^{-3}$	$0,171 \cdot 10^{-3}$	$0,166 \cdot 10^{-3}$	$0,160 \cdot 10^{-3}$	$0,153 \cdot 10^{-3}$	$0,146 \cdot 10^{-3}$	$0,138 \cdot 10^{-3}$	$0,130 \cdot 10^{-3}$	

Расчетная схема трехпролетная неразрезная. Вспомогательные расчеты для составления таблиц

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

Формулы для коэффициентов

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

где: K_H - коэффициент неравнопролетности $K_H = L_K / L$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Момент на опоре А от консоли

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

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

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

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

$$Q_A^{лев} = q K$$

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

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

Формулы для определения K_M^B

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 03.11), 2-я - трехпролетная неразрезная с отдельными кронштейнами на стыке направляющих, несущий кронштейн шарнирно-рамный (с основанием стены шарнирно-рамный кронштейн соединен шарнирно, а с направляющей соединен жестко, образуя рамный узел, способный воспринимать момент см. узлы на л. 03.02 - 03.04; 03.12) Исходные условия: материал облицовки керамогранитная плитка размером 600x600x8;

шаг направляющих 0,6 м, длина направляющей 3,6 м, длина пролета 1,2 м; высота здания 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 $p = 176 \text{ кг/м}^2$

Расчетные ветровые нагрузки: $q = p \cdot B$			Расчетная нагрузка от веса плитки: и гололедная $q_z = p_z \cdot B$
Ветровое давление в центре здания	Ветровой отсос в центре здания	Ветровой отсос в угловой зоне	$q_z = (0,008 \cdot 2400 \cdot 1,2 + 8 \cdot 1,3) \cdot 0,6 = 20 \text{ (кг/м)}$
$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ (кг/м)}$	$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ (кг/м)}$	$q = 176 \cdot 0,6 = 106 \text{ (кг/м)}$	

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.

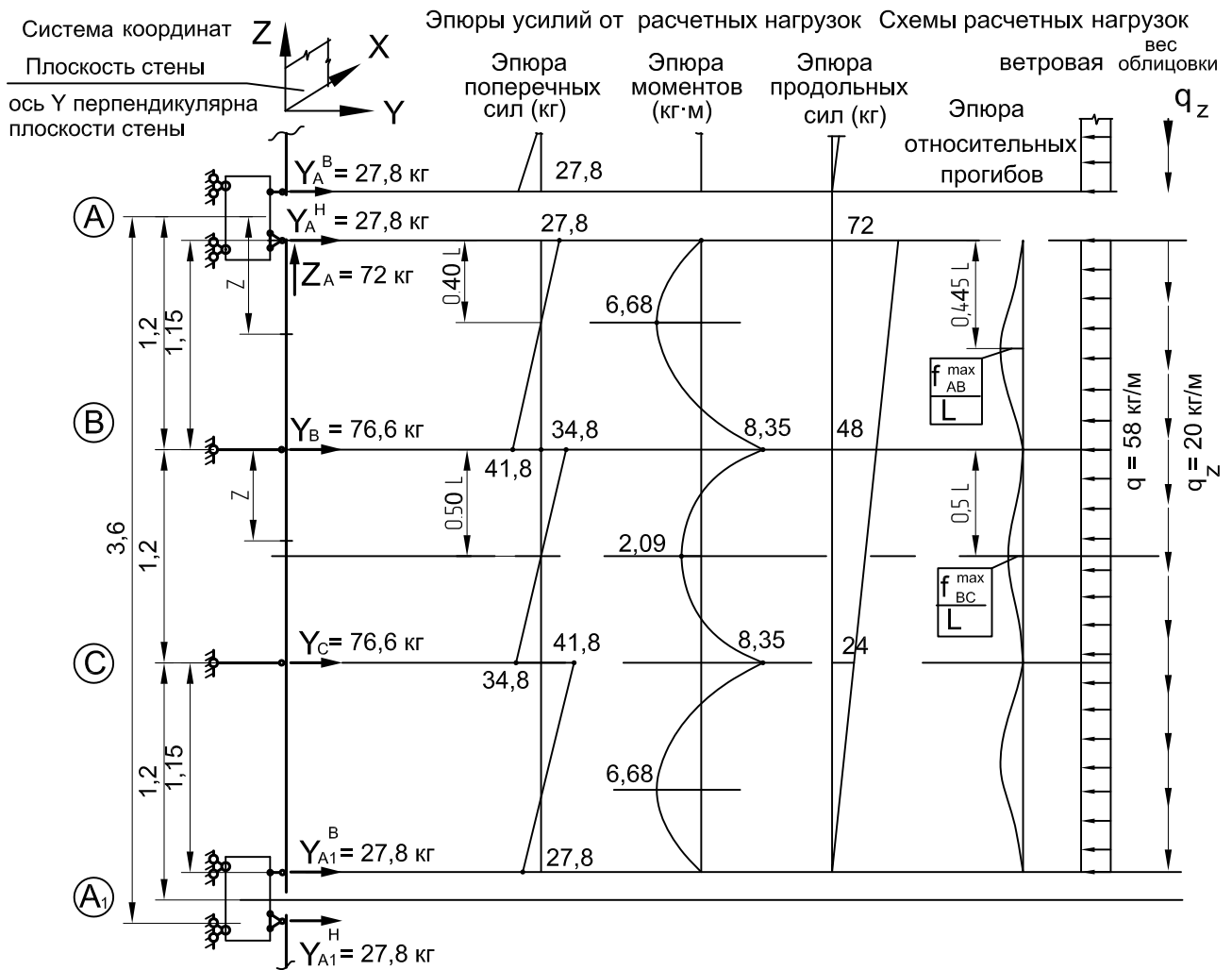
где K_{Π} - длина единичного прогиба. $\frac{f^{\max}}{L} = \frac{1}{K_{\Pi}}$, $\frac{f^{\max}}{L}$ - относительный прогиб

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.

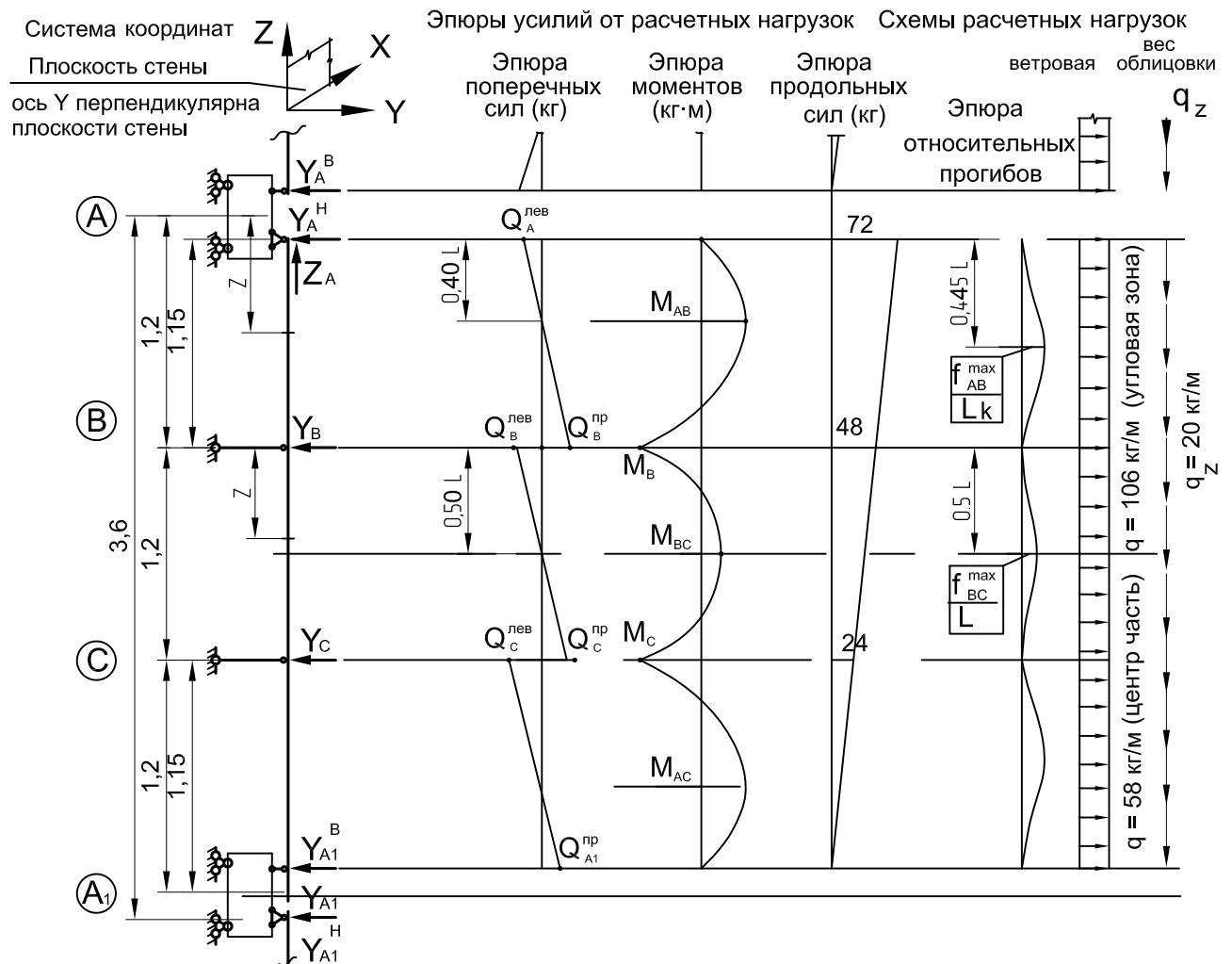
Пример расчета с использованием формул и таблиц. Трехпролетная неразрезная с кронштейном типа НСКШ



Группа	Параметр	Общая формула	Численное значение параметра	
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,08 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 6,68$	кг·м
	M_B	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,10 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 8,35$	кг·м
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q \cdot L^2$	$= 0,025 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 2,09$	кг·м
поперечные силы	Q_A^{np}	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8$	кг
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,6 \cdot 58 \cdot 1,2 = 41,8$	кг
	Q_B^{np}	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,5 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8$	кг
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8$	кг
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q \cdot L$	$= 1,1 \cdot 58 \cdot 1,2 = 76,6$	кг
$Z_A = q_z \cdot L_H = 20 \cdot 3,6 = 72$ кг				
относит. перем.	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,100 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 7,16 \cdot 10^{-3} / I_x$	
	f_{BC}^{max} / L	$K_{ji} \cdot q^n \cdot L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 0,57 \cdot 10^{-3} / I_x$	

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 $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².

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



Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при q = 58 кг/м	для угловой зоны при q = 106 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 реакции 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	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,4 \cdot 58 \cdot 1,2 = 27,8 \text{ кг}$	$= 50,8 \text{ кг}$
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,1 \cdot 58 \cdot 1,2 = 76,6 \text{ кг}$	$= 140,0 \text{ кг}$
			$Z_A = q_z L_H = 31 \cdot 3,6 = 72 \text{ кг}$	
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	$K_{ji} \cdot q^n L^3 \cdot 10^{-3} / I_x$	$= 0,008 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^3 / I_x = 0,57 \cdot 10^3 / I_x$	$= 1,04 \cdot 10^3 / I_x$

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

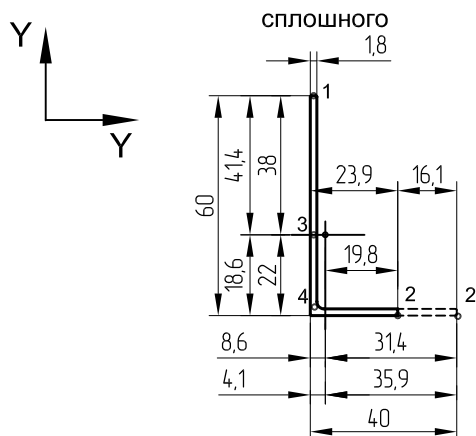
Коэффициенты K_{ji} см. на л. 08.03. (Также можно использовать таблицу на л. 08.09 при $K_H = 1$)

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

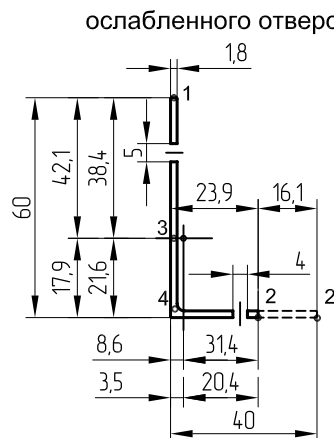
Геометрические характеристики сечений направляющих

Направляющая АУРС.150.0104

Геометрические характеристики сечения при действии в точке 2 сжимающих напряжений

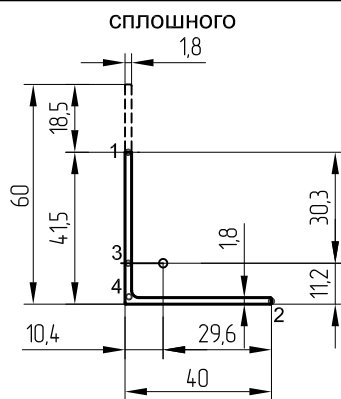


$A = 1,77 \text{ см}^2$	$i_x = 1,96 \text{ см}$
$A^{\text{эф}} = 1,48 \text{ см}^2$	$i_y = 1,19 \text{ см}$
$I_x = 6,80 \text{ см}^4$	$I_y = 2,52 \text{ см}^4$
$W_{x1} = 1,64 \text{ см}^3$	$W_{y1} = 0,80 \text{ см}^3$
$W_{x2} = 3,66 \text{ см}^3$	$W_{y2} = 2,92 \text{ см}^3$
$I_x^{\text{эф}} = 5,73 \text{ см}^4$	$I_y^{\text{эф}} = 0,58 \text{ см}^4$
$W_{x1}^{\text{эф}} = 1,51 \text{ см}^3$	$W_{y1}^{\text{эф}} = 0,293 \text{ см}^3$
$W_{x2}^{\text{эф}} = 2,60 \text{ см}^3$	$W_{y2}^{\text{эф}} = 1,411 \text{ см}^3$

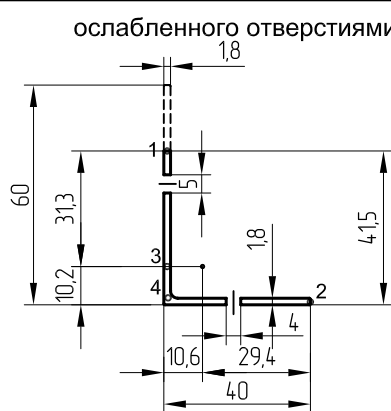


$A = 1,61 \text{ см}^2$	$i_x = 1,96 \text{ см}$
$A^{\text{эф}} = 1,32 \text{ см}^2$	$i_y = 1,19 \text{ см}$
$I_x = 5,95 \text{ см}^4$	$I_y = 2,39 \text{ см}^4$
$W_{x1} = 1,414 \text{ см}^3$	$W_{y1} = 0,76 \text{ см}^3$
$W_{x2} = 3,322 \text{ см}^3$	$W_{y2} = 2,77 \text{ см}^3$
$I_x^{\text{эф}} = 4,93 \text{ см}^4$	$I_y^{\text{эф}} = 0,405 \text{ см}^4$
$W_{x1}^{\text{эф}} = 1,285 \text{ см}^3$	$W_{y1}^{\text{эф}} = 0,199 \text{ см}^3$
$W_{x2}^{\text{эф}} = 2,279 \text{ см}^3$	$W_{y2}^{\text{эф}} = 1,151 \text{ см}^3$

Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 сжимающих напряжений*



$A^{\text{эф}} = 1,44 \text{ см}^2$	$I_y^{\text{эф}} = 2,272 \text{ см}^4$
$I_x^{\text{эф}} = 2,49 \text{ см}^4$	$W_{y1}^{\text{эф}} = 0,768 \text{ см}^3$
$W_{x1}^{\text{эф}} = 0,822 \text{ см}^3$	$W_{y2}^{\text{эф}} = 2,178 \text{ см}^3$
$W_{x2}^{\text{эф}} = 2,226 \text{ см}^3$	

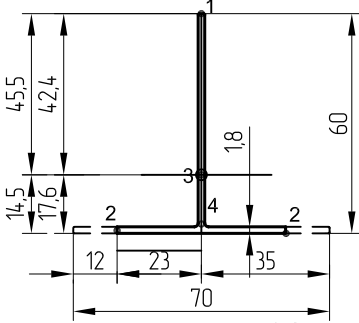
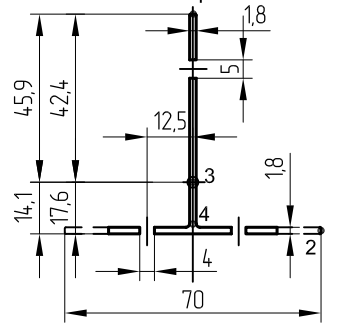
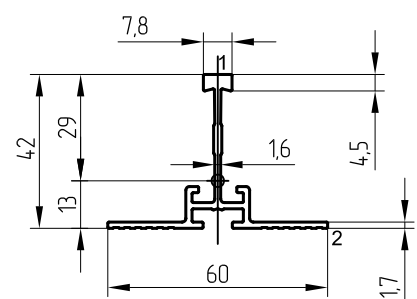
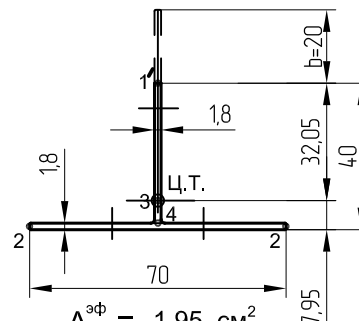
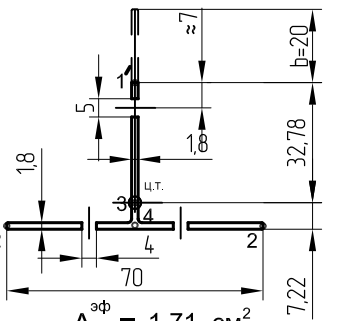
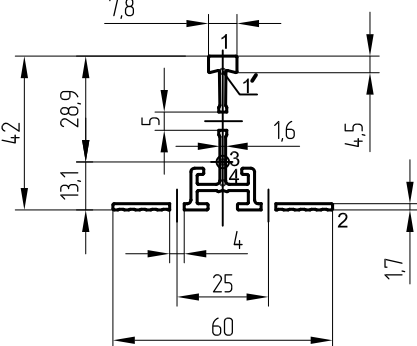


$A^{\text{эф}} = 1,28 \text{ см}^2$	$I_y^{\text{эф}} = 2,136 \text{ см}^4$
$I_x^{\text{эф}} = 1,927 \text{ см}^4$	$W_{y1}^{\text{эф}} = 0,727 \text{ см}^3$
$W_{x1}^{\text{эф}} = 0,615 \text{ см}^3$	$W_{y2}^{\text{эф}} = 2,011 \text{ см}^3$
$W_{x2}^{\text{эф}} = 1,897 \text{ см}^3$	

Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений в точке 4

площадь отсеченной части: $A = 0,72 \text{ см}^2$
 статический момент отсеченной части относительно ц.т.
 $S_{x4} = 0,72 \cdot 1,77 = 1,27 \text{ см}^3$.

Геометрические характеристики сечений направляющих

Направляющая АУРС.150.0102	Направляющая АУРС.150.0101				
<p>Геометрические характеристики сечения при действии в точке 2 сжимающих напряжений</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>сплошного</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ослабленного отверстиями</p>  </div> </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $A = 2,31 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,88 \text{ см}^2$ $I_x = 8,11 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,78 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 5,60 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 7,12 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,68 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 4,03 \text{ см}^3$ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $i_x = 1,87 \text{ см}$ $i_y = 1,49 \text{ см}$ $I_y = 5,14 \text{ см}^4$ $W_y = 1,47 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,46 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,64 \text{ см}^3$ </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $A = 2,08 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,64 \text{ см}^2$ $I_x = 7,00 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,53 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 4,96 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 6,05 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,43 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,44 \text{ см}^3$ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $i_x = 1,40 \text{ см}$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ $I_y = 4,91 \text{ см}^4$ $W_y = 1,40 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,24 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,54 \text{ см}^3$ </td> </tr> </table>	$A = 2,31 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,88 \text{ см}^2$ $I_x = 8,11 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,78 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 5,60 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 7,12 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,68 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 4,03 \text{ см}^3$	$i_x = 1,87 \text{ см}$ $i_y = 1,49 \text{ см}$ $I_y = 5,14 \text{ см}^4$ $W_y = 1,47 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,46 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,64 \text{ см}^3$	$A = 2,08 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,64 \text{ см}^2$ $I_x = 7,00 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,53 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 4,96 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 6,05 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,43 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,44 \text{ см}^3$	$i_x = 1,40 \text{ см}$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ $I_y = 4,91 \text{ см}^4$ $W_y = 1,40 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,24 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,54 \text{ см}^3$	<p>Геометрические характеристики сплошного сечения</p>  <p> $A = 2,37 \text{ см}^2$ $i_x = 1,40 \text{ см}$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ $I_x = 4,84 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,67 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 3,723 \text{ см}^3$ $I_y = 3,18 \text{ см}^4$ $W_y = 1,06 \text{ см}^3$ </p>
$A = 2,31 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,88 \text{ см}^2$ $I_x = 8,11 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,78 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 5,60 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 7,12 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,68 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 4,03 \text{ см}^3$	$i_x = 1,87 \text{ см}$ $i_y = 1,49 \text{ см}$ $I_y = 5,14 \text{ см}^4$ $W_y = 1,47 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,46 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,64 \text{ см}^3$				
$A = 2,08 \text{ см}^2$ $A^{\text{эф}} = 1,64 \text{ см}^2$ $I_x = 7,00 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,53 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 4,96 \text{ см}^3$ $I_x^{\text{эф}} = 6,05 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 1,43 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,44 \text{ см}^3$	$i_x = 1,40 \text{ см}$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ $I_y = 4,91 \text{ см}^4$ $W_y = 1,40 \text{ см}^3$ $I_y^{\text{эф}} = 1,24 \text{ см}^4$ $W_y^{\text{эф}} = 0,54 \text{ см}^3$				
<p>Геометрические характеристики сечения при действии в точке 1 сжимающих напряжений*</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>сплошного</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ослабленного отверстиями</p>  </div> </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $A^{\text{эф}} = 1,95 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,62 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 5,14 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,817 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,30 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,47 \text{ см}^3$ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> $A^{\text{эф}} = 1,71 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 1,97 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 4,91 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,60 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 2,72 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,40 \text{ см}^3$ </td> </tr> </table> <p>* Геометрические характеристики сечения вычислены из условия обеспечения местной устойчивости сжатой зоны стенки.</p>	$A^{\text{эф}} = 1,95 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,62 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 5,14 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,817 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,30 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,47 \text{ см}^3$	$A^{\text{эф}} = 1,71 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 1,97 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 4,91 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,60 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 2,72 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,40 \text{ см}^3$	<p>Геометрические характеристики сплошного сечения ослабленного отверстиями</p>  <p> $A = 2,12 \text{ см}^2$ $i_x = 1,40 \text{ см}$ $i_y = 1,16 \text{ см}$ $I_x = 4,51 \text{ см}^4$ $W_{X1} = 1,56 \text{ см}^3$ $W_{X2} = 3,443 \text{ см}^3$ $I_y = 2,97 \text{ см}^4$ $W_y = 0,99 \text{ см}^3$ </p>		
$A^{\text{эф}} = 1,95 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 2,62 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 5,14 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,817 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 3,30 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,47 \text{ см}^3$	$A^{\text{эф}} = 1,71 \text{ см}^2$ $I_x^{\text{эф}} = 1,97 \text{ см}^4$ $I_y^{\text{эф}} = 4,91 \text{ см}^4$ $W_{X1}^{\text{эф}} = 0,60 \text{ см}^3$ $W_{X2}^{\text{эф}} = 2,72 \text{ см}^3$ $W_y^{\text{эф}} = 1,40 \text{ см}^3$				
<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений:</p> <p>в точке 4 площадь отсеченной части: $A = 1,28 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_4 = 1,28 \cdot 0,76 = 0,97 \text{ см}^3$.</p>	<p>Геометрические характеристики сечения для определения касательных напряжений:</p> <p>в точке 1' площадь отсеченной части: $A = 1,28 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_{1'} = 0,33 \cdot 2,69 = 0,89 \text{ см}^3$.</p> <p>в точке 3 площадь отсеченной части: $A = 1,58 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_3 = 1,58 \cdot 0,92 = 1,45 \text{ см}^3$.</p> <p>в точке 4 площадь отсеченной части: $A = 1,50 \text{ см}^2$ статический момент отсеченной части относительно ц.т. $Sx_4 = 1,50 \cdot 0,96 = 1,44 \text{ см}^3$.</p>				

Пример расчета на прочность и жесткость

Для направляющих 150.0102 л.08.17 и 150.0104 л. 08.17 -1 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 150.0102 $W_x^{\text{эф}} = 0,807 \text{ см}^3$, 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)

принимая 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 150.0102 условие прочности в точке 1' сечения будет:

$$\sigma_{1'} = \left(\frac{48}{2,08} - \frac{8,35 \cdot 10^2}{0,817} \right) = 23 - 1022 = |-999| (\text{кг/см}^2) \leq |-1340 \cdot 1| (\text{кг/см}^2) \text{ (сжатие)}$$

В данном случае при растяжении принимаем площадь с учетом ослаблений отверстиями $A = 2,08 \text{ см}^2$
Момент сопротивления принимаем $W_{x1}^{\text{эф}} = 0,817 \text{ см}^3$ определенный с учетом редукиции стенки, но без учета ослабления сечения отверстиями (отверстия считаются заполненными)

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2 = \frac{48}{2,08} + \frac{8,35 \cdot 10^2}{2,72} = 23 + 253 = 276 (\text{кг/см}^2) \leq 1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (растяжение)}$$

В данном случае момент сопротивления принимаем $W_{x2}^{\text{эф}} = 2,72 \text{ см}^3$ 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 $W_{X1}^{эф} = 0,817 \text{ см}^3$

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

$$\sigma_1^{AB} = \frac{60}{2,08} - \frac{6,68 \cdot 10^2}{0,817} = 29 - 818 = |-789| (\text{кг/см}^2) \leq |-1340 \cdot 1| (\text{кг/см}^2) \text{ (сжатие)}$$

максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны

$$\sigma_2^{AB} = \frac{60}{2,08} + \frac{6,68 \cdot 10^2}{2,72} = 29 + 246 = 275 (\text{кг/см}^2) \leq 1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (растяжение)}$$

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

В полке профиля действует сжимающее напряжение. С учетом редукции полки, для точки 1 в стенке где действуют растягивающие напряжения принимаем $W_{X1}^{эф} = 1,43 \text{ см}^3$ (с учетом ослаблений в растянутой зоне). В полке, где действуют сжимающие напряжения $W_{X2}^{эф} = 4,03 \text{ см}^3$ без учета ослаблений.

$$\sigma_1^B = \frac{48}{2,08} + \frac{8,35 \cdot 10^2}{1,43} = 23 + 584 = 607 (\text{кг/см}^2) \leq 1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{48}{2,08} - \frac{8,35 \cdot 10^2}{4,03} = 23 - 207 = |-184| (\text{кг/см}^2) \leq |-1340 \cdot 1| (\text{кг/см}^2) \text{ (сжатие)}$$

Повторим вычисления для угловой зоны.

$$\sigma_1^{AB} = \frac{60}{2,08} - \frac{12,21 \cdot 10^2}{0,817} = 29 - 1495 = |-1466| (\text{кг/см}^2) > |-1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (сжатие)}$$

сечение не проходит по прочности.

$$\sigma_2^{AB} = \frac{60}{2,08} + \frac{12,21 \cdot 10^2}{2,72} = 29 + 449 = 478 (\text{кг/см}^2) < 1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_1^B = \frac{48}{2,08} + \frac{15,26 \cdot 10^2}{1,43} = 23 + 1067 = 1090 (\text{кг/см}^2) < 1340 \cdot 1 (\text{кг/см}^2) \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{48}{2,08} - \frac{15,26 \cdot 10^2}{4,03} = 29 - 379 = |-350| (\text{кг/см}^2) < |-1340 \cdot 1| (\text{кг/см}^2) \text{ (сжатие)}$$

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:

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

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 $W_{x1}^{эф} = 0,817$ см³

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

$$\sigma_1^{AB} = \frac{60}{2,08} - \frac{9,14 \cdot 10^2}{0,817} = 29 - 1119 = |-1090| \text{ (кг/см}^2\text{)} < |-1340 \cdot 1| \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

Максимальные нормальные напряжения в точке 2 равны:

$$\sigma_2^{AB} = \frac{60}{2,08} + \frac{9,14 \cdot 10^2}{2,72} = 29 + 336 = 365 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

На опоре В изгибающий момент вызывает в крайних волокнах стенки растягивающие напряжения. В полке профиля действует сжимающее напряжение. С учетом редукции полки, для точки 1 в стенке где действуют растягивающие напряжения принимаем $W_{x1}^{эф} = 1,43$ см³ (с учетом ослаблений в растянутой зоне). В полке, где действуют сжимающие напряжения $W_{x2}^{эф} = 4,03$ см³ без учета ослаблений.

$$\sigma_1^B = \frac{48}{2,08} + \frac{17,0 \cdot 10^2}{1,43} = 23 + 1189 = 1212 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (растяжение)}$$

$$\sigma_2^B = \frac{48}{2,08} - \frac{17,0 \cdot 10^2}{4,03} = 23 - 422 = -339 \text{ (кг/см}^2\text{)} < -1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)} \text{ (сжатие)}$$

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

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

Проверка жесткости. Как правило, в многопролетных схемах, при 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:

$$f_{BC}^{max} / L = 8,30 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 8,30 \cdot 10^{-3} / 2,62 = 3,17 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{315} < \frac{1}{200}$$

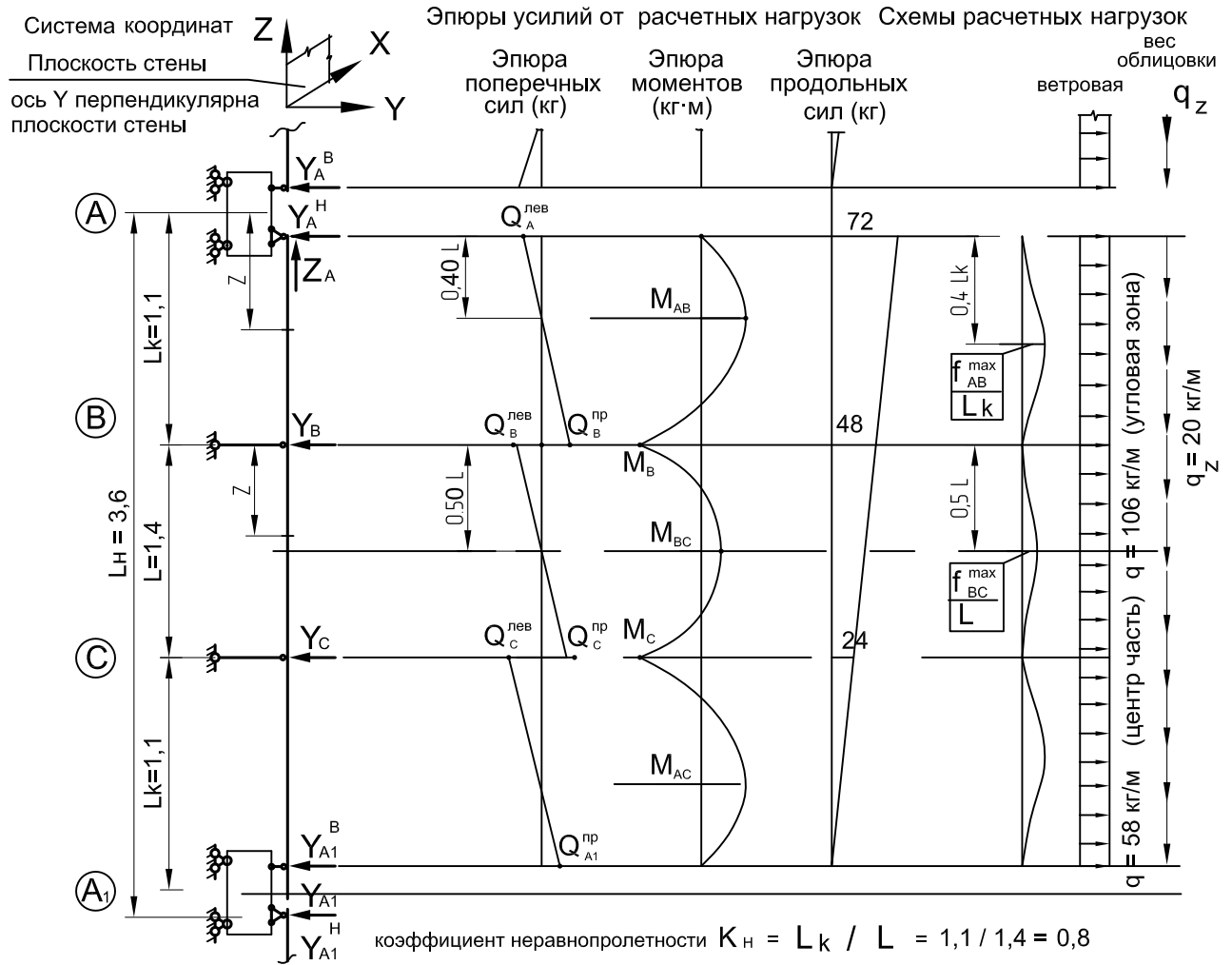
Для равнопролетной схемы на л. 08.16 для тех же условий максимальный относительный прогиб возникает в крайнем пролете и равен согласно таблице:

$$f_{AB}^{max} / L_k = 13,1 \cdot 10^{-3} / I_x^{эф} = 13,1 \cdot 10^{-3} / 2,62 = 5,0 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{200} < \frac{1}{200}$$

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

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

Пример расчета на прочность и жесткость



Группа	Параметр	Общая ф-ла	для центр части при $q = 58$ кг/м	для углов. зоны при $q = 106$ кг/м
изгибающие моменты	M_{AB}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,044 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 5,00$ кг·м	$= 9,14$ кг·м
	M_B	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,082 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 9,32$ кг·м	$= 17,0$ кг·м
	M_{BC}	$K_{ji} \cdot q L^2$	$= 0,043 \cdot 58 \cdot 1,4^2 = 4,89$ кг·м	$= 8,93$ кг·м
поперечные силы	$Q_A^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 58 \cdot 1,4 = 24,1$ кг	$= 44,1$ кг
	$Q_B^{пр}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,503 \cdot 58 \cdot 1,4 = 40,8$ кг	$= 74,5$ кг
	$Q_B^{лев}$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,5 \cdot 58 \cdot 1,4 = 40,6$ кг	$= 74,2$ кг
опорные реакции	$Y_A =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,297 \cdot 58 \cdot 1,4 = 24,1$ кг	$= 44,1$ кг
	$Y_B =$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,003 \cdot 58 \cdot 1,4 = 81,4$ кг	$= 148,7$ кг
$Z_{A1} = q_z L_H = 20 \cdot 3,6 = 72$ 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 $E = 0,7 \cdot 10^6$ кг/см².

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Одним из способов уменьшения вырывающего усилия на дюбель от действия веса облицовки, является применение шарнирно-рамного узла соединения несущего кронштейна с направляющей (см. узел л. 03.02). 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 вовсе отсутствуют, третья составляющая присутствует всегда (за исключением гололедной). Все параметры даны в зависимости от коэффициента неравнопролетности. Итоговые эпюры получаются путем суммирования (с учетом знаков) эпюр от всех составляющих.

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

Исходные условия: Материал облицовки - керамогранитная плитка, размером 600 x 600 x 8 шаг направляющих - 0,6 м, длина направляющей - 3,6 м, длина центрального пролета 1,2 м, Длина крайних пролетов - 1,0 м, длина консоли - 0,2 м, эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки - 0,20м, 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 плитки и гололедная $q_z = \rho \cdot B$
ветровое давление в центре здания	ветровой отсос в центре здания	ветровой отсос в угловой зоне	$q_{zп} = (0,008 \cdot 2400 \cdot 1,2) \cdot 0,6 = 13,8$
$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ кг/м}$	$q = 96 \cdot 0,6 = 58 \text{ кг/м}$	$q = 176 \cdot 0,6 = 106 \text{ кг/м}$	$q_{zг} = (8 \cdot 1,3) \cdot 0,6 = 6,2 \text{ кг/м}$
			$q_z = q_{zп} + q_{zг} = 13,8 + 6,2 = 20 \text{ кг/м}$

На л. 08.25 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.

Передача воздействий на направляющую выполняются через горизонтальные профили. При этом, как правило, горизонтальные профили на консолях не размещают. В этом случае нагрузку на консолях не учитывают. На л. 08.30. приведены суммарные эпюры при действии ветрового напора в пролетах и вертикальной нагрузки от веса облицовки и гололеда.

На л. 08.31 приведены суммарные эпюры при действии ветрового отсоса в пролетах и вертикальной нагрузки от веса облицовки и гололеда.

В случае, если горизонтальные профили располагаются на консолях, при расчетах должна быть учтена эпюра усилий и перемещений от ветровой нагрузки на консолях.

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 скрытом креплении плит на точечном и протяженном креплении, нагрузка на вертикальные направляющие передается в точках крепления горизонтальных профилей 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 горизонтальных профилей, 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.

Поскольку для системы с невидимым креплением керамогранитных плит и камня вес облицовки и относ ее от плоскости направляющей существенный, по сравнению с видимым креплением керамогранита и композита, при определении изгибающих моментов в направляющей необходимо прибавить момент от эксцентричного закрепления облицовки относительно центра тяжести направляющей.

Общее выражение для дополнительного момента $M_{обл} = F_z \cdot e = p \cdot B \cdot \Gamma \cdot e$

Здесь:

$M_{обл}$ (кг*м) – момент от эксцентричного расположения облицовки.

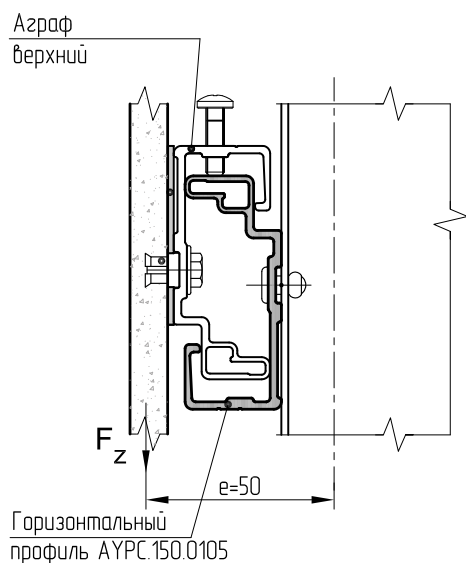
F_z (кг) – вертикальная нагрузка в точке сопряжения горизонтального профиля с направляющей.

e (м) – расстояние от центра тяжести направляющей до центра тяжести облицовки.

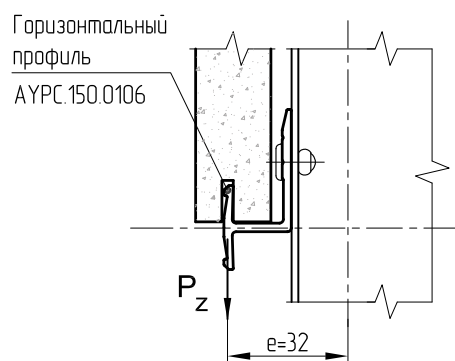
B (м) – шаг вертикальных направляющих.

Γ (м) – шаг горизонтальных профилей.

Для точечного крепления на аграфах



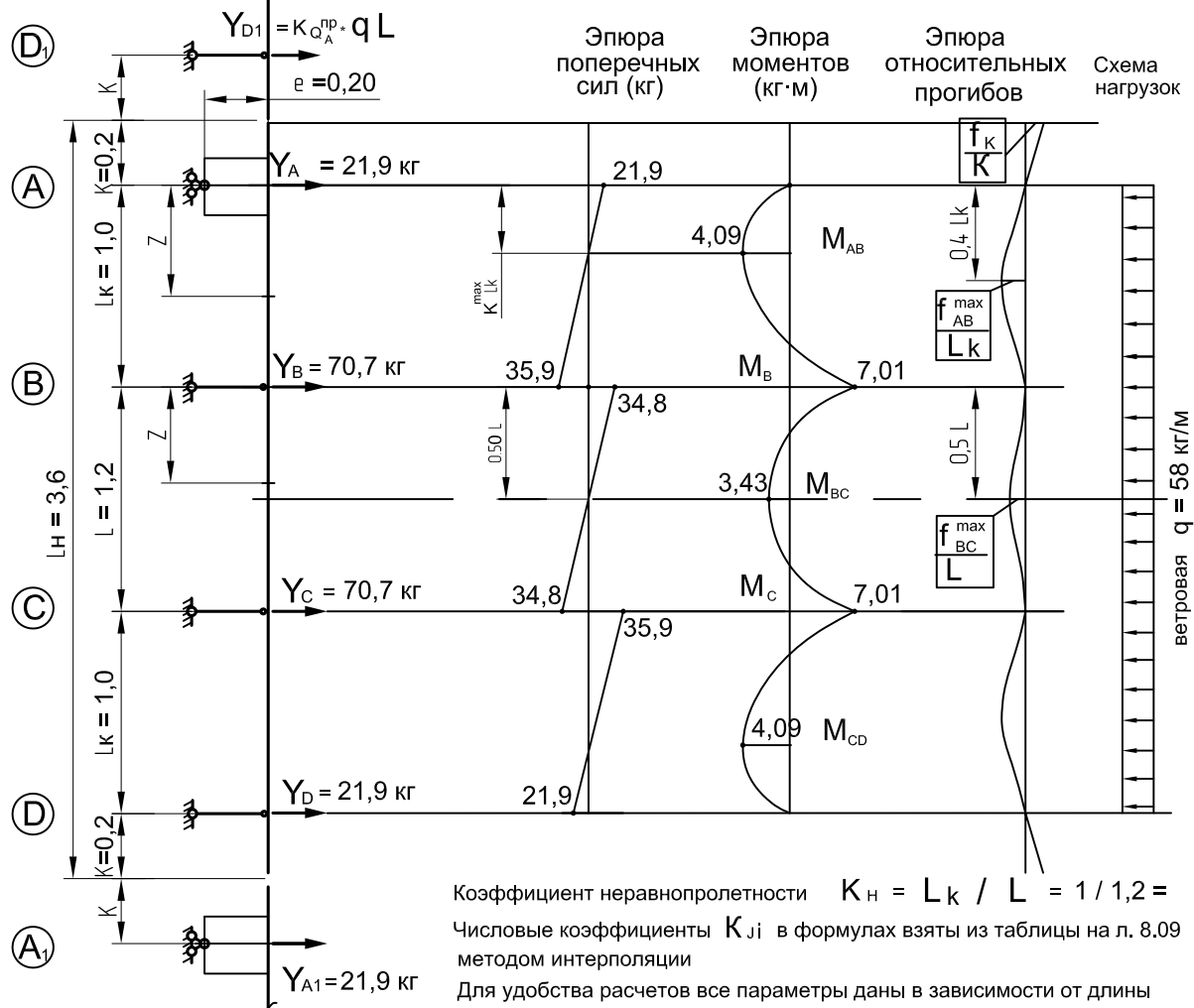
Для протяженного крепления на профиле АУРС 150.



Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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



Коэффициент неравнопролетности $K_H = L_k / L = 1 / 1,2 = 0,83$

Числовые коэффициенты K_{ji} в формулах взяты из таблицы на л. 8.09 методом интерполяции

Для удобства расчетов все параметры даны в зависимости от длины центрального пролета L .

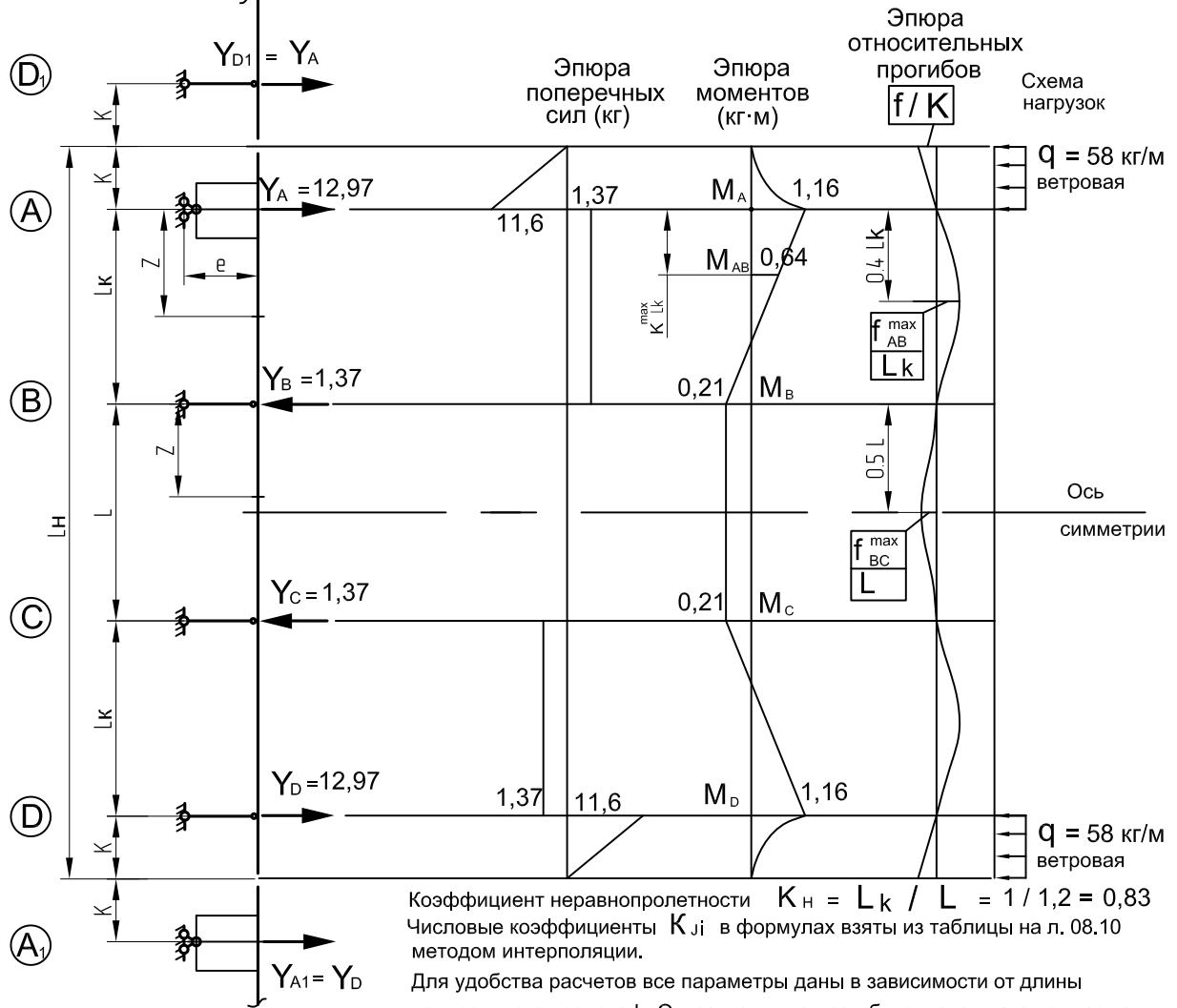
Относительные прогибы определяются от нормативной нагрузки.

	Параметр	Общая формула	численные значения
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9$ кг
	$Y_B = Y_C$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 1,016 \cdot 58 \cdot 1,2 = 70,7$ кг
поперечные силы	$Q_A^{H3} = -Q_D^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9$ кг
	$Q_C^{H3} = -Q_B^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,516 \cdot 58 \cdot 1,2 = 35,9$ кг
	$Q_B^{H3} = -Q_C^{Bx}$	$K_{j1} \cdot q L$	$= 0,500 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8$ кг
изгибающие моменты	$M_{AB} = M_{CD}$	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,049 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 4,09$ кг·м
	$M_B = M_C$	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,084 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 7,01$ кг·м
	M_{BC}	$K_{j1} \cdot q L^2$	$= 0,041 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 3,43$ кг·м
относительные перемещения	f_K / K	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,178 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 12,7 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{AB}^{max} / L_k	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,047 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,56 \cdot 10^{-3} / I_x$
	f_{BC}^{max} / L	$K_{j1} \cdot q^n L^3 / I_x$	$= 0,036 \cdot (58/1,4) \cdot 1,2^3 \cdot 10^{-3} / I_x = 2,58 \cdot 10^{-3} / I_x$

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

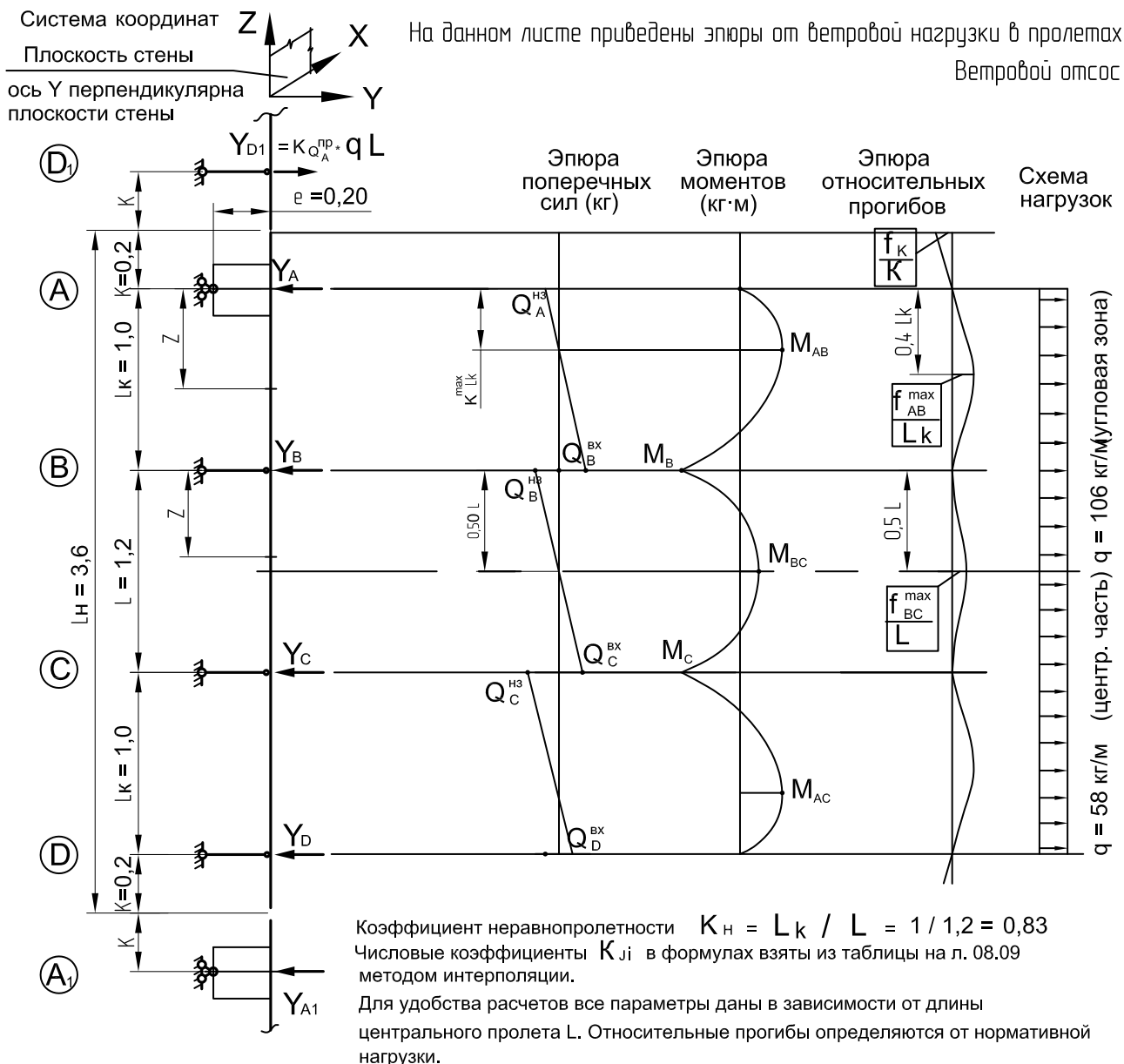
На данном листе приведены эпюры от ветровой нагрузки на консолях
Ветровой напор



Коэффициент неравнопролетности $K_H = L_k / L = 1 / 1,2 = 0,83$
Числовые коэффициенты K_{ji} в формулах взяты из таблицы на л. 08.10 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	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 58 \cdot 0,2^2/2 = 1,16 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,16 = 0,21 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,16 = 0,64 \text{ кг}\cdot\text{м}$
опорные реакции	$-Q_A^{BX} = Q_D^{H3}$	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	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot M_K / L$	$= 1,421 \cdot 1,16/1,2 = 1,37 \text{ кг}$
	$Y_A = Y_D$	$qK + Y_B$	$= 11,6 + 1,37 = 12,97 \text{ кг}$
относительн. перемещения	f_{KM}^{max} / K	$K_{ji} \cdot M_K^n \cdot L / I_x$	$= 3,674 \cdot (1,16/1,4) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} / I_x = 3,66 \cdot 10^{-3} / I_x$
	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

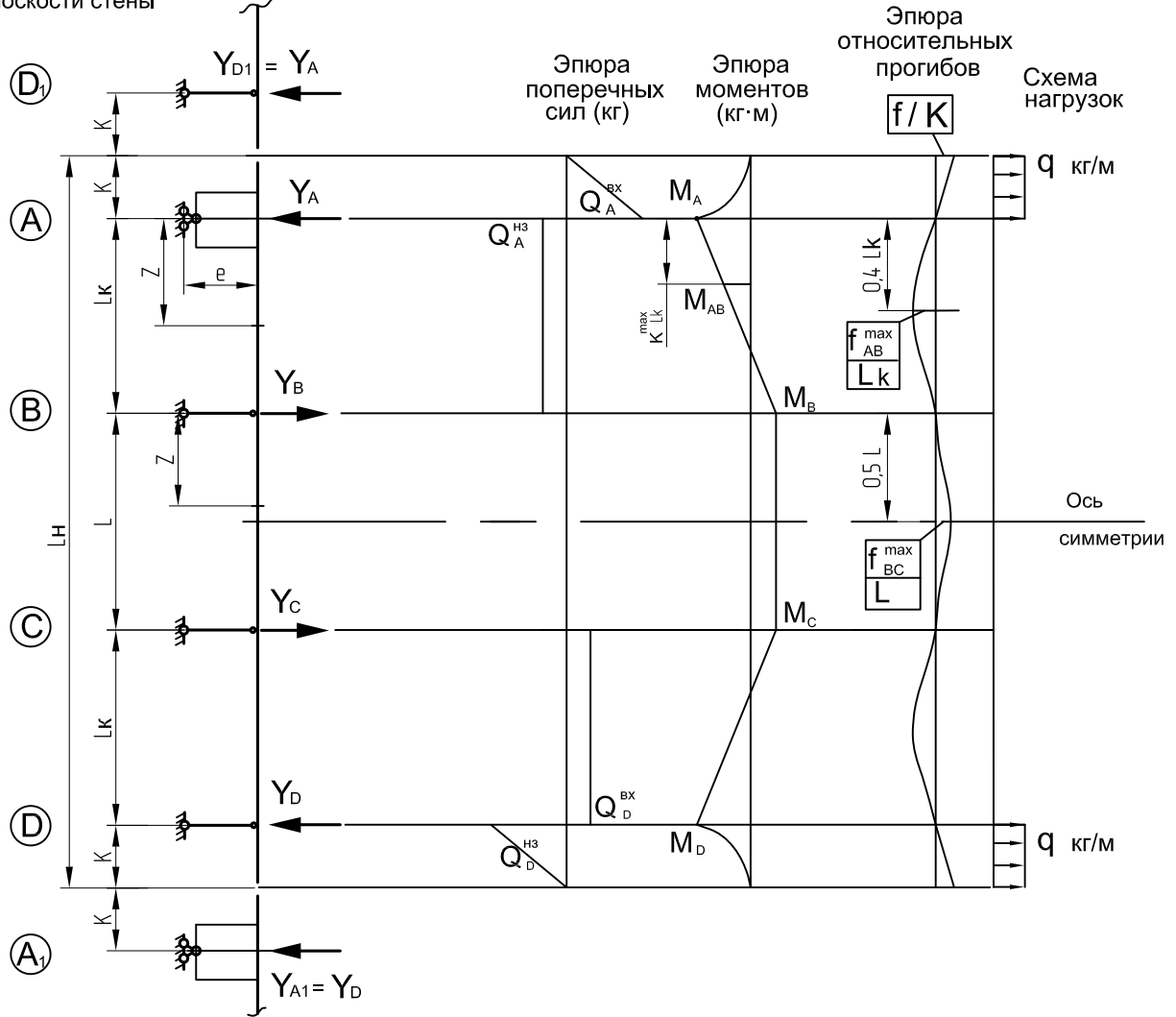


Группа	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 58 \text{ кг/м}$	для углов. зоны при $q = 106 \text{ кг/м}$
опорные реакции	$Y_A = Y_D$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 0,314 \cdot 58 \cdot 1,2 = 21,9 \text{ кг}$	$= 40,1 \text{ кг}$
	$Y_B = Y_C$	$K_{ji} \cdot q L$	$= 1,016 \cdot 58 \cdot 1,2 = 70,7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

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

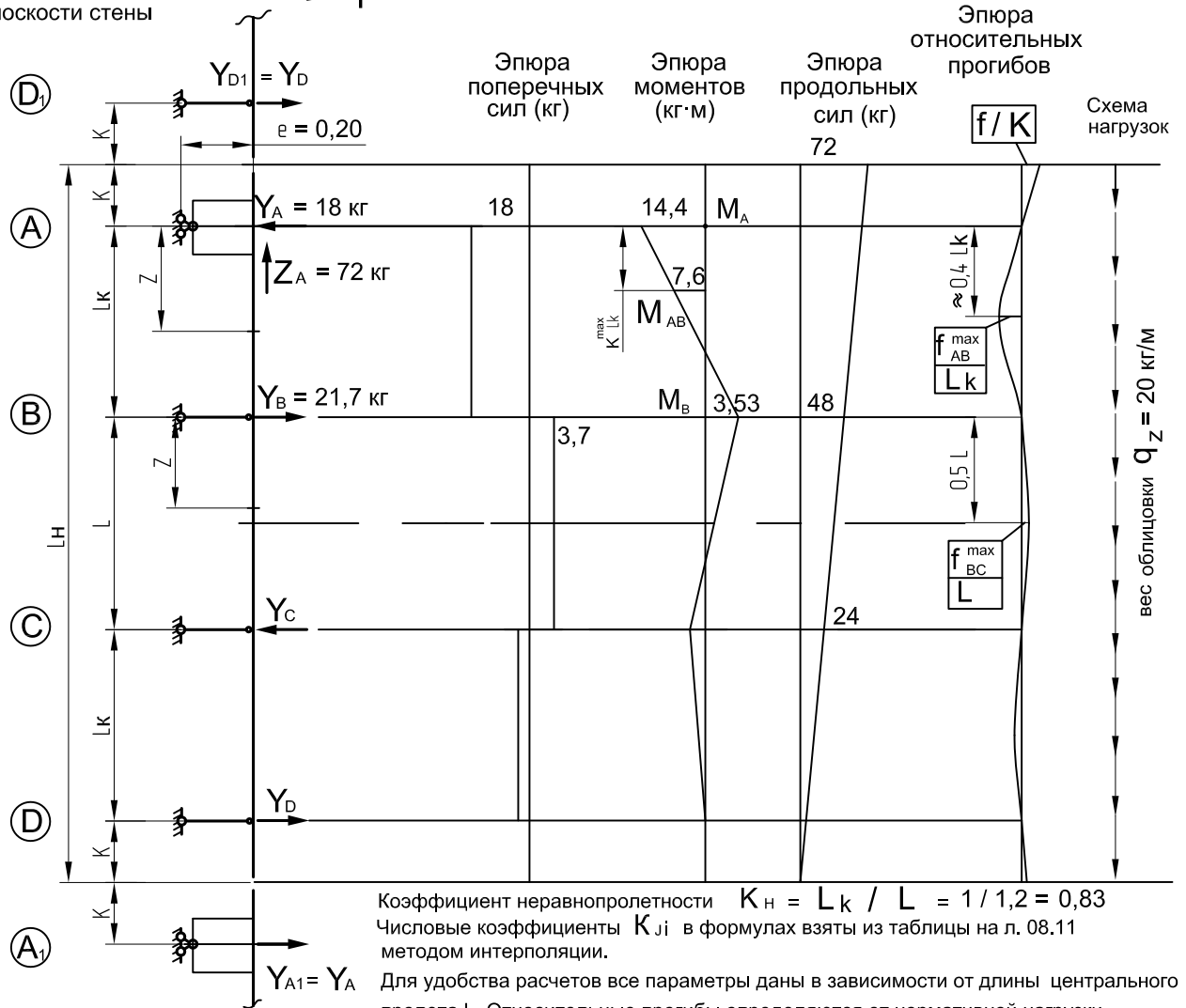


группа параметров	Параметр	Общая формула	Для центральной части при $q = 58 \text{ кг/м}$	углов. зона $q = 106 \text{ кг/м}$
изгибающие моменты	$M_A = M_D$	$M_A = M_D = M_K = qK^2/2$	$= 58 \cdot 0,2^2 / 2 = 1,16 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 2,12 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	$M_B = M_C$	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,178 \cdot 1,16 = 0,21 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 0,38 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_K$	$= 0,554 \cdot 1,16 = 0,64 \text{ кг}\cdot\text{м}$	$= 1,17 \text{ кг}\cdot\text{м}$
перез. силы	$-Q_A^{BX} = Q_D^{H3}$	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 неравнопролетности $K_H = L_k / L = 1 / 1,2 = 0,83$
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.

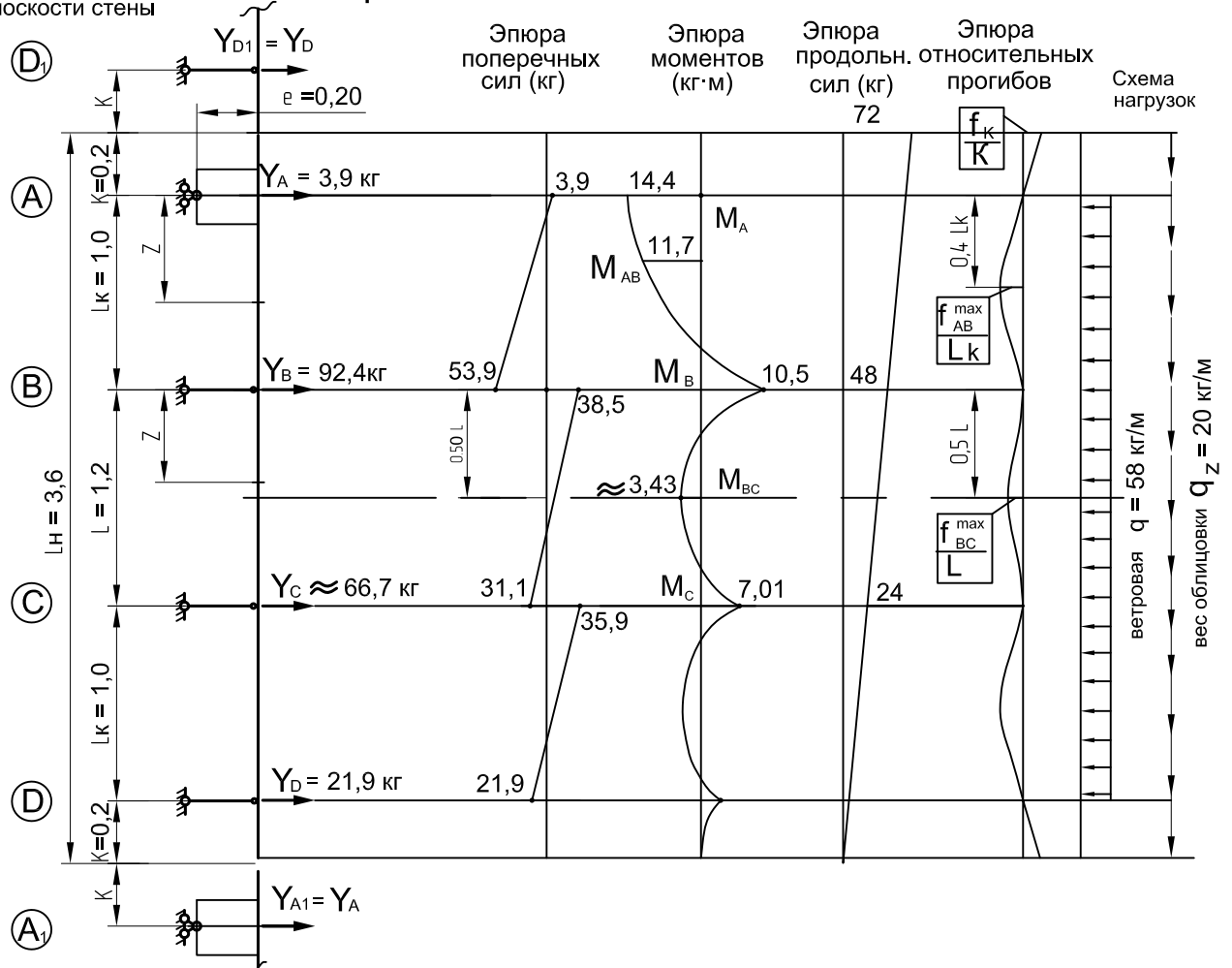
Группа	Параметр	Общая формула	
изгибающие моменты	M_A	$M_A = M_{ZE} = q_z L_H \cdot e$	$= 20 \cdot 3,6 \cdot 0,20 = 14,4 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_B	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,245 \cdot 14,4 = 3,53 \text{ кг}\cdot\text{м}$
	M_{AB}	$K_{ji} \cdot M_{ZE}$	$= 0,529 \cdot 14,4 = 7,62 \text{ кг}\cdot\text{м}$
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 Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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

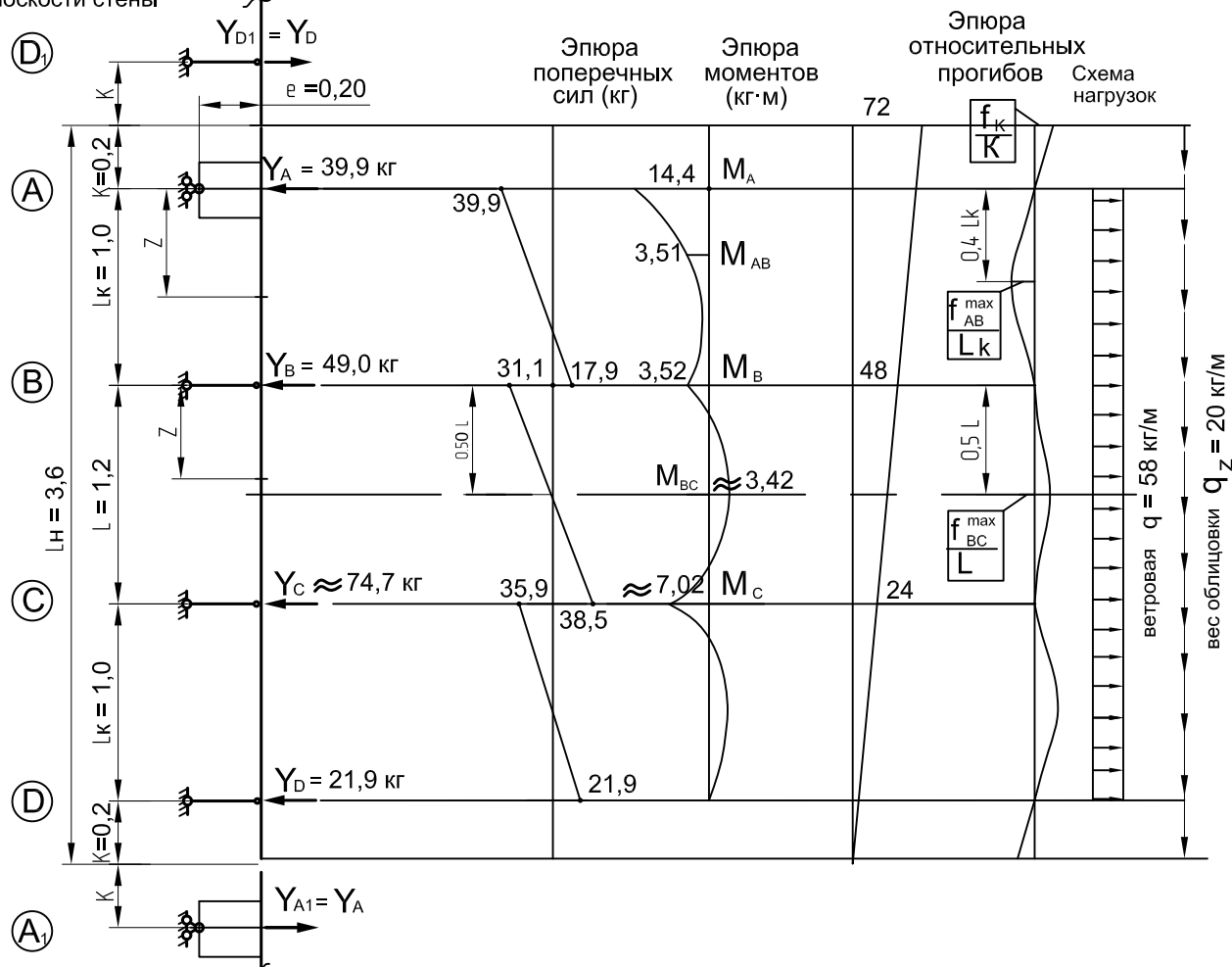


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит. перемещ.	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	+21,9		-18,0	+3,9	f_k / K	$\frac{+12,7}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+63,7}{10^3 \cdot I_x}$
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)

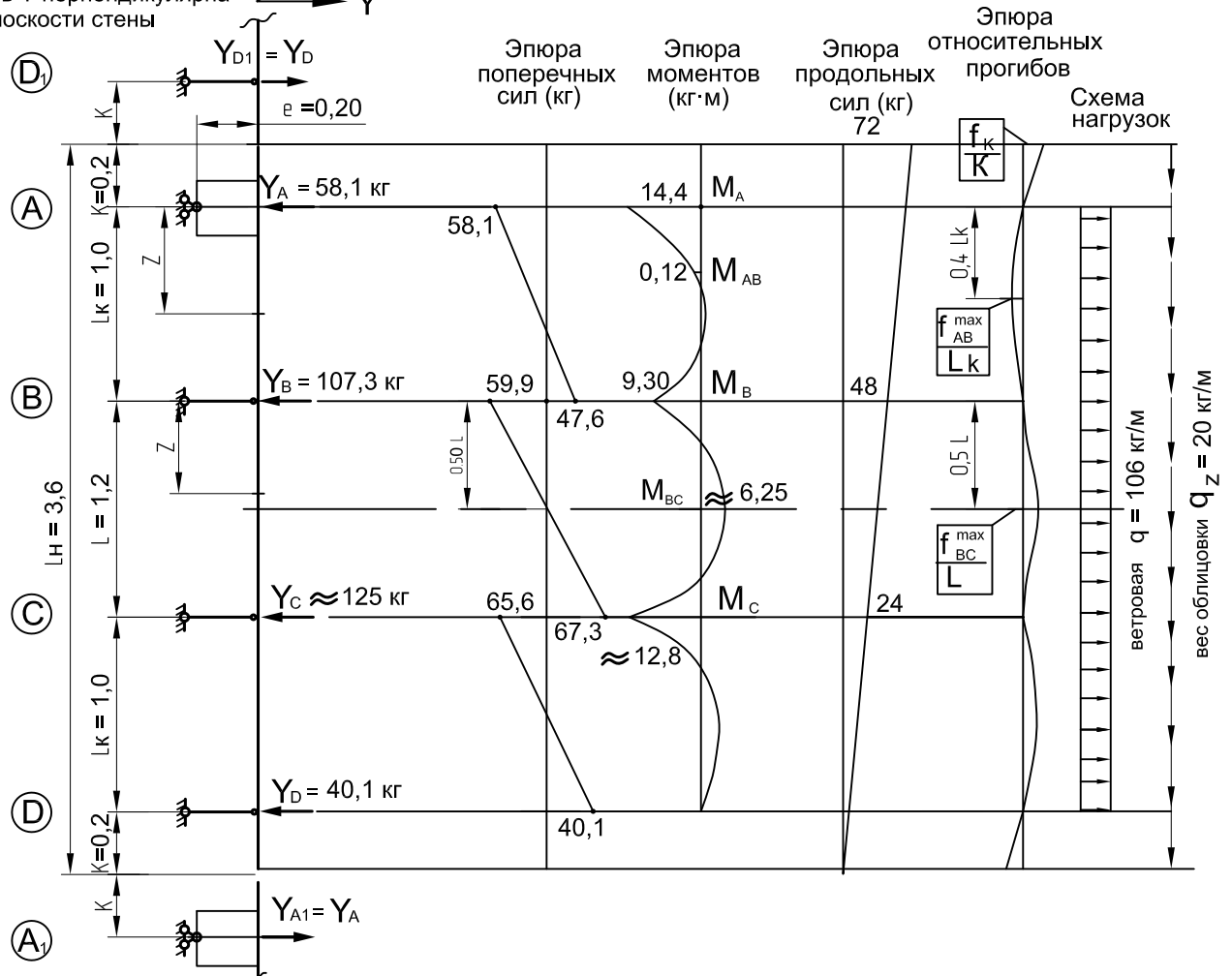


Параметр	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит. перемещ	Ветр. напор в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого
YA (кг)	-21,9		-18,0	-39,9	f_k / K	$\frac{-12,7}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+38,3}{10^3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

Пример расчета схем с раздельным шарнирно-рамным несущим кронштейном

Система координат Z
Плоскость стены
ось Y перпендикулярна плоскости стены

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

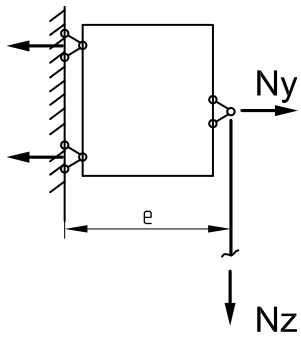
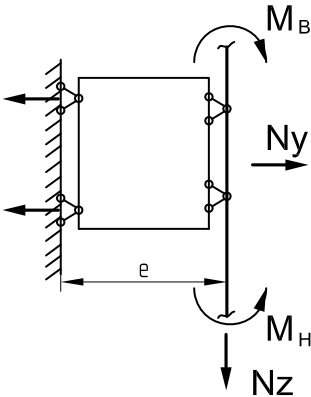
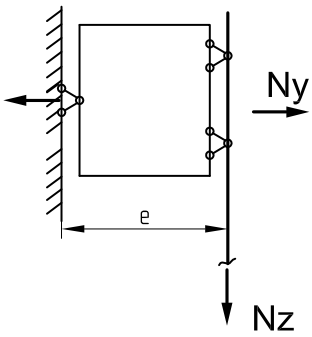
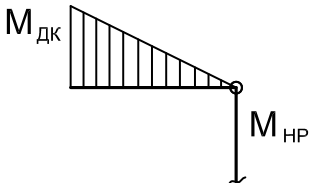
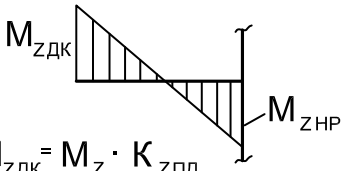
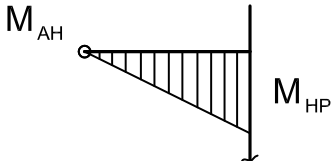
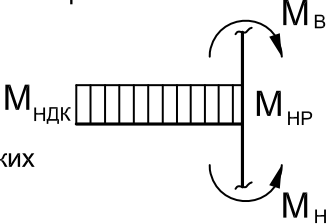


Параметр	Ветр. отсос в пролетах	Ветр. напор на консолях	Вес обл-ки и гололед.	Итого	Параметр относит перемещ	ветр отсос в пролетах	ветр отсос на конс.	вес обл-ки и гололед.	Итого
Y_A (кг)	-40,1		-18,0	- 58,1	f_k / K	$\frac{- 23,2}{10^3 \cdot I_x}$		$\frac{+ 51,0}{10^3 \cdot I_x}$	$\frac{+ 27,8}{10^3 \cdot I_x}$
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	M_A (кг·м)	0,00		-14,4	-14,4
Q_B^{Bx} / Q_B^{H3} (кг)	+65,6	-63,6	-18,0	+3,7	M_{AB} (кг·м)	+7,48		-7,6	-0,12
Q_C^{Bx} / Q_C^{H3} (кг)	+63,6	-65,6	+3,7	≈ 0	M_B (кг·м)	-12,8		+3,5	-9,30
Q_D^{Bx} / Q_D^{H3} (кг)	+40,1	0,00	≈ 0	0,00	M_{BC} (кг·м)	+6,25		≈ 0	$\approx +6,25$
					M_C (кг·м)	-12,8		≈ 0	$\approx -12,8$

Расчеты сопряжений. Типы расчетных схем несущих кронштейнов

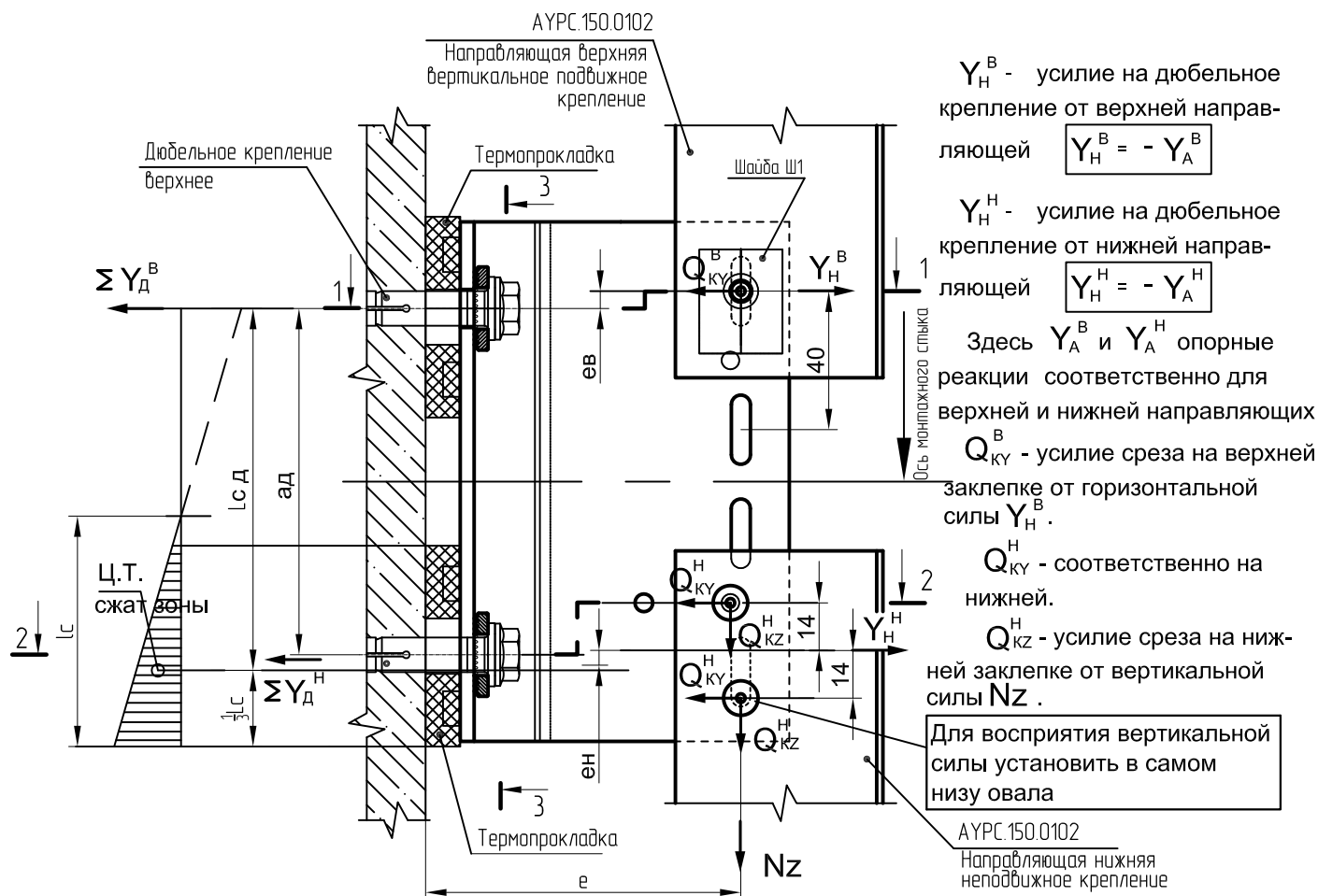
Расчет сопряжений заключается в расчете крепления кронштейнов к стене (несущих и опорных), расчете крепления направляющей к кронштейну (непосредственно либо через регулировочный элемент), расчете крепления облицовки к направляющей. При этом также рассчитываются сами кронштейны и соединительные элементы. 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. $Nz \cdot e = \underbrace{M_{здк}}_{\text{на дюбели}} + \underbrace{M_{знр}}_{\text{на направл.}}$</p>  <p>$M_{здк} = M_z \cdot K_{зпд}$</p> <p>Степень распределения зависит от податливости дюбельного крепления</p> <p>+</p> <p>Момент от несимметричного изгиба направляющей передается на дюбельное крепление</p>	<p>Момент от веса облицовки: $M_z = Nz \cdot e = M_{нр}$ воспринимается направляющей $M_{дк} = 0$ (дополнительной нагрузки на дюбель нет)</p> 
<p>$M_{нр}$ зависит от геометрии схемы и податливости дюбельного крепления (податливость - сумма упругих и пластических деформаций дюбельного крепления)</p> <p>$K_{зпд}$ варьируется от 0,85 до 0,25] при учете реальной податливости дюбельного крепления. $K_{нпд}$ варьируется от 0,9 до 0,6]</p>		<p>$M_{ндк} = M_{нр} = M_B + M_H$ $M_{нр} = M^* \cdot K_{нпд}$ M^* момент в узле при абсолютно жестком креплении. При $M_B = M_H$ $M_{нр} = 0$</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

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:

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

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

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

$\Sigma Y_{д}^H$ - 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:

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

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

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

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

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

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

При ветровом отсосе в центральной части для верхних дюбелей:

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

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

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:

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

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

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:

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

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

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)

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;

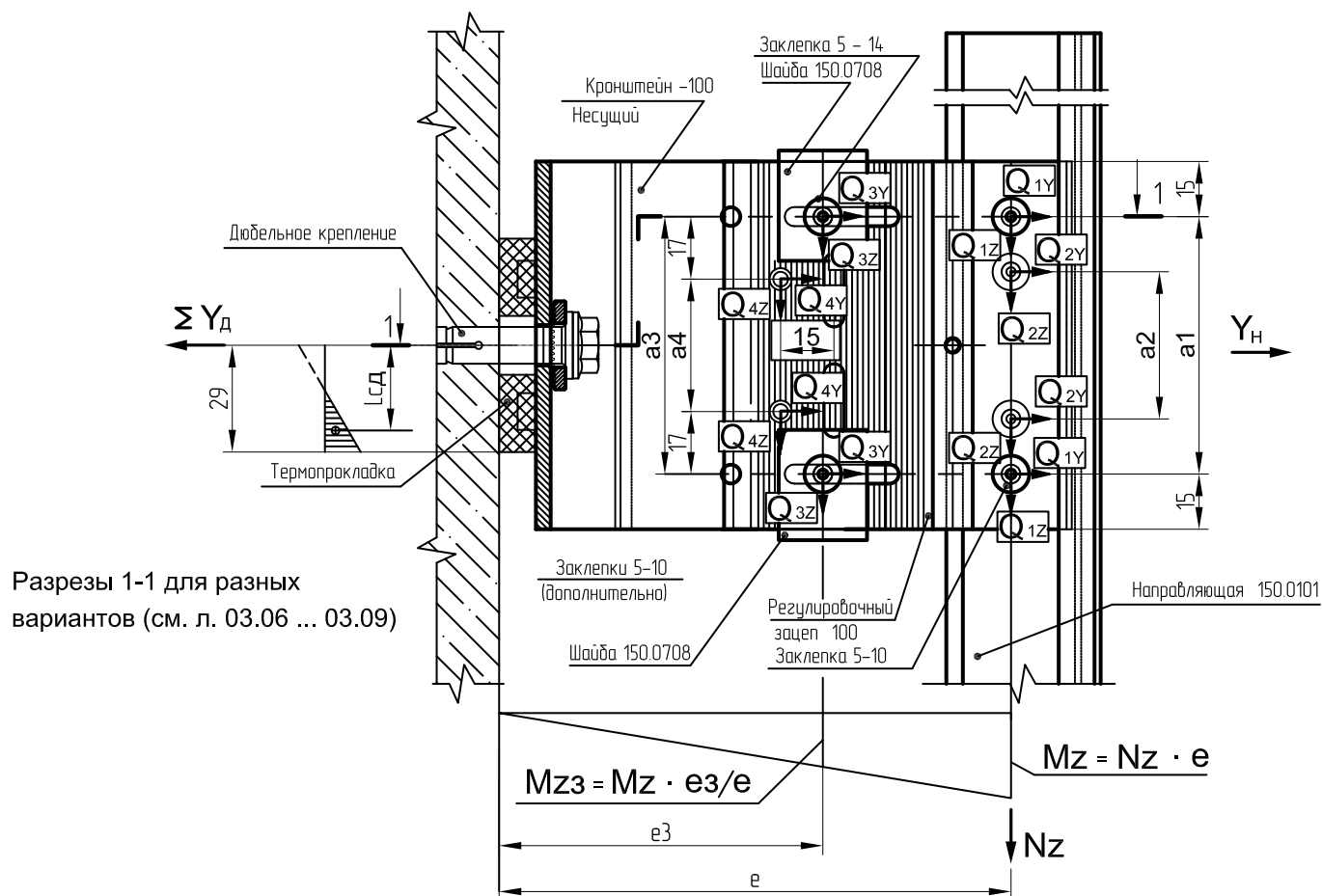
$R_{гр}$ - расчетное сопротивление смятию, принимаемое по таблице 13 СП 128.13330-2012

Данные по характеристикам заклепок приведены на л. 08.67

Расчеты сопряжений. Шарнирно-рамная схема сопряжений

Существенное уменьшение вырывающих усилий на дюбели можно получить при использовании шарнирно-рамной схемы сопряжений несущего кронштейна. Наиболее приближены к такой схеме узлы креплений на отдельных анкерных кронштейнах (см л. 03.02 ... 03.04, 03.12)

Расчетная схема соединений



При данной схеме сопряжений можно считать, что вырывающее усилие на дюбеле возникает только от действия горизонтальной реакции направляющей при ветровом отсосе. При повороте кронштейна от изгиба направляющей в первый момент в дюбеле возникает вырывающее усилие, которое является усилием короткого действия. По расчету поворот сечения составит примерно 1/100, при этом перемещение дюбеля составит с учетом расстояния до центральной точки сжатой зоны примерно 0,25 мм. Такое незначительное первоначальное смещение дюбеля не влияет на его дальнейшую несущую способность:

во-первых, такие незначительные зазоры с большой степенью вероятности могут появиться при установке дюбелей образуя своеобразный шарнир в области дюбеля;

во-вторых, при анализе диаграмм работы дюбелей видно, что несущая способность дюбелей на вырыв при незначительных первоначальных остаточных смещениях (после разгрузки) никак не уменьшается. В особенности это относится к дюбелям фирмы EJOT SDP для крепления в ячеистом бетоне, где несущая способность дюбеля обеспечивается не распором, а постоянным механическим зацеплением зубьев оболочки дюбеля за карманы в материале стены, образованные вдавливанием зубьев за счет расхода их при вкручивании стального шурупа. В результате такие дюбеля держат предельную нагрузку при значительных смещениях (до 5 ... 10 мм). Небольшие первоначальные смещения также неизбежно возникают в начальной стадии нагружения дюбелей для его включения в работу (в особенности в ячеистых бетонах).

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

Расчет заклепочных соединений

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

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

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

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

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

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

Результирующее векторное усилие от действия Q_{1Z} и Q_{1Y}

$$Q_1 = \sqrt{(Q_{1Z})^2 + (Q_{1Y})^2}$$

При подстановке получим:

максимальное усилие на единичной заклепке (при усиленном варианте крепления)

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

При установке только крайних заклепок 1 усилие на одной заклепке:

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

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

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

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

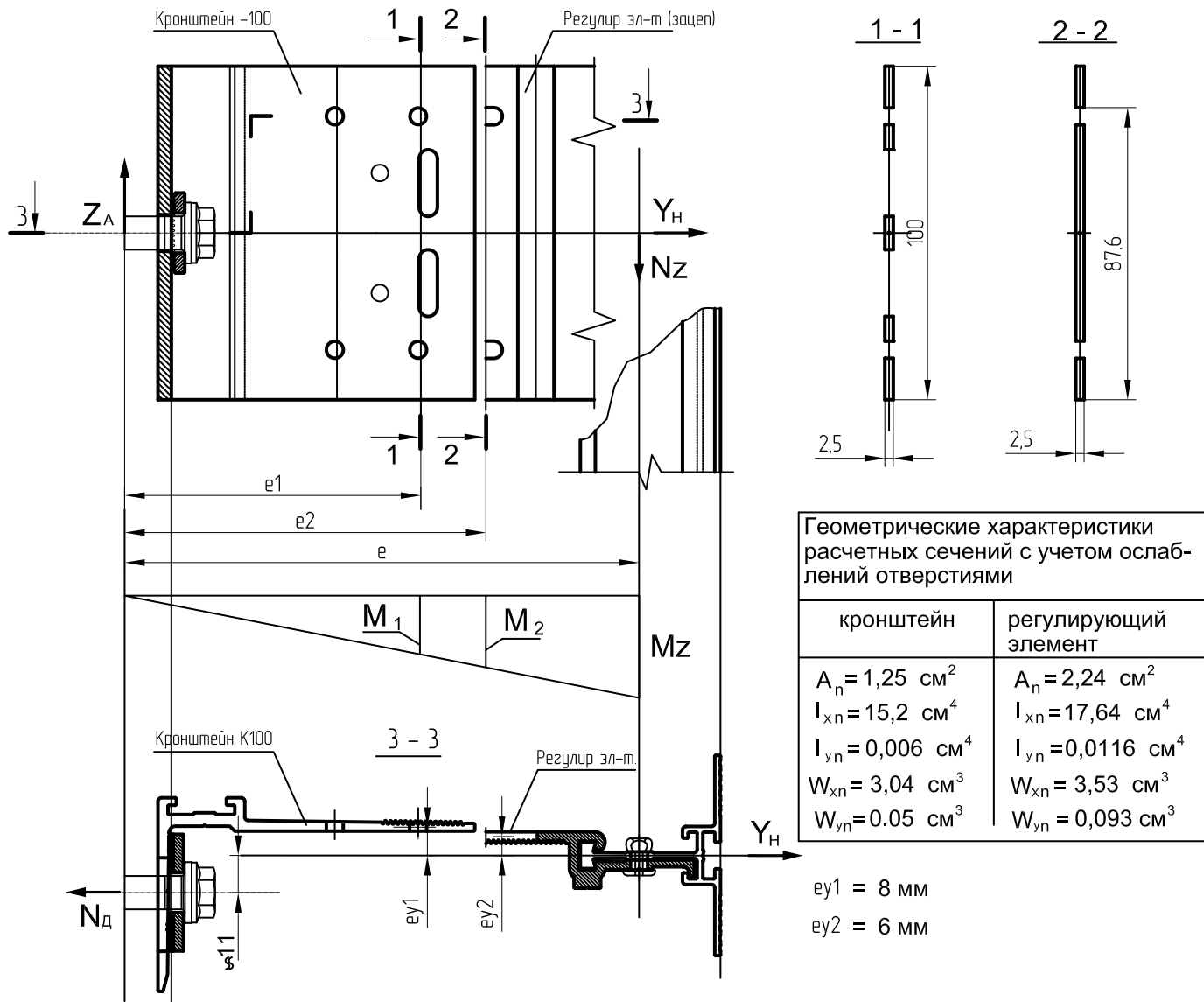
При установке только крайних заклепок 3 усилие на одной заклепке:

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

Дополнительно выполняется расчет на смятие соединяемых элементов на полученные максимальные значения усилий среза заклепки по формуле на л. 08.36.

Расчет кронштейна и регулировочного элемента

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



макс. нормальные напряжения для кронштейна

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

макс. нормальные напряжения для рег. эл-та.

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

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

Проверка на срез по упрощенной формуле

Пример расчета соединений на несущем кронштейне при шарнирно-рамной схеме сопряжений. Данные для расчета возьмем из примера расчета направляющей на л. 08.31 (ветровой отсос + вес облицовки)

$$Y_H = -Y_A = 39,9 \text{ кг}, \quad Nz = 72 \text{ кг}, \quad e = 200 \text{ мм}, \quad e_3 \approx 150 \text{ мм}, \quad (\text{при макс. вылете регулиров. эл-та})$$

Для анкерного кронштейна -100 согласно узлу на л. 03.03. $a_1 = a_3 = 70 \text{ мм}$, $a_2 = 40 \text{ мм}$, $a_4 = 36 \text{ мм}$

Согласно расчетной схеме и формулам на л. 08.37, 08.38:

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

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

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz}{\left(a_1 + \frac{a_2 \cdot a_2}{a_1}\right)}\right\}^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{4}\right)^2 + \left\{\frac{39,9}{4} + \frac{14,4}{\left(0,07 + \frac{0,04 \cdot 0,04}{0,07}\right)}\right\}^2}$$

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

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

$$Q_1 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz}{a_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(\frac{39,9}{2} + \frac{14,4}{0,07}\right)^2} = 229 \text{ (кг)}$$

В действительности соединение направляющей с регулировочным элементом способно воспринимать усилия (кроме вертикальной составляющей) благодаря профильному зацеплению, и заклепки рассчитываются только на вертикальную составляющую от веса облицовки. Поэтому достаточно установки только двух заклепок. Расчет соединений выполнен для случая применения узла в упрощенном варианте для направляющей АУРС.150.0102 (см. узел на л. 03.12) когда все усилия в соединении воспринимаются заклепками.

Расчет соединений регулировочного элемента с кронштейном

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

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{4}\right)^2 + \left\{\frac{Y_H}{4} + \frac{Mz_3}{\left(a_3 + \frac{a_4 \cdot a_4}{a_3}\right)}\right\}^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{4}\right)^2 + \left\{\frac{39,9}{4} + \frac{10,8}{\left(0,07 + \frac{0,036 \cdot 0,036}{0,07}\right)}\right\}^2}$$

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

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

$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{Nz}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y_H}{2} + \frac{Mz_3}{a_3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(\frac{39,9}{2} + \frac{10,8}{0,07}\right)^2} = 179 \text{ (кг)}$$

Соответствующие расчеты для угловой зоны при действии ветрового отсоса и веса облицовки при $Y_H = -Y_A = 58,1$ кг, $Nz = 72$ кг приведут практически к тем же значениям усилий на заклепках, поскольку основной вклад в усилие на заклепках вносит составляющая от момента Mz .

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

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

$R_{gp} = 195 \text{ н/мм}^2$ (2000 кг/см^2) принимается по табл. 13 СП 128.13330-2012 как для сплава АД31Т1, имеющего мехсвойства аналогичные сплаву AlMgSi 6063Т6

Расчет кронштейна и регулировочного элемента.

Данные для расчета: в средней части здания - $Y_H = -Y_A = 39,9$ кг, $Nz = 72$ кг
в угловой зоне здания - $Y_H = -Y_A = 58,1$ кг, $Nz = 72$ кг

Изгибающие моменты: в сечении 1-1 $M_1 = Mz \cdot e1/e = 14,4 \cdot 0,15/0,20 = 10,8$ (кг·м)
в сечении 2-2 $M_2 = Mz \cdot e2/e = 14,4 \cdot 0,17/0,20 = 12,2$ (кг·м)

Геометрические характеристики ослабленных сечений и эксцентриситеты согласно л. 08.39

Для кронштейна: $A_n = 1,25 \text{ см}^2$; $W_{xn} = 3,04 \text{ см}^3$; $W_{yn} = 0,05 \text{ см}^3$; $ey1 = 0,8 \text{ см}$

Для регулировочного элемента: $A_n = 2,24 \text{ см}^2$; $W_{xn} = 3,53 \text{ см}^3$; $W_{yn} = 0,093 \text{ см}^3$; $ey2 = 0,6 \text{ см}$

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

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} + \frac{M_1}{W_{xn}} + \frac{Y_H \cdot ey1}{W_{yn}} = \frac{58,1}{1,25} + \frac{10,8 \cdot 100}{3,04} + \frac{58,1 \cdot 0,8}{0,05} = 1331 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_c = 1340 \cdot 1$$

То же для регулировочного элемента в сечении 2-2:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} + \frac{M_2}{W_{xn}} + \frac{Y_H \cdot ey2}{W_{yn}} = \frac{58,1}{2,24} + \frac{12,2 \cdot 100}{3,53} + \frac{58,1 \cdot 0,6}{0,093} = 746 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_c = 1340 \cdot 1$$

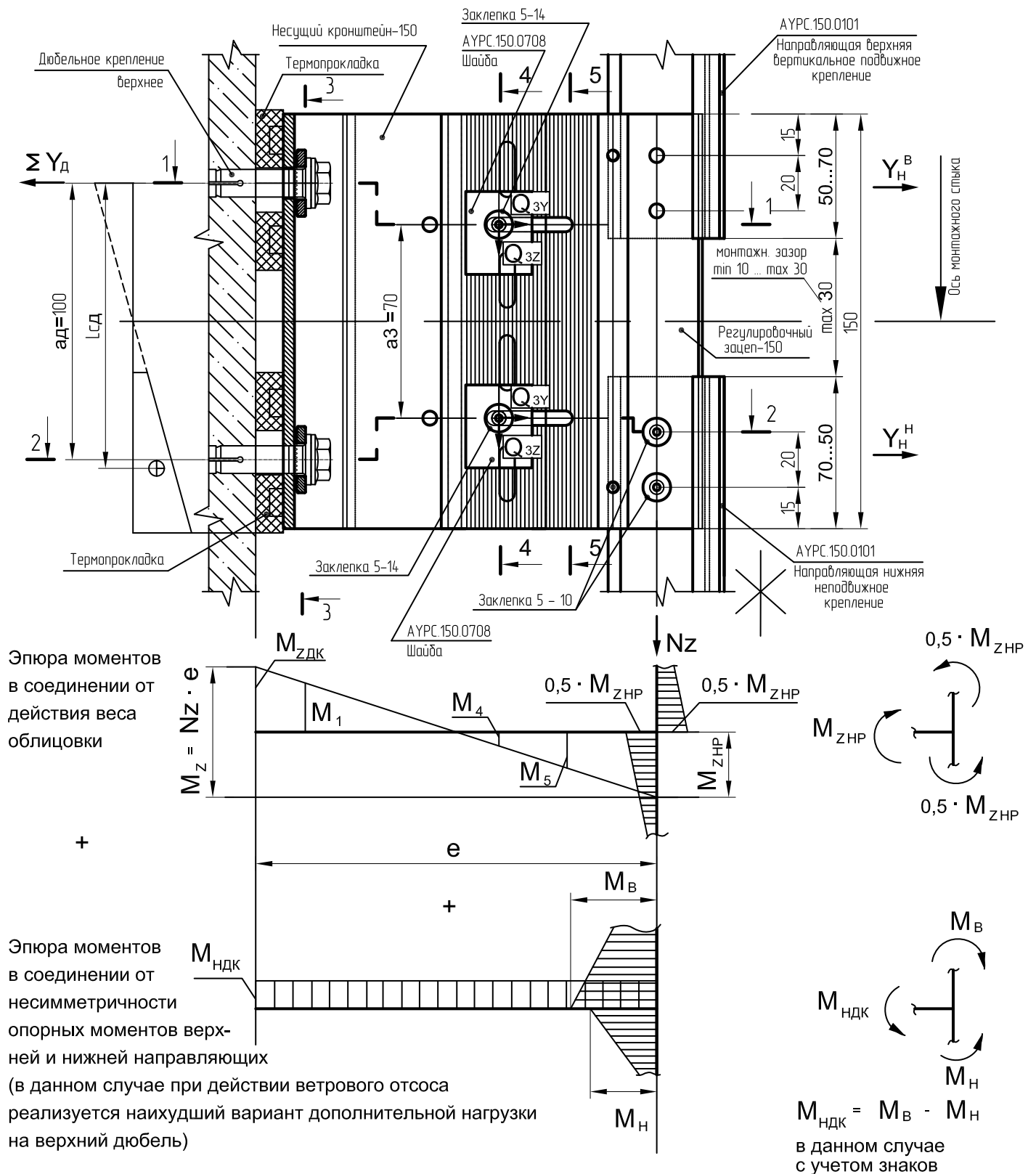
Касательные напряжения среза по упрощенной формуле для кронштейна по сечению 1-1:

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

Расчеты сопряжений. Консольно-рамная схема сопряжений

Консольно-рамная схема сопряжений, схематически представленная на л. 08.33, реализуется в узле на совмещенном несущем кронштейне на л. 03.01.

Расчетная схема соединений



При консольно-рамной схеме сопряжений наиболее нагруженными дюбелями являются верхние от совместного действия горизонтальной реакции верхней направляющей при ветровом отсосе и вырывающего усилия от момента, возникающего от веса облицовки. Также возможно дополнительное вырывающее усилие от несимметричности опорных моментов, возникающих от действия ветровой нагрузки. Неравенство моментов на верхней направляющей M_B и нижней направляющей M_H при действии ветровой нагрузки может возникать в случае различной длины пролетов для верхней и нижней направляющей, а также неодинаковой степени защемления направляющих в профильном пазу регулировочного элемента. Как правило, пролеты принимаются равной величины, ветровые нагрузки в соседних пролетах одинаковы, тогда асимметрия в моментах может возникнуть только по причине неравенства защемления направляющих. Коэффициент асимметрии можно определить соотношением длин захода верхней и нижней направляющих в пазы регулировочного зацепа. Исходя из предельных допустимых размеров захода направляющих, согласно схеме узла (л. 02.01) соотношение M_B / M_H можно определить как отношение 70/50.

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

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

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

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

Момент, возникающий от действия веса облицовки, перераспределяется между дюбельным креплением и направляющей в зависимости от жесткости направляющей, величины пролета и податливости (упругой и пластичной) дюбельного крепления. На л. 08.33 приведены коэффициенты передачи момента на дюбельное крепление, полученные при расчете реальных схем с учетом податливости дюбельного крепления. $K_{згд}$ изм. от 0,85 до 0,25
С учетом того, что вырывающее усилие от момента, вызванного весом облицовки, является усилием короткого действия, так как после незначительного смещения дюбеля момент начинает восприниматься направляющей и перемещения дюбеля прекращается, в целях упрощения расчетов можно принять $K_{згд} = 0,6$. При этом момент, воспринимаемый направляющей, в запас прочности принимаем также равным $0,6 \cdot M_Z$.

С учетом вышеприведенного вырывающее усилие на верхнем дюбельном креплении при совместном действии ветрового отсоса и веса облицовки составит:

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

дополнительная опорная реакция от действия момента M_Z на верхнее дюбельное крепление

или при подстановке значений моментов:

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

где: q - расчетная ветровая нагрузка, кг/м

L - длина пролета, м

Nz - вертикальная нагрузка от веса облицовки, м

e - эксцентриситет силы Nz , м

$l_{сд}$ - расстояние от верхних дюбелей до центра сжатия зоны в запас прочносити принимаем равным $ад$, м

$K_{ад}$ - коэффициент асимметрии дюбельного крепления (см. л. 03.06 03.09)

Момент, действующий на направляющую в консольно-рамном узле:

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

или, после подстановки:

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

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

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

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

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

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

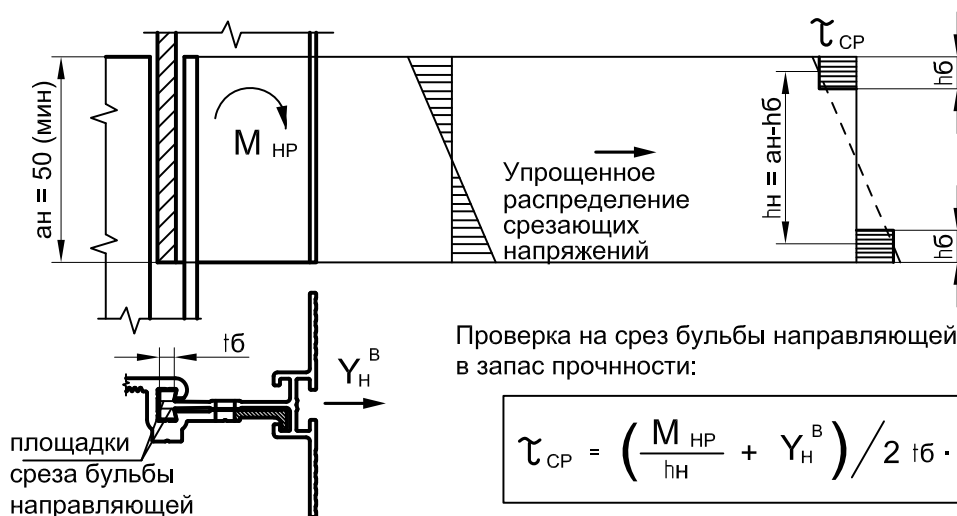
$$M_{p3} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot M_Z) + 0,5 \cdot M_{OP}$$

Усилие в единичной заклепке:

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

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

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



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

$$\tau_{CP} = \left(\frac{M_{HP}}{h_n} + Y_H^B\right) / 2 t_b \cdot h_b \leq R_s$$

Пример расчета консольно-рамной схемы сопряжений

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

Ветровой отсос в центре здания $q = 58$ кг/м; в угловой зоне $q = 106$ кг/м.

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

Расчетная схема направляющей-многопролетная неразрезная с заземлением стыка направляющих на совмещенном кронштейне согласно л. 08.07.

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

Расчет верхнего дюбельного крепления на вырыв

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

В центральной части здания:

$$\Sigma Y_d = K_{Ad} \cdot \left(0,5 \cdot 58 \cdot 1,2 + \frac{(0,017 \cdot 58 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2)}{0,1} + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} \right) = K_{Ad} \cdot 139 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна

$$N_d = \Sigma Y_d^B = 1,35 \cdot 139 = 188 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна

$$N_d = \Sigma Y_d^B / 2 = 1,2 \cdot 139 / 2 = 83 \text{ (кг)}$$

в угловой зоне здания

$$\Sigma Y_d = K_{Ad} \cdot \left(0,5 \cdot 106 \cdot 1,2 + \frac{(0,017 \cdot 106 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2)}{0,1} + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} \right) = K_{Ad} \cdot 180 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при отсутствии дополнительного кронштейна

$$N_d = \Sigma Y_d^B = 1,35 \cdot 180 = 243 \text{ (кг)}$$

Максимальное усилие на один дюбель при наличии дополнительного кронштейна

$$N_d = \Sigma Y_d^B / 2 = 1,2 \cdot 180 / 2 = 108 \text{ (кг)}$$

Расчет направляющей в зоне несущего кронштейна

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

$$\text{В центральной части: } M_{НР} = 0,3 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 11,5 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

$$\text{В угловой зоне: } M_{НР} = 0,3 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 106 \cdot 1,2^2 = 17,45 \text{ (кг}\cdot\text{м)}$$

По аналогии с формулой на л. 08.19 условие прочности направляющей в зоне анкерного кронштейна

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

$$\text{В центральной части: } \sigma = \frac{72}{2,12} + \frac{11,5 \cdot 100}{1,56} = 771 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1$$

$$\text{В угловой зоне: } \sigma = \frac{72}{2,12} + \frac{17,45 \cdot 100}{1,56} = 1153 \text{ (кг/см}^2\text{)} \leq 1340 \cdot 1$$

Расчет заклепок, соединяющих регулировочный элемент с кронштейном

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

$Y_H^B = 0,5 \cdot qL$ В средней части здания $Y_H^B = 0,5 \cdot 58 \cdot 1,2 = 34,8$ (кг)

В угловой зоне здания $Y_H^B = 0,5 \cdot 106 \cdot 1,2 = 63,6$ (кг)

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

В средней части здания: $M_{5-5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,2 \cdot 0,086 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 4,46$ (кг·м)

В угловой зоне здания: $M_{5-5} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,2 \cdot 0,086 \cdot 106 \cdot 1,2^2 = 5,65$ (кг·м)

В средней части здания:
$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(34,8 + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} + \frac{4,46}{0,07}\right)^2} = 108$$
 (кг)

В угловой зоне здания:
$$Q_3 = \sqrt{\left(\frac{72}{2}\right)^2 + \left(63,6 + \frac{0,6 \cdot 72 \cdot 0,2}{2 \cdot 1,2} + \frac{5,65}{0,07}\right)^2} = 152$$
 (кг)

Расчет профильного зацепления направляющей с регулировочным элементом

$$\tau_{CP} = \left(\frac{M_{HP}}{hH} + Y_H^B\right) / 2 \cdot t_6 \cdot h_6 \leq R_s$$
 $t_6 = 0,4$ см ; $h_6 = \approx 1$ см ; $hH = 4$ см

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

В средней части здания: $M_{HP} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 11,5$ (кг·м)

В угловой зоне здания: $M_{HP} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 106 \cdot 1,2^2 = 17,45$ (кг·м)

В средней части здания: $\tau_{CP} = \left(\frac{11,5 \cdot 100}{4} + 34,8\right) / 2 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 403$ (кг/см²) < $R_s = 750$ (кг/см²)

В угловой зоне здания: $\tau_{CP} = \left(\frac{17,45 \cdot 100}{4} + 63,6\right) / 2 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 625$ (кг/см²) < $R_s = 750$ (кг/см²)

Расчет кронштейна

Расчет выполняется по аналогии с расчетом на л. 08.39, только расчетное сечение принимается по разрезу 3-3 на л. 08.42, при этом момент, действующий в плоскости кронштейна, принимается равным моменту, действующему на дюбельное крепление.

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

В средней части здания: $M_{3-3} = 0,017 \cdot 58 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 = 10,06$ (кг·м)

В угловой зоне здания: $M_{3-3} = 0,017 \cdot 106 \cdot 1,2^2 + 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2 = 11,24$ (кг·м)

Максимальные нормальные напряжения для кронштейна:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_{3-3}}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot ey1}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_C$$

Для кронштейна по сечению 3-3:

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

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

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

В средней части здания: $\sigma = \frac{2 \cdot 34,8}{5,08} + \frac{10,1 \cdot 100}{12,3} + \frac{2 \cdot 34,8 \cdot 0,8}{0,30} = 281 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$

В угловой зоне здания: $\sigma = \frac{2 \cdot 63,6}{5,08} + \frac{11,24 \cdot 100}{12,3} + \frac{2 \cdot 63,6 \cdot 0,8}{0,30} = 455 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$

Расчет регулировочного элемента

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

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

В средней части здания: $M_{pз} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,5 \cdot 0,086 \cdot 58 \cdot 1,2^2 = 6,61 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$

В угловой зоне здания: $M_{pз} = 0,7 \cdot (0,5 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 0,2) + 0,5 \cdot 0,086 \cdot 106 \cdot 1,2^2 = 9,58 \text{ (кг} \cdot \text{м)}$

Максимальные нормальные напряжения для регулировочного элемента:

$$\sigma = \frac{Y_H}{A_n} \pm \frac{M_{pз}}{W_{xn}} \pm \frac{Y_H \cdot ey2}{W_{yn}} \leq R \cdot \gamma_C$$

Для регулировочного элемента по сечению 5-5:

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

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

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

В средней части здания: $\sigma = \frac{2 \cdot 34,8}{3,5} + \frac{6,61 \cdot 100}{8,76} + \frac{2 \cdot 34,8 \cdot 0,6}{0,146} = 381 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$

В угловой зоне здания: $\sigma = \frac{2 \cdot 63,6}{3,5} + \frac{9,58 \cdot 100}{8,76} + \frac{2 \cdot 63,6 \cdot 0,6}{0,146} = 668 \text{ (кг/см}^2\text{)} < R \cdot \gamma_C = 1340 \cdot 1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$

Сравнительная таблица различных типов сопряжений

Сравнительная таблица различных типов сопряжений

Параметры геометрии и нагрузок

Длина направляющей - 3,6 м, эксцентриситет верт нагрузки - 0,2 м, ветровой отсос - 106 кг/м
длина пролета - 1,2 м, нагрузка от веса облицовки и гололедной - 20 кг/м

Параметры схем		Тип схемы сопряжения в несущем узле		
		консольно-шарнирная	консольно-рамная	шарнирно-рамная
Краткая характеристика		Реализуется только с направл. 150.0102, 150.0104 Регулировочный эл-т отсутствует Несущий кронштейн-150 Совмещенный стык направляющ.	Реализуется только с направл. 150.0101. Регулировочный эл-т обязателен Несущий кронштейн-150 Совмещенный стык направляющ.	Возможна как с направл. 150.0102 150.0104 так и с 150.0101 при налич регегулировочного эл-та. Несущий кронштейн-100 совместно с опорным кронштейном -60. Раздельный стык направляющ.
Усилие вырыва на дюбеле анкерного кр-на	без доборного кр-на	270 кг	243 кг	78 кг
	с доборного кр-ном	120 кг	108 кг	35 кг
Усилие среза заклепки в соед. на анк. кр-не	обычный вариант	92 кг	152 кг	179 кг
	усиленный вариант		нет необход.	133 кг
Макс. расчетн. напряжения в кронштейне		375 кг/см ²	455 кг/см ²	1331 кг/см ²
Макс. расчетн. напряжения в регулир. эл-те		—	668 кг/см ²	746 кг/см ²
Максимальн. опорный момент в направл. в зоне несущего кронштейна		0 не возникает (шарнирное соед.)	17,45 кг·м опред. ветров. нагр и частично весом облицовки $0,3 \cdot M_z + M_{оп}$	14,4 кг·м практически опред. только значением веса облицовки $M_z = N_z \cdot e$
Максимальн. опорный момент в направл.		15,26 кг·м	$M_{оп} = 12,8$ кг м	11,7 кг м
Максимальн. пролетный момент в направл.		12,21 кг·м	6,63 кг м	6,25 кг м
Максимальн. реакция на опорном кронш-не		140 кг	129 кг	125 кг
Усилие вырыва на дюбеле опорного кр-на	без доборн. кр-на	189 кг	160 кг	169 кг
	с доборн. кр-ном	84 кг	71 кг	75 кг

Основные особенности различных схем сопряжений в несущем узле

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

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

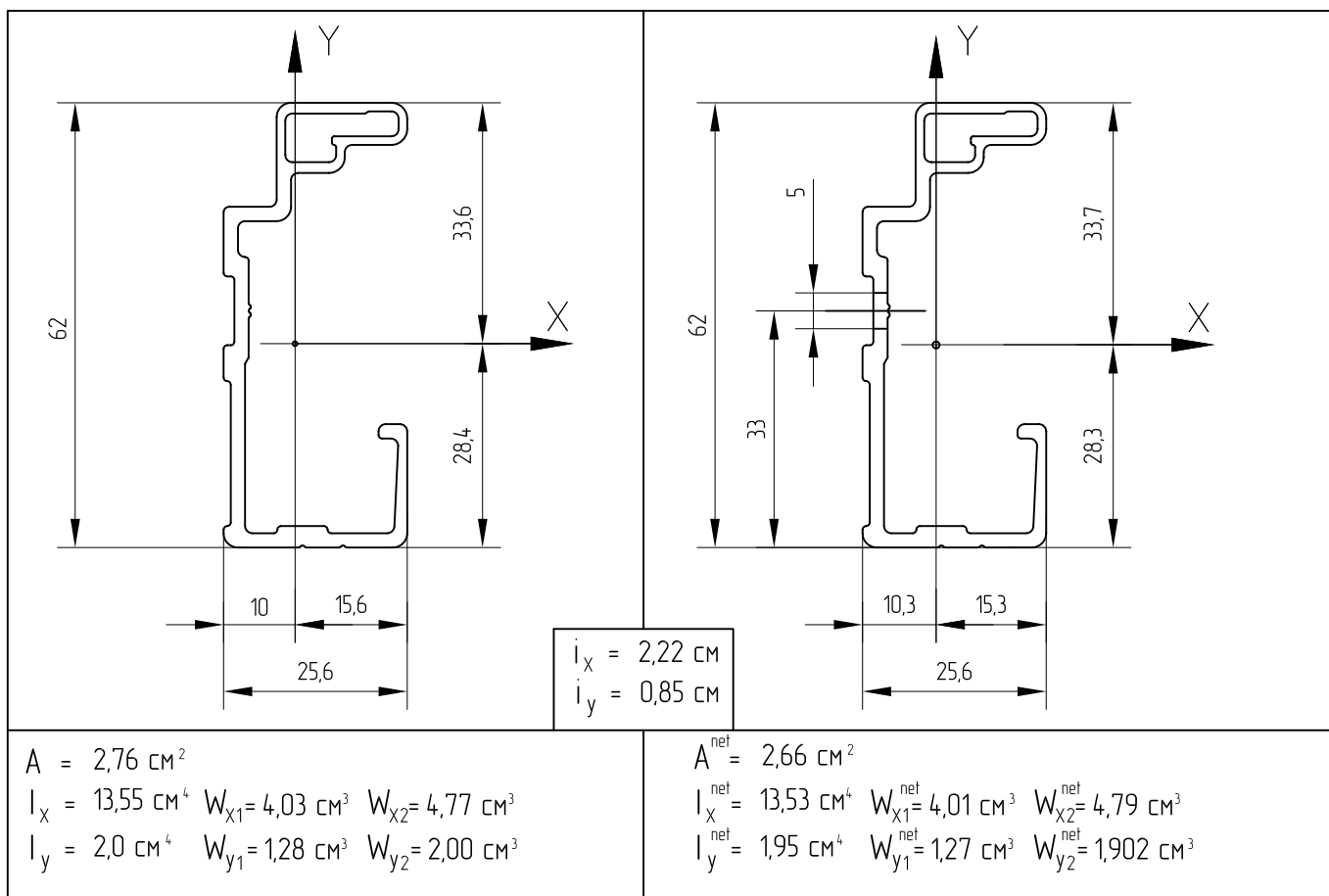
Расчет горизонтальных профилей

Геометрические характеристики сечения

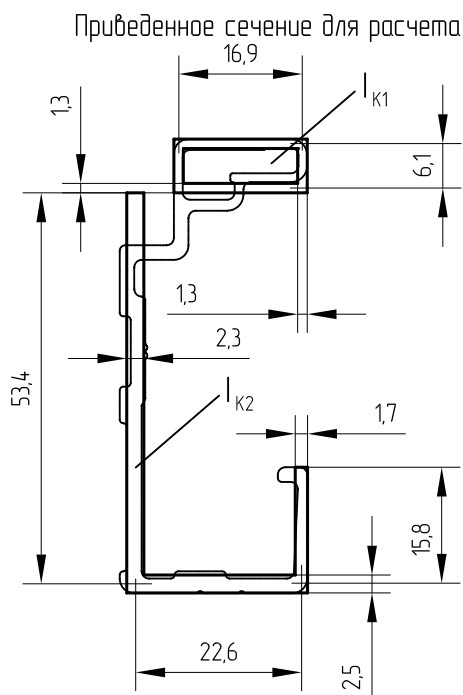
Направляющая АУРС.150.0105

Сплошное сечение

Ослабленное сечение



Момент инерции профиля на кручение



$$I_k = I_{k1} + I_{k2}$$

$$I_{k1} = \frac{2t_1 t_2 a^2 b^2}{a t_1 + b t_2}$$

— момент инерции замкнутого
— профиля на кручение

$$I_{k2} = \frac{1}{3} \sum b t^3$$

— момент инерции открытого
— профиля на кручение

Здесь: $t_1; t_2$ — толщина стенки элемента
 a и b — размеры элемента

Для приведенного сечения

$$I_{k1} = \frac{2 \cdot 0,13 \cdot 0,13 \cdot 0,61^2 \cdot 1,69^2}{0,61 \cdot 0,13 + 1,69 \cdot 0,13} = 0,120 \text{ см}^4$$

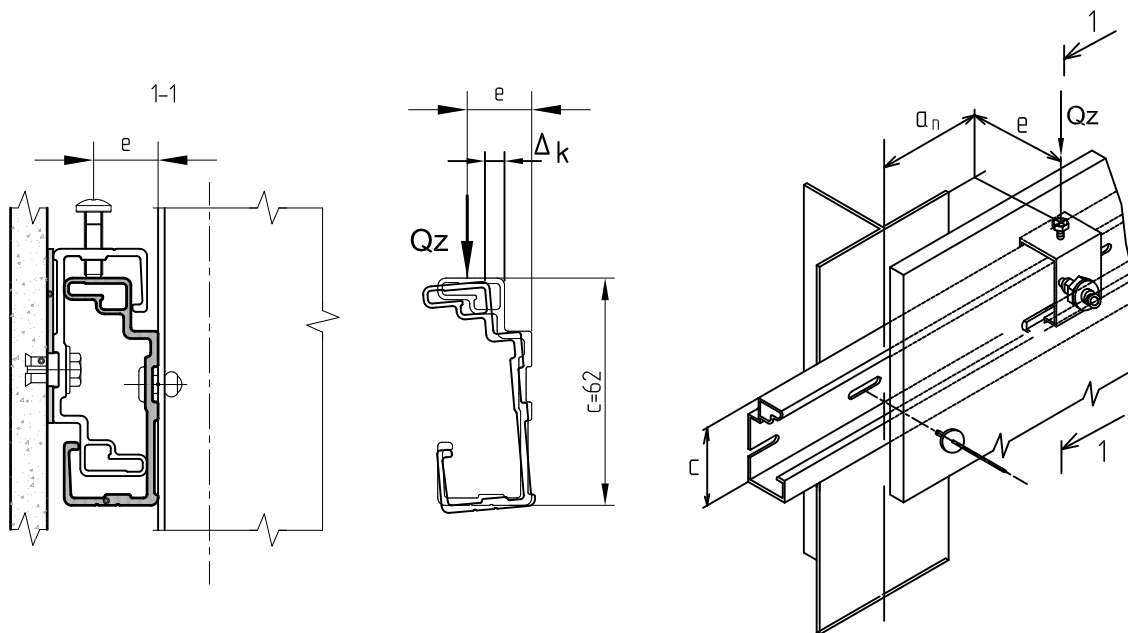
$$I_{k2} = \frac{1}{3} \cdot (5,34 \cdot 0,23^3 + 2,26 \cdot 0,25^3 + 1,58 \cdot 0,17^3) = 0,036 \text{ см}^4$$

$$I_k = 0,120 + 0,036 = 0,156 \text{ см}^4$$

Расчет горизонтальных профилей

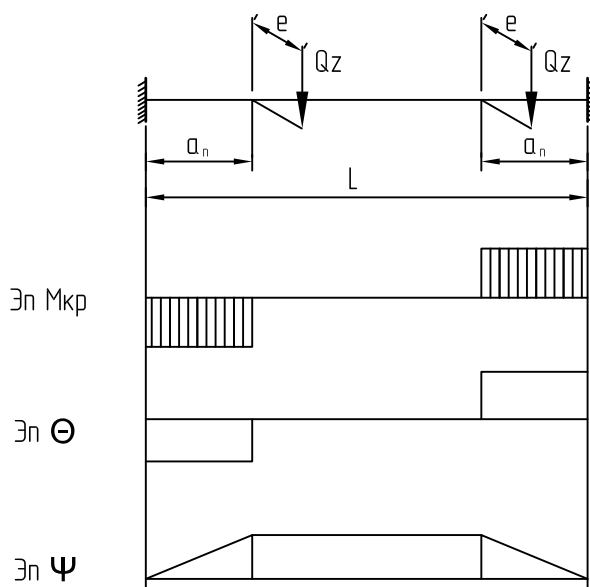
Расчет горизонтального профиля на кручение от вертикальной нагрузки.

Согласно требованиям Европейского Технического Разрешения ETA-05/0266 максимальное перемещение верхней точки горизонтального профиля в зоне крепления аграфа от кручения должно составлять не более 1 мм. Это требование обусловлено стремлением зрительно сохранить плоскостность стыков плит (Верх нижней плиты отходит от низа верхней на величину смещения от поворота профиля при кручении от постоянной вертикальной нагрузки веса плиты)



Расчетная схема на кручение (Шаг стоек равен длине плиты. Ось стойки совпадает с вертикальным стыком плит)

Схема 1.



$$M_{кр} = Qz * e \quad \text{— крутящий момент (кз*см)}$$

$$\Theta = \frac{M_{кр}}{G * I_k} \quad \text{— погонный угол закручивания (рад/см)}$$

$$\Psi = \frac{M_{кр} * a_n}{G * I_k} \quad \text{— угол закручивания (рад)}$$

Здесь: Qz — вертикальная расчетная нагрузка на аграф (кз)
 e — эксцентриситет приложения силы относительно центра кручения горизонт профиля (в запас можно принять расстояние до плоскости вертикальн. направляющей) (см)
 a_n — расстояние от оси вертикаль направ. до аграфа (см)
 G — модуль сдвига. Для алюминия — 270000 (кз/см²)
 I_k — момент инерции гор. профиля на кручение (см⁴)

При $\Delta_k = 1$ мм, и высоте профиля C (см) угол поворота в радианах $\Psi = 1 / (C * 10)$ Тогда минимальный момент инерции на кручение

$$I_k \geq \frac{Qz * e * a_n * c * 10}{G} \geq \frac{Qz * e * a_n * c}{27000} \quad \boxed{I_k \geq \frac{Qz * e * a_n * c}{27000}}$$

Это совпадает с формулой приведенной в ETA-05/0266

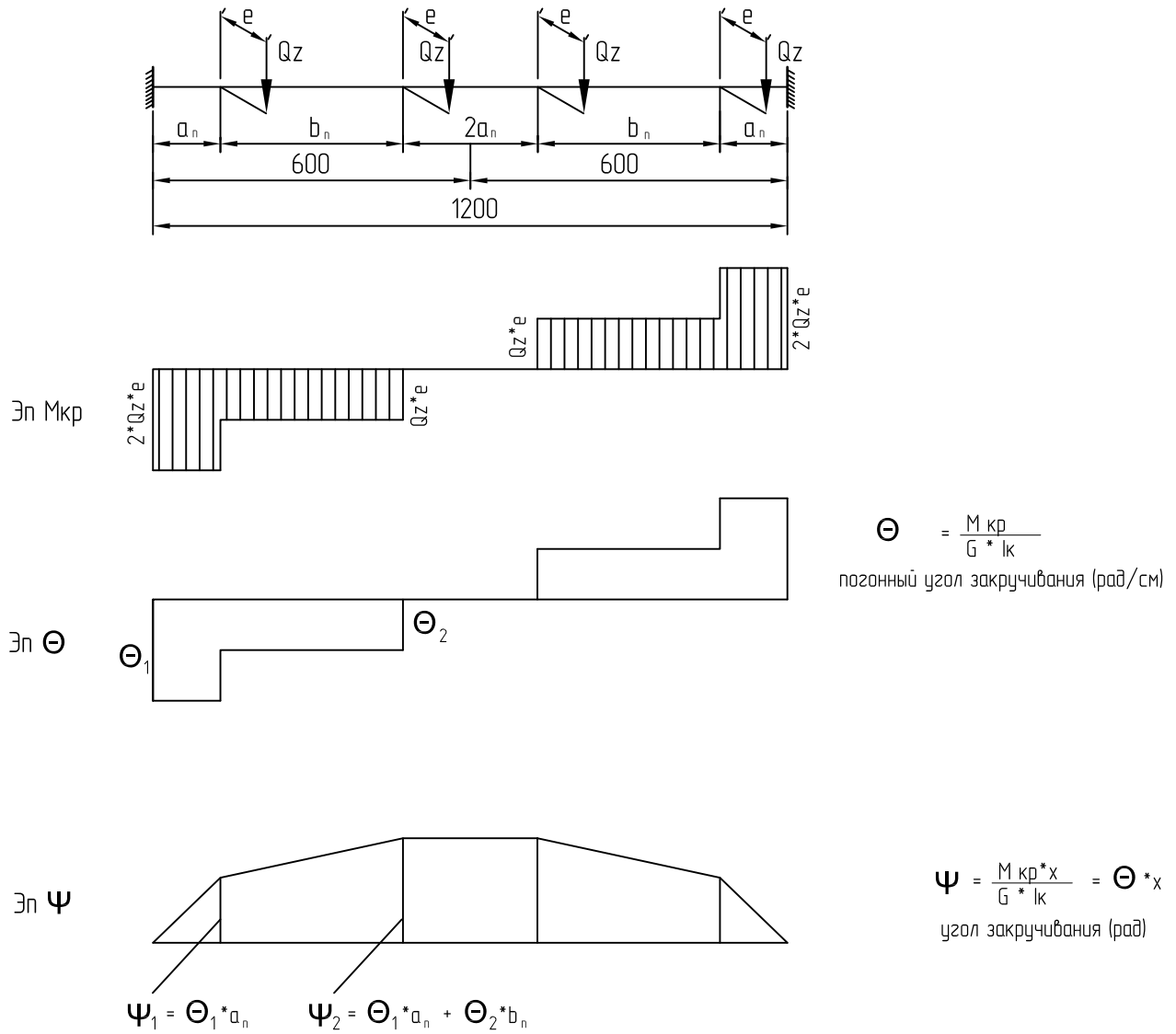
$$I_k \geq \frac{Qz * e * a_n * c}{270} \quad \text{Здесь } Qz \text{ нужно принимать в кн, а все остальное как и в первой формуле.}$$

Расчет горизонтальных профилей

К расчету горизонтального профиля на кручение от вертикальной нагрузки при шаге вертикальных направляющих 1,2м.

Согласно таблиц на листе 8.54 применение шага вертикальных направляющих для навески керамогранита возможно. Расчетная схема на кручение. Шаг стоек- 1,2 м. Плитка 600 x 600 мм. Ось стыка плит совпадает с осью стойки.

Схема 2.



Расчет горизонтальных профилей

Таблица минимальных значений моментов инерции на кручение в зависимости от Qz и a_n
Схема 1. (при размерах плиты 600 x 600 мм) Плотность принята 2800кг/м³ $e = 15$ мм

Толщина камня (мм)	Нагрузка на асграф Qz (кз)	Минимальный момент инерции на кручение (см ⁴)				
		$a_n = 50$ мм	$a_n = 75$ мм	$a_n = 100$ мм	$a_n = 125$ мм	$a_n = 150$ мм
12	7,3	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036
20	12,1	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
30	18,1	0,030	0,045	0,060	0,076	0,091
40	24,2	0,040	0,060	0,081	0,101	0,121
50	30,2	0,050	0,076	0,101	0,126	0,151

Таблица минимальных значений моментов инерции на кручение в зависимости от Qz и a_n
Схема 2. (при размерах плиты 600 x 600 мм) Плотность принята 2800кг/м³ $e = 15$ мм

Толщина камня (мм)	Нагрузка на асграф Qz (кз)	Минимальный момент инерции на кручение (см ⁴)				
		$a_n = 50$ мм	$a_n = 75$ мм	$a_n = 100$ мм	$a_n = 125$ мм	$a_n = 150$ мм
12	7,3	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
20	12,1	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
30	18,1	0,363	0,363	0,363	0,363	0,363
40	24,2	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484
50	30,2	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605

Как видно при схеме 2 момент инерции на кручение не зависит от привязки и для керамогранита должен быть не менее 0,145 см⁴.

Расчет горизонтальных профилей

Обоснование возможности использования шага вертикальных направляющих 1,2 м при керамограните.

При скрытом креплении керамогранита с использованием горизонтального профиля вертикальные направляющие можно не привязывать к вертикальным стыкам плит и устанавливать вертикальные направляющие с максимально возможным шагом, определяемым несущей способностью вертикальной подконструкции.

Ниже приведена таблица, подтверждающая возможность использования шага вертикальных направляющих 1,2 м при керамограните.

Исходные условия

- Максимальная высота применения скрытого крепления керамогранита – до 3- его этажа включительно (10м)
- Максимальный ветровой район – 5-ый.
- Используемая вертикальная направляющая АУРС.150.0102- (экономичный вариант подконструкции)
- максимальная толщина керамогранита – 12 мм.

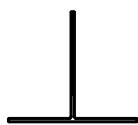
Исходные условия, определяемые несущей способностью анкерного узла:

- Крепление в бетон (стена или монолитный пояс). Усилие дюбеля расчетное минимальное на вырыв не менее 180 кг
- Максимальный применяемый кронштейн по ширине –135 мм
- Тип анкерного сопряжения – консольно-шарнирный на кронштейне высотой 150 мм.
- Максимальная длина вертикальной направляющей – 3,6 м.

Критериями возможности использования шага 1,2 м являются приемлемый шаг кронштейнов (не менее 0,7м) и обеспечение несущей способности анкерного узла.

Таблица 1.

Шаг вертикальных направляющих –1,2 м. Максимальный кронштейн по ширине –135 мм
Направляющая АУРС.150.0102 Максимальная длина направляющей– 3,6 м.
Крепление в бетон или сплошнотелый кирпич. Минимальное расчетное усилие дюбеля на вырыв 180 кг.
Тип анкерного сопряжения – консольно-шарнирный на кронштейне высотой 150 мм.

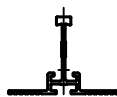


Ветровой район \ Этажность	Шаг кронштейнов по вертикали				
	1	2	3	4	5
1-ый этаж	0,9 м	0,9 м	0,9 м	0,72 м	0,72 м
2-ый этаж	0,9 м	0,9 м	0,9 м	0,72 м	0,72 м
3-ый этаж	0,9 м	0,9 м	0,72 м	0,72 м	0,60 м

Для сравнения приводится таблица для направляющей АУРС.150.0101 при прочих равных условиях

Таблица 2.

Шаг вертикальных направляющих –1,2 м. Максимальный кронштейн по ширине –135 мм
Направляющая АУРС.150.0101 Максимальная длина направляющей– 3,6 м.
Крепление в бетон или сплошнотелый кирпич. Минимальное расчетное усилие дюбеля на вырыв 180 кг.
Тип анкерного сопряжения – консольно-шарнирный на кронштейне высотой 150 мм.



Ветровой район \ Этажность	Шаг кронштейнов по вертикали				
	1	2	3	4	5
1-ый этаж	1,2 м	1,2 м	1,2 м	0,9 м	0,9 м
2-ый этаж	1,2 м	1,2 м	1,2 м	0,9 м	0,9 м
3-ый этаж	1,2 м	1,2 м	0,9 м	0,9 м	0,9 м

Расчет горизонтальных профилей

Требования к геометрическим характеристикам горизонтального профиля по условиям жесткости и прочности.

Требования к горизонтальному профилю для точечных креплений по жесткости на кручение приведены на л. 8.51

Требования к прогибам по горизонтали. Стандартное требование не более $1/200$ длины пролета

Требования к прогибам по вертикали. Помимо стандартного требования $1/200$ длины пролета необходимо соблюсти абсолютное значение вертикального прогиба исходя из возможности регулировки плит на аэрафах. Максимально возможное значение регулировки исходя из предварительного конструктива профиля, примерно 10 мм. Из этого размера нужно выбросить примерно половину на погрешность уста-установки кайловых креплений и монтажа направляющей. Тогда с запасом следует ограничить перепад между точками крепления аэрафов примерно в 3 – 4 мм.

Для единичных условий ($F=1\text{кг}; l=1\text{см}^4$) на стр. 8.56 ... 8.60 приведены данные по значениям вертикальных прогибов смежных точек креплений в зависимости от типа схемы горизонтального профиля. На основании приведенных таблиц можно определить максимальный вертикальный перепад точек креплений при единичных условиях.

Для различных вариантов соотношения пролета и размера плитки, а также для различного числа пролетов в неразрезных схемах приведены величины изгибающих моментов и перемещений как в виде формул, так и в виде табличных значений для единичных условий.

Для наиболее применяемых вариантов схем приведены подробные зависимости для расчетов. В случае других значений размеров плитки и пролета, приводятся зависимости в общем виде (точные либо приближенные). На стр. 8.60 приведена сводная таблица формул. По приближенным формулам можно быстро рассчитать усилия и перемещения. Если похожего варианта из приведенных нет, то примется ближайшая по характеру работы схема. Так, если пролет находится в пределах $V_n < L < 1,5 V_n$, то расчеты проводить по формулам как для схем 1, 2 выбирая максимальные значения, а в случае, если L находится в пределах $1,5 V_n < L < 2 V_n$, то расчеты проводить по формулам 3, 4.

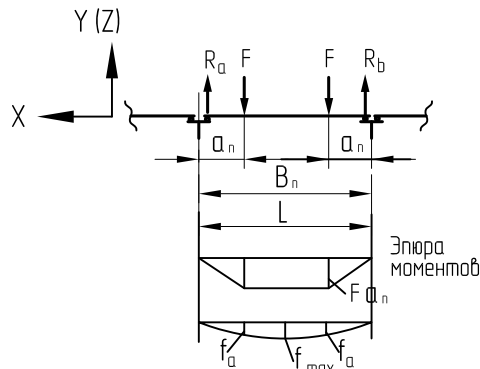
Если пролет $L > 2V_n$, то расчеты без больших погрешностей можно выполнять как для линейной равномерной нагрузки согласно методике определения усилий и перемещений для вертикальных направляющих.

В пограничных случаях, когда практически нет запаса по прочности и жесткости при расчетах, выполненных по приближенным формулам и при больших объемах горизонтальных профилей есть смысл в проведении точных расчетов с учетом реальных схем передачи нагрузки с помощью специальных расчетных программ.

Расчет горизонтальных профилей

Возможные варианты расчетных схем горизонтальных профилей.

1. Однопролетная при шаге стоек равным ширине плитки. Стык плитки совпадает с осью стойки.



Расчетные формулы:

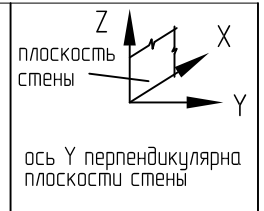
Проверка жесткости на кручение см. схему на стр. 851

Максимальный изгибающий момент

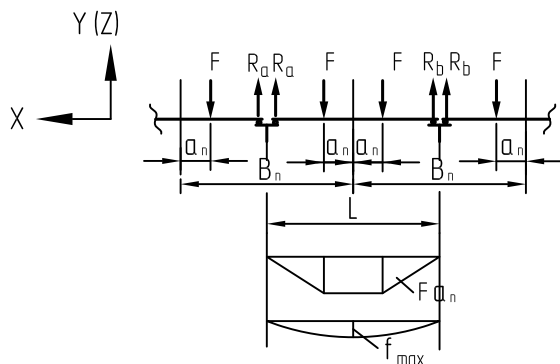
$$M = F \cdot a_n$$

Максимальный прогиб в центре

$$f_{\max} = \frac{F}{12EI} \left[\frac{3}{4} \cdot L^3 - (L - a_n)^3 - a_n^3 \right]$$



2. Однопролетная при шаге стоек равным ширине плитки. Стык плитки не совпадает с осью стойки.
Наиболее невыгодное загрузение реализуется в случае расположения стыка плиток в центре пролета.



Расчетные формулы:

Проверка жесткости на кручение см. схему на стр. 851

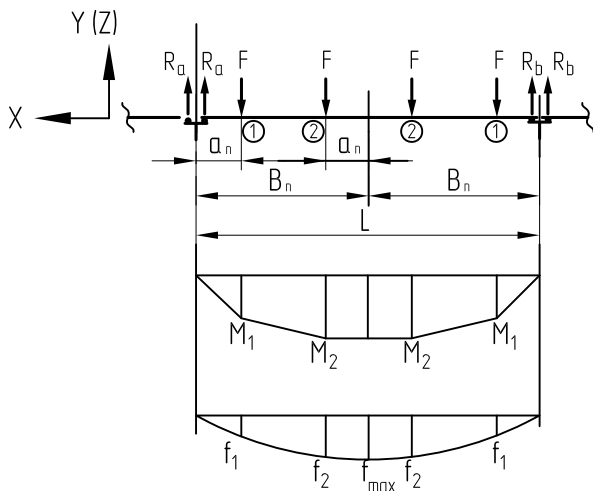
Максимальный изгибающий момент

$$M = F \cdot (L - 2a_n) / 2$$

Максимальный прогиб в центре

$$f_{\max} = \frac{F}{12EI} \left[\frac{3}{4} \cdot L^3 - \left(\frac{L}{2} + a_n \right)^3 - \left(\frac{L - 2a_n}{2} \right)^3 \right]$$

3. Однопролетная при шаге стоек равным удвоенной ширине плитки. Стык плитки совпадает с осью стойки.



Расчетные формулы:

Проверка жесткости на кручение см. схему на стр. 852

Изгибающий момент

$$M_1 = 2F \cdot a_n$$

Максимальный изгибающий момент

$$M_2 = 0,5F \cdot L$$

Таблица прогибов при единичных условиях. f_i (мм) при $F = 1\text{ кг}$ и $I = 1\text{ см}^4$ при модуле упругости алюминия равном 700000 кг/см^2

Для наиболее применяемых размеров $b_n = 600\text{ мм}$ $L_n = 1200\text{ мм}$

при- вязка аграфа a_n (мм)	Прогибы от единичн силы $F = 1\text{ кг}$ при $I = 1\text{ см}^4$ f_i (мм)		
	f_1	f_2	f_{\max}
50	-0,147	-1,137	-1,148
75	-0,233	-1,174	-1,198
100	-0,325	-1,201	-1,244
125	-0,419	-1,217	-1,284
150	-0,515	-1,223	-1,320

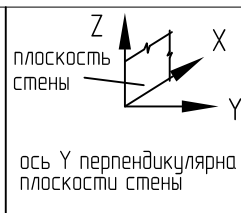
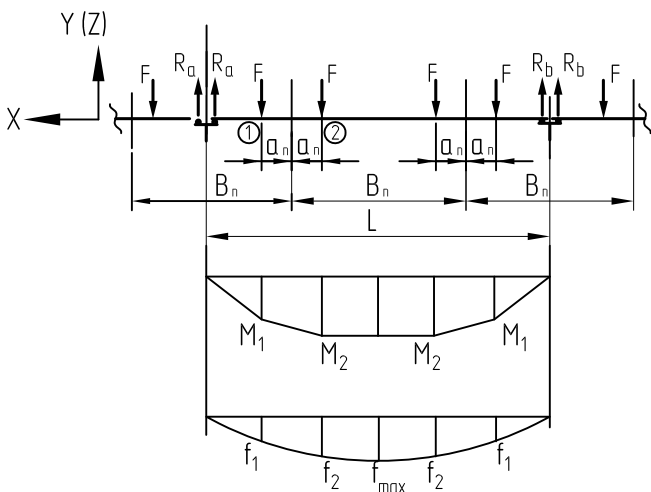
Упрощенный расчет максимального прогиба

$$f_{\max} = \left(0,15 \frac{a_n}{B_n} + 0,15 \right) \cdot \frac{a_n^3 \cdot L^4}{I}$$

Расчет горизонтальных профилей

Возможные варианты расчетных схем горизонтальных профилей.

4. Однопролетная при шаге стоек равным удвоенной ширине плитки. Центр плитки совпадает с осью стойки.



Расчетные формулы:

Проверка жесткости на кручение см. схему на стр. 852

Изгибающий момент $M_1 = 2F \cdot (B_n/2 - a_n)$

Максимальный изгибающий момент $M_2 = F \cdot B_n$

Таблица прогибов при единичных условиях. f_i (мм) при $F = 1\text{кг}$ и $l = 1\text{см}^4$ при модуле упругости алюминия равном $700000\text{кг}/\text{см}^2$

Для наиболее применяемых размеров $B_n = 600\text{мм}$ $L_n = 1200\text{мм}$

при- вязка аграфа a_n (мм)	Прогибы от единичн силы $F = 1\text{кг}$ при $l = 1\text{см}^4$ f_i (мм)		
	f_1	f_2	f_{max}
50	- 0,882	- 1,137	- 1,404
75	- 0,796	- 1,174	- 1,391
100	- 0,705	- 1,201	- 1,373
125	- 0,612	- 1,217	- 1,348
150	- 0,515	- 1,223	- 1,320

Упрощенный расчет максимального прогиба

$$f_{AB}^{\text{max}} = (0,21 - 0,074 \frac{a_n}{B_n}) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$$

q - линейная равномерно распределенная нормативная нагрузка q (кг/м)
 L - пролет между опорами l (м)
 I - момент инерции (см⁴)

5. Двухпролетная неразрезная при шаге стоек равным ширине плитки. Стык плитки совпадает с осью стойки.

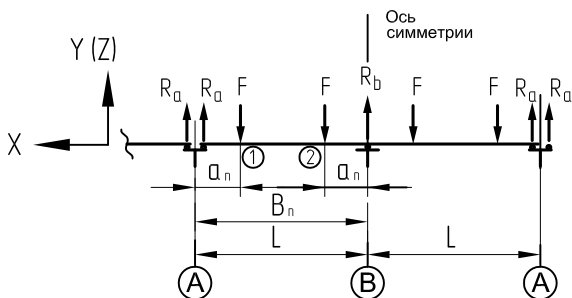


Таблица усилий и прогибов при единичных условиях. при $F = 1\text{кг}$ и $l = 1\text{см}^4$

Для наиболее применяемых размеров $B_n = L = 600\text{мм}$

при- вязка аграфа a_n (мм)	Моменты от единичн силы $F = 1\text{кг}$ m_i (кг*см)			Опорн. реакции от единичн силы $F = 1\text{кг}$ R_i (кг)		Прогибы f_i (мм) при $E=700000\text{кг}/\text{см}^2$ и единичных условиях $F = 1\text{кг}$; $l = 1\text{см}^4$		
	m_1	m_2	m_b	R_a	R_b	f_1	f_2	f_{max}
50	4,427	1,303	6,875	0,885	2,229	-0,0046	-0,0009	-0,0109
75	6,269	1,113	9,844	0,836	2,328	-0,0097	-0,0027	-0,0170
100	7,917	0,417	10,25	0,792	2,417	-0,0160	-0,0060	-0,0234
125	9,408	0,749	14,84	0,753	2,495	-0,0230	-0,0107	-0,0297
150	10,78	2,344	16,88	0,719	2,563	-0,0305	-0,0169	-0,0360

Эпюра моментов m_i (кг*см) при $F=1\text{кг}$

Эпюра прогибов f_i (мм) при $F=1\text{кг}$ и $l=1\text{см}^4$

Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на средней опоре)

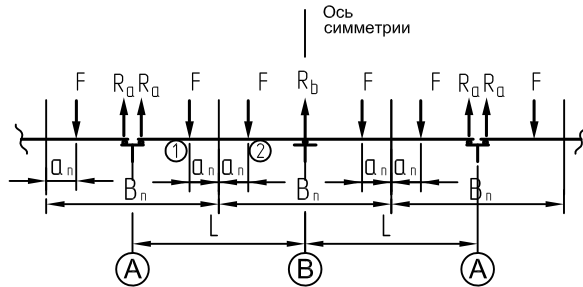
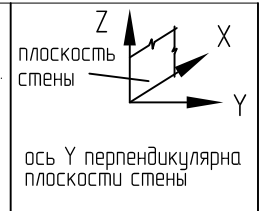
$$M_b = (0,5 \frac{a_n}{B_n} + 0,015) \cdot q \cdot L^2$$

Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба

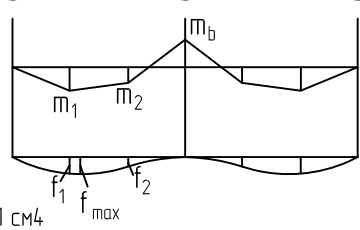
$$f_{\text{max}} = (0,352 \frac{a_n}{B_n} - 0,0042) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$$

Расчет горизонтальных профилей

6. Двухпролетная неразрезная при шаге стоек равным ширине плитки. Центр плитки совпадает с осью стойки.



Эпюра моментов M_i (кз*см) при $F=1$ кз



Эпюра прогибов f_i (мм) при $F=1$ кз и $l=1$ см⁴

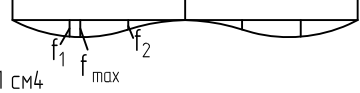


Таблица усилий и прогибов при единичных условиях. при $F = 1$ кз и $l = 1$ см⁴

При наиболее применяемых размерах $B_n = L = 600$ мм

при- вязка аграфа a_n (мм)	Моменты от единичн силы $F = 1$ кз M_i (кз*см)			Опорн. реакции от единичн силы $F = 1$ кз R_i (кз)		Прогибы f_i (мм) при $E=700000$ кз/см ² и единичных условиях $F = 1$ кз ; $l = 1$ см ⁴		
	M_1	M_2	M_b	R_a	R_b	f_1	f_2	f_{max}
50	15,88	12,24	21,88	0,635	2,729	-0,0545	-0,0469	-0,0547
75	14,59	9,316	21,09	0,648	2,703	-0,0503	-0,0396	-0,0510
100	13,33	6,667	20,00	0,667	2,667	-0,0445	-0,0317	-0,0469
125	12,08	4,329	18,59	0,690	2,620	-0,0378	-0,0240	-0,0418
150	10,78	2,344	16,88	0,719	2,563	-0,0305	-0,0169	-0,0360

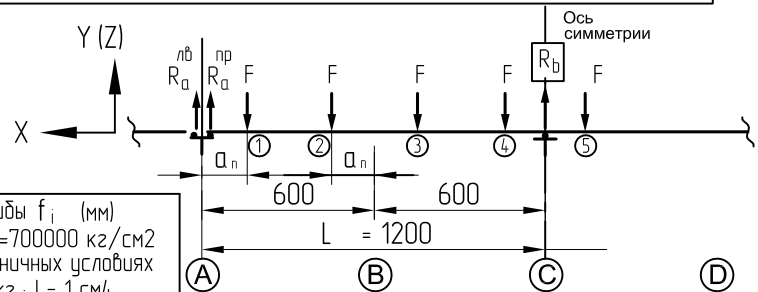
Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на средней опоре)

$$M_b = (0,206 - 0,25 \frac{a_n}{B_n}) \cdot q \cdot L^2$$

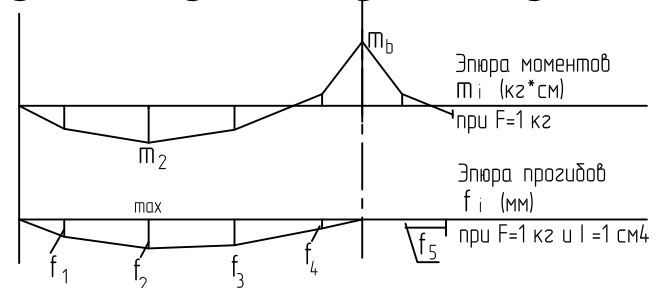
Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба

$$f_{max} = (0,15 - 0,26 \frac{a_n}{B_n}) \cdot \frac{q \cdot L^4}{l}$$

7. Двухпролетная неразрезная при шаге стоек равным удвоенной ширине плитки. Стык плитки совпадает с осью стойки. наиболее употребимая схема для плитки шириной 0,6 м и шаге вертикальных направляющих 1,2 м



при- вязка аграфа a_n (мм)	Моменты от единичн силы $F = 1$ кз M_i (кз*см)		Опорн. реакции от единичн силы $F = 1$ кз R_i (кз)		Прогибы f_i (мм) при $E=700000$ кз/см ² и единичных условиях $F = 1$ кз ; $l = 1$ см ⁴			
	M_2	M_b	R_a	R_b	f_1	f_2^{max}	f_3	f_4
50	36,22	51,88	1,568	4,864	0,0736	0,4919	0,4555	0,0085
75	36,00	54,84	1,543	4,915	0,1160	0,5080	0,4506	0,0196
100	36,05	57,50	1,521	4,958	0,1608	0,5216	0,4417	0,0352
125	36,31	59,84	1,501	4,997	0,2069	0,5317	0,4294	0,0552
150	36,80	61,88	1,484	5,031	0,2535	0,5383	0,4138	0,0794



Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на средней опоре)

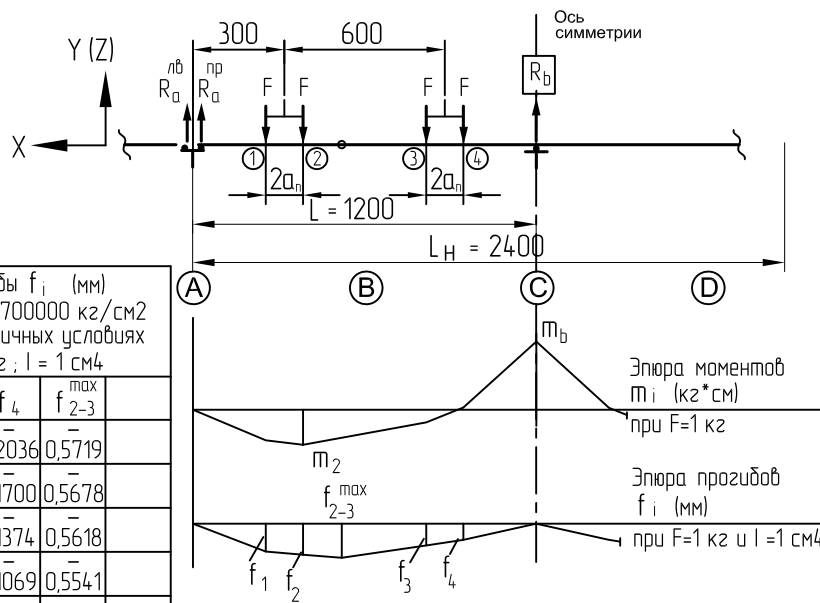
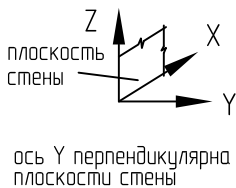
$$M_b = (0,125 \frac{a_n}{B_n} + 0,098) \cdot q \cdot L^2$$

Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба

$$f_{max} = (0,0403 \frac{a_n}{B_n} + 0,069) \cdot \frac{q \cdot L^4}{l}$$

Расчет горизонтальных профилей

8. Двухпролетная неразрезная при шаге стоек равным удвоенной ширине плитки. Центр плитки совпадает с осью стойки. Наиболее употребимая схема для плитки шириной 0,6 м и шаге вертикальных направляющих 1,2 м при расположении стыков в шахматном порядке.



при- вязка аграфа a _n (мм)	Моменты от единичн силы F = 1кг m _i (кг*см)		Опорн. реакции от единичн силы F = 1кг R _i (кг)		Прогибы f _i (мм) при E=700000 кг/см ² и единичных условиях F = 1кг ; I = 1 см ⁴		
	m ₂	m _b	R _a	R _b	f ₂	f ₄	f ₂₋₃ ^{max}
50	40,49	66,88	1,443	5,115	0,5242	0,2036	0,5719
75	32,61	66,09	1,449	5,102	0,5345	0,1700	0,5678
100	38,33	65,00	1,458	5,083	0,4911	0,1374	0,5618
125	37,48	63,59	1,470	5,060	0,5410	0,1069	0,5541
150	36,80	61,88	1,484	5,031	0,5383	0,0794	0,5383

Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на средней опоре)

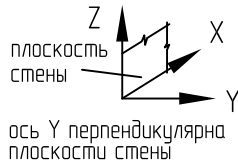
$$M_b = (0,145 - 0,063 \frac{a_n}{B_n}) \cdot q \cdot L^2$$

Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба

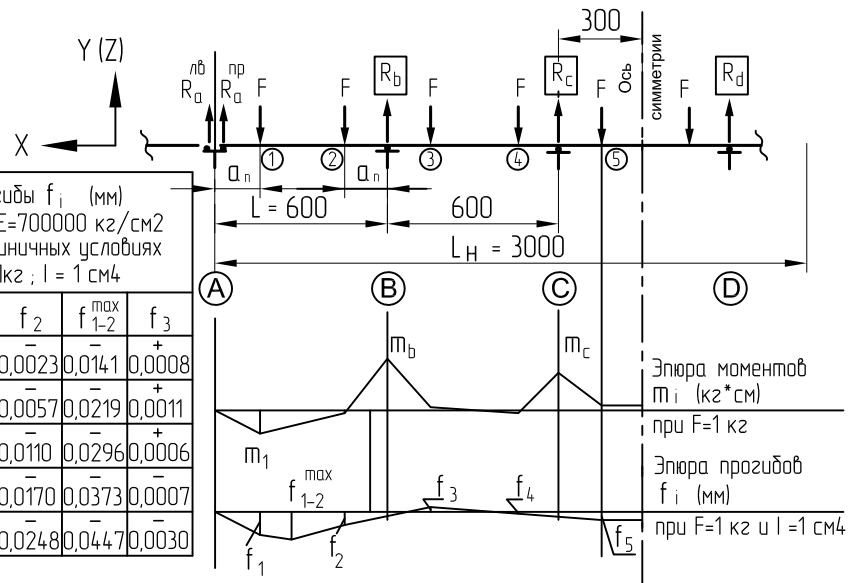
$$f_{max} = (0,086 - 0,028 \frac{a_n}{B_n}) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$$

Расчет горизонтальных профилей

9. Пятипролетная неразрезная при шаге стоек равным ширине плитки. Стык плитки совпадает с осью стойки. Наиболее употребимая схема для плитки шириной 0,6м и шаге вертикальных направляющих 0,6 м.



при- вязка аграфа a_n (мм)	Моменты от единичн силы $F = 1 \text{ кз } m_j (\text{кз} \cdot \text{см})$			Опорн. реакции от единичн силы $F = 1 \text{ кз } R_j (\text{кз})$			Прогибы f_i (мм) при $E=700000 \text{ кз/см}^2$ и единичных условиях $F = 1 \text{ кз}; l = 1 \text{ см}^4$			
	m_1	m_b	m_c	R_a^{np}	R_b	R_c	f_1	f_2	f_{1-2}^{max}	f_3
50	4,518	5,789	4,342	0,935	2,121	1,976	0,0055	0,0023	0,0141	0,0008
75	6,460	8,290	6,217	0,862	2,173	1,965	0,0115	0,0057	0,0219	0,0011
100	8,246	10,526	7,895	0,852	2,219	1,956	0,0190	0,0110	0,0296	0,0006
125	9,896	12,500	9,375	0,792	2,260	1,948	0,0280	0,0170	0,0373	0,0007
150	11,447	14,211	10,658	0,763	2,296	1,941	0,0365	0,0248	0,0447	0,0030



Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на второй опоре)

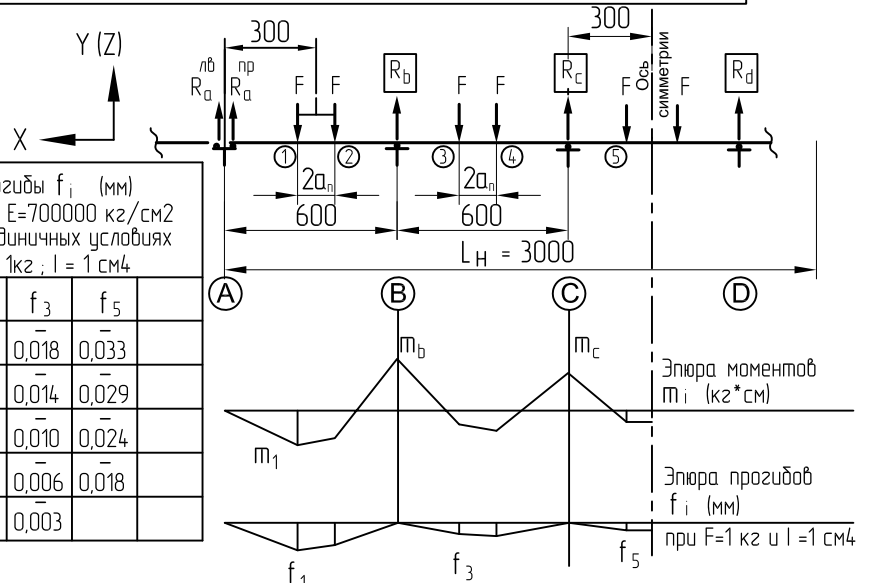
$$M_B = (0,422 \frac{a_n}{B_n} + 0,015) \cdot q \cdot L^2$$

Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба.

$$f_{max} = (0,428 \frac{a_n}{B_n} - 0,0028) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$$

10. Пятипролетная неразрезная при шаге стоек равным ширине плитки. Центр плитки совпадает с осью стойки. Наиболее употребимая схема для плитки шириной 0,6м и шаге вертикальных направляющих 0,6 м при расположении стыков в шахматном порядке.

при- вязка аграфа a_n (мм)	Моменты от единичн силы $F = 1 \text{ кз } m_j (\text{кз} \cdot \text{см})$			Опорн. реакции от единичн силы $F = 1 \text{ кз } R_j (\text{кз})$			Прогибы f_i (мм) при $E=700000 \text{ кз/см}^2$ и единичных условиях $F = 1 \text{ кз}; l = 1 \text{ см}^4$		
	m_1	m_b	m_c	R_a^{np}	R_b	R_c	f_1	f_3	f_5
50	17,33	18,42	13,82	0,693	2,384	1,923	0,066	0,018	0,033
75	15,83	17,76	13,32	0,704	2,370	1,926	0,061	0,014	0,029
100	14,39	16,84	12,63	0,719	2,351	1,930	0,054	0,010	0,024
125	12,93	15,66	11,74	0,719	2,351	1,930	0,045	0,006	0,018
150	11,45	14,21	10,66	0,763	2,296	1,941	0,036	0,003	



Упрощенная расчетная формула для максимального момента (на второй опоре)

$$M_B = (0,17 - 0,21 \frac{a_n}{B_n}) \cdot q \cdot L^2$$

Упрощенная расчетная формула для максимального прогиба.

$$f_{max} = (0,15 - 0,26 \frac{a_n}{B_n}) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$$

Расчет горизонтальных профилей

Частные формулы для быстрого определения усилий и перемещений в горизонтальных направляющих

	Описание расчетной схемы	Условное обозначение	Расчетные формулы	
			Максимальный изгибающий момент	Максимальный прогиб
1	Однопролетная. Пролет L равен ширине плитки B _n Стык плитки совмещен с осью стойки (опора гор. профиля)	1np (L=B _n)C	$M = F \cdot a_n$	$f_{max} = \frac{F}{12EI} \left[\frac{3}{4} \cdot L^3 - (L - a_n)^3 - a_n^3 \right]$ *
2	Однопролетная. Пролет L равен ширине плитки B _n Центр плитки совмещен с осью стойки	1np (L=B _n)P	$M = F \cdot (L - 2a_n) / 2$	$f_{max} = \frac{F}{12EI} \left[\frac{3}{4} \cdot L^3 - \left(\frac{L}{2} + a_n \right)^3 - \left(\frac{L}{2} - 2a_n \right)^3 \right]$ *
3	Однопролетная. Пролет L равен двойной ширине плитки B _n Стык плитки совмещен с осью стойки (опора гор. профиля)	1np (L=2B _n)C	$M = 0,5F \cdot L_H$	$f_{max} = \left(0,15 \frac{a_n}{B_n} + 0,15 \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
4	Однопролетная. Пролет L равен двойной ширине плитки B _n Центр плитки совмещен с осью стойки	1np (L=2B _n)P	$M = F \cdot B_n$	$f_{AB}^{max} = \left(0,21 - 0,074 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
5	Двухпролетная Пролет L равен ширине плитки B _n Стык плитки совмещен с осью стойки (опора гор. профиля)	2np (L=B _n)C	$M_B = \left(0,5 \frac{a_n}{B_n} + 0,015 \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,352 \frac{a_n}{B_n} - 0,0042 \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
6	Двухпролетная Пролет L равен ширине плитки B _n Центр плитки совмещен с осью стойки	2np (L=B _n)P	$M_B = \left(0,206 - 0,25 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,15 - 0,26 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
7	Двухпролетная Пролет L равен двойной ширине плитки B _n Стык плитки совмещен с осью стойки	2np (L=2B _n)C	$M_B = \left(0,125 \frac{a_n}{B_n} + 0,098 \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,0403 \frac{a_n}{B_n} + 0,069 \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
8	Двухпролетная Пролет L равен двойной ширине плитки B _n Центр плитки совмещен с осью стойки	2np (L=2B _n)P	$M_B = \left(0,145 - 0,063 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,086 - 0,028 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
9	Трех- и более пролетная схема Пролет L равен ширине плитки B _n Стык плитки совмещен с осью стойки	3>np (L=B _n)C	$M_B = \left(0,422 \frac{a_n}{B_n} + 0,015 \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,428 \frac{a_n}{B_n} - 0,0028 \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$
10	Трех- и более пролетная схема Пролет L равен ширине плитки B _n Центр плитки совмещен с осью стойки	3>np (L=B _n)P	$M_B = \left(0,17 - 0,21 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot q \cdot L^2$	$f_{max} = \left(0,15 - 0,26 \frac{a_n}{B_n} \right) \cdot \frac{q \cdot L^4}{I}$

 Точные формулы. приближенные формулы

- M – изгибающий момент в (кгм)
- F – точечная сила, действующая на аграф в (кг)
- L – пролет горизонтального профиля (шаг вертикаль направляющих) в (м)
- B_n – ширина плитки в (м)
- a_n – привязка аграфа к краю плитки в (м)
- I – момент инерции горизонтального профиля в (см⁴)

- qⁿ – нормативная линейная равномерная нагрузка в (кг/м)
- q – расчетная линейная равномерная нагрузка в (кг/м)
- f – величина прогиба

Для всех приближенных формул определения прогиба, размерность прогиба получается в (мм). При этом модуль упругости для алюминия, равный 700000 кг/см² уже учтен в числовых коэффициентах.

* При определении прогибов по первым двум формулам принимать E – в кг/см²; I – в см⁴; F – в кг; L, a_n, f_{max} – в см.

Расчет горизонтальных профилей

Пример расчета горизонтального профиля.

Исходные данные: Ветровой район – 3. Высота от уровня земли – 15 м. Размеры керамогранитной плитки 600 x 600 x 12 мм.

Система крепления – скрытое точечное на кайлах. Привязка крепления к краю плитки – 100 мм.

Рассмотрим два варианта шага вертикальных направляющих – 0,6 м и 1,2 м. Раскладку плит примем для случая, когда стык плит совпадает с осью вертикальной направляющей, т.е. с опорой для горизонтального профиля.

Для заданных условий имеем:

Расчетная (нормативная) плоскостная ветровая нагрузка – напор в центральной части здания – $p = 98 \text{ кз/м}^2$ $p^n = 70 \text{ кз/м}^2$
 – отсос в центральной части здания – $p = -98 \text{ кз/м}^2$ $p^n = 70 \text{ кз/м}^2$
 – отсос в угловой части здания – $p = -180 \text{ кз/м}^2$ $p^n = 129 \text{ кз/м}^2$

Расчетная (нормативная) плоскостная нагрузка от собственного веса керамогранитных плит с учетом гололедной–

$$p_z = 2500 \times 0,012 \times 1,2 + 8 \times 1,3 = 46,4 \text{ кз/м}^2 \quad (p_z^n = 2500 \times 0,012 + 8) = 38 \text{ кз/м}^2$$

Здесь: 2500 кз/м³ – принимаемый удельный вес керамогранита.

0,012 м – принимаемая толщина керамогранита.

8 кз/м² – нормативная гололедная нагрузка.

1,2 – коэффициент перегрузки для собственного веса плитки.

1,3 – коэффициент перегрузки для гололедной нагрузки.

Расчетная (нормативная) линейная ветровая нагрузка с учетом, что высота плитки равна 0,6м –

$$\begin{aligned} & \text{– напор в центральной части здания – } q = 98 \times 0,6 = 59 \text{ кз/м} & q^n = 42 \text{ кз/м} \\ & \text{– отсос в центральной части здания – } q = -98 \times 0,6 = -59 \text{ кз/м} & q^n = -42 \text{ кз/м} \\ & \text{– отсос в угловой части здания – } q = -180 \times 0,6 = -108 \text{ кз/м} & q^n = -77 \text{ кз/м} \end{aligned}$$

Расчетная (нормативная) линейная нагрузка от собственного веса с учетом гололедной

$$q_z = p_z \times h = 46,4 \times 0,6 = 28 \text{ кз/м.} \quad q_z^n = p_z^n \times h = 38 \times 0,6 = 23 \text{ кз/м.}$$

Расчетная (нормативная) точечная ветровая нагрузка на аграфы, с учетом, что ветровую нагрузку с одной плитки воспринимают четыре аграфа.

$$F = p \times V_n \times H_n / 4 \quad (p^n \times V_n \times H_n / 4)$$

напор в центральной части здания – $F = 98 \times 0,6 \times 0,6 / 4 = 8,8 \text{ кз}$ $F^n = 6,3 \text{ кз}$

отсос в центральной части здания – $F = -98 \times 0,6 \times 0,6 / 4 = -8,8 \text{ кз}$ $F^n = -6,3 \text{ кз}$

отсос в угловой части здания – $F = -180 \times 0,6 \times 0,6 / 4 = -16,2 \text{ кз}$ $F^n = -11,6 \text{ кз}$

Расчетная (нормативная) точечная нагрузка на аграфы от веса облицовки, с учетом, что вес облицовки с гололедом воспринимают два верхних аграфа.

$$F_z = p_z \times V_n \times H_n / 2 \quad (p_z^n \times V_n \times H_n / 2) \quad F_z = 46,4 \times 0,6 \times 0,6 / 2 = 8,4 \text{ кз.} \quad F_z^n = 6,8 \text{ кз.}$$

При шаге вертикальных направляющих 0,6 м и длине горизонтальной направляющей 3м будем иметь вариант пятипролетной схемы. (Схема 9)

Проверяем условие жесткости на кручение согласно требованиям норм ЕТА-05/0266 (см. лист 8.51)

$$I_k \geq \frac{Qz \cdot e \cdot a_n \cdot c}{27000} \quad I_k \geq \frac{6,8 \times 1,5 \times 10 \times 6,2}{27000} = 0,023 \text{ см}^4$$

Требуемый параметр меньше, чем момент инерции на кручение горизонтального профиля, равного 0,156 см⁴

На стр [8.53](#) приведены готовые табличные данные по требуемым моментам инерции на кручение горизонтального профиля.

Расчет горизонтальных профилей

Расчет прочности горизонтального профиля.

В данном расчете не приводится составляющая напряжений от бимоментов, действие бимоментов учитывается снижением допускаемых расчетных напряжений.

Максимальные изгибающие моменты от ветровой нагрузки и собственного веса определяются по таблице на листе 8.60 для схемы 9.

Момент от действия ветровой нагрузки в плоскости Y (перпендикулярно плоскости стены) $M_y = m_1 \times F$

В центральной части здания при ветровом напоре $M_y = 10,53 \times 6,3 = 66,3$ (кгсм)

В центральной части здания при ветровом отсосе $M_y = 10,53 \times (-6,3) = -66,3$ (кгсм)

В угловой части здания при ветровом отсосе $M_y = 10,53 \times (-11,6) = -122$ (кгсм)

$M_z = m_1 \times F_z$

Момент от действия собственного веса и гололеда в плоскости Z (в плоскости стены)

$M_z = 10,53 \times 8,4 = 88,4$ (кгсм)

макс. нормальные напряжения (сжатия) для горизонтального профиля согласно схеме 9 возникают в точке 1 от совместного действия ветрового отсоса и действия собственного веса.

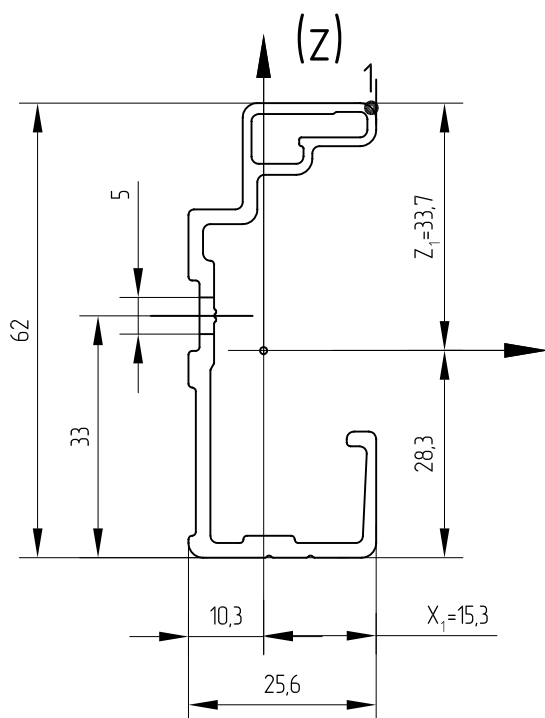
$$\sigma = - \frac{M_y \cdot X_1}{I_Y^{net}} - \frac{M_z \cdot Z_1}{I_X^{net}} \leq R \cdot \gamma_c$$

Здесь M_y момент от действия ветрового отсоса

M_z момент от действия веса облицовки

$I_Y^{net}; I_X^{net}$ моменты инерции соответственно таблице на листе 8.50

$X_1; Z_1$ расстояния от центра тяжести до точки 1



В центральной части здания

$$\sigma = - \frac{66,3 \cdot 1,53}{1,95} - \frac{88,4 \cdot 3,37}{13,5} = - 74,1 \text{ (кг/см}^2 \text{)}$$

В угловой части здания

$$\sigma = - \frac{122 \cdot 1,53}{1,95} - \frac{88,4 \cdot 3,37}{13,5} = - 117,8 \text{ (кг/см}^2 \text{)}$$

Как видно, напряжения значительно ниже допускаемых.

Определение прогибов.

Прогибы в горизонтальной плоскости от действия ветровой нагрузки

С помощью табличных данных на листе 8.60 для схемы 9.

при ветровом отсосе в центре здания $f_{1-2}^{max} = 0,0296 \times F^N / I_y = 0,0296 \times 6,3 / 2,95 = 0,10$ (мм)

при ветровом отсосе в центре здания $f_{1-2}^{max} = 0,0296 \times 11,6 / 2,95 = 0,18$ (мм)

Жесткость профиля также обеспечивается с большим запасом.

Расчет горизонтальных профилей

Расчет горизонтального профиля для тех же условий, но при шаге вертикальных направляющих 1,2 м.

Согласно схеме 7 на листе 8.58

Момент от действия ветровой нагрузки в плоскости Y (перпендикулярно плоскости стены) $M_y = m_1 \times F$

В центральной части здания при ветровом отсосе $M_y = 57,5 \times (-6,3) = -362$ (кгсм)

В угловой части здания при ветровом отсосе $M_y = 57,5 \times (-11,6) = -667$ (кгсм)

Момент от действия собственного веса и гололеда в плоскости Z (В плоскости стены)

$$M_z = 57,5 \times 8,4 = 483 \text{ (кгсм)}$$

Максимальные напряжения в профиле, по аналогии с расчетами на листе 8.63

В центральной части здания

$$\sigma = - \frac{362 \cdot 1,53}{1,95} - \frac{483 \cdot 3,37}{13,5} = - 405 \text{ (кг/см}^2 \text{)}$$

В угловой части здания

$$\sigma = - \frac{667 \cdot 1,53}{1,95} - \frac{483 \cdot 3,37}{13,5} = - 644 \text{ (кг/см}^2 \text{)}$$

Как видно и в угловой зоне прочность профиля обеспечивается с достаточным запасом.

Проверка жесткости.

Прогибы в горизонтальной плоскости от действия ветровой нагрузки

С помощью табличных данных на листе 8.58 для схемы 7.

при ветровом отсосе в центре здания $f_2^{\max} = 0,52 \times F^n / l_y = 0,52 \times 6,3 / 1,95 = 1,7$ (мм)

при ветровом отсосе в углах здания $f_2^{\max} = 0,52 \times F^n / l_y = 0,52 \times 11,6 / 1,95 = 3,1$ (мм)

Жесткость в горизонтальной плоскости обеспечивается, так как допустимый прогиб, равный $1/200l = 6$ мм, больше расчетного.

Прогибы в вертикальной плоскости от действия веса облицовки.

$$f_z^{\max} = 0,52 \times F_z^n / l_y = 0,52 \times 6,8 / 13,5 = 0,27 \text{ (мм)}$$

Жесткость в вертикальной плоскости обеспечивается, так как допустимый прогиб из условия регулировки по вертикали составляет 3мм

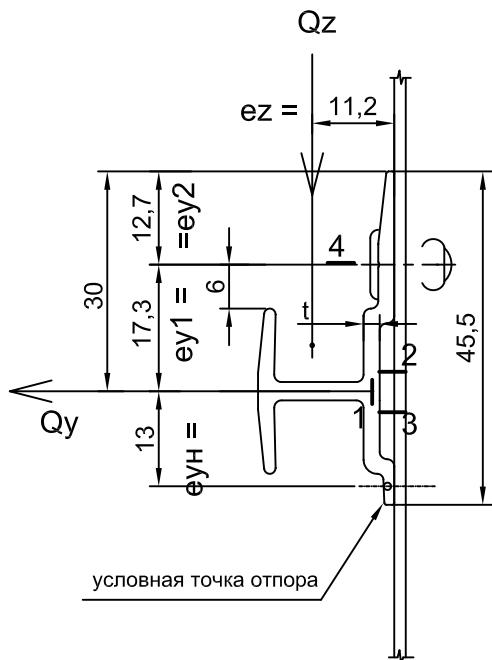
Как видно из расчетов, прочности и жесткости горизонтального профиля достаточно для использования шага вертикальных стоек 1,2м. При этом расход металла на 1 м² стены снижается.

Требование жесткости на кручение при шаге 1,2м выполняется согласно таблице схемы 2 на листе 8.53.

Расчет горизонтальных профилей

Расчетная схема для поперечного сечения профиля в приопорных зонах.

Нормативная нагрузка для камня толщиной 20 мм принята 60 кг/м²
 Погонная вертикаль нормативн при высоте плиты 0,6 м равна Qz = 60*0,6= 0,36 кг/м



$M_{a-a} = Qz \cdot ez$
 $R_b = R_b = M_{a-a} / 2 \cdot ey$

Принятые обозначения:

- P_z^n - вертикальная нормативная нагрузка от веса плиты (кг/м²)
- P_y^n - горизонтальная нормативная ветровая нагрузка (кг/м²)
- h - высота плиты (м)
- B - шаг вертикальных направляющих (м)
- $ez, ey1, ey2$ - эксцентриситеты приложения нагрузок согласно чертежа (м)
- q_z^n - погонная нормативная вертикальная нагрузка (кг/м) $q_z^n = P_z^n \cdot h$
- q_y^n - погонная нормативная горизонтальная нагрузка (кг/м) $q_y^n = P_y^n \cdot h$
- Q_z^n - вертикальная нагрузка в зоне крепления (кг) $Q_z^n = P_z^n \cdot h \cdot B$
- Q_y^n - горизонтальная нагрузка в зоне крепления (кг) $Q_y^n = P_y^n \cdot h \cdot B$
- Q_z - вертикальная расчетная нагрузка в зоне крепления (кг) $Q_z = Q_z^n \cdot K_{сб}$
- Q_y - горизонтальная расчетная нагрузка в зоне крепления (кг) $Q_y = Q_y^n \cdot K_b$

Принятые расчетные схемы для поперечного сечения профиля в приопорных зонах для определения вырывающего усилия на заклепку и отхода стыка плит в точке А при действии ветрового отсоса (работа сечения по схеме 2)

При отсутствии защемления полки направляющ в пазу камня

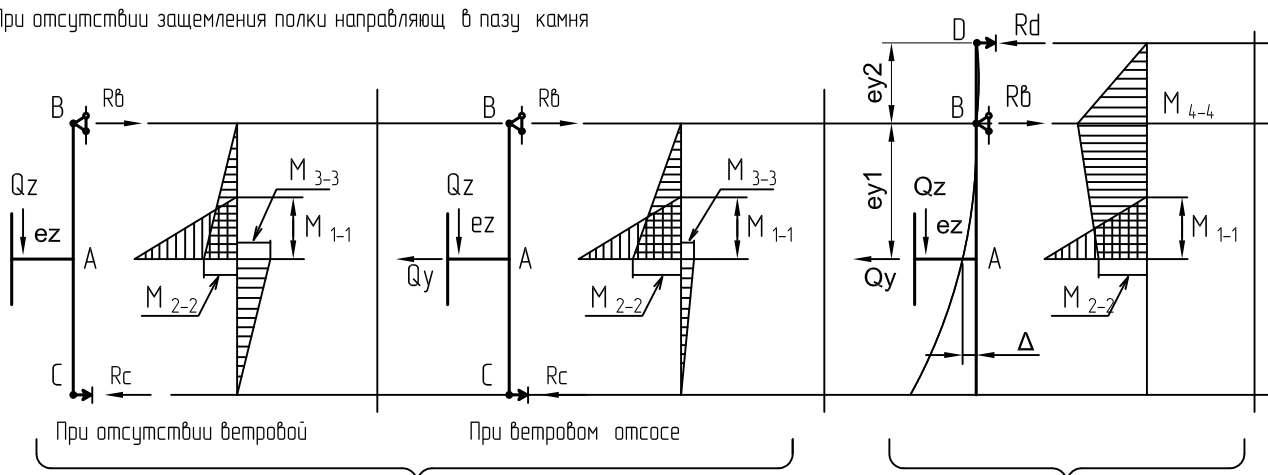


Схема 1. Момент от вертикальной нагрузки превышает момент от горизонтальной. (В точке С прижимающее усилие)

Схема 2. Момент от горизонтальной нагрузки превышает момент от вертикальной (В точке С отрывающее усилие)

Условие перехода со схемы 1 на схему 2

$Q_y \cdot ey1 > Q_z^n \cdot ez$ или $P_y \cdot h \cdot B \cdot ey1 > P_z^n \cdot h \cdot B \cdot ez$

Предельная расчетная ветровая нагрузка для схемы 1.

$P_{y1} < P_z^n \cdot ez / ey1$

Усилие отрыва заклепки при работе по схеме 1

$N_{з1} = \frac{R_b}{n_з} = \frac{Q_y \cdot ey_n + Q_z \cdot ez}{n_з (ey_n + ey1)} = \frac{P_y \cdot h \cdot B \cdot ey_n + P_z \cdot h \cdot B \cdot ez}{n_з (ey_n + ey1)}$

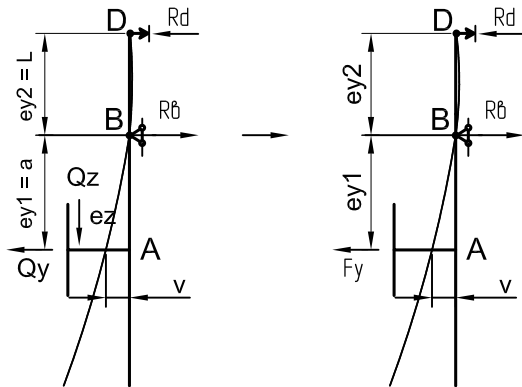
Усилие отрыва заклепки при работе по схеме 2

$N_{з2} = \frac{R_b}{n_з} = \frac{Q_y \cdot (ey1 + ey2) - Q_z \cdot ez}{n_з \cdot ey1}$

Геометрические характеристики сечений направляющих.

Примерный расчет отгиба (отхода профиля) от вертикальной направляющей при действии ветрового отсоса.

Прибедение схемы к эквивалентному виду нагружения



Учет пригружающего действия от веса плит

$$F_y = (Q_y \cdot e_{y1} - Q_z \cdot e_z) / e_{y1}$$

$$e_{y1} = a \quad e_{y2} = L$$

Перемещения точки А под действием силы F_y

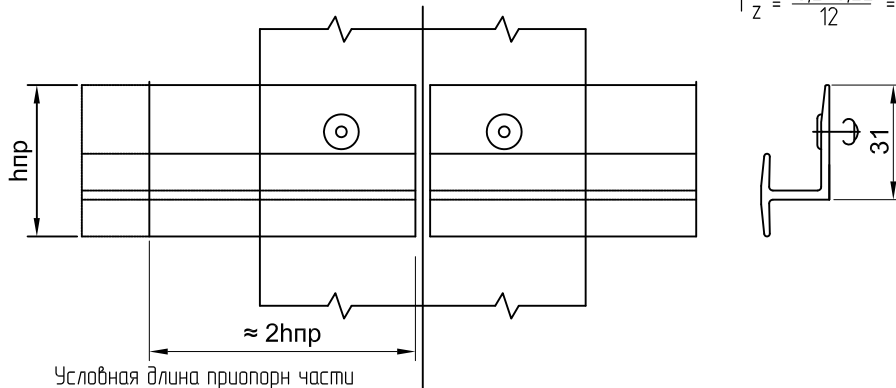
$$v = \frac{F_y}{6 \cdot E I_z} \left[aL(a+L) - \frac{a(a+L)^3}{L} + \frac{(a+L)a^3}{L} \right]$$

Момент инерции условной приопорной части сечения

$$I_z = \frac{b \cdot t^3}{12} \quad \text{здесь } b = 2h_{np} \text{ согласно нижеприведенной схеме.}$$

для данного профиля $b = 62 \text{ мм}$ $t = 2,2 \text{ мм}$

$$I_z = \frac{6,2 \cdot 0,22^3}{12} = 0,0055 \text{ см}^4$$



Условная длина приопорной части при работе на отгиб от силы F_y

Ветровая нагрузка при которой происходит переход на схему 2.

$$P_{y1} > P_z^n \cdot e_z / e_{y1} = 60 \cdot 1,12 / 1,73 = 39 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

При высоте трех этажей (примерно 10м) ветровая нагрузка на отрыв в пятом ветровом районе согласно таблице ветровых нагрузок расчетная в центральной части здания $P_y = 138 \text{ кг/м}^2$ в угловой части здания $P_y = 252 \text{ кг/м}^2$

Вырывающее усилие на заклепку согласно формуле

$$N_{з2} = \frac{R_b}{n_з} = \frac{Q_y \cdot (e_{y1} + e_{y2}) - Q_z \cdot e_z}{n_з \cdot e_{y2}} = \frac{P_y \cdot h \cdot B \cdot (e_{y1} + e_{y2}) - P_z \cdot h \cdot B \cdot e_z}{n_з \cdot e_{y2}}$$

Для центральной части здания: $N_{з2} = \frac{138 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot (1,85 + 1,25) - 60 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,1}{2 \cdot 1,27} = 51,3 \text{ (кг)}$

Для угловой части здания: $N_{з2} = \frac{252 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot (1,73 + 1,27) - 60 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,1}{2 \cdot 1,27} = 97,8 \text{ (кг)}$

Усилие F_y для центральной зоны: $F_y = \frac{138 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,85 - 60 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,1}{1,85} = 36,8 \text{ (кг)}$

Усилие F_y для угловой зоны: $F_y = \frac{252 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,85 - 60 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,1}{1,85} = 77,8 \text{ (кг)}$

Перемещения точки А под действием силы F_y для центральной зоны:

$$v = \frac{36,8}{6 \cdot 700000 \cdot 0,0055} \cdot \left[1,85 \cdot 1,25 \cdot (1,85 + 1,25) - \frac{1,85 \cdot (1,85 + 1,25)^3}{1,25} + \frac{(1,85 + 1,25) \cdot 1,85^3}{1,25} \right] = \frac{36,8}{6 \cdot 700000 \cdot 0,0055} \cdot (-21) = -0,033 \text{ (см)}$$

Перемещения точки А под действием силы F_y для угловой зоны:

$$v = \frac{77,8}{6 \cdot 700000 \cdot 0,0055} \cdot \left[1,85 \cdot 1,25 \cdot (1,85 + 1,25) - \frac{1,85 \cdot (1,85 + 1,25)^3}{1,25} + \frac{(1,85 + 1,25) \cdot 1,85^3}{1,25} \right] = \frac{77,8}{6 \cdot 700000 \cdot 0,0055} \cdot (-21) = -0,071 \text{ (см)}$$

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 бортика (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 – алюминиевый сплав А1А/ стержень – сталь коррозионностойкая А2							
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

