

**АЛЬБОМ**  
**технических решений системы**  
**навесных вентилируемых фасадов**  
**СИАЛ Г-О-Т-К-Км**

КРАСНОЯРСК  
2016



Утверждаю  
Генеральный директор  
ООО «ЛПЗ «Сегал»

Л.А.Киселев

2016 г.



## АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

СИСТЕМА НАВЕСНЫХ  
ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ "СИАЛ"  
ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ КЕРАМОГРАНИТОМ  
С ВИДИМЫМ КРЕПЛЕНИЕМ  
НА СТАЛЬНЫЕ КЛЯММЕРЫ

**СИАЛ Г-О-Т-К-Км**

**Разработано:**

отдел генерального конструктора  
систем СИАЛ ООО "ЛПЗ "Сегал"

**Генеральный конструктор систем СИАЛ**

С.Ф.Ворошилов

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'С.Ф. Ворошилов', written over a horizontal line.

"20" 12 2016 г.

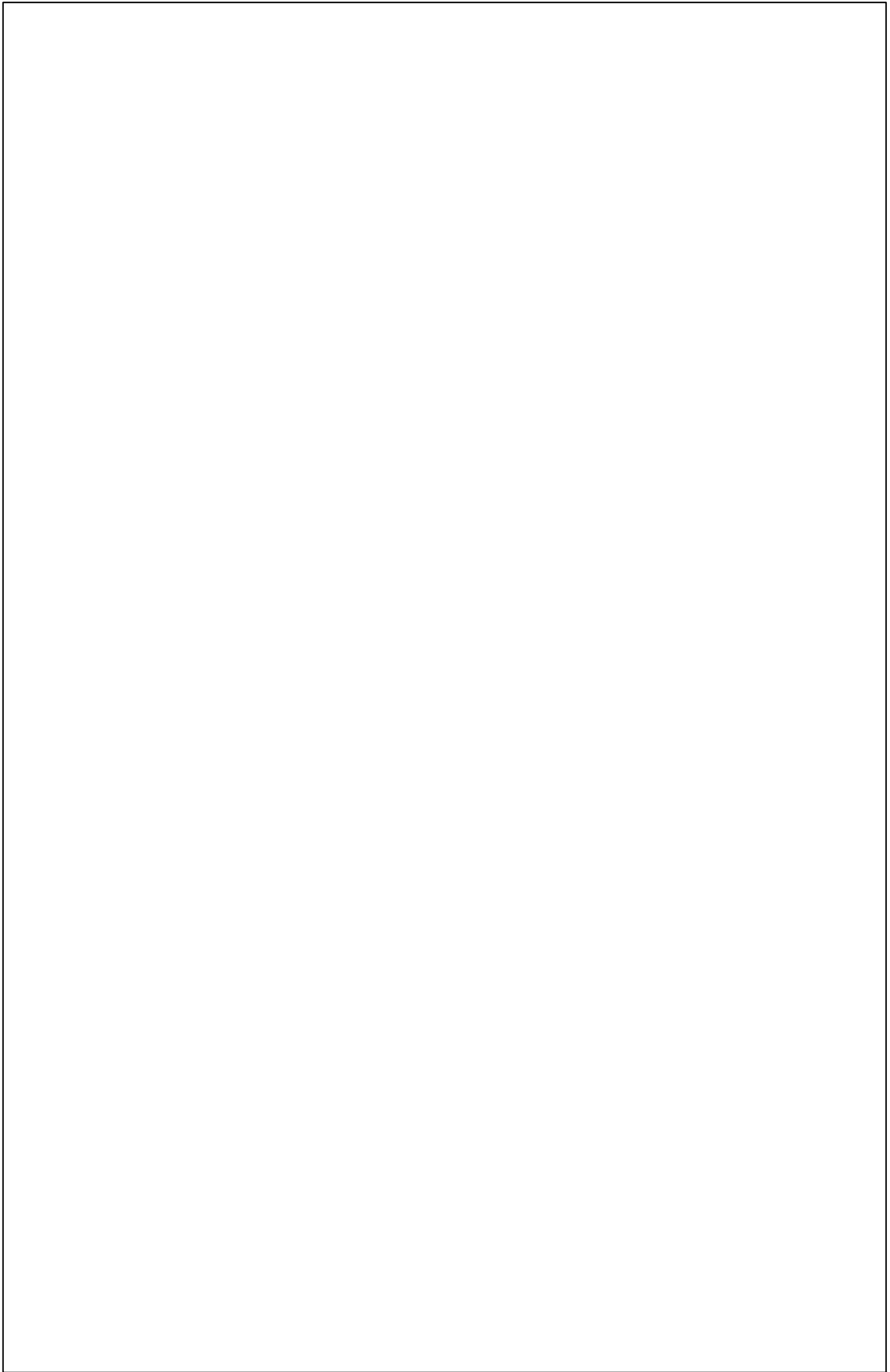
КРАСНОЯРСК, 2016





# СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ
2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ, ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ  
КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ Г-О-Т-К-Км"
3. АЛЮМИНИЕВЫЕ ДЕТАЛИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ  
Г-О-Т-К-Км"
4. СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ КЕРАМОГРАНИТНЫХ ПЛИТ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ Г-О-Т-К-Км"
5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ Г-О-Т-К-Км"
6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
7. РАСЧЕТЫ
8. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
9. ПРИЛОЖЕНИЕ 1  
Письмо ФГУ "ФЦС"



# 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

## СНВФ "СИАЛ"

### Основные положения установки СНВФ.

Системы навесных вентилируемых фасадов (СНВФ) являются по своим физико-строительным параметрам наиболее эффективными многослойными системами. Соблюдение технических решений, разработанных для установки СНВФ "СИАЛ", позволяет максимально увеличить эксплуатационный ресурс здания, исключить затраты на ремонт и техническое обслуживание фасада.

### Особенности СНВФ:

- за счет разделения функции облицовки, утеплителя и несущей конструкции достигается полная защита здания от неблагоприятных погодных факторов;
- точка росы выносится за пределы несущих стен, влага, проникающая из стен в утеплитель, быстро и без остатка отводится циркулирующим воздушным потоком;
- температурные нагрузки несущих стен почти полностью исключены, потери тепла зимой, а также перегрев летом значительно снижаются.

### Преимущества СНВФ "СИАЛ":

- быстрый монтаж без предварительного ремонта старой стены;
- отсутствие мокрых процессов, что дает возможность проводить монтажные работы в любое время года;
- возможность произвести локальный ремонт быстро, с минимальными затратами устранять последствия вандализма, аварий и т.п.;
- классификация по огнестойкости согласно российским стандартам позволяет использовать СНВФ "СИАЛ", соблюдая все нормы пожарной безопасности, в том числе на химических заводах, автозаправочных станциях, аэропортах, железнодорожных вокзалах и других городских объектах;
- отсутствие резонанса и способность ослаблять вибрацию позволяет не применять дополнительной шумоизоляции;
- возможность привести здание в соответствие новым строительным нормам по энергосбережению (СНиП).

Монтажные работы по установке СНВФ "СИАЛ" не представляют сложности для подготовленных специалистов.

Монтаж СНВФ "СИАЛ" необходимо проводить в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации навесных вентилируемых фасадов систем "СИАЛ" **ИМЭ.00.02.2013.**

Специалисты ООО "СИАЛМЕТ" осуществляют:

- проектирование;
- квалифицированный монтаж;
- шеф-монтаж;
- стажировку инженеров и монтажников других организаций на своих строящихся объектах.

1.1 Конструкция системы "СИАЛ Г-О-Т-К-Км" предназначена для устройства облицовки фасадов зданий и других строительных сооружений керамогранитными плитами с видимым креплением и утеплением стен с наружной стороны в соответствии с требованиями норм по тепловой защите зданий.

1.2 Конструкция состоит из несущих элементов каркаса - прессованных профилей из алюминиевых сплавов по ГОСТ 22233-2001 или ГОСТ 8617-81, утеплителя, крепежных изделий и облицовочных плит.

Основные несущие элементы каркаса Г-образные кронштейны, устанавливаемые на строительном основании (стене) с помощью анкерных дюбелей или анкеров, а также вертикальные направляющие, к которым крепятся керамогранитные плиты. Необходимый вылет вертикальных направляющих от стены обеспечивают кронштейны и удлинители кронштейнов.

При наличии требований по теплоизоляции на строительном основании (стене) устанавливают теплоизоляционные изделия (минераловатные плиты), закрепляемые с помощью тарельчатых дюбелей.

При необходимости на внешней поверхности слоя теплоизоляции плотно закрепляют с помощью тех же тарельчатых дюбелей защитную паропроницаемую мембрану. Наличие большинства паропроницаемых мембран предусматривает установку на фасаде здания стальных горизонтальных противопожарных отсеков, толщиной не менее 0,55 мм, для защиты от падающих горящих капель мембраны.

Крепежные элементы, используемые в системе: заклепки, анкера, тарельчатые дюбели, винты самонарезающие.

Керамогранитные плиты крепят к несущим вертикальным направляющим с помощью стальных кляммеров.

Система "СИАЛ Г-О-Т-К-Км" содержит детали примыкания к проемам, углам, цоколю, крыше и другим участкам зданий.

#### 1.2.1 Несущие элементы каркаса:

- система навешивается на строительное основание (стену) с помощью Г-образных рядовых опорных и несущих, а также угловых опорных и несущих кронштейнов. Для межэтажного крепления системы, только к плитам перекрытий, применяются усиленные Г - образные несущие кронштейны с адаптером.

Рядовая система предусматривает жесткое крепление вертикальных направляющих с помощью заклепок к несущим кронштейнам для фиксации их по высоте, а крепление к опорным кронштейнам производится с помощью заклепок через вертикальные пазы, что обеспечивает компенсацию температурных деформаций направляющих. Каждый несущий и опорный кронштейн удерживается на основании одним анкером; между основанием (стеной) и примыкающим к стене участком кронштейна устанавливается термоизолирующая прокладка из полиамида.

Межэтажная система предполагает совмещенную функцию кронштейна - жесткое крепление одной вертикальной направляющей и подвижное крепление другой. Достигается это с помощью адаптера, позволяющего закрепить одну направляющую жестко заклепками и обеспечить подвижное соединение другой направляющей через специальные зацепы в нем.

Рядовая система обладает достаточной механической прочностью для восприятия динамических нагрузок интенсивностью 9 баллов по сейсмической шкале MSK-64 и может использоваться для зданий различного назначения на площадках сейсмичностью 9 баллов по шкале MSK-64.

Межэтажная система обладает достаточной механической прочностью для восприятия динамических нагрузок интенсивностью 7 баллов по сейсмической шкале MSK-64 и может использоваться для зданий различного назначения на площадках сейсмичностью 7 баллов по шкале MSK-64.

#### 1.2.2. Теплоизолирующий слой:

- в системе применяют однослойное или двухслойное утепление.

- толщина теплоизолирующего слоя определяется теплотехническим расчетом конструкции стенового ограждения в проекте на строительство сооружения в соответствии с СП 50.13330.2012.

- на поверхности утеплителя, если это требуется расчетом, плотно крепится гидроветрозащитная паропроницаемая мембрана; решение о применении (или не применении) мембраны принимают проектная организация и заказчик системы в каждом конкретном случае с учетом множества факторов; при применении кэшированных теплоизоляционных плит дополнительное

применение гидроветрозащитной паропроницаемой мембраны не допускается.

### 1.2.3 Облицовочные плиты.

В качестве облицовки в системе применяют керамогранитные плиты, которые крепят к вертикальным направляющим с помощью стальных кляммеров (КмР, КмТ, КмБ и КмК, КР 200, КТ 200, КБ 200, КК 200). Стальные кляммеры окрашивают под цвет облицовки. Кляммеры к направляющим крепят стальными заклепками со стальными штифтами. Крепление кляммера менее чем на 2 заклепки не допускается.

Монтаж плит начинают по второму ряду от угла здания (если в проекте не указано иначе). Небольшой перекося и наклон стен здания можно компенсировать, срезав самые крайние плиты в требуемую форму. Вертикальный вентиляционный зазор между плитами выдерживают не менее 6...10 мм.

Плиты складываются в штабелях на горизонтальном основании и защищаются от влаги и пыли. Перед монтажом плиты должны находиться в таких условиях влажности, которые соответствуют их будущим эксплуатационным условиям. Во избежание повреждения лицевой поверхности плит даже при кратковременном складировании необходимо обязательное применение полиэтиленовых прокладок между плитами.

### 1.2.4 Крепежные элементы.

Стандартные крепежные элементы - заклепки, анкера, дюбели, винты самонарезающие и тарельчатые дюбели, применяемые в системе "СИАЛ Г-О-Т-К-Км", должны иметь документы (ТО, ТС и т.д.), подтверждающие пригодность их применения в строительстве.

1.3 Собранные и закрепленные в соответствии с проектом на строительство здания (сооружения) конструкции образуют навесную фасадную систему с воздушным зазором между внутренней поверхностью керамогранитных плит и теплоизоляционным слоем или основанием при отсутствии утеплителя. Воздушный зазор обеспечивает удаление влаги и необходимый температурно-влажностный режим в теплоизоляционном слое.

Указанные в альбоме размеры, масса и периметры профилей являются теоретическими и могут изменяться в зависимости от допусков на размеры профилей. Массоинерционные характеристики профилей, необходимые для прочностных расчетов, приведены в данном альбоме.

**ООО "ЛПЗ "Сегал" оставляет за собой право вносить изменения и дополнения, связанные с дальнейшим развитием и постоянным повышением технического уровня системы. Все права на настоящую публикацию и материалы данного альбома принадлежат разработчику системы.**


**Система профилей СИАЛ продолжает совершенствоваться и развиваться.**

**ВОРОШИЛОВ Сергей Федорович**  
Генеральный конструктор систем "СИАЛ"



2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ,  
ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ Г-О-Т-К-Км"


## ОБЛИЦОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Эскиз элемента	Наименование (марка)	Масса, кг/м <sup>2</sup> (справочно)	Материал	Производитель	НД	
	Керамогранитная плита	24	Согласно ТУ на продукцию	ЗАО "Компания "Пиастрелла", Россия	Согласно действительного ТС	
				ИТАЛОН		ЗАО "Керамогранитный завод", Россия
				Керамин		ООО "Керамин", Беларусь
				IRIS MARMI E GRANITI		"IRIS CERAMICA S. p. A.", Италия
				MIRAGE		"MIRAGE Granito Ceramico S. p. A.", Италия
				CASALGRANDE PADANA		"CERAMICA CASALGRANDE PADANA S. p. A.", Италия
				AGROB BUCHTAL типа KerAion		"DEUTSCHE STEINZEUG Cremer & Breuer AG", Германия
				"HITOM" торговой марки "Арех" "Stargres Ceramics"		"TaiShan Hitom Ceramics Co., Ltd", Китай
				Fiarano		"Guangdong Huiya Ceramics Co., Ltd", Китай
				Sal Sapiente		"GUANGDONG DONGPENG CERAMIC Co., Ltd", Китай

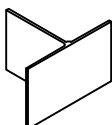
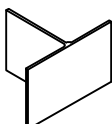
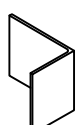
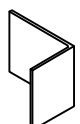
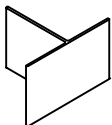
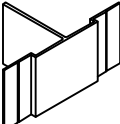
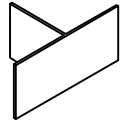
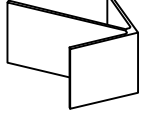
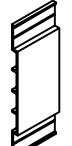
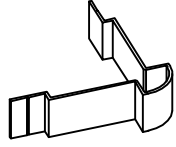
Лист

2.1

**СИАЛ    Навесная фасадная система**

Эскиз элемента	Наименование (марка)	Масса, кг/м <sup>2</sup> (справочно)	Материал	Производитель	НД	
	Керамогранитная плита	24	Согласно ТУ на продукцию	ООО "Ногинский комбинат строительных изделий", Россия	Согласно действительного ТС	
				KERAMA MARAZZI		"MARAZZI S.p.a" Италия
				Уральский гранит		ООО "ЗКЗ", Россия, Челябинская обл.
				CFSystems		ООО "Фрилайт", Россия, Калужская обл.
				GRASARO		ООО "Самарский Стройфарфор", Россия, Самарская обл.
				Impronta Italgraniti		Industrie Ceramiche S.p.A. Италия
				LEONARDO		LEONARDO S.p.A Италия
				VENEZIA CERAMIC		VENEZIA CERAMIC Co.,Ltd КНР
				NANHAI CITY JINDUO CERAMICS CO.,LTD		NANHAI CITY JINDUO CERAMICS CO.,LTD Китай
				Vitra		Vitra Турция
				Progres Ceramics Co. Ltd		Progres Ceramics Co. Ltd КНР
				Graniti FIANDRE S.p.A		Graniti FIANDRE S.p.A Италия
				Graniti FIANDRE S.p.A		Graniti FIANDRE S.p.A Италия
Foshan Nanhai Huatao Ceramic Co. Ltd	Foshan Nanhai Huatao Ceramic Co. Ltd Китай					

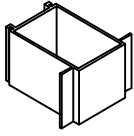
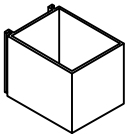
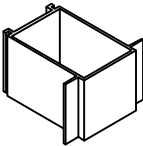
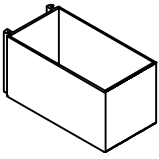
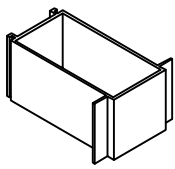
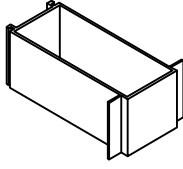
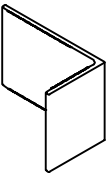
## АЛЮМИНИЕВЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

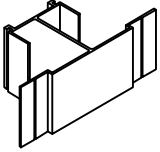
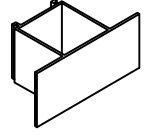
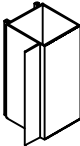
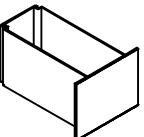
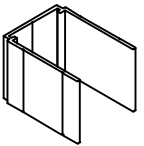
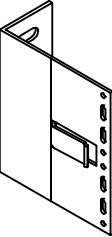
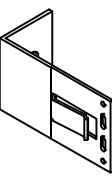
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КП45530	Направляющая вертикальная	0,72	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6; АД35	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001; ГОСТ 8617-81
	КП452973	Направляющая вертикальная	0,444			
	КП45531	Направляющая вертикальная	0,529			
	КПС 1032	Направляющая вертикальная	0,393			
	КПС 467	Направляющая вертикальная	0,502			
	КПС 626	Направляющая вертикальная	0,777			
	КПС 701	Направляющая вертикальная	0,869			
	КПС 373	Направляющая вертикальная угловая	1,078			
	КПС 910	Направляющая горизонтальная	0,547			
	КПС 911	Направляющая вертикальная угловая	0,864			

Лист

2.3

**СИАЛ      Навесная фасадная система**

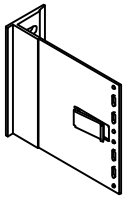
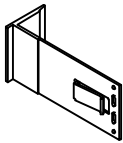
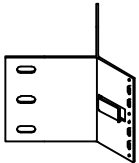
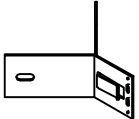
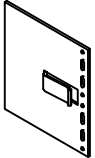
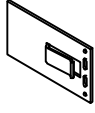
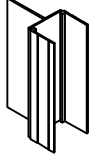
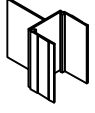
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КП45480-1	Направляющая вертикальная	0,947	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6; АД35	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001; ГОСТ 8617-81
	КП451362	Направляющая вертикальная	1,221			
	КПС 010	Направляющая вертикальная	1,61			
	КПС 163	Направляющая вертикальная	1,165			
	КПС 245	Направляющая вертикальная	1,881			
	КПС 246	Направляющая вертикальная	2,098			
	КПС 321	Направляющая угловая	4,199			

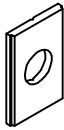
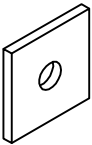
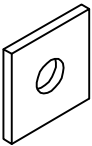
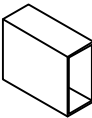
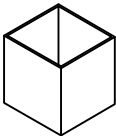
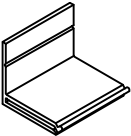
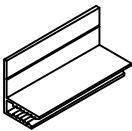
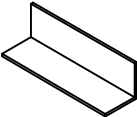
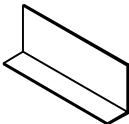
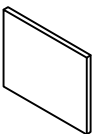
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КПС 625	Направляющая вертикальная	1,267	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6; АД35	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001; ГОСТ 8617-81
	КПС 707	Направляющая вертикальная	1,394			
	КПС 1031	Направляющая вертикальная	0,926			
	КПС 1179	Направляющая вертикальная	1,49			
	КПС 1180	Обхватывающая закладная	1,447			
	KN-70-КПС 300-1 KN-90-КПС 301-1 KN-125-КПС 302-1 KN-160-КПС 303-1 KN-180-КПС 304-1 KN-205-КПС 305-1	Кронштейн несущий	0,869 (0,113 к-т) 1,032 (0,136 к-т) 1,316 (0,176 к-т) 1,6 (0,216 к-т) 1,763 (0,238 к-т) 1,966 (0,267 к-т)			
	KO-70-КПС 300-1 KO-90-КПС 301-1 KO-125-КПС 302-1 KO-160-КПС 303-1 KO-180-КПС 304-1 KO-205-КПС 305-1	Кронштейн опорный	0,869 (0,06 к-т) 1,032 (0,071 к-т) 1,316 (0,091 к-т) 1,6 (0,111 к-т) 1,763 (0,122 к-т) 1,966 (0,136 к-т)			

Лист

2.5

СИАЛ Навесная фасадная система

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КН-90-КПС 840	Кронштейн несущий	1,235 (0,16 к-т)	АД31 Т1, АlMgSi (6060) Т66, АlMg0,7Si (6063) Т6; АД35	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001; ГОСТ 8617-81
	КН-125-КПС 841		1,551 (0,21 к-т)			
	КН-160-КПС 720		1,79 (0,24 к-т)			
	КН-180-КПС 842		1,925 (0,26 к-т)			
	КН-205-КПС 721		2,093 (0,283 к-т)			
	КН-240-КПС 722		2,331 (0,316 к-т)			
	КО-90-КПС 840	Кронштейн опорный	1,235 (0,083 к-т)			
	КО-125-КПС 841		1,551 (0,105 к-т)			
	КО-160-КПС 720		1,79 (0,122 к-т)			
	КО-180-КПС 842		1,925 (0,131 к-т)			
	КО-205-КПС 721		2,093 (0,143 к-т)			
	КО-240-КПС 722		2,331 (0,16 к-т)			
	КНУ-КПС 374	Кронштейн несущий угловой	2,125 (0,285 к-т)			
	КОУ-КПС 374	Кронштейн опорный угловой	2,125 (0,144 к-т)			
	УКН-125 КПС 306-1	Удлинитель кронштейна несущего и несущего углового	0,796 (0,109 к-т)			
	УКО-125 КПС 306-1	Удлинитель кронштейна опорного и опорного углового	0,796 (0,055 к-т)			
	АБ-КПС 819	Адаптер большой	1,029 (0,154 к-т)			
	АМ-КПС 819	Адаптер малый	1,029 (0,082 к-т)			

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	ШФ-10 КП45435-1	Шайба фиксирующая	0,107 (0,003 к-т)	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6; АД35	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001; ГОСТ 8617-81
	ШФ-8 ПК 801-2	Шайба фиксирующая	0,241 (0,006 к-т)			
	ШФ-10 ПК 801-2	Шайба фиксирующая	0,241 (0,006 к-т)			
	КПС 033	Труба	1,537			
	КПС 579	Закладная соединительная (для направляющих КП45480-1 и КПС 707)	0,69			
	КПС 568	Держатель откоса	0,192			
	КП45437	Держатель откоса	0,216			
	07/0009	Уголок 30x30x2	0,315			
	S08/0038	Уголок 40x20x1,5	0,238			
	Шина 5x80	Шина	1,081			

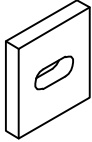
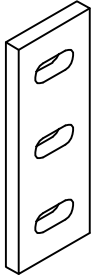
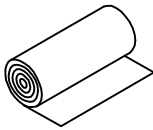
Лист

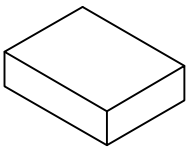
2.7

СИАЛ Навесная фасадная система



## КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	ПКО-55-60	Подкладка под кронштейн опорный, опорный угловой	шт. 0,03	Полиамид ПА6-Л-СВ30	ООО "ДАК", г. Красноярск	ТУ РБ 5000 48054.020 -2001
				Полиамид ПА6-210/311	ООО "Метафракс", г. Губаха	ОСТ6-06-С9-93
				Паронит		ГОСТ 481-80
	ПК-55-150	Подкладка под кронштейн несущий, несущий угловой	шт. 0,063	Полиамид ПА6-Л-СВ30	ООО "ДАК", г. Красноярск	ТУ РБ 5000 48054.020 -2001
				Полиамид ПА6-210/311	ООО "Метафракс", г. Губаха	ОСТ6-06-С9-93
				Паронит		ГОСТ 481-80
	ГПП	ФибраИзол НГ	Плотность 0,22 кг/м <sup>2</sup>	Стеклоткань	ООО "Гиват"	Согласно действительного ТС
		TYVEK House-Wrap TYVEK SOFT	Плотность 0,06 кг/м <sup>2</sup>	100% полимер	"Du Pont Engineering Product S. A.", Люксембург	
		Фибротек РС-3 Проф	Плотность 0,1 кг/м <sup>2</sup>	Полотно нетканое полипропиленовое	ООО "Лентекс"	
		ТЕСТОТНЕН-Тор 2000 ТЕСТОТНЕН FAS	Плотность 0,21 кг/м <sup>2</sup>	Трехслойная пленка Полиэстерное волокно с полидисперсным покрытием	"ТЕСТОТНЕН Bauprodukte GmbH", Германия	
		ИЗОЛТЕКС НГ ИЗОЛТЕКС ФАС	Плотность 0,13 кг/м <sup>2</sup>	Стеклоткань	ООО "Аяском"	
		TEND KM-0 TEND FR	Средняя плотность 0,11-0,16 кг/м <sup>2</sup>	Ткань строительная полимерная	ООО "Парагон", г. Санкт-Петербург	

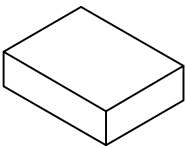
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	УП (утеплитель)	PAROC WAS 25, WAS 35, WAS 50, UNS 37, eXtra	Согласно ТО на продукцию	Минераловатные негорючие или стекловолоконные плиты на синтетическом связующем	ООО "ПАРОК", Россия	Согласно действительного ТС
		FRE75, MPN, TS 032 Aquastatik, TS 034 Aquastatik			"KNAUF Insulation s. r. o", Словакия	
		ВЕНТИ БАТТС, ВЕНТИ БАТТС Д			ЗАО "Минеральная вата", Россия	
		ЭКОВЕР ВЕНТ ФАСАД 80, ЭКОВЕР ВЕНТ ФАСАД 90			ОАО "Ураласбест", Россия	
		IZOVOL марок СТ-50, СТ-75, СТ-90, В-50, В-75, В-90, Л-35			ЗАО "Завод нестандартного оборудования и металлоизделий", Россия	
		Белтеп марок ВЕНТ 25, ВЕНТ 50, ФАСАД Т, ЛАЙТ, УНИВЕРСАЛ			ОАО "Гомельстрой- материалы", Республика Беларусь	
		Теплит-В, Теплит-С, Теплит-ЗК			ОАО "Энергозащита"- филиал "Назаровский завод теплоизоляционных изделий и конструкций, Россия	
		ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА, ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА			ООО "Завод ТехноНИКОЛЬ - Сибирь", Россия	
		ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА			ОАО "АКСИ", Россия	
		ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА			ООО "Завод ТЕХНО", Россия	
ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	ОАО "Хабаровский завод "Базалит ДВ", Россия					

Лист

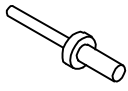
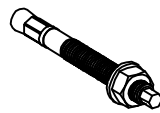
2.9

СИАЛ

Навесная фасадная система

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	УП (утеплитель)	ИЗОМИН ВЕНТИ 80, ИЗОМИН ВЕНТИ 90, ИЗОМИН ЛАЙТ 35, ИЗОМИН ЛАЙТ 50	Согласно ТО на продукцию	Минераловатные негорючие или стекловолоконистые плиты на синтетическом связующем	ООО "ИЗОМИН", Россия	Согласно действительного ТС
		ЛАЙТ БАТТС			ЗАО "Минеральная вата", Россия	
		ЛАЙНРОК ЛАЙТ			ЗАО "Завод Минплита" Россия	
		ЛАЙНРОК ВЕНТИ			ЗАО "Завод Минплита" Россия	
		ЛАЙНРОК ВЕНТИ ОПТИМАЛ			ЗАО "Завод Минплита" Россия	
		ЛАЙНРОК Лайт			ЗАО "Завод Минплита" Россия	
		ЛАЙНРОК СТАНДАРТ М			ЗАО "Завод Минплита" Россия	
		ЭКОВЕР ЛАЙТ 35, ЭКОВЕР СТАНДАРТ 50, ЭКОВЕР ЛАЙТ УНИВЕРСАЛ 28			ОАО "Ураласбест", Россия	
		ИЗОВЕР серии ВентФасад- Моно, ВентФасад- Моно/Ч, ВентФасад- Верх, ВентФасад- Верх/Ч, ВентФасад- Оптима, ВентФасад- Оптима/Ч, ВентФасад- Низ Ventitem, Polterm 80, Polterm 100			ООО "Сен-Гобен Строительная Продукция Рус", Россия	
		URSA GEO марок П-20, П-30, Фасад			ООО "УРСА Евразия", Россия	
		FRE75			ООО "КНАУФ Инсулейшн", Россия,	
		ИЗБА			"Богдановичский завод минерало-ватных плит, ООО, Россия	

## Крепежные элементы

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД		
	3Ш	3,2xL*	Заклепка стандартный бортик	Алюм./нерж. А1Мg3,5/А2	BRALO (Испания)			
		4xL*			MMA Spinato (Испания)			
		4,8xL*			ELNAR (Китай)			
		5xL*			HARPOON (Китай)			
	3Шс						Нерж./нерж. А2/А2	BRALO (Испания)
								MMA Spinato (Испания)
								ELNAR (Китай)
								HARPOON (Китай)
	АК	MBR	Анкер	Сталь 12x18H10Т	"MUNGO Befestigungstechnik AG" (Швейцария)	Согласно действующего ТС		
		MBK						
		MBRK-X						
		MBRK						
		m2, m3						
		SDF						
		SDP						
		ND						
		SDM						
		SPM						
		TID						
		IDK						
		SBH						
		HRD						
SXS								
FUR								
SXS								
FUR								
S-UF								
					HRD Hilti Corporation (Лихтенштейн)			
					Fischerwerke Artur Fischer GmbH&Co, Kg (Германия)			
					FISCHER (Германия)			
					SORMAT (Финляндия)			

Согласно ТО на продукцию

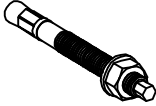
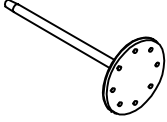
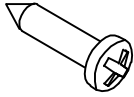
Согласно действующего ТС

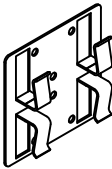
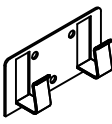


Лист

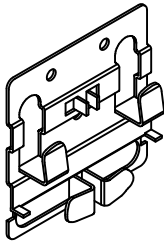
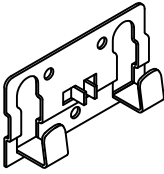

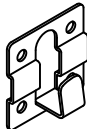
2.11

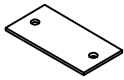
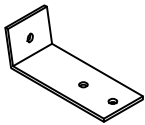
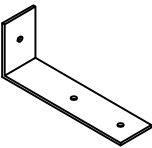
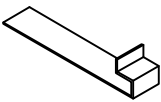
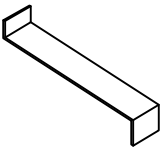
**СИАЛ    Навесная фасадная система**

## Крепежные элементы

Эскиз элемента	Обозначение		Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	АК	DF GKA	Анкер	Согласно ТО на продукцию	Сталь 12x18Н10Т	GRAVIT (Китай)	Согласно действительного ТС
		EFA ERA-H EAZ				ELEMENTA (Великобритания)	
		ELNAR				ELNAR (Великобритания)	
	ДС	STR	Дюбель тарельчатый	Согласно ТО на продукцию	Распорный элемент из углеродистой стали или коррозионно-стойкой стали и гильзами из полиамида	EJOT Holding GmbH&Co, Kg (Германия)	Согласно действительного ТС
		Termoz 8N				Fischerwerke Artur Fischer GmbH&Co, Kg (Германия)	
		ДС-1 ДС-2				Бийский завод стеклопластиков	
		Termoz 8N				FISCHER (Германия)	
	ШО	4,2xL	Винт самонарезающий		Нерж. сталь	WURTH (Германия)	DIN7981 A2

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	КМР-8	Кляммер рядовой	шт. 0,039	12X18H10T	ООО "КомФас", г. Красноярск	ТУ 5262-001- 71108758-2007
	КМР-10			AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		
	КМТ-8	Кляммер торцевой	шт. 0,019	12X18H10T	ООО "КомФас", г. Красноярск	ТУ 5262-001- 71108758-2007
	КМТ-10			AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		
	КМБ-8	Кляммер боковой	шт. 0,019	12X18H10T	ООО "КомФас", г. Красноярск	ТУ 5262-001- 71108758-2007
	КМБ-10			AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		
	КМК-8	Кляммер конечный	шт. 0,009	12X18H10T	ООО "КомФас", г. Красноярск	ТУ 5262-001- 71108758-2007
	КМК-10			AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	КР 200	Кляммер рядовой	шт. 0,036	12X18H10T AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ТУ 5262-001-55583158-2016
	КТ 200	Кляммер торцевой	шт. 0,017	12X18H10T AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		
	КБ 200	Кляммер боковой	шт. 0,019	12X18H10T AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		
	КК 200	Кляммер конечный	шт. 0,009	12X18H10T AISI 304 AISI 430 08X18H10 12X18H9T		

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	ЭК1	Крепежный элемент КЭ 1	шт. 0,14	Сталь оцинкованная с двух сторон, S = 1 мм	ОАО "Магнитогорский Metallургический комбинат"	ГОСТ 14918-80
	ЭК2 ЭК2-1	Крепежный элемент КЭ 2, КЭ 2-1	шт. 0,14 шт. 0,23			
	ЭК4	Крепежный элемент КЭ 4	шт. 0,2			
	ОО	Оконный откос	11,7 кг/м <sup>2</sup>	Окрашенная оцинкованная сталь, S <sub>min</sub> = 0,55 мм		
	ОС	Оконный слив				

\* - длина заклепки L мм выбирается в зависимости от рекомендации производителей.

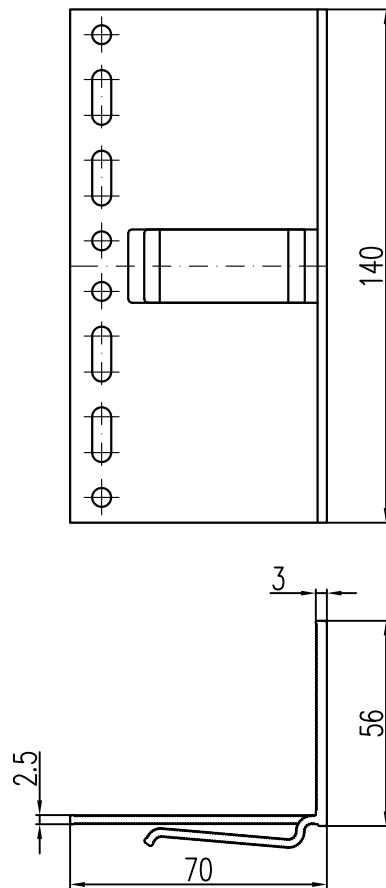
ПРИМЕЧАНИЕ. Возможность замены указанных в данной спецификации покупных материалов и изделий на аналогичные по своим характеристикам, назначению и области применения материалы и изделия, пригодность которых подтверждена соответствующими техническими свидетельствами, устанавливается в проекте на строительство по согласованию с заявителем.

Допускается применение не алюминиевых комплектующих и крепежных элементов Российских и зарубежных производителей неуказанных в данном альбоме технических решений имеющих действительное свидетельство о пригодности продукции в строительстве на территории РФ.

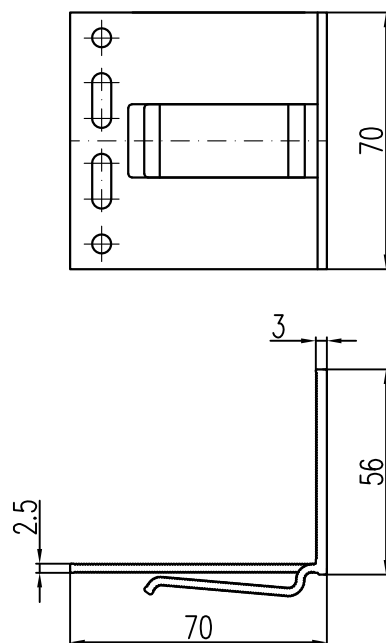


3. АЛЮМИНИЕВЫЕ ДЕТАЛИ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ Г-О-Т-К-Км"

# КРОНШТЕЙНЫ И УДЛИНИТЕЛИ



Кронштейн несущий КН-70-КПС 300-1

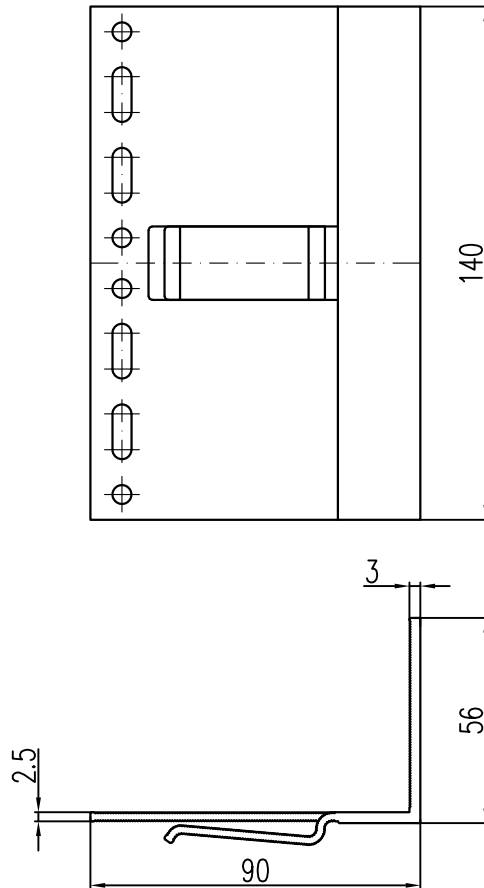


Кронштейн опорный КО-70-КПС 300-1

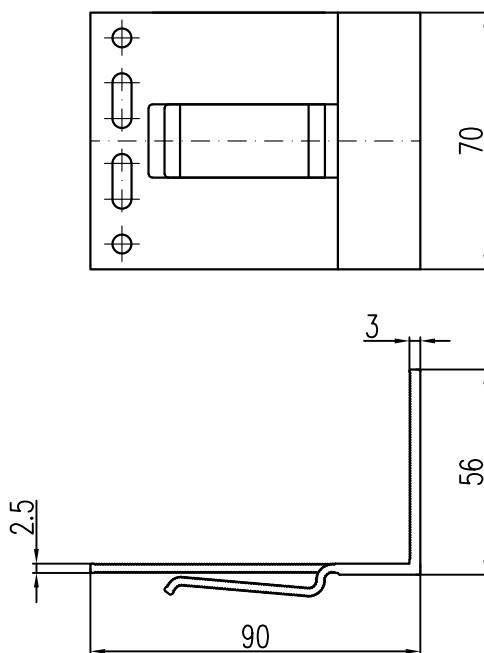
Лист

3.1

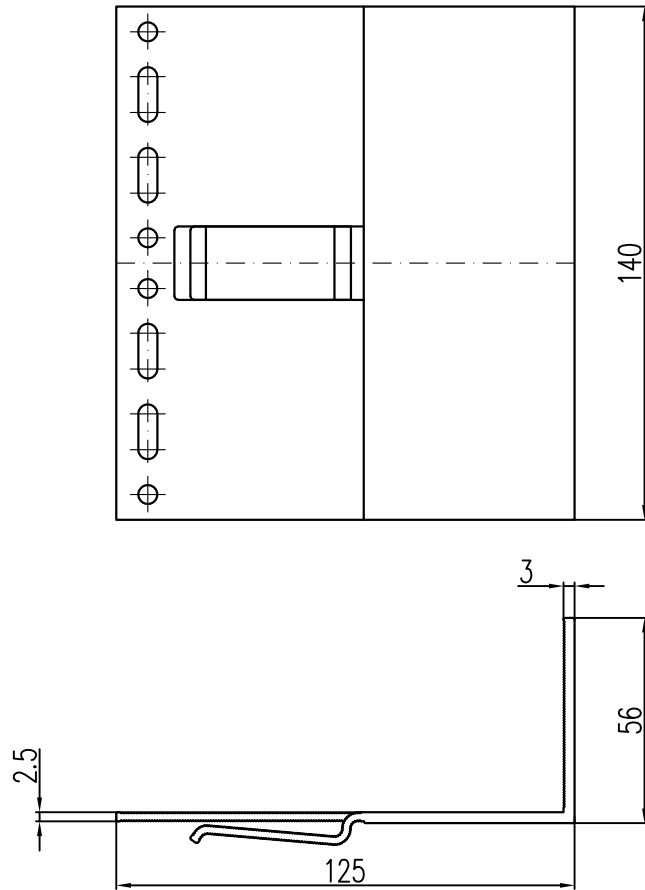
СИАЛ Навесная фасадная система



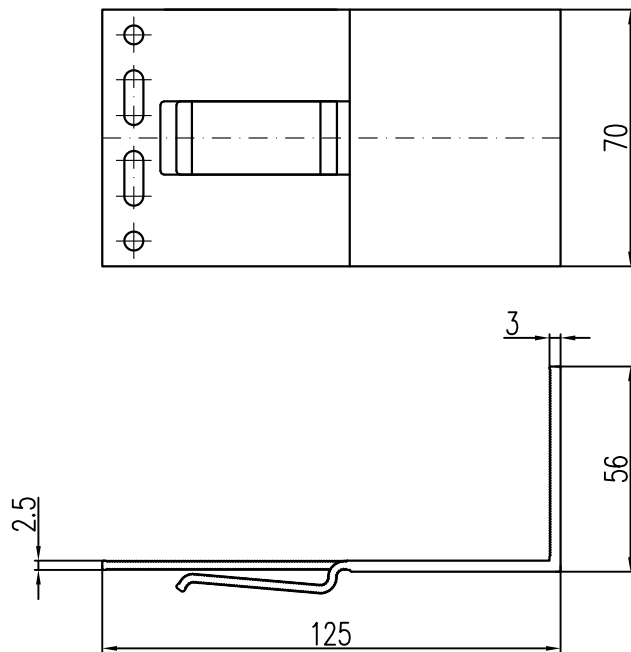
Кронштейн несущий КН-90-КПС 301-1



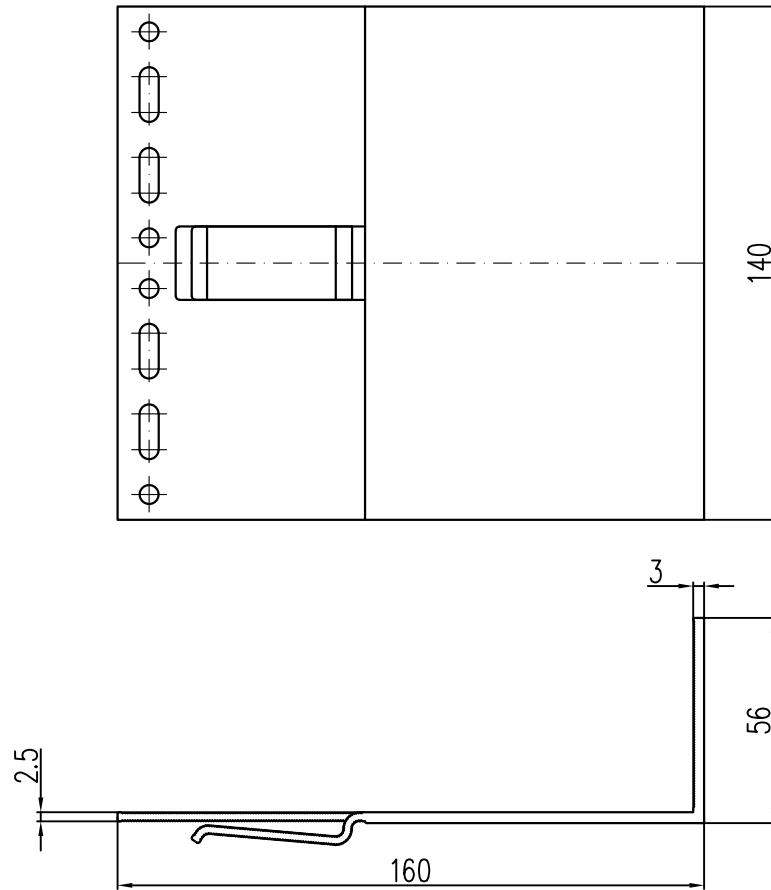
Кронштейн опорный КО-90-КПС 301-1



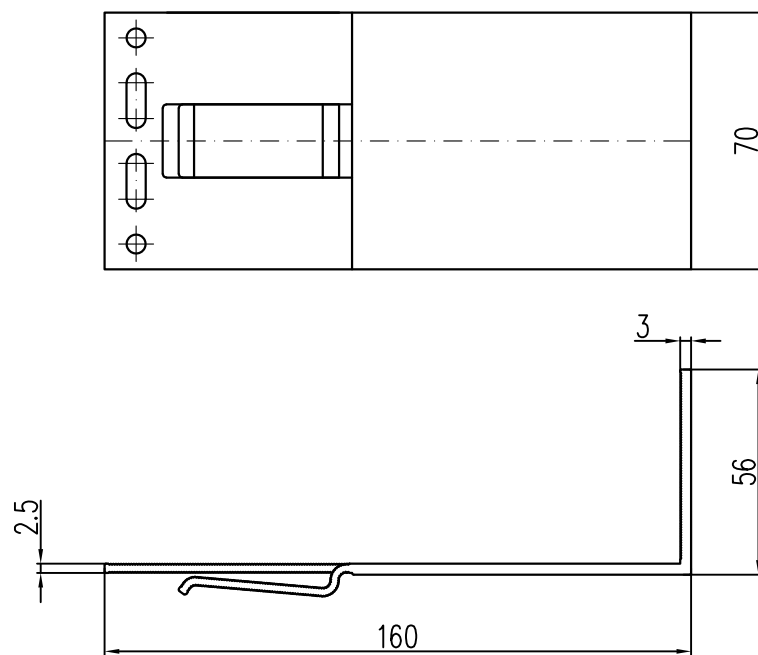
Кронштейн несущий КН-125-КПС 302-1



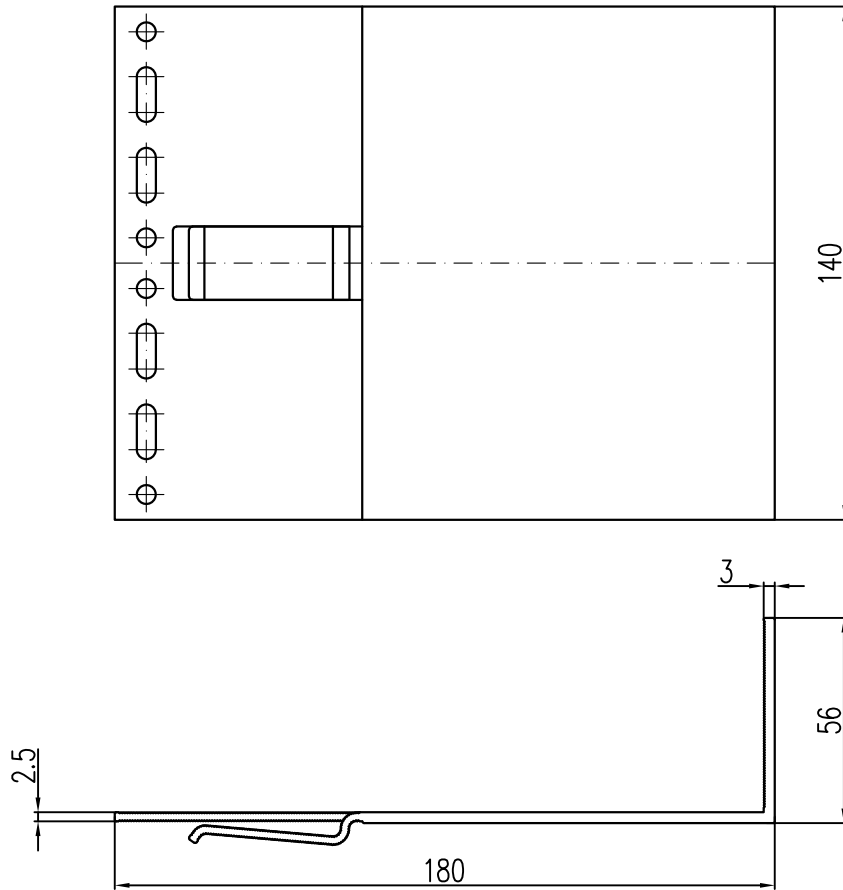
Кронштейн опорный КО-125-КПС 302-1



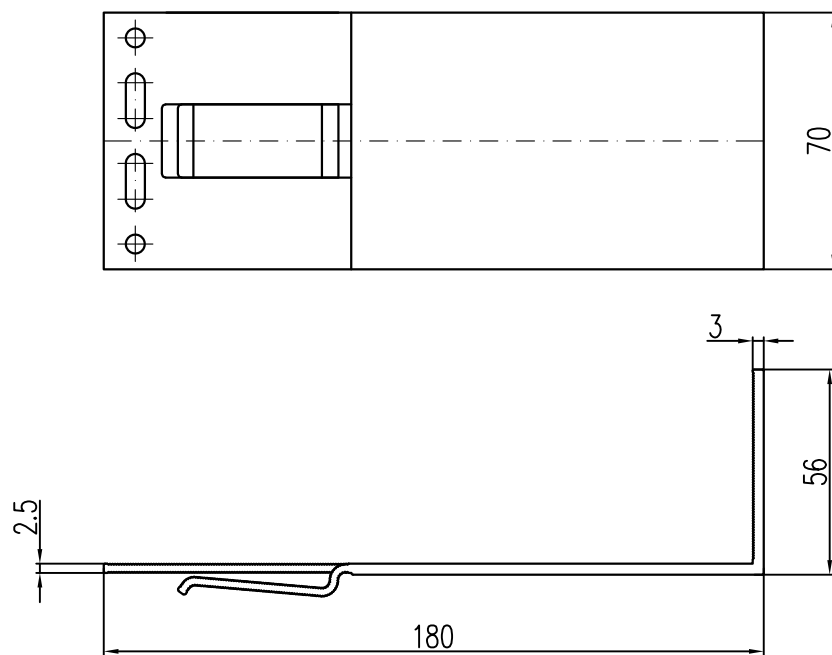
Кронштейн несущий КН-160-КПС 303-1



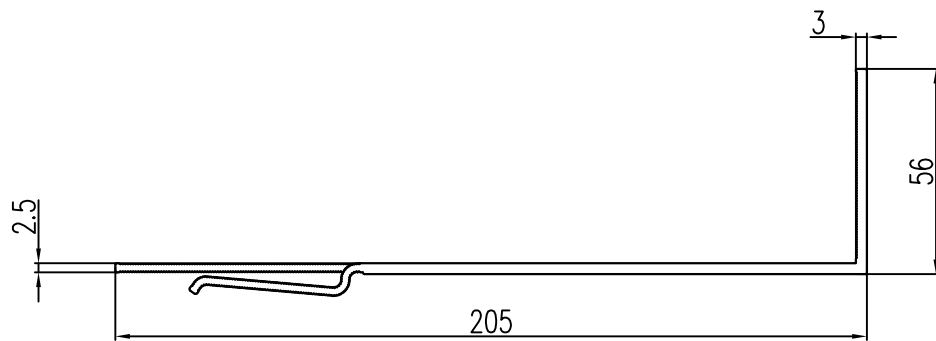
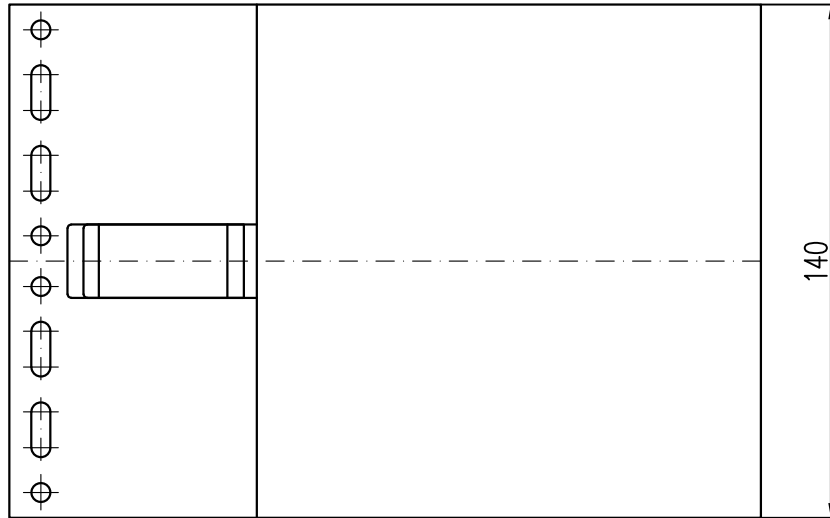
Кронштейн опорный КО-160-КПС 303-1



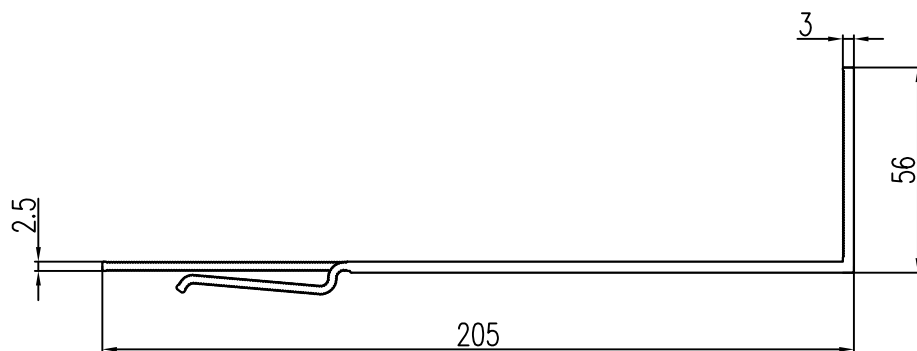
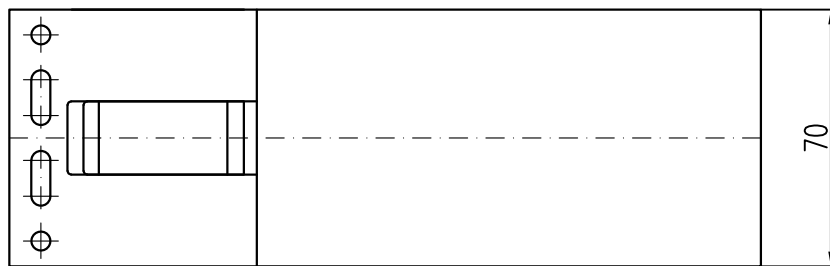
Кронштейн несущий КН-180-КПС 304-1



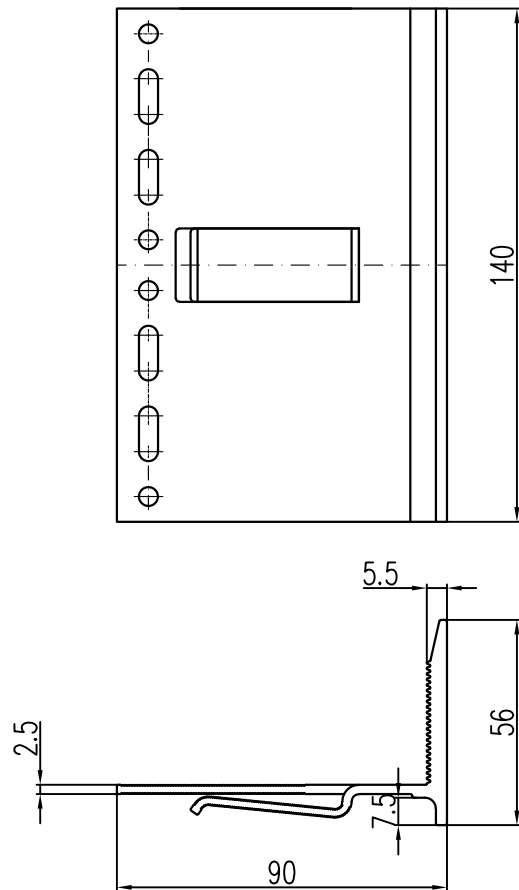
Кронштейн опорный КО-180-КПС 304-1



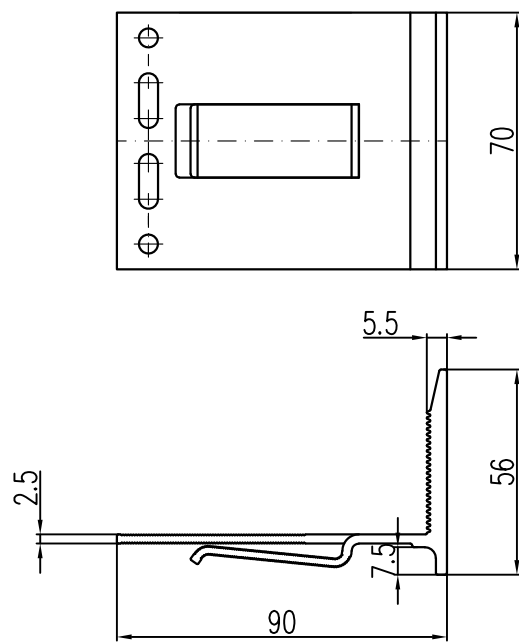
Кронштейн несущий КН-205-КПС 305-1



Кронштейн опорный КО-205-КПС 305-1

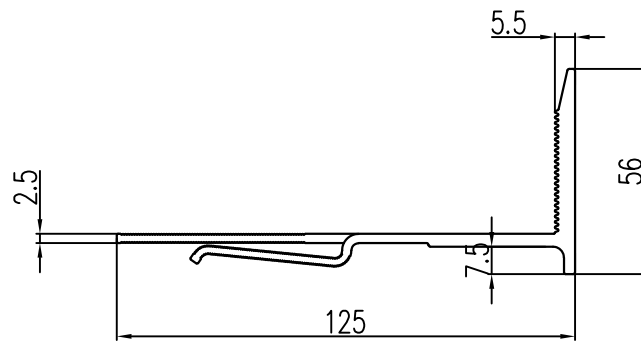
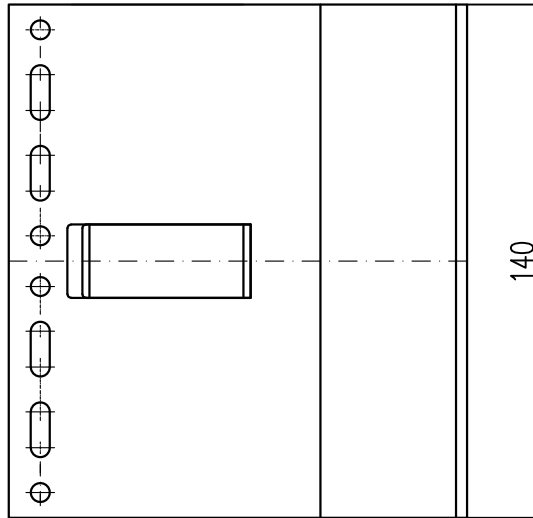


Кронштейн несущий КН-90-КПС 840

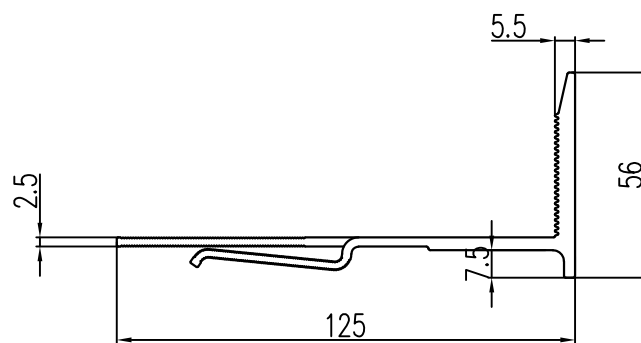
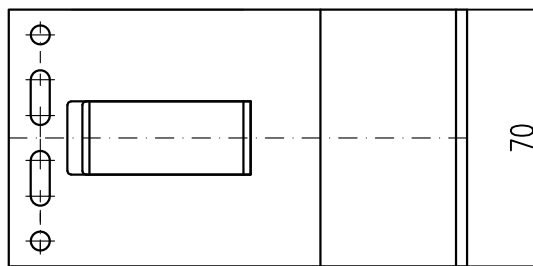


Кронштейн опорный КО-90-КПС 840

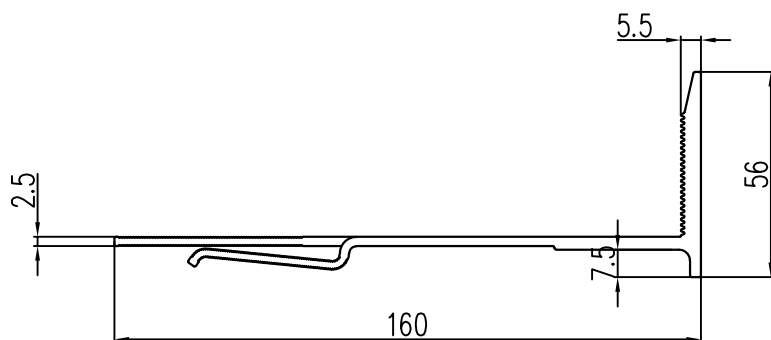
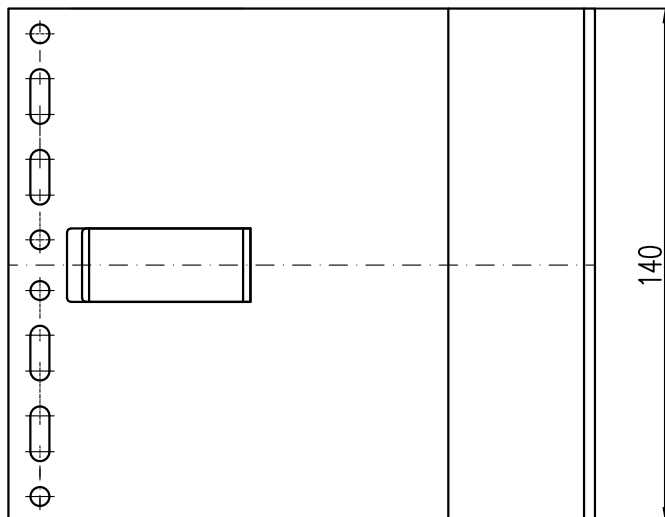




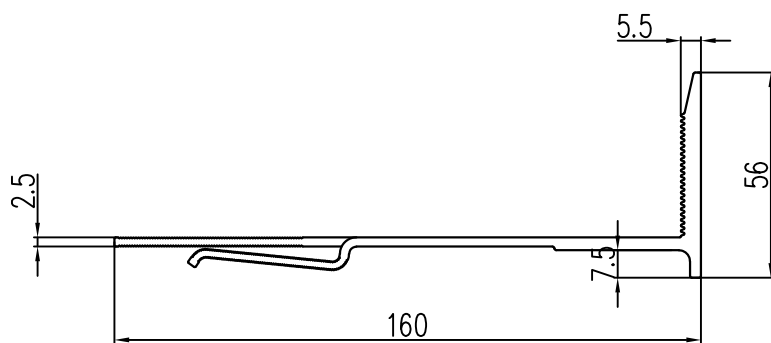
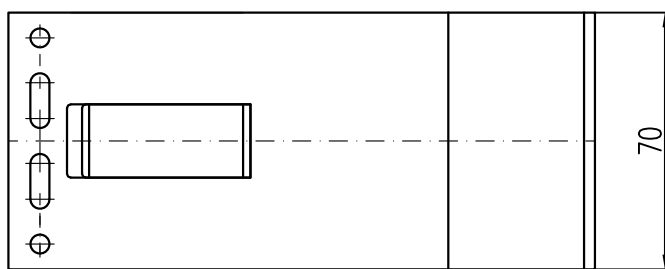
Кронштейн несущий КН-125-КПС 841



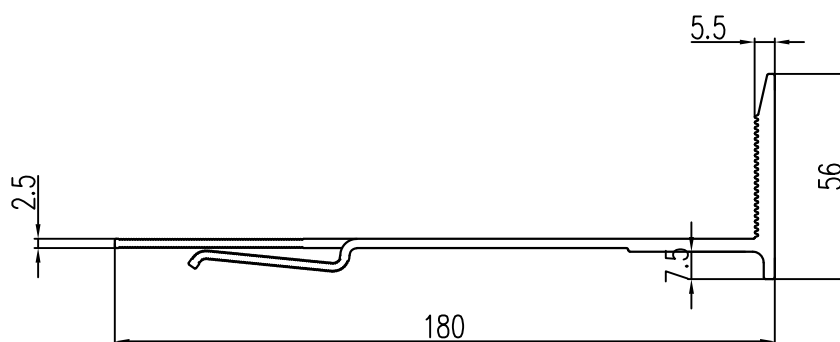
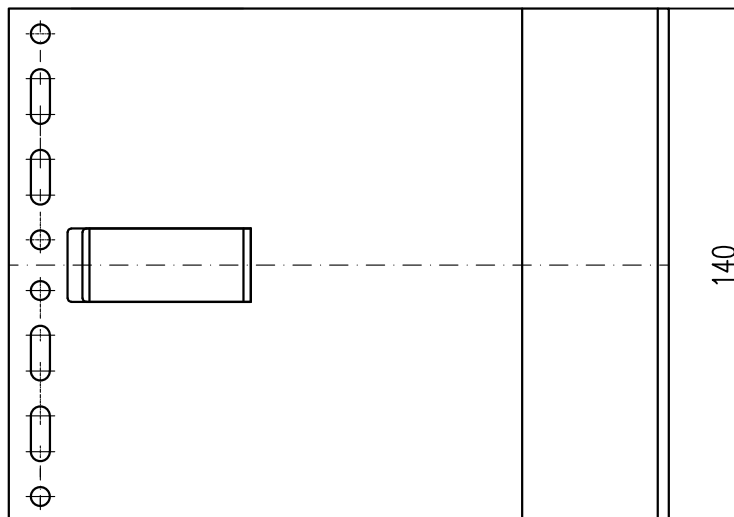
Кронштейн опорный КО-125-КПС 841



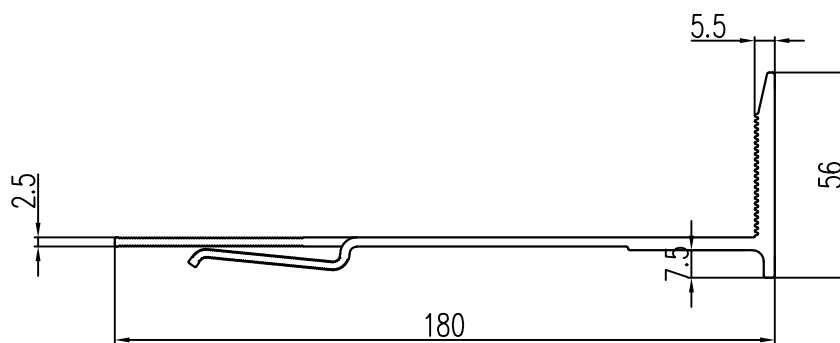
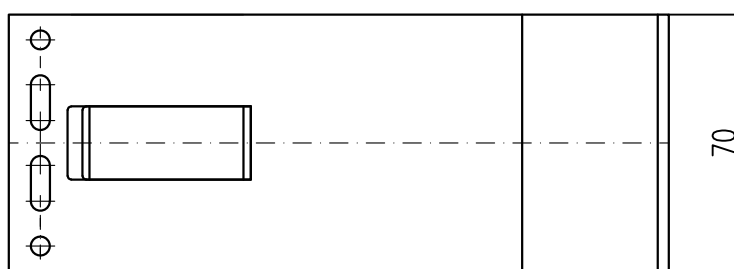
Кронштейн несущий КН-160-КПС 720



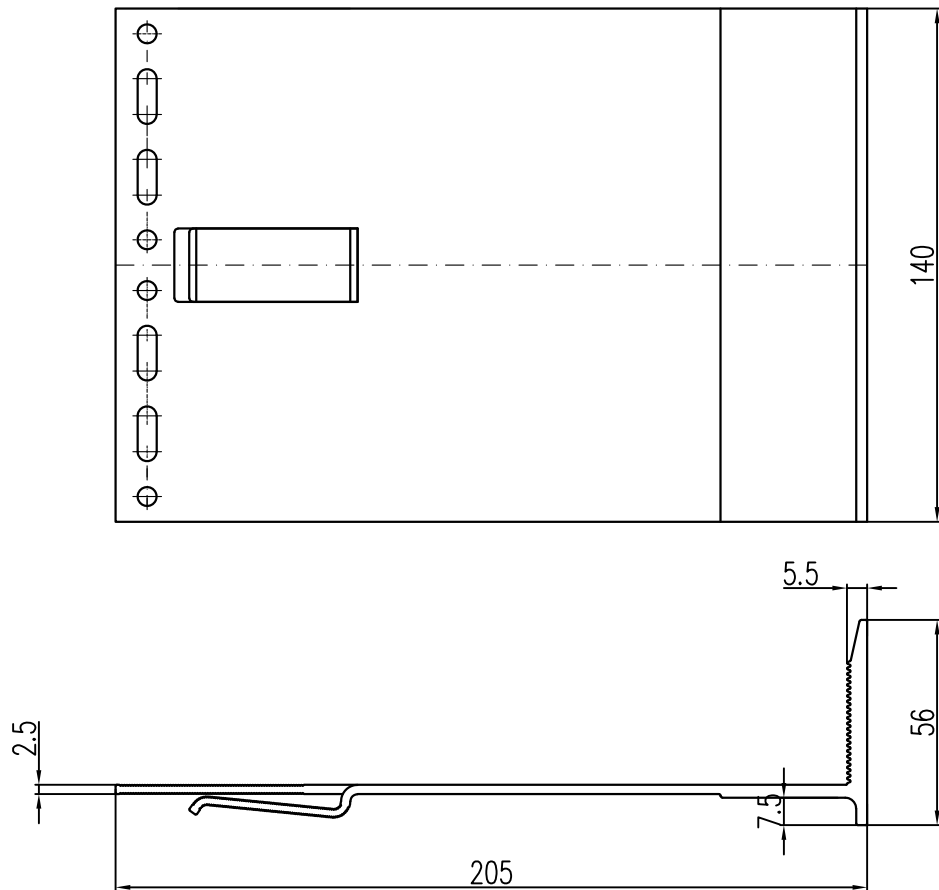
Кронштейн опорный КО-160-КПС 720



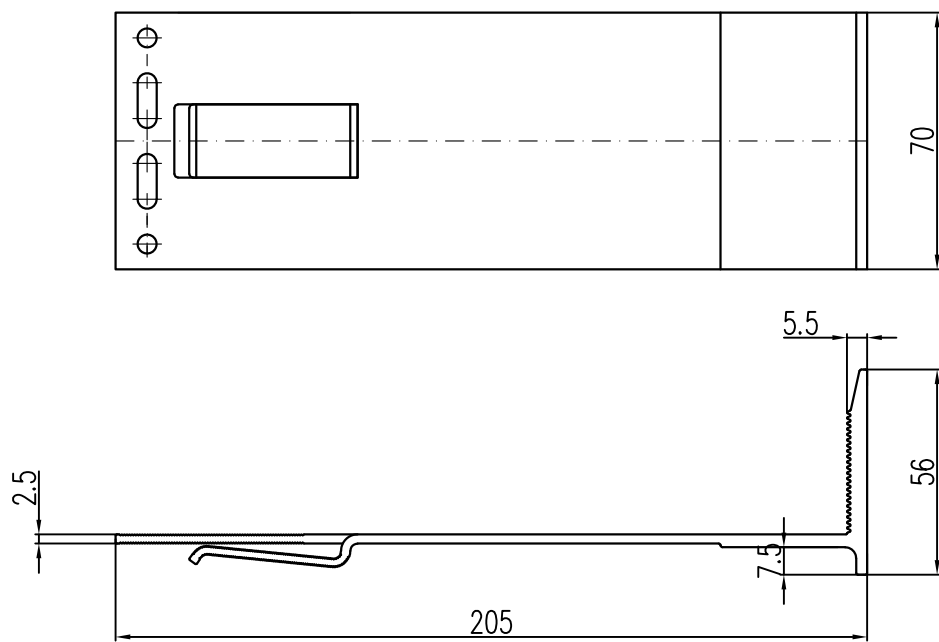
Кронштейн несущий КН-180-КПС 842



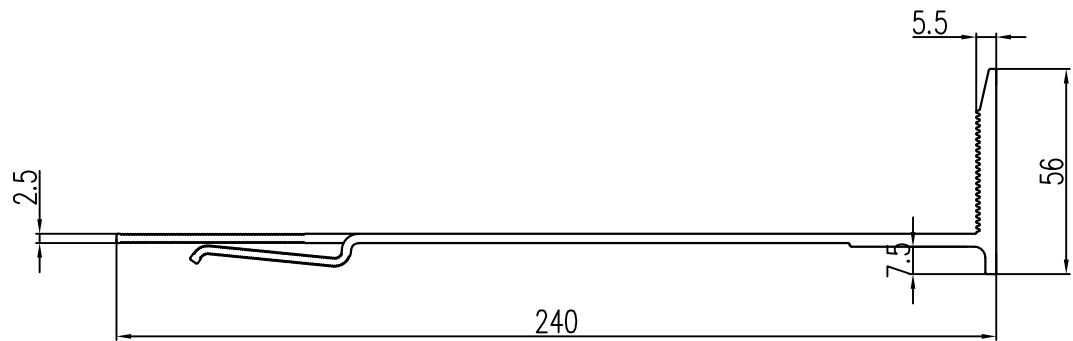
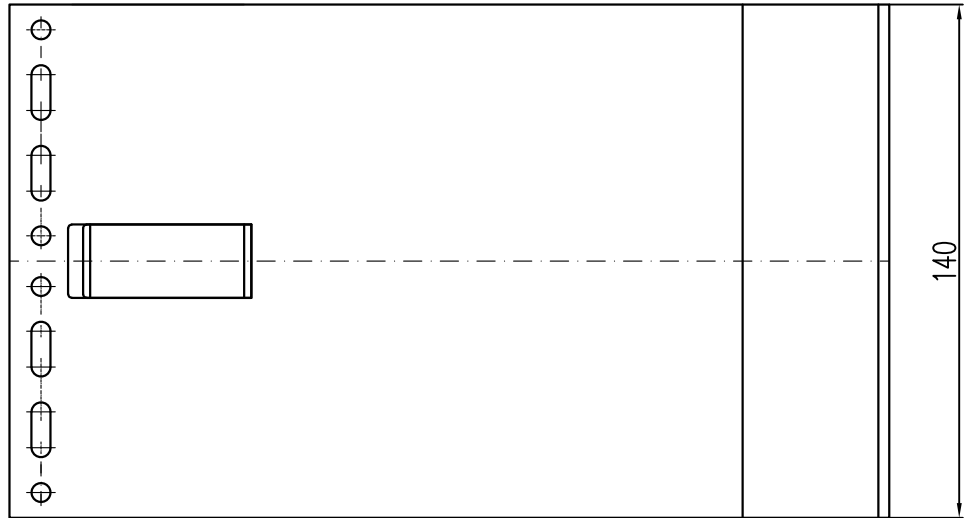
Кронштейн опорный КО-180-КПС 842



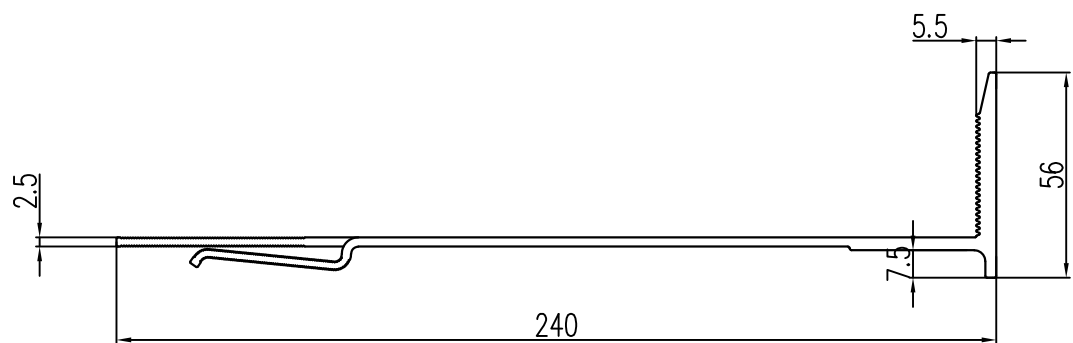
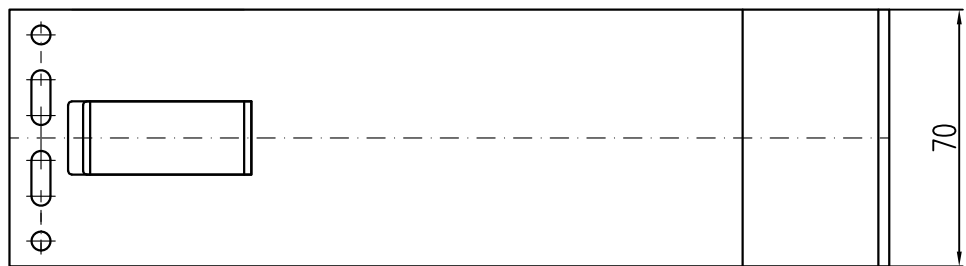
Кронштейн несущий КН-205-КПС 721



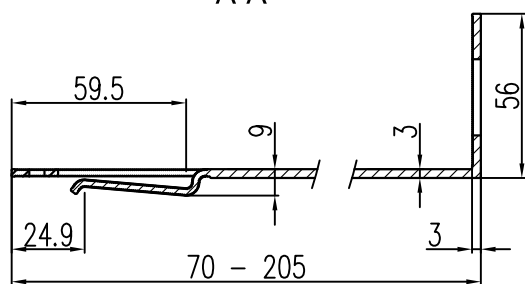
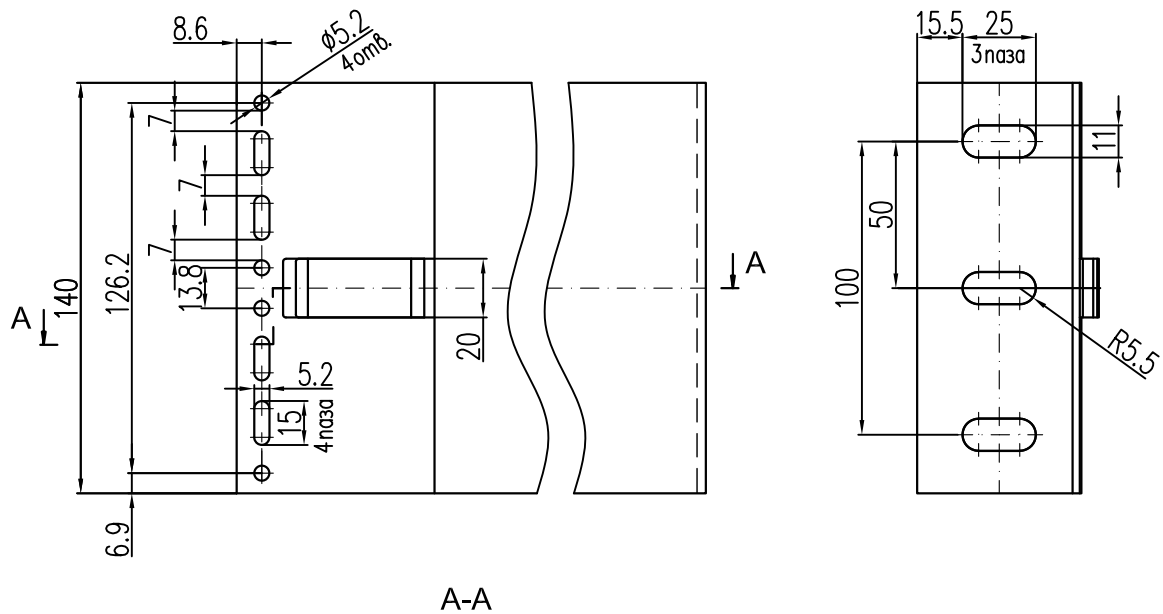
Кронштейн опорный КО-205-КПС 721



Кронштейн несущий КН-240-КПС 722

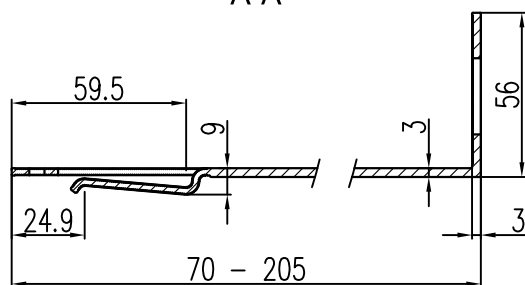
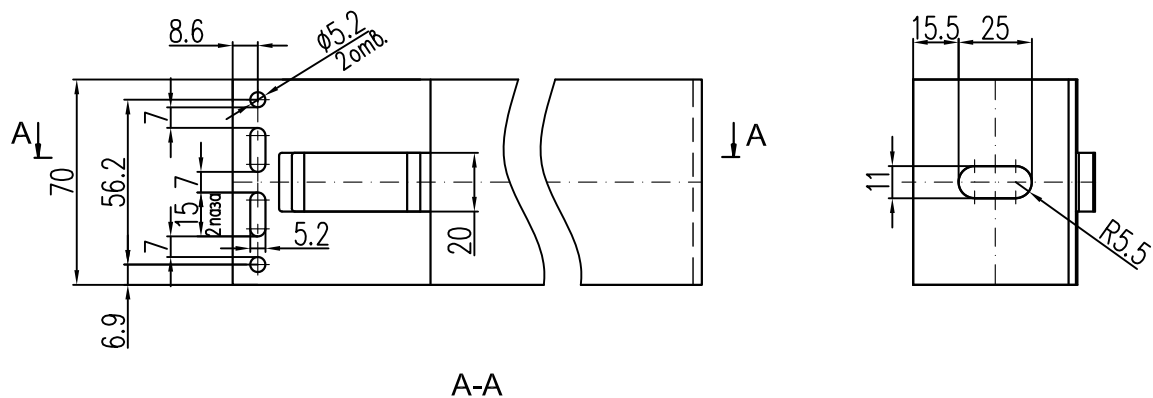


Кронштейн опорный КО-240-КПС 722



### Обработка кронштейнов несущих КН

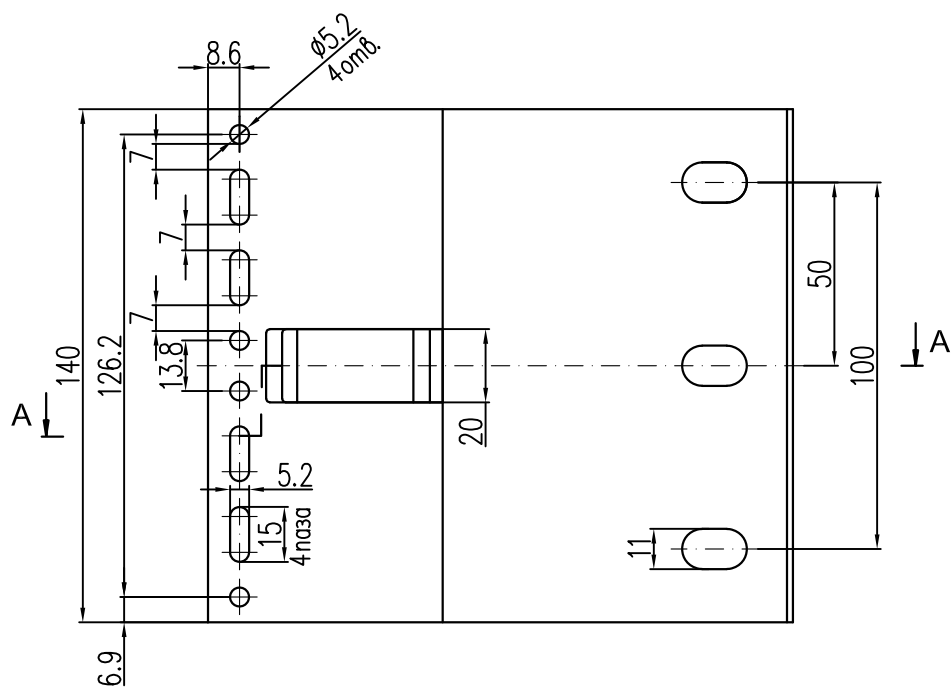
(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



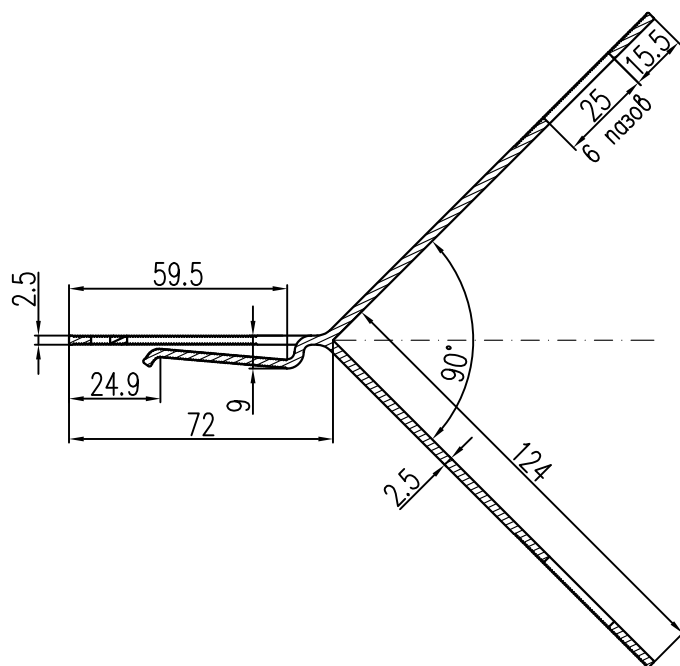
### Обработка кронштейнов опорных КО

(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



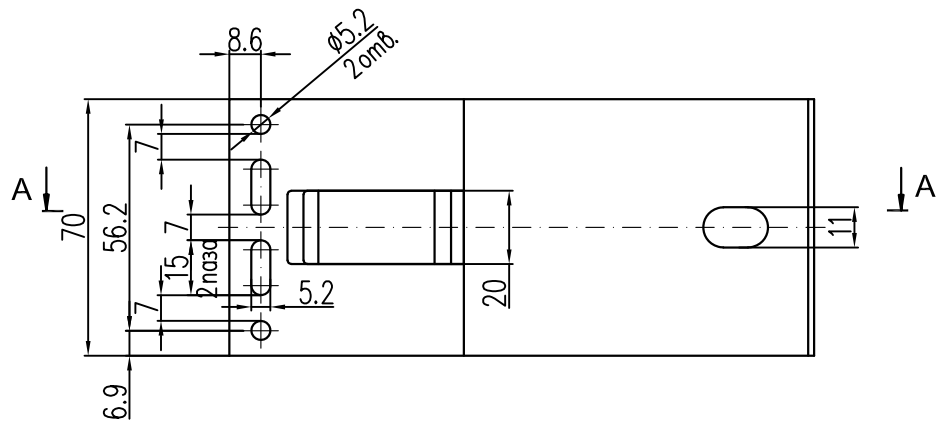


A-A

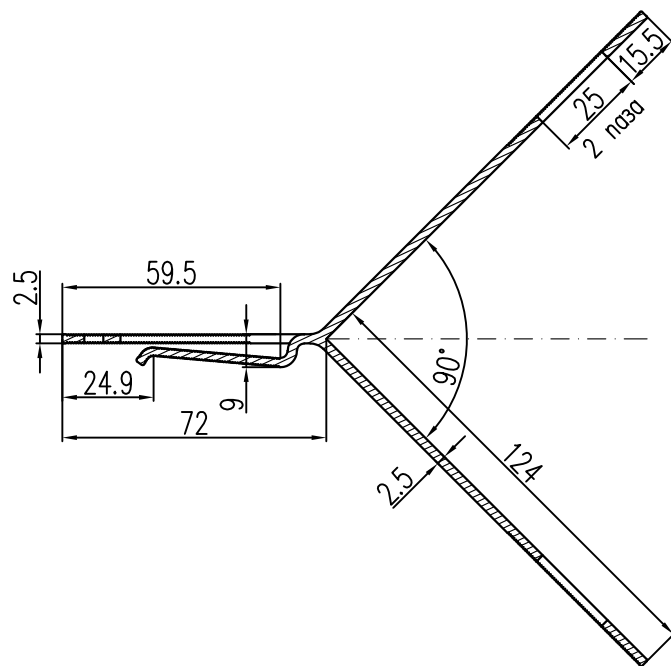


Обработка кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374

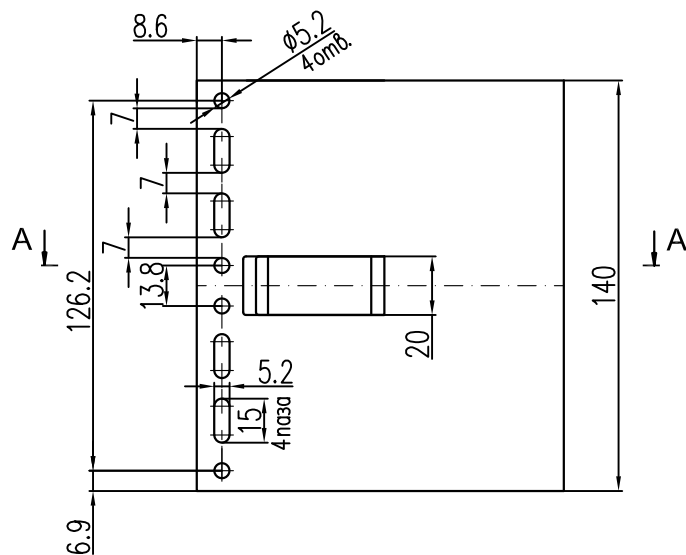




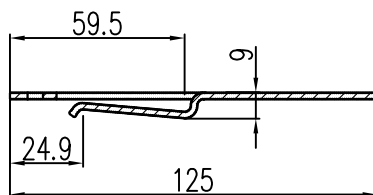
A-A



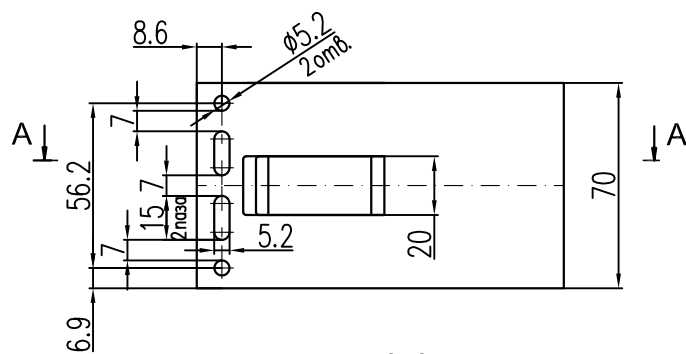
Обработка кронштейна опорного углового КОУ-КПС 374



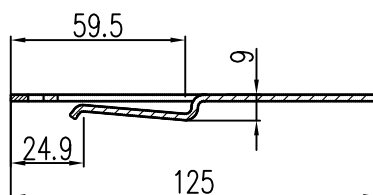
A-A



Обработка удлинителя кронштейна несущего УКН-125-КПС 306-1



A-A



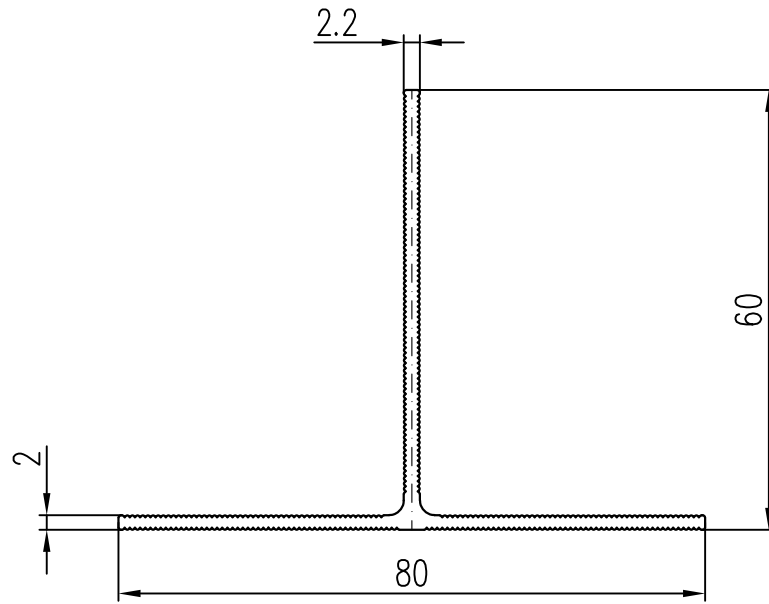
Обработка удлинителя кронштейна опорного УКО-125-КПС 306-1

Лист

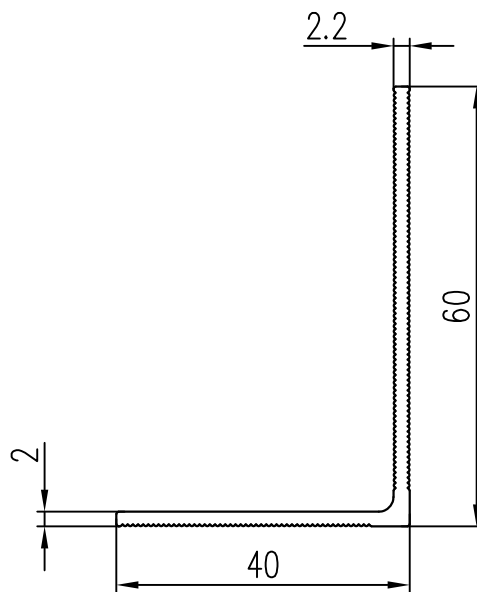
3.17

СИАЛ Навесная фасадная система

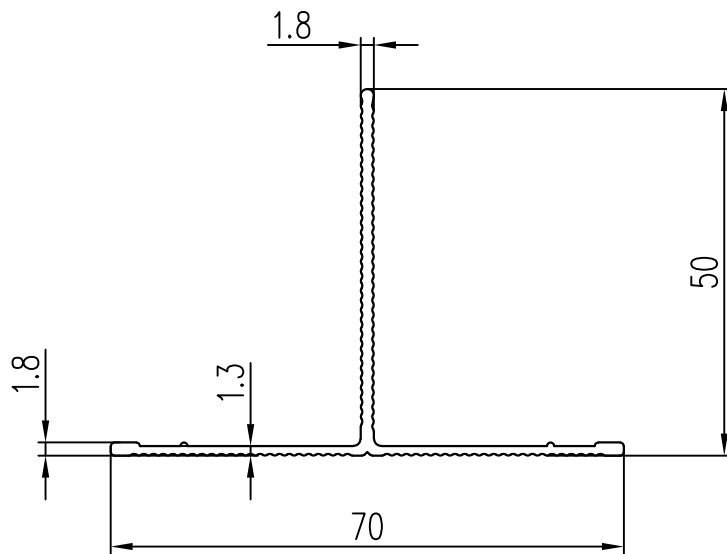
# НАПРАВЛЯЮЩИЕ



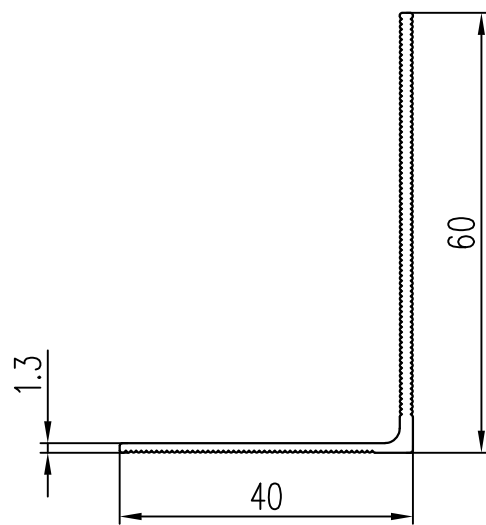
КП45530



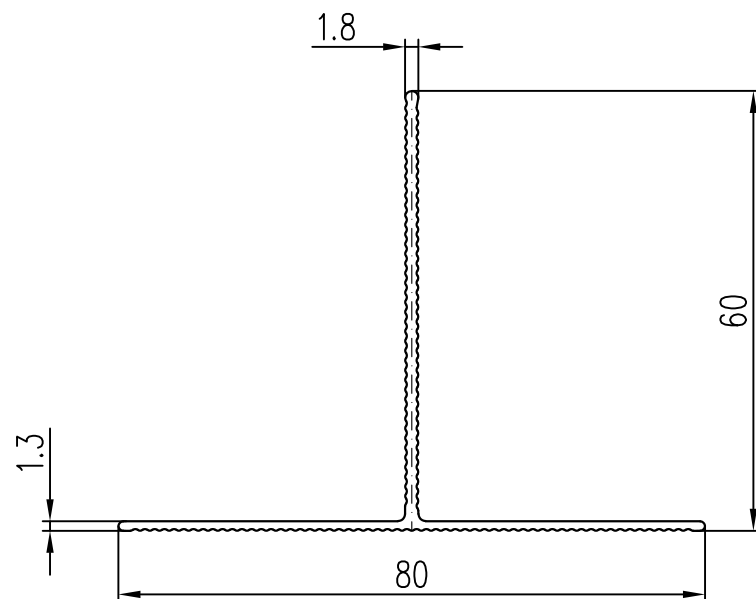
КП45531



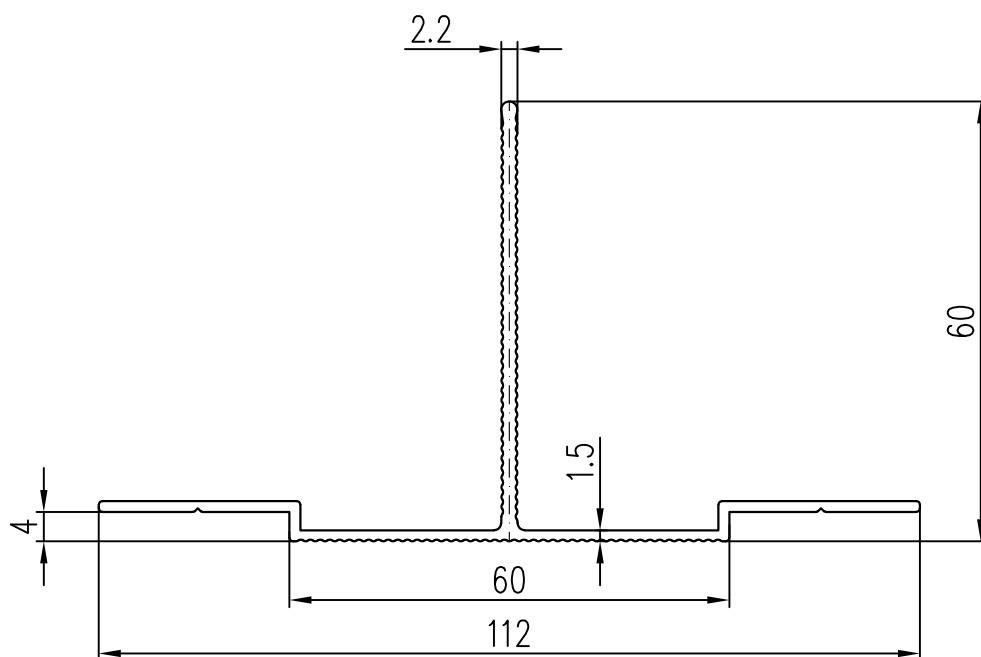
КП 452973



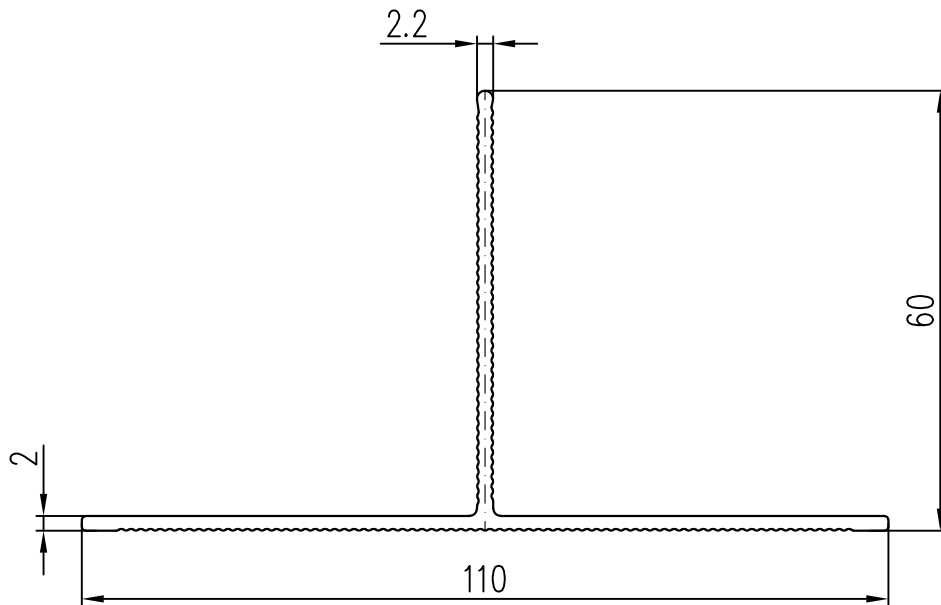
КПС 1032



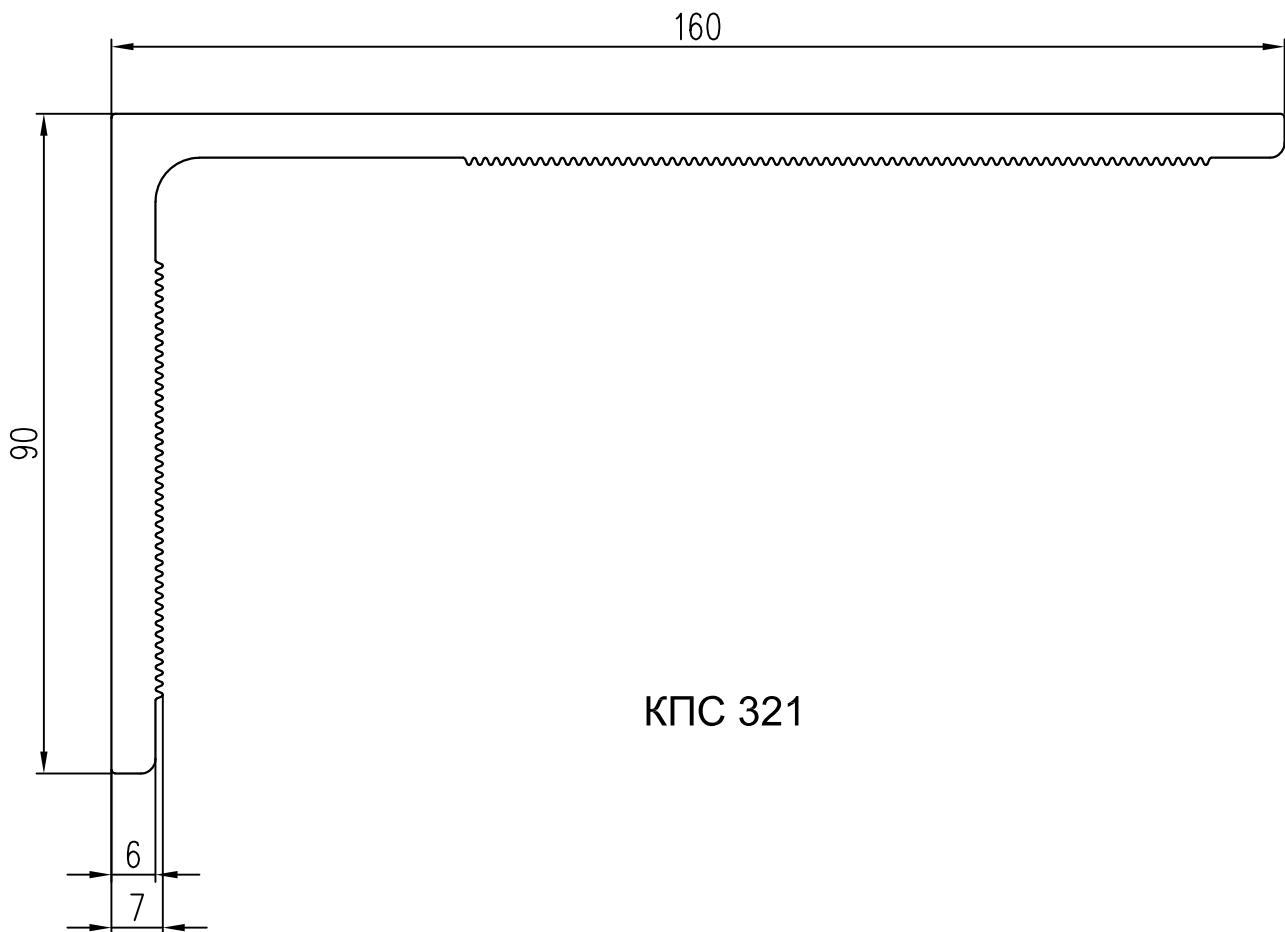
КПС 467



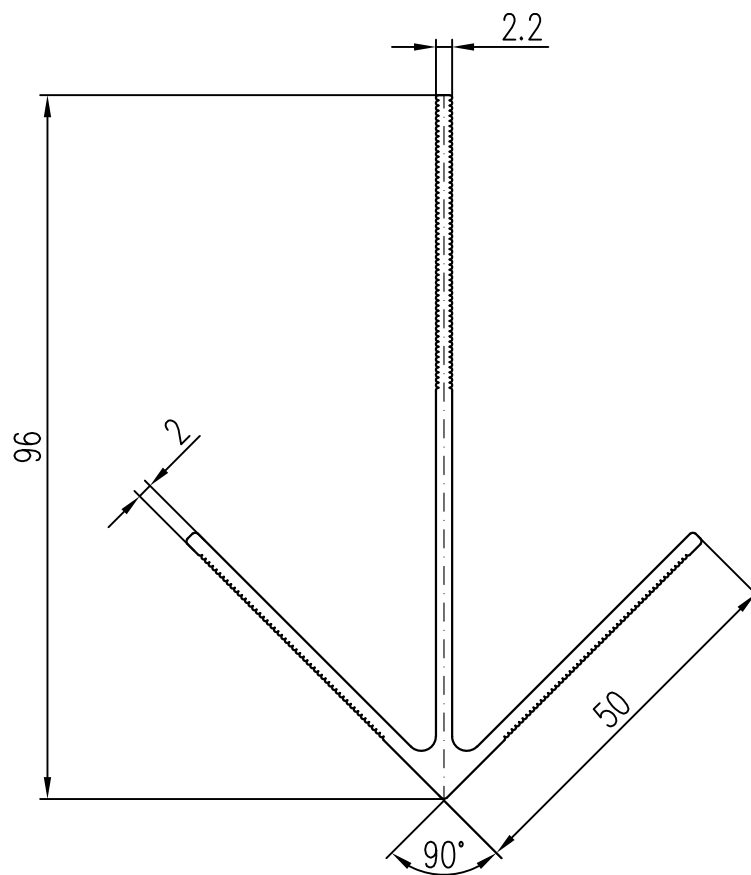
КПС 626



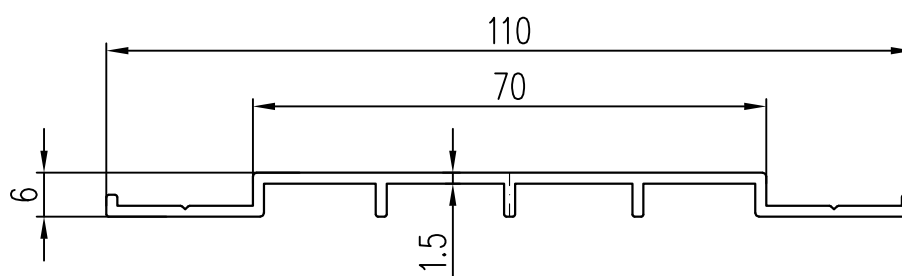
КПС 701



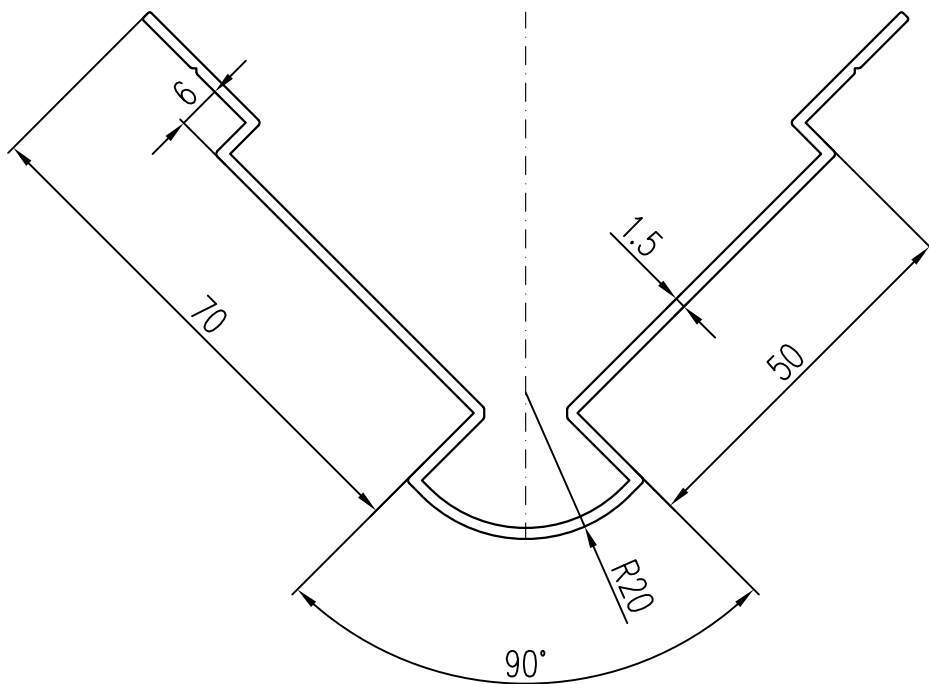
КПС 321



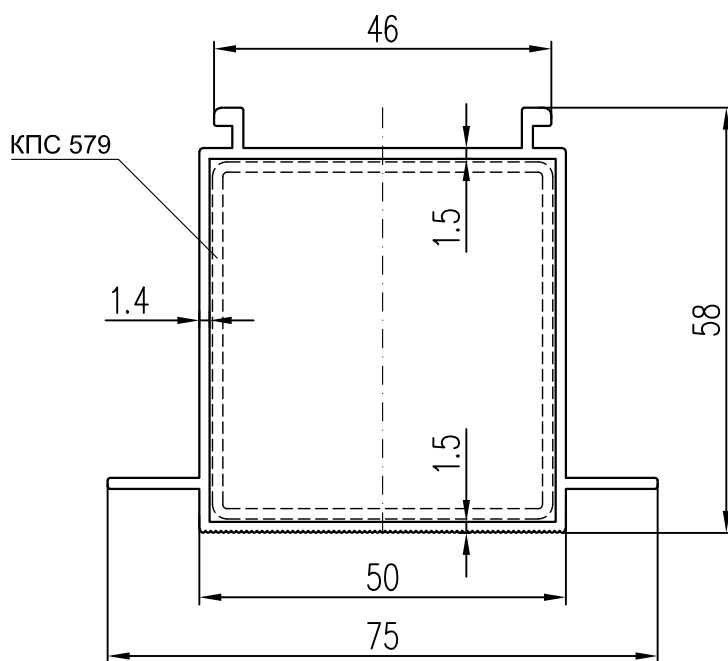
КПС 373



КПС 910

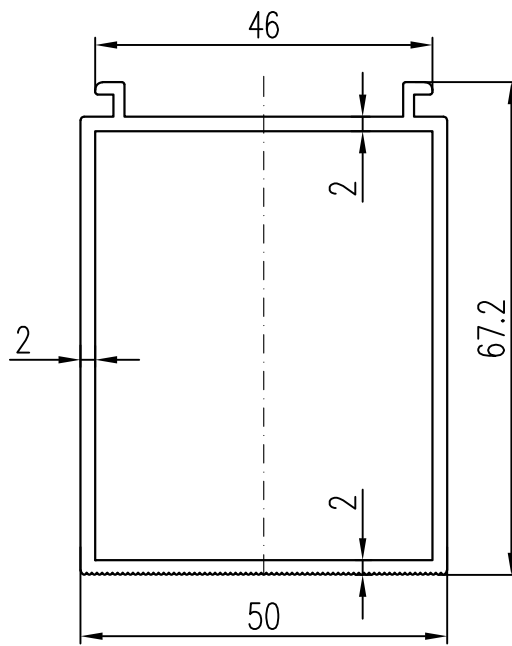


КПС 911

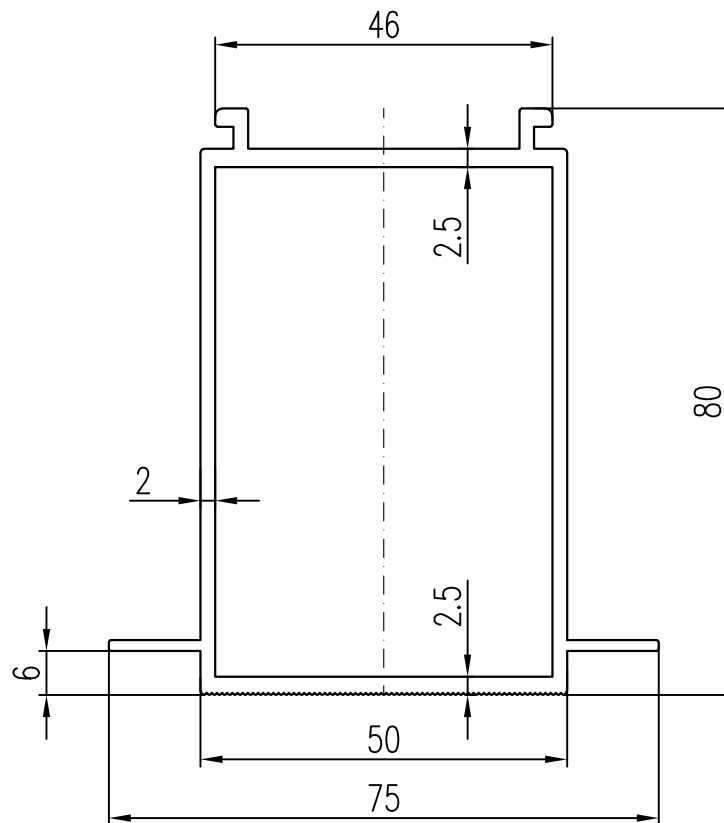


КП45480-1

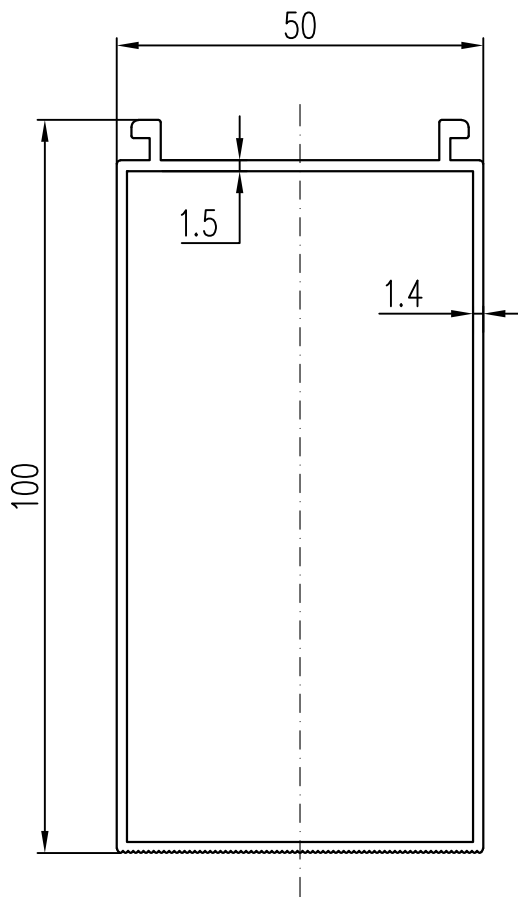




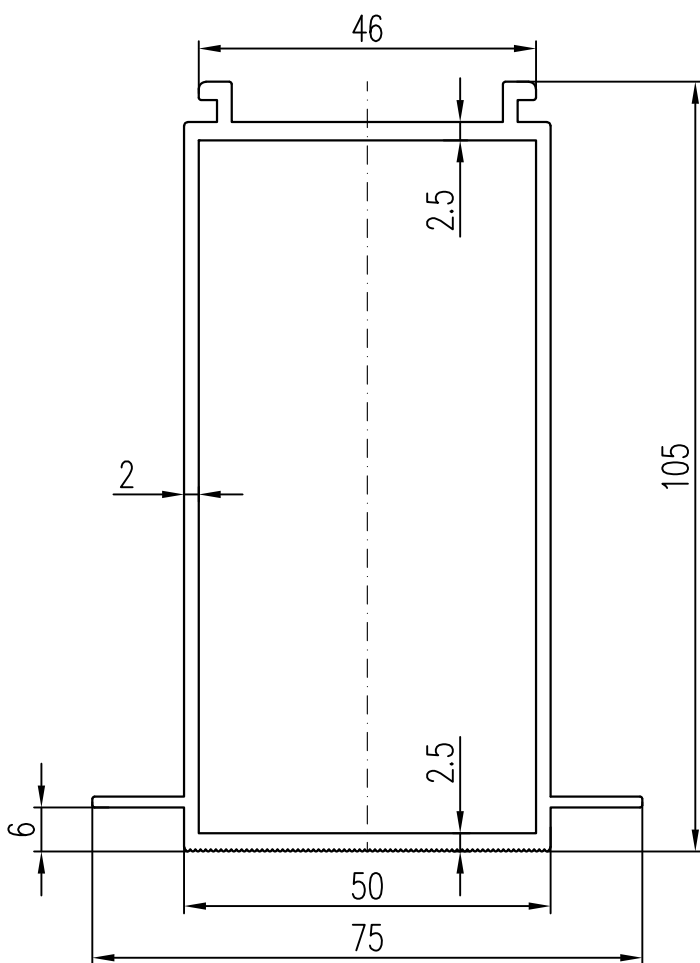
КП451362



КПС 010



КПС 163

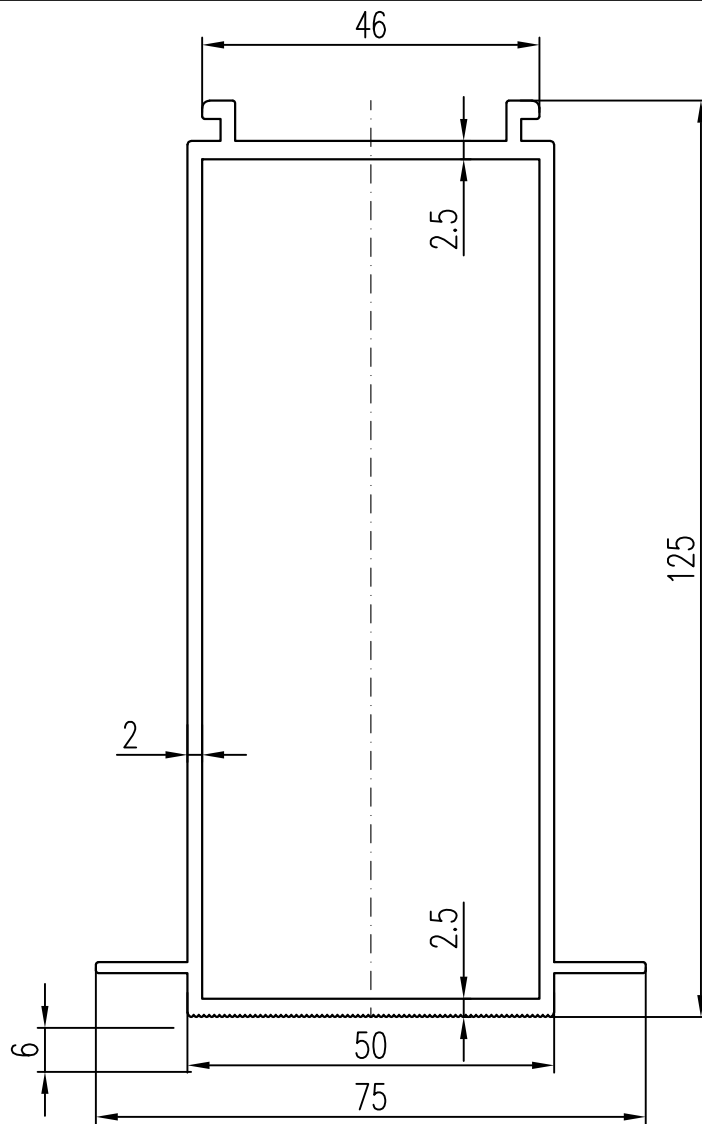


КПС 245

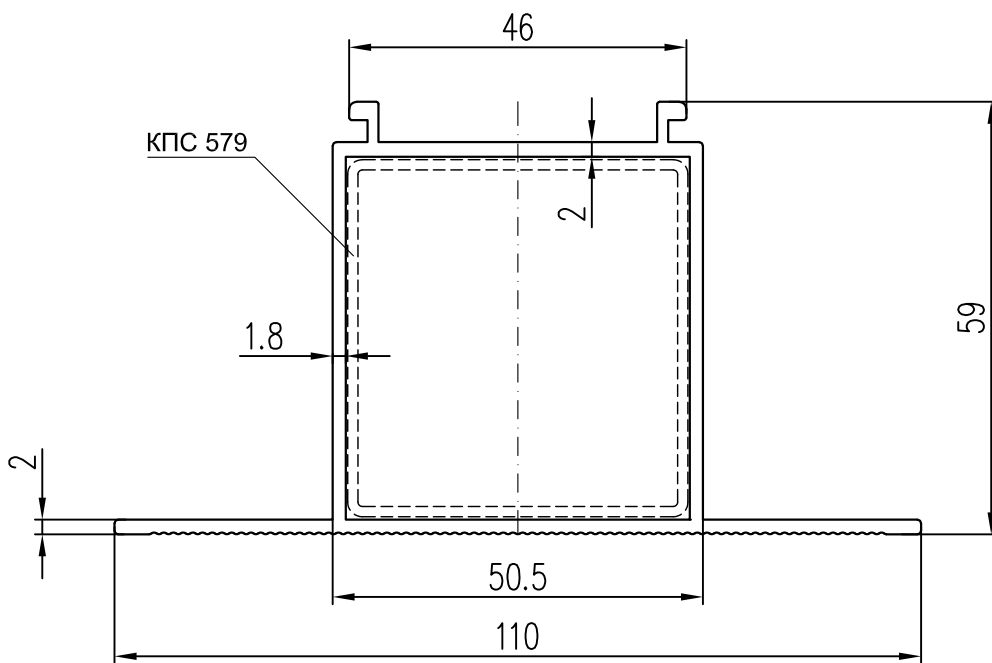
Лист

3.25

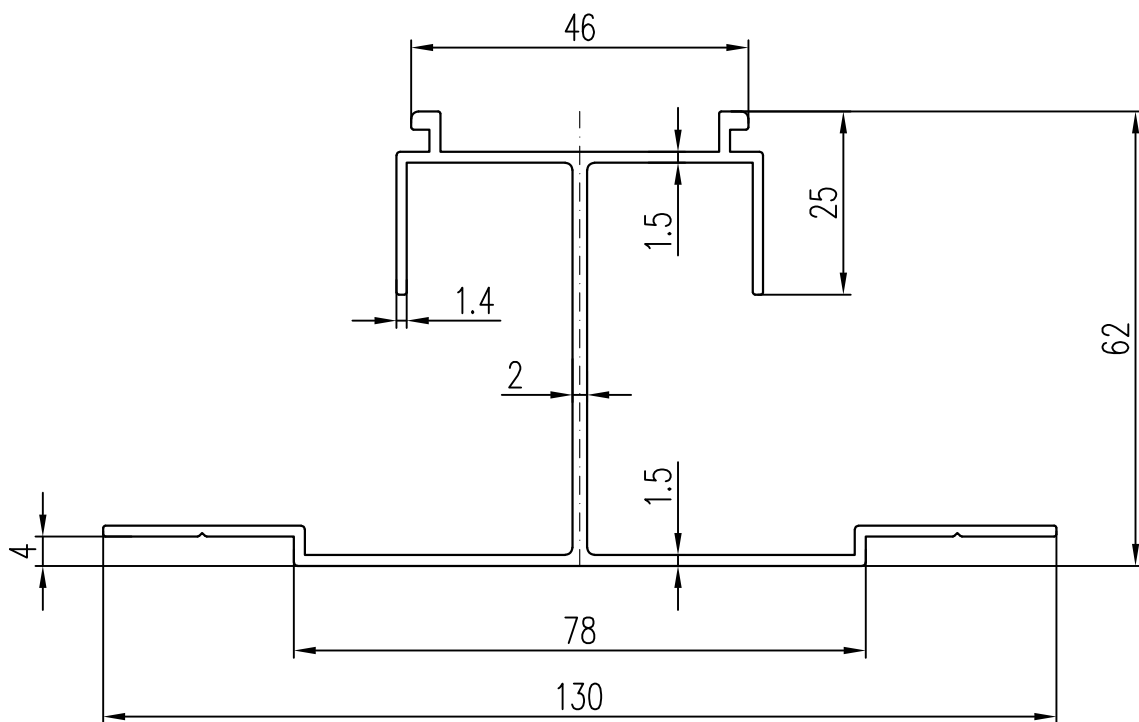
СИАЛ Навесная фасадная система



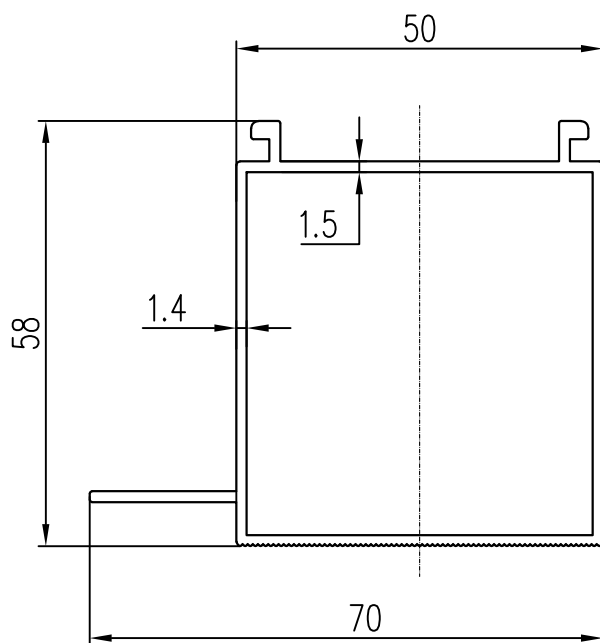
КПС 246



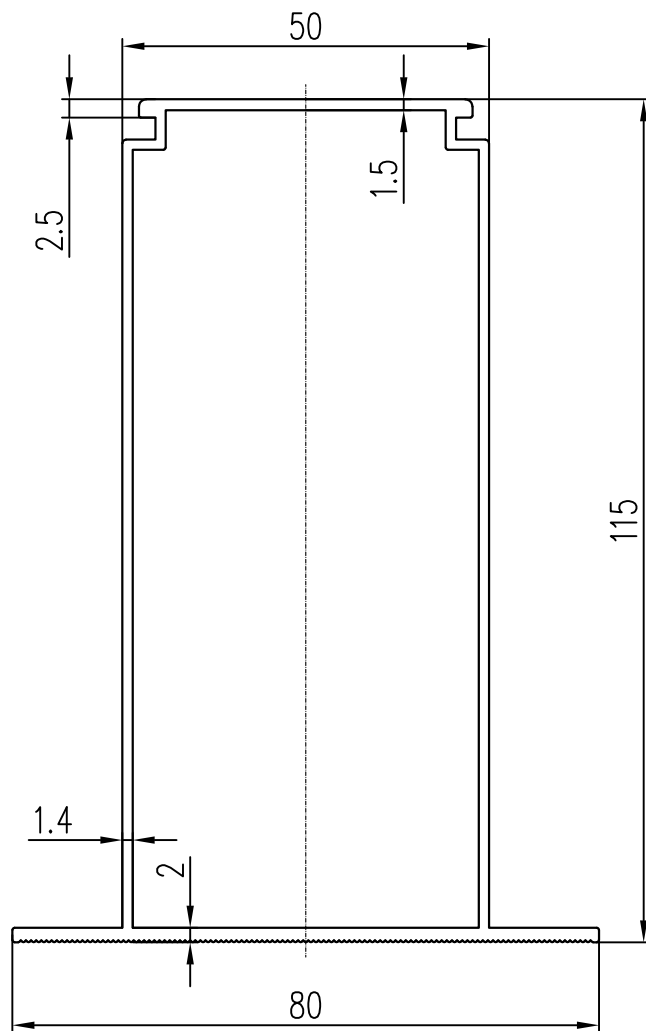
КПС 707



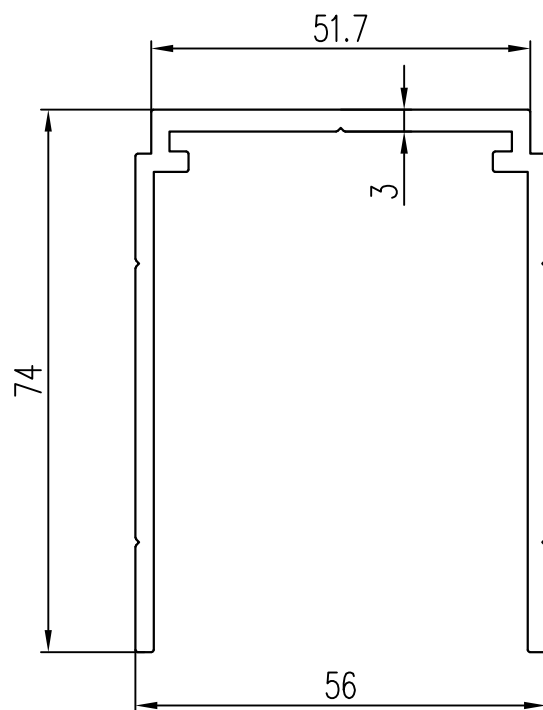
КПС 625



КПС 1031

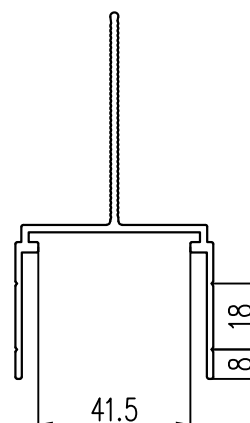
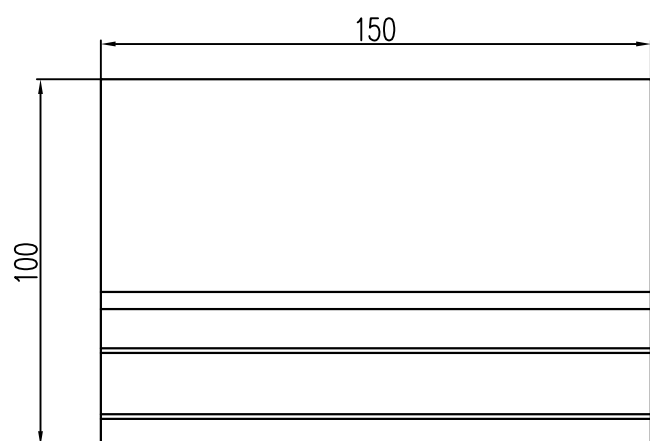


КПС 1179

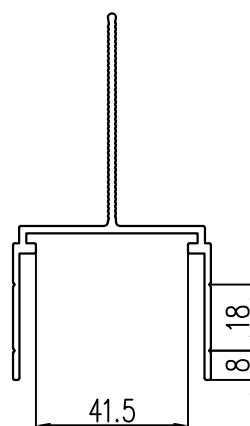
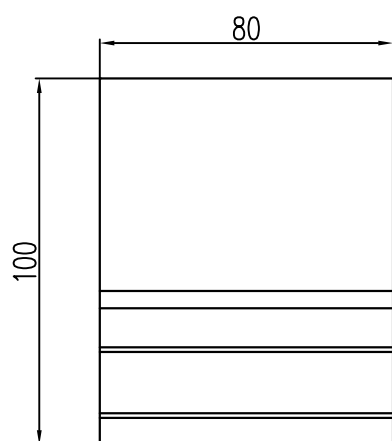


КПС 1180

## АДАПТЕРЫ

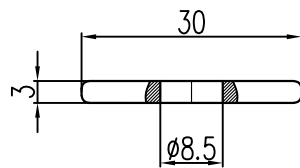
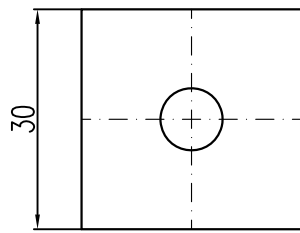


Адаптер большой АБ-КПС 819

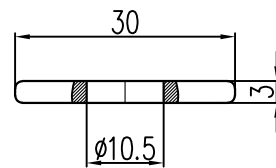
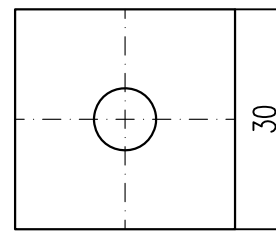


Адаптер малый АМ-КПС 819

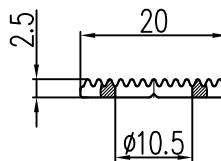
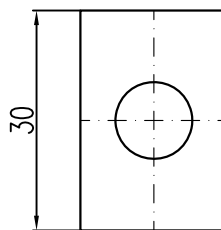
## ШАЙБЫ ФИКСИРУЮЩИЕ



Шайба  
фиксирующая  
ШФ-8-ПК 801-2

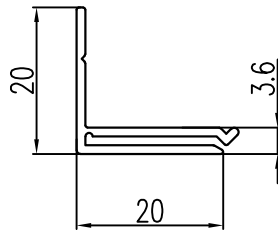


Шайба  
фиксирующая  
ШФ-10-ПК 801-2

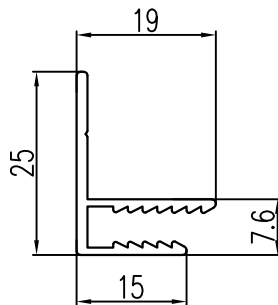


Шайба  
фиксирующая  
ШФ-10-КП45435-1

## ДЕРЖАТЕЛИ

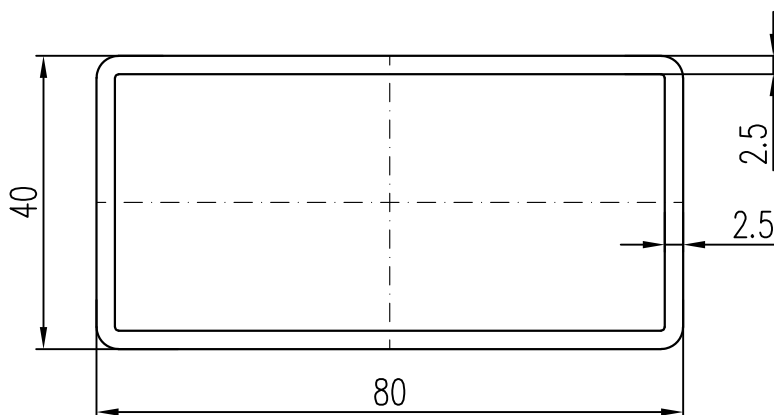


КПС 568



КП45437

## ТРУБА

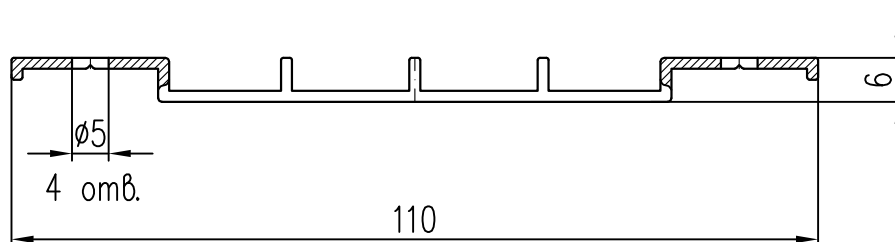
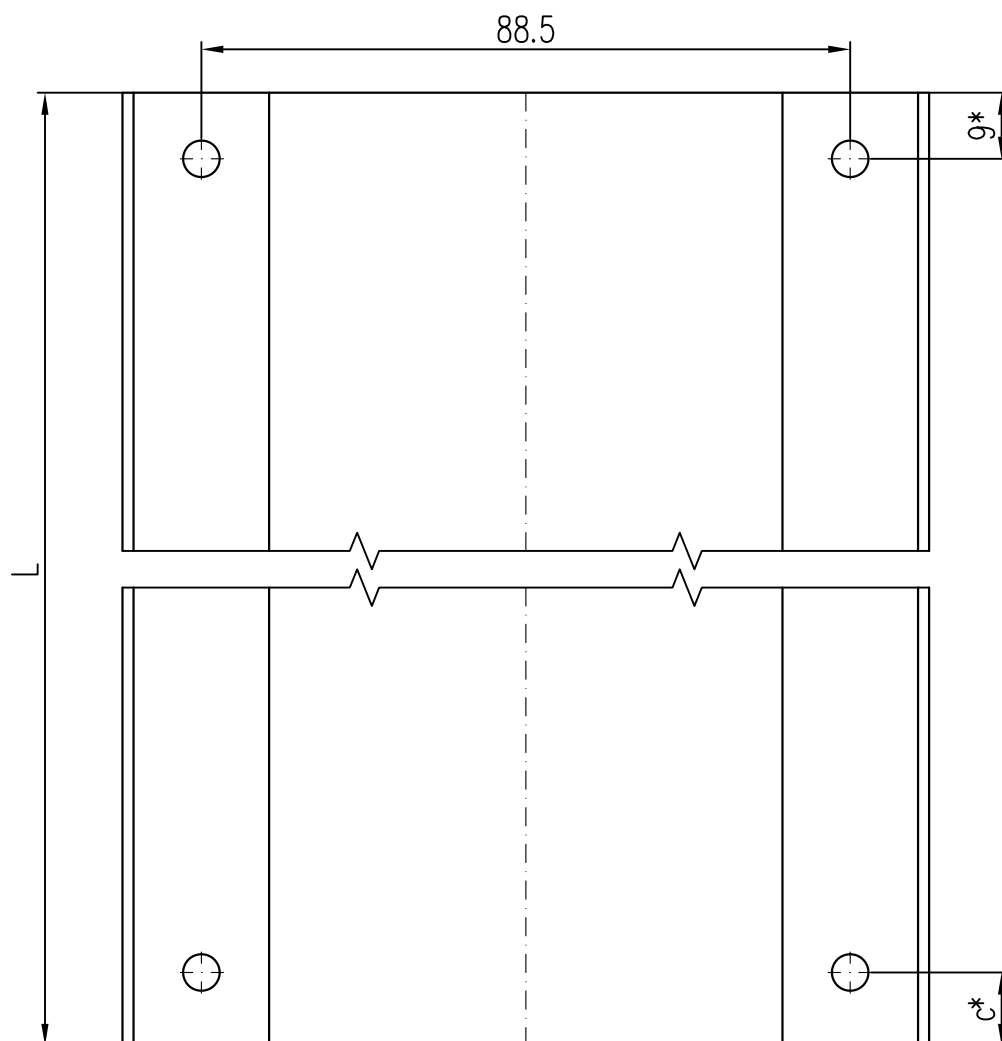


КПС 033



# ОБРАБОТКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ

## КПС 910



### ПРИМЕЧАНИЕ

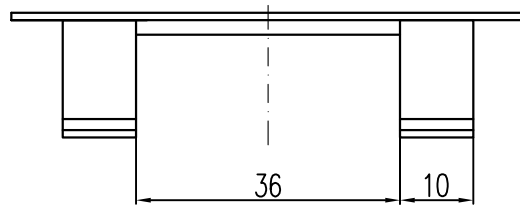
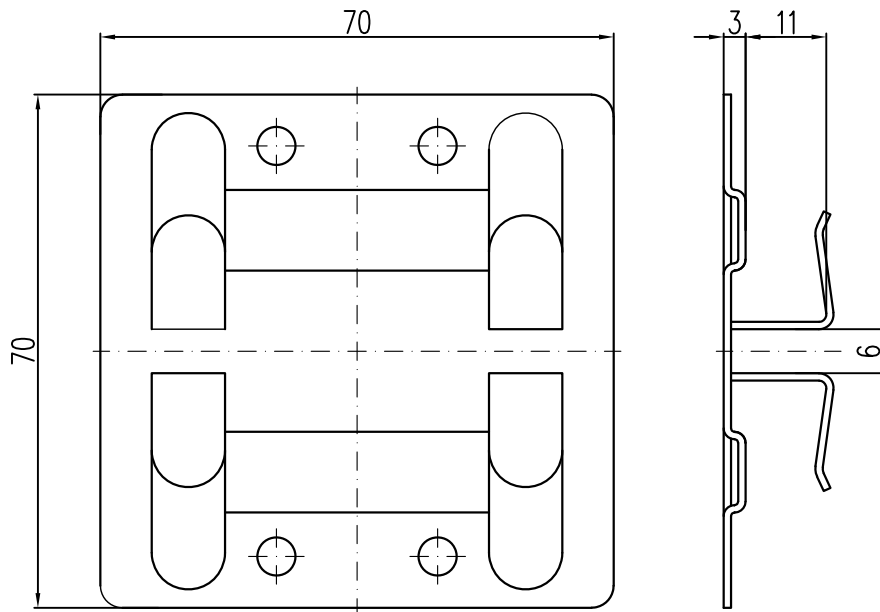
\* - размер 9 мм для установки на угловую направляющую КПС 911.

\*\* - размер с мм определяется в зависимости от вертикальной направляющей.

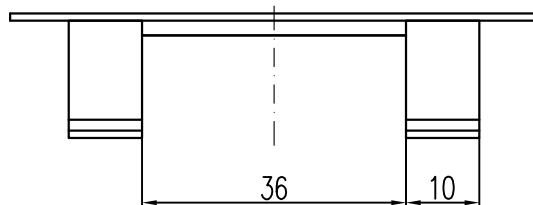
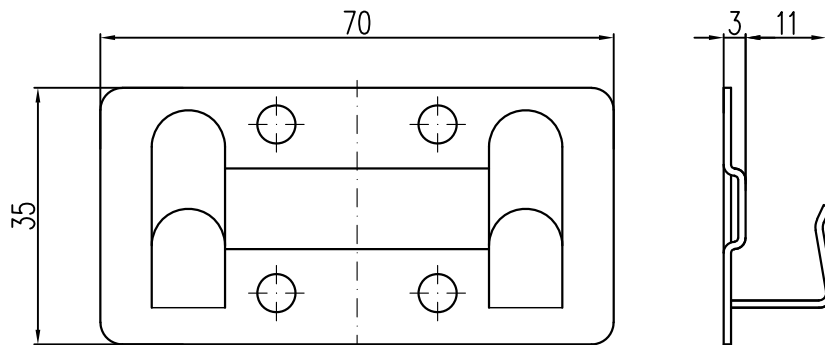


4. СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ  
ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ КЕРАМОГРАНИТНЫХ ПЛИТ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ Г-О-Т-К-Км"

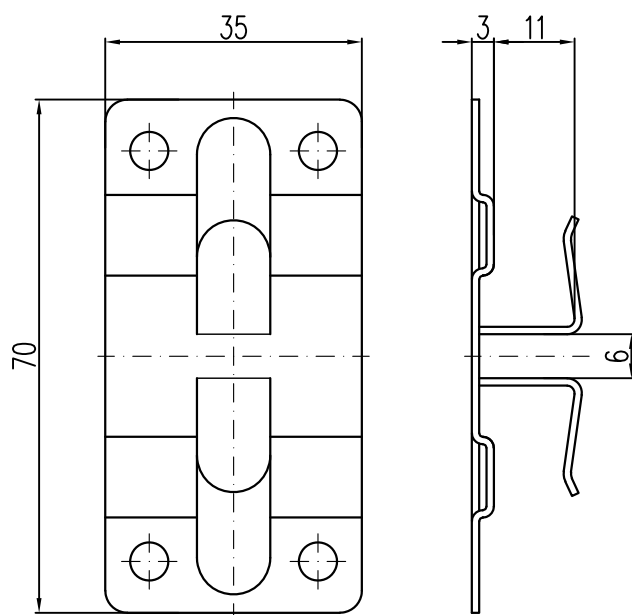
ПРИМЕР КЛЯММЕРОВ ПОД ПЛИТЫ ТОЛЩИНОЙ 10ММ



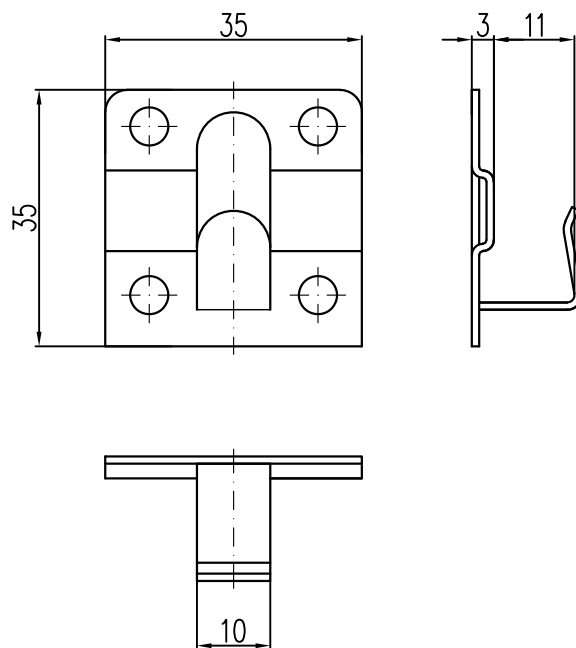
Кляммер рядовой КмР-10



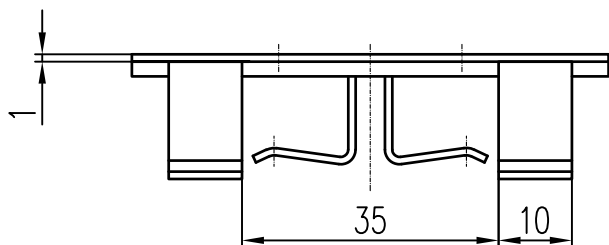
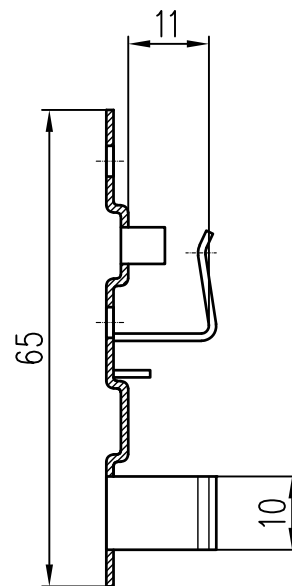
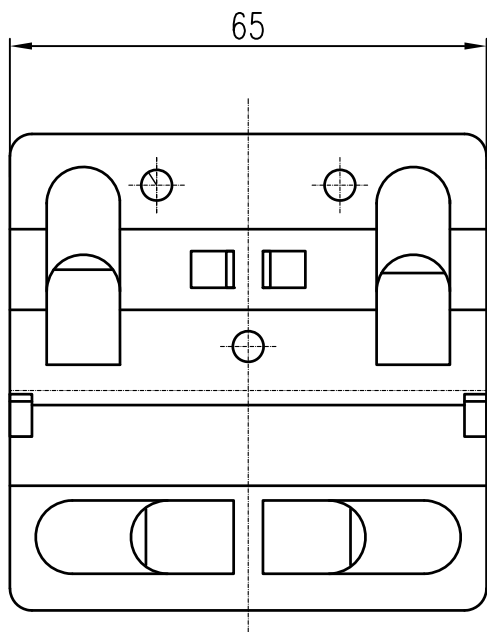
Кляммер торцевой КмТ-10



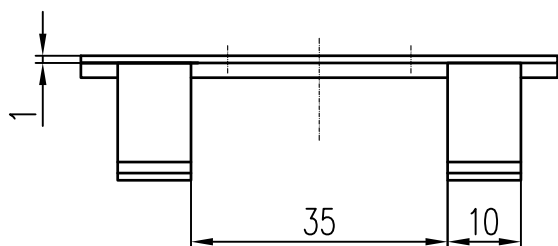
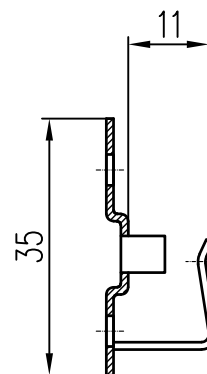
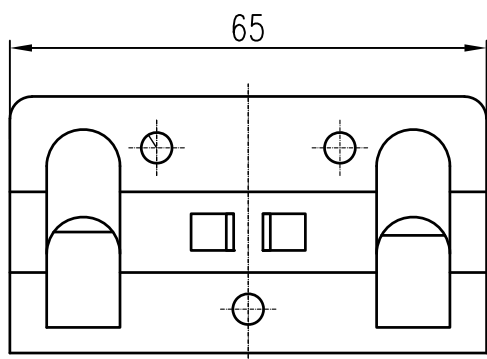
Кляммер боковой КмБ-10



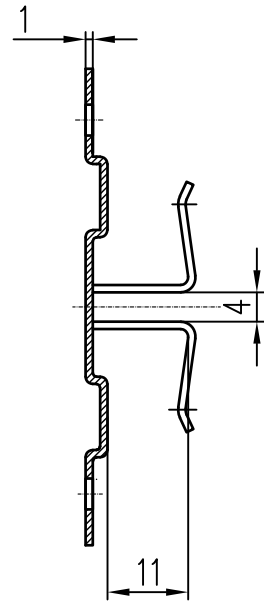
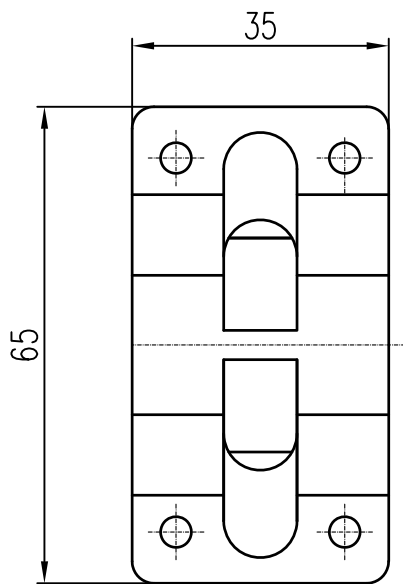
Кляммер конечный КмК-10



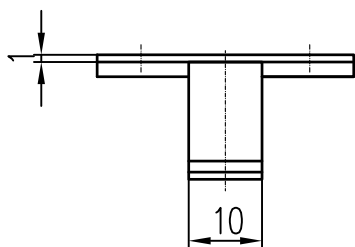
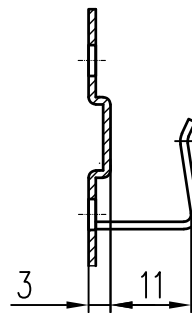
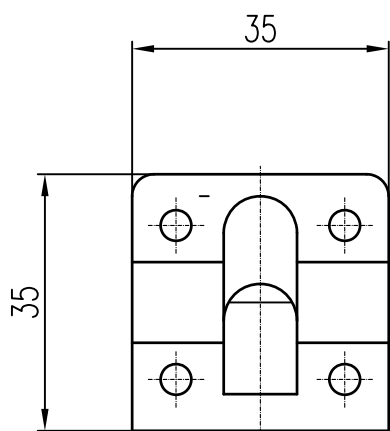
Кляммер рядовой КР 200



Кляммер торцевой КТ 200



Кляммер боковой КБ 200



Кляммер конечный КК 200

Лист

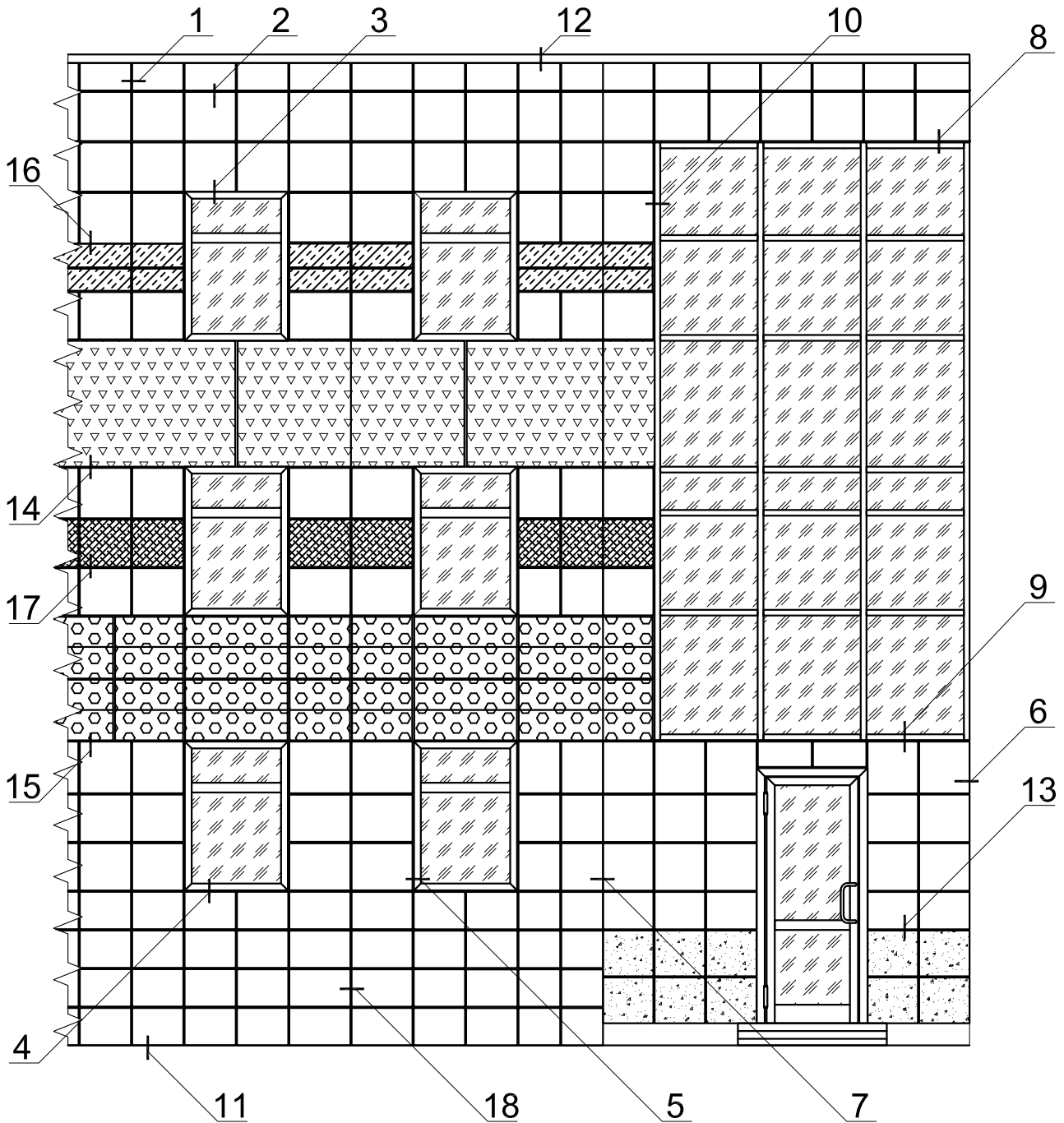
4.5

СИАЛ Навесная фасадная система



5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ Г-О-Т-К-Км"

# ФРАГМЕНТ ФАСАДА

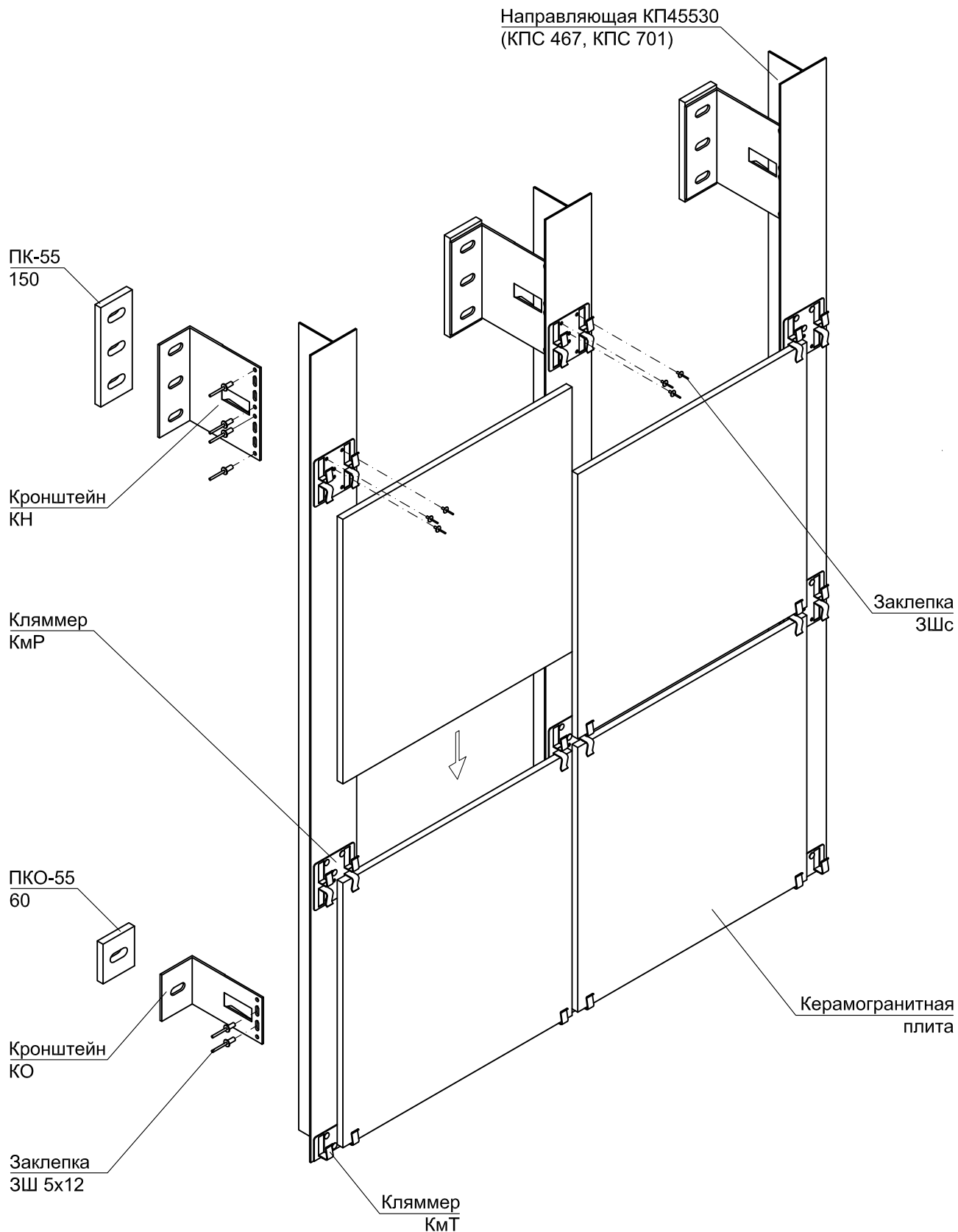


Лист

5.1

СИАЛ Навесная фасадная система

# Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ Г-О-Т-К-Км"



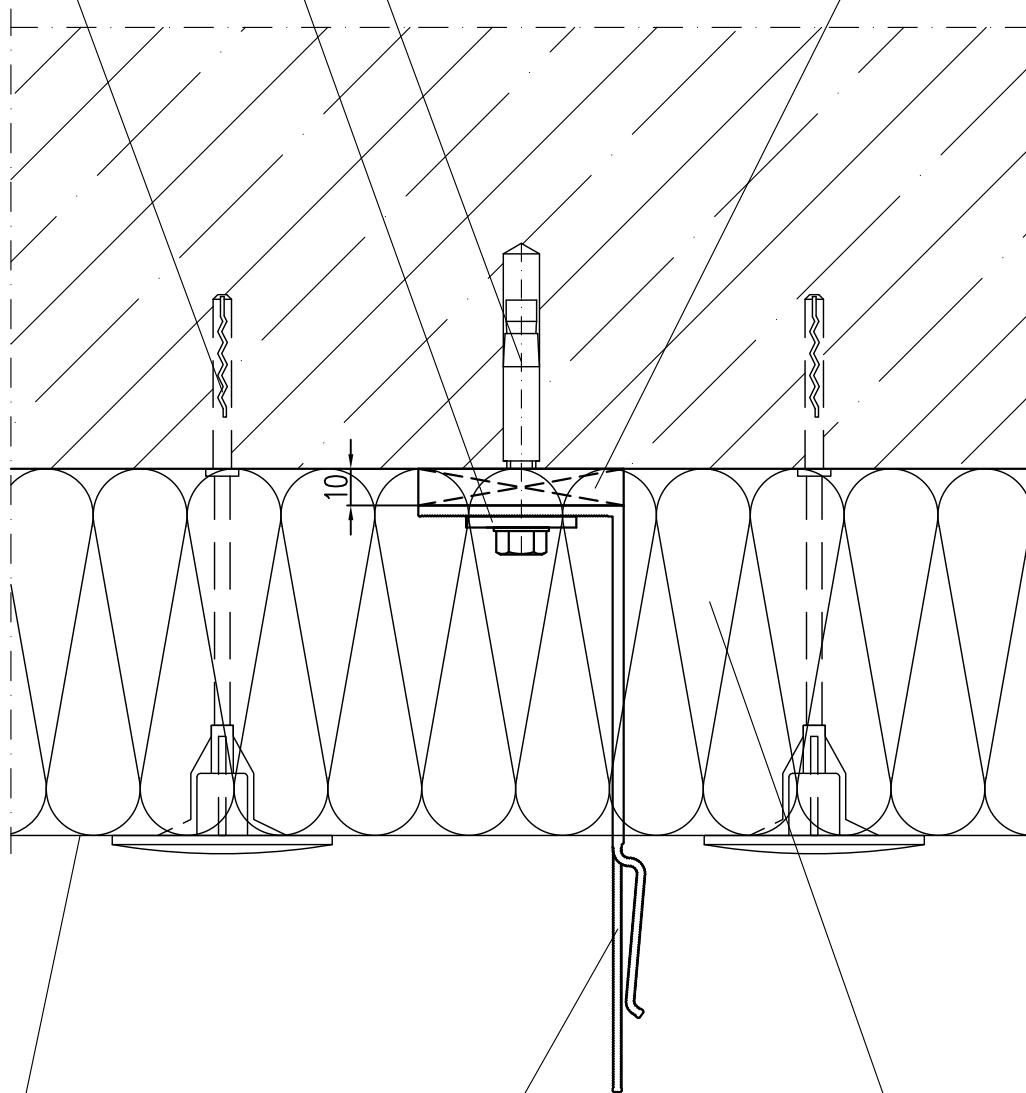
УЗЕЛ 1.1 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  
(показано крепление утеплителя)

Дюбель  
тарельчатый  
ДС

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПК-55-150  
(ПКО-55-60)



Мембрана  
ГПП

Кронштейн КН (КО)  
(КПС 300-1, КПС 301-1,  
КПС 302-1, КПС 303-1,  
КПС 304-1, КПС 305-1)

Утеплитель  
УП

Лист

5.3

СИАЛ Навесная фасадная система

**УЗЕЛ 1.2 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (рядовой участок фасада, применение направляющих  
 КП45530, КПС 467 и КПС 701)

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПК-55-150  
(ПКО-55-60)

Кронштейн КН (КО)  
(КПС 300-1, КПС 301-1,  
КПС 302-1, КПС 303-1,  
КПС 304-1, КПС 305-1)

Утеплитель

Направляющая  
КП45530 (КПС 467,  
КПС 701)

Мембрана  
ГПП

Заклепка ЗШ  
5x12

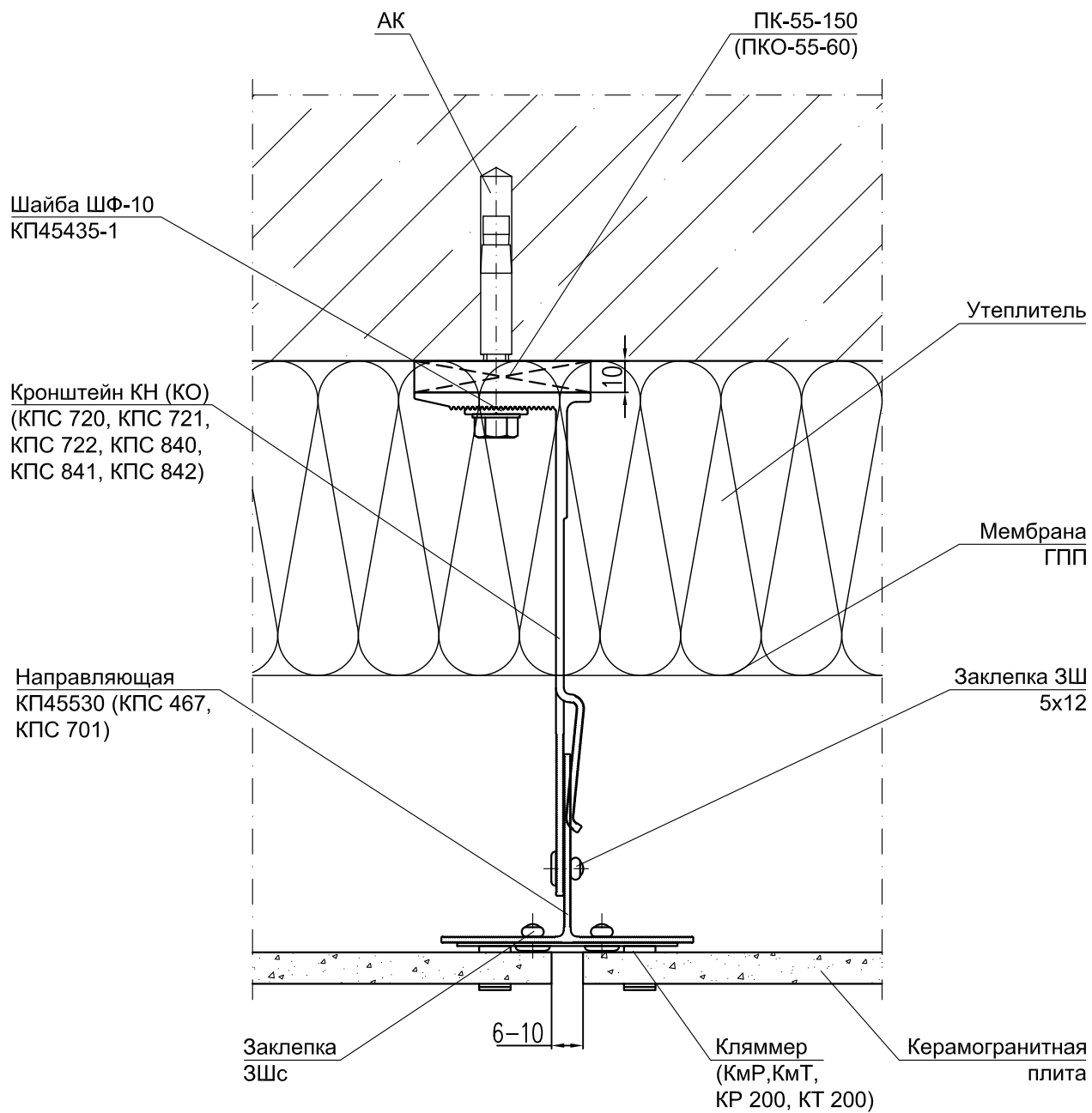
Заклепка  
ЗШс

6-10

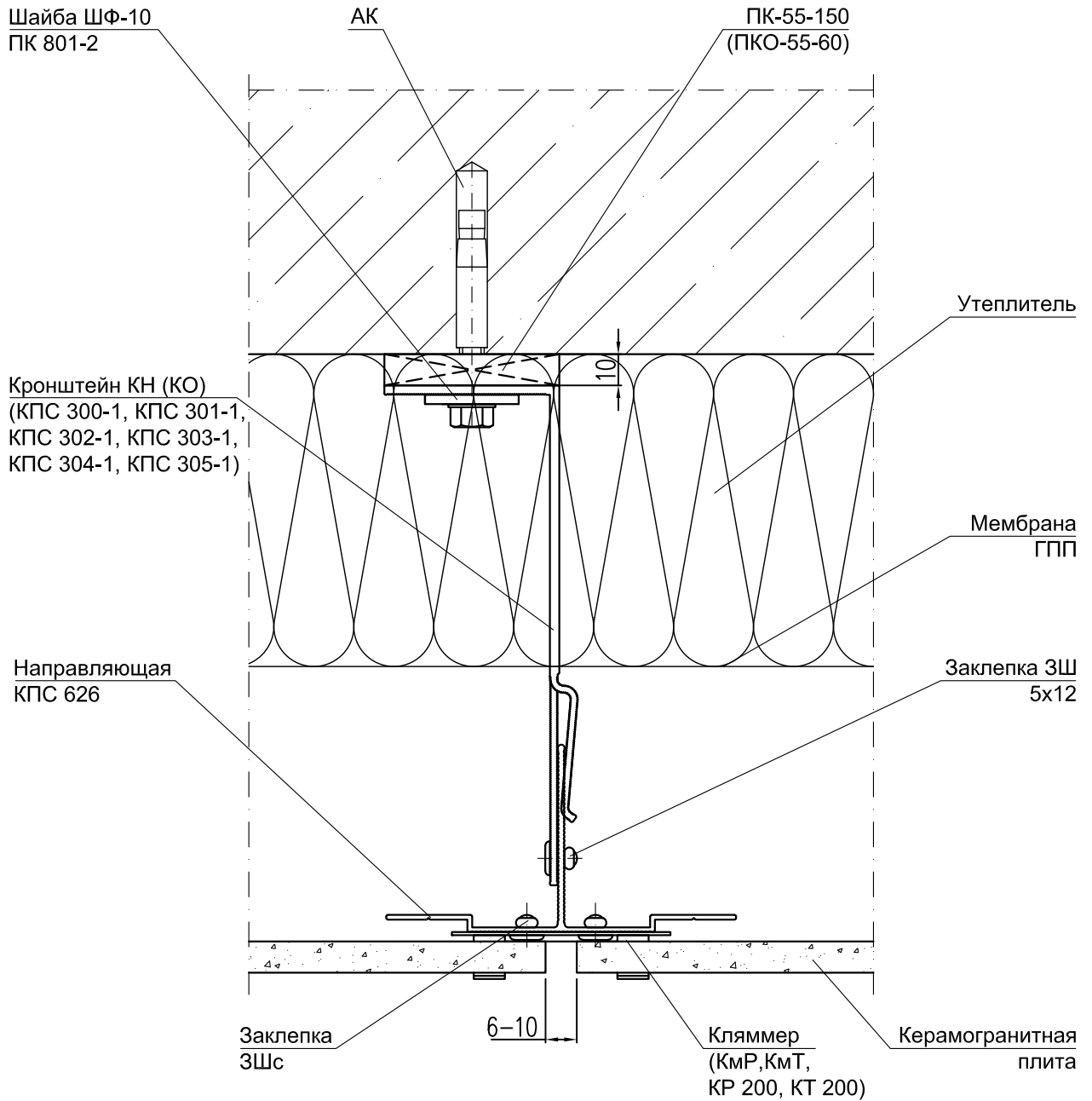
Кляммер  
(КМР, КМТ,  
КР 200, КТ 200)

Керамогранитная  
плита

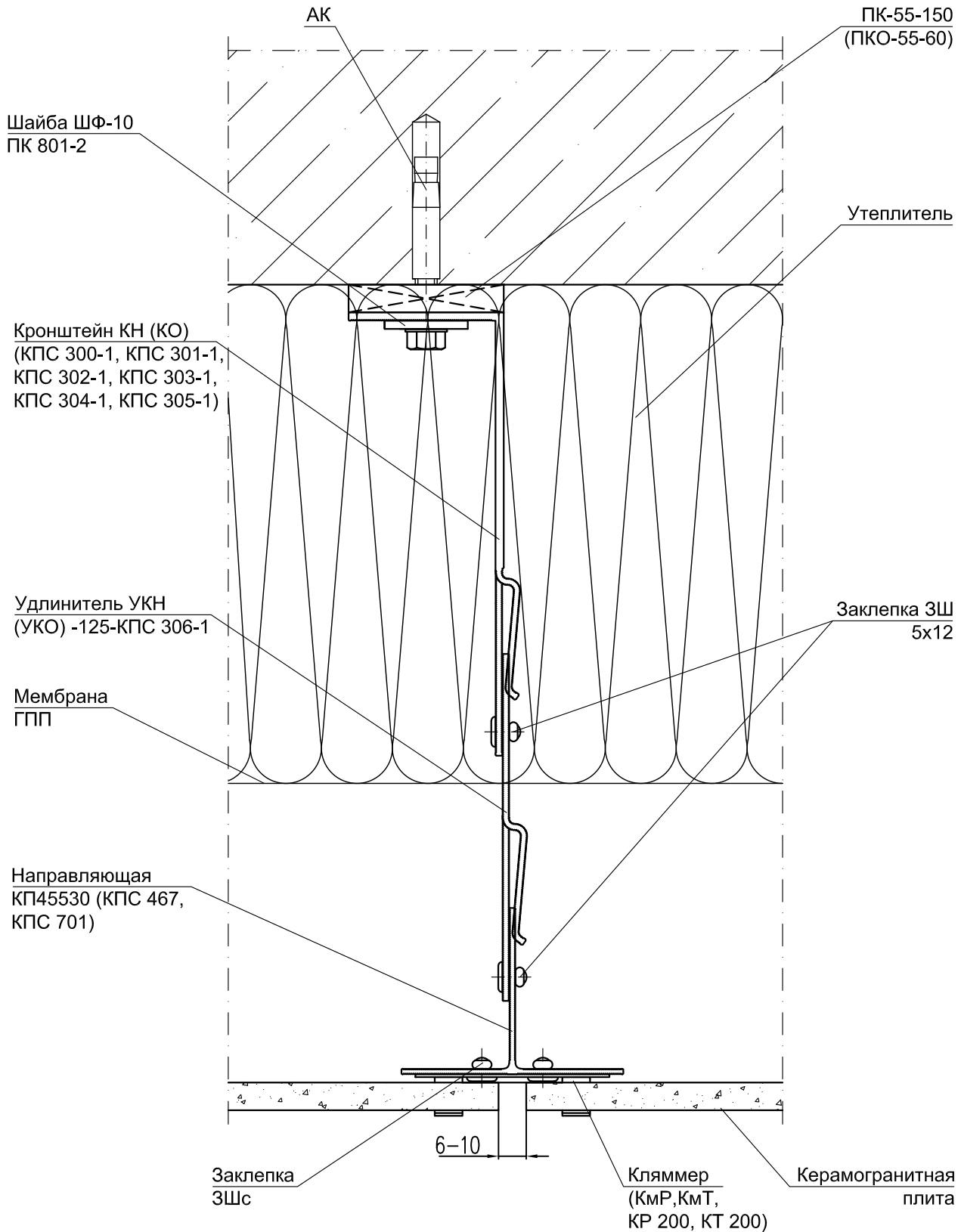
**УЗЕЛ 1.3 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (рядовой участок фасада, применение кронштейнов КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841 и КПС 842)



# УЗЕЛ 1.4 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (рядовой участок фасада, применение направляющей КПС 626)



**УЗЕЛ 1.5 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (применение удлинителей УКН (УКО)-125-КПС 306-1  
 с кронштейнами КН и КО)



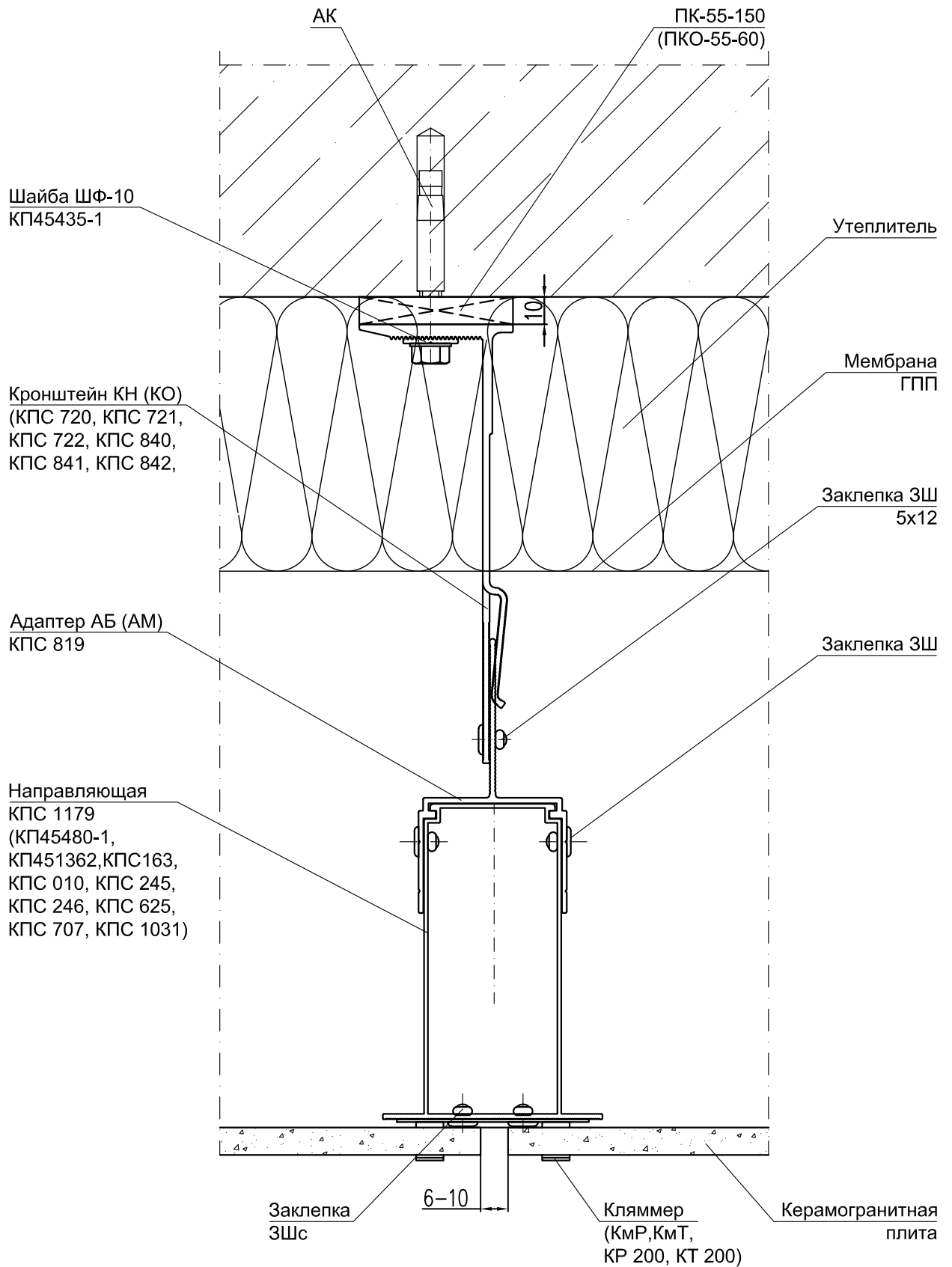
Лист

5.7

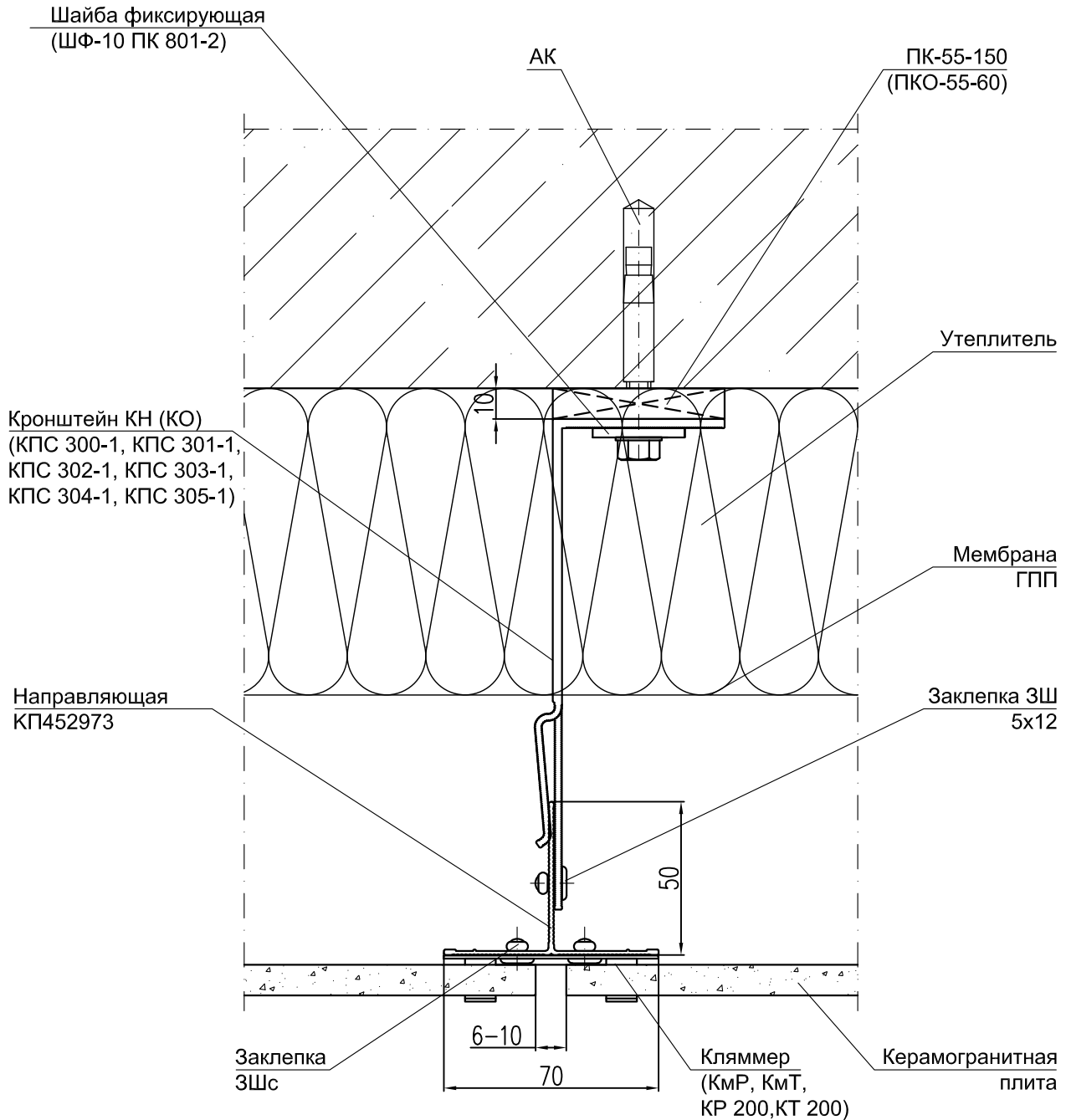
**СИАЛ Навесная фасадная система**



## УЗЕЛ 1.6 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение адаптера КПС 819)



# УЗЕЛ 1.7 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ ( применение направляющей КП452973 )

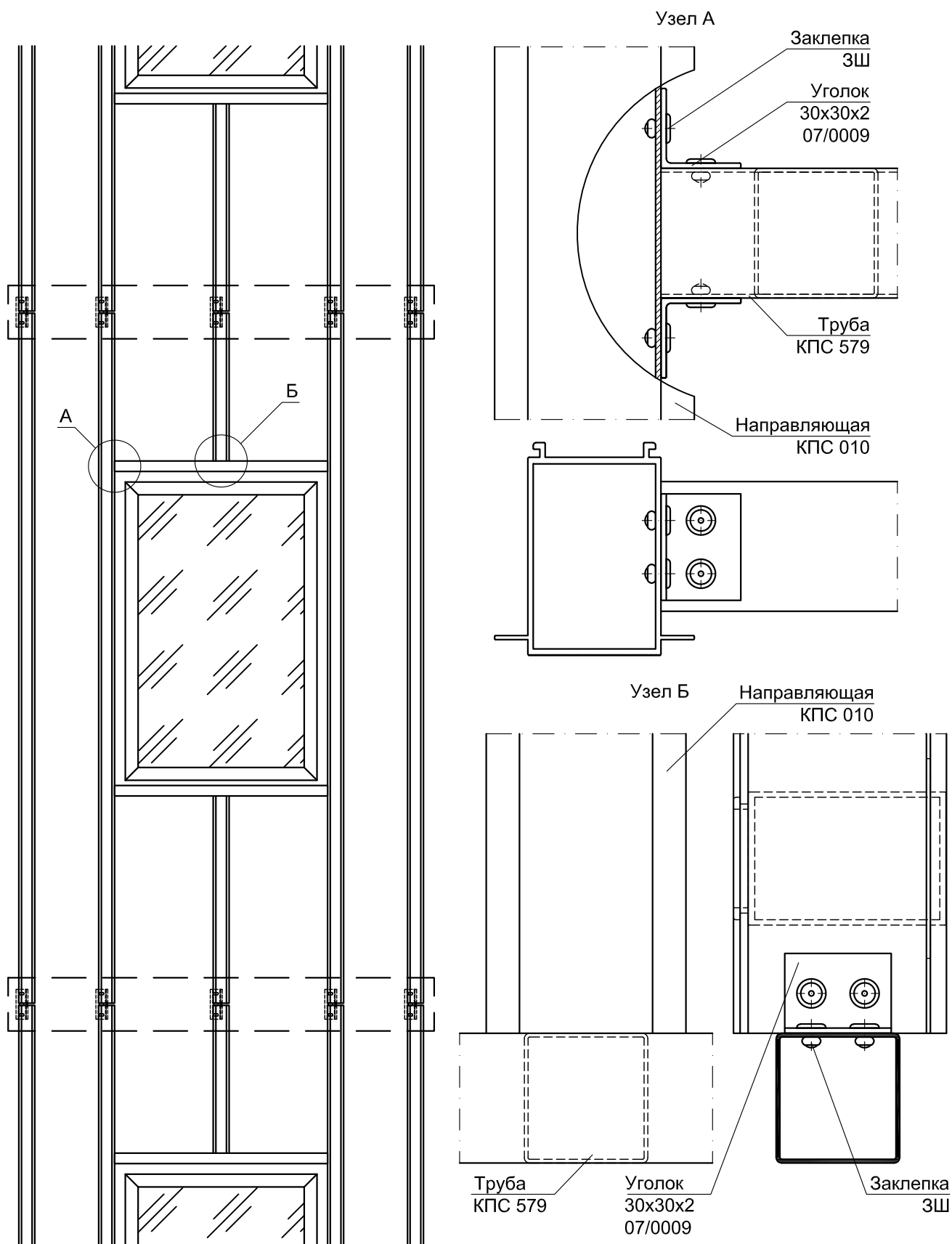


Лист

5.9

СИАЛ Навесная фасадная система

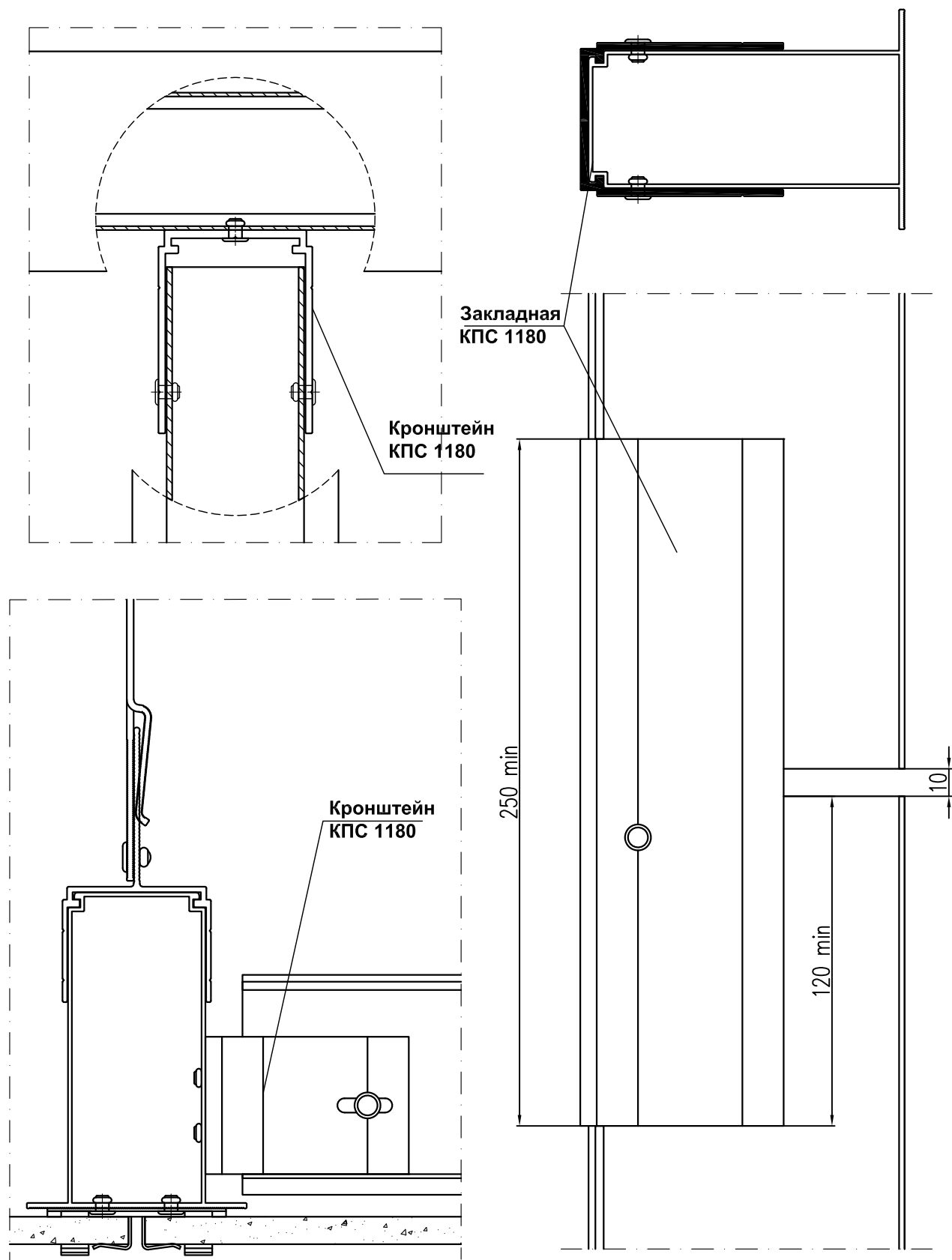
# ПОДКОНСТРУКЦИЯ В РАЙОНЕ ОКОННОГО ПРОЕМА ПРИ КРЕПЛЕНИИ НАПРАВЛЯЮЩИХ ТОЛЬКО К ПЛИТАМ ПЕРЕКРЫТИЙ



Межэтажная система рекомендована к применению в сейсмоопасных регионах РФ с балльностью строительных площадок до 7 - ми баллов включительно по шкале MSK-64

ПРИМЕЧАНИЕ

**ПРИМЕНЕНИЕ ОХВАТЫВАЮЩЕЙ ЗАКЛАДНОЙ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПРИ КРЕПЛЕНИИ В ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ КРОНШТЕЙНА**

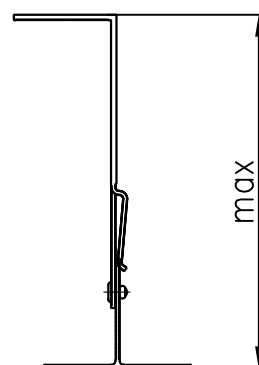
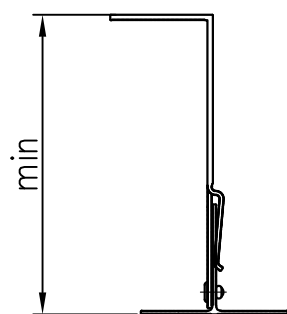


**ПРИМЕЧАНИЕ**

Межэтажная система рекомендована к применению в сейсмоопасных регионах РФ с балльностью строительных площадок до 7 - ми баллов включительно по шкале MSK-64

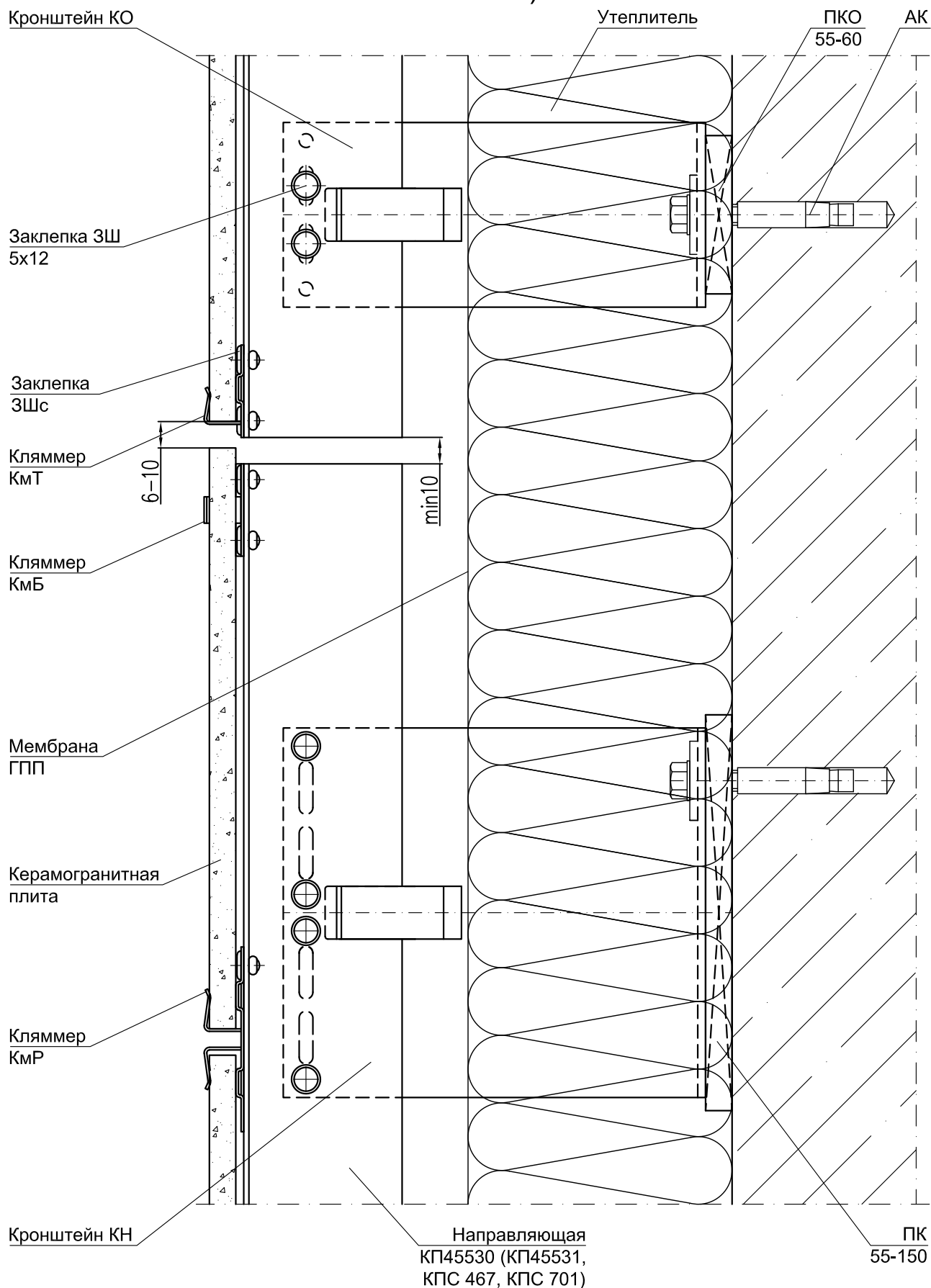
Лист	<b>СИАЛ    Навесная фасадная система</b>
5.11	

## ТАБЛИЦА ВЫЛЕТОВ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТАНОВЛЕННЫХ НА Г-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНАХ, ММ



Марка кронштейна	Шифр направляющей	КП45530	КП45531	КПС 467	КПС 1032	КПС 626	КПС 701	КП 452973
		КН (КО)-70 КПС 300-1	min	74	74	72	72	73
	max	104	104	102	102	103	103	94
КН (КО)-90 КПС 301-1	min	94	94	92	92	93	93	92
КН (КО)-90 КПС 840	max	124	124	122	122	123	123	114
КН (КО)-125 КПС 302-1	min	129	129	127	127	128	128	127
КН (КО)-125 КПС 841	max	159	159	157	157	158	158	149
КН (КО)-160 КПС 303-1	min	164	164	162	162	163	163	162
КН (КО)-160 КПС 720	max	194	194	192	192	193	193	184
КН (КО)-180 КПС 304-1	min	184	184	182	182	183	183	182
КН (КО)-180 КПС 842	max	214	214	212	212	213	213	204
КН (КО)-205 КПС 305-1	min	209	209	207	207	208	208	207
КН (КО)-205 КПС 721	max	239	239	237	237	238	238	229
КН (КО)-240 КПС 722	min	244	244	242	242	243	243	242
	max	274	274	272	272	273	273	264

# УЗЕЛ 2.1 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющих КП45530, КП45531, КПС 467 и КПС 701)

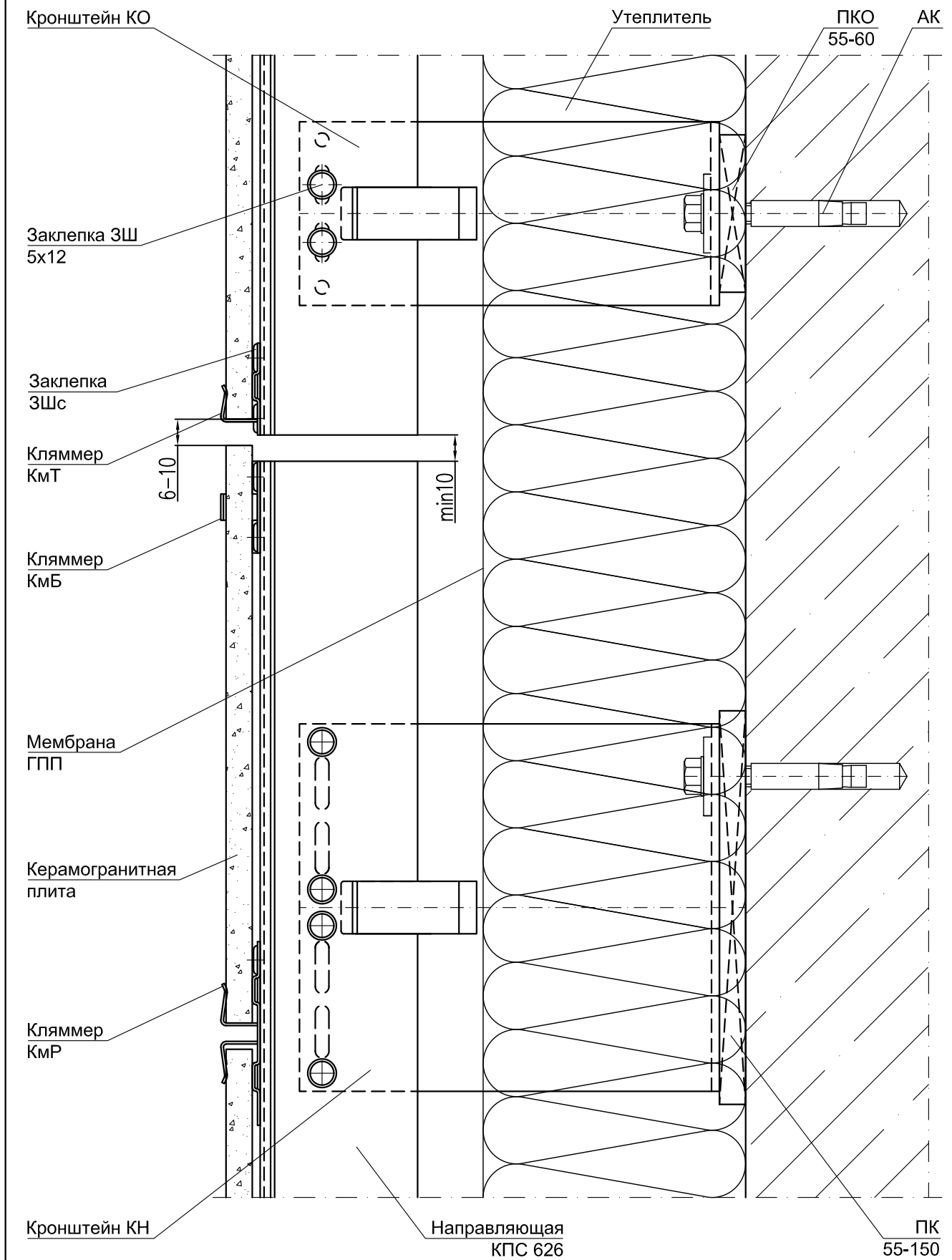


Лист

5.13

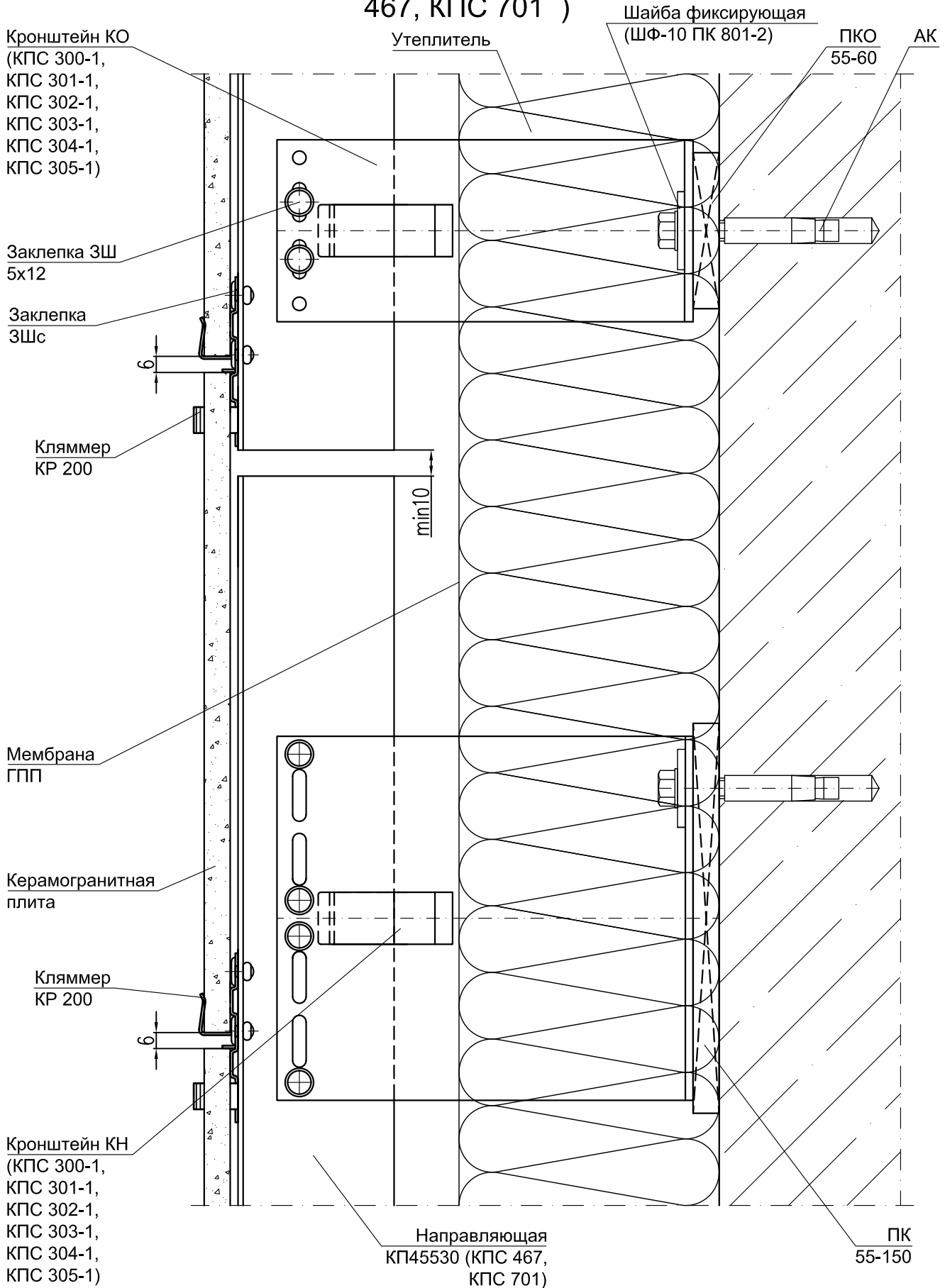
**СИАЛ** Навесная фасадная система

## УЗЕЛ 2.2 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 626)



## УЗЕЛ 2.3 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ

(применение кляммера КР 200 с направляющими КП45530, КПС 467, КПС 701 )



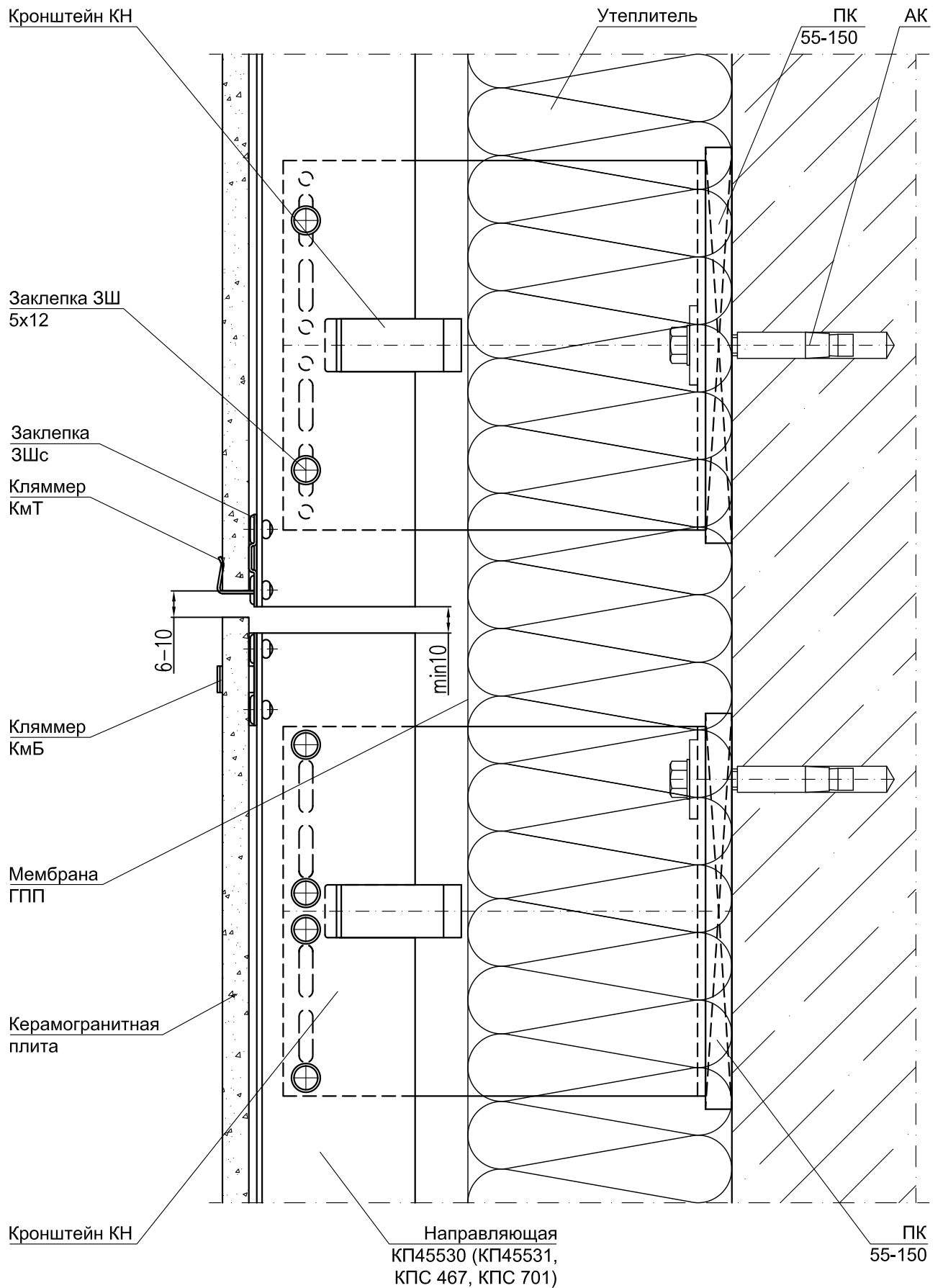
Лист

5.15

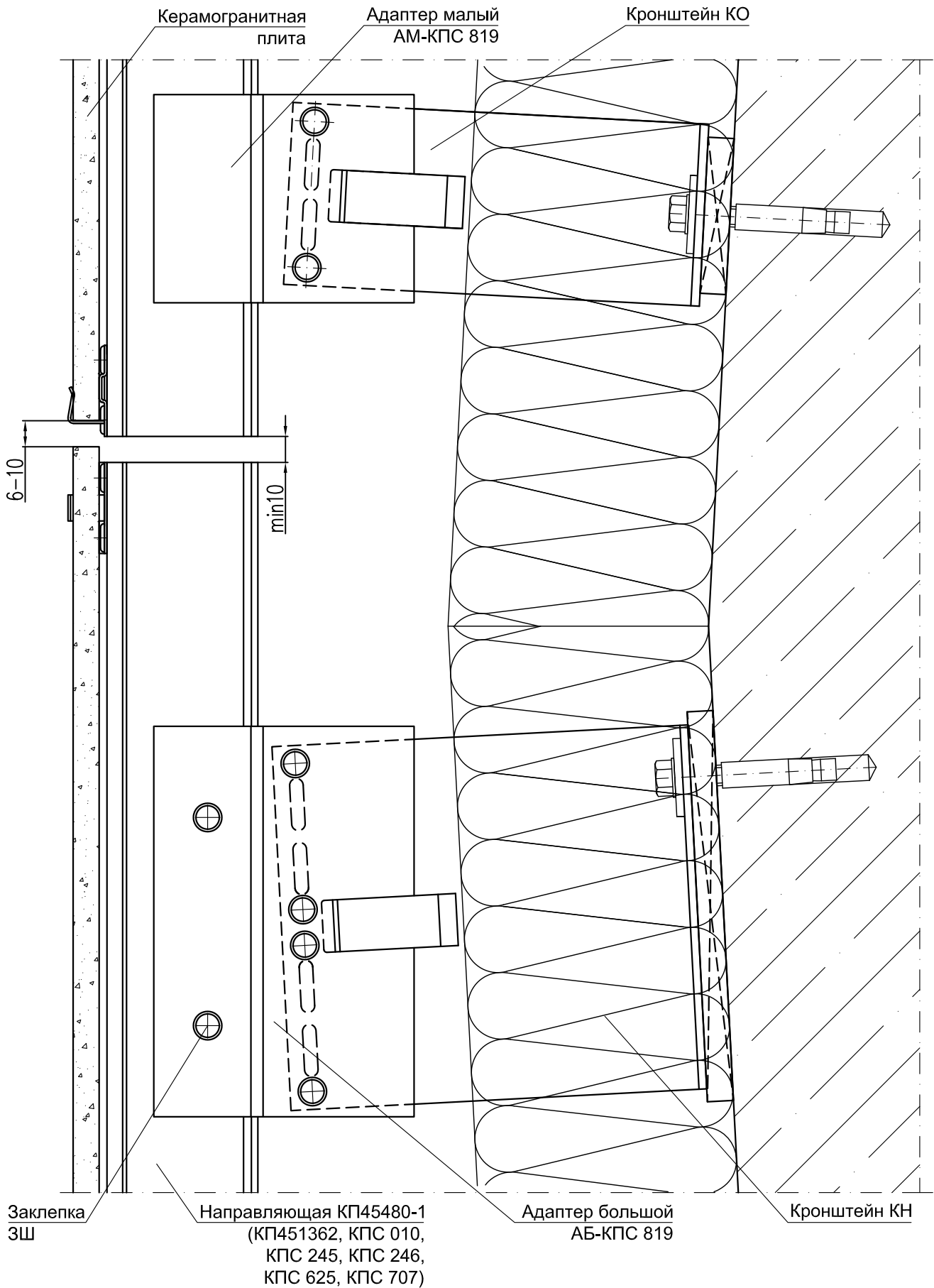
**СИАЛ** Навесная фасадная система



## УЗЕЛ 2.4 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (установка несущего кронштейна в качестве опорного)



## УЗЕЛ 2.5 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение адаптера КПС 819)

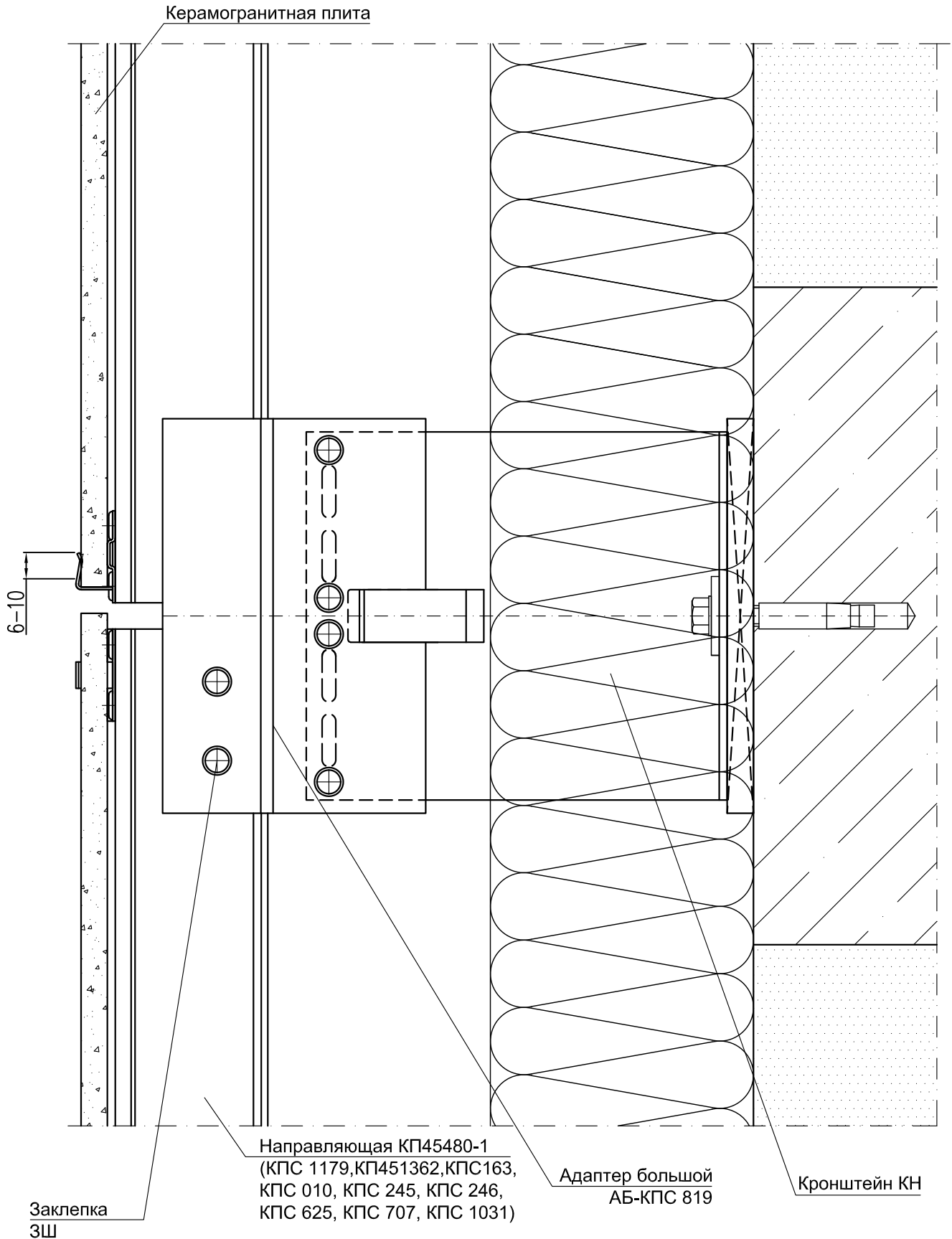


Лист

5.17

**СИАЛ** Навесная фасадная система

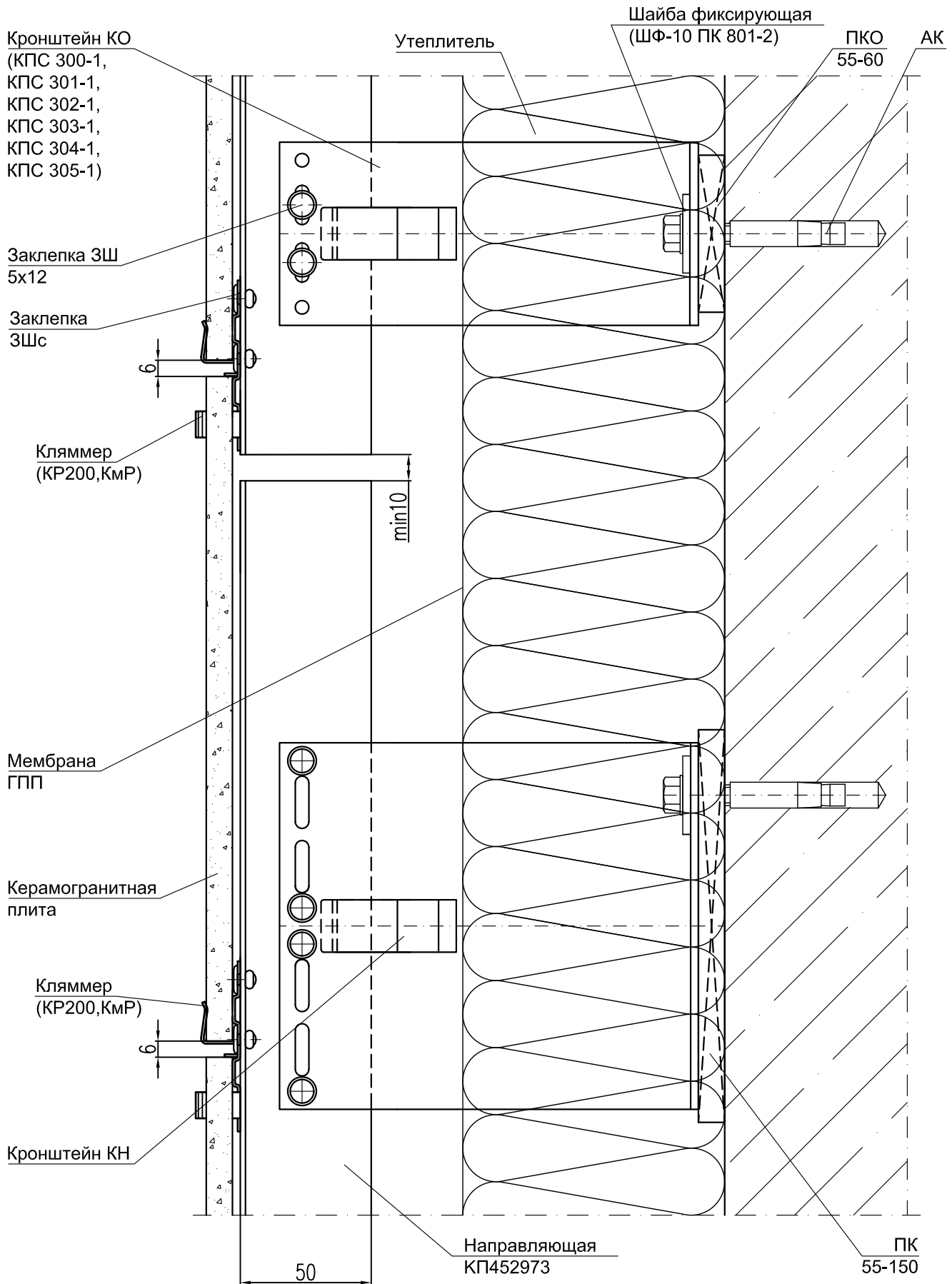
## УЗЕЛ 2.6 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение адаптера К при креплении к плитам перекрытий)



ПРИМЕЧАНИЕ

Межэтажная система рекомендована к применению в сейсмоопасных регионах РФ с балльностью строительных площадок до 7 - ми баллов включительно по шкале MSK-64

## УЗЕЛ 2.7 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ ( применение направляющей КП452973)

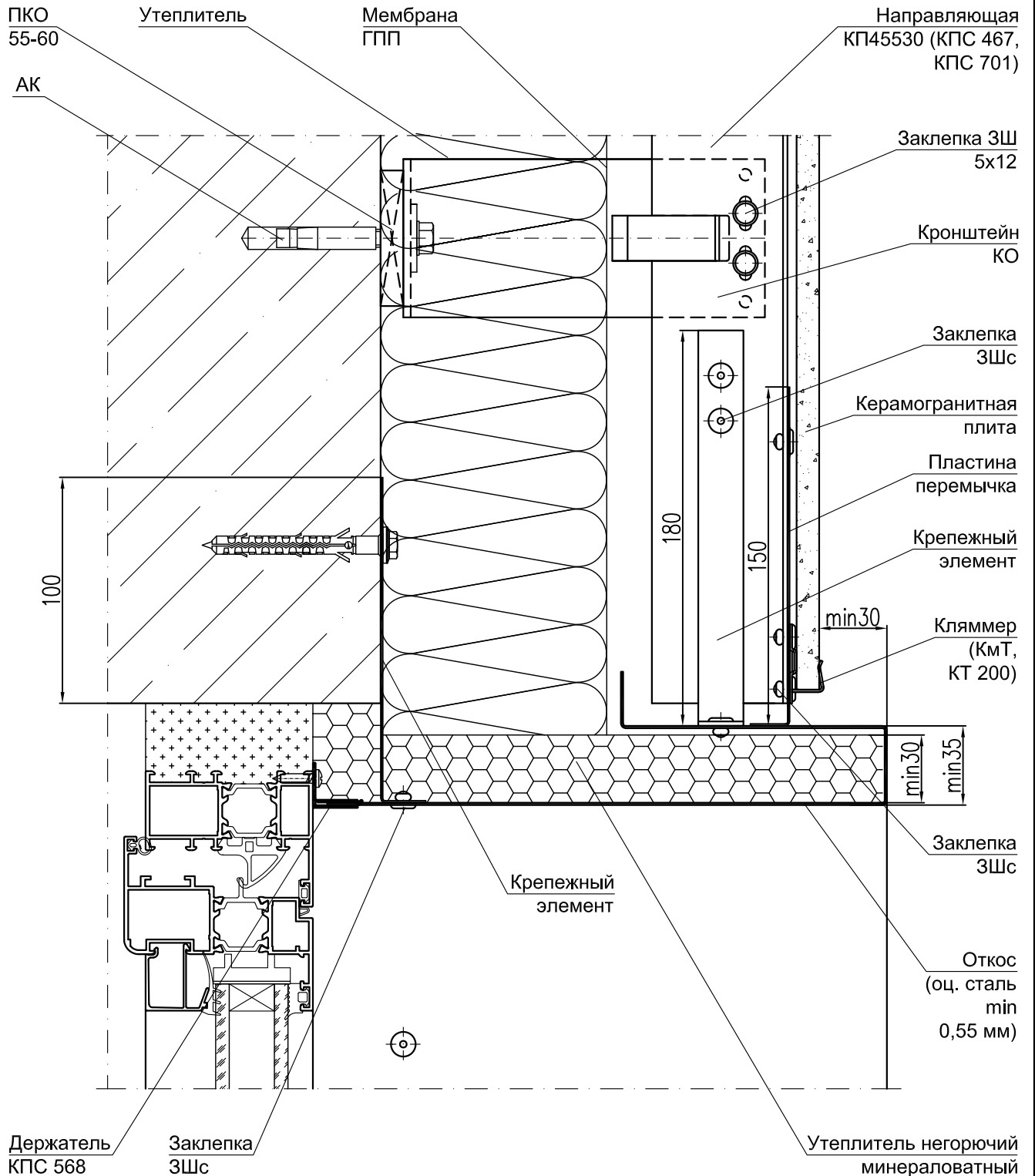


Лист

5.19

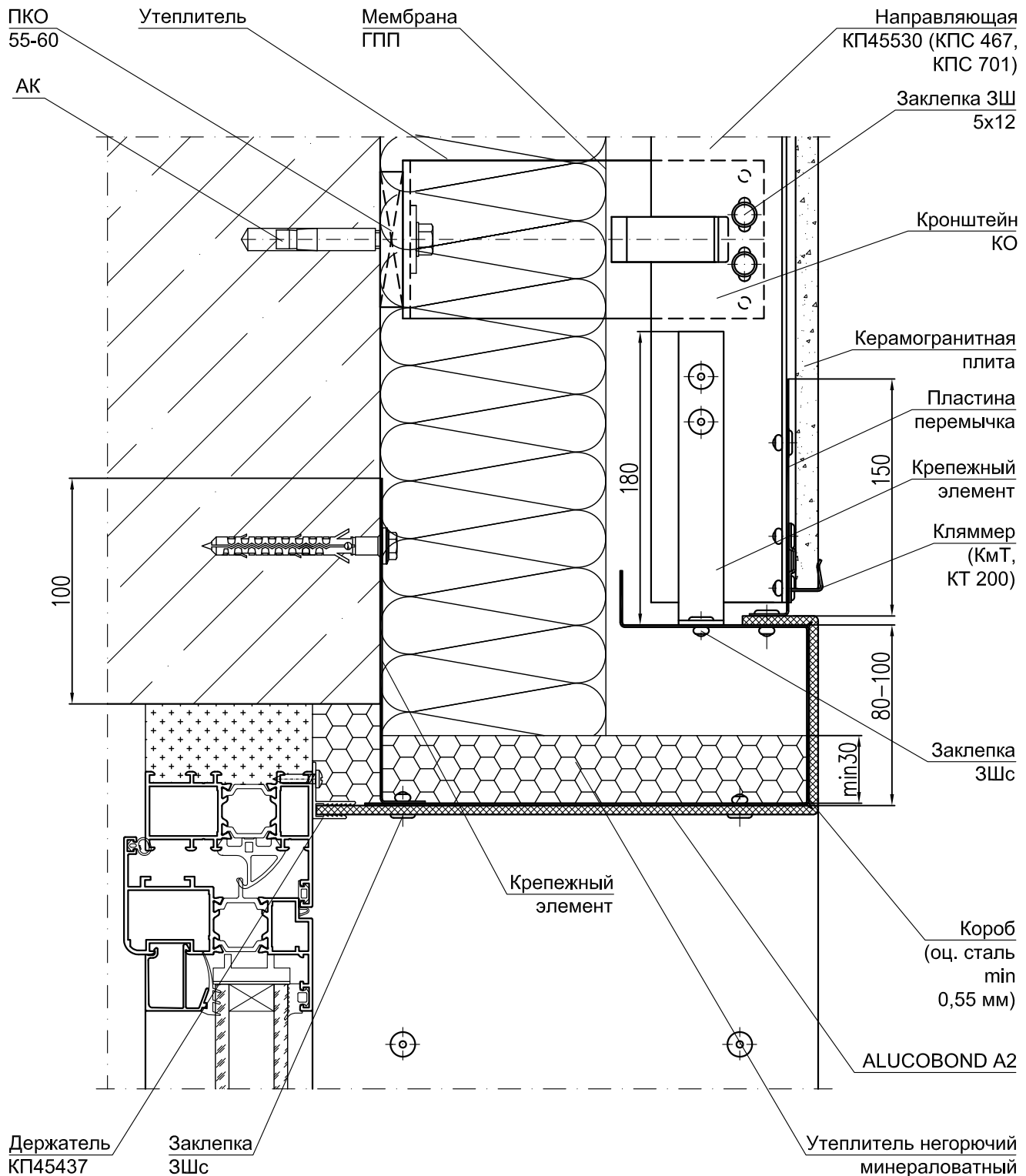
**СИАЛ** Навесная фасадная система

## УЗЕЛ 3.1 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА (откос из оц. стали)



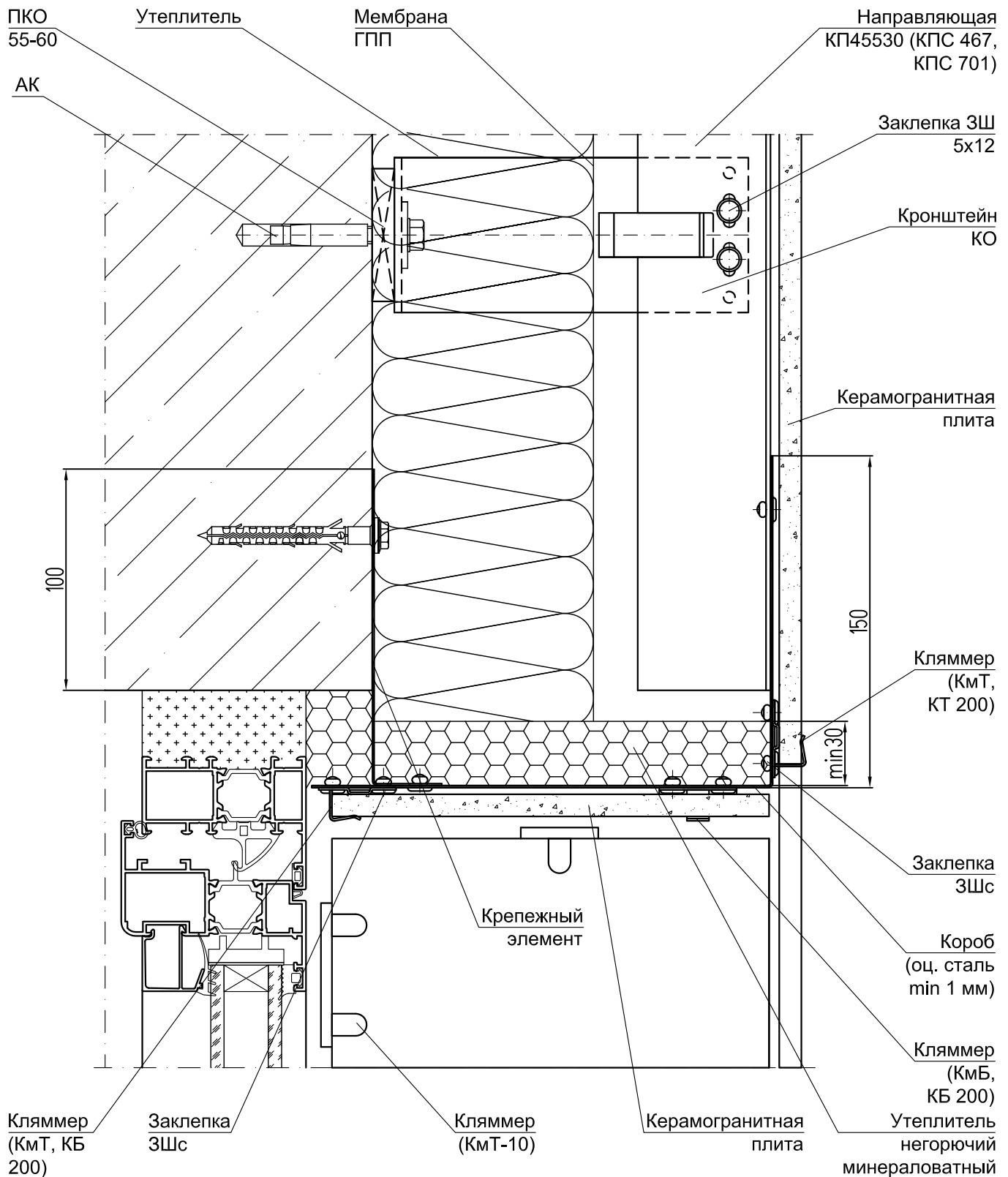
Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

## УЗЕЛ 3.2 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА (вариант откоса из ALUCOBOND A2 с внутренним коробом из оц. стали)



Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

## УЗЕЛ 3.3 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА (откос из керамогранитных плит)



Шаг кляммеров по вертикальной стороне откоса из керамогранита 130 мм.

Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба и др. требования выбирать в соответствии с протоколом испытаний № К-5/03-2017 ООО "НТЦ "Пож-Аудит".

# УЗЕЛ 4 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ

Лента  
бутиловая

Заклепка  
ЗШс

Слив  
(оц. сталь min 0,55мм,  
ALUCOBOND A2)

Заклепка ЗШс

Кляммер  
(КмБ, КБ  
200)

Крепежный  
элемент  
КЭ2

Керамогранитная  
плита

Направляющая  
КП45530 (КПС 467,  
КПС 701)

Заклепка ЗШ  
5x12

Кронштейн  
КН

АК

ПК-55-150

Утеплитель

Мембрана  
ГПП

Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

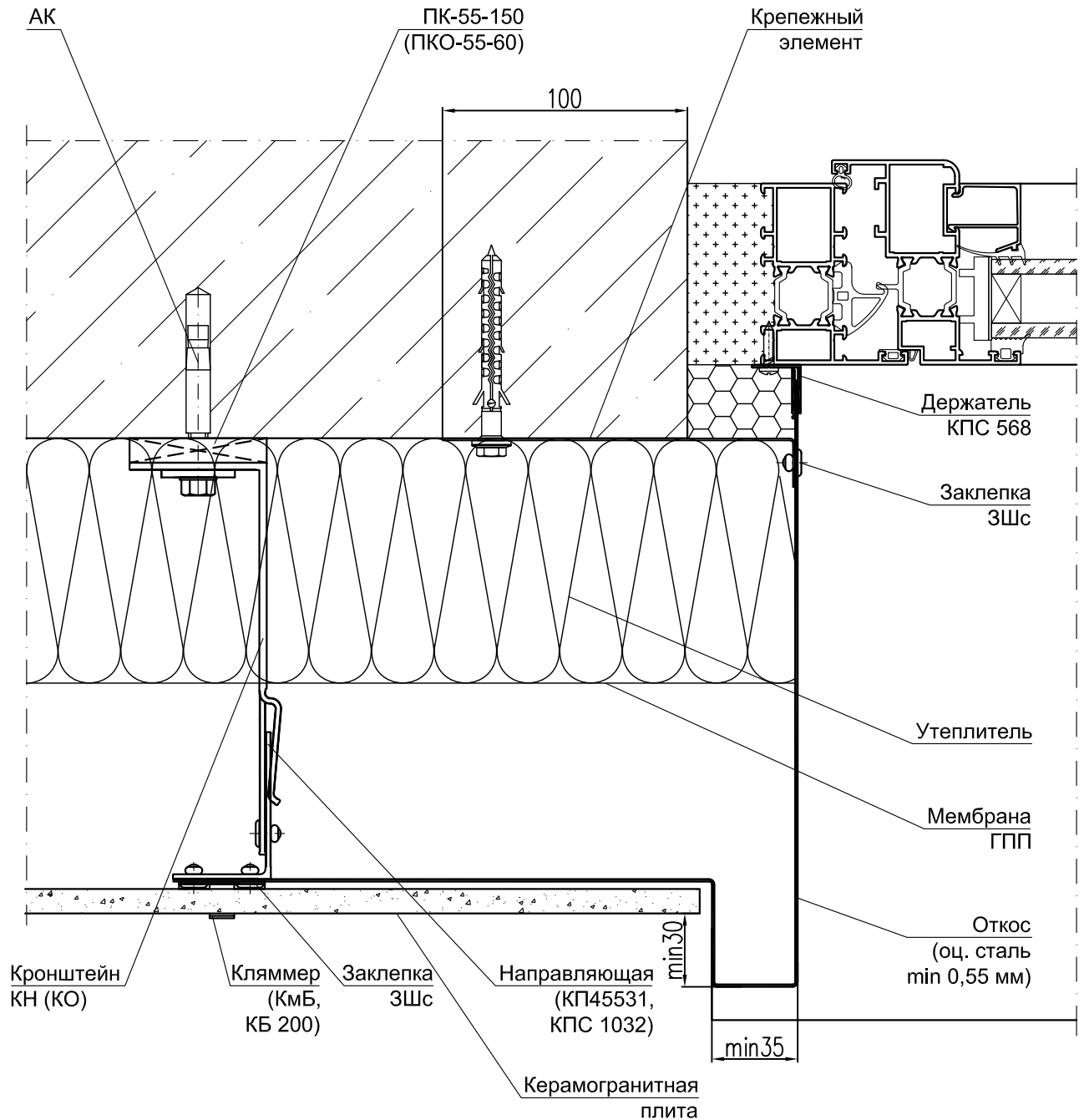
Лист

5.23

СИАЛ Навесная фасадная система

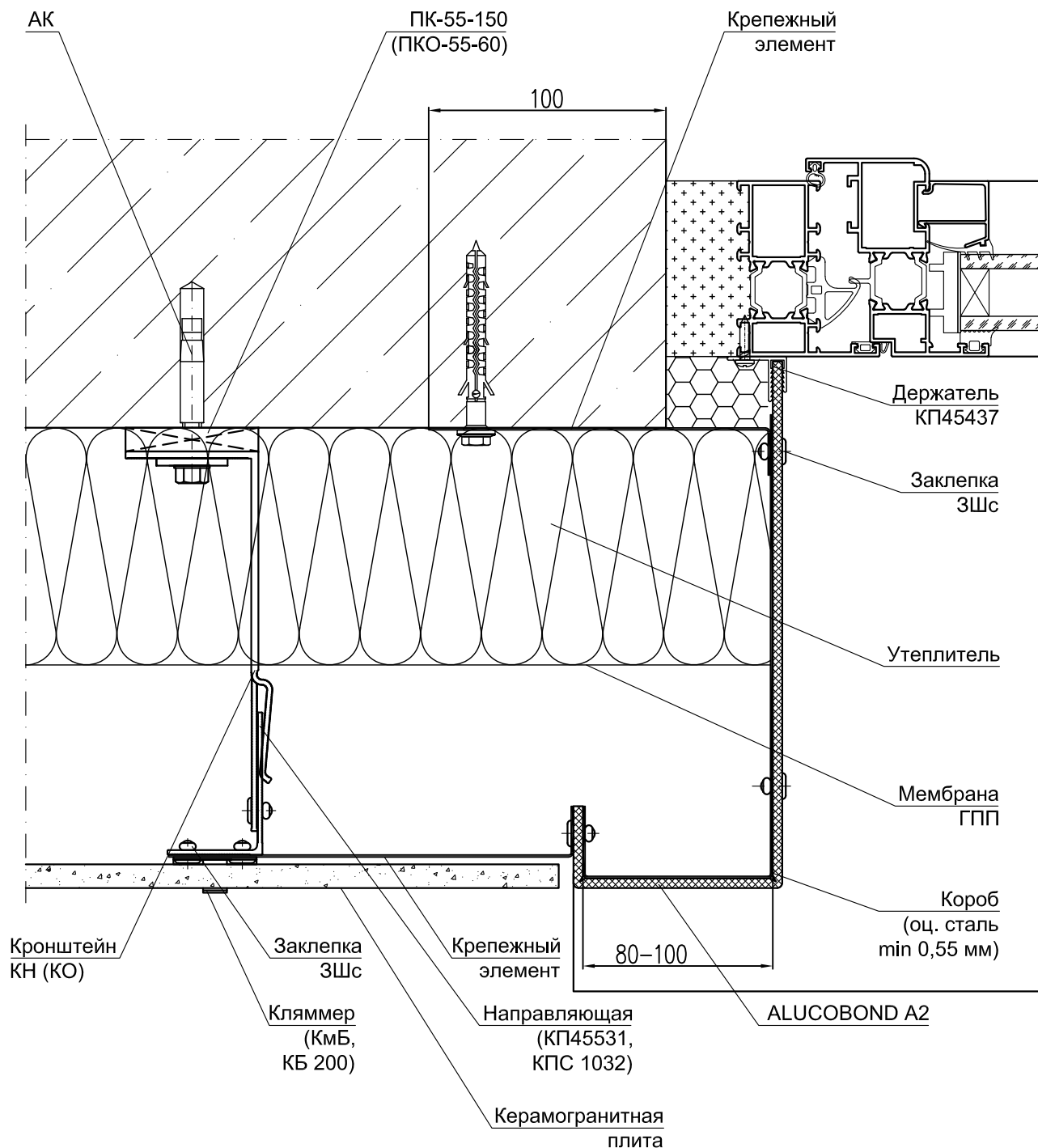


## УЗЕЛ 5.1 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА (откос из оц. стали)



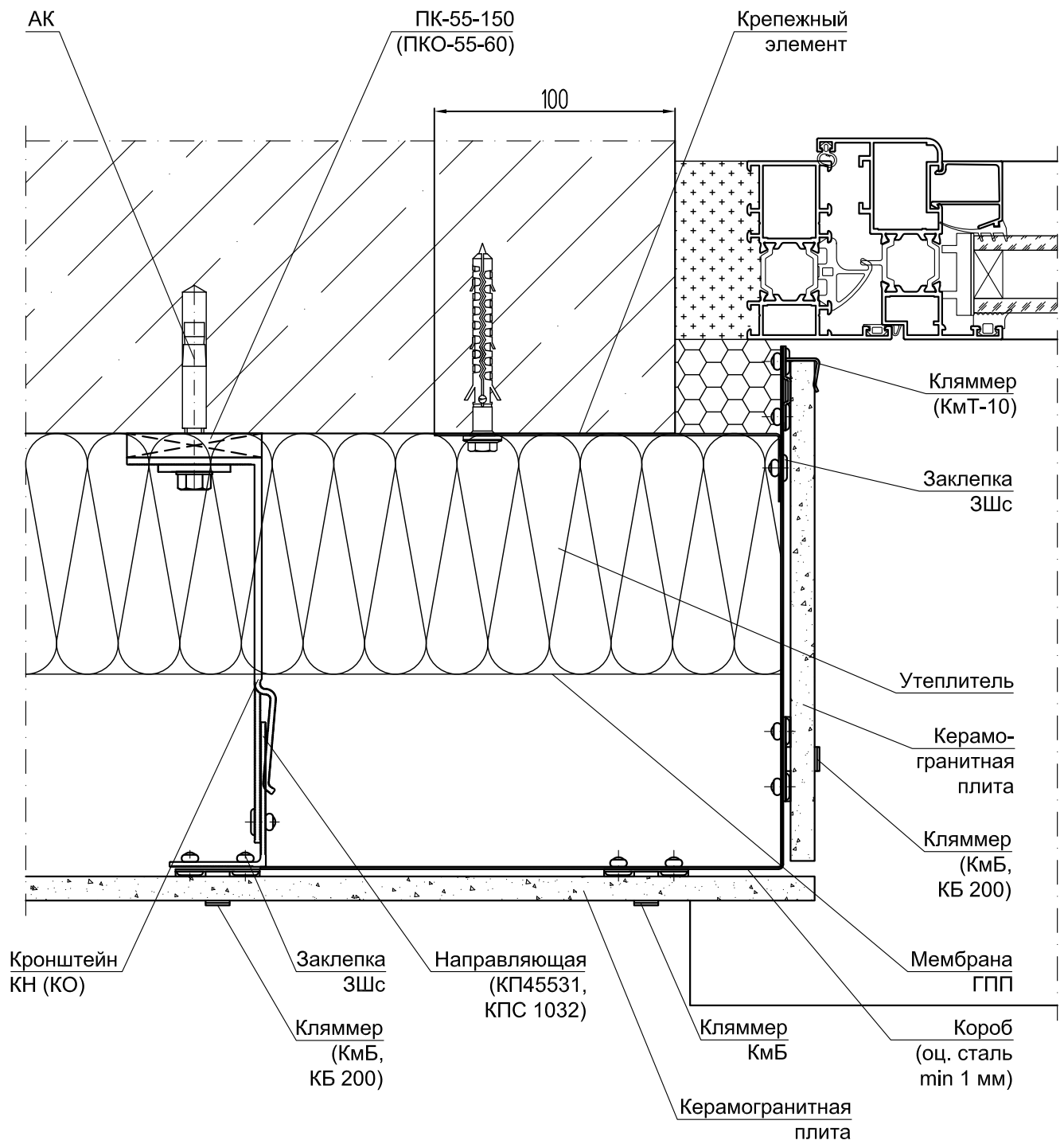
Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

## УЗЕЛ 5.2 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА (вариант откоса из ALUCOBOND A2 с внутренним коробом из оц. стали)



Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

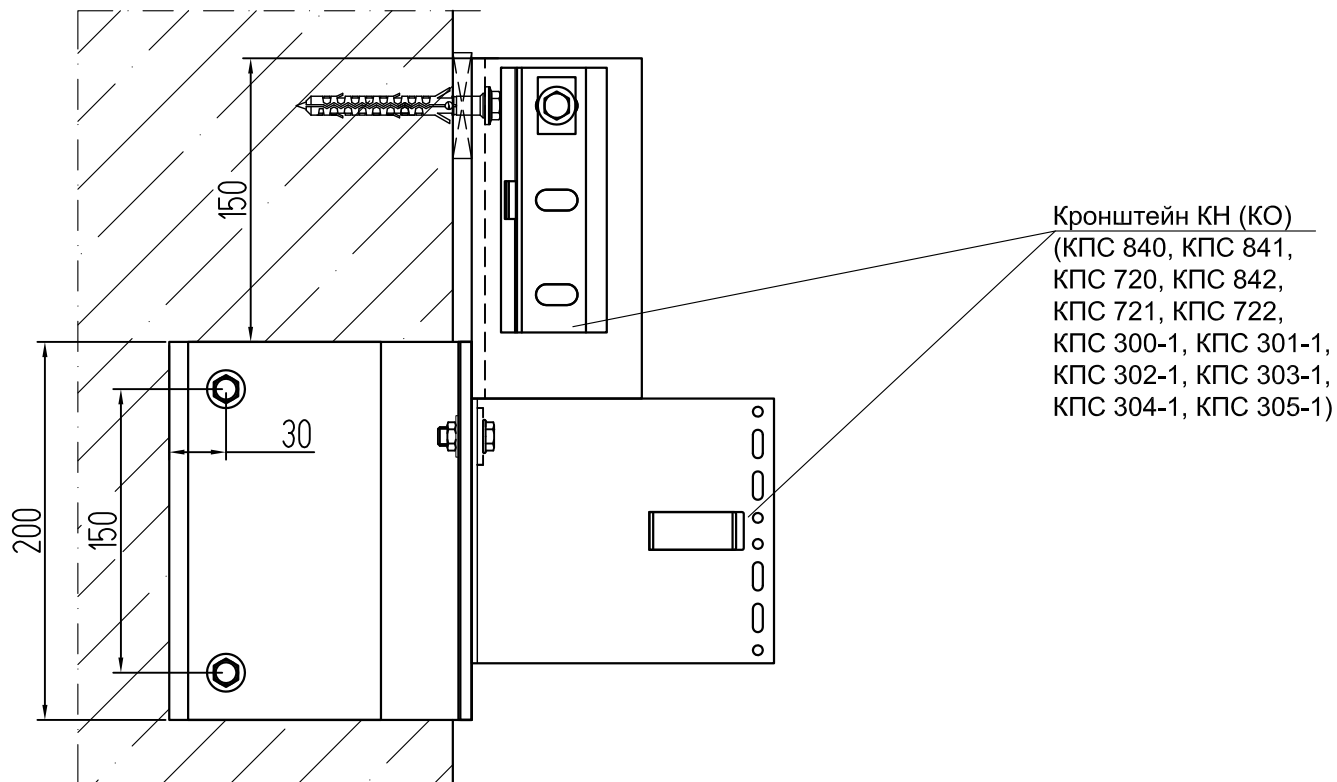
## УЗЕЛ 5.3 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА (откос из керамогранитных плит)



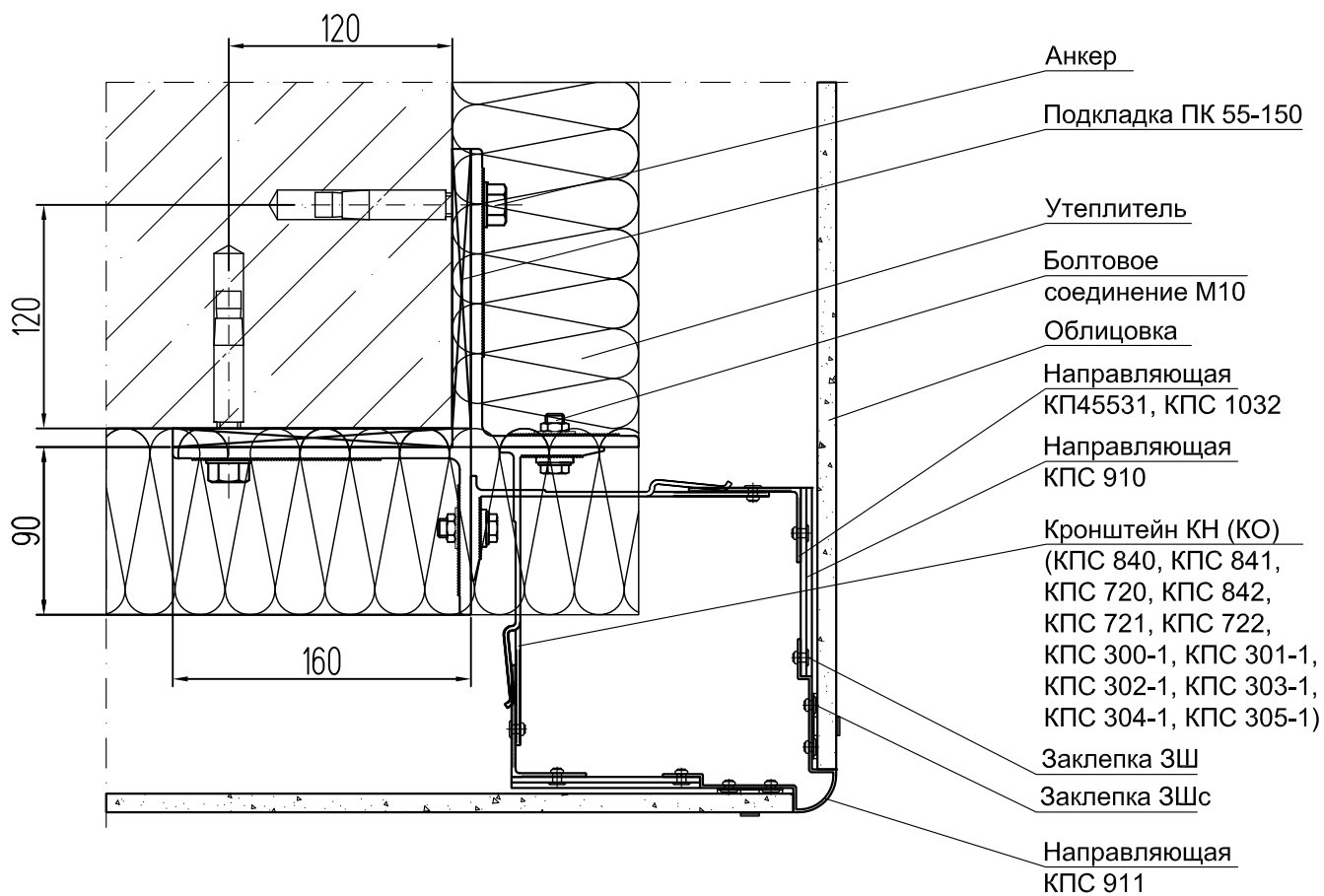
Шаг кляммеров по вертикальной стороне откоса из керамогранита 130 мм.

Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба и др. требования выбирать в соответствии с протоколом испытаний № К-5/03-2017 ООО "НТЦ "Пож-Аудит".

## УЗЕЛ 6.1 ОБРАМЛЕНИЯ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение профиля КПС 321)



Кронштейн КН (КО)  
(КПС 840, КПС 841,  
КПС 720, КПС 842,  
КПС 721, КПС 722,  
КПС 300-1, КПС 301-1,  
КПС 302-1, КПС 303-1,  
КПС 304-1, КПС 305-1)

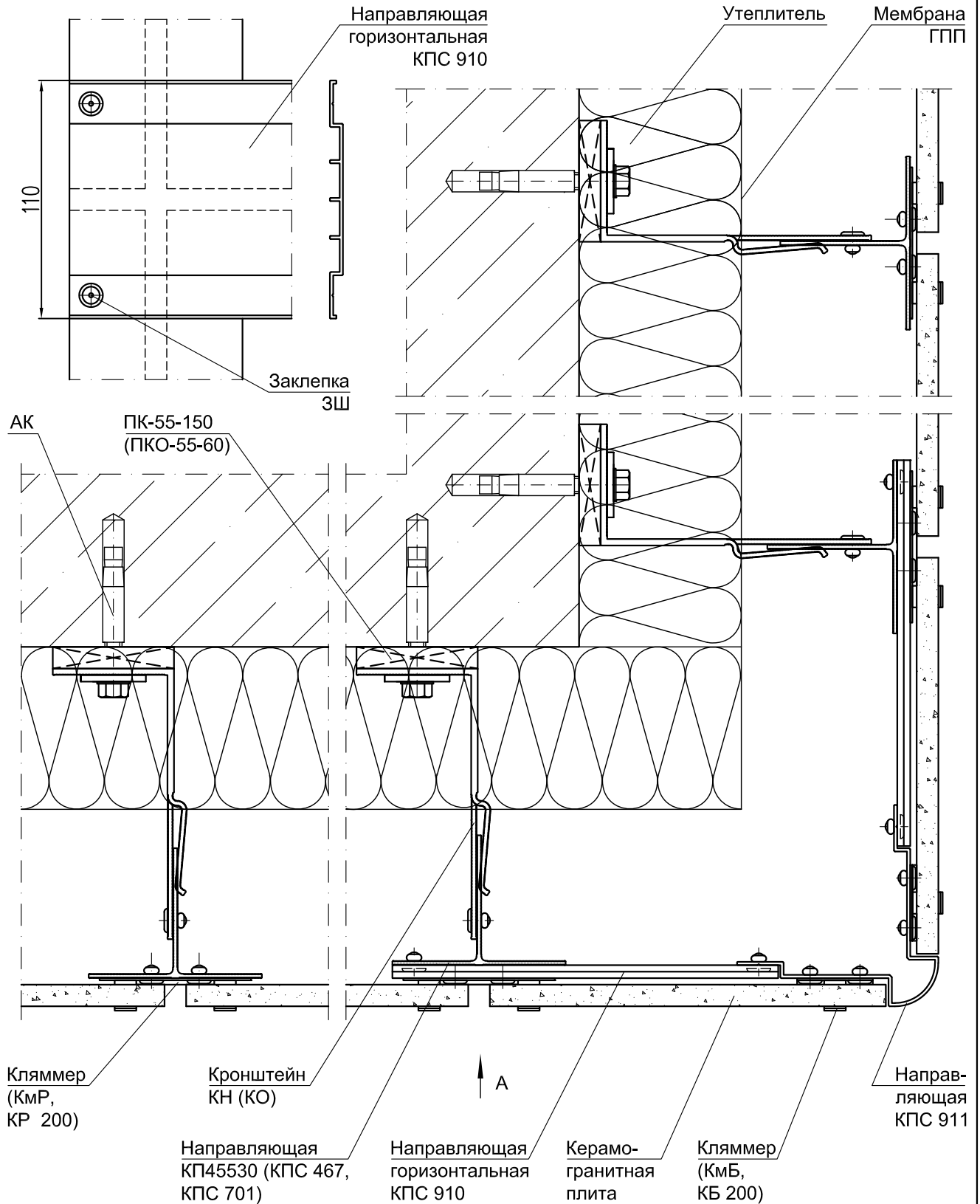


Анкер  
Подкладка ПК 55-150  
Утеплитель  
Болтовое  
соединение М10  
Облицовка  
Направляющая  
КП45531, КПС 1032  
Направляющая  
КПС 910  
Кронштейн КН (КО)  
(КПС 840, КПС 841,  
КПС 720, КПС 842,  
КПС 721, КПС 722,  
КПС 300-1, КПС 301-1,  
КПС 302-1, КПС 303-1,  
КПС 304-1, КПС 305-1)  
Заклепка ЗШ  
Заклепка ЗШс  
Направляющая  
КПС 911

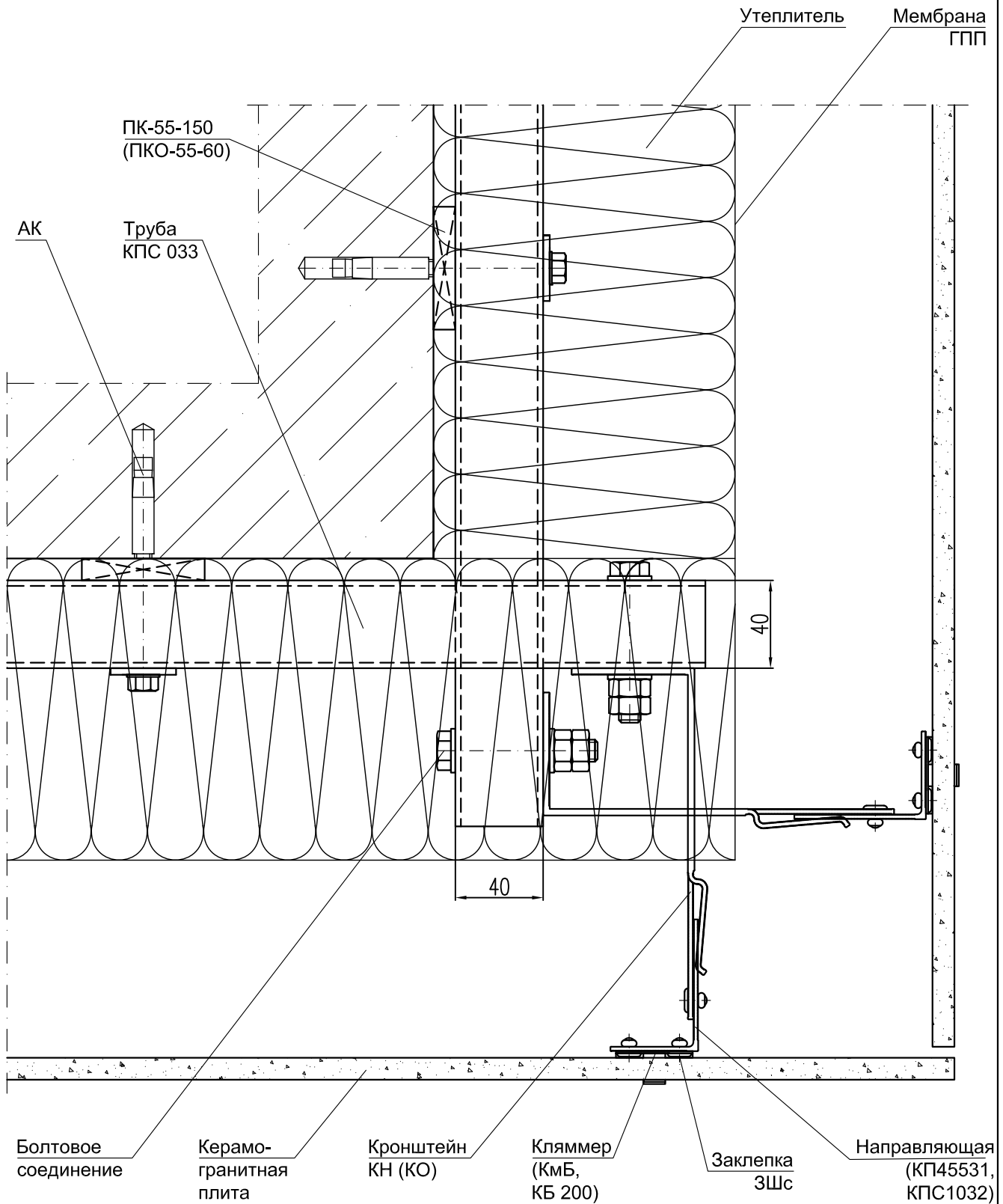
Отрезки профиля КПС 321 длиной 200 мм устанавливаются на два анкера с двух сторон со смещением по высоте на 150 мм. Между стеной и профилем устанавливаются термоизолирующие прокладки ПК-55-150. Кронштейны крепятся на болтовое соединение.

# УЗЕЛ 6.2 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение направляющих КПС 910 и КПС 911)

Вид А  
(плита керамогранита  
и кляммер условно не показаны)

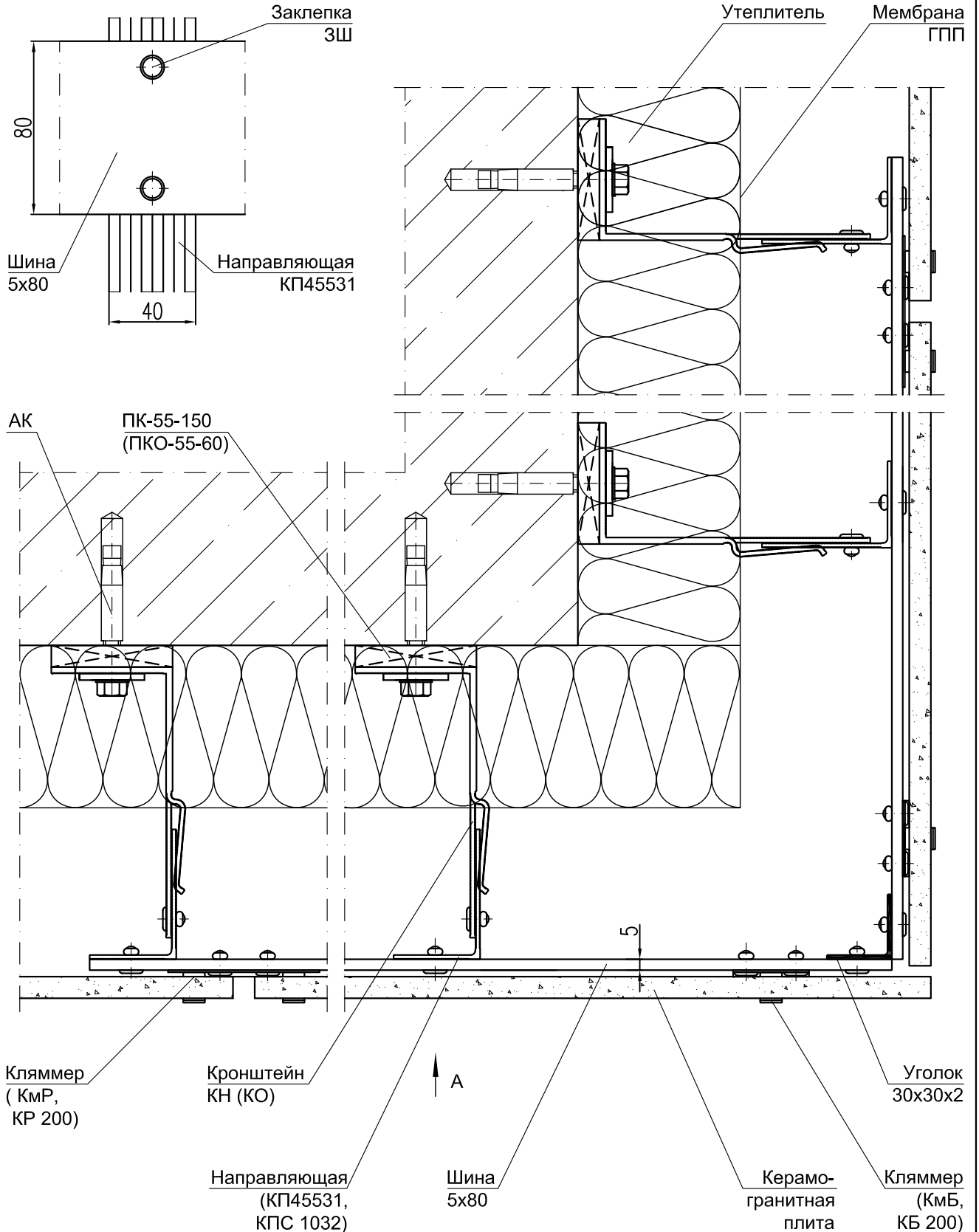


# УЗЕЛ 6.3 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение трубы КПС 033)

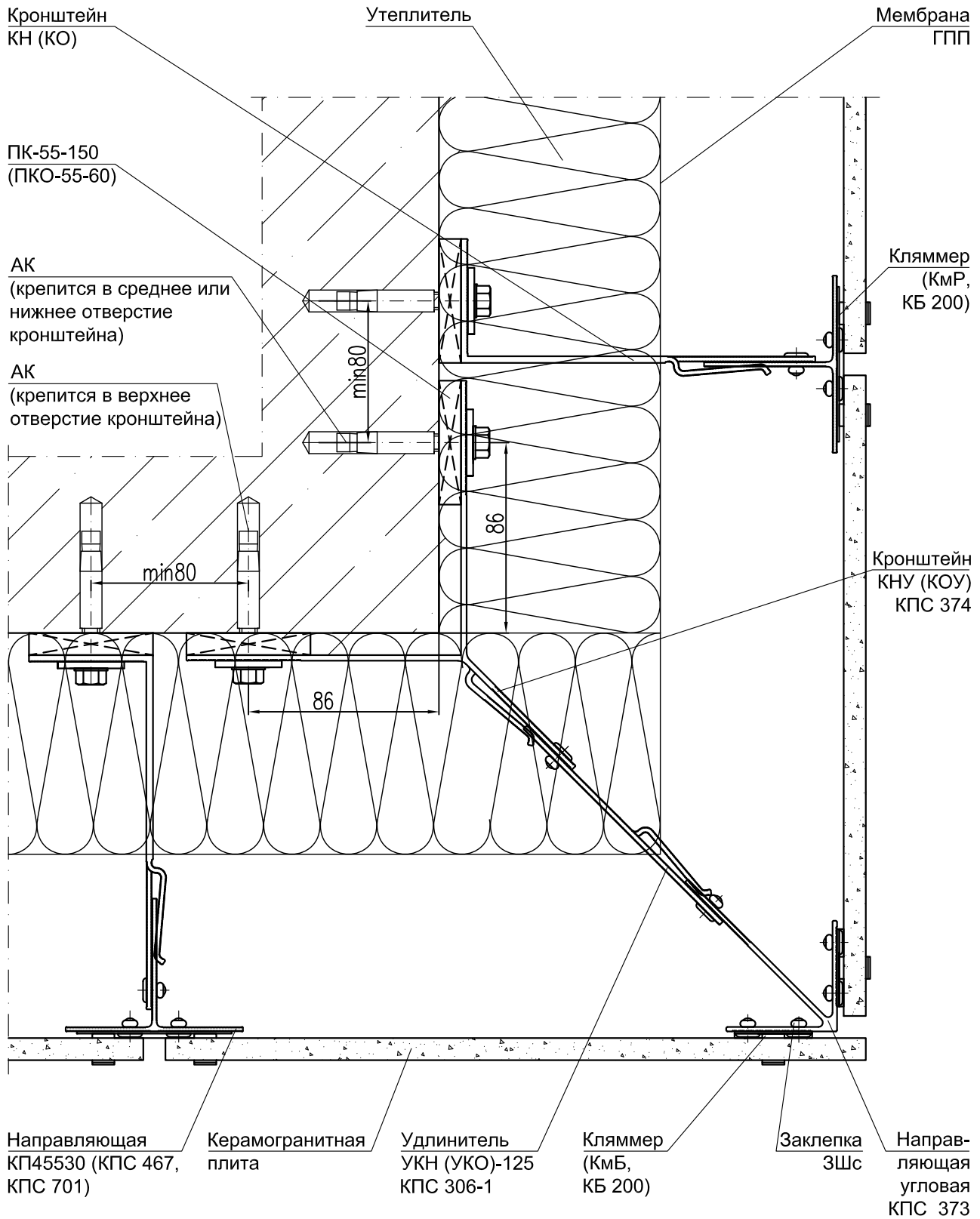


# УЗЕЛ 6.4 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение шины 5x80)

Вид А  
(плита керамогранита  
условно не показана)



## УЗЕЛ 6.5 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение угловых кронштейнов)



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Узел применяется для стен из монолитного железобетона или кирпича.

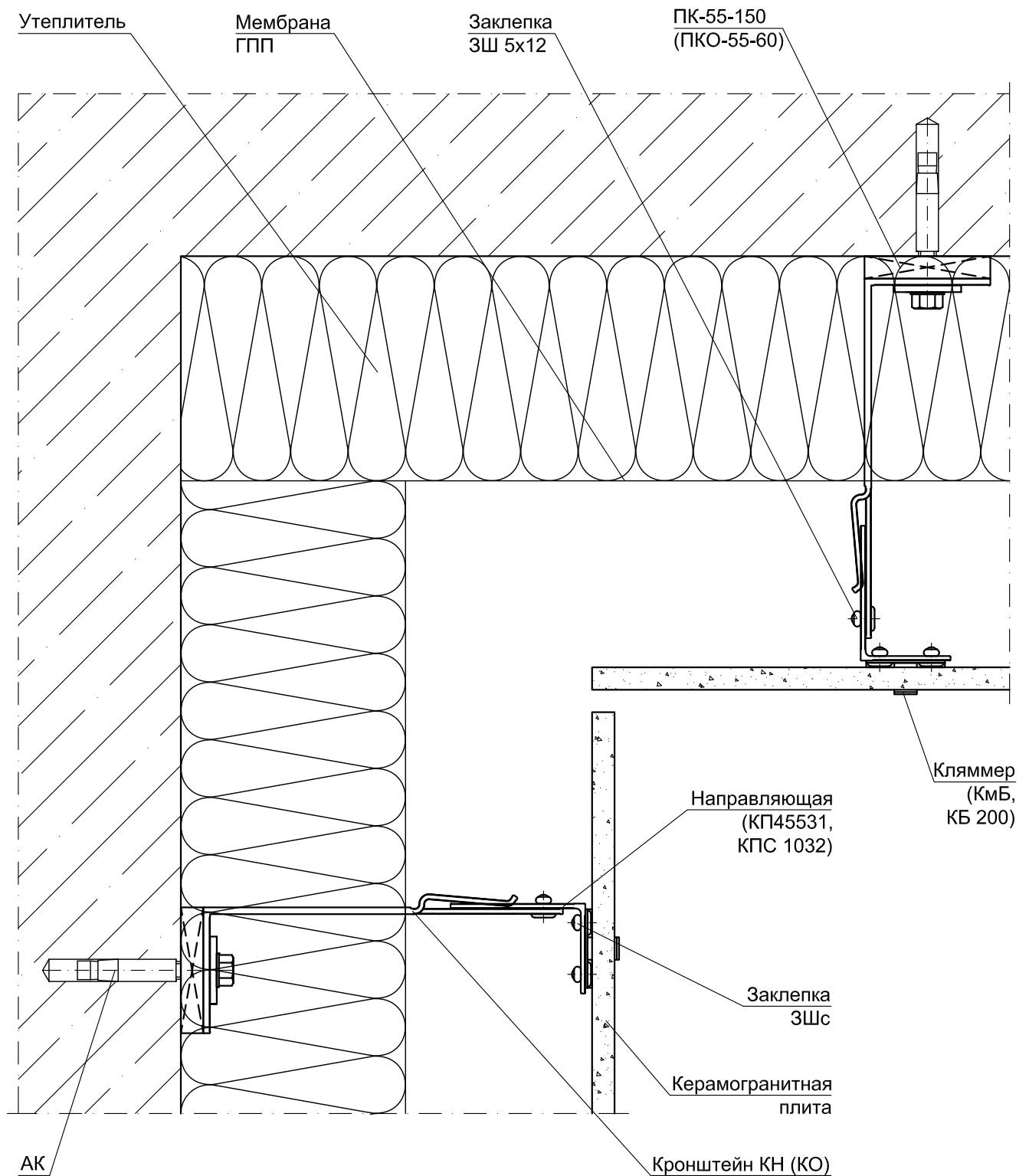
Лист

5.31

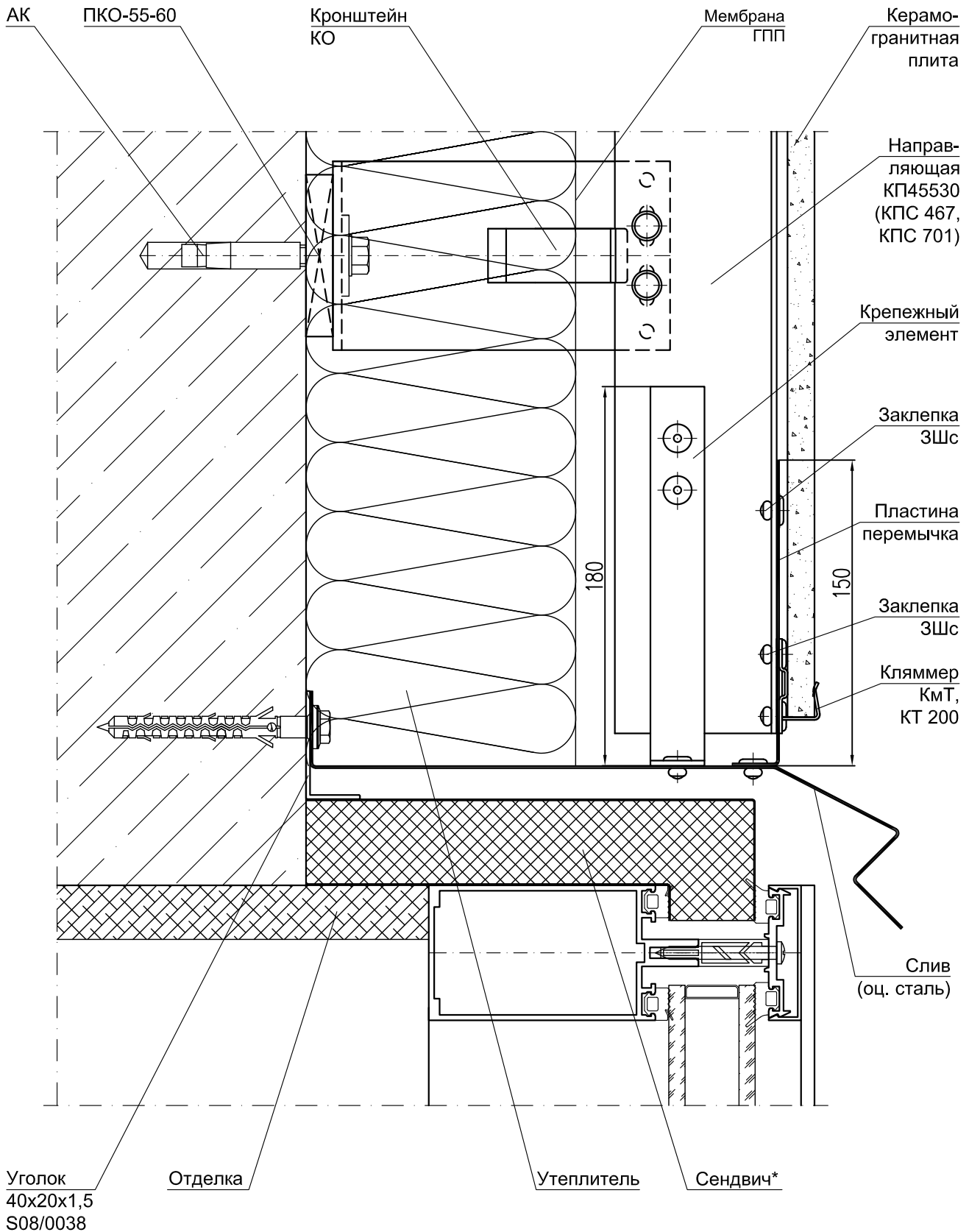
**СИАЛ**    **Навесная фасадная система**



# УЗЕЛ 7 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО УГЛА ЗДАНИЯ



# УЗЕЛ 8 - ВЕРХНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



\* сендвич (оц. сталь + мин. плита + оц. сталь).

Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

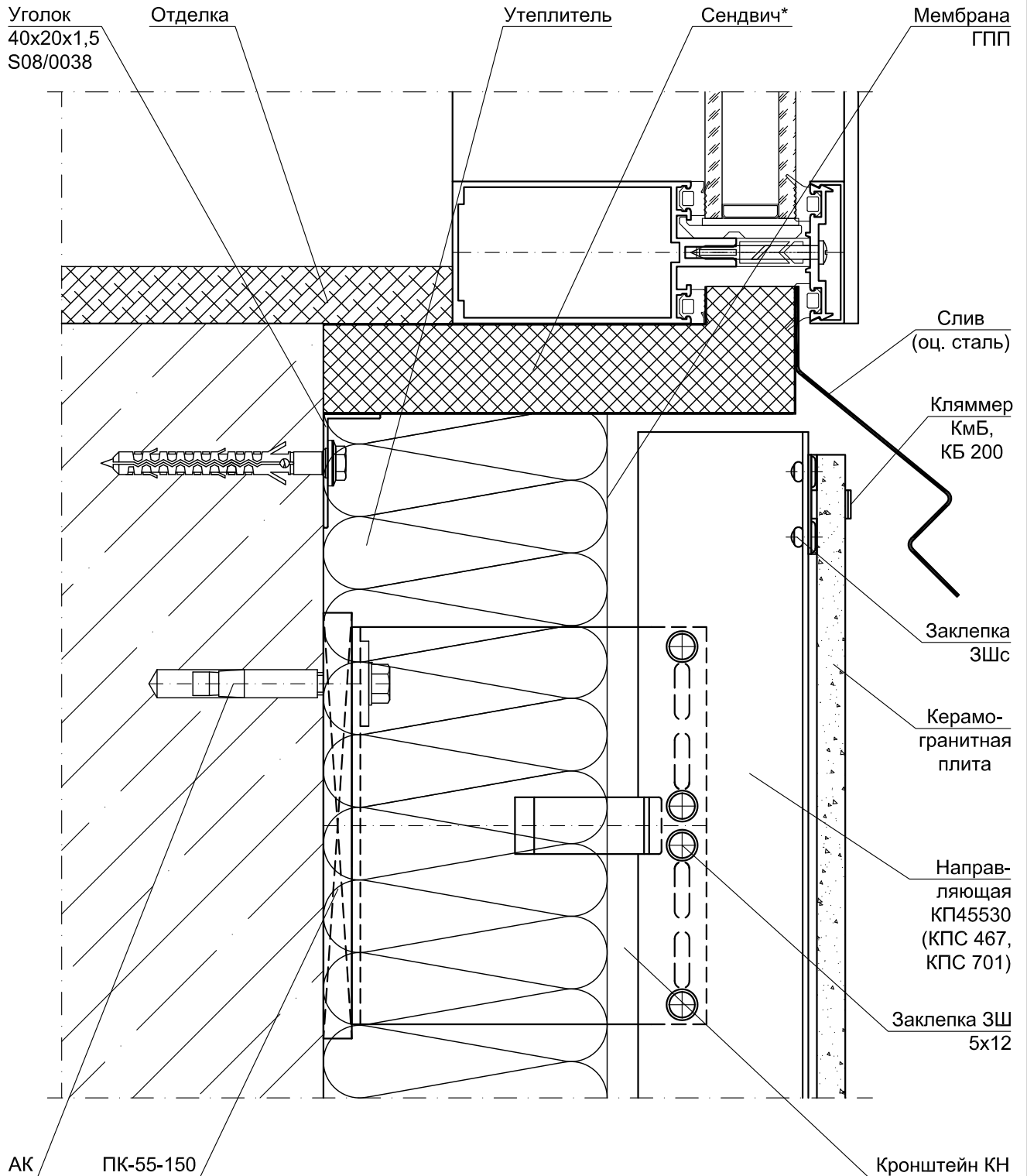
Лист

5.33

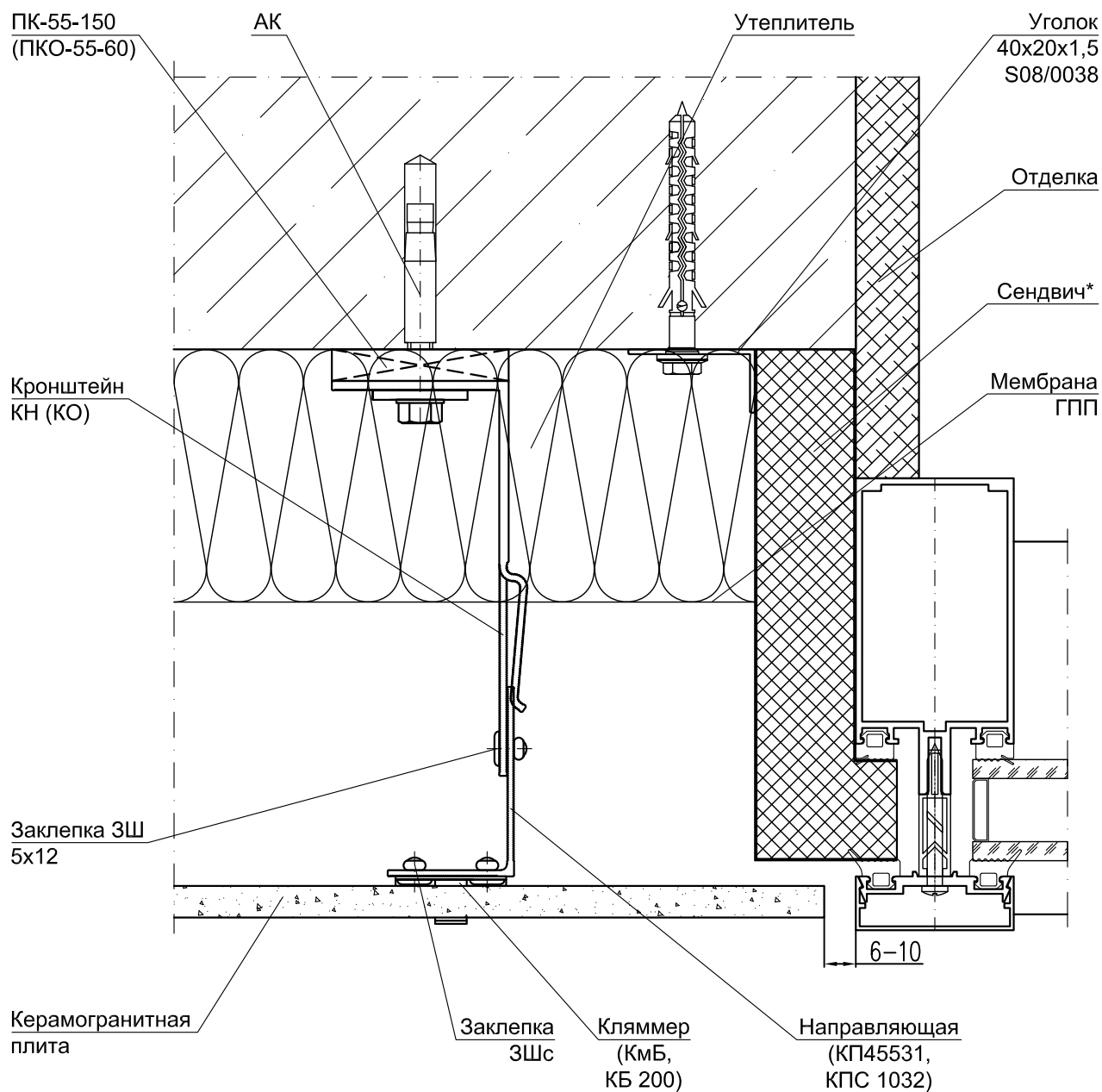
СИАЛ

Навесная фасадная система

# УЗЕЛ 9 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



# УЗЕЛ 10.1 - БОКОВОЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



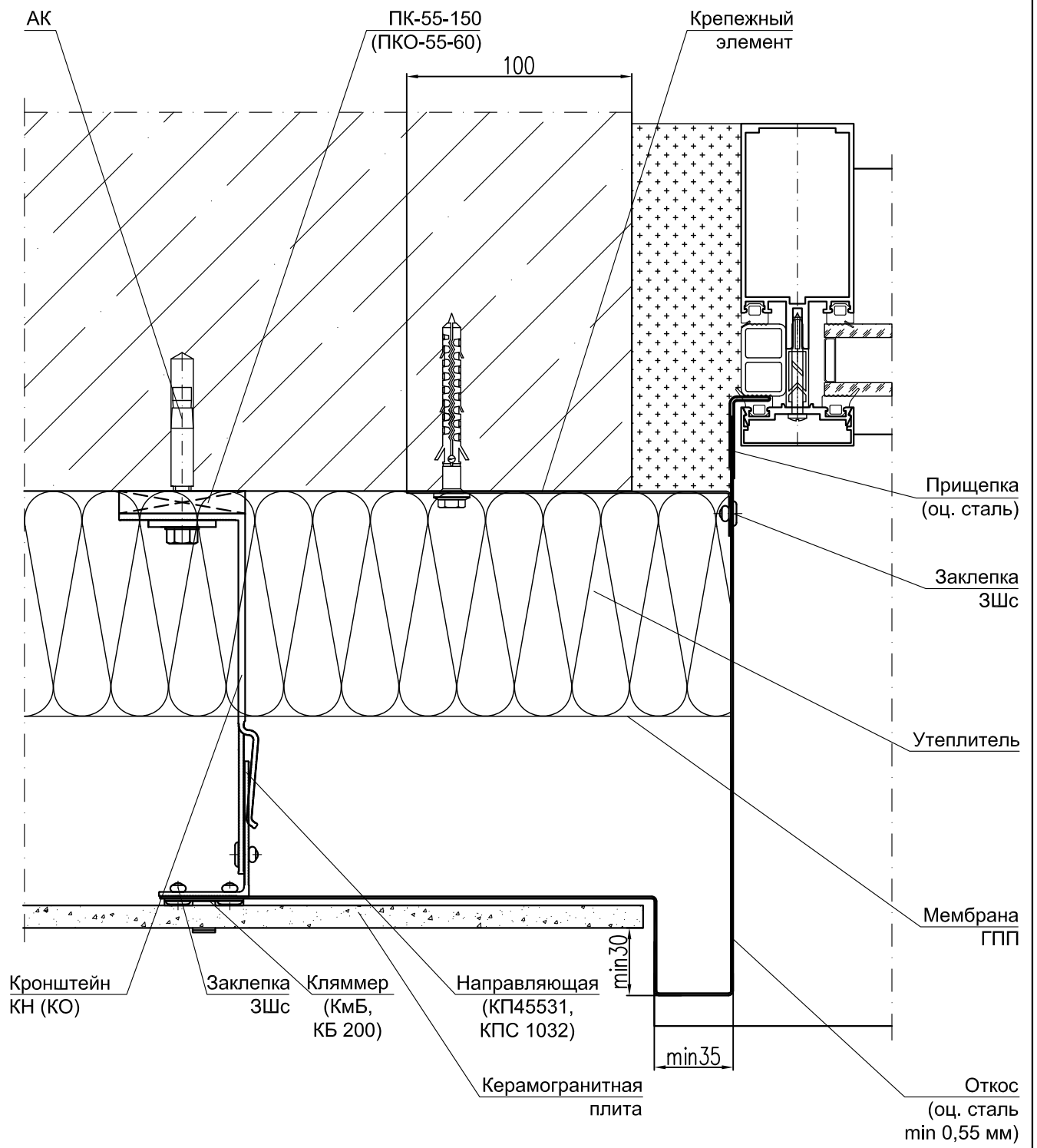
\* - сендвич (оц. сталь + мин. плита + оц. сталь).

Лист

5.35

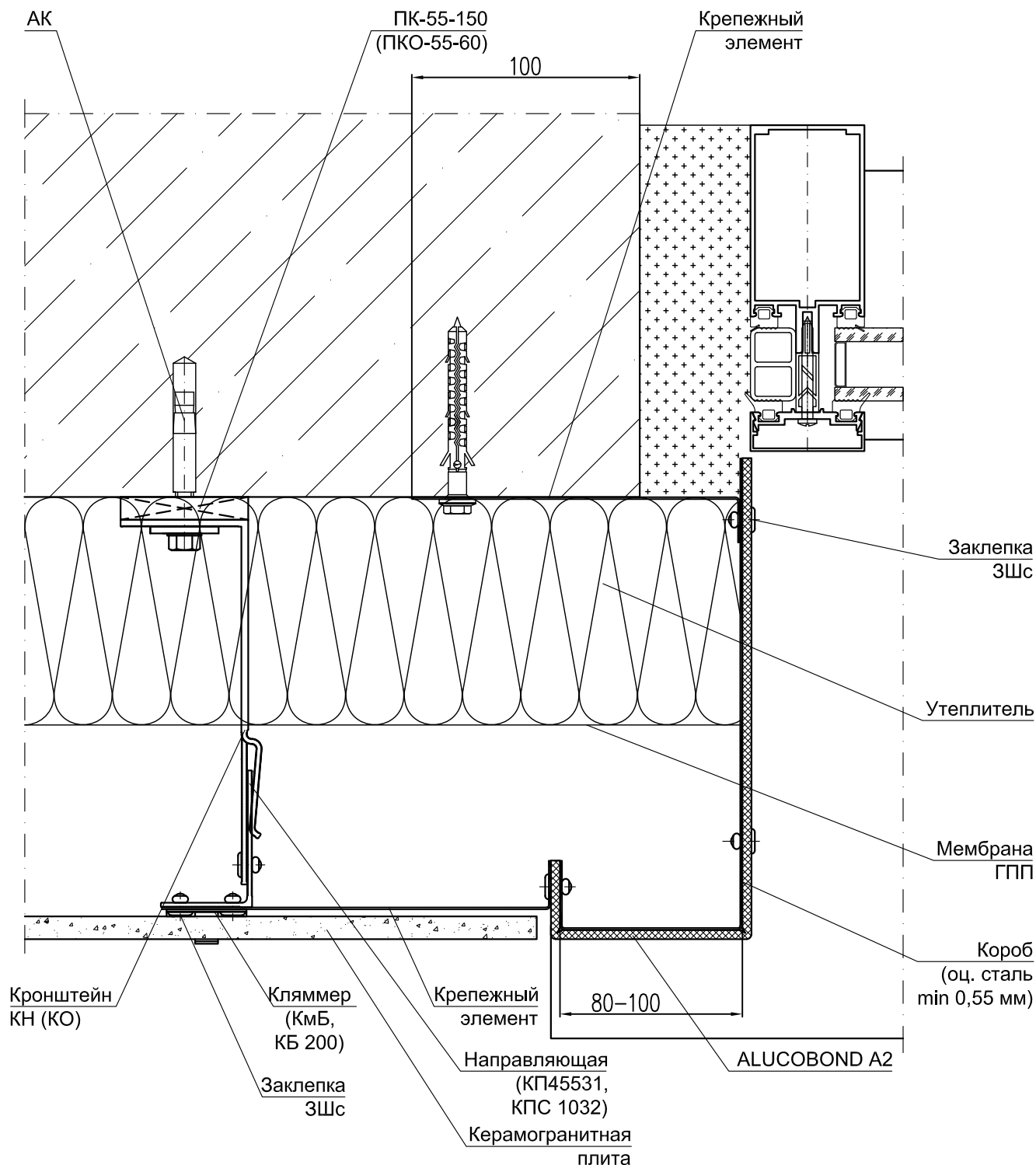
СИАЛ Навесная фасадная система

# УЗЕЛ 10.2 - БОКОВОЙ ОТКОС ВИТРАЖА УСТАНОВЛЕННОГО В ПРОЕМ (откос из оц. стали)



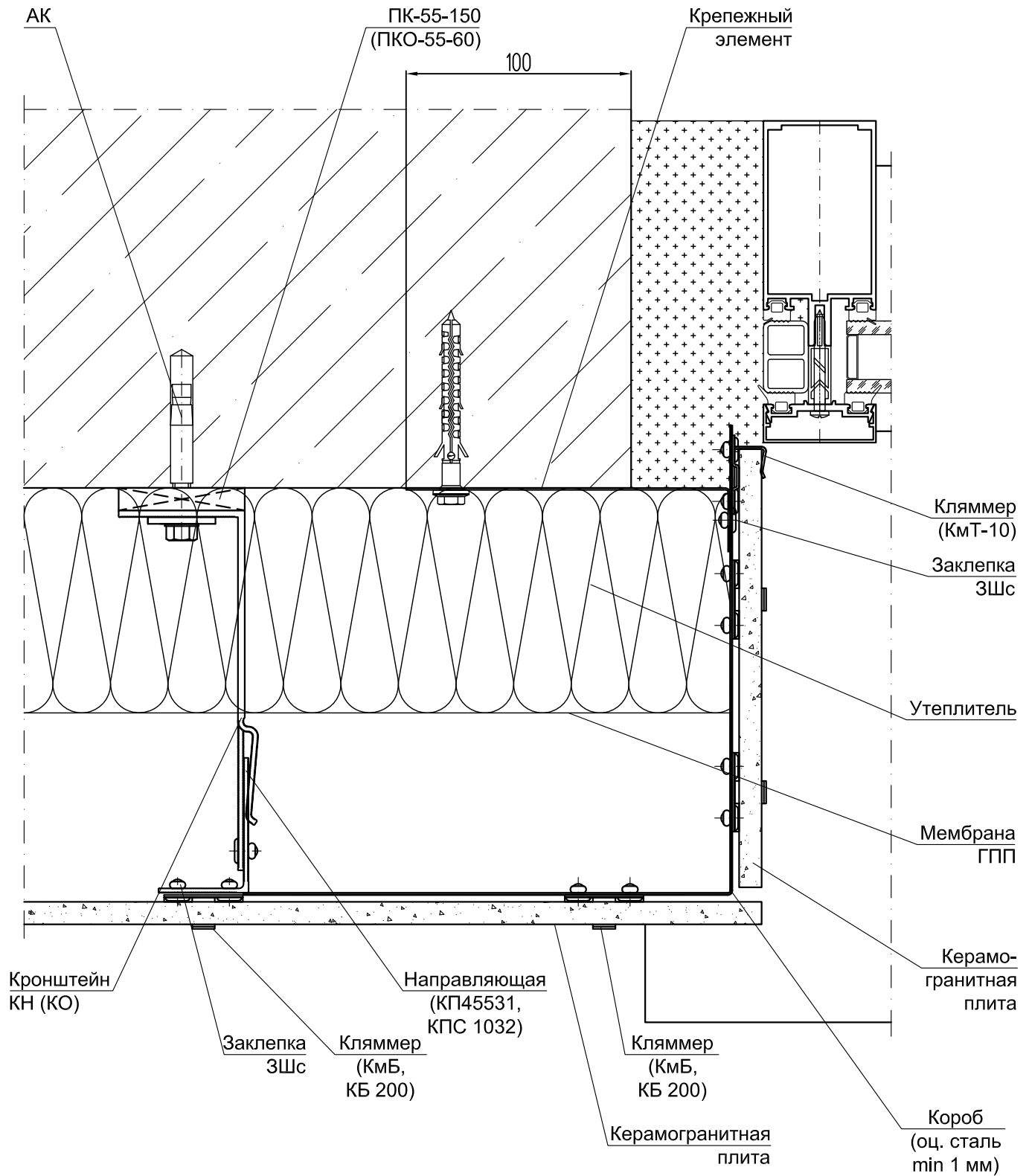
Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

**УЗЕЛ 10.3 - БОКОВОЙ ОТКОС ВИТРАЖА  
УСТАНОВЛЕННОГО В ПРОЕМ  
(вариант откоса из ALUCOBOND A2 с внутренним коробом  
из оц. стали)**



Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба выбирать в соответствии с экспертным заключением ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

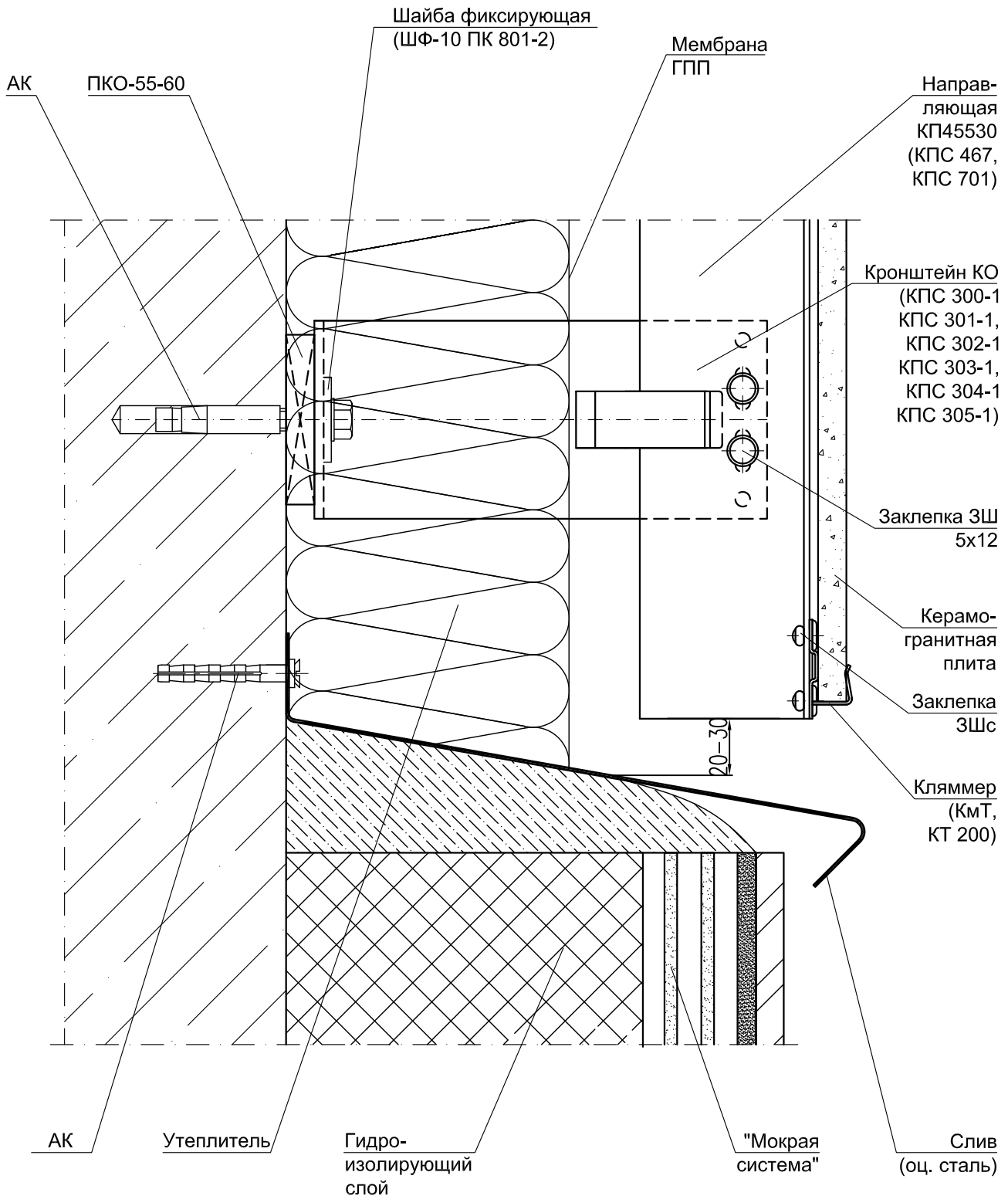
# УЗЕЛ 10.4 - БОКОВОЙ ОТКОС ВИТРАЖА УСТАНОВЛЕННОГО В ПРОЕМ (откос из керамогранитных плит)



Шаг кляммеров по вертикальной стороне откоса из керамогранита 130 мм.

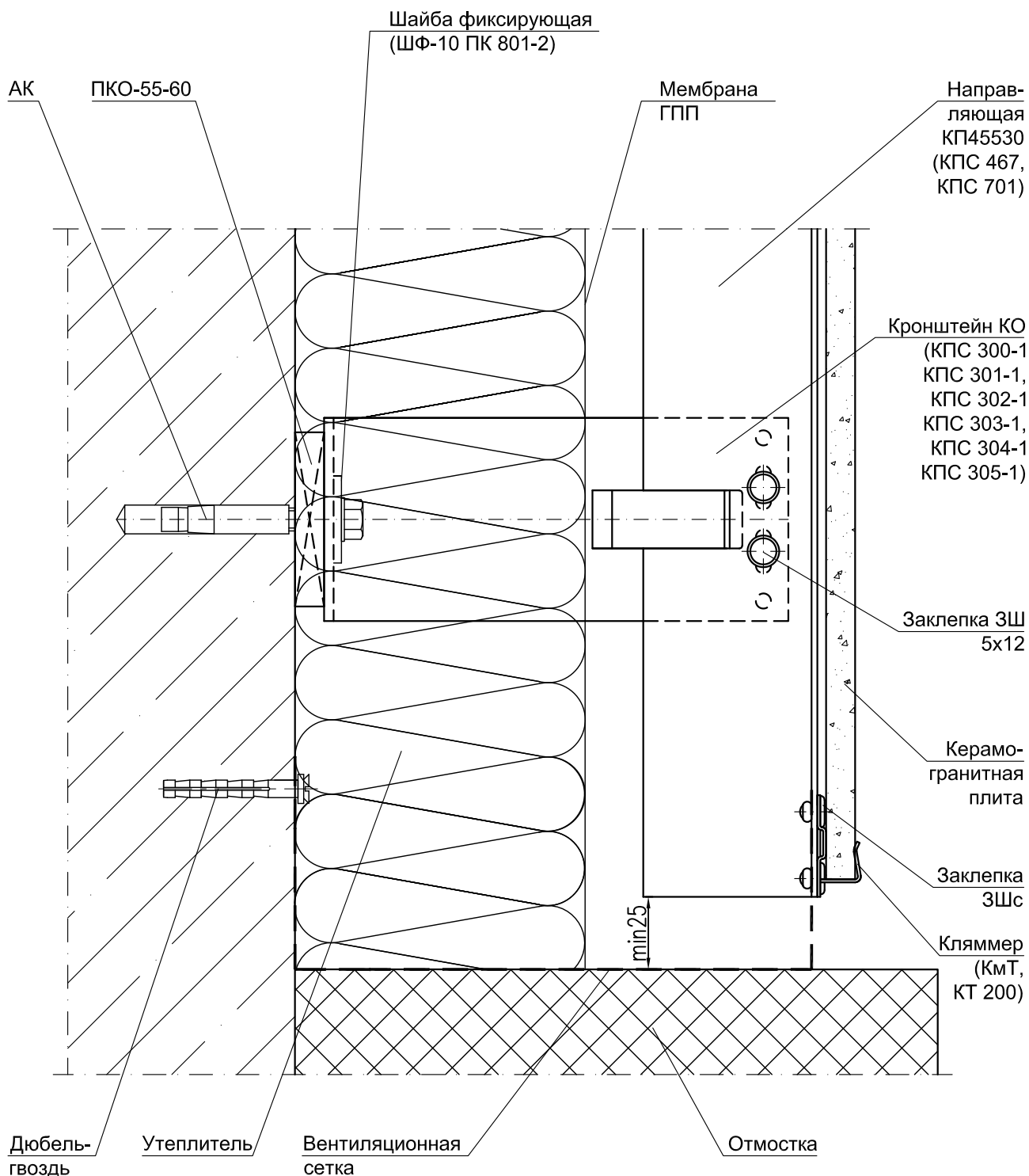
Материал, толщину и шаг крепления элементов противопожарного короба и др. требования выбирать в соответствии с протоколом испытаний № К-5/03-2017 ООО "НТЦ "Пож-Аудит".

# УЗЕЛ 11.1 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ

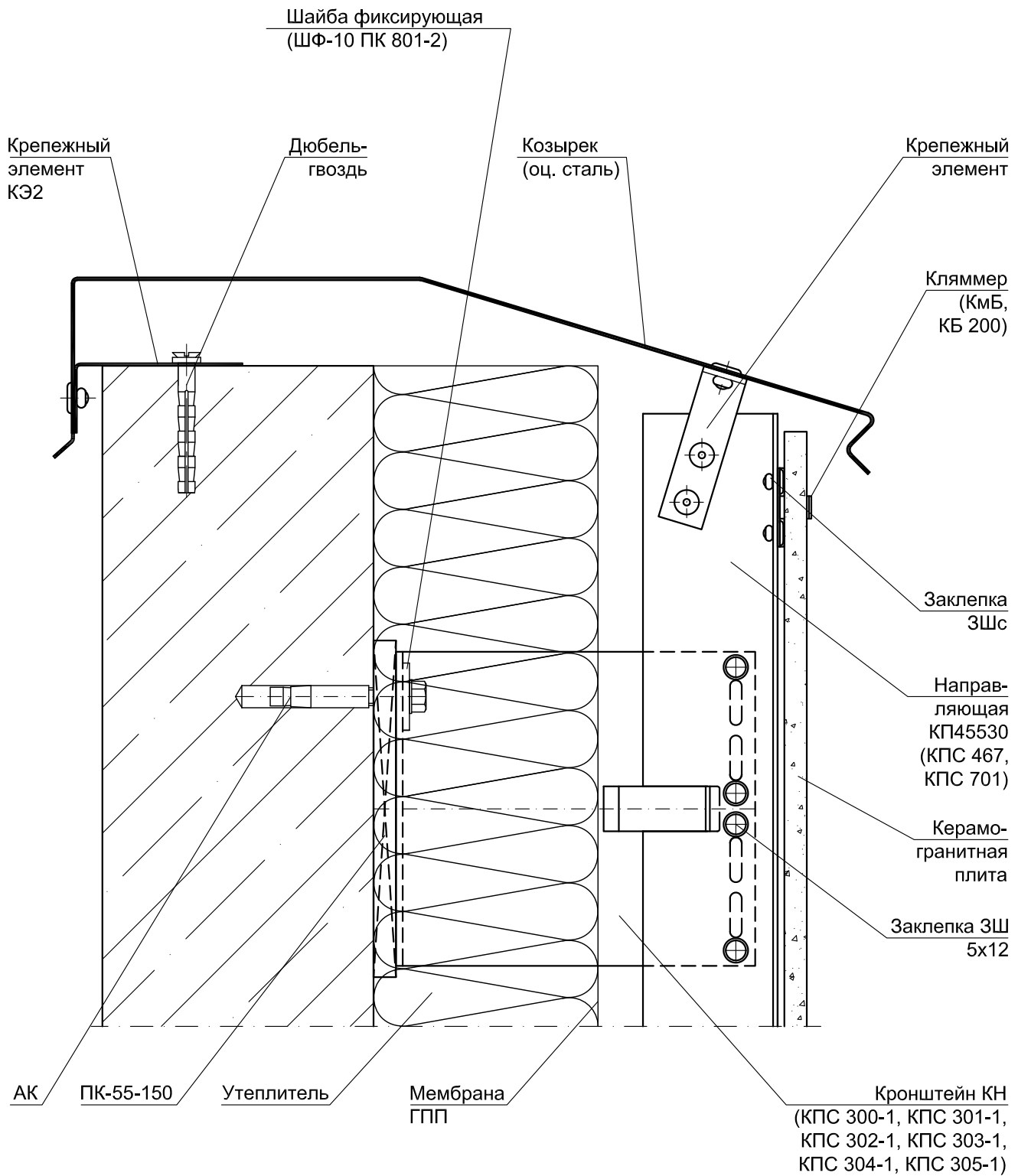




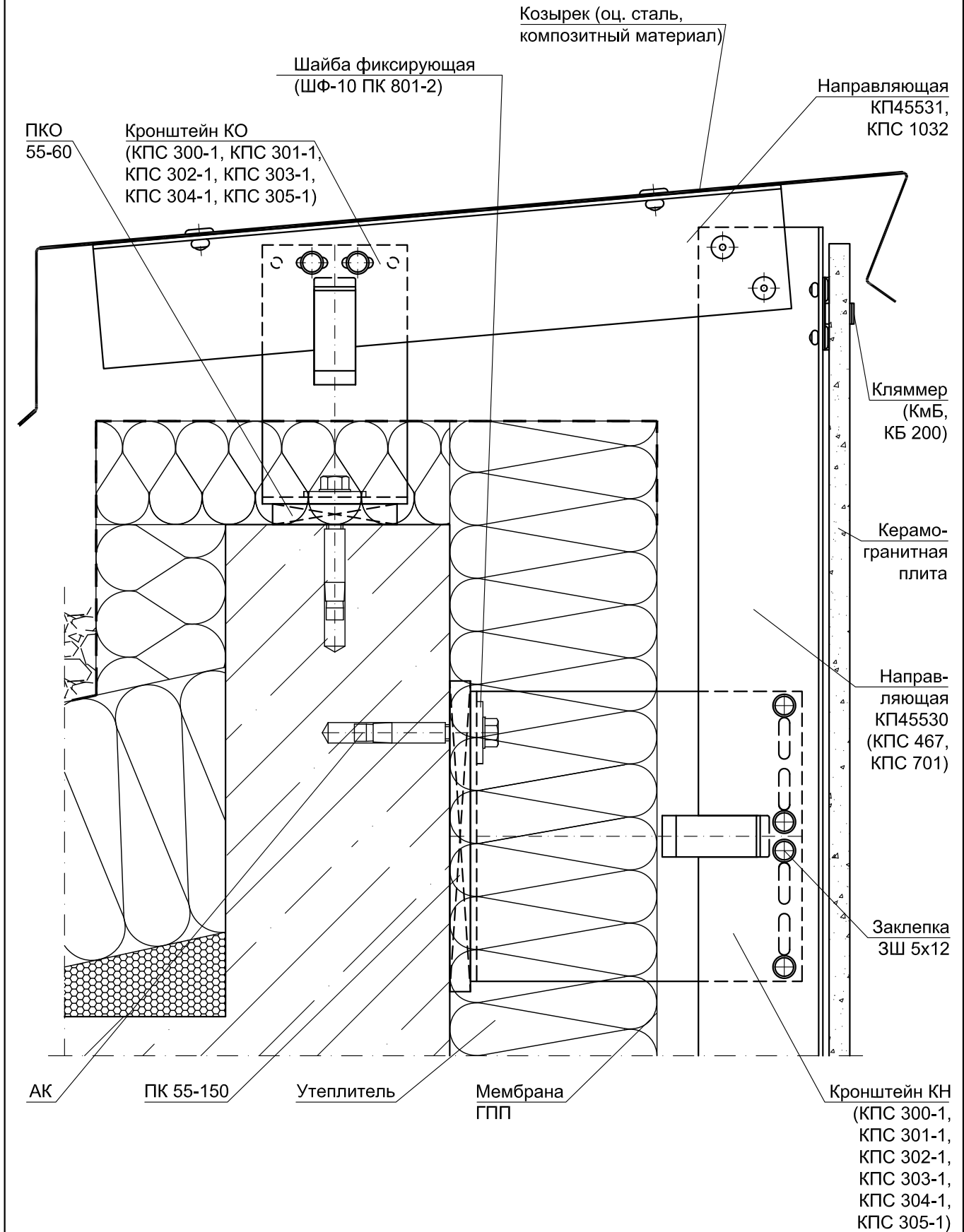
## УЗЕЛ 11.2 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ



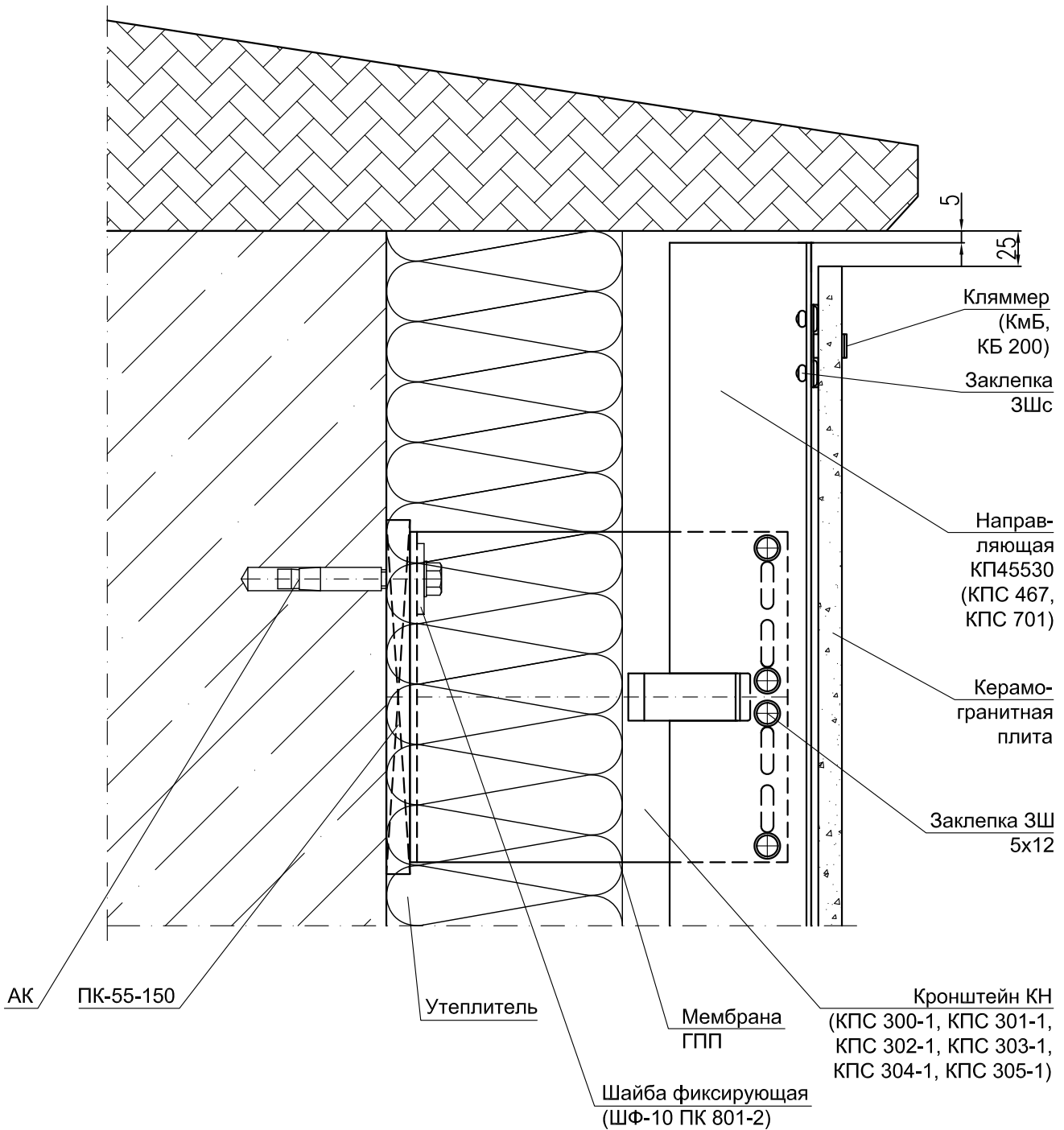
# УЗЕЛ 12.1 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ



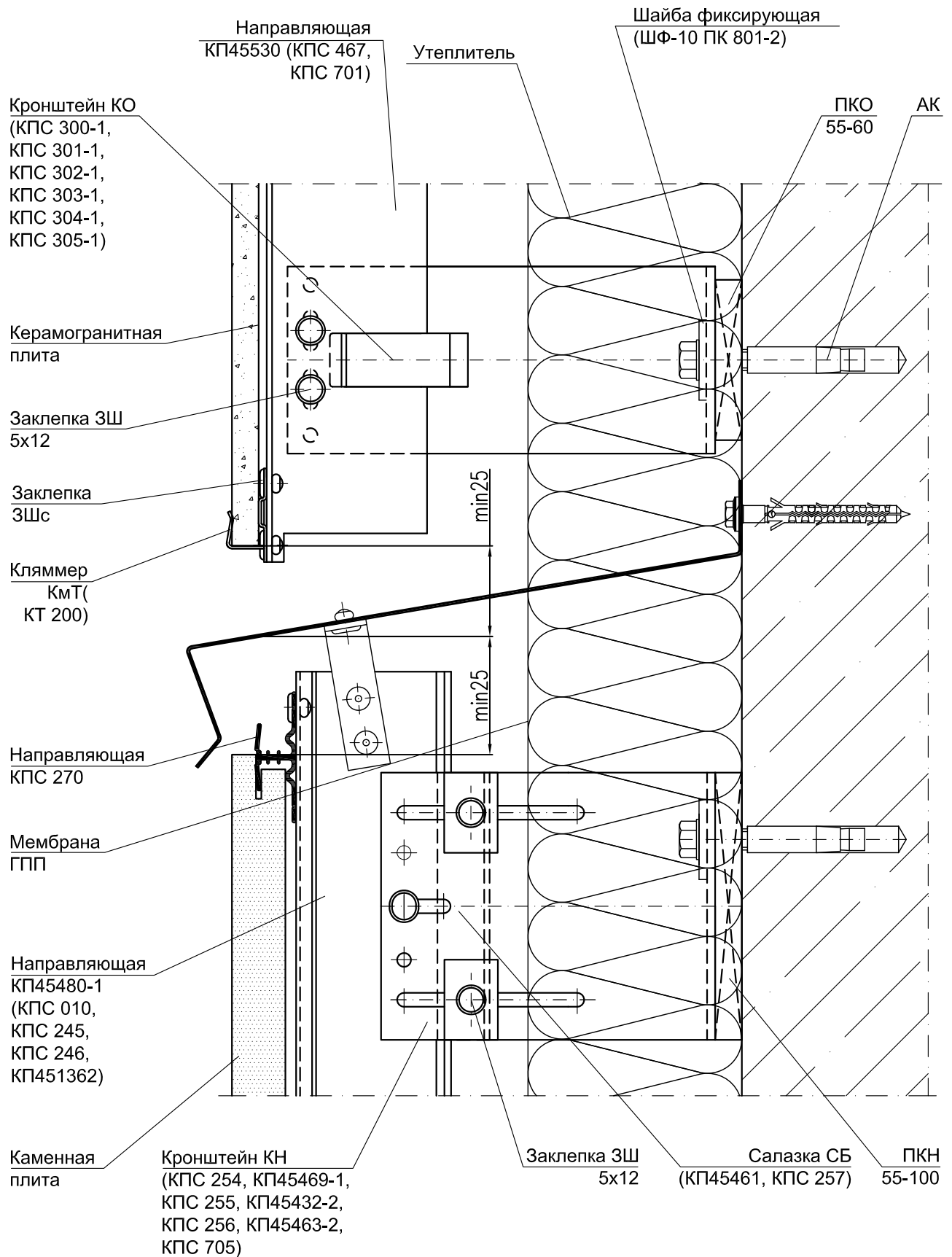
# УЗЕЛ 12.2 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ



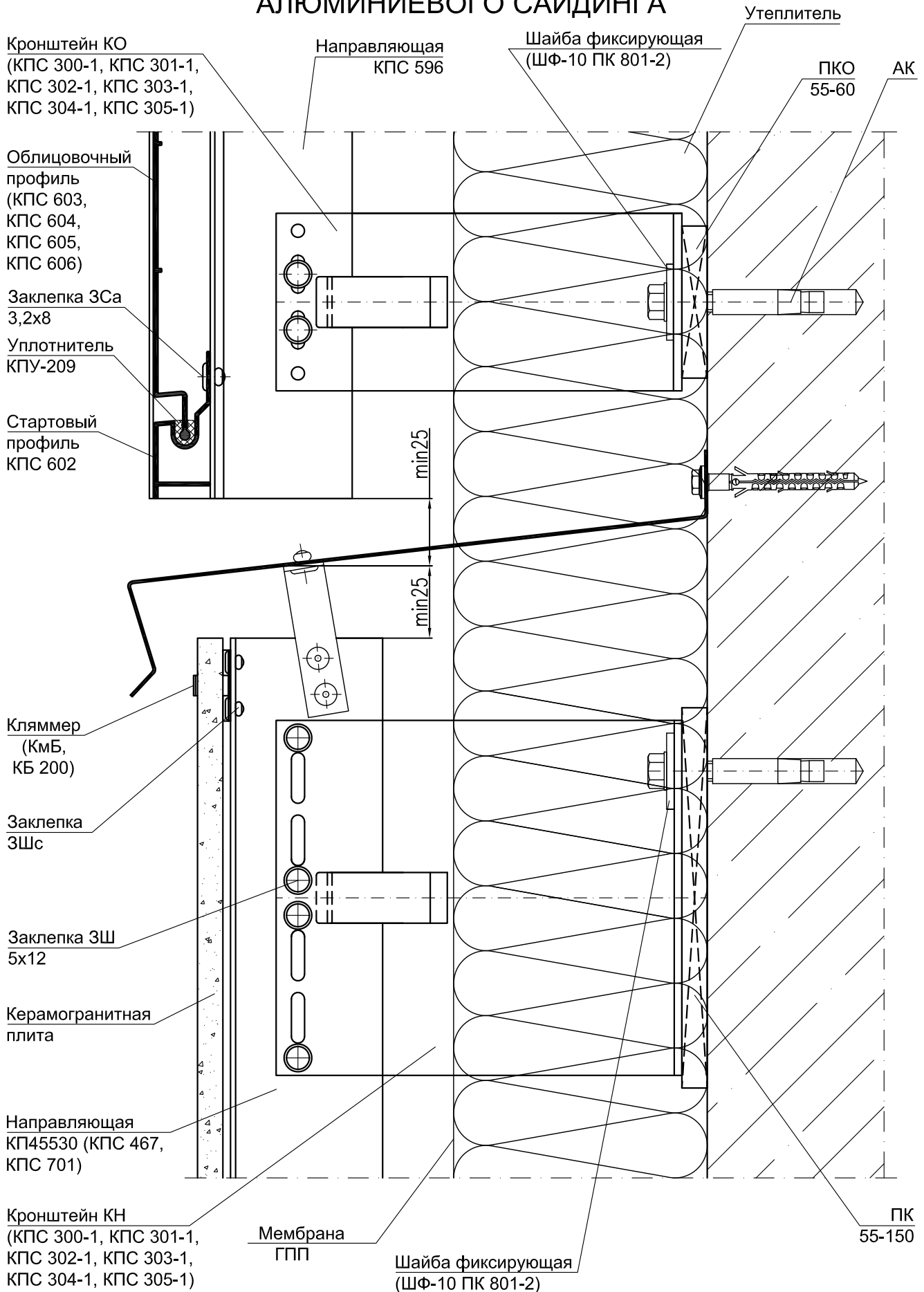
# УЗЕЛ 12.3 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ



# УЗЕЛ 13 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ



# УЗЕЛ 14 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО САЙДИНГА

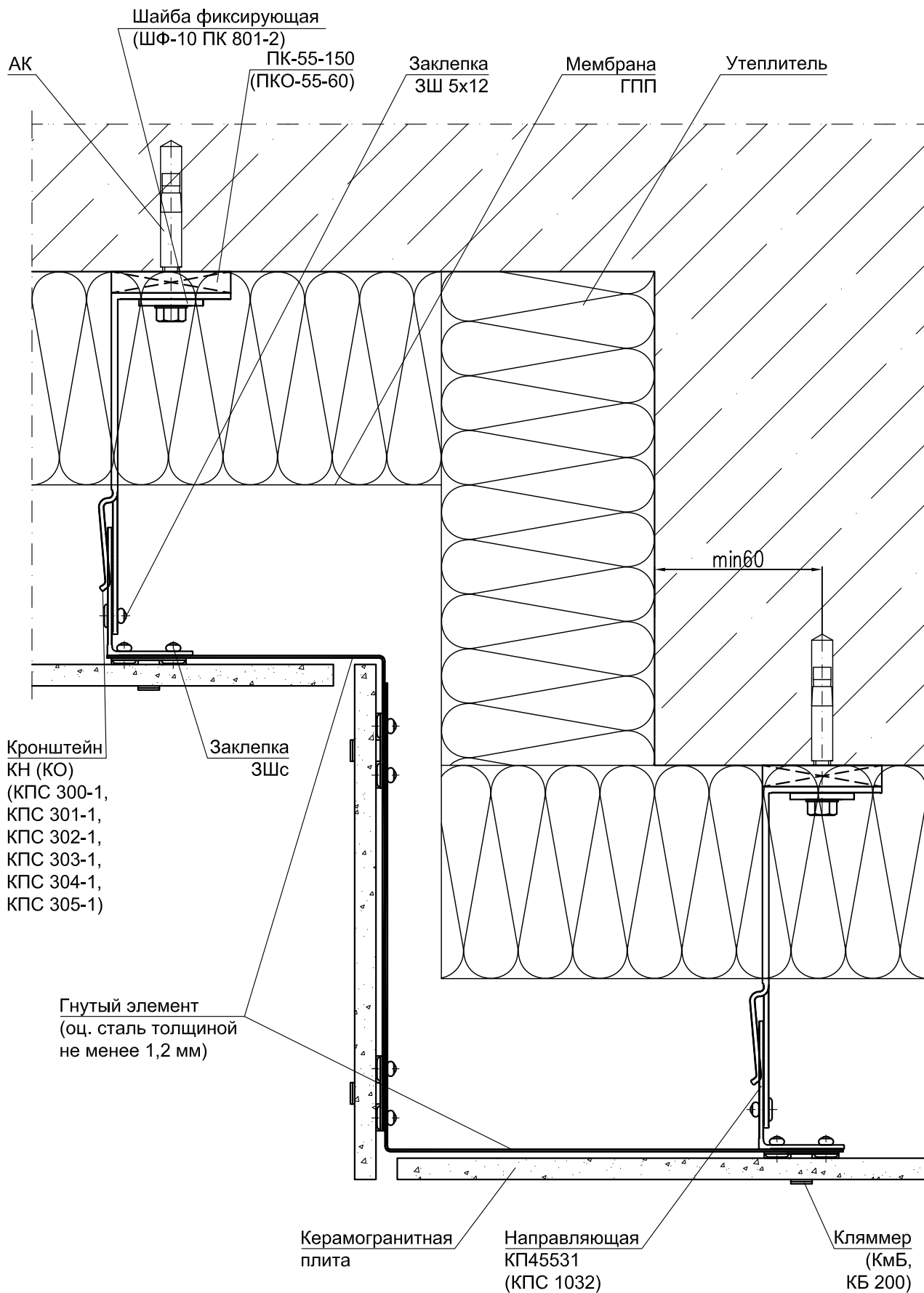


Лист

5.45

СИАЛ Навесная фасадная система

# УЗЕЛ 15 - ВЕРТИКАЛЬНЫЙ УСТУП СТЕНЫ

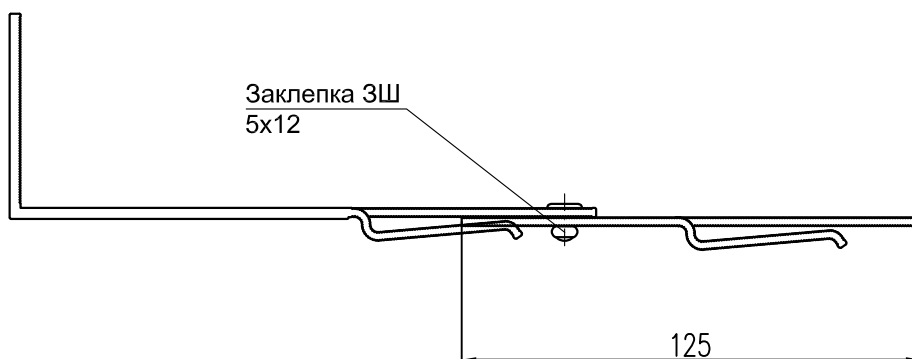
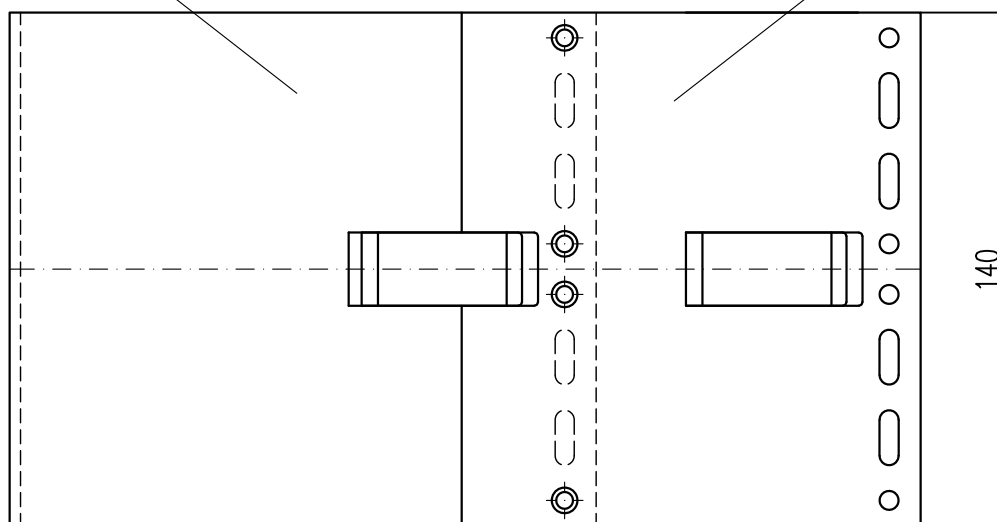


ПРИМЕЧАНИЕ  
Ширина гнутых элементов 100 мм.

# СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ КРОНШТЕЙНОВ

Кронштейн несущий  
КН

Удлинитель  
УКН-125-КПС 306-1



Лист

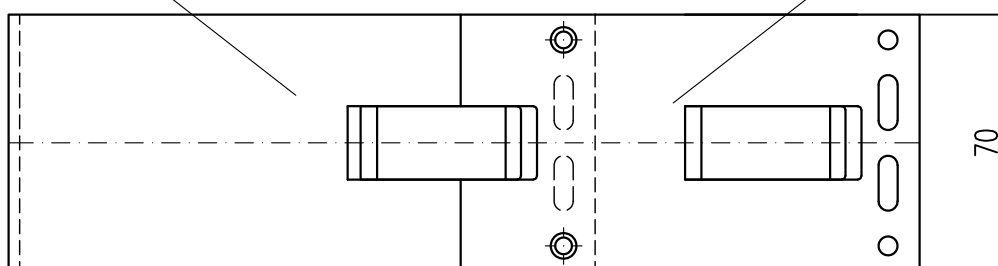
5.47

СИАЛ Навесная фасадная система

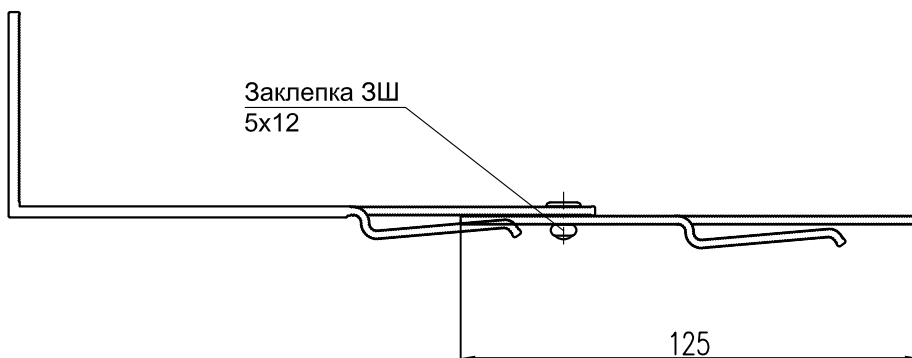


Кронштейн опорный  
КО

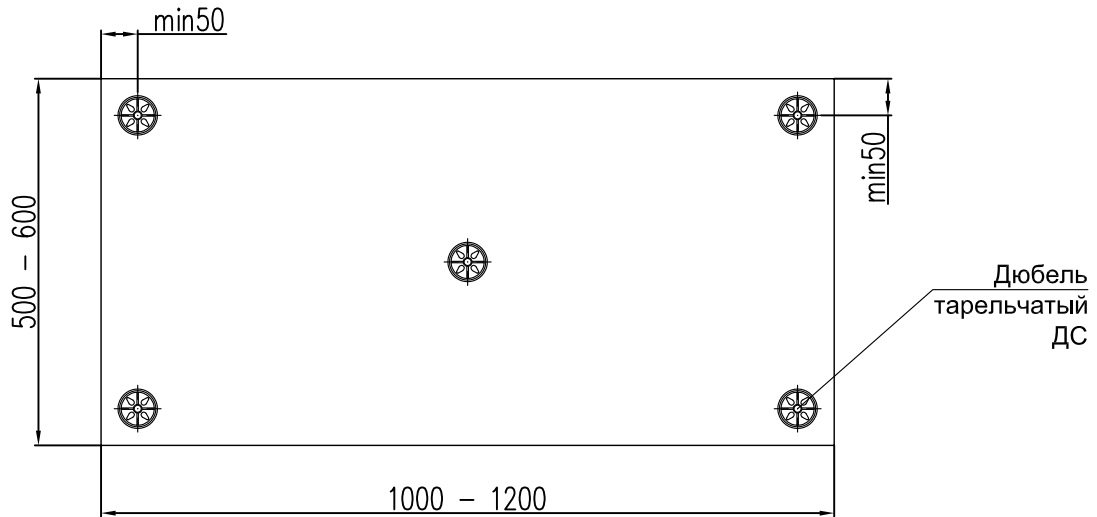
Удлинитель  
УКО-125-КПС 306-1



Заклепка 3Ш  
5x12



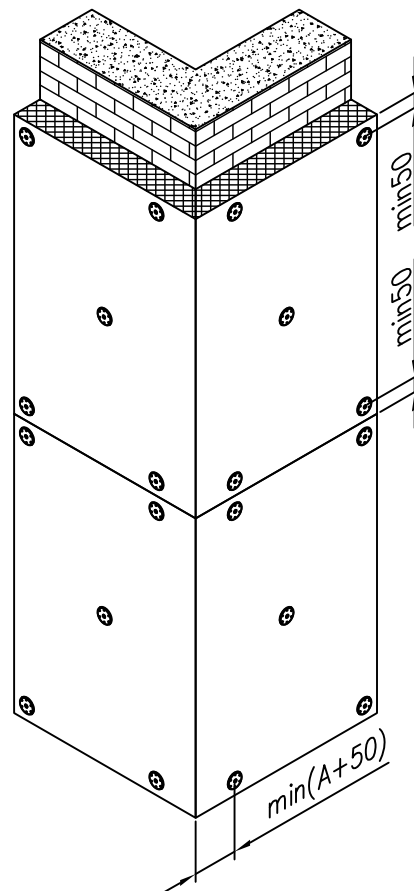
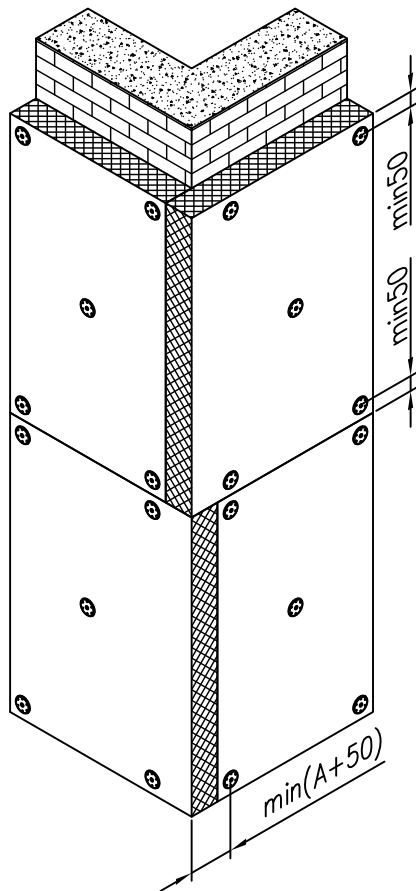
## СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ



## СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ НА УГЛУ ЗДАНИЯ

вариант I

вариант II



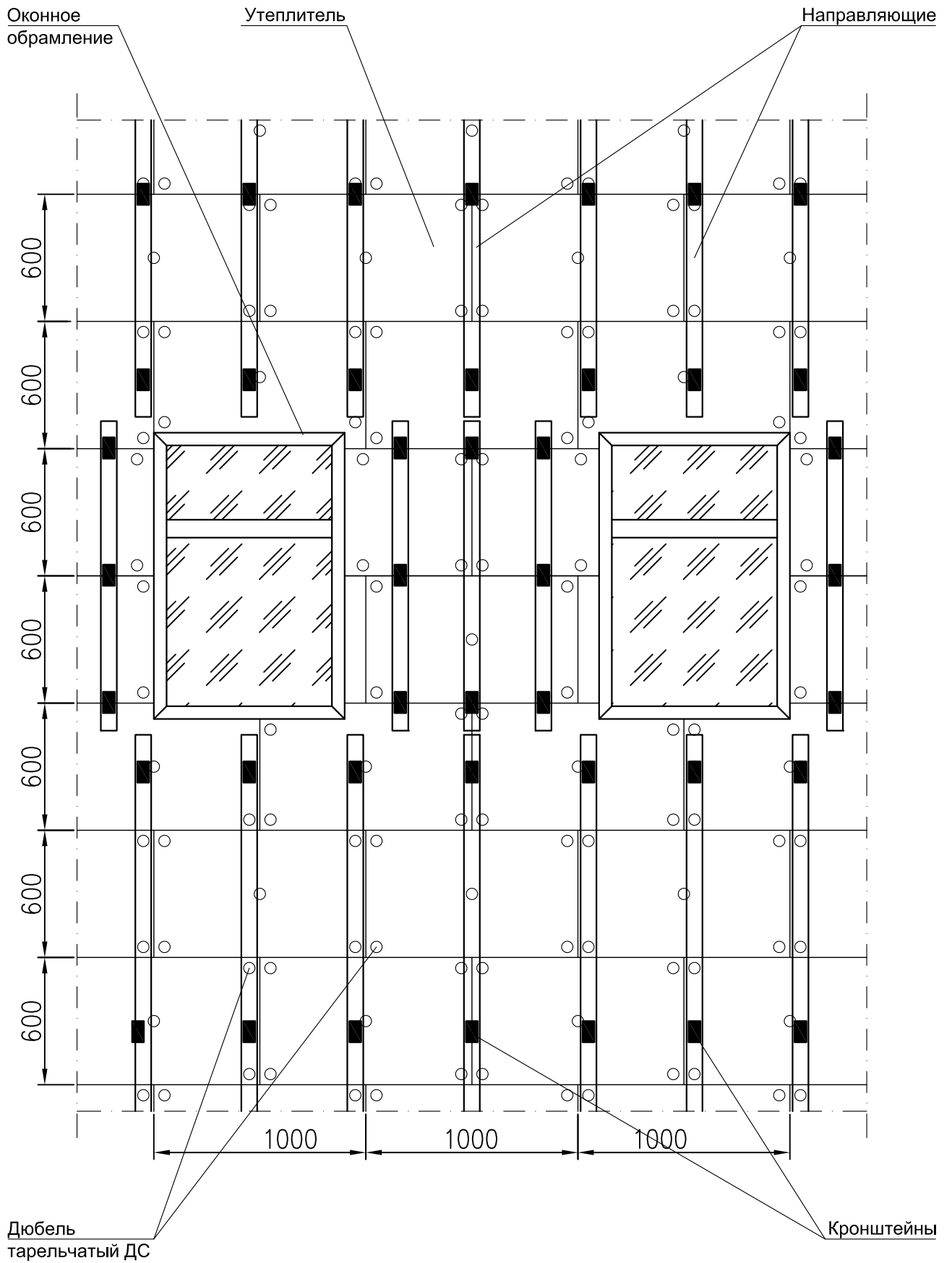
A - толщина утеплителя.

Лист

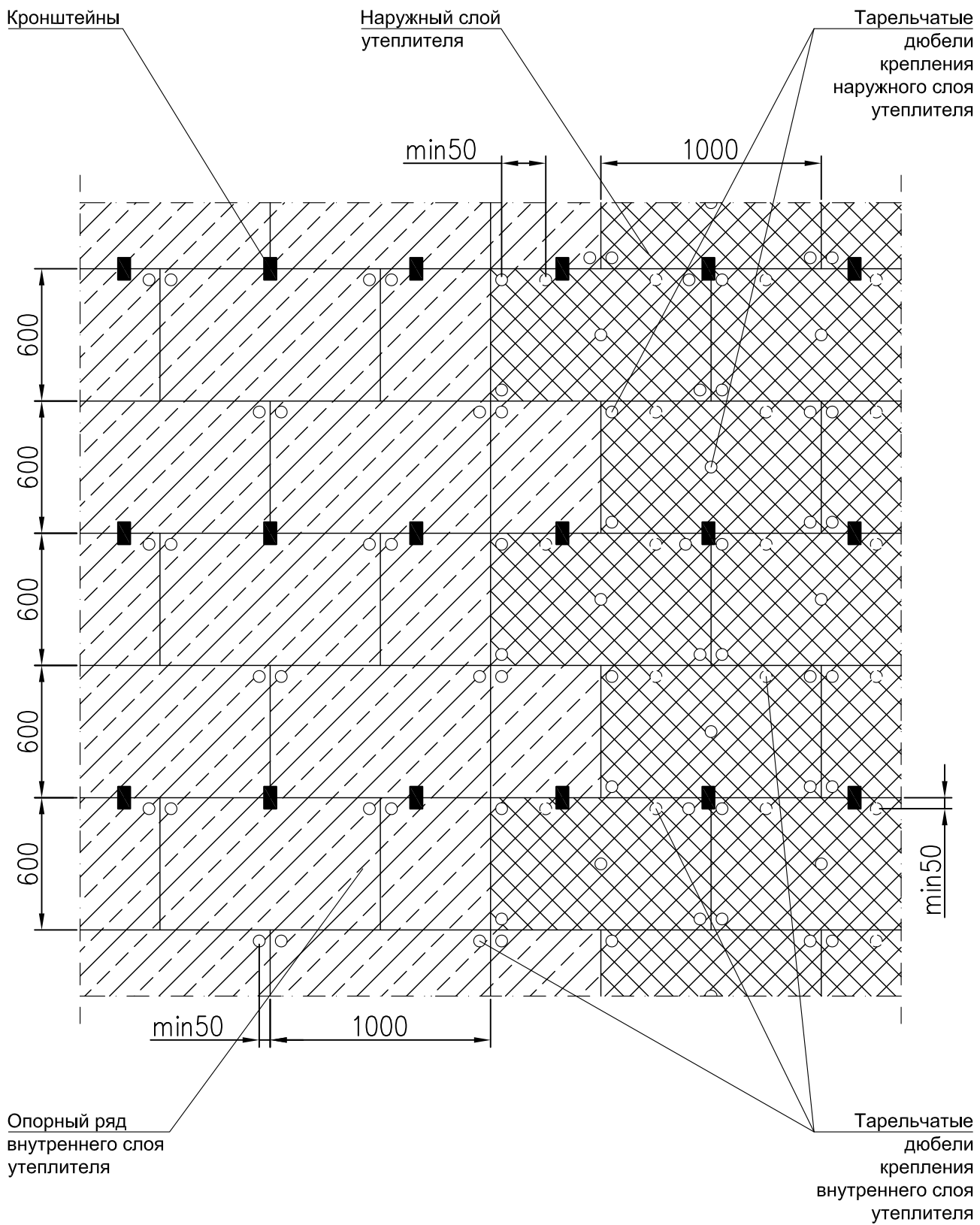
5.49

СИАЛ Навесная фасадная система

# ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ УТЕПЛИТЕЛЯ



# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ДВУХСЛОЙНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ



В соответствии с экспертными заключениями ЦНИИСК имени В. А. Кучеренко в качестве утеплителя в навесных фасадных системах с каркасом из алюминиевых сплавов применяются:

1. Минераловатные плиты с установкой в один слой;
2. Минераловатные плиты с установкой в два слоя;
3. Теплоизоляционные плиты из стеклянного волокна с установкой в один слой;
4. Теплоизоляционные плиты из стеклянного волокна с установкой в два слоя;
5. Комбинированная установка теплоизоляционных плит - внешний слой толщиной не менее 30 мм из минераловатных плит на основе горных пород (базальтовое сырье) - внутренний слой из плит из стеклянного волокна

Не допускается применение влаговетрозащитных мембран в сочетании с плитами теплоизоляционными из стеклянного штапельного волокна с кашированным слоем!

Лист

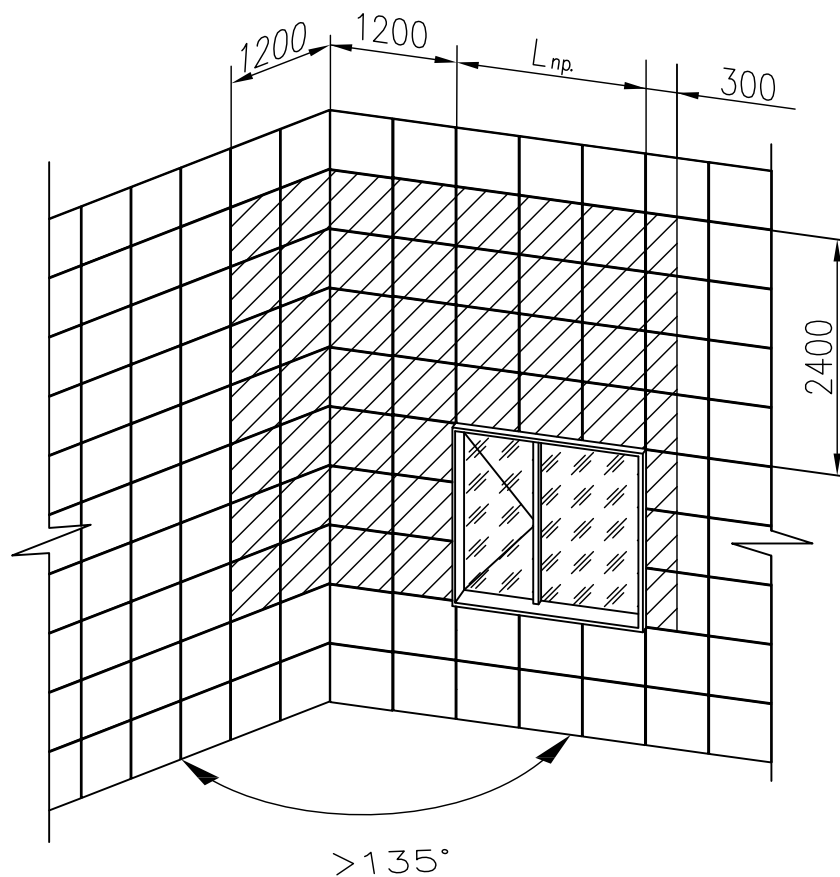
5.53

СИАЛ Навесная фасадная система

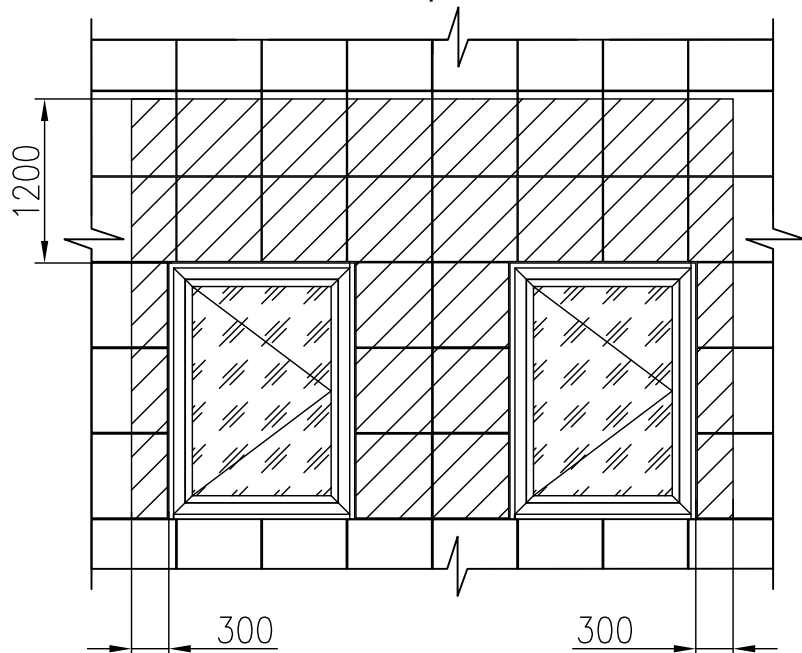
## 6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

# ЗОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

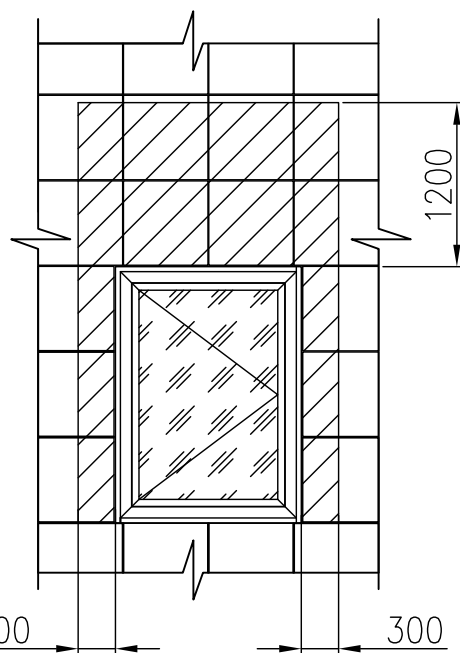
На участках фасада с внутренним углом  $135^\circ$  и менее и оконным проемом на расстоянии менее 1,2 м



На участках фасада с оконными проемами принадлежащие одному помещению

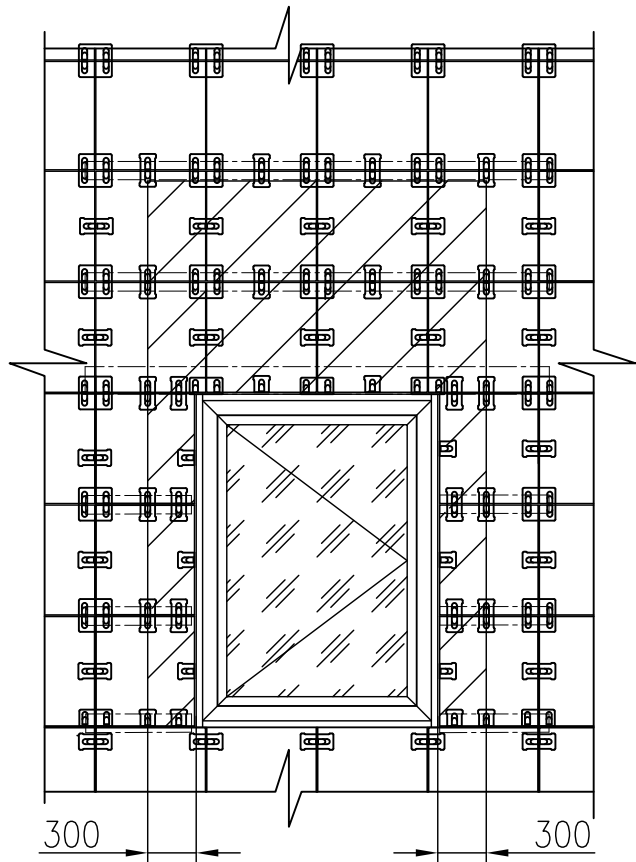
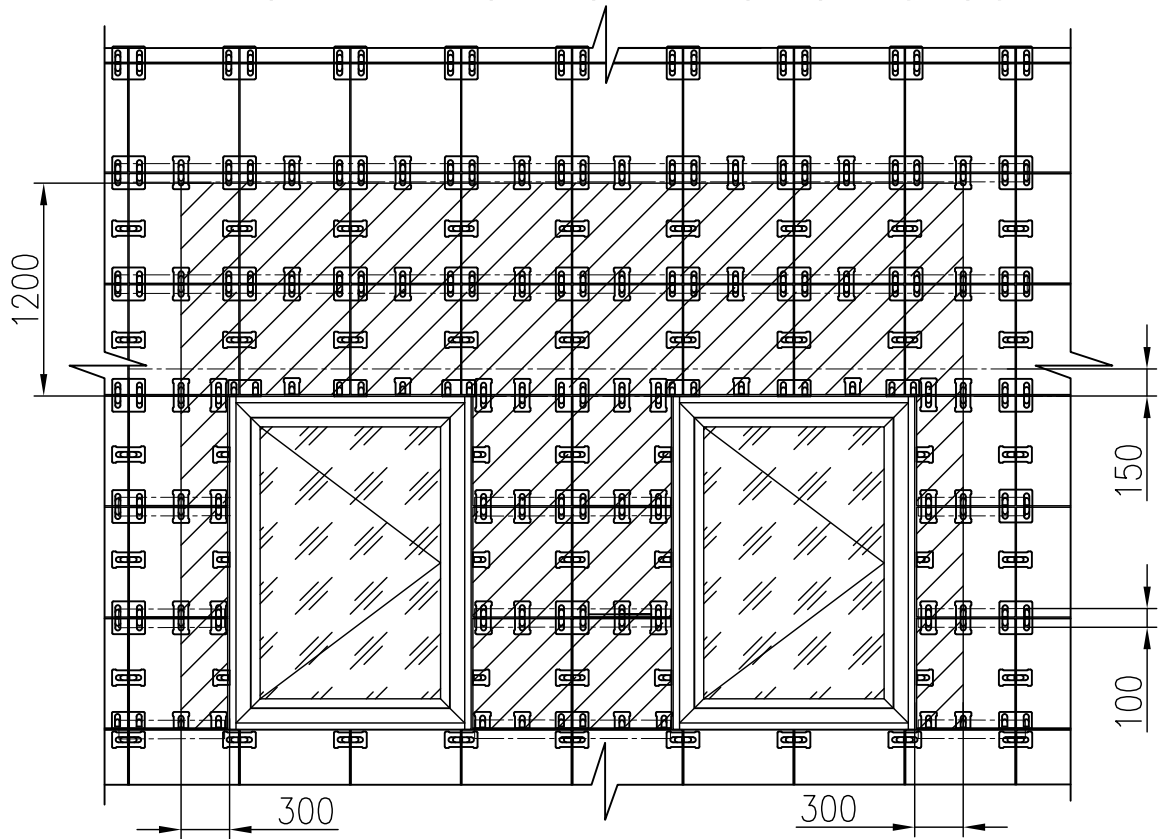


Над оконными проемами








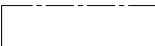


# СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ КЕРАМОГРАНИТНЫХ ПЛИТ В ЗОНАХ ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

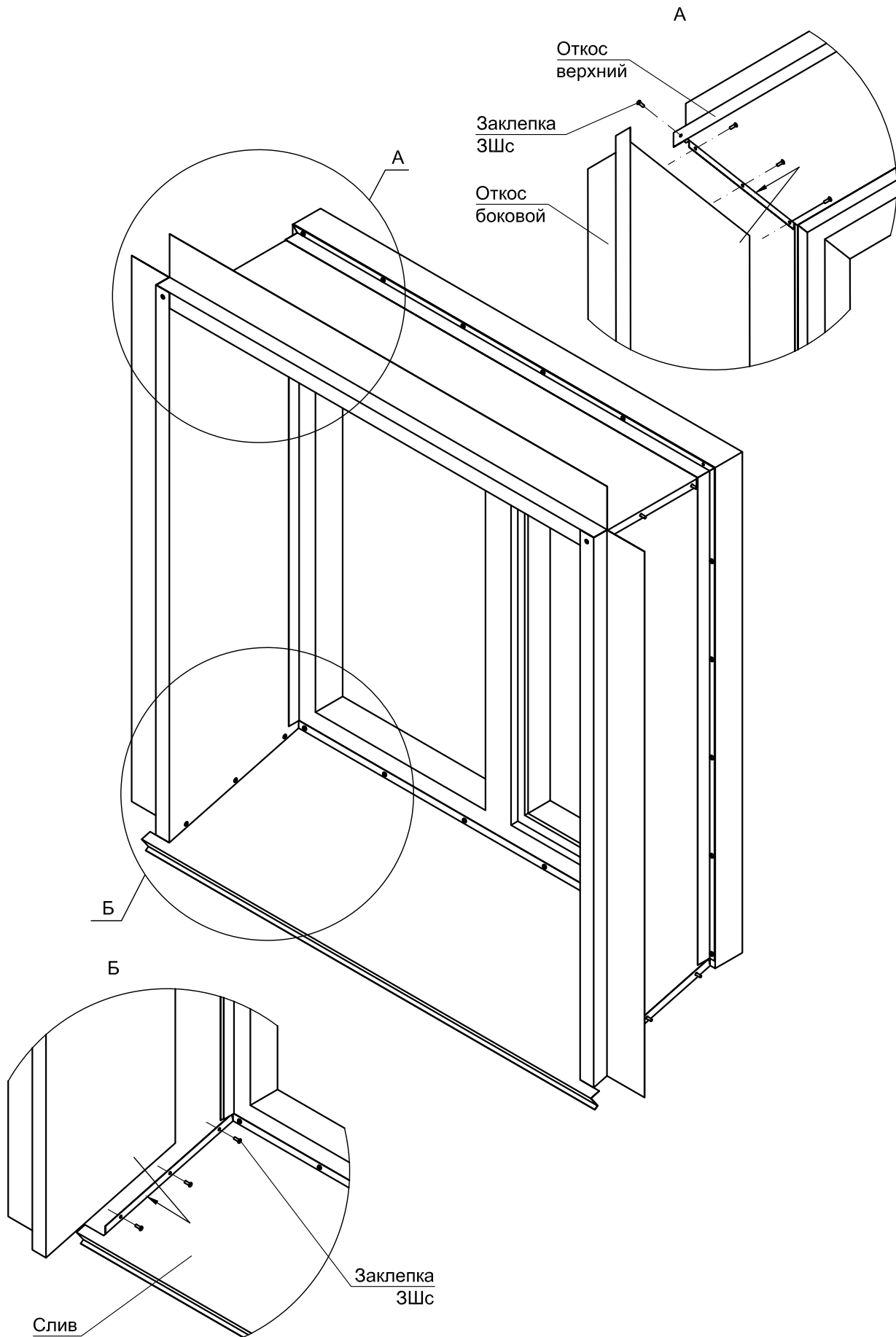
-  - Кляммер рядовой
-  - Кляммер торцевой
-  - Кляммер боковой
-  - Кляммер конечный
-  - область повышенной пожарной опасности

 Полосы - перемычки листовая оцинкованная окрашенная сталь (с двух сторон) толщиной не менее 0,8 мм и шириной не менее 100 мм

## ПРИМЕЧАНИЕ

Все метизы в этой области повышенной пожарной опасности должны быть стальными.

# КОНСТРУКЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО КОРОБА



Лист

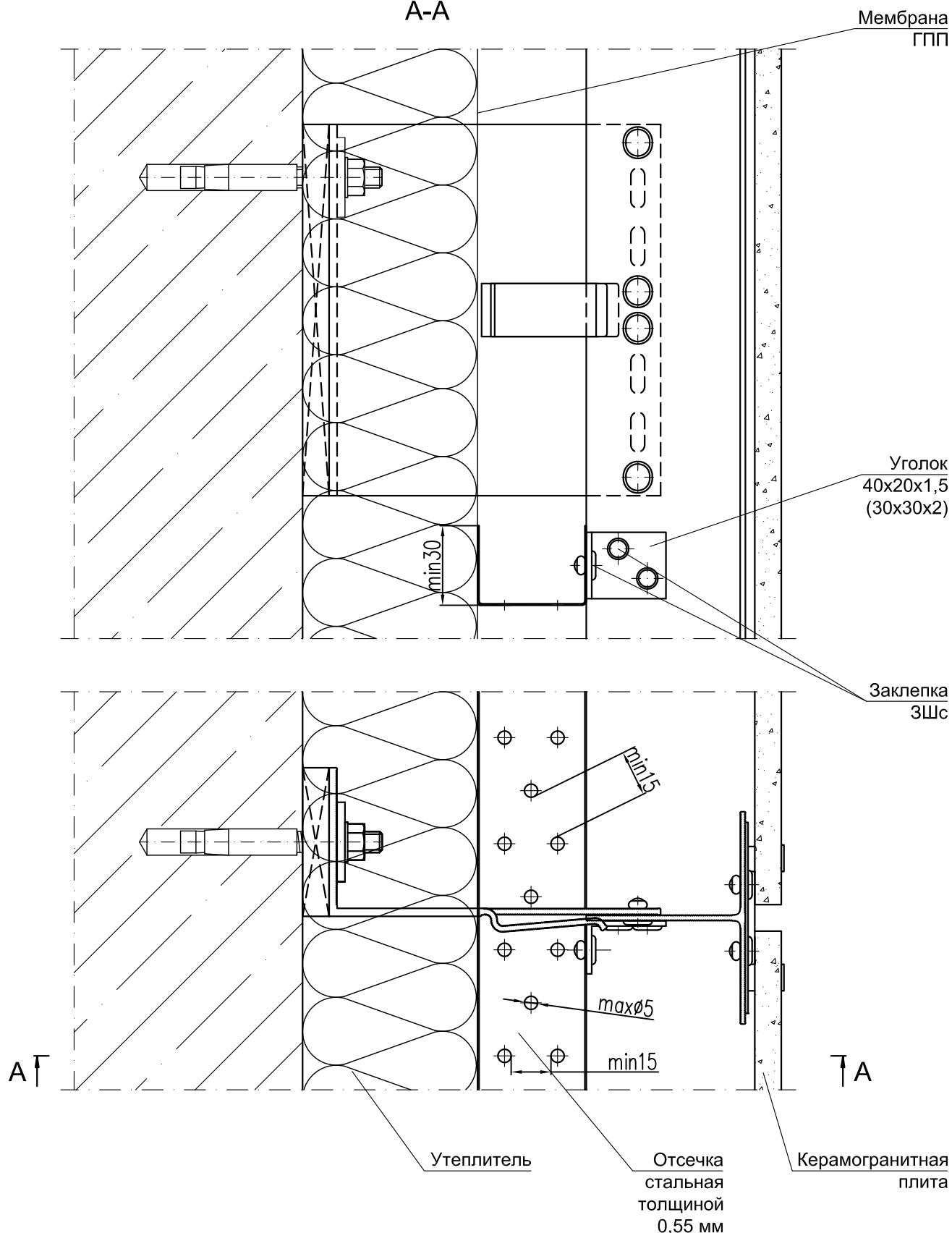
6.3

СИАЛ Навесная фасадная система

# ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ СТАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК

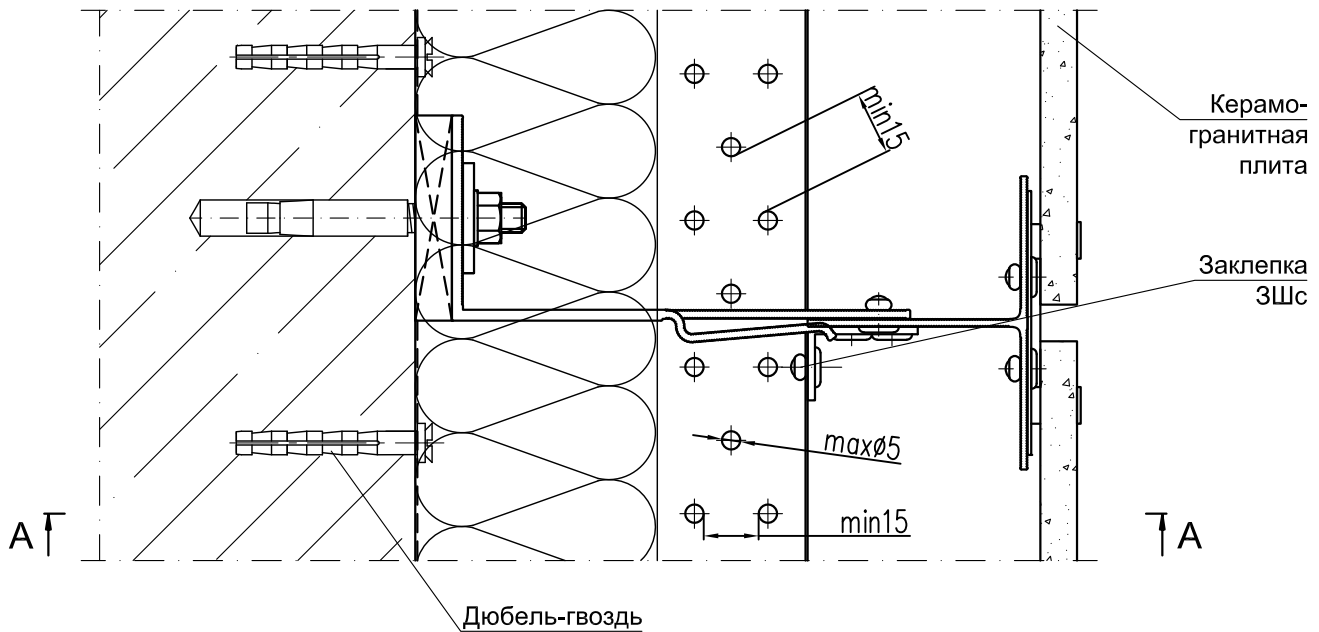
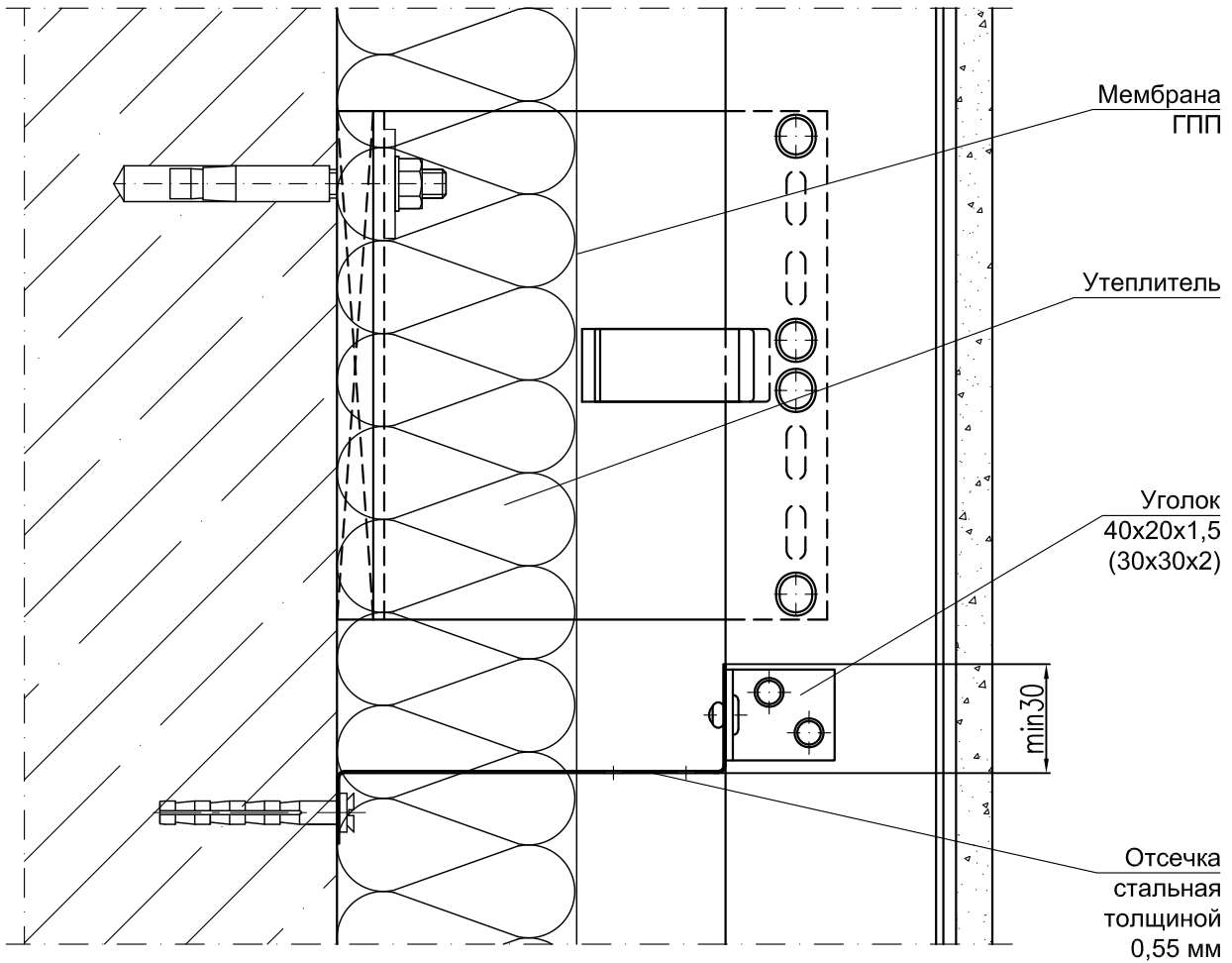
## ВАРИАНТ I С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ

А-А



# ВАРИАНТ II С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ

A-A



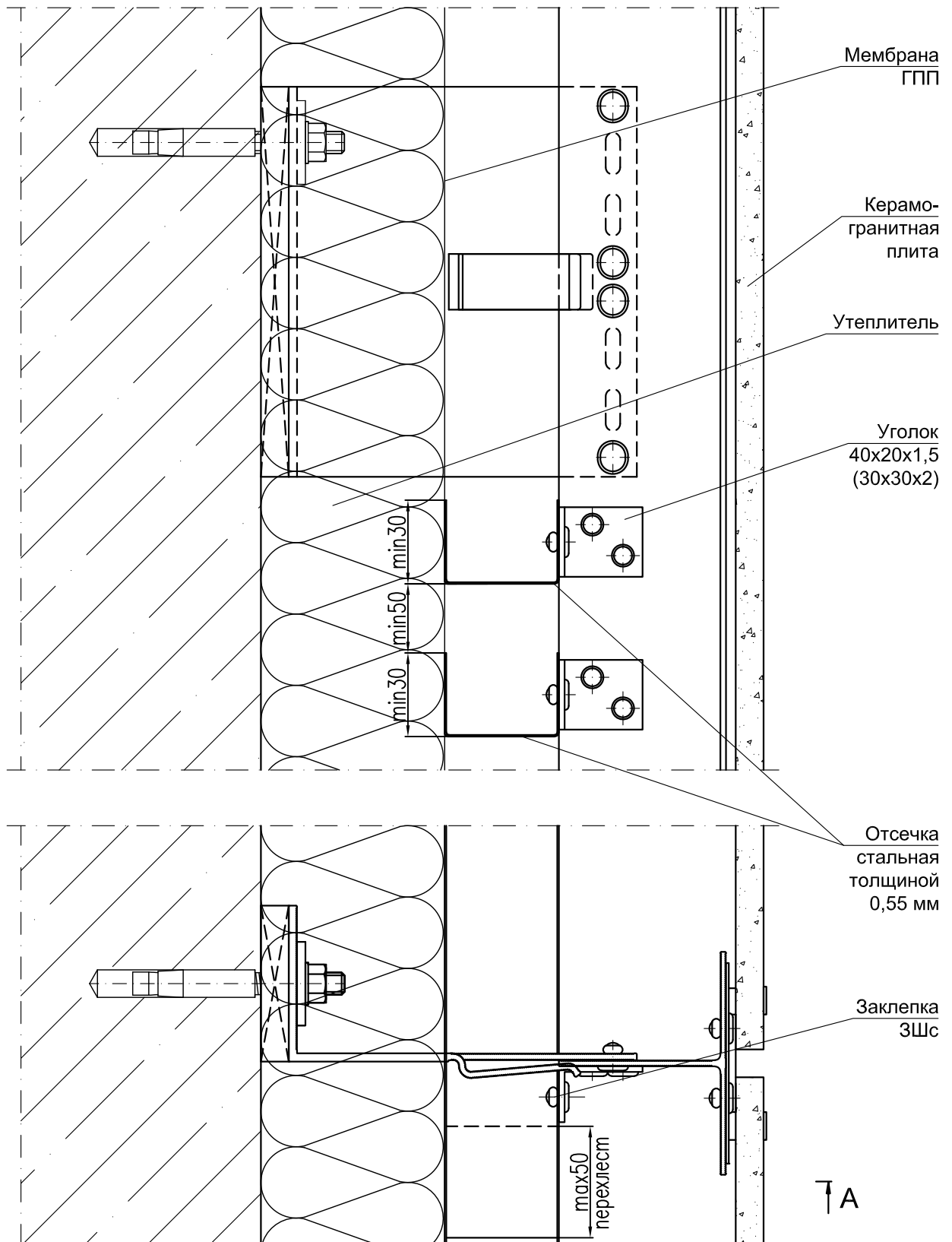
Лист

6.5

**СИАЛ** Навесная фасадная система

# ВАРИАНТ I С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ

A-A

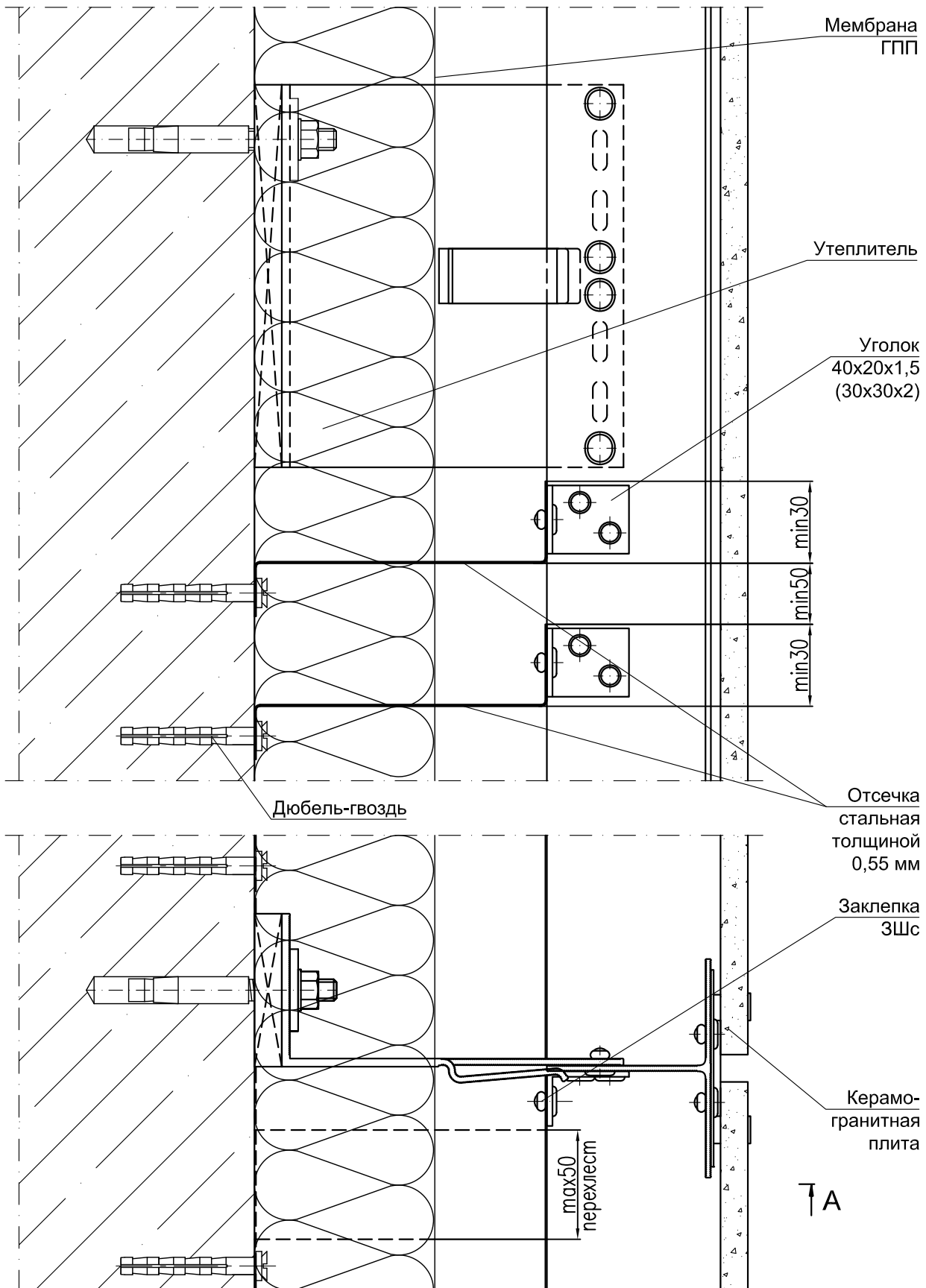


**ПРИМЕЧАНИЕ**

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции.

# ВАРИАНТ II С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ

A-A



ПРИМЕЧАНИЕ

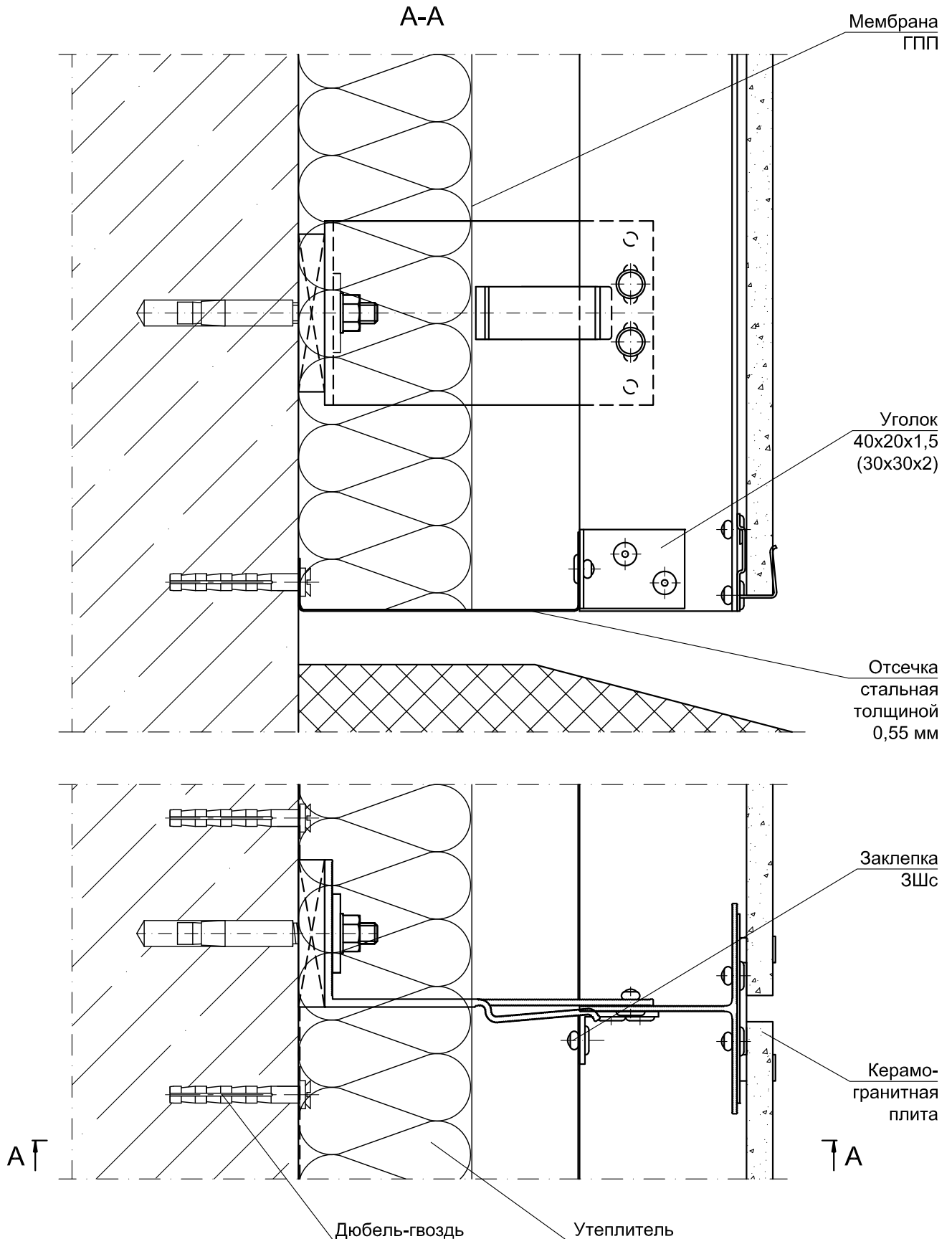
Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции.

Лист

6.7

## СИАЛ    Навесная фасадная система

# ВАРИАНТ УСТАНОВКИ НИЖНЕЙ ОТСЕЧКИ



Лист

6.9

СИАЛ Навесная фасадная система



## 7. Расчеты

## ВВЕДЕНИЕ

Приведенные далее расчеты предназначены для специалистов, выполняющих разработку проектов систем СИАЛ с воздушным зазором для облицовки фасадов зданий и сооружений различного назначения. Расчеты являются справочным пособием для проектирования несущего каркаса конструкции навесной фасадной системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км с видимым креплением керамогранита на стальной кляммер.

Расчет №1 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 600х600х10, на рядовом участке фасада;

Расчет №2 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 600х600х10, на угловом участке фасада;

Расчет №3 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200х600х10, на рядовом участке фасада;

Расчет №4 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200х600х10, на угловом участке фасада. Расчет крайней направляющей и кронштейнов при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки;

Расчет №5 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200х600х10, на угловом участке фасада. Расчет средней направляющей и кронштейнов при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки;

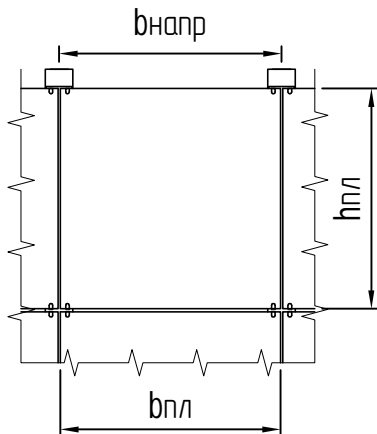
Прочностные расчеты включают проверку прочности и деформаций профилей, несущих нагрузку от массы облицовочных плит и от ветра, стыковых соединений между собой, их крепление к основным несущим конструкциям здания. Нагрузки от собственной массы облицовочных плит принимаются по паспортным данным предприятий - изготовителей. Нагрузки от ветра принимаются по СП 20.13330.2011

При разработке расчетов были использованы следующие документы:

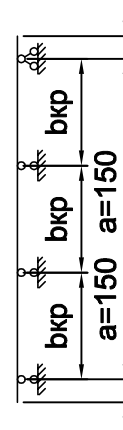
1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия;
2. СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции;
3. ГОСТ 22233-2001 Профили пресованные из алюминиевых сплавов для ограждающих конструкций. Общие технические условия.
4. Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. Стройиздат, 1972 г.
5. Справочное пособие по сопротивлению материалов. Изд. Высшая школа, 1971 г.

## Расчет №1

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 600х600х10, на рядовом участке фасада



Расчетная схема:



- Несущий кронштейн
- Опорный кронштейн

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 40 м

Высота от поверхности земли, z: 40 м

Поперечный размер здания, d: 26 м

Направляющая: КП45530

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС 303-1

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 600 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 600 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 10 мм

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 3 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента,  $c_p$ : -1,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей,  $\gamma_{fc}$ : 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки,  $\gamma_{fo}$ : 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $\gamma_f$ : 1,4

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,7 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fc} = 0,8$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.} = 25$  кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 30$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны согласно СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{n+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} = \mathbf{0,90 \text{ кПа}}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = \mathbf{1,26 \text{ кПа}}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,1  
 $S_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,8  
 $v_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 1  
 $z_e$  - эквивалентная высота: 40 м

### Расчет направляющей

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 606 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}}$ : 900 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $A_{\text{кр}}$ : 160 мм

Площадь сечения профиля  $A$ : 2,66 см<sup>2</sup>

Момент сопротивления профиля  $W_x$ : 1,94 см<sup>3</sup>

Удельная плотность алюминия  $\rho$ : 2700 кг/м<sup>3</sup>

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} = 0,5 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} = 0,8 \text{ кН/м}$$

Нормативная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к.норм.}} * b_{\text{пл}} = 15,0 \text{ кг/м}$$

Расчетная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к.расч.}} * b_{\text{пл}} = 18,0 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} = 54,0 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$P = (q_{\text{п.расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 56,3 \text{ кг}$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной стене, от вертикальной расчетной нагрузки:

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 1,2 \text{ кН см}$$

,где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 2,2 см

$$M_{\text{qw}} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,062 \text{ кН м}$$

$$M_{\text{qw}} = 6,2 \text{ кН см}$$

$$\text{Сумма моментов: } M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{\text{qw}} = 7,4 \text{ кН см}$$

**Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:**

$$\sigma = ((P/A) + (M_{\text{сум}}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c = 38,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

,где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 0,95

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

**Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):**

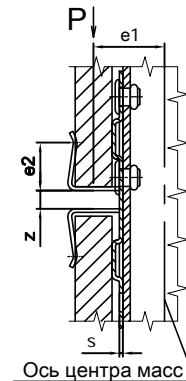
$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * s)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c = 4,4 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

,где:  $Q_y = 0,6 * q_w * b_{\text{кр}}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,4 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 1,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 7,78 см<sup>4</sup>



s - толщина стенки профиля: 2,2 мм

R<sub>s</sub> - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

#### Проверка профиля на прогиб:

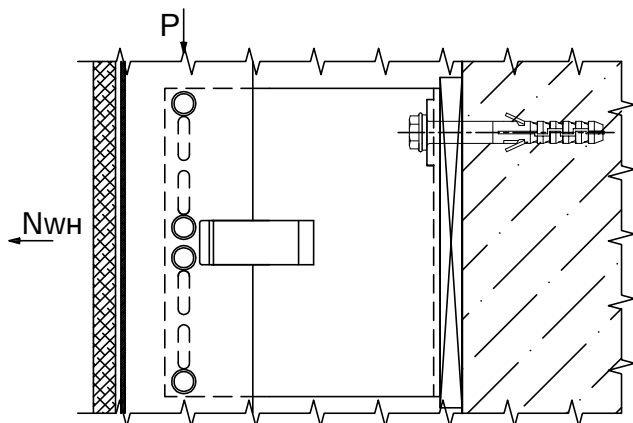
$$f = (0,00675 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200) = 0,044 \text{ см} < 0,45 \text{ см}$$

,где: E - модуль Юнга для алюминия: 710000 кг/см<sup>2</sup>

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

#### Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

Вертикальная сила P и горизонтальная нагрузка N<sub>w</sub> воспринимается фиксирующими заклепками диаметром d<sub>зак</sub> = 5 мм, в количестве 4 шт.



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак.} = \sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2} = 197,0 \text{ Н}$$

где, N<sub>w</sub> - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 551,5 \text{ Н/м}$$

γ<sub>m</sub> - коэффициент надежности для узлов крепления: 1,2

P - расчетная вертикальная нагрузка от облицовки и профиля на несущий кронштейн:

$$P = q_{к.расч.} \cdot b_{пл} \cdot L_{напр} + q_{п.расч.} \cdot L_{напр} = 56,3 \text{ кг}$$

#### Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) \cdot \gamma_n \leq N_z^s \cdot \gamma_c = 197 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где, N<sub>z</sub><sup>s</sup> - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

γ<sub>n</sub> - коэффициент надежности по ответственности (по назначению): 1

γ<sub>c</sub> - коэффициент условий работы алюминиевых конструкций: 1

#### Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак./A} = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) / A) \cdot \gamma_n \leq R_p^r \cdot \gamma_c = 17,9 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

,где A = t<sub>min</sub> · d<sub>зак</sub> = 11 мм<sup>2</sup>

t<sub>min</sub> - наименьшая толщина сминаемого элемента: 2,2 мм

R<sub>p</sub><sup>r</sup> - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

## Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна за вычетом отверстий под заклепки:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h_1$ : 59,2 мм

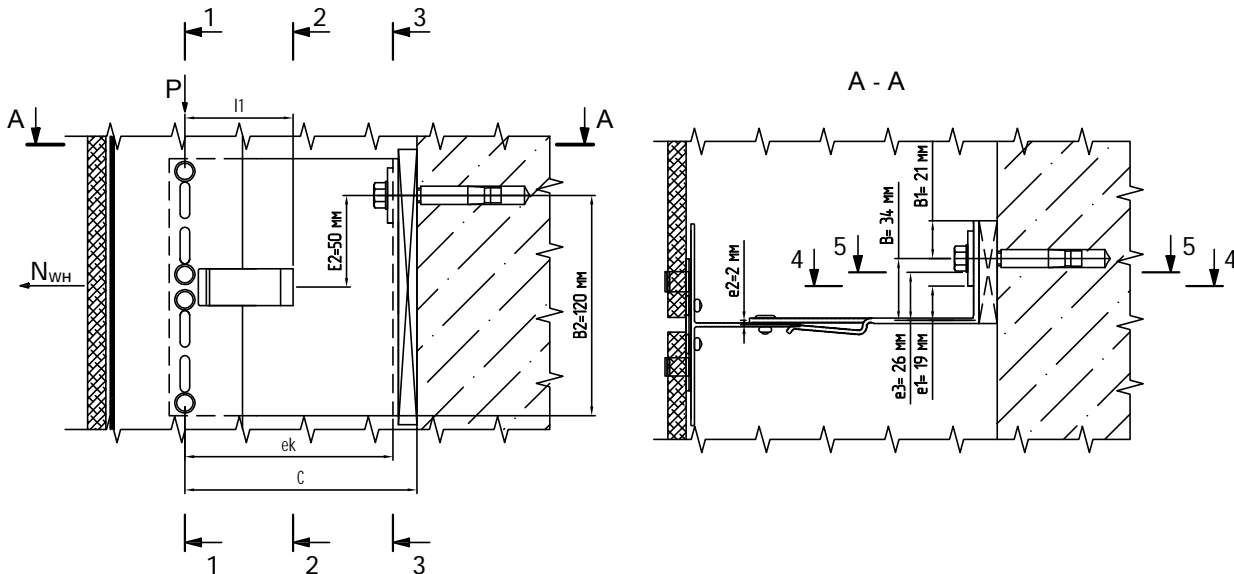
Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 148 мм<sup>2</sup>

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 390,7$  Н

где,  $K_{нк}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение:  $K_{нк} = 0,4$



Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 56,3$  кг

Проверка сечения кронштейна, ослабленного отверстиями под заклепки (1-1):

$$P/(h_1 * s) \leq R_s * \gamma_c = 3,8 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

$$N_{wh}/(h_1 * s) \leq R_y * \gamma_c = 2,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Максимальный момент от ветра в пите кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e_1 = 7,423 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пите кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e_3 = 10,157 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e_2 = 0,781 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

Изгибающие моменты в сечениях кронштейна от вертикальной нагрузки:

$$\text{Максимальный в ослабленном сечении (2-2): } M_{р.с.в.}^0 = P * l_1 = 28,697 \text{ Н*м}$$

где,  $l_1$ - плечо вертикальной нагрузки: 51 мм

$$\text{Максимальный в неослабленном сечении (3-3): } M_{р.с.в.} = P * e_k = 83,277 \text{ Н*м}$$

где,  $e_k$  - плечо вертикальной нагрузки: 148 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Сечение консоли с учетом ослабления прижимной пружиной (2-2):

$$W_x^0 = J_x / (0,5 * H) = 8143 \text{ мм}^3$$

$$\text{где, } J_x = s * (H^3 - h^3) / 12 = 2,5 * (140^3 - 20^3) / 12 = 570000 \text{ мм}^4$$

Лист

7.5

СИАЛ Навесная фасадная система

Неослабленное сечение консоли (3-3):

$$W_x = s1 \cdot H^2 / 6 = 3 \cdot 140^2 / 6 = 9800 \text{ мм}^3$$

$$W_y = H \cdot s1^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s1^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 \cdot 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли несущего кронштейна (2-2):

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^k / W_{4-4} + M_{P.c.v.}^o / W_x^o = \mathbf{9,7 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли несущего кронштейна (3-3):

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^k / W_y + M_{P.c.v.} / W_x = \mathbf{13,1 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{п4-4} / W_{4-4} = \mathbf{46,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{п5-5} / W_{5-5} = \mathbf{49,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 90,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot E_2 = 19,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

E<sub>2</sub> - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 13 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 34 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub>: M<sub>1</sub> > M<sub>2</sub>

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = \mathbf{1615 \text{ Н}}$$

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, J<sub>к</sub>:

$$J_k = h1^3 \cdot s / 12 = 43223,9 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h1/2) \cdot s) \cdot h1 / 4 = 1095,2 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P = 56,3 кг

Коэффициент надежности по назначению, γ<sub>п</sub> = 0,95

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P \cdot S_k / (J_k \cdot s)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c = \mathbf{5,4 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез)  
обеспечивается**

### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s1: 3 мм

Усилие на кронштейн от ветра составит:

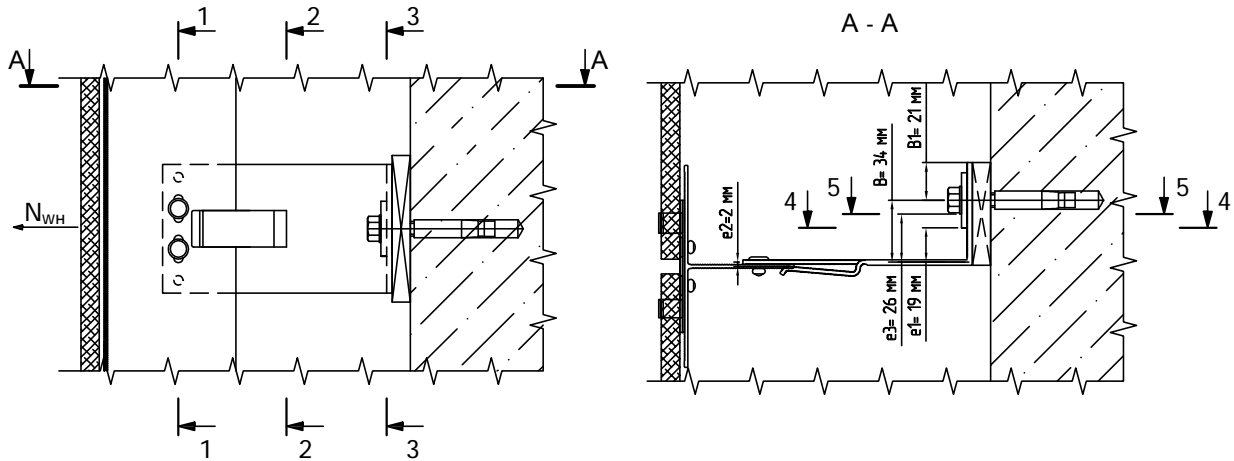
$$N_{wh} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{нс} = 758,3 \text{ Н}$$

где, K<sub>нс</sub> - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{п4-4} = N_{wh} \cdot e1 = 14,409 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где, e1 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы: 19 мм



Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wn} * e3 = 19,717 \text{ Н*м}$$

где, e3 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wn} * e2 = 1,517 \text{ Н*м}$$

где, e2 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

#### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 70 * 3^2 / 6 = 105 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (70 - 11) * 3^2 / 6 = 89 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 134 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 * 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wn} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 23,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wn} / A + M_{гор}^K / W_y = 18,1 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 162,8 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 147,7 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ао} = N_{wn} * (B + B1) / B1 = 1986 \text{ Н}$$

,где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

B1 - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

#### Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

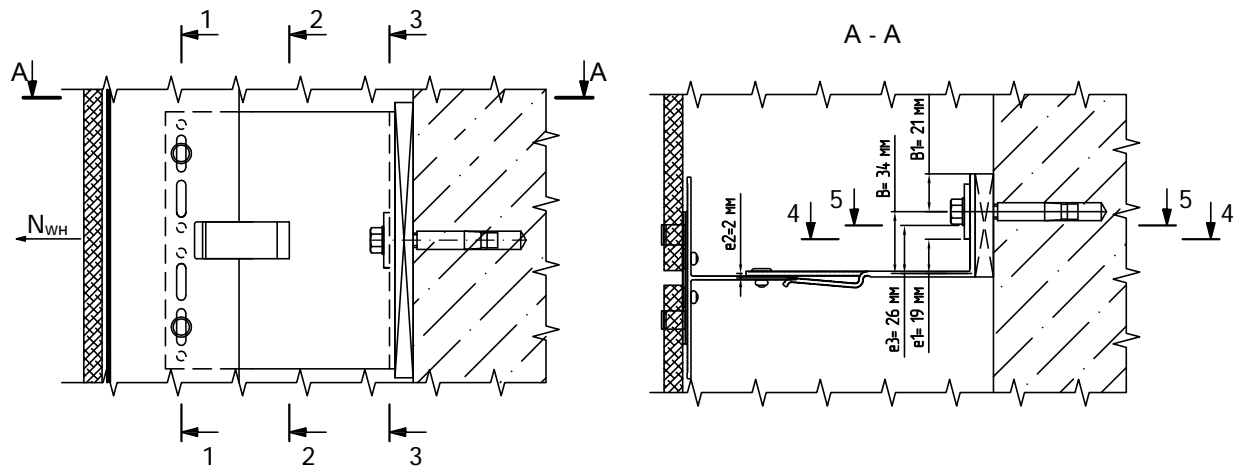
Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 140 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s1: 3 мм





Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wH} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 758,3 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wH} * e1 = 14,409 \text{ Н*м}$$

где,  $e1$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы:

19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wH} * e3 = 19,717 \text{ Н*м}$$

где,  $e3$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wH} * e2 = 1,517 \text{ Н*м}$$

где,  $e2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 140 * 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (140 - 33) * 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = 30 * 3^2 / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wH} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 12 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wH} / A + M_{гор}^K / W_y = 9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 89,8 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 95,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_a = N_{wH} * (B + B1) / B1 = 1986 \text{ Н}$$

где  $B$ -расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

В1- расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

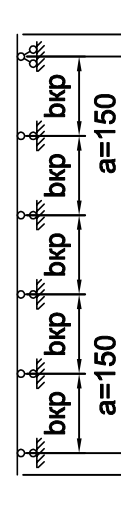
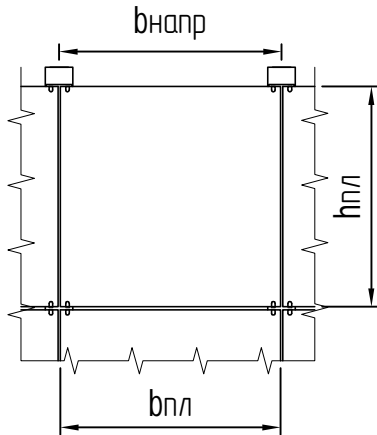
**Прочность кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез) обеспечивается**



**Вывод:** Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1615 Н в несущем кронштейне и 1986 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

## Расчет №2

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 600x600x10, на угловом участке фасада

Расчетная схема:



-  Несущий кронштейн
-  Опорный кронштейн

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 40 м

Высота от поверхности земли, z: 40 м

Поперечный размер здания, d: 26 м

Направляющая: КП45530

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС 303-1

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 600 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 600 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 10 мм

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 3 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента,  $c_p$ : -2,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей,  $\gamma_{fc}$ : 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки,  $\gamma_{fo}$ : 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $\gamma_f$ : 1,4

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,7 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fc} = 0,8$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.} = 25$  кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 30$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны согласно СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{n+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} = 1,66 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 2,32 \text{ кПа}$$

,где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,1  
 $S_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ :  
 0,8  
 $v_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 1  
 $z_e$  - эквивалентная высота: 40 м

### Расчет направляющей

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : 606 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{кр}$ : 540 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $Акр$ : 160 мм

Площадь сечения профиля,  $A$ : 2,66 см<sup>2</sup>

Момент сопротивления профиля,  $W_x$ : 1,94 см<sup>3</sup>

Удельная плотность алюминия,  $\rho$ : 2700 кг/м<sup>3</sup>

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{n+(-)} * b_{напр} = 1,0 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{напр} = 1,4 \text{ кН/м}$$

Нормативная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{обл}^n = q_{к.норм.} * b_{пл} = 15,0 \text{ кг/м}$$

Расчетная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{обл} = q_{к.расч.} * b_{пл} = 18,0 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{с.вес.обл.} = q_{обл} * L_{напр} = 54 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$P = (q_{п.расч.} + q_{обл}) * L_{напр} = 56,3 \text{ кг}$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной стене, от вертикальной расчетной нагрузки:

$$M_{с.вес.обл.} = P_{с.вес.обл.} * e_1 = 1,2 \text{ кН см}$$

,где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 2,2 см

Момент от ветровой нагрузки:  $M_{q_w} = 0,105 * q_w * b_{кр}^2 = 0,043 \text{ кН м}$

$$M_{q_w} = 4,3 \text{ кН см}$$

Сумма моментов:  $M_{сум} = M_{с.вес.обл.} + M_{q_w} = 5,5 \text{ кН см}$

### Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((P/A) + (M_{сум}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c = 28,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

,где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 0,95

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

### Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * s)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c = 4,8 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

,где:  $Q_y = 0,605 * q_w * b_{кр}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,5 кг

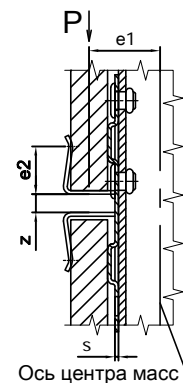
$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 1,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 7,78 см<sup>4</sup>

$s$  - толщина стенки профиля: 2,2 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

**Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается**



Лист

7.11

**СИАЛ Навесная фасадная система**

### Проверка профиля на прогиб:

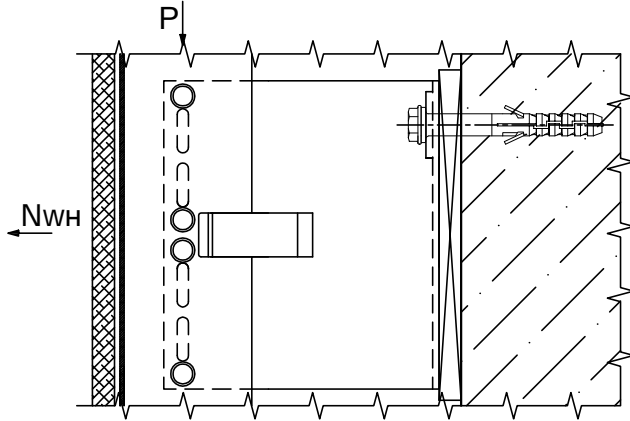
$$f = (0,013 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) - M_{q_w} / (16 \cdot E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200) = 0,000 \text{ см} < 0,27 \text{ см}$$

,где: E - модуль Юнга для алюминия: 710000 кг/см<sup>2</sup>

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

### Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

Вертикальная сила P и горизонтальная нагрузка N<sub>w</sub> воспринимается фиксирующими заклепками диаметром d<sub>зак</sub> = 5 мм, в количестве 4 шт.



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак} = \sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2} = 226 \text{ Н}$$

где, N<sub>w</sub> - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 707,8 \text{ Н}$$

где,  $\gamma_m$  - коэффициент надежности для узлов крепления: 1,2

P - расчетная вертикальная нагрузка от облицовки и профиля на несущий кронштейн:

$$P = q_{к,расч} \cdot b_{пл} \cdot L_{напр} + q_{п,расч} \cdot L_{напр} = 56,3 \text{ кг}$$

### Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) \cdot \gamma_n \leq N_z^s \cdot \gamma_c = 226 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где, N<sub>z</sub><sup>s</sup> - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по ответственности (по назначению): 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы алюминиевых конструкций: 1

### Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак}/A = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2})/A) \cdot \gamma_n \leq R_p^r \cdot \gamma_c = 20,5 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где A = t<sub>min</sub> \* d<sub>зак</sub> = 11 мм<sup>2</sup>

t<sub>min</sub> - наименьшая толщина сминаемого элемента: 2,2 мм

где, R<sub>p</sub><sup>r</sup> - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

### Расчет несущего кронштейна

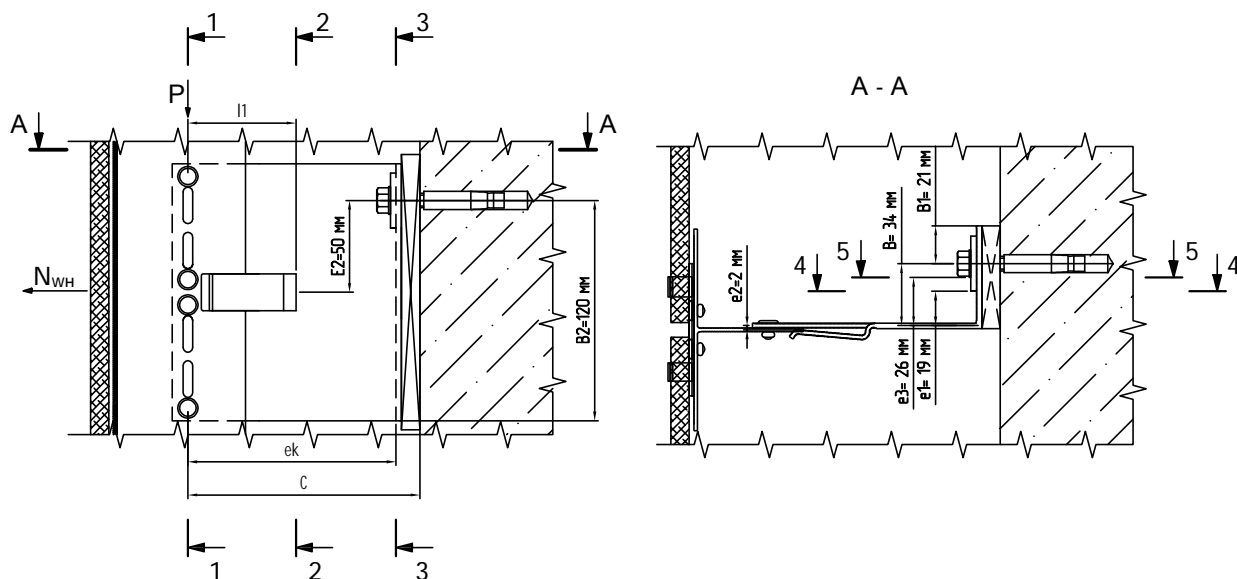
Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна за вычетом отверстий под заклепки:

Высота кронштейна, H: 140 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий, h1: 59,2 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм  
 Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 148 мм<sup>2</sup>



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{WH} = K_{НК} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 510,2 \text{ Н}$$

где,  $K_{НК}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение: 0,395

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 56,3 \text{ кг}$

Проверка сечения кронштейна, ослабленного отверстиями под заклепки (1-1):

$$P / (h_1 * s) \leq R_s * \gamma_c = 3,8 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

$$N_{WH} / (h_1 * s) \leq R_y * \gamma_c = 3,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Максимальный момент от ветра в пите кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{WH} * e_1 = 9,694 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пите кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{WH} * e_3 = 13,265 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{WH} * e_2 = 1,02 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

Изгибающие моменты в сечениях кронштейна от вертикальной нагрузки:

Максимальный в ослабленном сечении (2-2):

$$M_{P.C.B.}^0 = P * l_1 = 28,697 \text{ Н*м}$$

где,  $l_1$  - плечо вертикальной нагрузки  $l_1 = 51 \text{ мм}$

Максимальный в неослабленном сечении (3-3):

$$M_{P.C.B.} = P * e_k = 83,277 \text{ Н*м}$$

, где  $e_k$  - плечо вертикальной нагрузки: 148 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Сечение консоли с учетом ослабления прижимной пружиной (2-2):

$$W_x^0 = J_x / (0,5 * H) = 8143 \text{ мм}^3$$

$$, \text{ где } J_x = s * (H^3 - h^3) / 12 = 2,5 * (140^3 - 20^3) / 12 = 570000 \text{ мм}^4$$

Неослабленное сечение консоли (3-3):

$$W_x = s1 \cdot H^2 / 6 = 3 \cdot 140^2 / 6 = 9800 \text{ мм}^3$$

$$W_y = H \cdot s1^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s1^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 \cdot 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли несущего кронштейна (2-2):

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4} + M_{P.c.v.}^o / W_x^o = 11,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли несущего кронштейна (3-3):

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y + M_{P.c.v.} / W_x = 14,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{п4-4} / W_{4-4} = 60,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{п5-5} / W_{5-5} = 64,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 90,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot E_2 = 25,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

E<sub>2</sub> - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 17 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 34 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub>: M<sub>1</sub> > M<sub>2</sub>

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = 1879 \text{ Н}$$

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, J<sub>к</sub>:

$$J_k = h1^3 \cdot s / 12 = 43223,9 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h1/2) \cdot s) \cdot h1/4 = 1095,2 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P: 56,3 кг

Коэффициент надежности по назначению, γ<sub>n</sub>: 0,95

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P \cdot S_k / (J_k \cdot s)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c = 5,4 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез)  
обеспечивается**

### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s1: 3 мм

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{nc} = 858,4 \text{ Н}$$

где, K<sub>nc</sub> - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

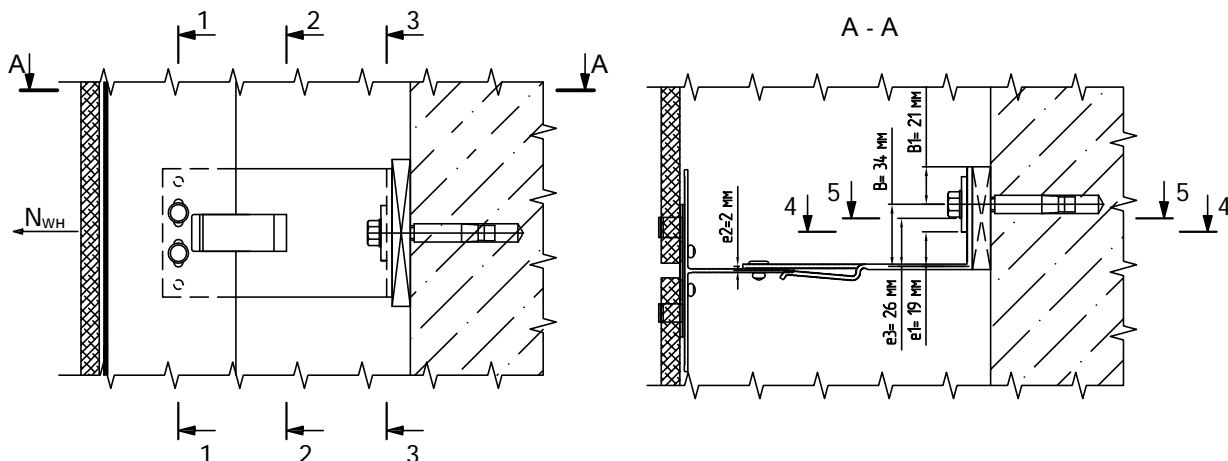
$$M_{гор}^{п4-4} = N_{wh} \cdot e1 = 16,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{\text{гор}}^{\text{П5-5}} = N_{\text{вн}} * e_3 = 22,32 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм



Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{\text{гор}}^{\text{К}} = N_{\text{вн}} * e_2 = 1,717 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

#### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 70 * 3^2 / 6 = 105 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (70 - 11) * 3^2 / 6 = 89 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{\text{ш}} = 134 \text{ мм}^3$$

$$W_{\text{ш}} = (30 * 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{\text{вн}} / A^o + M_{\text{гор}}^{\text{К}} / W_y^o = 26,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^{\text{н}} = N_{\text{вн}} / A + M_{\text{гор}}^{\text{К}} / W_y = 20,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{\text{п}}^{4-4} = M_{\text{гор}}^{\text{П}} / W_y^o = 184,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{\text{п}}^{5-5} = M_{\text{гор}}^{\text{П5-5}} / W_{5-5} = 167,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{\text{ао}} = N_{\text{вн}} * (B + B_1) / B_1 = 2248 \text{ Н}$$

где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

B<sub>1</sub> - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ**



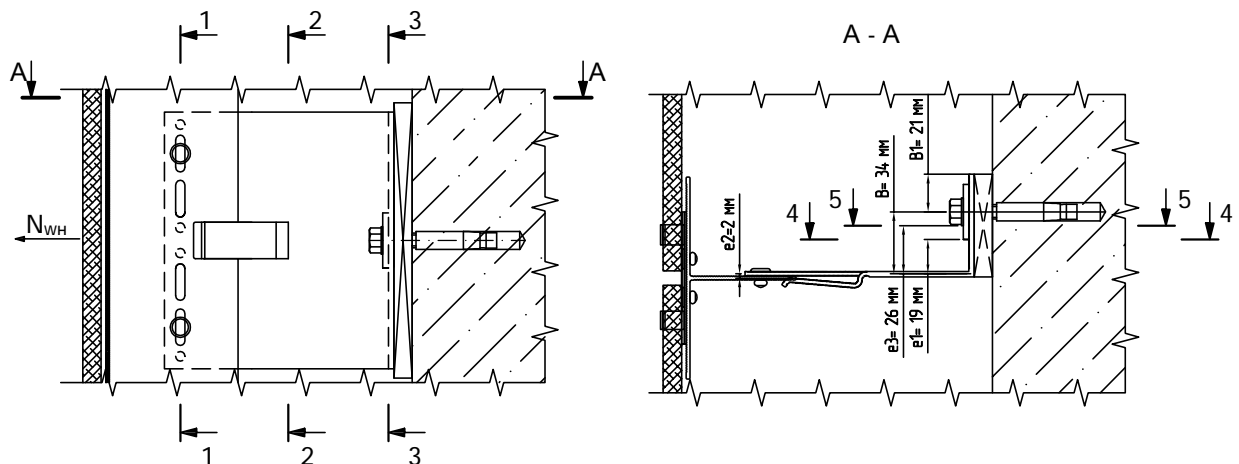
## Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 858,4 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e_1 = 16,31 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e_3 = 22,32 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e_2 = 1,717 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

## Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 140 * 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (140 - 33) * 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = 30 * 3^2 / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 13,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y = 10,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 101,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 108,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_a = N_{wh} * (B+B1) / B1 = 2248 \text{ Н}$$

где В-расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

В1- расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

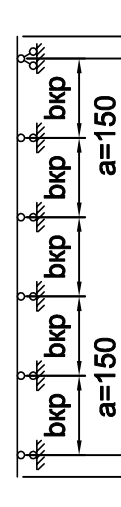
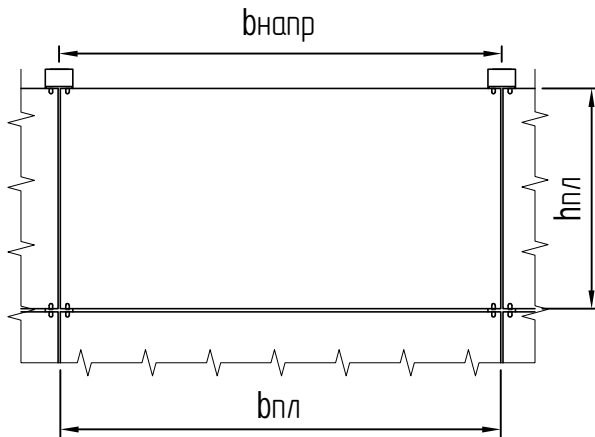
**Прочность кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез) обеспечивается**



**Вывод:** Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 5 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1879 Н в несущем кронштейне и 2248 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

### Расчет №3

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200x600x10, на рядовом участке фасада

Расчетная схема:



-  Несущий кронштейн
-  Опорный кронштейн

#### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 40 м

Высота от поверхности земли, z: 40 м

Поперечный размер здания, d: 26 м

Направляющая: КП45530

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС 303-1

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 600 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 10 мм

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 2,7 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента,  $c_p$ : -1,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей,  $\gamma_{fc}$ : 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки,  $\gamma_{fo}$ : 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $\gamma_f$ : 1,4

#### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,7 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fc} = 0,8$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 25 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 30$  кг/м<sup>2</sup>

#### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны согласно СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{n+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} = 0,87 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 1,22 \text{ кПа}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,1  
 $S_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,8  
 $v+(-)$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 0,97  
 $z_e$  - эквивалентная высота: 40 м

### Расчет направляющей

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : 1206 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{кр}$ : 480 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $Акр$ : 160 мм

Площадь сечения профиля  $A$ : 2,66 см<sup>2</sup>

Момент сопротивления профиля  $W_x$ : 1,94 см<sup>3</sup>

Удельная плотность алюминия  $\rho$ : 2700 кг/м<sup>3</sup>

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{напр} = 1,1 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{напр} = 1,5 \text{ кН/м}$$

Нормативная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{обл}^n = q_{к.норм.} * b_{пл} = 30,0 \text{ кг/м}$$

Расчетная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{обл} = q_{к.расч.} * b_{пл} = 36,0 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{с.вес.обл.} = q_{обл} * L_{напр} = 97,2 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$P = (q_{п.расч.} + q_{обл}) * L_{напр} = 99,2 \text{ кг}$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной стене, от вертикальной расчетной нагрузки:

$$M_{с.вес.обл.} = P_{с.вес.обл.} * e_1 = 2,1 \text{ кН см}$$

,где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 2,2 см

$$M_{qw} = 0,105 * q_w * b_{кр}^2 = 0,036 \text{ кН м}$$

$$M_{qw} = 3,6 \text{ кН см}$$

$$\text{Сумма моментов: } M_{сум} = M_{с.вес.обл.} + M_{qw} = 5,7 \text{ кН см}$$

### Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((P/A) + (M_{сум}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c = 31,5 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

,где  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 0,95

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

### Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

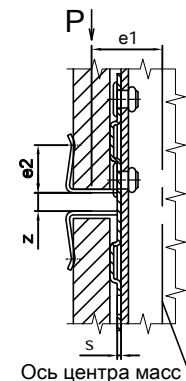
$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * s)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c = 4,5 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

,где:  $Q_y = 0,605 * q_w * b_{кр}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,4 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 1,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 7,78 см<sup>4</sup>



Лист

7.19

СИАЛ Навесная фасадная система

s - толщина стенки профиля: 2,2 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

#### Проверка профиля на прогиб:

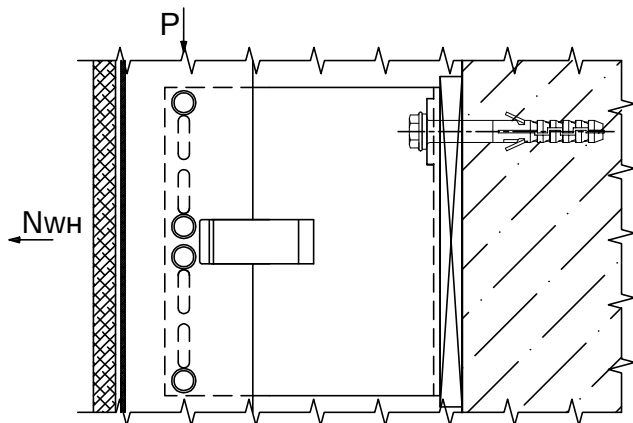
$$f = (0,013 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) - M_{q_w} / (16 \cdot E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200) = 0,000 \text{ см} < 0,24 \text{ см}$$

, где: E - модуль Юнга для алюминия: 710000 кг/см<sup>2</sup>

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

#### Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

Вертикальная сила P и горизонтальная нагрузка  $N_w$  воспринимается фиксирующими заклепками диаметром  $d_{зак} = 5$  мм, в количестве 4 шт.



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак.} = \sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2} = 302,1 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 689,6 \text{ Н}$$

где,  $\gamma_m$  - коэффициент надежности для узлов крепления: 1,2

P - расчетная вертикальная нагрузка от облицовки и профиля на несущий кронштейн:

$$P = q_{к.расч.} \cdot b_{пл} \cdot L_{напр} + q_{п.расч.} \cdot L_{напр} = 99,2 \text{ кг}$$

#### Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) \cdot \gamma_n \leq N_z^s \cdot \gamma_c = 302,1 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_z^s$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по ответственности (по назначению): 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы алюминиевых конструкций: 1

#### Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак./A} = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) / A) \cdot \gamma_n \leq R_p^r \cdot \gamma_c = 27,5 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

, где  $A = t_{min} \cdot d_{зак} = 11 \text{ мм}^2$

$t_{min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 2,2 мм

$R_p^r$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

## Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна за вычетом отверстий под заклепки:

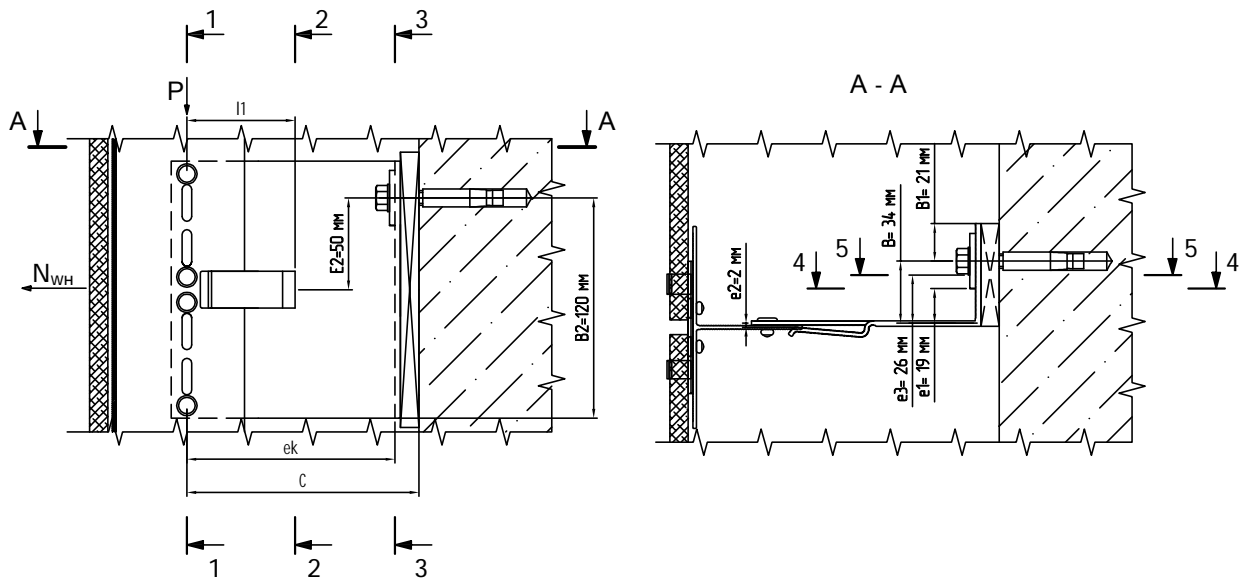
Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h_1$ : 59,2 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 148 мм<sup>2</sup>



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 500,4 \text{ Н}$$

где,  $K_{нк}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение: 0,395

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 99,2 \text{ кг}$

Проверка сечения кронштейна, ослабленного отверстиями под заклепки (1-1):

$$P / (h_1 * s) \leq R_s * \gamma_c = 6,7 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

$$N_{wh} / (h_1 * s) \leq R_y * \gamma_c = 3,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{4-4} = N_{wh} * e_1 = 9,508 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{5-5} = N_{wh} * e_3 = 13,011 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^k = N_{wh} * e_2 = 1,001 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

Изгибающие моменты в сечениях кронштейна от вертикальной нагрузки:

Максимальный в ослабленном сечении (2-2):

$$M_{р.с.в.}^o = P * l_1 = 50,613 \text{ Н*м}$$

где,  $l_1$  - плечо вертикальной нагрузки: 51 мм

Максимальный в неослабленном сечении (3-3):

$$M_{р.с.в.} = P * e_k = 146,877 \text{ Н*м}$$

где,  $e_k$  - плечо вертикальной нагрузки: 148 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Сечение консоли с учетом ослабления прижимной пружиной (2-2):

$$W_x^0 = J_x / (0,5 \cdot H) = 8143 \text{ мм}^3$$

$$\text{где, } J_x = s \cdot (H^3 - h^3) / 12 = 2,5 \cdot (140^3 - 20^3) / 12 = 570000 \text{ мм}^4$$

Неослабленное сечение консоли:

$$W_x = s \cdot H^2 / 6 = 3 \cdot 140^2 / 6 = 9800 \text{ мм}^3$$

$$W_y = H \cdot s^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 \cdot 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли несущего кронштейна (2-2):

$$\sigma_0 = N_{wh} / A^0 + M_{гор}^K / W_{4-4} + M_{P.c.v.}^0 / W_x^0 = \mathbf{14,1 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли несущего кронштейна (3-3):

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y + M_{P.c.v.} / W_x = \mathbf{20,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{14-4} / W_{4-4} = \mathbf{59,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{15-5} / W_{5-5} = \mathbf{63,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 159,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot E_2 = 25,0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

E<sub>2</sub> - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 17 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 34 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub>: M<sub>1</sub> > M<sub>2</sub>

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = \mathbf{2434 \text{ Н}}$$

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, J<sub>к</sub>:

$$J_k = h^3 \cdot s / 12 = 43223,9 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h/2) \cdot s) \cdot h / 4 = 1095,2 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P: 99,2 кг

Коэффициент надежности по назначению, γ<sub>н</sub>: 0,95

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (N \cdot S_k / (J_k \cdot s)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c = \mathbf{9,6 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез)  
обеспечивается**

### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s<sub>1</sub>: 3мм

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{hc} = 800,7 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 15,213 \text{ Н*м}$$

где,  $e1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

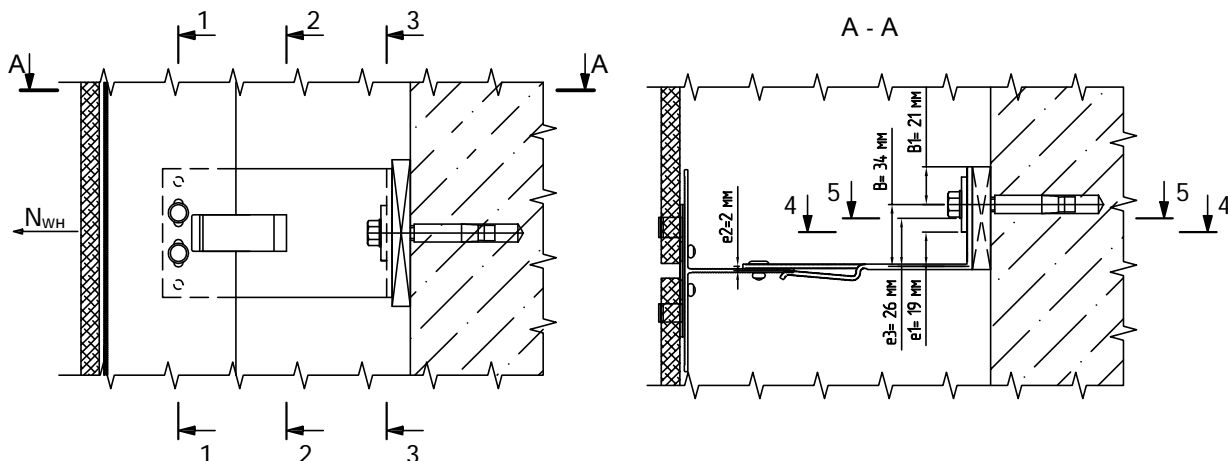
$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 20,818 \text{ Н*м}$$

где,  $e3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,601 \text{ Н*м}$$

где,  $e2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм



### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 70 * 3^2 / 6 = 105 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (70 - 11) * 3^2 / 6 = 89 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 134 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 * 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 24,5 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y = 19,1 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_y^o = 171,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 155,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B1 = 2097 \text{ Н}$$

где  $B$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

$B1$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ**

Лист

7.23

СИАЛ Навесная фасадная система



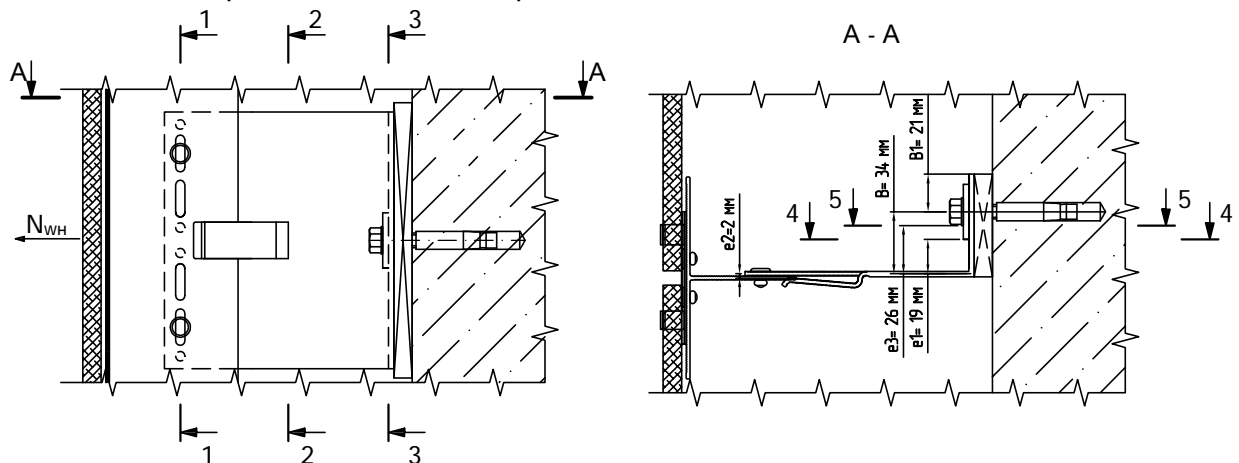
## Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{WH} = q_w * b_{кр} * K_{нс} = 800,7 \text{ Н}$$

где,  $K_{нс}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{WH} * e_1 = 15,213 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{WH} * e_3 = 20,818 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{WH} * e_2 = 1,601 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

## Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 140 * 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (140 - 33) * 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = 30 * 3^2 / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{WH} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 12,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{WH} / A + M_{гор}^K / W_y = 9,5 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 101,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 101,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_a = N_{wh} * (B + B1) / B1 = 2097 \text{ Н}$$

где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

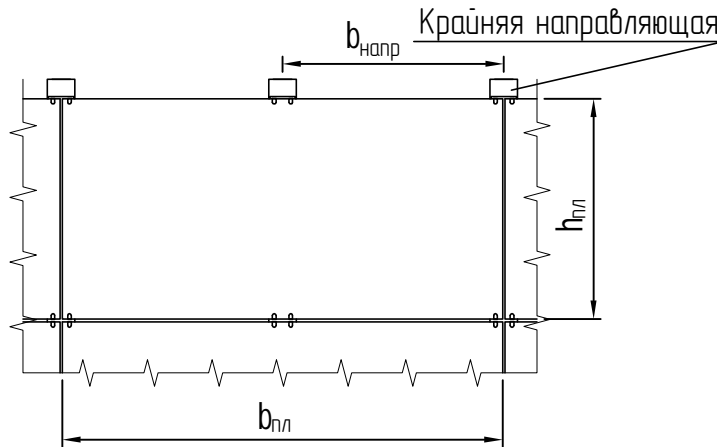
B1 - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**Прочность кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез) обеспечивается**

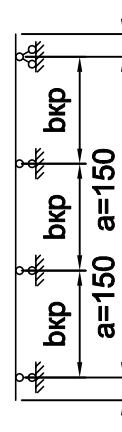
**Вывод:** Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 5 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 2434 Н в несущем кронштейне и 2097 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

## Расчет №4

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200x600x10, на угловом участке фасада. Расчет крайней направляющей и кронштейнов при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки



Расчетная схема:



- ☞ Несущий кронштейн
- ☞ Опорный кронштейн

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 40 м

Высота от поверхности земли, z: 40 м

Поперечный размер здания, d: 26 м

Направляющая: КП45530

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС 303-1

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : 603 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 600 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 10 мм

Длина направляющей,  $L_{напр}$ : 2,7 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента,  $c_p$ : - 2,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей,  $\gamma_{fc}$ : 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки,  $\gamma_{fo}$ : 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $\gamma_f$ : 1,4

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,7 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fc} = 0,8$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 25 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 30$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны согласно СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{n+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} = 1,66 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 * k_{(ze)} * [1 + S_{(ze)}] * c_{p+(-)} * v_{+(-)} * \gamma_f = 2,32 \text{ кПа}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

$k_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,1

$S_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,8

$v_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 1

$z_e$  - эквивалентная высота: 40 м

### Расчет крайней направляющей при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 603 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}}$ : 800 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $A_{\text{кр}}$ : 160 мм

Площадь сечения профиля,  $A$ : 2,66 см<sup>2</sup>

Момент сопротивления профиля,  $W_x$ : 1,94 см<sup>3</sup>

Удельная плотность алюминия,  $\rho$ : 2700 кг/м<sup>3</sup>

Коэффициент неразрезности для опорной реакции:  $k_n = 0,375$

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{p+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 0,7 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 1,0 \text{ кН/м}$$

Нормативная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к.норм.}} * b_{\text{напр}} = 15,1 \text{ кг/м}$$

Расчетная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к.расч.}} * b_{\text{напр}} = 18,1 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} = 48,8 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$P = (q_{\text{п.расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 50,9 \text{ кг}$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной стене, от вертикальной расчетной нагрузки:

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 1,1 \text{ кН см}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 2,2 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,067 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 6,7 \text{ кН см}$$

Сумма моментов:

$$M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{q_w} = 7,8 \text{ кН см}$$

**Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:**

$$\sigma = ((P/A) + (M_{\text{сум.}}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c = 39,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

, где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 0,95

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

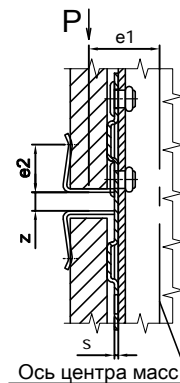
**Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):**

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * s)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c = 5,3 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

, где:  $Q_y = 0,6 * q_w * b_{\text{кр}}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,5 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 1,9 см<sup>3</sup>



Ось центра масс

Лист

7.27

**СИАЛ Навесная фасадная система**

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 7,78 см<sup>4</sup>  
 $s$  - толщина стенки профиля: 2,2 мм  
 $R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

**Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается**

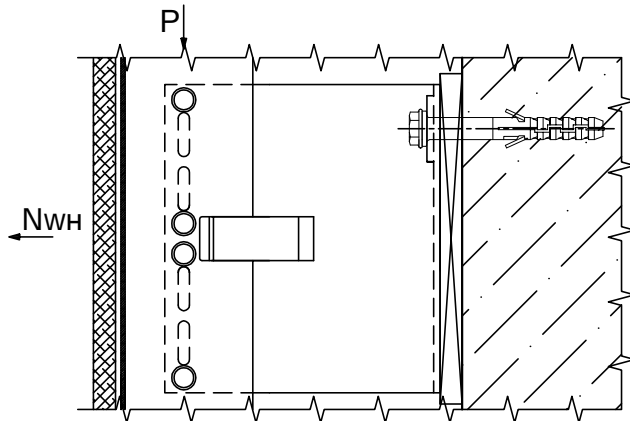
**Проверка профиля на прогиб:**

$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_x) \leq (b_{кр} / 200) = 0,037 \text{ см} < 0,4 \text{ см}$   
 ,где:  $E$  - модуль Юнга для алюминия: 710000 кг/см<sup>2</sup>

**Прочность профиля на прогиб обеспечивается**

**Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:**

Вертикальная сила  $P$  и горизонтальная нагрузка  $N_w$  воспринимается фиксирующими заклепками диаметром  $d_{зак} = 5$  мм, в количестве 4 шт.



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак.} = \sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2} = 302,4 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w * (b_{кр}/2 + a) * \gamma_m = 691,7 \text{ Н}$$

где,  $\gamma_m$  - коэффициент надежности для узлов крепления: 1,2

$P$  - расчетная вертикальная нагрузка от облицовки и профиля на несущий кронштейн:

$$P = q_{к.расч.} * b_{напр} * L_{напр} + q_{п.расч.} * L_{напр} = 50,9 \text{ кг}$$

**Расчет соединения на срез заклепки:**

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) * \gamma_n \leq N_z^s * \gamma_c = 214,7 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_z^s$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по ответственности (по назначению): 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы алюминиевых конструкций: 1

**Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:**

$$N_{зак./A} = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) / A) * \gamma_n \leq R_p^r * \gamma_c = 19,5 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где  $A = t_{min} * d_{зак} = 11 \text{ мм}^2$

$t_{min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 2,2 мм

где,  $R_p^r$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

**Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается**

## Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна за вычетом отверстий под заклепки:

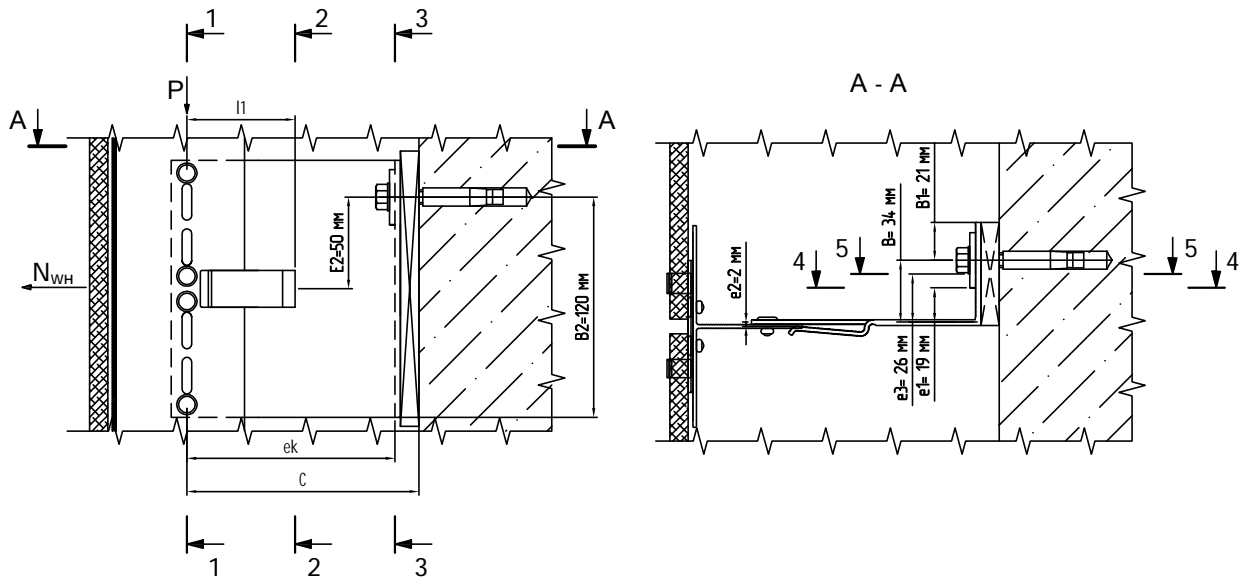
Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h_1$ : 59,2 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 148 мм<sup>2</sup>



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 492,6 \text{ Н}$$

где,  $K_{нк}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение: 0,4

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 50,9 \text{ кг}$

Проверка сечения кронштейна, ослабленного отверстиями под заклепки (1-1):

$$P / (h_1 * s) \leq R_s * \gamma_c = 3,4 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

$$N_{wh} / (h_1 * s) \leq R_y * \gamma_c = 3,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{4-4} = N_{wh} * e_1 = 9,359 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{5-5} = N_{wh} * e_3 = 12,807 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e_2 = 0,985 \text{ Н}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

Изгибающие моменты в сечениях кронштейна от вертикальной нагрузки:

Максимальный в ослабленном сечении (2-2):

$$M_{P.c.v.}^0 = P * l_1 = 25,951 \text{ Н*м}$$

где,  $l_1$  - плечо вертикальной нагрузки: 51 мм

Максимальный в неослабленном сечении (3-3):

$$M_{P.c.v.} = P * e_k = 75,309 \text{ Н*м}$$

где,  $e_k$  - плечо вертикальной нагрузки: 148 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Сечение консоли с учетом ослабления прижимной пружиной (2-2):

$$W_x^0 = J_x / (0,5 \cdot H) = 8143 \text{ мм}^3$$

$$\text{где, } J_x = s \cdot (H^3 - h^3) / 12 = 2,5 \cdot (140^3 - 20^3) / 12 = 570000 \text{ мм}^4$$

Неослабленное сечение консоли (3-3):

$$W_x = s_1 \cdot H^2 / 6 = 3 \cdot 140^2 / 6 = 9800 \text{ мм}^3$$

$$W_y = H \cdot s_1^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s_1^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 \cdot 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли несущего кронштейна (2-2):

$$\sigma_0 = N_{wh} / A^0 + M_{гор}^K / W_{4-4} + M_{P.c.v.}^0 / W_x^0 = 11,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли несущего кронштейна (3-3):

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y + M_{P.c.v.} / W_x = 13,5 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{14-4} / W_{4-4} = 58,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{15-5} / W_{5-5} = 62,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 81,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot E_2 = 24,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

E<sub>2</sub> - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 16,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

, где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 34 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub>: M<sub>1</sub> > M<sub>2</sub>

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = 1768 \text{ Н}$$

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, J<sub>к</sub>:

$$J_k = h^3 \cdot s / 12 = 43223,9 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h/2) \cdot s) \cdot h / 4 = 1095,2 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P: 50,9 кг

Коэффициент надежности по назначению, γ<sub>н</sub>: 0,95

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (N \cdot S_k / (J_k \cdot s)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c = 4,9 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез)  
обеспечивается**

### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s<sub>1</sub>: 3 мм

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{нс} = 922,3 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 17,523 \text{ Н}$$

где,  $e1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

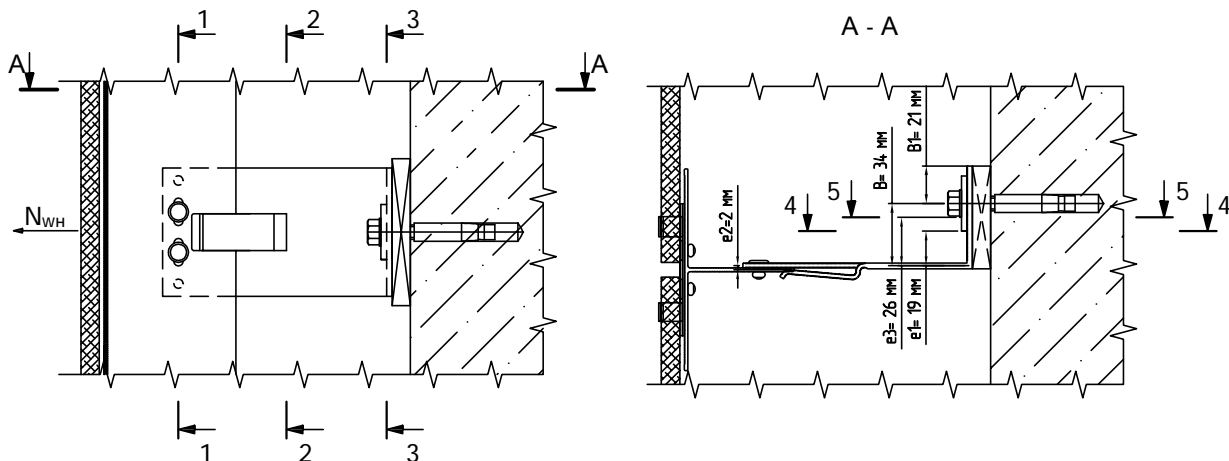
$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 23,979 \text{ Н}$$

где,  $e3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,845 \text{ Н}$$

где,  $e2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм



### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 70 * 3^2 / 6 = 105 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (70 - 11) * 3^2 / 6 = 89 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 134 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 * 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 28,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y = 22,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_y^o = 198,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 179,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B1 = 2415 \text{ Н}$$

где  $B$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

$B1$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ**



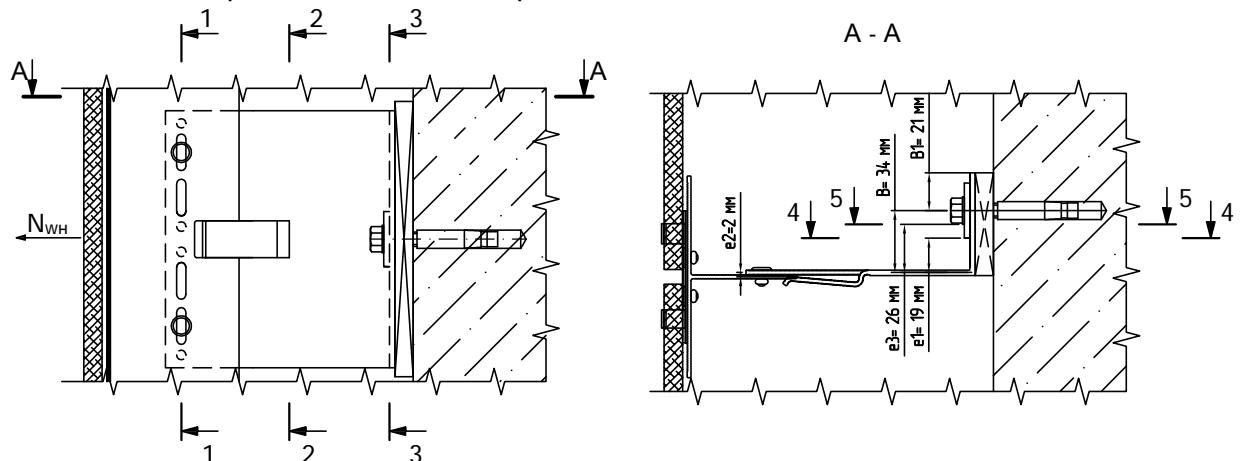
## Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{WH} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{nc} = 922,3 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{WH} \cdot e_1 = 17,523 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{WH} \cdot e_3 = 23,979 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{WH} \cdot e_2 = 1,845 \text{ Н*м}$$

где,  $e_2$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

## Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H \cdot s^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = 30 \cdot 3^2 / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{WH} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 14,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{WH} / A + M_{гор}^K / W_y = 11,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 109,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 116,7 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_a = N_{WH} * (B + B1) / B1 = 2415 \text{ Н}$$

где B-расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

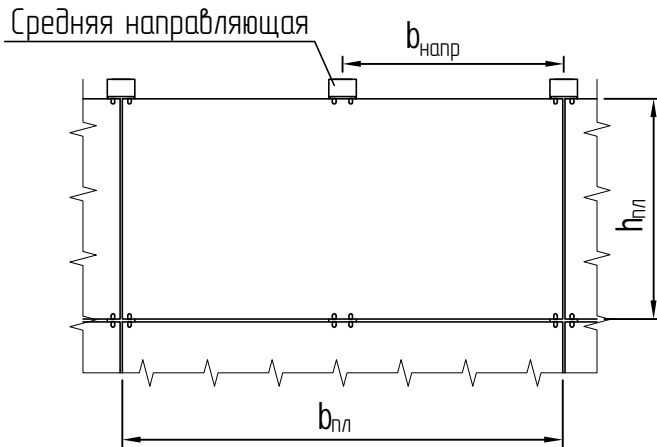
B1- расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**Прочность кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез) обеспечивается**

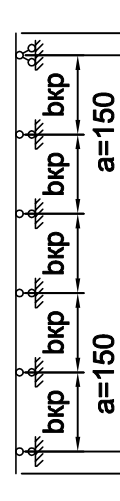
**Вывод:** Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1768 Н в несущем кронштейне и 2415 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

## Расчет №5

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ Г-О-Т-К-Км, с видимым креплением керамогранитной плитки 1200x600x10, на угловом участке фасада. Расчет средней направляющей и кронштейнов при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки



Расчетная схема:



⊗ Несущий кронштейн

⊙ Опорный кронштейн

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 40 м

Высота от поверхности земли, z: 40 м

Поперечный размер здания, d: 26 м

Направляющая: КП45530

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС 303-1

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Шаг направляющих,  $b_{напр.}$ : 603 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 600 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 10 мм

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 2,7 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента,  $c_p$ : -2,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей,  $\gamma_{fc}$ : 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки,  $\gamma_{fo}$ : 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $\gamma_f$ : 1,4

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,7 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fc} = 0,8$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 25 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 30$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны согласно СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{n+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} = 1,66 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для угловой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{p+(-)} \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 2,32 \text{ кПа}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,1

$S_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,8

$v_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 1

$z_e$  - эквивалентная высота: 40 м

### Расчет средней направляющей при работе плитки по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 603 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}}$ : 480 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $A_{\text{кр}}$ : 160 мм

Площадь сечения профиля,  $A$ : 2,66 см<sup>2</sup>

Момент сопротивления профиля,  $W_x$ : 1,94 см<sup>3</sup>

Удельная плотность алюминия,  $\rho$ : 2700 кг/м<sup>3</sup>

Коэффициент неразрезности для опорной реакции:  $k_n = 1,25$

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{n+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n = 1,2 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n = 1,7 \text{ кН/м}$$

Нормативная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к.норм.}} * b_{\text{напр}} = 15,1 \text{ кг/м}$$

Расчетная нагрузка от веса облицовки, действующая на 1 метр направляющей:

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к.расч.}} * b_{\text{напр}} = 18,1 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} = 48,8 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = (q_{\text{п.расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 50,9 \text{ кг}$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной стене, от вертикальной расчетной нагрузки:

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 1,1 \text{ кН см}$$

,где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 2,2 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,105 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,042 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 4,2 \text{ кН см}$$

$$\text{Сумма моментов: } M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{q_w} = 5,3 \text{ кН см}$$

**Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:**

$$\sigma = ((P/A) + (M_{\text{сум}}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c = 27,8 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

,где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 0,95

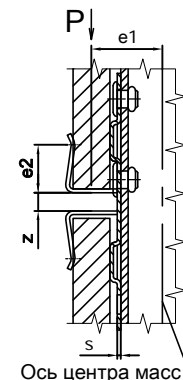
$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

**Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):**

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * s)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c = 5,3 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$



Лист

7.35

СИАЛ Навесная фасадная система

,где:  $Q_y = 0,605 \cdot q_w \cdot b_{кр}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,5 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 1,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 7,78 см<sup>4</sup>

$s$  - толщина стенки профиля: 2,2 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

#### Проверка профиля на прогиб:

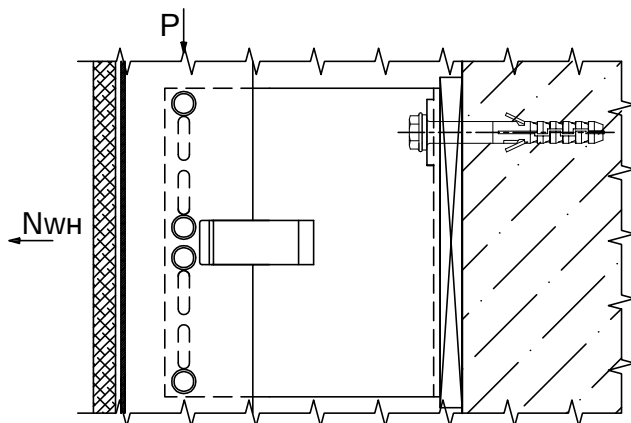
$$f = (0,013 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) - M_{q_w} / (16 \cdot E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200) = 0,000 \text{ см} < 0,24 \text{ см}$$

,где:  $E$  - модуль Юнга для алюминия: 710000 кг/см<sup>2</sup>

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

#### Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

Вертикальная сила  $P$  и горизонтальная нагрузка  $N_w$  воспринимается фиксирующими заклепками диаметром  $d_{зак} = 5$  мм, в количестве 4 шт.



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак} = \sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2} = 240,7 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 817,5 \text{ Н/м}$$

где,  $\gamma_m$  - коэффициент надежности для узлов крепления: 1,2

$P$  - расчетная вертикальная нагрузка от облицовки и профиля на несущий кронштейн:

$$P = q_{к.расч.} \cdot b_{напр} \cdot L_{напр} + q_{п.расч.} \cdot L_{напр} = 50,9 \text{ кг}$$

#### Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) \cdot \gamma_n \leq N_z^s \cdot \gamma_c = 240,7 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_z^s$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по ответственности (по назначению): 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы алюминиевых конструкций: 1

#### Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак.ср} / A = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) / A) \cdot \gamma_n \leq R_p^f \cdot \gamma_c = 21,9 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где  $A = t_{min} \cdot d_{зак} = 11 \text{ мм}^2$

$t_{\min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 2,2 мм

$R_p^r$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

**Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается**

### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна за вычетом отверстий под заклепки:

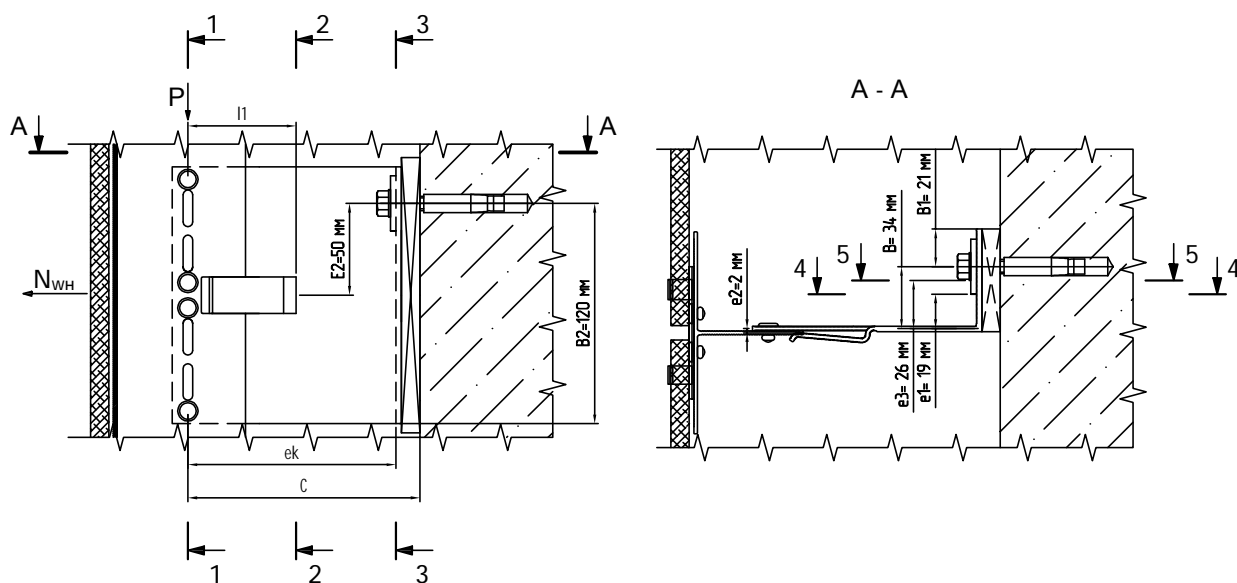
Высота кронштейна, Н: 140 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий, h1: 59,2 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s1: 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, Ак: 148 мм<sup>2</sup>



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 593,2 \text{ Н/м}$$

где,  $K_{нк}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение: 0,395

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 50,9 \text{ кг}$

Проверка сечения кронштейна, ослабленного отверстиями под заклепки (1-1):

$$P / (h1 * s) \leq R_s * \gamma_c = 3,4 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

$$N_{wh} / (h1 * s) \leq R_y * \gamma_c = 4,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$M_{гор}^{4-4} = N_{wh} * e1 = 11,271 \text{ Н*м}$$

где, e1- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{5-5} = N_{wh} * e3 = 15,423 \text{ Н*м}$$

где, e3 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^k = N_{wh} * e2 = 1,186 \text{ Н}$$

где, e2- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

Изгибающие моменты в сечениях кронштейна от вертикальной нагрузки:

Максимальный в ослабленном сечении (2-2):

$$M_{P_{c.v.}}^o = P \cdot l_1 = 25,951 \text{ Н*м}$$

где,  $l_1$  - плечо вертикальной нагрузки: 51 мм

Максимальный в неослабленном сечении (3-3):

$$M_{P_{c.v.}} = P \cdot e_k = 75,309 \text{ Н*м}$$

где,  $e_k$  - плечо вертикальной нагрузки: 148 мм

### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Сечение консоли с учетом ослабления прижимной пружиной (2-2):

$$W_x^o = J_x / (0,5 \cdot H) = 8143 \text{ мм}^3$$

где,  $J_x = s \cdot (H^3 - h^3) / 12 = 2,5 \cdot (140^3 - 20^3) / 12 = 570000 \text{ мм}^4$

Неослабленное сечение консоли (3-3):

$$W_x = s_1 \cdot H^2 / 6 = 3 \cdot 140^2 / 6 = 9800 \text{ мм}^3$$

$$W_y = H \cdot s_1^2 / 6 = 140 \cdot 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s_1^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 \cdot 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли несущего кронштейна (2-2):

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4} + M_{P_{c.v.}}^o / W_x^o = 12,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли несущего кронштейна (3-3):

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y + M_{P_{c.v.}} / W_x = 14,7 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{п4-4} / W_{4-4} = 70,2 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте несущего кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{п5-5} / W_{5-5} = 75,1 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 81,9 \text{ Н*м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot E_2 = 29,7 \text{ Н*м}$$

, где  $C$  - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

$E_2$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 20 \text{ Н*м}$$

, где  $B$  - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 34 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 > M_2$

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = 1989 \text{ Н}$$

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $J_k$ :

$$J_k = h_1^3 \cdot s / 12 = 43223,9 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h_1/2) \cdot s) \cdot h_1 / 4 = 1095,2 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $N$ : 50,9 кг

Коэффициент надежности по назначению,  $\gamma_n$ : 0,95

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (N \cdot S_k / (J_k \cdot t)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c = 4,9 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез)  
обеспечивается**

## Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 70 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $s$ : 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s_1$ : 3 мм

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{WH} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 949,1 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пята кронштейна по грани шайбы (4-4):

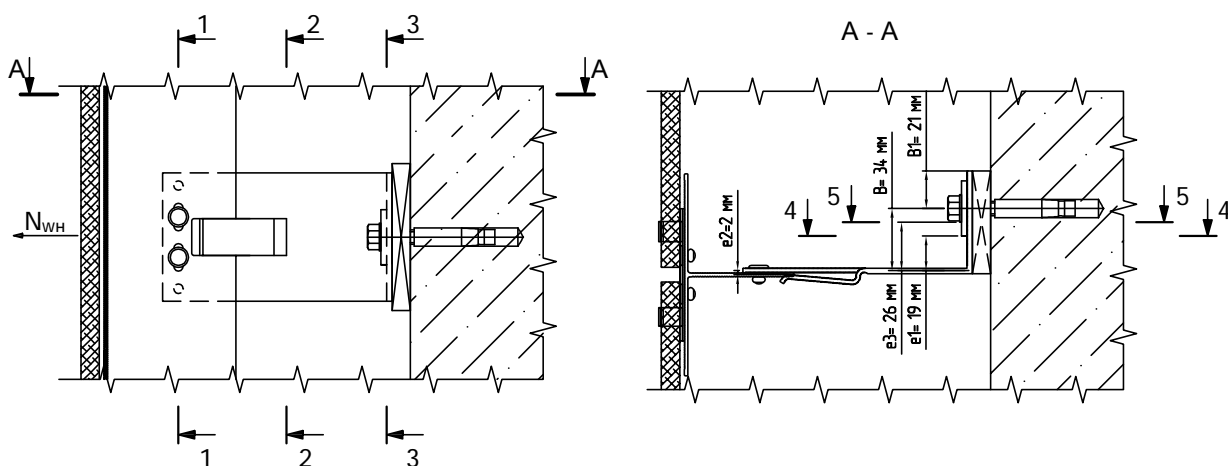
$$M_{гор}^{П4-4} = N_{WH} * e_1 = 18,033 \text{ Н*м}$$

где,  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пята кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{WH} * e_3 = 24,677 \text{ Н*м}$$

где,  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм



Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{WH} * e_2 = 1,898 \text{ Н}$$

где,  $e_2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

## Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s^2 / 6 = 70 * 3^2 / 6 = 105 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пята кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b * s^2 / 6 = (70 - 11) * 3^2 / 6 = 89 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пята кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 134 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = (30 * 3^2) / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{WH} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o = 29,0 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{WH} / A + M_{гор}^K / W_y = 22,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пята опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_y^o = 203,8 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$



Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 184,8 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ао} = N_{wh} * (B + B1) / B1 = 2486 \text{ Н}$$

где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

B1 - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

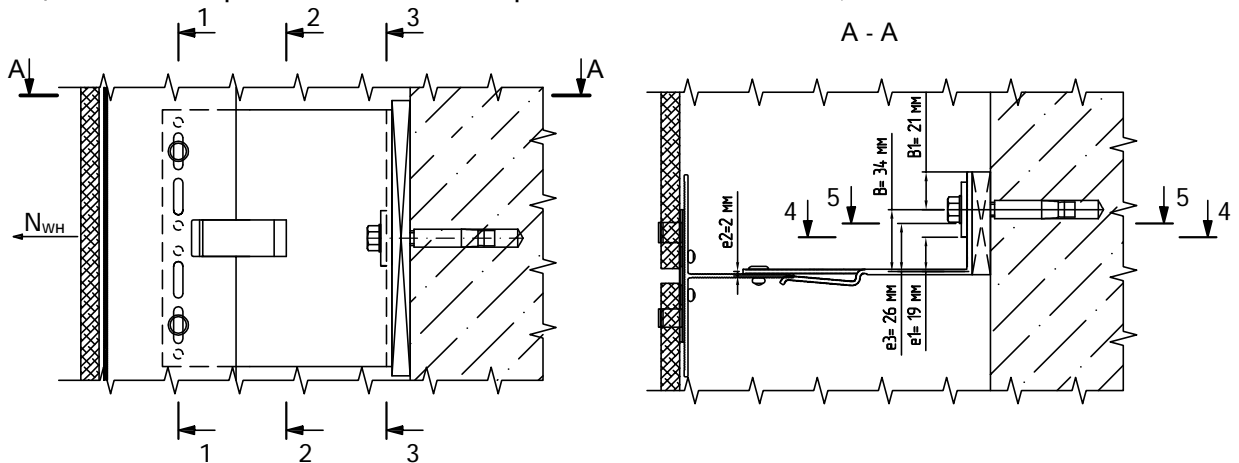
#### Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 140 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти приложения нагрузки, s: 2,5 мм

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию, s1: 3 мм



Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{нс} = 949,1 \text{ Н/м}$$

где,  $K_{нс}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,132

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по оси анкерного болта (4-4):

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 18,033 \text{ Н}$$

где, e1 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по оси анкера: 19 мм

Максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 24,677 \text{ Н*м}$$

где, e3 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкерного болта: 26 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,898 \text{ Н*м}$$

где, e2 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 2 мм

#### Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

$$W_y = H * s1^2 / 6 = 140 * 3^2 / 6 = 210 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

$$W_{4-4} = b \cdot s^2 / 6 = (140 - 33) \cdot 3^2 / 6 = 161 \text{ мм}^3$$

Ослабленное сечение пяты кронштейна с шайбой (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = 206 \text{ мм}^3$$

$$W_{ш} = 30 \cdot 3^2 / 6 = 45 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^k / W_y^o = 15 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^k / W_y = 11,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы (4-4):

$$\sigma_p^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} = 112,4 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Напряжения от изгиба в пяте опорного кронштейна по грани шайбы анкерного болта (5-5):

$$\sigma_p^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} = 120 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_a = N_{wh} \cdot (B + B1) / B1 = 2486 \text{ Н}$$

где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 34 мм

B1 - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

**Прочность кронштейна на растяжение с изгибом и сдвиг (срез) обеспечивается**

**Вывод:** Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 5 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1989 Н в несущем кронштейне и 2486 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

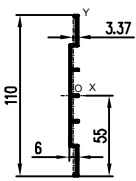
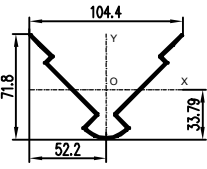
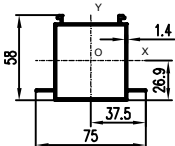
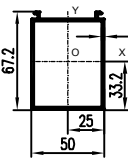
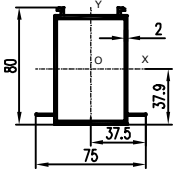
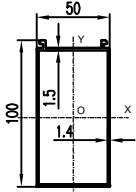
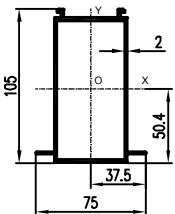
## 8. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления	
				Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>
КП45530		0,72	2,66	9,18	7,78	2,01	1,94
КП452973		0,444	1,64	4	3,88	1,11	1,06
КП45531		0,529	1,95	7,49	2,68	1,83	0,85
КПС 1032		0,393	1,45	5,68	1,82	0,56	1,43
КПС 321		4,199	15,508	422,91	101,09	14,16	39,83
КПС 373		1,078	3,98	25,78	7,57	4,11	2,15
КПС 467		0,502	1,86	6,75	5,02	1,51	1,26
КПС 626		0,777	2,87	8,65	18,21	1,88	3,25
КПС 701		0,869	3,21	9,69	21,06	2	3,83

Лист

8.1

СИАЛ Навесная фасадная система

Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления	
				J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>
КПС 910		0,547	2,02	19,8	0,09	3,6	0,27
КПС 911		0,864	3,19	14,77	25,93	3,88	4,97
КП45480-1		0,947	3,497	16,17	16,11	5,2	4,3
КП451362		1,221	4,51	26,92	18,47	7,93	7,39
КПС 010		1,61	5,946	51,99	26,23	12,36	6,99
КПС 163		1,165	4,299	55,92	19,36	10,94	7,74
КПС 245		1,881	6,947	102,23	31,99	18,71	8,53

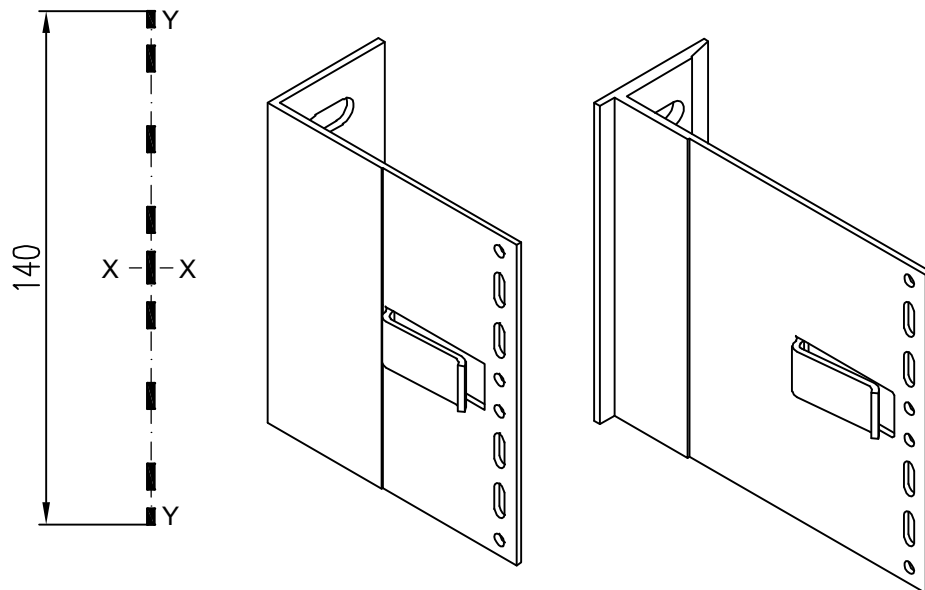
Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления	
				Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>
КПС 246		2,098	7,747	157,9	36,6	24,41	9,76
КПС 625		1,267	4,68	26,24	34,76	7,11	5,35
КПС 707		1,394	5,15	25,93	34,98	7,23	6,36
КПС 1031		0,926	3,42	15,86	15,86	5,18	3,78
КПС 1179		1,49	5,497	104,9	28,31	16,28	7,08
КПС 1180		1,447	5,339	30,58	29,97	6,41	10,07

Лист

8.3

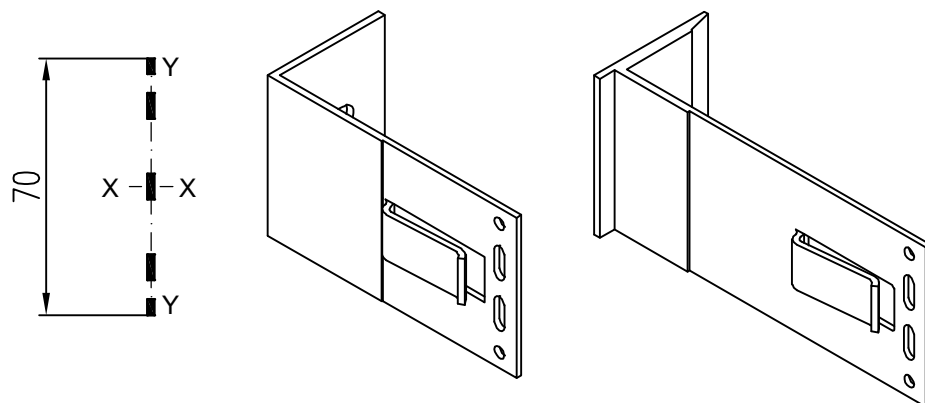
СИАЛ Навесная фасадная система

### Геометрические характеристики сечения кронштейнов несущих КН



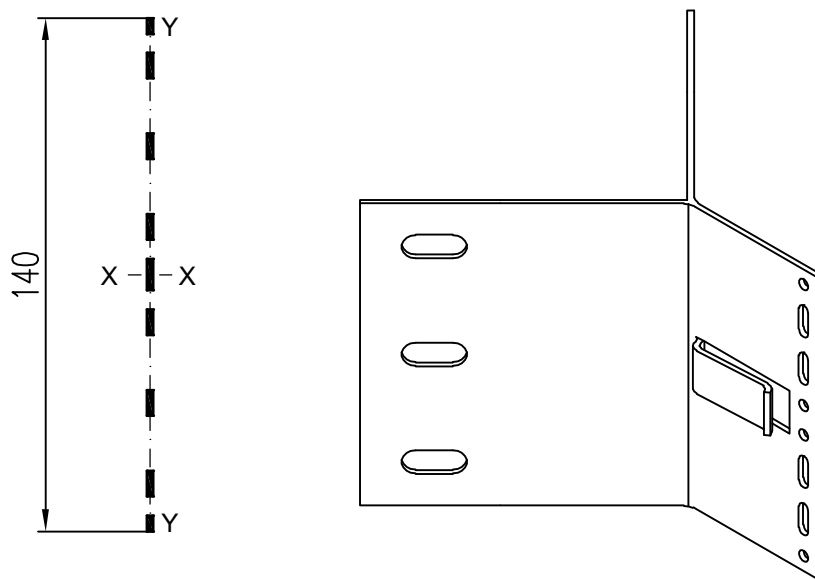
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
1,12	19,79	0,003	2,83	0,04	4,2	0,05

### Геометрические характеристики сечения кронштейнов опорных КО



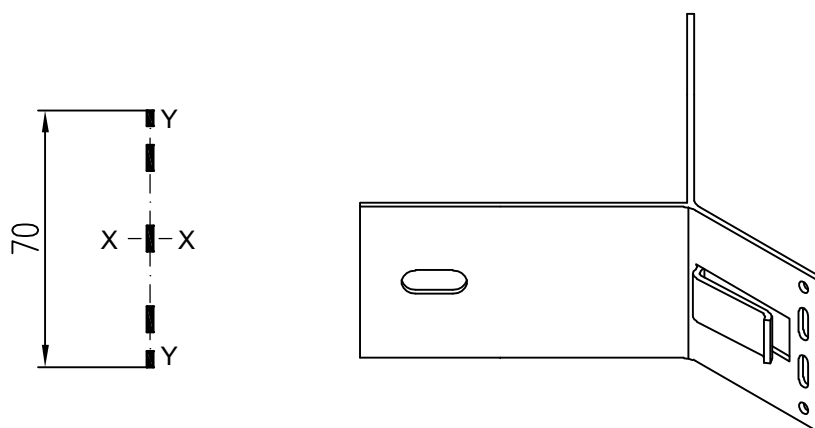
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
0,56	3,05	0,002	0,87	0,02	2,33	0,06

Геометрические характеристики сечения кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374



Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
1,07	18,87	0,003	2,7	0,03	4,2	0,05

Геометрические характеристики сечения кронштейна опорного углового КОУ-КПС 374



Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
0,53	2,91	0,001	0,83	0,02	2,34	0,04



## 9. ПРИЛОЖЕНИЕ 1



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО  
СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-  
КОММУНАЛЬНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»  
(ФГУ «ФЦС»)

ул.Строителей, дом 8, корп. 2, Москва, ГСП, 119991  
тел. 991-30-91, факс 930-64-69, E-mail: fcc@certif.org  
http://www.certif.org

24.10.2006

№ 597/08

На № \_\_\_\_\_

Управляющему директору  
ООО «Литейно-прессовый завод «Сегал»  
Г-ну Киселеву Л.А.

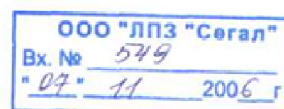
660055, г. Красноярск, а/я 542,  
ООО «Литейно-прессовый завод «Сегал»  
Тел./Факс (3912) 56-40-15, 67-14-10,  
E-mail: segal@sial-group.ru

Федеральное государственное учреждение «Федеральный центр технической оценки продукции в строительстве» (ФГУ «ФЦС») на Ваш запрос от 05 октября 2006 г. исх. № 783 сообщает следующее.

Возможность и условия применения в конструкциях фасадных систем материалов и изделий, прошедших техническую оценку пригодности в установленном порядке, определяются на стадии проектирования конструкции на основании указанных в Технических оценках показателей свойств и характеристик материалов и изделий.

Директор

Т.И.Мамедов







ООО "Литейно-Прессовый Завод "Сегал"  
660111, Россия, г. Красноярск,  
ул. Пограничников, 42, стр. 15  
т/ф (391) 274-90-30  
e-mail: [segal@sial-group.ru](mailto:segal@sial-group.ru), [www.sial-group.ru](http://www.sial-group.ru)