АЛЬБОМ

технических решений систем навесных вентилируемых фасадов

СИАЛ П-Нк

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ/ КРАСНОЯРСК
2013

Утверждаю
Управляющий директор
ООО "ЛПЗ "Сегал"
_____ С. В. Разумкин
"12" _____ 2013г.

АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

СИСТЕМА НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ "СИАЛ" ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ НАТУРАЛЬНЫМ КАМНЕМ

"СИАЛ П-Нк"

Издание второе

Разработано:
отдел проектирования
ООО "Литейно-Прессовый Завод "Сегал"
Генеральный конструктор систем "СИАЛ"
С. Ф. Ворошилов

_____
"12" 08 _____ 2013г.

КРАСНОЯРСК, 2013

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ ХОЗЯЙСТВУ (ГОССТРОЙ)

г. Москва, ул.Садовая-Самотечная, д.10/23, стр.1

ТЕХНИЧЕСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

О ПРИГОДНОСТИ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

№ 4093-13

г. Москва

Выдано

“ 01 ” ноября 2013 г.

Настоящим подтверждается пригодность для применения в строительстве новой продукции, требования к которой не регламентированы нормативными документами полностью или частично и от которой зависит безопасность зданий и сооружений.

Подготовлено с учетом обязательных требований строительных, санитарных, пожарных, экологических, а также других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим законодательством.

ЗАЯВИТЕЛЬ ООО “Литейно-Прессовый Завод “Сегал”
Россия, 660111, г.Красноярск, ул.Пограничников, д.42, стр.15
Тел: (391) 274-90-69, факс 274-90-34, E-mail: shoa@sial-group.ru

РАЗРАБОТЧИК ООО “Литейно-Прессовый Завод “Сегал”
Россия, 660111, г.Красноярск, ул.Пограничников, д.42, стр.15

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ Конструкции навесной фасадной системы с воздушным зазором “СИАЛ П-Нк”

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОДУКЦИИ - комплект изделий, состоящий из несущих кронштейнов, вертикальных и горизонтальных направляющих из алюминиевых сплавов, теплоизоляционных изделий, при необходимости - с защитной мембраной, плит облицовки из натурального гранита, деталей примыкания системы к строительному основанию и крепежных изделий.

НАЗНАЧЕНИЕ И ДОПУСКАЕМАЯ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ - для устройства облицовки фасадов и утепления стен с наружной стороны вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения в местностях, относящихся к различным ветровым районам с различными геологическими и геофизическими условиями - в соответствии с подтвержденной расчетами и испытаниями несущей способностью конструкций и с учетом ограничений, приведенных в приложении, а также к районам с различными температурно-климатическими условиями - в соответствии с результатами теплотехнических расчетов, в неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной внешней среде при выполнении мер по защите от коррозии.

ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ - форма и размеры конструктивных элементов – в соответствии с альбомом технических решений и рабочими чертежами, представленными заявителем, показатели прочности и устойчивости – в соответствии с результатами прочностных расчетов системы для соответствующих значений ветровой нагрузки в районе строительства с учетом пульсационной составляющей, класс пожарной опасности - К0 при соблюдении условий, приведенных в приложении, максимальная толщина слоя теплоизоляции - 250 мм, минимальный размер воздушного зазора – 40 мм.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПРИМЕНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ПРОДУКЦИИ, КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА - соответствие конструкций, технологии и контроля качества требованиям нормативной, конструкторской, технологической и проектной документации, в т.ч. описанным в приложении и в обосновывающих техническое свидетельство материалах, выполнение расчетов, испытаний и конструктивных мероприятий при устройстве фасадных систем в соответствии с приложением.

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СВИДЕТЕЛЬСТВА - альбом технических решений конструкций, отчеты о расчетах несущей способности и теплозащитных свойств, заключения специализированных организаций и ведущих специалистов, законодательные акты и нормативные документы, указанные в приложении.

Приложение: заключение федерального автономного учреждения “Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве” (ФАУ “ФЦС”) от 15 октября 2013 г. на 15 л.

Настоящее техническое свидетельство о подтверждении пригодности продукции указанного наименования действительно до “ 01 ” ноября 2018 г.

Заместитель руководителя
Федерального агентства
по строительству и жилищно-
коммунальному хозяйству

Б.М. Мурашов

Зарегистрировано “ 01 ” ноября 2013 г., регистрационный № 4093-13, заменяет ранее действовавшее техническое свидетельство № 2995-10 от 08 сентября 2010 г.

Пригодность продукции указанного наименования впервые была подтверждена техническим свидетельством № ТС-07-1769-07 от 10 мая 2007 г.

В подлинности настоящего документа можно удостовериться по тел.: (495) 532-13-80 (доб. 56011), (495) 930-64-69

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ , ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

3. АЛЮМИНИЕВЫЕ ДЕТАЛИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

4. СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

5. ОБРАБОТКА ПЛИТ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

6. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

7. ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ СТАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК

8. РАСЧЕТЫ

9. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

10. 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.00.02.2010**.

Специалисты ООО "СИАЛ" осуществляют:

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

1.1 Конструкция системы "СИАЛ П-Нк" предназначена для устройства облицовки фасадов зданий и других строительных сооружений плитами из натурального камня со скрытым 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, утеплителя, крепежных изделий и облицовочных плит.

Основные несущие элементы каркаса П- и Г-образные кронштейны, устанавливаемые на строительном основании (стене) с помощью анкерных дюбелей или анкеров, а также вертикальные и горизонтальные направляющие, к которым крепятся плиты из натурального камня. 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 отсечек, толщиной не менее 0,55 мм, для защиты от падающих горящих капель мембраны .

Крепежные элементы, используемые в системе: заклепки, анкера, тарельчатые дюбели, а также специальные крепежные элементы для установки плит из натурального камня - стальные горизонтальные профили .

В качестве облицовочных элементов в системе применяют плиты из натурального камня (гранита), которые крепят к несущим вертикальным направляющим с помощью горизонтальных направляющих (горизонтальных стальных профилей)

Система "СИАЛ П-Нк" 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 П- или Г-образных рядовых опорных и несущих , усиленных, спаренных, а также угловых опорных и несущих кронштейнов; система предусматривает жесткое крепление вертикальных направляющих к несущим кронштейнам для фиксации их по высоте, а крепление к опорным кронштейнам производится по средствам салазки (П-образный кронштейн), либо через вертикальные пазы в кронштейнах , что обеспечивает компенсацию температурных деформаций направляющих .

Крепление за междуэтажные плиты перекрытий осуществляется при помощи спаренных, усиленных кронштейнов, либо Г-образных кронштейнов с усиленой пятой .

Каждый несущий и спаренный кронштейн удерживается на основании дюбелем (анкером), усиленный кронштейн - двумя, опорный - одним; между основанием (стеной) и примыкающим к стене участком кронштейна устанавливается термоизолирующая прокладка из полиамида.

- вертикальные направляющие крепятся к кронштейнам с помощью заклепок, а при применении П-образных кронштейнов - с помощью заклепок, шайб с рифлением, входящим в зацепление с рифлением кронштейнов, и салазок.

- горизонтальные направляющие (или горизонтальные стальные профили) крепят к вертикальным направляющим с помощью заклепок таким образом, чтобы обеспечить компенсацию температурных деформаций .

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 со СНиП 23-02-2003.

- 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.

Применяются плиты из натурального камня. Придание камню требуемых размеров и фактуры лицевой поверхности производят механизированным способом на специализированных предприятиях. Плиты изготавливают из высокотвердых пород (гранит), а также из пород средней твердости (доломиты). Исходные породы не должны содержать глинистых примесей, а после обработки должны иметь красивый внешний вид и высокую атмосферостойкость. Система "СИАЛ П-Нк" предусматривает скрытое крепление плит к горизонтальным направляющим, для чего в верхнем и нижнем торцах плит выполняются прямоугольные пропилы установленных размеров.

Каменные плиты после изготовления и обработки укладываются на заводе в штабеля на деревянные поддоны, которые можно поднимать вилочным погрузчиком. Уложенные на поддоны плиты фиксируются перекрестными крепежными лентами, обеспечивающими неподвижность плит во время транспортировки. Плиты следует складировать и хранить в сухих закрытых помещениях. Во избежание повреждения лицевой поверхности плит даже при кратковременном складировании необходимо обязательное применение полиэтиленовых прокладок между плитами.

Каждая плита опирается на две направляющих (верхнюю и нижнюю). Причем плиты устанавливаются таким образом, чтобы иметь возможность температурного расширения.

Крепление плит из натурального камня на пожароопасных участках допускается только горизонтальными профилями из коррозионностойкой стали прикрепляемыми к вертикальным направляющим заклепками также из коррозионностойкой стали.

1.2.4 Крепежные элементы.

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

1.3 Собранные и закрепленные в соответсвии с проектом на строительство здания (сооружения) конструкции образуют навесную фасадную систему с воздушным зазором между внутренней поверхностью плит из натурального камня 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.

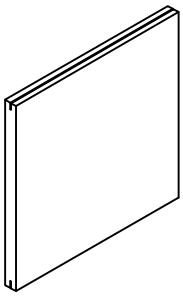
ООО "ЛПЗ "Сегал" оставляет за собой право вносить изменения и дополнения, связанные с дальнейшим развитием и постоянным повышением технического уровня системы. Все права на настоящую публикацию и материалы данного альбома принадлежат разработчику системы.

Система профилей СИАЛ продолжает совершенствоваться и развиваться.

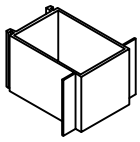
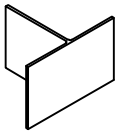
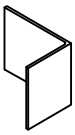
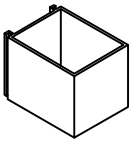
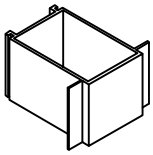
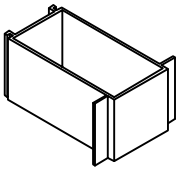
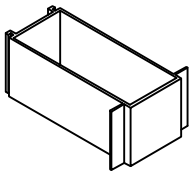
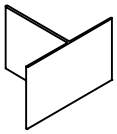
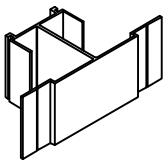
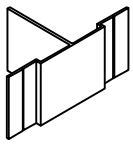
ВОРОШИЛОВ Сергей Федорович
Генеральный конструктор систем "СИАЛ"

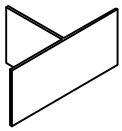
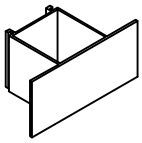
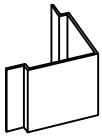
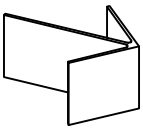
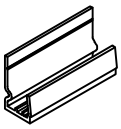
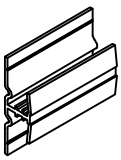
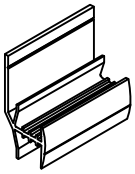
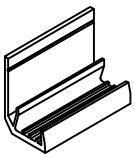
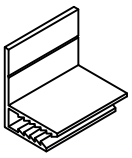
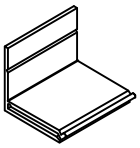
2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ, ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

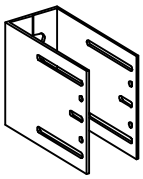
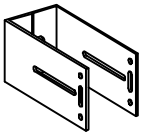
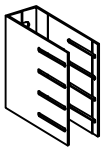
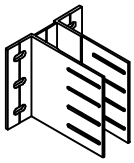
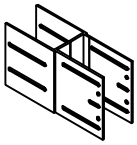
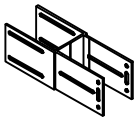
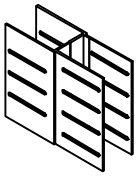
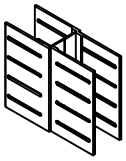
ОБЛИЦОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

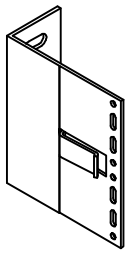
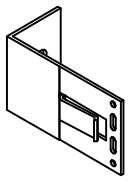
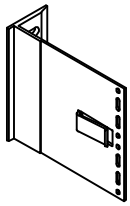
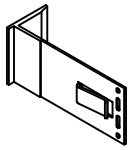
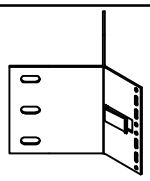
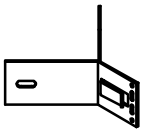
Эскиз элемента	Марка	Наименование, размеры мм	Масса, кг/м^2 (справочно)	Материал	Производитель	НД
	Натуральный камень	Облицовочная плита 600x600x20 600x400x20 600x300x20 400x400x20 600x600x30 600x400x30 600x300x30 400x400x30 1200x600x30	60 (толщина 20 мм) 90 (толщина 30 мм)	Гранит	ООО "ЯР-КАМЕНЬ", Россия	ГОСТ 9479-98, ГОСТ 9480-89, ГОСТ 24099-80
					"Г. К. ГРАНИТ", Россия	
					ЗАО "Стандарт-стройпром", Россия	
					Компания "КАМ", Россия	
					Компания "Салон камня", Россия	
					ООО "Альфа Мрамор", Россия	
					Склад компании "Данила Мастер", Россия	

АЛЮМИНИЕВЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

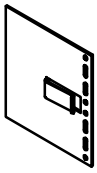
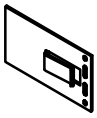
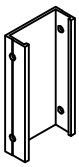
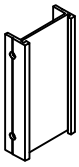
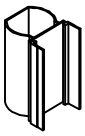
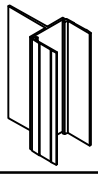
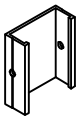
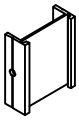
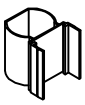
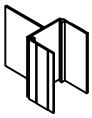
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КП45480-1	Направляющая вертикальная	0,947	АД31 Т1, AlMgSi (6060) T66, AlMg0,7Si (6063) T6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КП45530	Направляющая вертикальная	0,72			
	КП45531	Направляющая вертикальная	0,529			
	КП451362	Направляющая вертикальная	1,221			
	КПС 010	Направляющая вертикальная	1,61			
	КПС 245	Направляющая вертикальная	1,881			
	КПС 246	Направляющая вертикальная	2,098			
	КПС 467	Направляющая вертикальная	0,502			
	КПС 625	Направляющая вертикальная	1,267			
	КПС 626	Направляющая вертикальная	0,777			

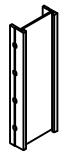
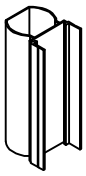
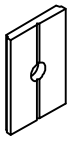
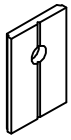
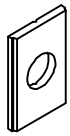
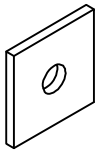
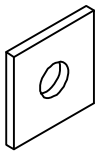
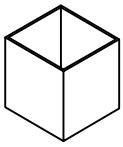
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КПС 701	Направляющая вертикальная	0,869	АД31 Т1, AlMgSi (6060) Т66, AlMg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КПС 707	Направляющая вертикальная	1,394			
	КПС 271	Направляющая вертикальная угловая	0,522			
	КПС 373	Направляющая вертикальная угловая	1,078			
	КПС 269	Направляющая горизонтальная	0,244			
	КПС 270	Направляющая горизонтальная	0,396			
	КПС 375	Направляющая горизонтальная	0,477			
	КПС 582	Направляющая горизонтальная	0,447			
	КП45437	Держатель откоса	0,216			
	КПС 568	Держатель откоса	0,192			

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КН-60-КПС 254 КН-90-КП45469-1 КН-125-КПС 255 КН-160-КП45432-2 КН-180-КПС 256 КН-205-КП45463-2 КН-240-КПС 705	Кронштейн несущий	1,092 (0,102 к-т) 1,444 (0,129 к-т) 1,825 (0,167 к-т) 2,615 (0,224 к-т) 2,94 (0,257 к-т) 3,346 (0,297 к-т) 3,915 (0,354 к-т)	АД31 Т1, AlMgSi (6060) Т66, AlMg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КО-60-КПС 254 КО-90-КП45469-1 КО-125-КПС 255 КО-160-КП45432-2 КО-180-КПС 256 КО-205-КП45463-2 КО-240-КПС 705	Кронштейн опорный	1,092 (0,063 к-т) 1,444 (0,079 к-т) 1,825 (0,102 к-т) 2,615 (0,136 к-т) 2,94 (0,156 к-т) 3,346 (0,18 к-т) 3,915 (0,214 к-т)			
	КС-90-КП45469-1 КС-125-КПС 255 КС-160-КП45432-2 КС-180-КПС 256 КС-205-КП45463-2 КС-240-КПС 705	Кронштейн спаренный	1,444 (0,201 к-т) 1,825 (0,258 к-т) 2,615 (0,338 к-т) 2,94 (0,387 к-т) 3,346 (0,454 к-т) 3,915 (0,539 к-т)			
	КУ-160-КПС 249 КУ-205-КПС 276 КУ-240-КПС 706	Кронштейн усиленный	5,041 (0,745 к-т) 6,474 (0,892 к-т) 7,421 (1,034 к-т)			
	УКН-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна несущего	2,85 (0,238 к-т)			
	УКО-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна опорного	2,85 (0,14 к-т)			
	УКС-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна спаренного	2,85 (0,349 к-т)			
	УКУ-180 КПС 580	Удлинитель кронштейна усиленного	3,704 (0,509 к-т)			

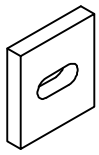
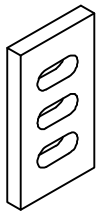
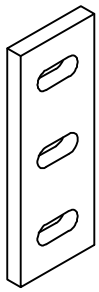
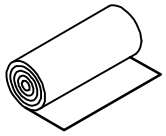
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КН-70-КПС 300-1 КН-90-КПС 301-1 КН-125-КПС 302-1 КН-160-КПС 303-1 КН-180-КПС 304-1 КН-205-КПС 305-1	Кронштейн несущий	0,869 (0,113 к-т) 1,032 (0,136 к-т) 1,316 (0,176 к-т) 1,6 (0,216 к-т) 1,763 (0,238 к-т) 1,966 (0,267 к-т)	АД31 Т1, AlMgSi (6060) T66, AlMg0,7Si (6063) T6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КО-70-КПС 300-1 КО-90-КПС 301-1 КО-125-КПС 302-1 КО-160-КПС 303-1 КО-180-КПС 304-1 КО-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)			
	КН-90-КПС 840 КН-125-КПС 841 КН-160-КПС 720 КН-180-КПС 842 КН-205-КПС 721 КН-240-КПС 722	Кронштейн несущий	1,235 (0,16 к-т) 1,551 (0,21 к-т) 1,79 (0,24 к-т) 1,925 (0,26 к-т) 2,093 (0,283 к-т) 2,331 (0,316 к-т)			
	КО-90-КПС 840 КО-125-КПС 841 КО-160-КПС 720 КО-180-КПС 842 КО-205-КПС 721 КО-240-КПС 722	Кронштейн опорный	1,235 (0,083 к-т) 1,551 (0,105 к-т) 1,79 (0,122 к-т) 1,925 (0,131 к-т) 2,093 (0,143 к-т) 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)			

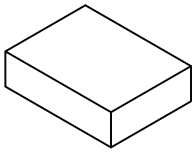
СИАЛ Навесная фасадная система

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	УКН-125 КПС 306-1	Удлинитель кронштейна несущего и несущего углового	0,796 (0,109 к-т)	АД31 Т1, AlMgSi (6060) T66, AlMg0,7Si (6063) T6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	УКО-125 КПС 306-1	Удлинитель кронштейна опорного и опорного углового	0,796 (0,055 к-т)			
	СБ-КП45461	Салазка большая	0,485 (0,048 к-т)			
	СБ-КПС 257	Салазка большая	0,459 (0,045 к-т)			
	СБ-КПС 581	Салазка большая	0,98 (0,098 к-т)			
	АБ-КПС 819	Адаптер большой	1,029 (0,154 к-т)			
	СМ-КП45461	Салазка малая	0,485 (0,029 к-т)			
	СМ-КПС 257	Салазка малая	0,459 (0,027 к-т)			
	СМ-КПС 581	Салазка малая	0,98 (0,059 к-т)			
	АМ-КПС 819	Адаптер малый	1,029 (0,082 к-т)			

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	СУ-КП45461	Салазка увеличенная	0,485 (0,072 к-т)	АД31 Т1, AlMgSi (6060) T66, AlMg0,7Si (6063) T6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	СУ-КПС 257	Салазка увеличенная	0,459 (0,068 к-т)			
	СУ-КПС 581	Салазка увеличенная	0,98 (0,147 к-т)			
	ШФ-5ц КП45435-1	Шайба фиксирующая	0,107 (0,003 к-т)			
	ШФ-5 КП45435-1	Шайба фиксирующая	0,107 (0,003 к-т)			
	ШФ-10 КП45435-1	Шайба фиксирующая	0,107 (0,003 к-т)			
	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 579	Закладная соединительная (для направляющих КП45480-1 и КПС 707)	0,69			

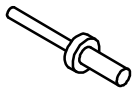
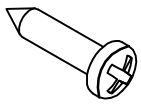
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

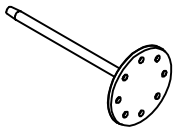
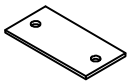
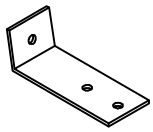
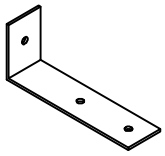
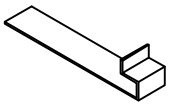
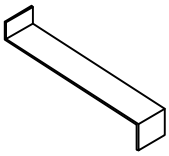
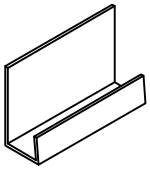
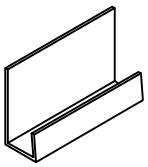
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	ПКО-55-60	Подкладка под кронштейн опорный, опорный угловой	шт. 0,03	Полиамид ПА6-Л-СВ30	ООО "ДАК", г. Красноярск	ТУ РБ 5000 48054.020 -2001
				Полиамид ПА6-210/311	ООО "Метафракс", г. Губаха	ОСТ6-06-С9-93
	ПКН-55-100	Подкладка под кронштейн несущий	шт. 0,04	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
	ПК-55-150	Подкладка под кронштейн несущий, спаренный, усиленный, 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
	ГПП	TYVEK House-Wrap TYVEK SOFT	Плотность 0,06 кг/м^2	100% полимер	"Du Pont Engineering Product S. A.", Люксембург	Согласно действительного ТС
		Фибротек РС-3 Проф	Плотность 0,1 кг/м^2	Полотно нетканое полипро-пиленовое	ООО "Лентекс"	
		TECTOTHEN-Top 2000 TECTOTHEN FAS	Плотность 0,21 кг/м^2	Трехслойная пленка Полиэстерное волокно с полидисперсным покрытием	"TECTOTHEN Bauproducte GmbH", Германия	
		ИЗОЛТЕКС НГ ИЗОЛТЕКС ФАС	Плотность 0,13 кг/м^2	Стеклоткань	ООО "Аяском"	
		TEND KM-0 TEND FR	Средняя плотность 0,11-0,16 кг/м^2	Ткань строительная полимерная	ООО "Парагон", г. Санкт-Петербург	ТУ 8390-001-96837872-2008

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	УП (утеплитель)	PAROC WAS 25 WAS 35 WPS 3n WPS 3nj	Согласно ТО на продукцию	Минераловатные негорючие или стекловолок-нистые плиты на синтетическом связующем	"PAROC OY AB", Финляндия "UAB PAROC", Литва	Согласно действительного ТС
		NOBASIL M75			"KNAUF Insulation s. r. o", Словакия	
		ВЕНТИ БАТТС В ВЕНТИ БАТТС ВЕНТИ БАТТС Д			ЗАО "Минеральная вата"	
		П-20 П-30 П-30С П-30СЧ П-30СЧ Фасад			ОАО "Урса Чудово", г. Чудово	
		ВентФасад-Низ			ООО "Сен-Гобен Строительная Продукция Рус."	
		ВентФасад-Моно Вент-Фасад-Моно/ч				
		ВентФасад-Верх Вент-Фасад-Верх/ч				
		ВентФасад-Оптима Вент-Фасад-Оптима/ч				

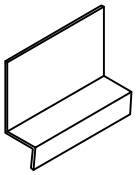
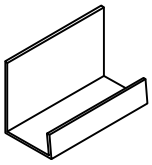
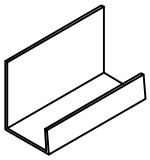
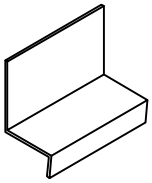
СИАЛ Навесная фасадная система

Крепежные элементы

Эскиз элемента	Обозначение		Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	3Са	3,2xL* 4,8xL* 5xL*	Заклепка стандартный бортик	Согласно ТО на продукцию	Алюм./алюм. AlMg/AlMg5	BRALO (Испания)	Согласно действительного ТС
						MMA Spinato (Испания)	
						ELNAR (Китай)	
	3Ш				Алюм./нерж. AlMg3,5/A2	BRALO (Испания)	
						MMA Spinato (Испания)	
						ELNAR (Китай)	
						HARPOON (Китай)	
	3Шс				Нерж./нерж. A2/A2	BRALO (Испания)	
						MMA Spinato (Испания)	
						ELNAR (Китай)	
						HARPOON (Китай)	
	АК	MBR	Анкер		Нерж. сталь	"MUNGO Befestigung-stechnik AG" (Швейцария)	
		m2, m3					
		SXS FUR				Fischerwerke Artur Fischer GmbH&Co, Kg (Германия)	
		HRD				HRD Hilti Corporation (Лихтенштейн)	
		SDF SDP ND				EJOT Holding GmbH&Co, Kg (Германия)	
	ШО	4,2xL	Винт самонаре-зающий		Нерж. сталь	WURTH (Германия)	DIN7981 A2

Эскиз элемента	Обозначение		Наименование	Масса, кг	Материал		Производитель	НД
	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	
	ЭК1		Крепежный элемент КЭ 1	0,14	Сталь оцинкованная с двух сторон, S = 1 мм		ОАО "Магнитогорский Металлургический комбинат"	ГОСТ 14918-80
	ЭК2 ЭК2-1		Крепежный элемент КЭ 2, КЭ 2-1	0,14 0,23				
	ЭК4		Крепежный элемент КЭ 4	0,2				
	ОО		Оконный откос	11,7 кг/м^2	Окрашенная оцинкованная сталь, Smin = 0,55 мм			
	ОС		Оконный слив					
	СН-1/20		Профиль горизонтальный стартовый	0,5 кг/п.м.	Лист 1,2	12Х18Н10Т 08Х18Н10 12Х18Н9Т		ГОСТ 5632-72
	СН-2.1/20		Профиль горизонтальный рядовой	0,48 кг/п.м.		12Х15Г9НД		ТУ-РМО-006/05
						AISI 304 AISI 430		ASTM A240

СИАЛ Навесная фасадная система

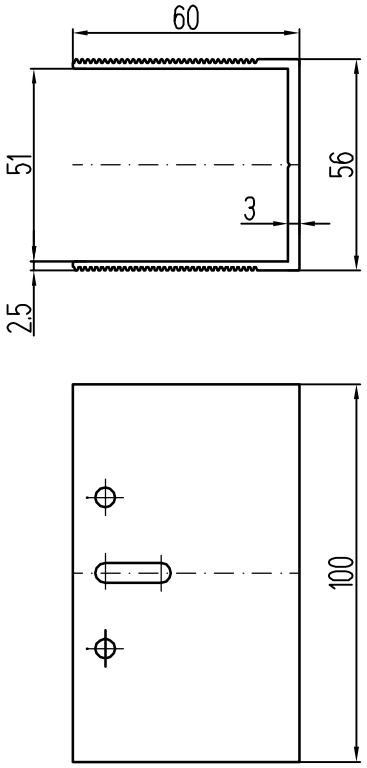
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал		Производитель	НД
	СН-2.2/20	Профиль горизонтальный рядовой	0,5	Лист 1,2	12Х18Н10Т 08Х18Н10 12Х18Н9Т		ГОСТ 5632-72
	СН-1/30	Профиль горизонтальный стартовый	0,58		12Х15Г9НД		ТУ-РМО-006/05
	СН-2.1/30	Профиль горизонтальный рядовой	0,56				
	СН-2.2/30	Профиль горизонтальный рядовой	0,58		AISI 304 AISI 430		ASTM A240

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

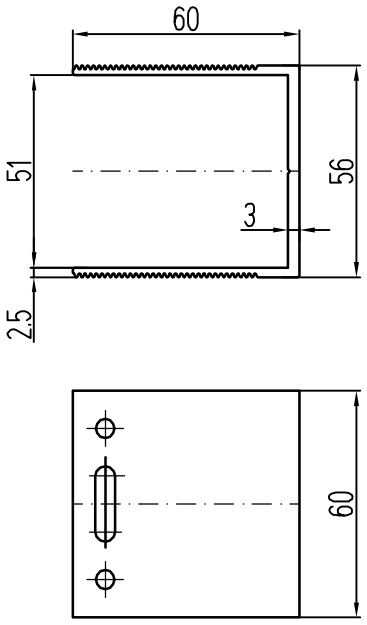
ПРИМЕЧАНИЕ. Возможность замены указанных в данной спецификации покупных материалов и изделий на аналогичные по своим характеристикам, назначению и области применения материалы и изделия, пригодность которых подтверждена соответствующими техническими свидетельствами, устанавливается в проекте на строительство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

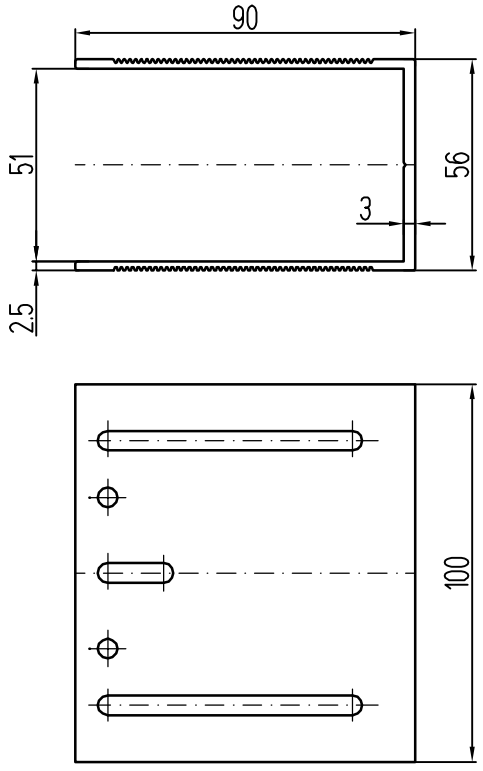
П-ОБРАЗНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ И УДЛИНИТЕЛИ



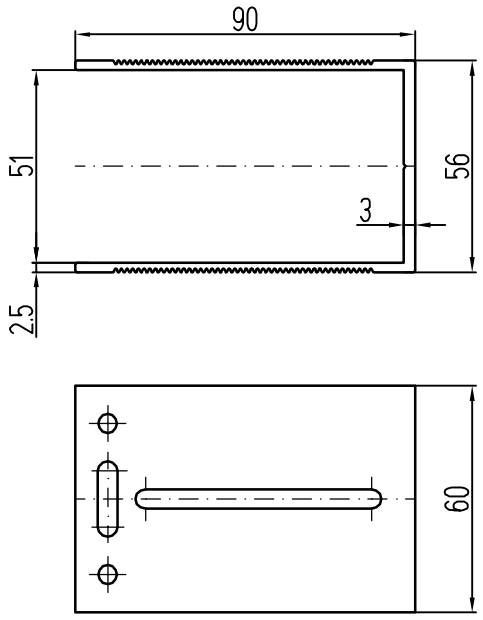
Кронштейн несущий КН-60-КПС 254



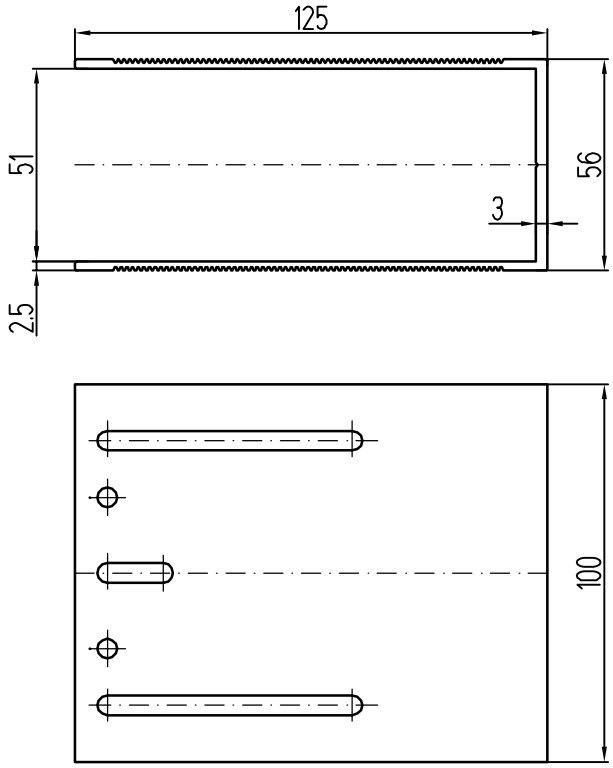
Кронштейн опорный КО-60-КПС 254



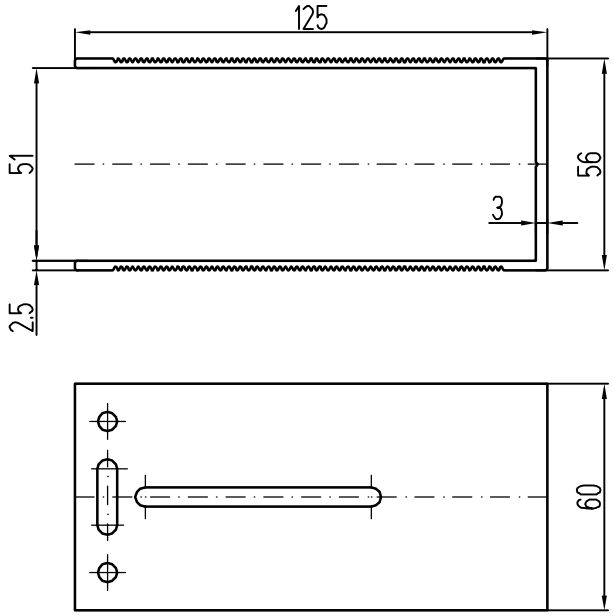
Кронштейн несущий КН-90-КП45469-1



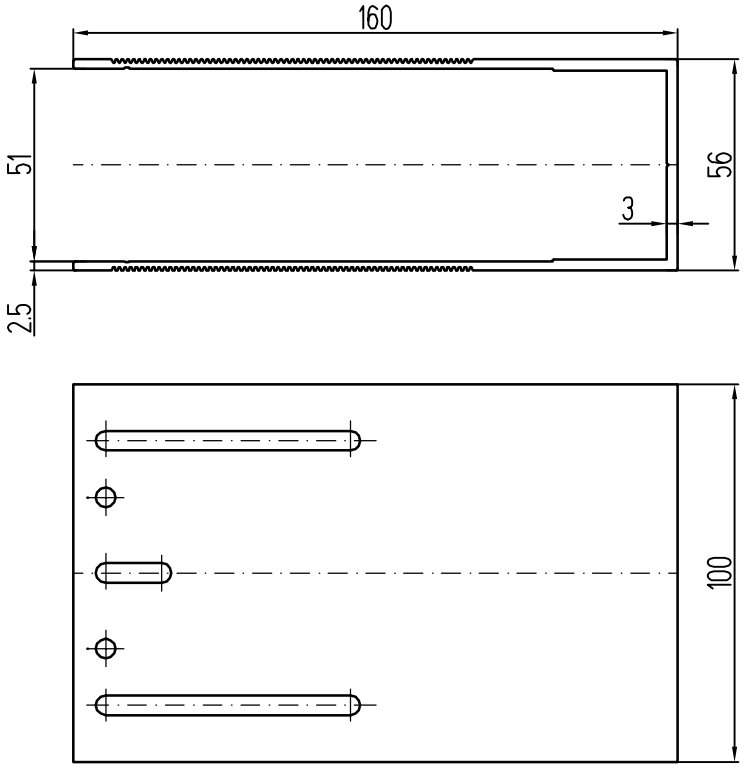
Кронштейн опорный КО-90-КП45469-1



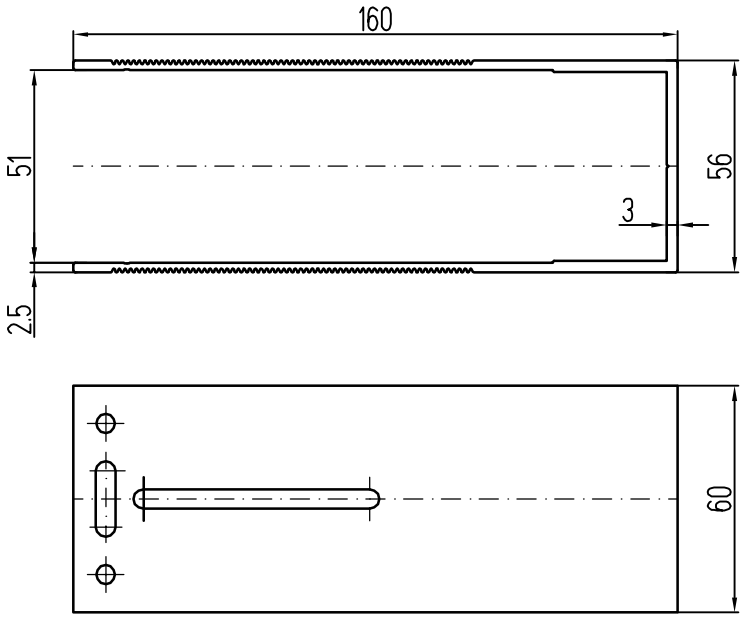
Кронштейн несущий КН-125-КПС 255



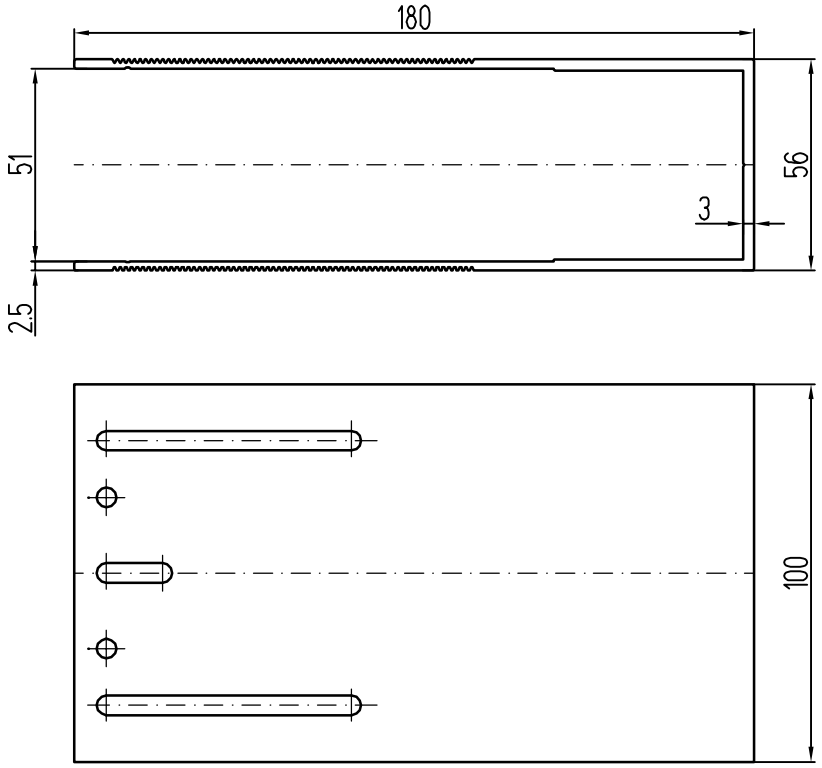
Кронштейн опорный КО-125-КПС 255



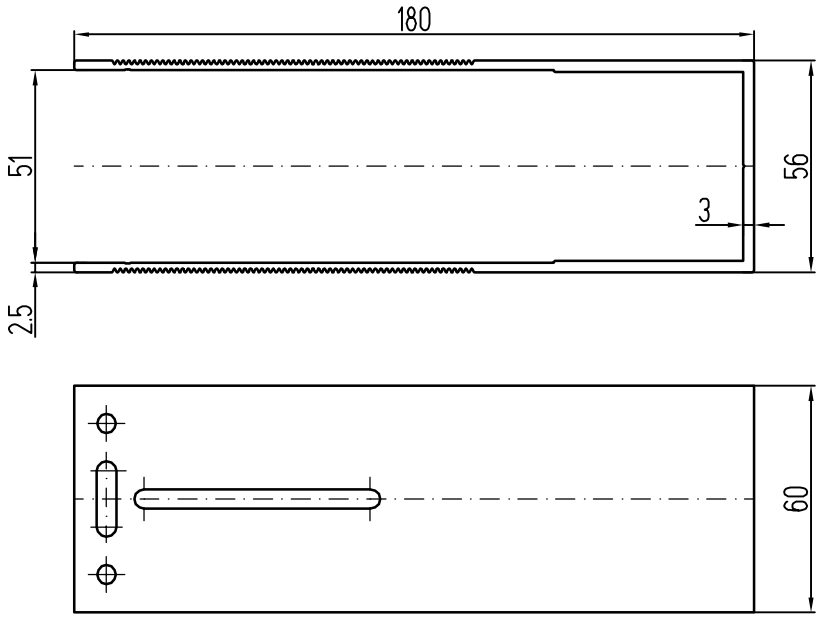
Кронштейн несущий КН-160-КП45432-2



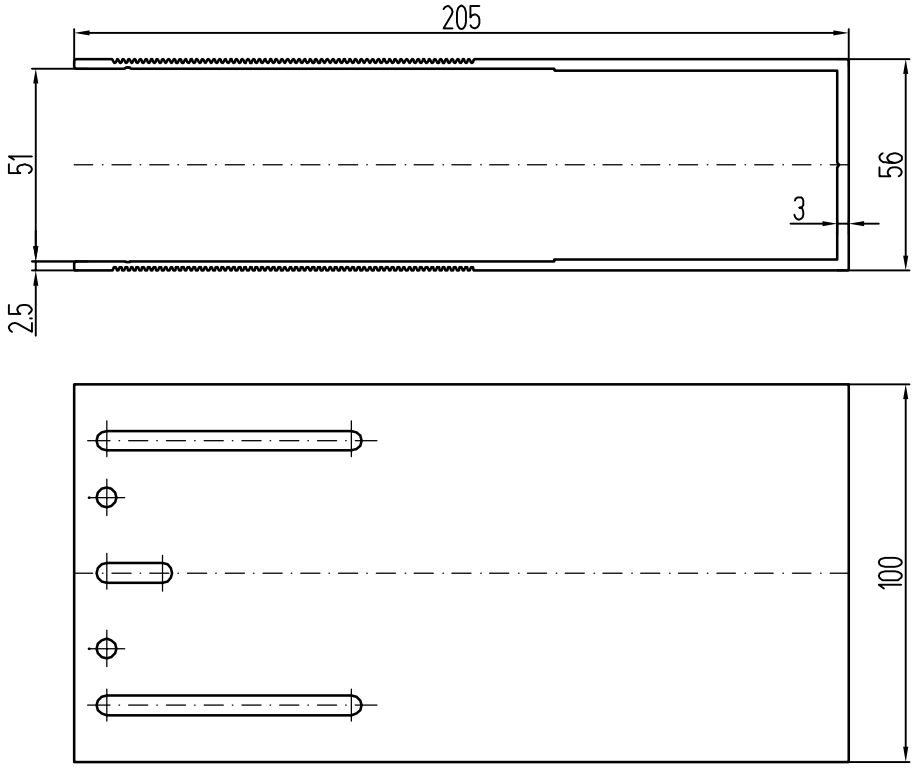
Кронштейн опорный КО-160-КП45432-2



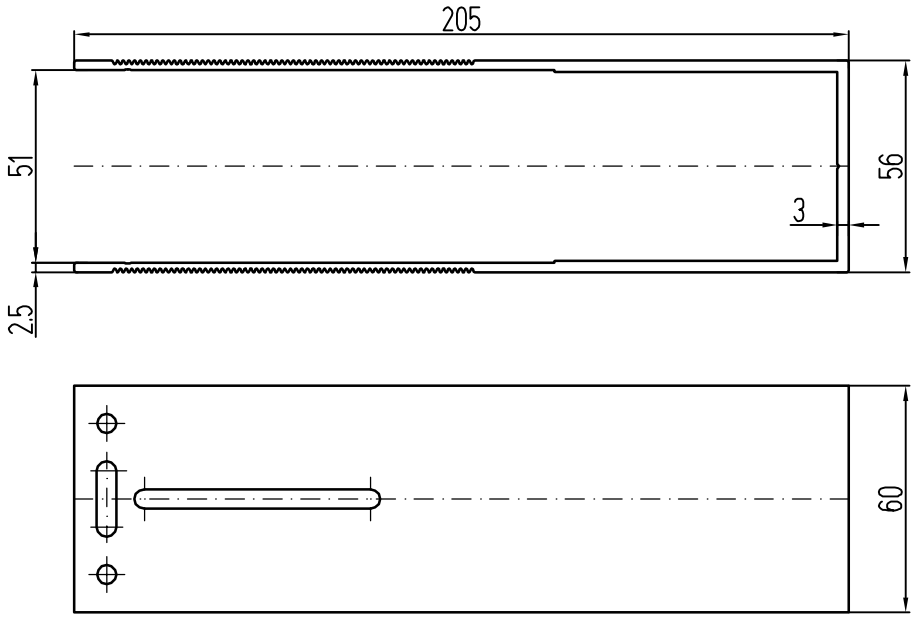
Кронштейн несущий КН-180-КПС 256



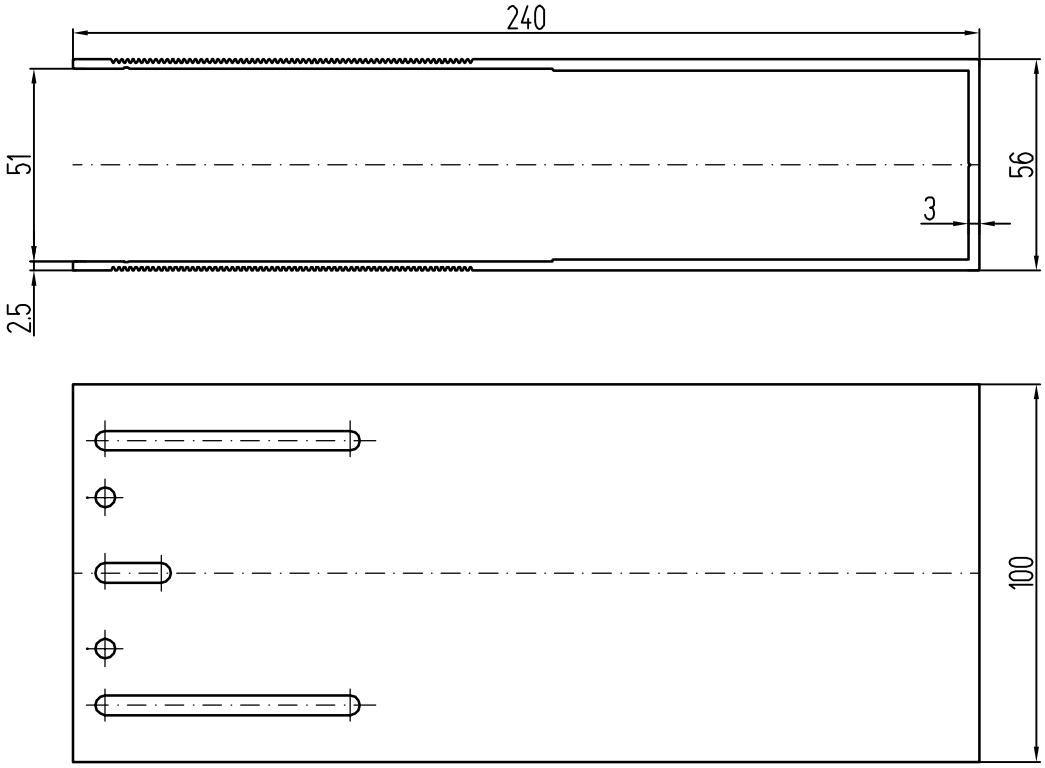
Кронштейн опорный КО-180-КПС 256



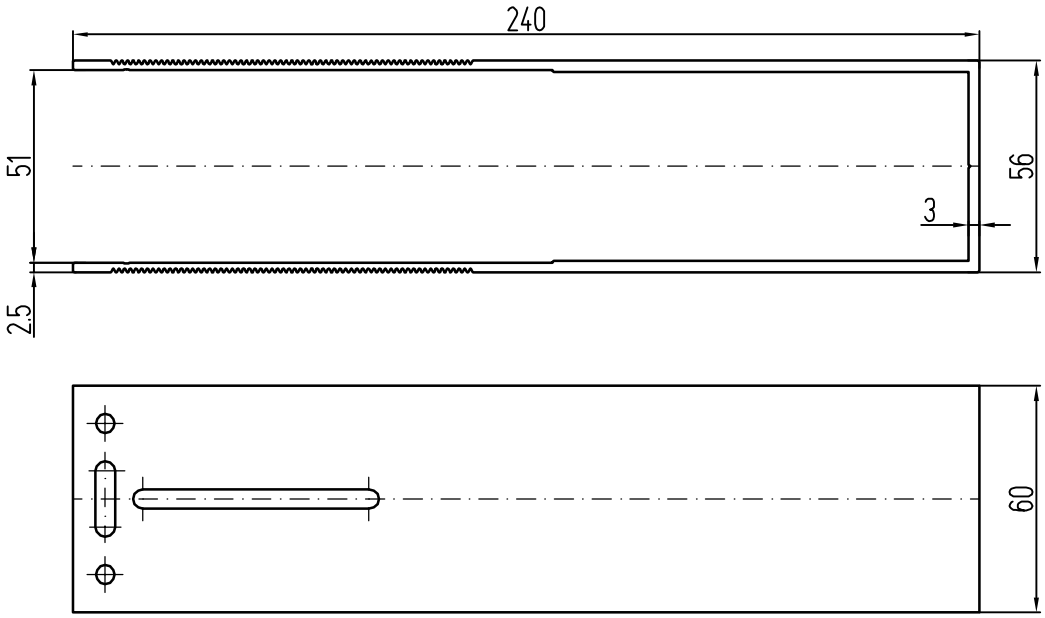
Кронштейн несущий КН-205-КП45463-2



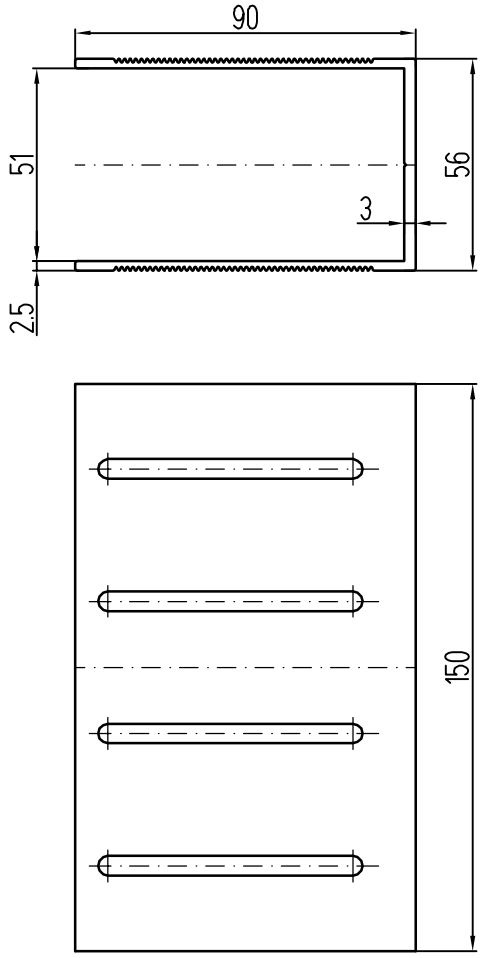
Кронштейн опорный КО-205-КП45463-2



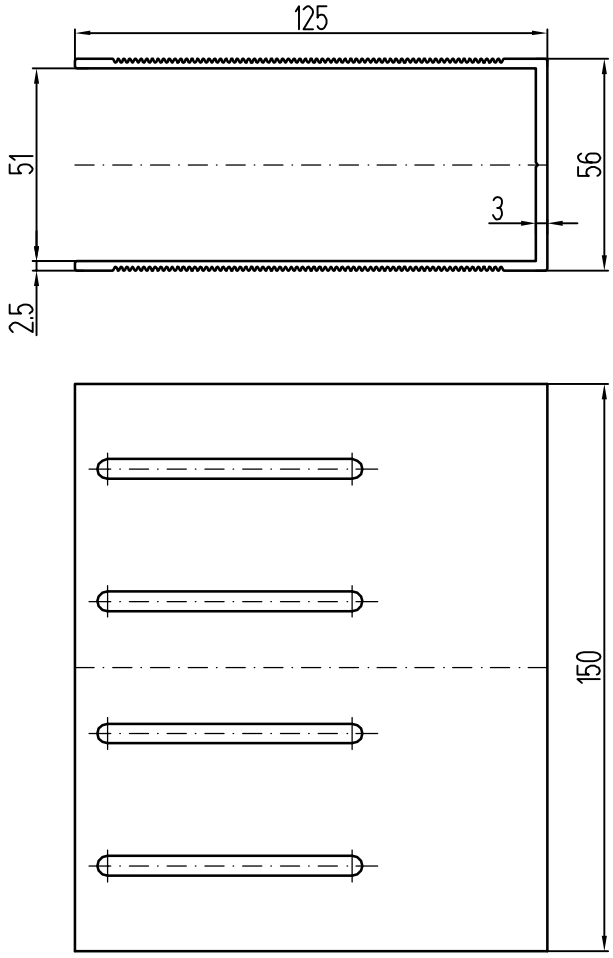
Кронштейн несущий КН-240-КПС 705



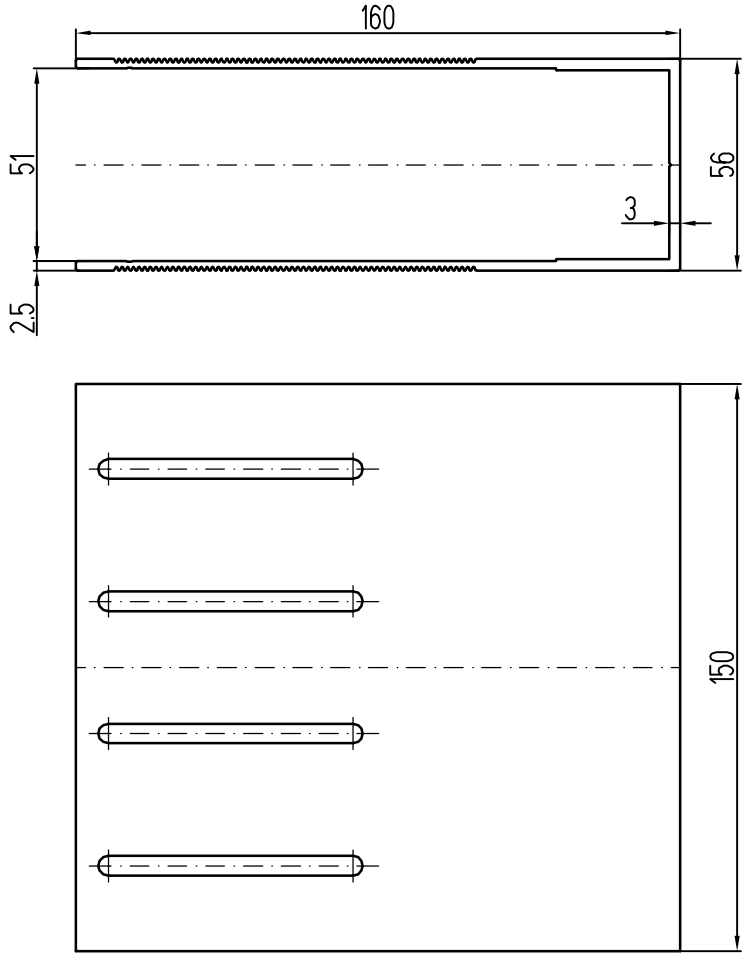
Кронштейн опорный КО-240-КПС 705



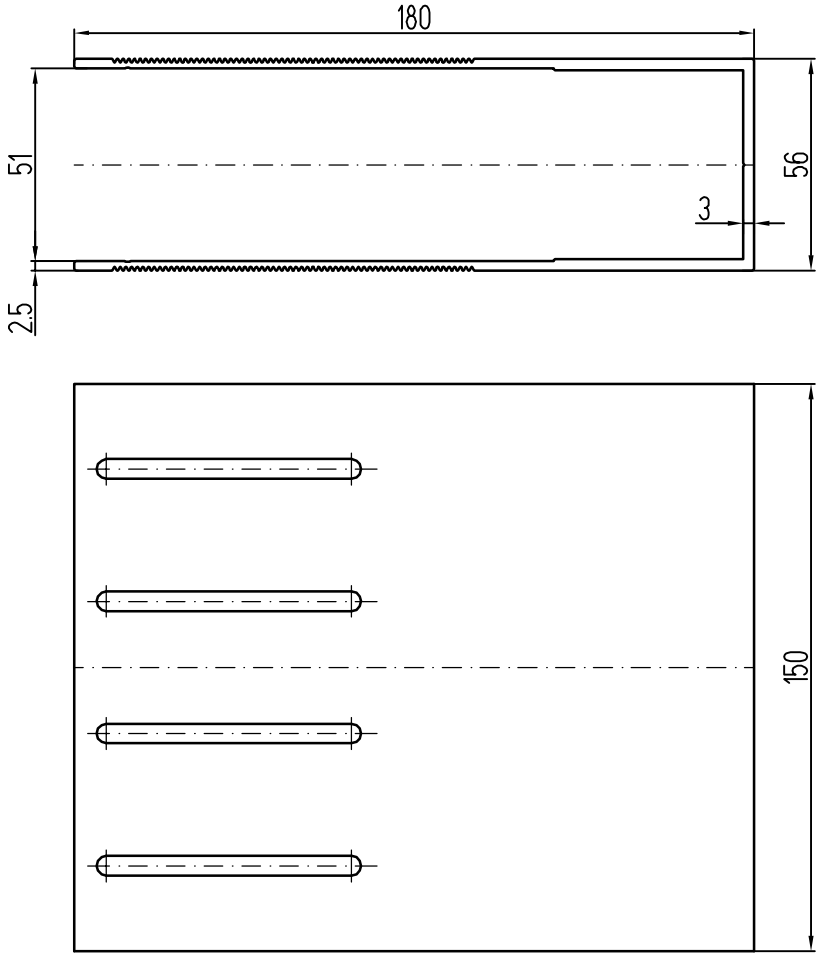
Кронштейн спаренный КС-90-КП45469-1



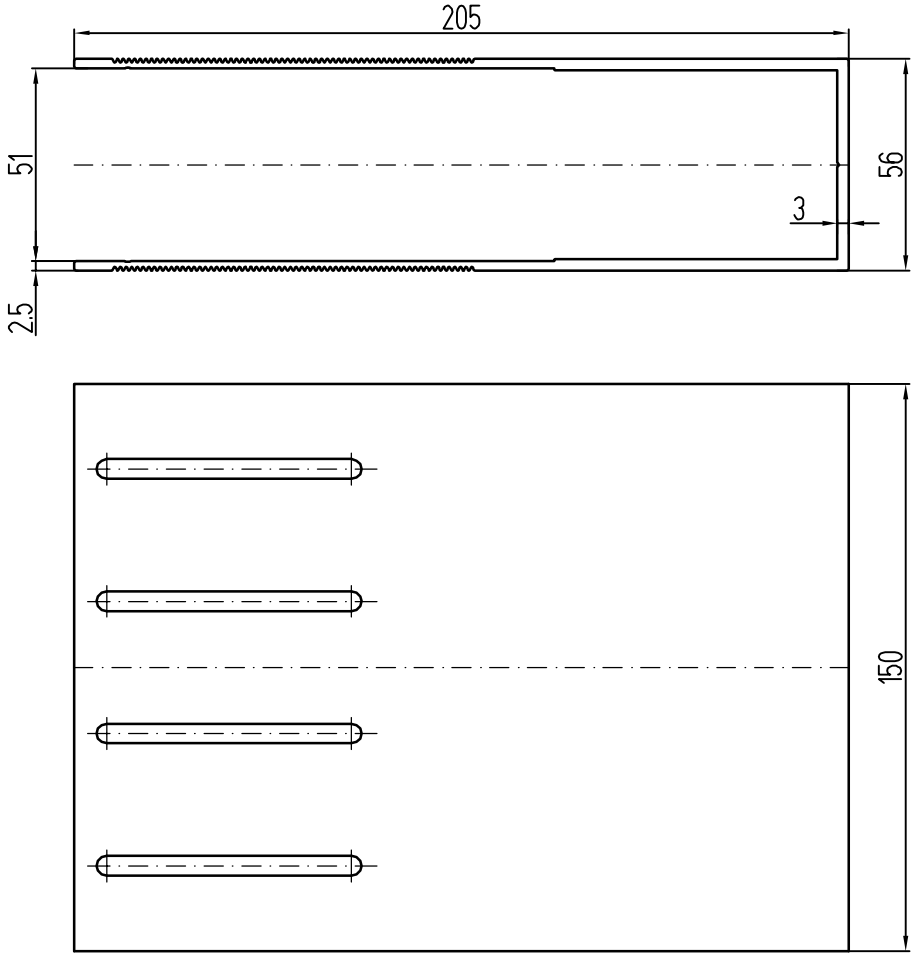
Кронштейн спаренный КС-125-КПС 255



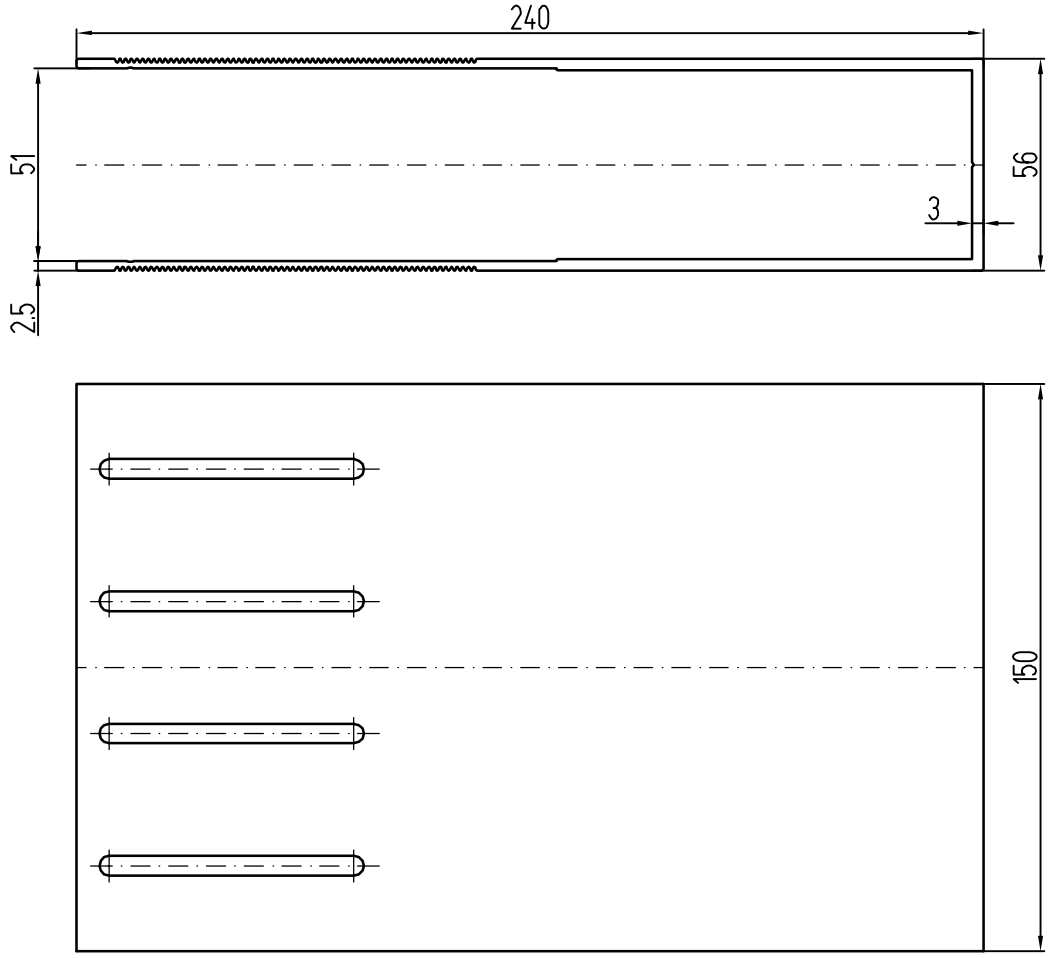
Кронштейн спаренный КС-160-КП45432-2



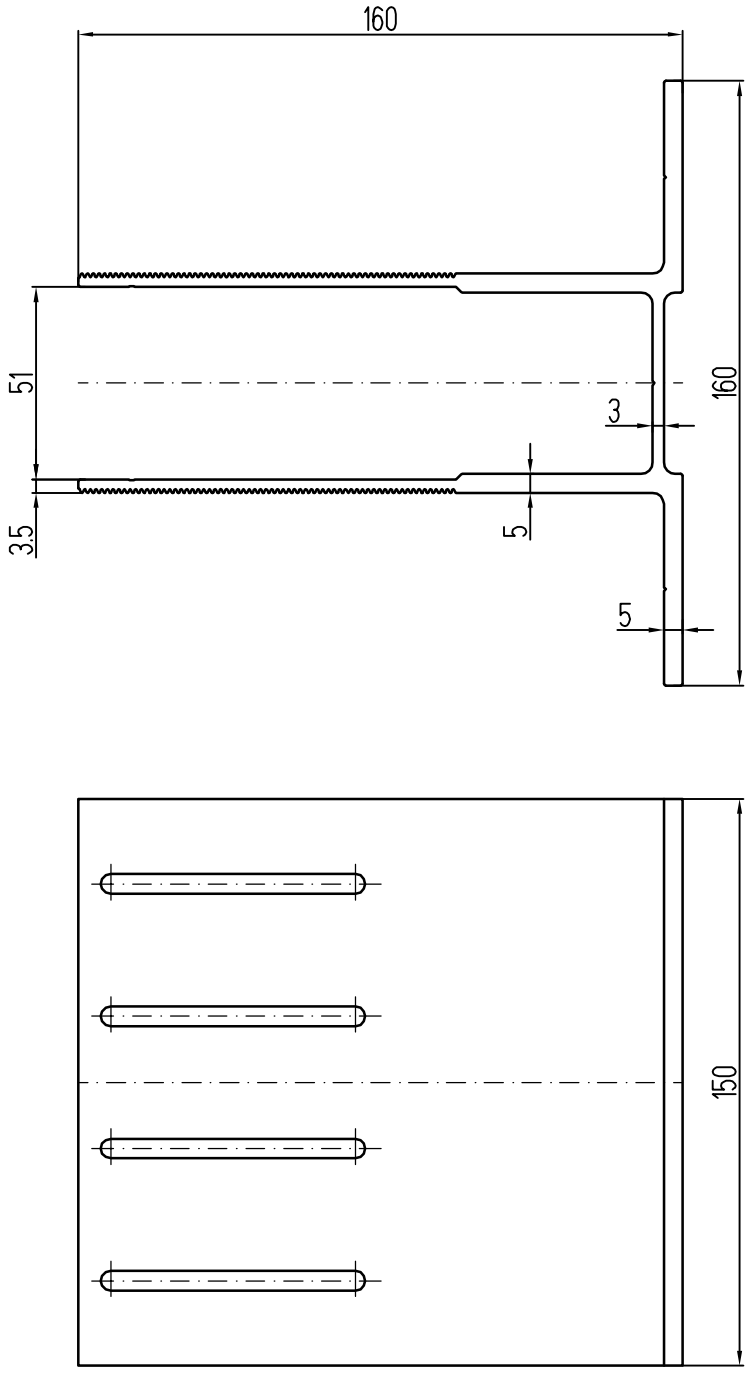
Кронштейн спаренный КС-180-КПС 256



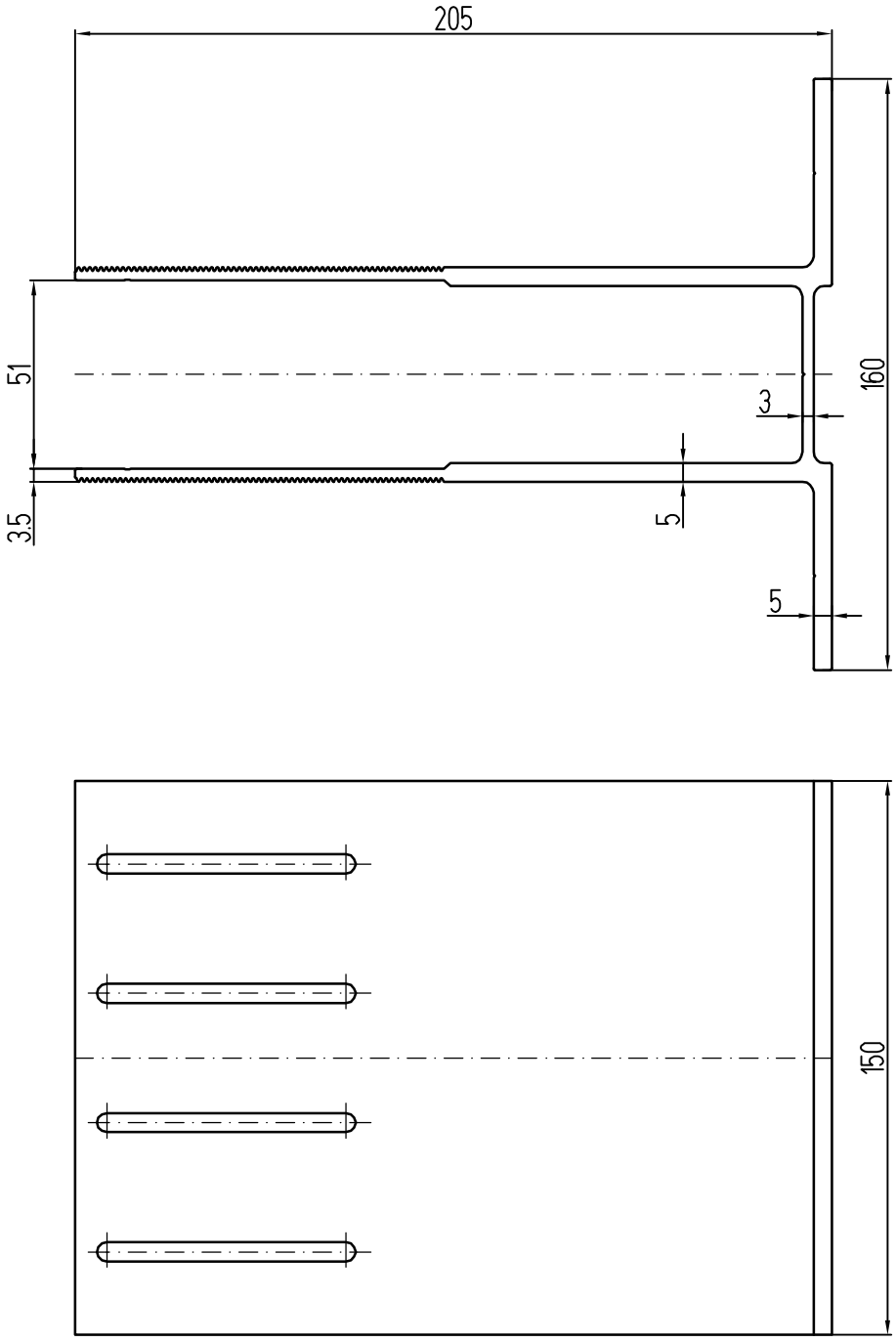
Кронштейн спаренный КС-205-КП45463-2



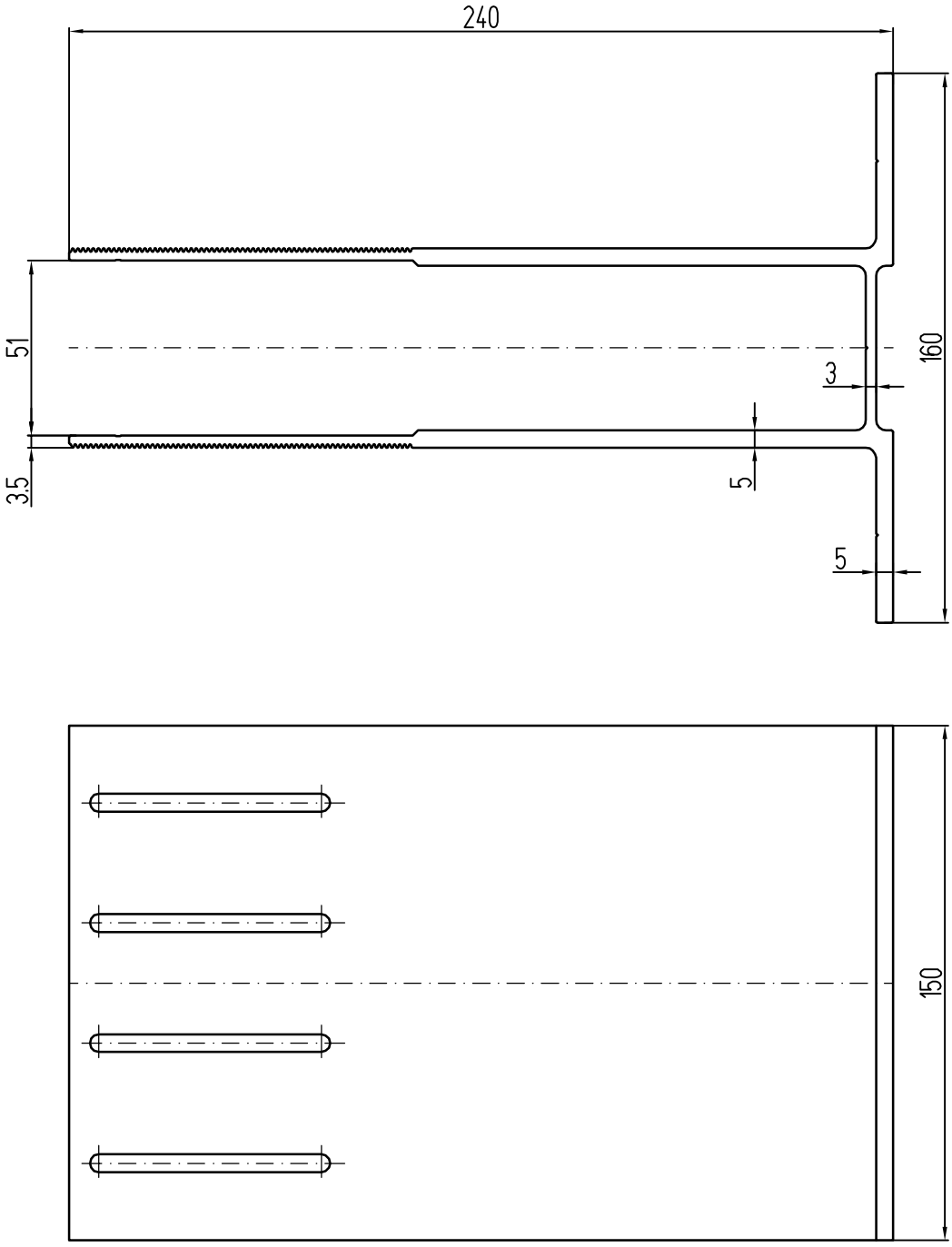
Кронштейн спаренный КС-240-КПС 705



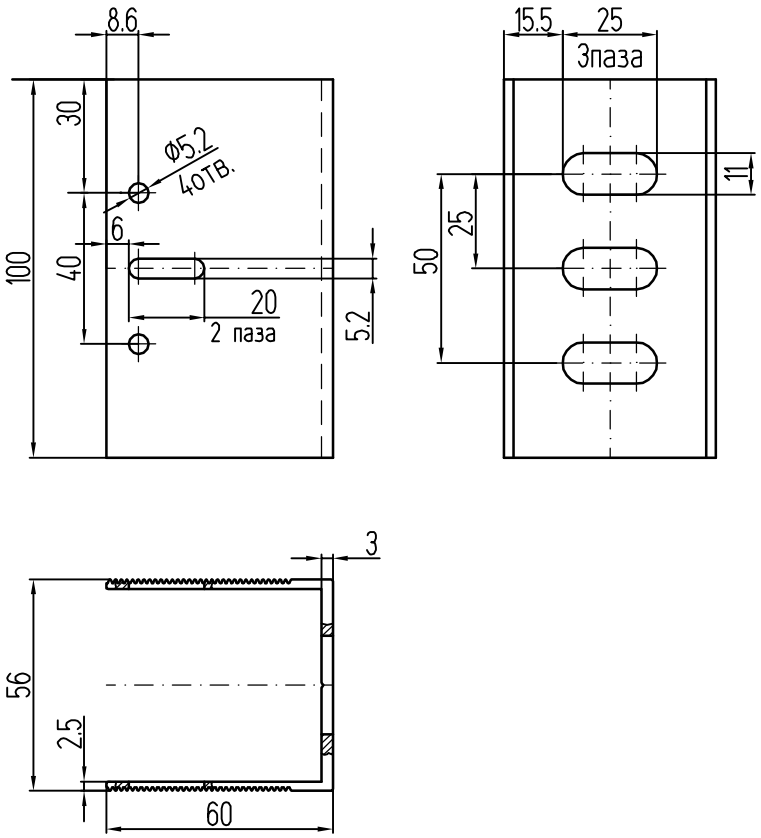
Кронштейн усиленный КУ-160-КПС 249



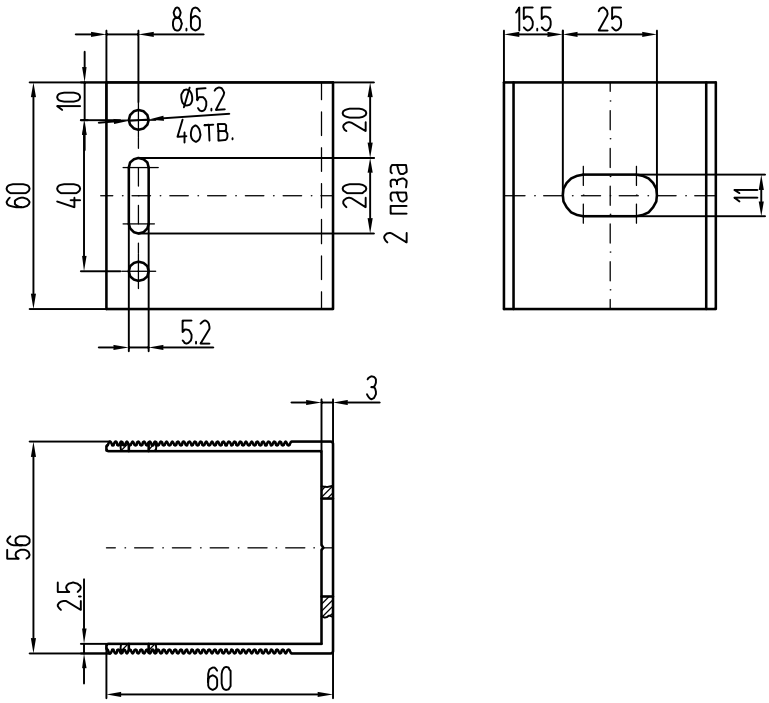
Кронштейн усиленный КУ-205-КПС 276



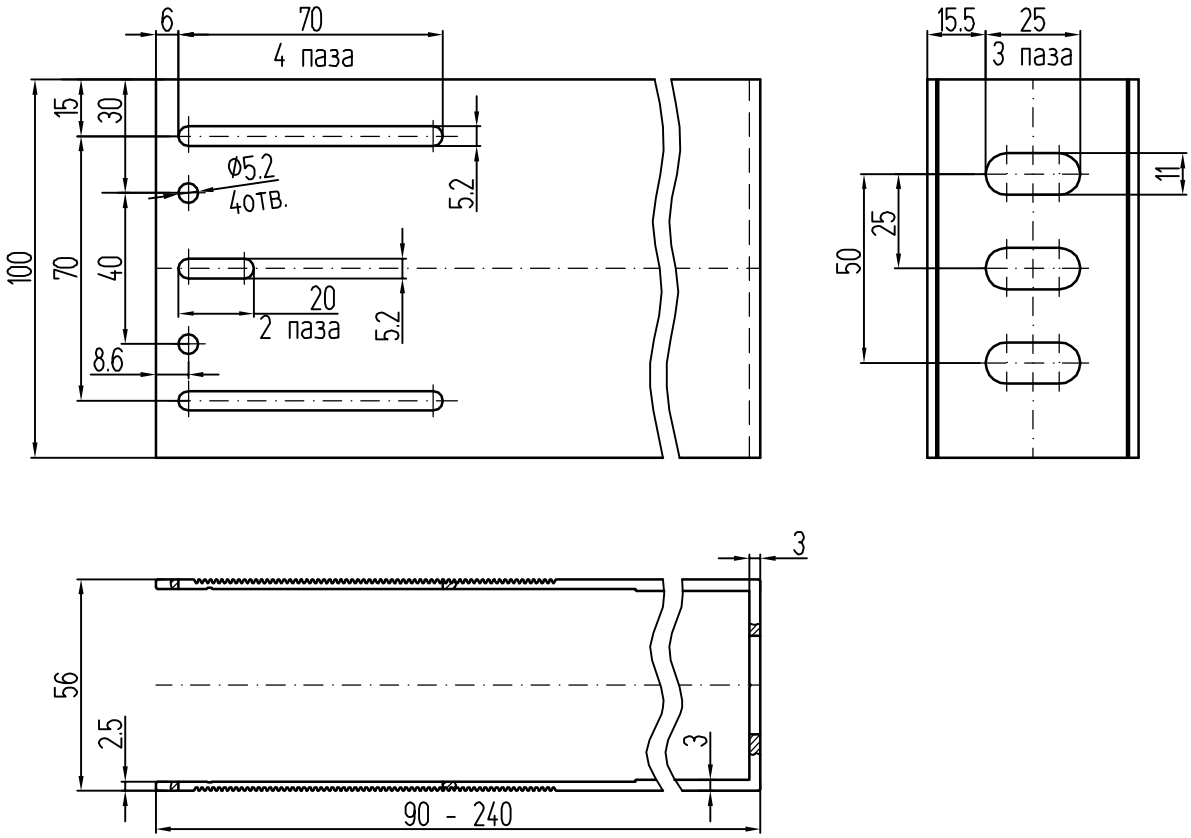
Кронштейн усиленный КУ-240-КПС 706



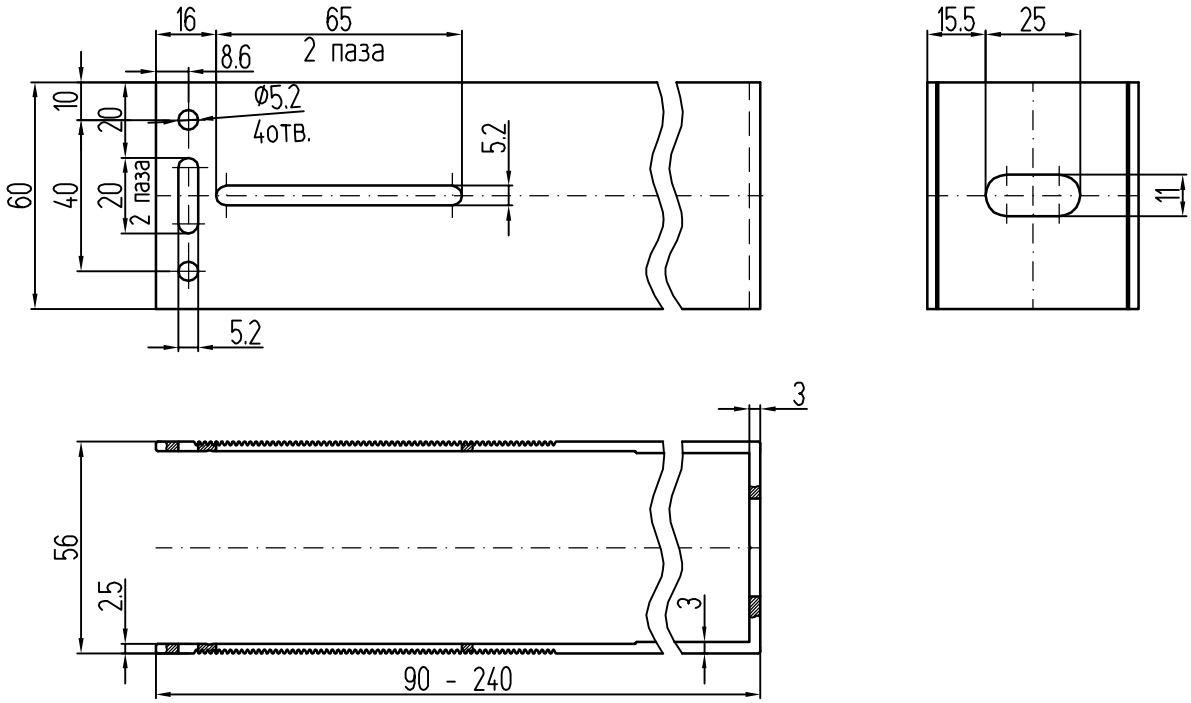
Обработка кронштейна несущего КН-60-КПС 254



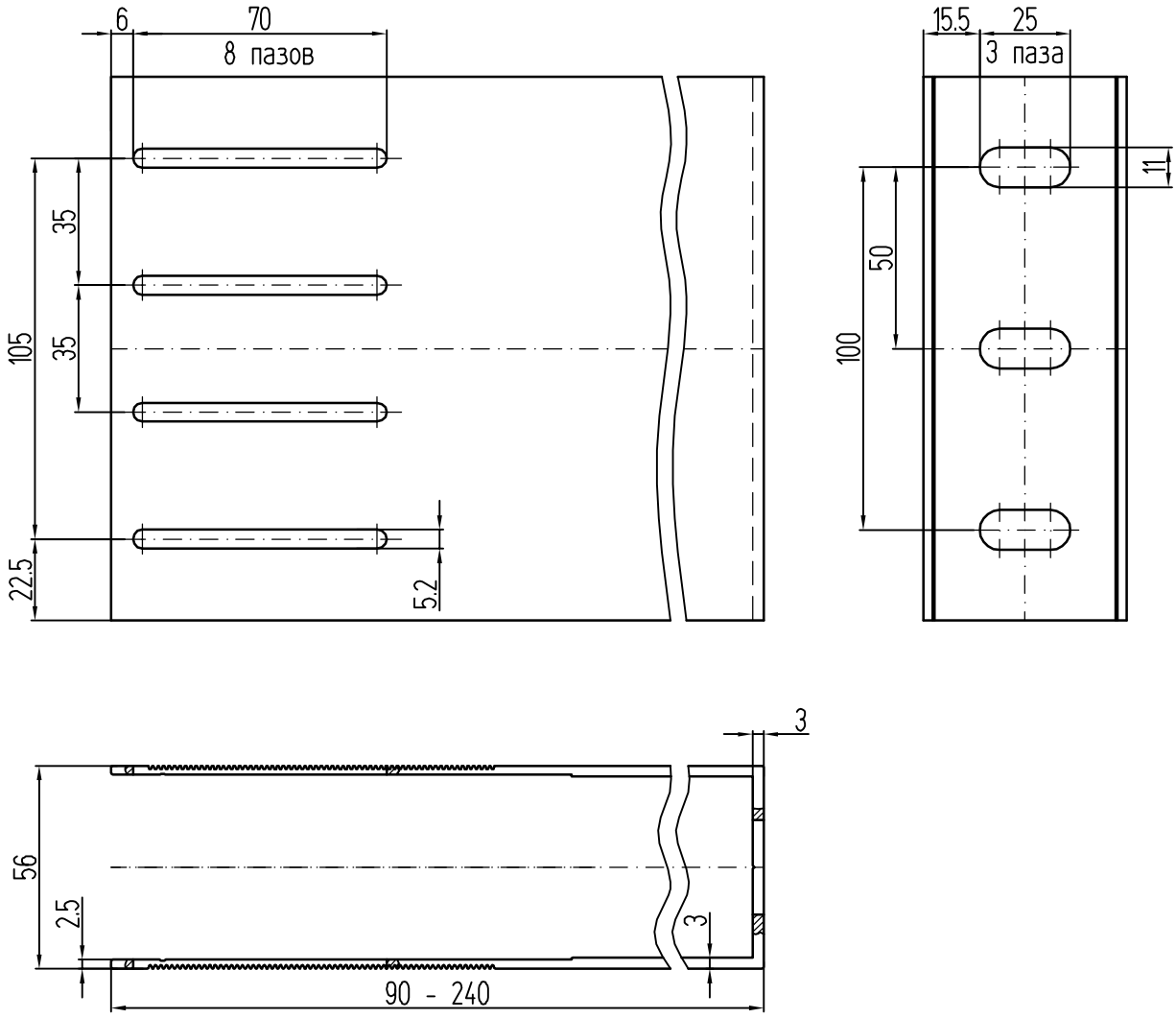
Обработка кронштейна опорного КО-60-КПС 254



Обработка кронштейнов несущих КН

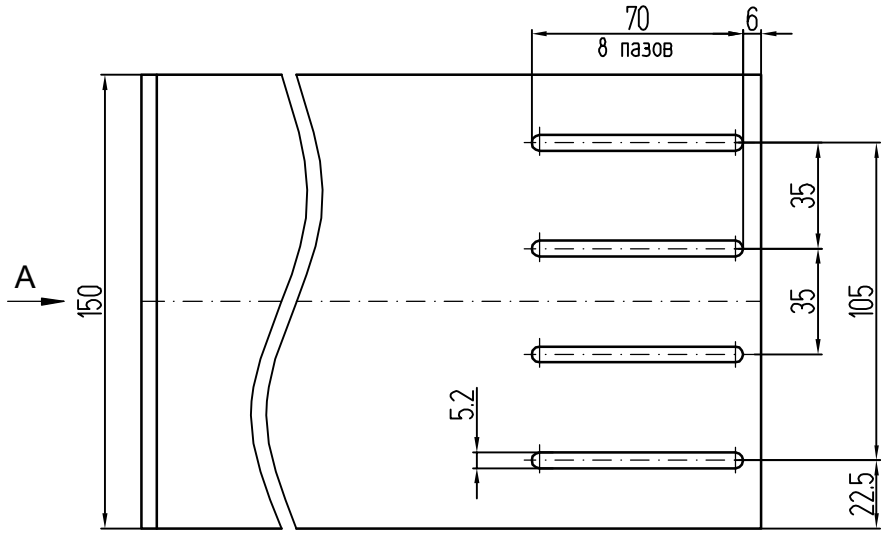


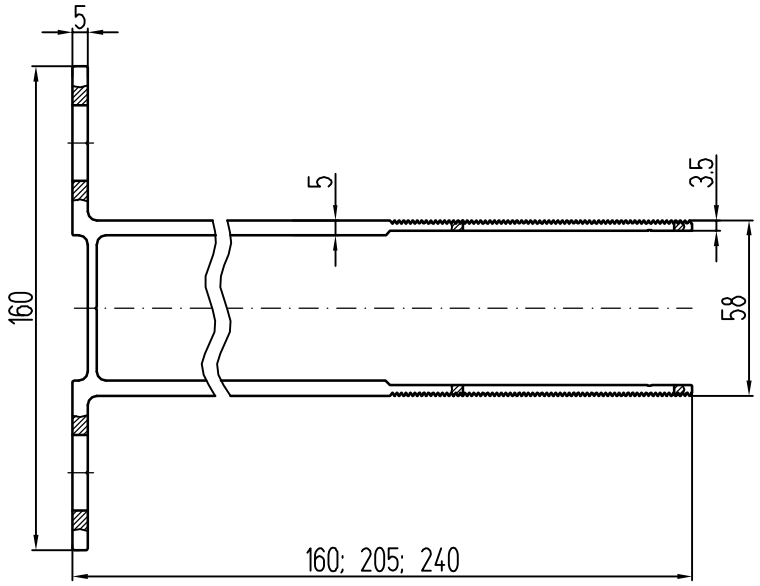
Обработка кронштейнов опорных КО



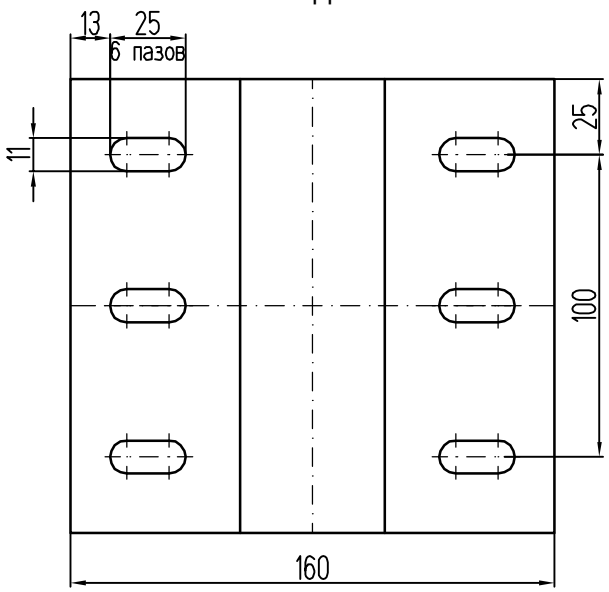
Обработка спаренных кронштейнов

Лист	
3.19	СИАЛ Навесная фасадная система



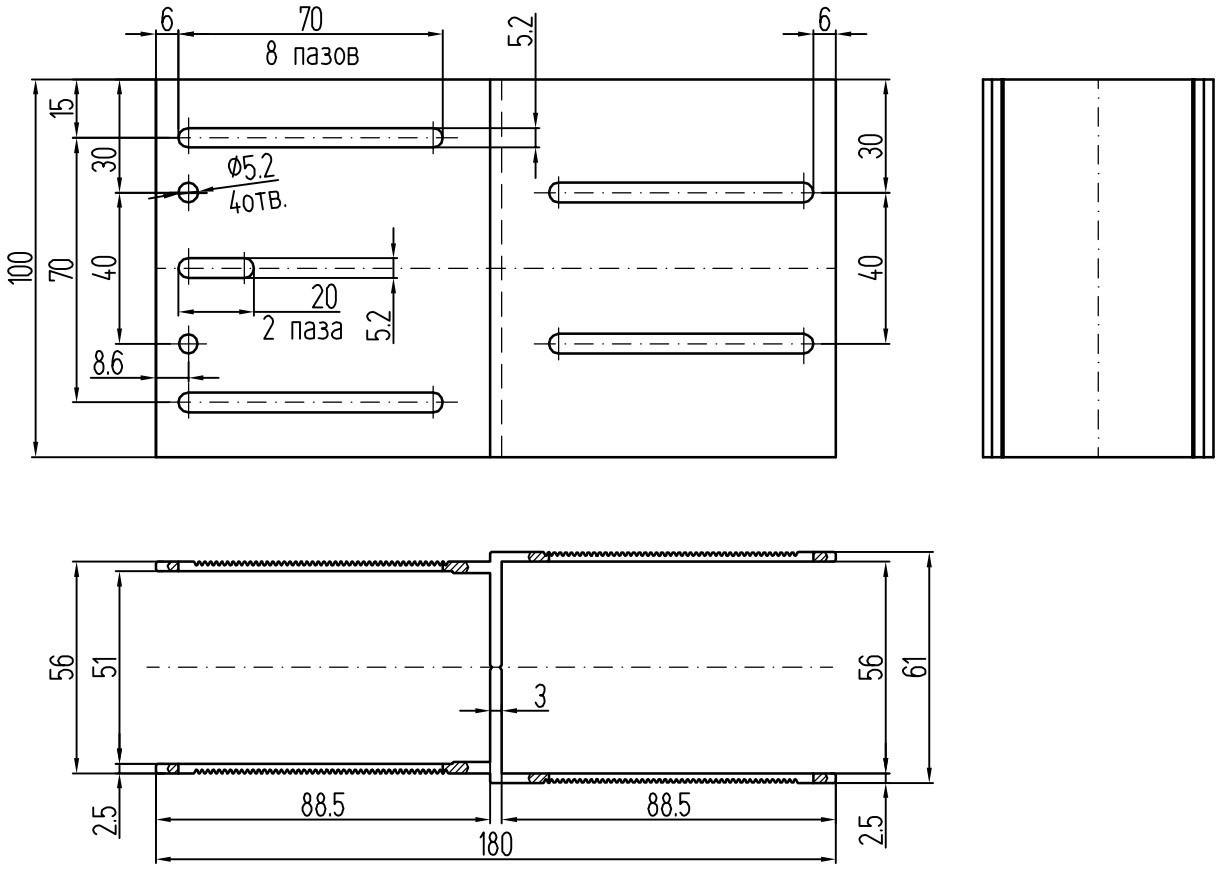


Вид А

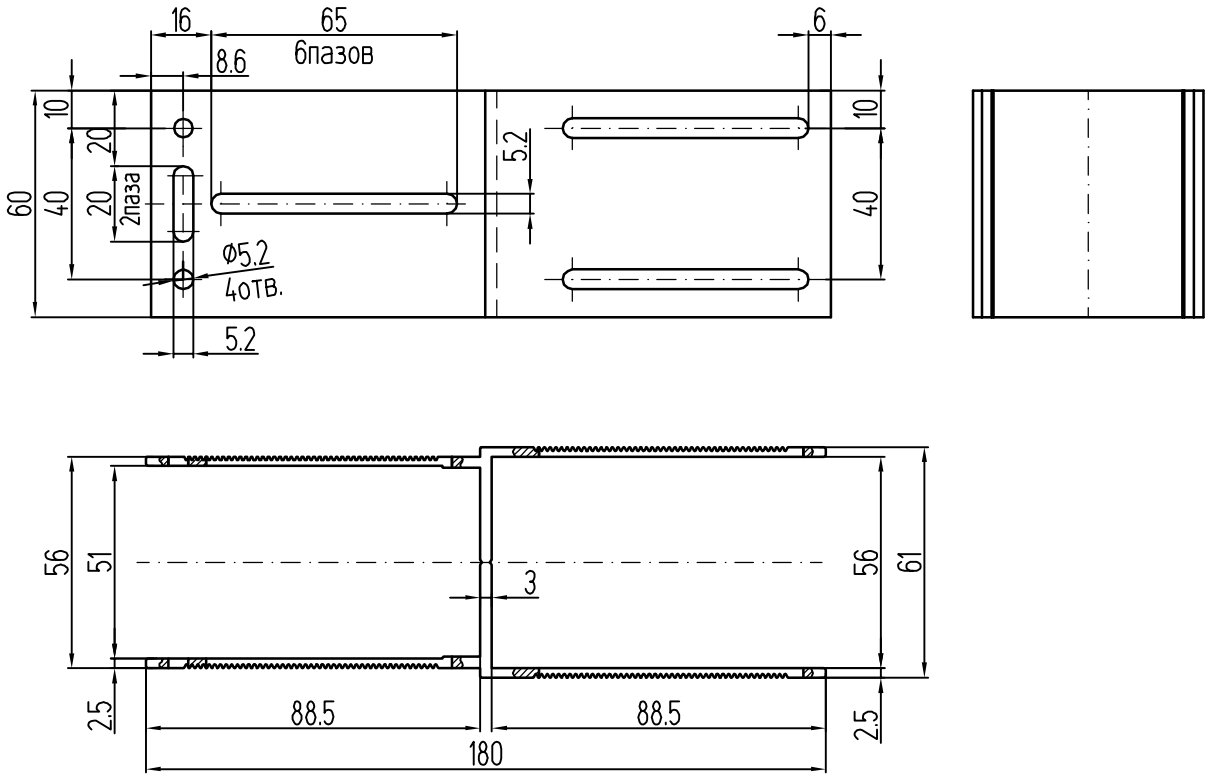


Обработка усиленных кронштейнов

СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 3.20

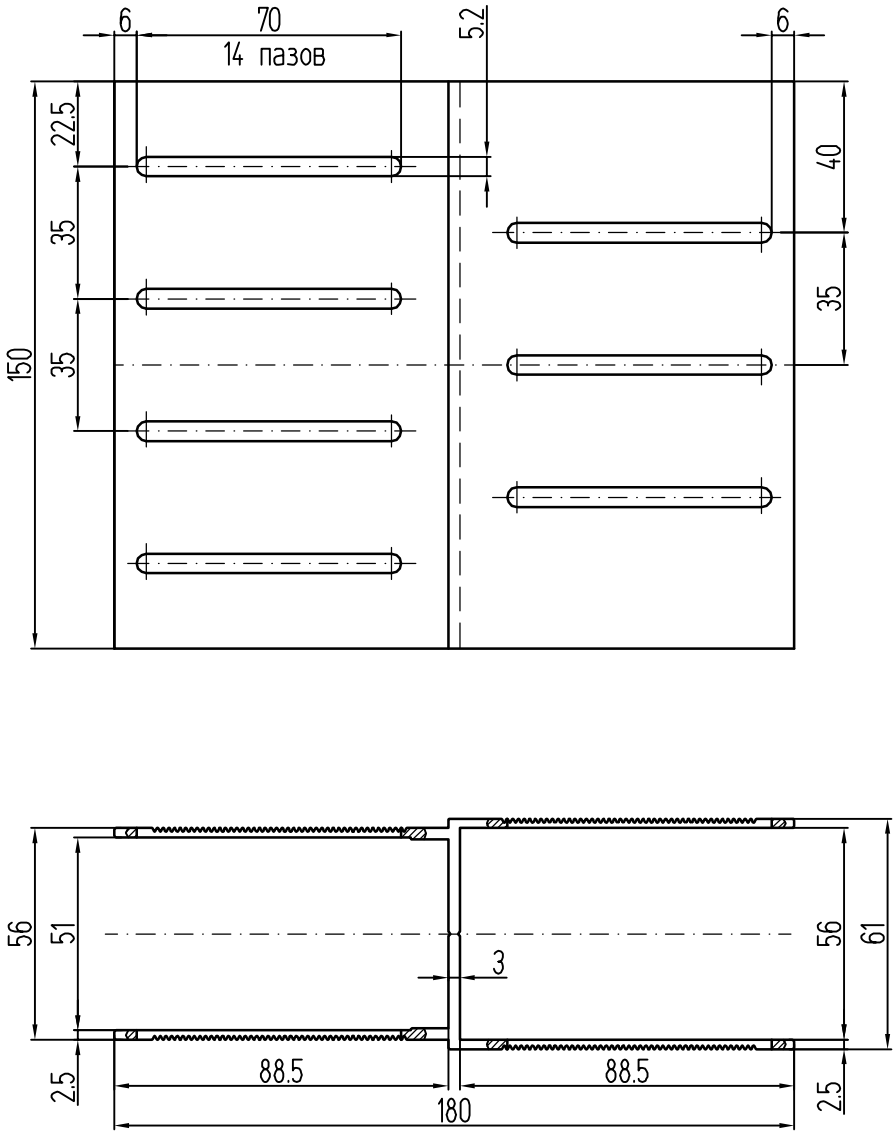


Обработка удлинителя кронштейна несущего УКН-180-КП45449-1

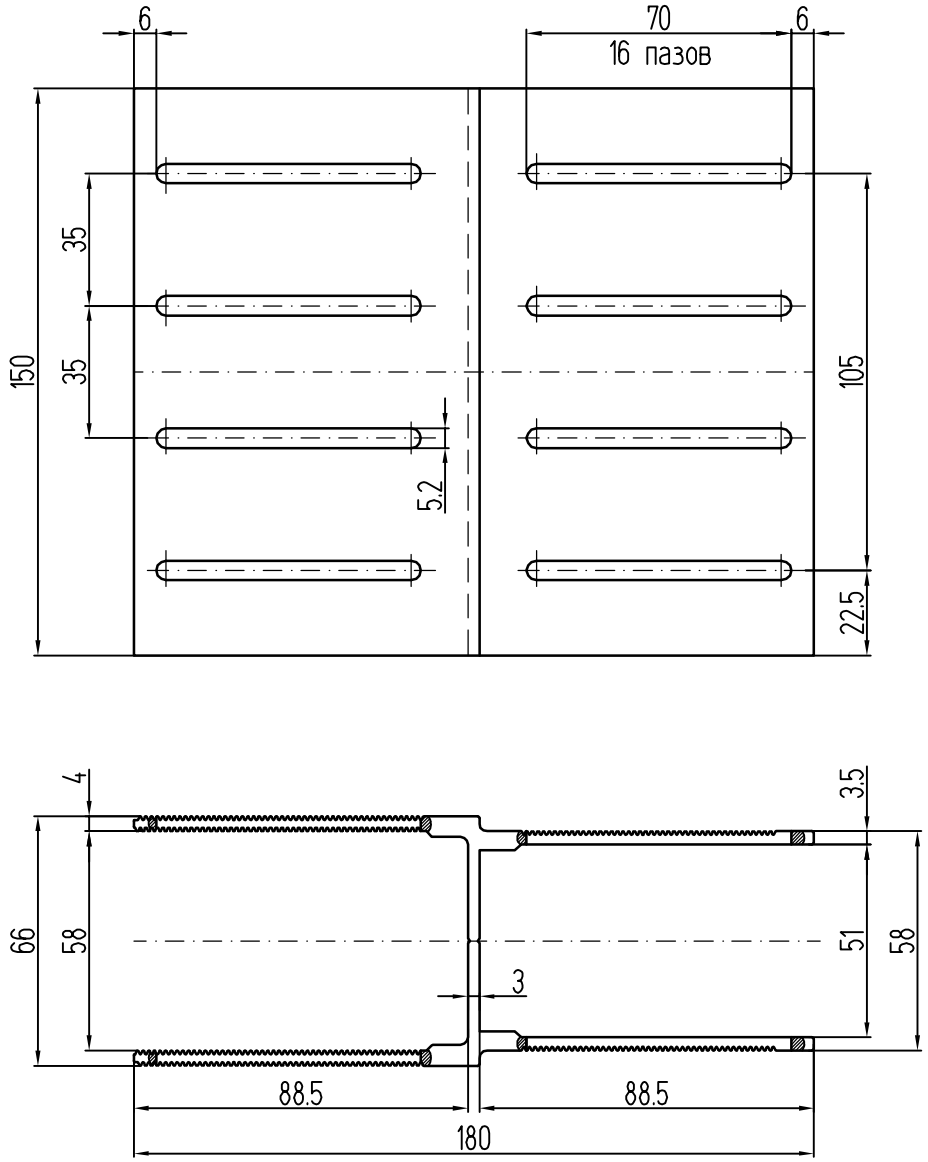


Обработка удлинителя кронштейна опорного УКО-180-КП45449-1

Лист	
3.21	СИАЛ Навесная фасадная система

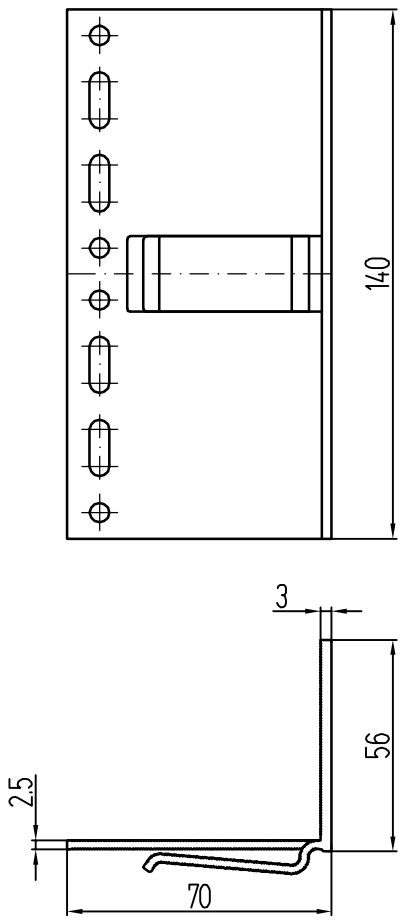


Обработка удлинителя кронштейна спаренного УКС-180-КП45449-1

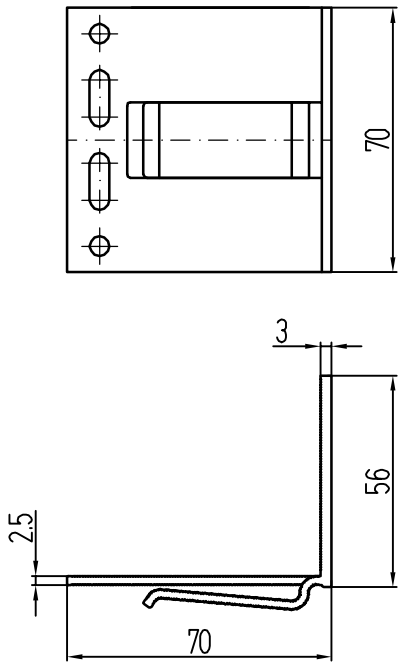


Обработка удлинителя кронштейна усиленного УКУ-180-КПС 580

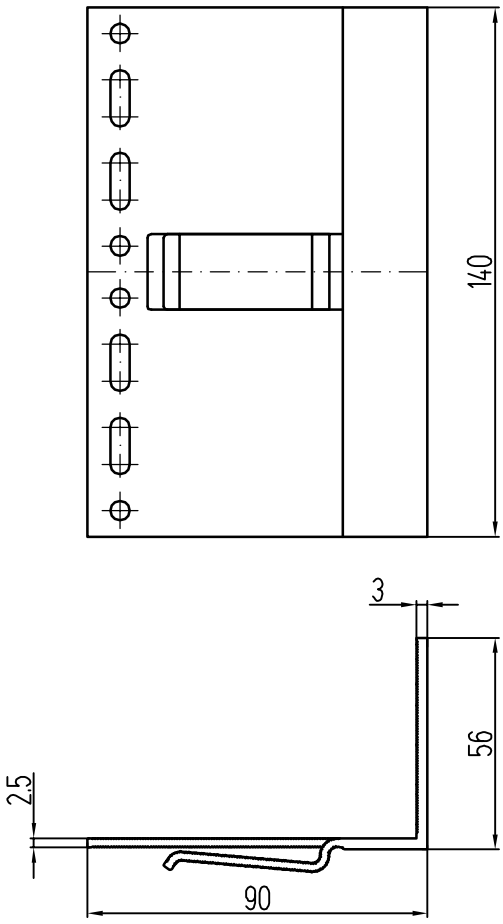
Г-ОБРАЗНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ И УДЛИНИТЕЛИ



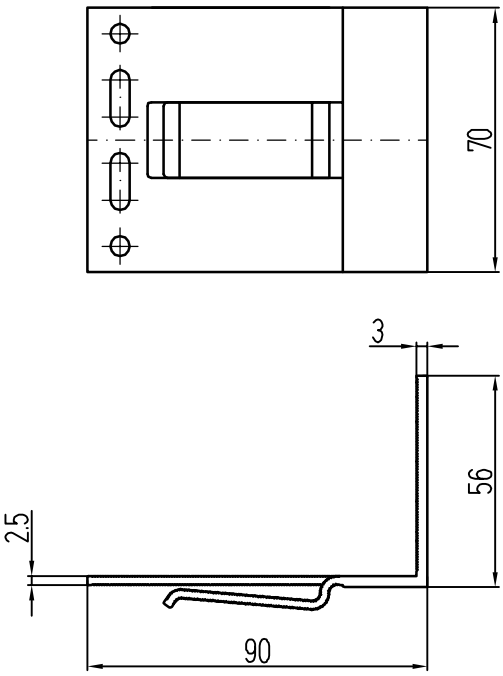
Кронштейн несущий КН-70-КПС 300-1



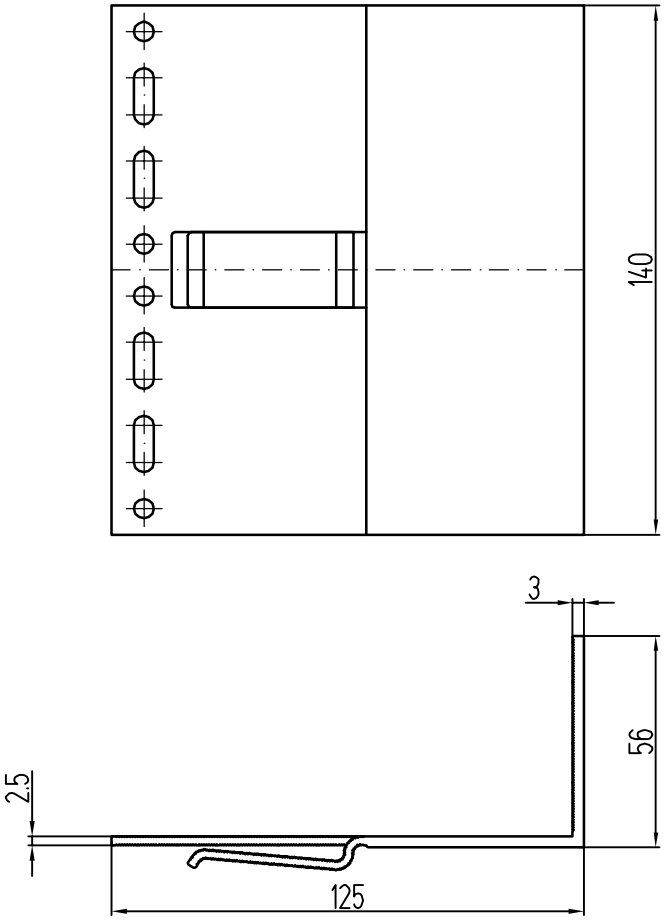
Кронштейн опорный КО-70-КПС 300-1



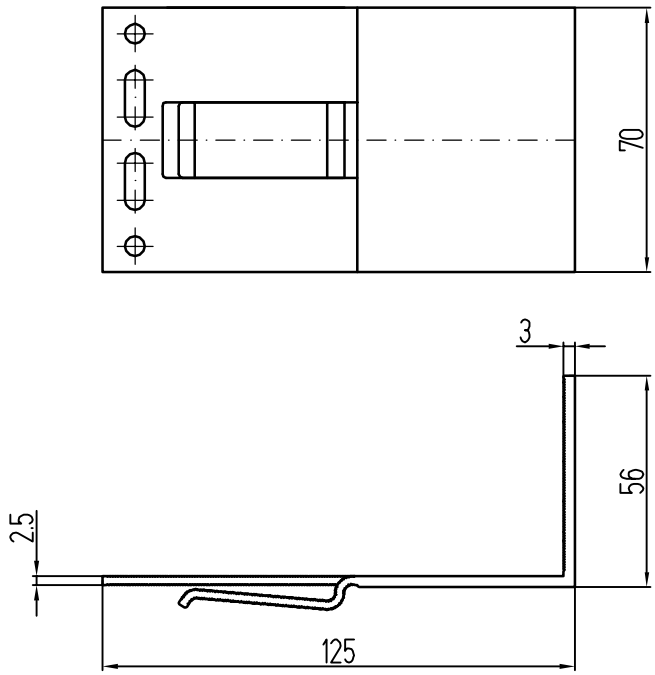
Кронштейн несущий КН-90-КПС 301-1



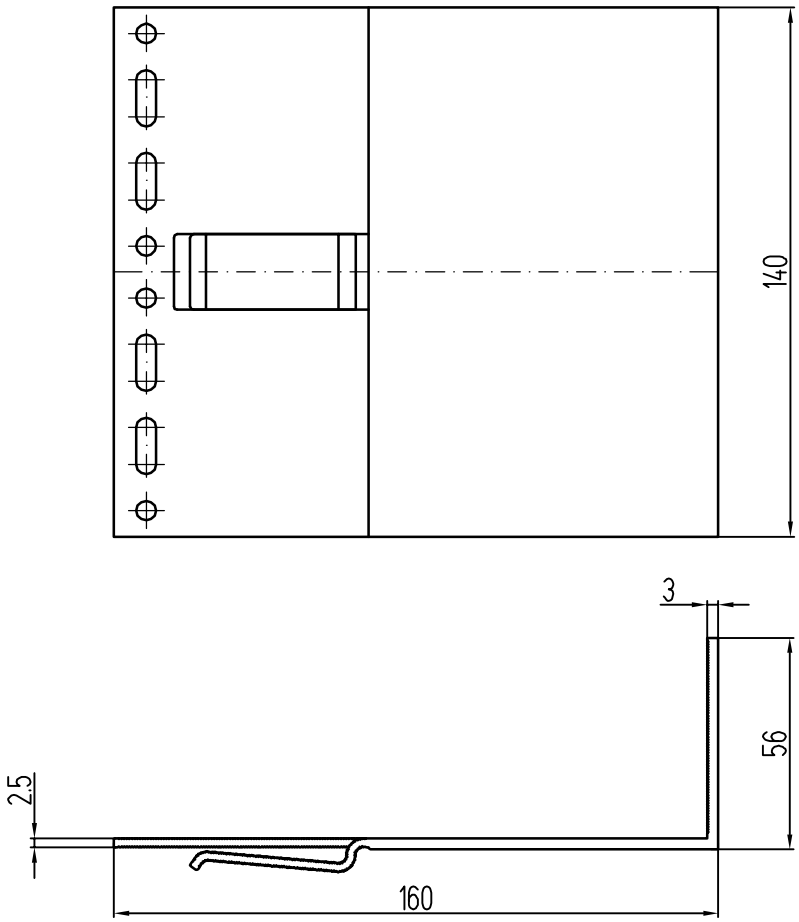
Кронштейн опорный КО-90-КПС 301-1



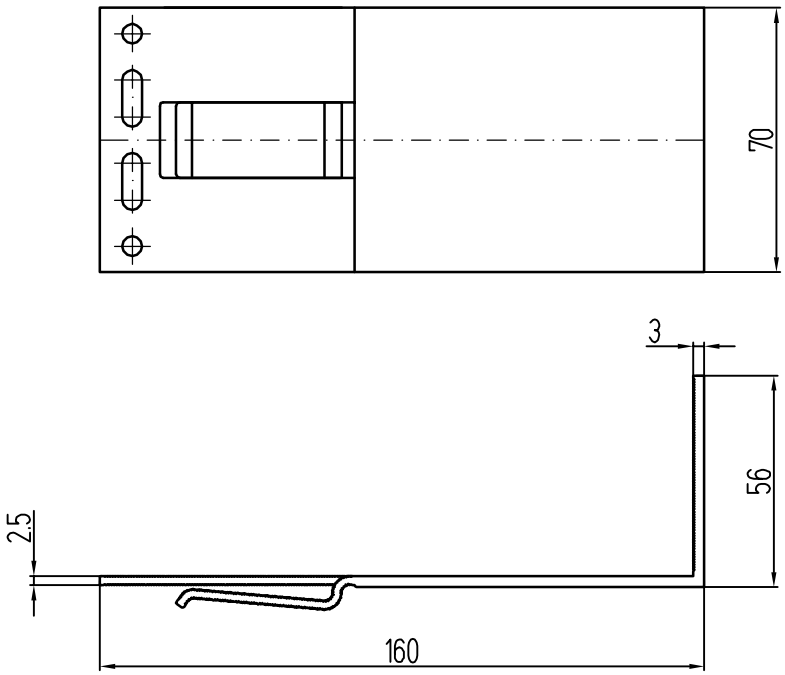
Кронштейн несущий КН-125-КПС 302-1



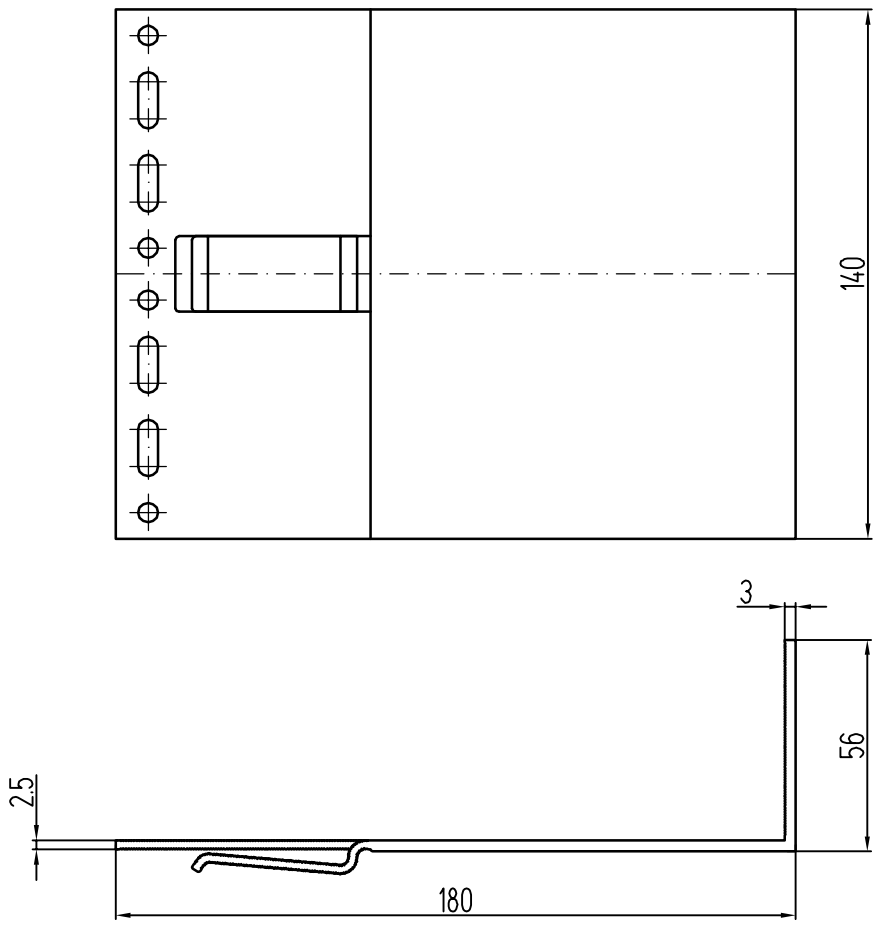
Кронштейн опорный КО-125-КПС 302-1



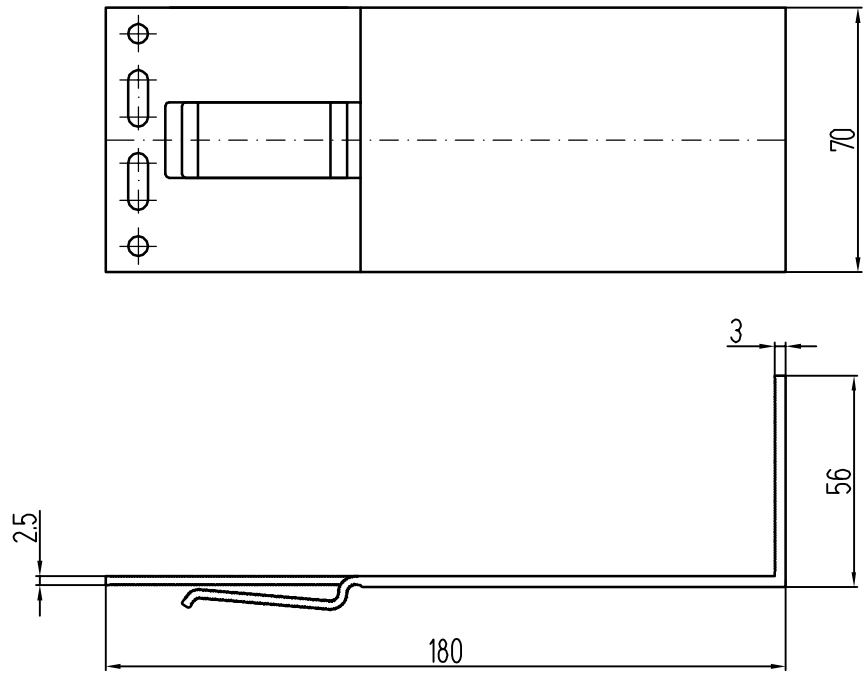
Кронштейн несущий КН-160-КПС 303-1



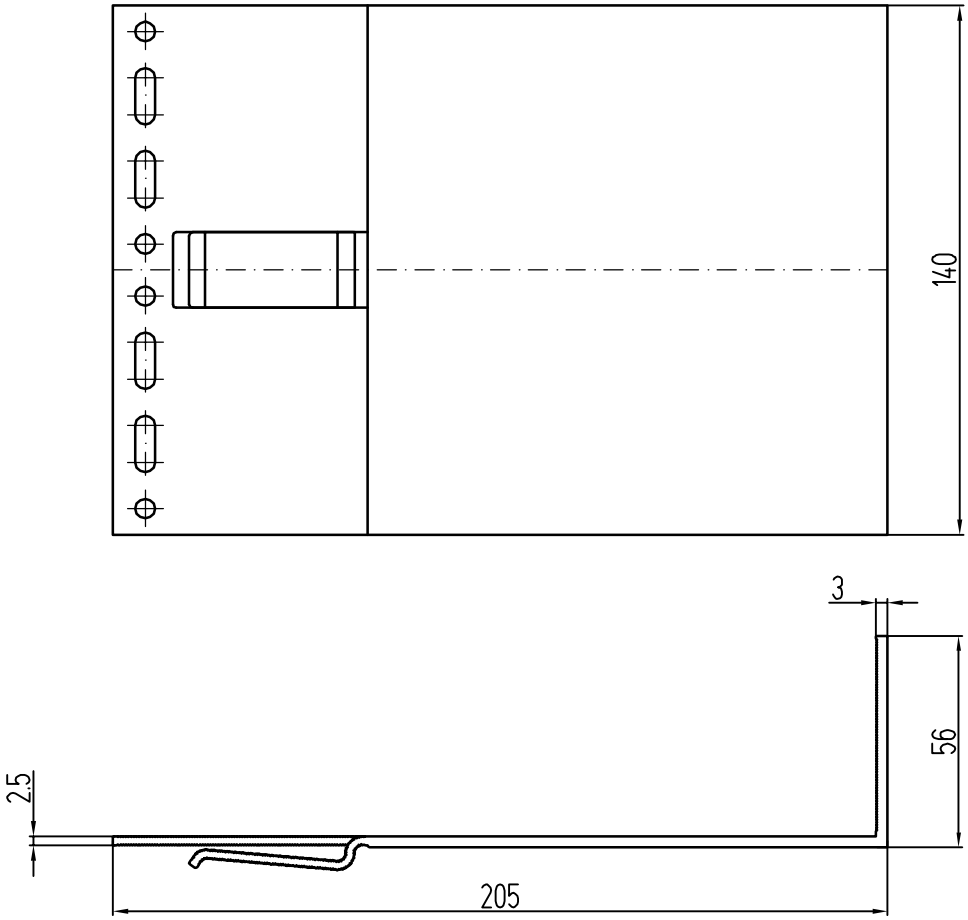
Кронштейн опорный КО-160-КПС 303-1



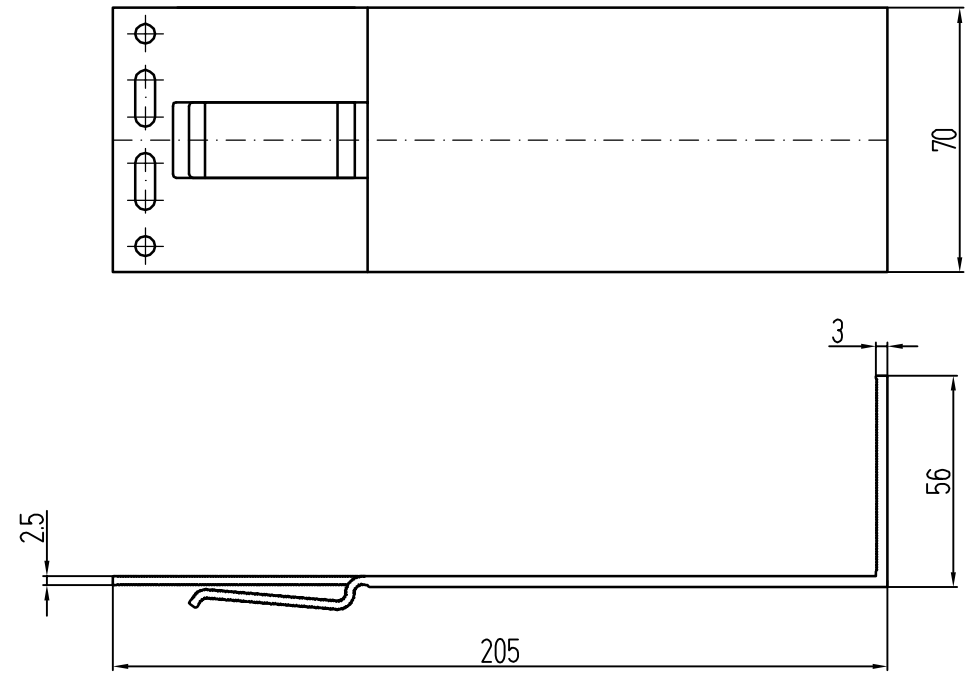
Кронштейн несущий КН-180-КПС 304-1



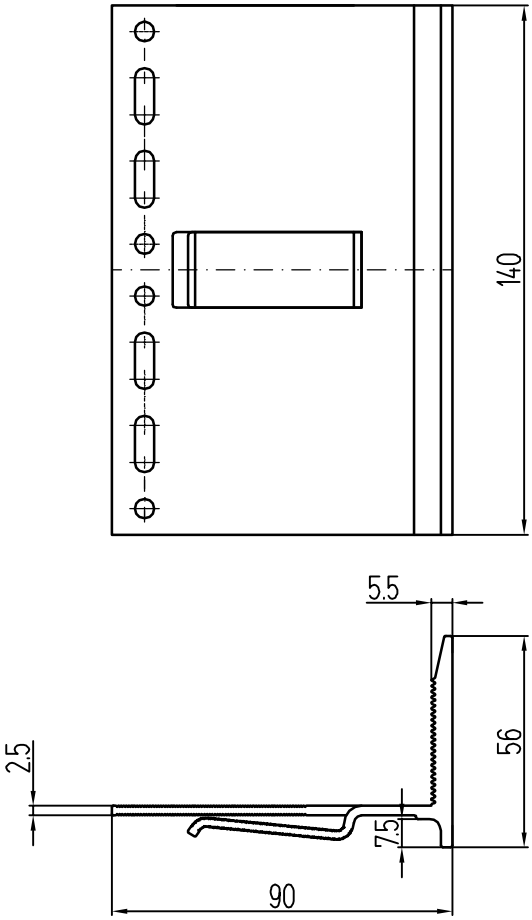
Кронштейн опорный КО-180-КПС 304-1



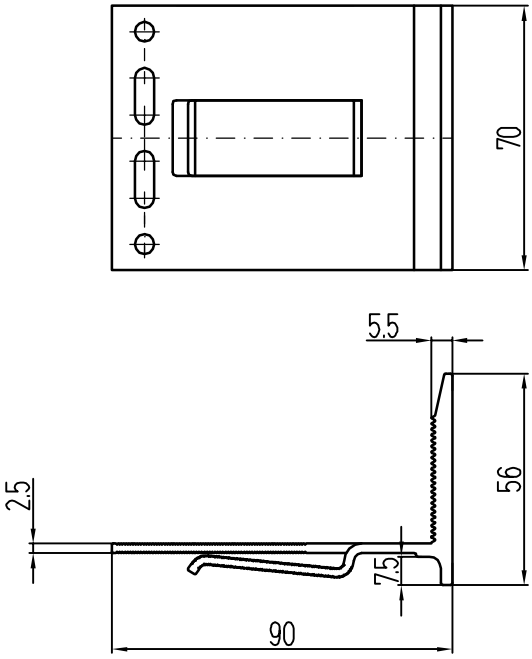
Кронштейн несущий КН-205-КПС 305-1



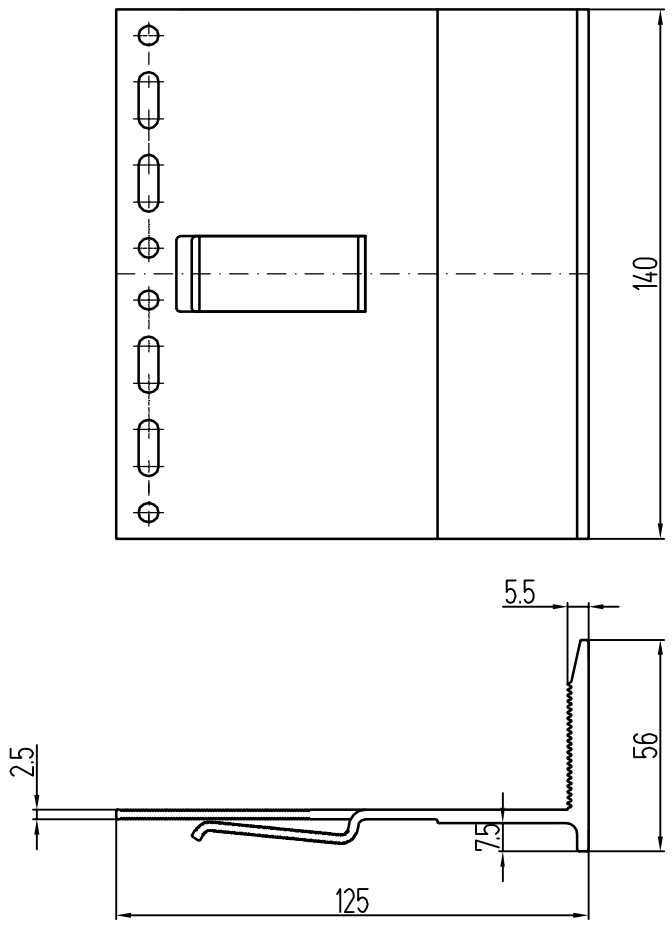
Кронштейн опорный КО-205-КПС 305-1



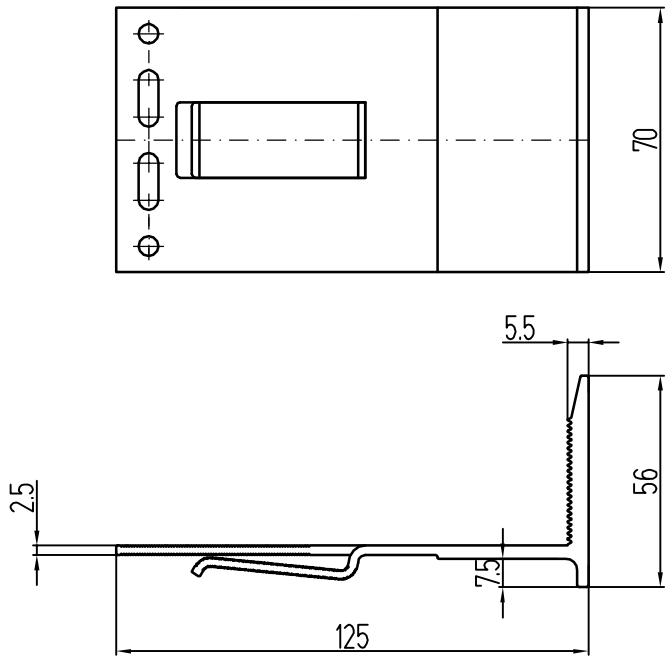
Кронштейн несущий КН-90-КПС 840



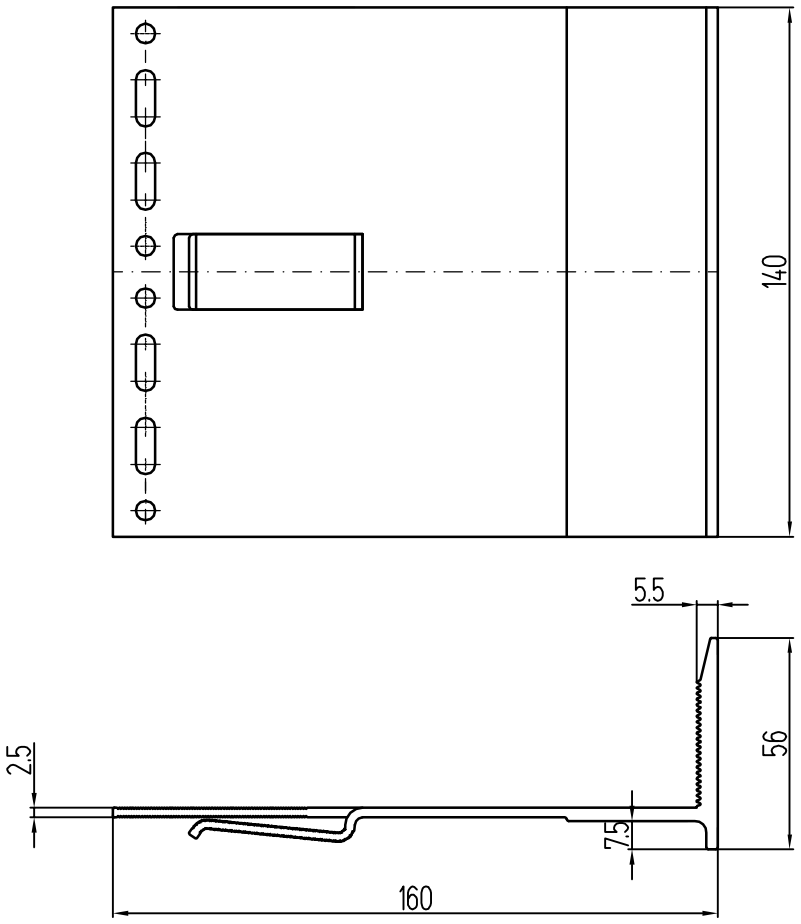
Кронштейн опорный КО-90-КПС 840



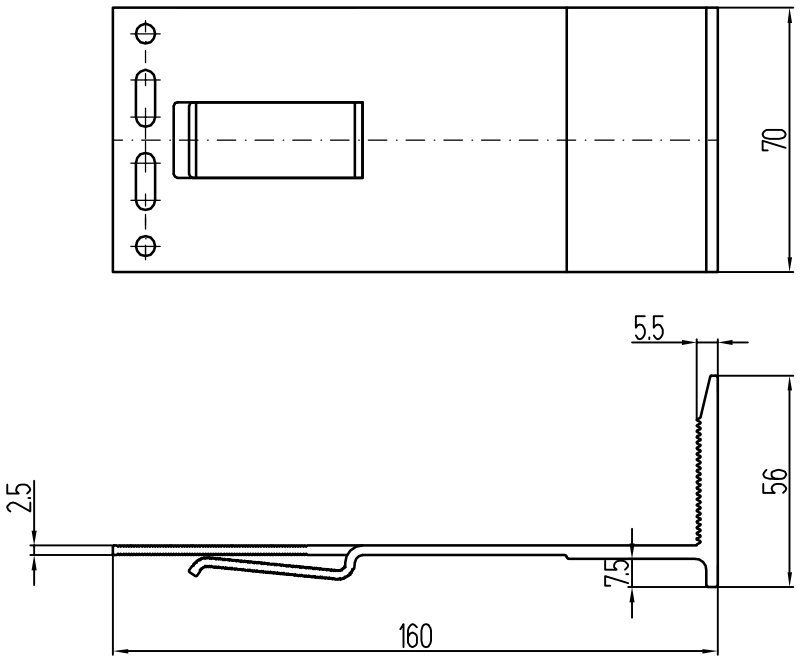
Кронштейн несущий КН-125-КПС 841



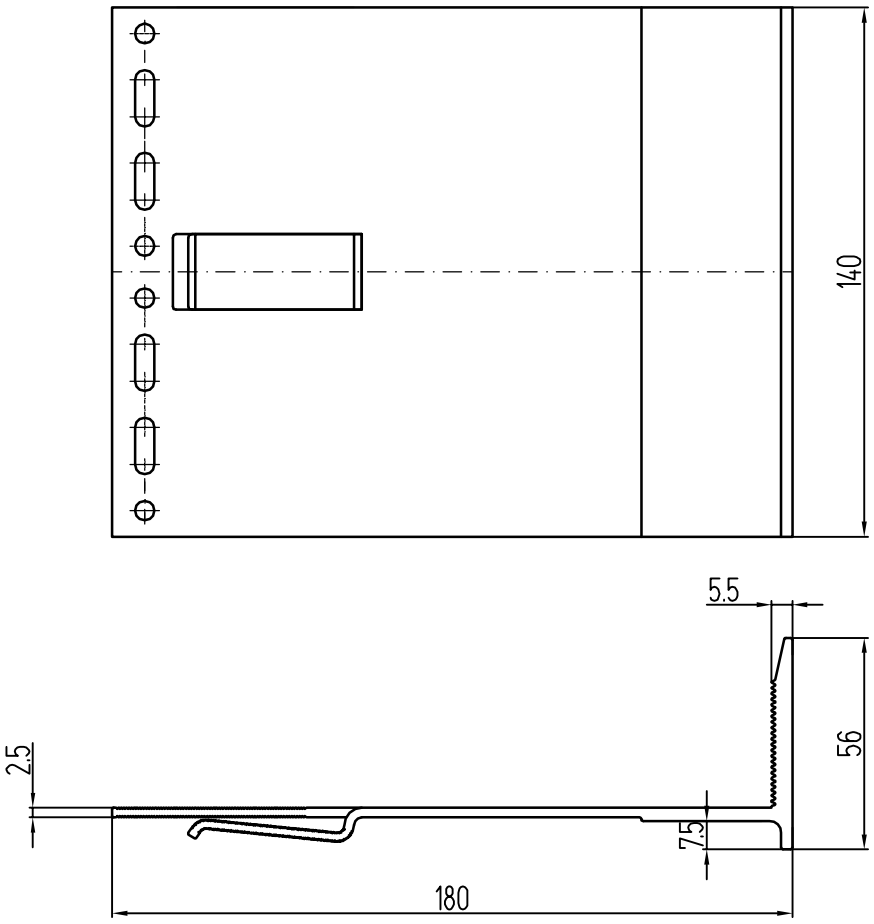
Кронштейн опорный КО-125-КПС 841



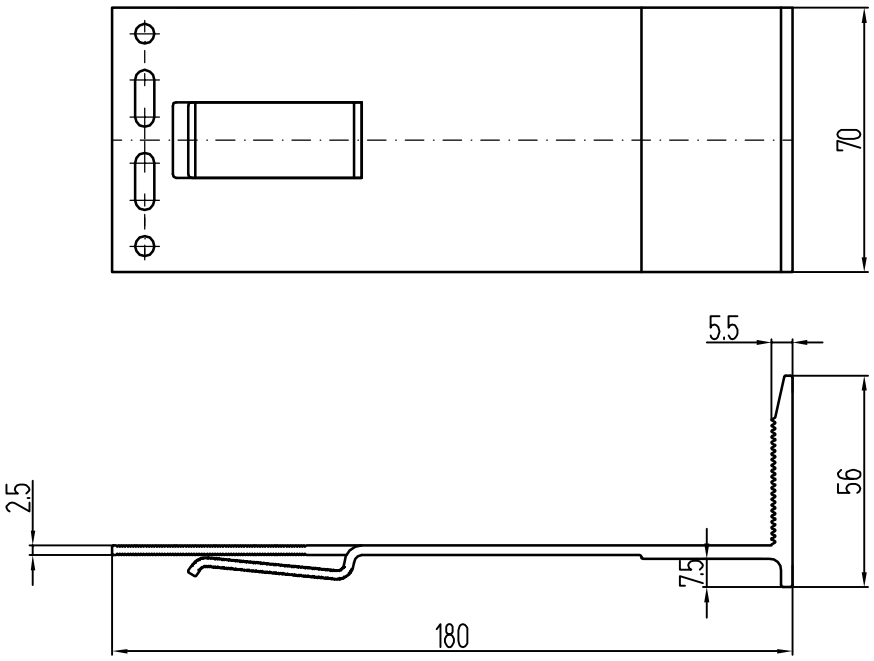
Кронштейн несущий КН-160-КПС 720



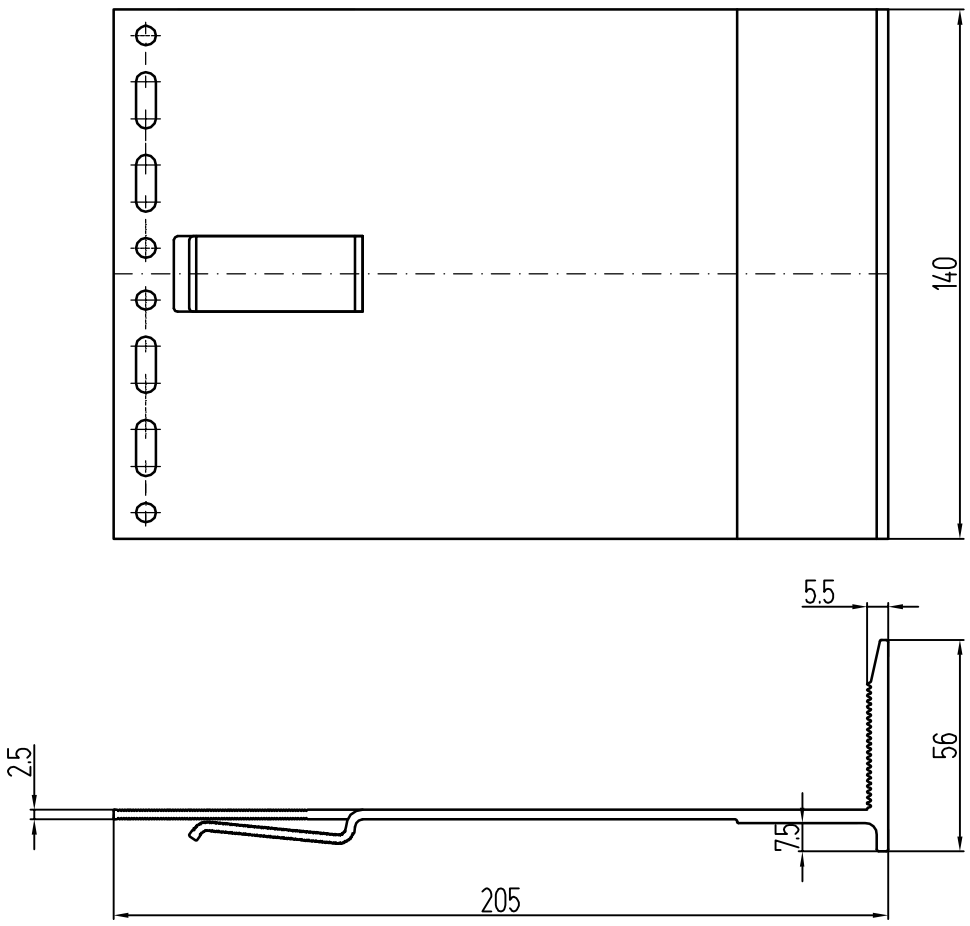
Кронштейн опорный КО-160-КПС 720



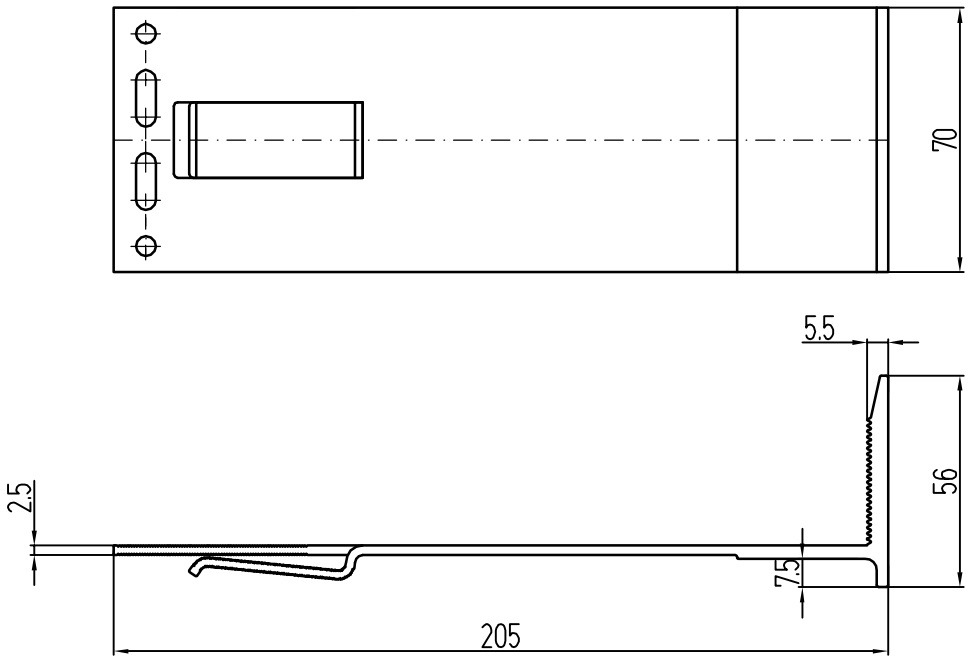
Кронштейн несущий КН-180-КПС 842



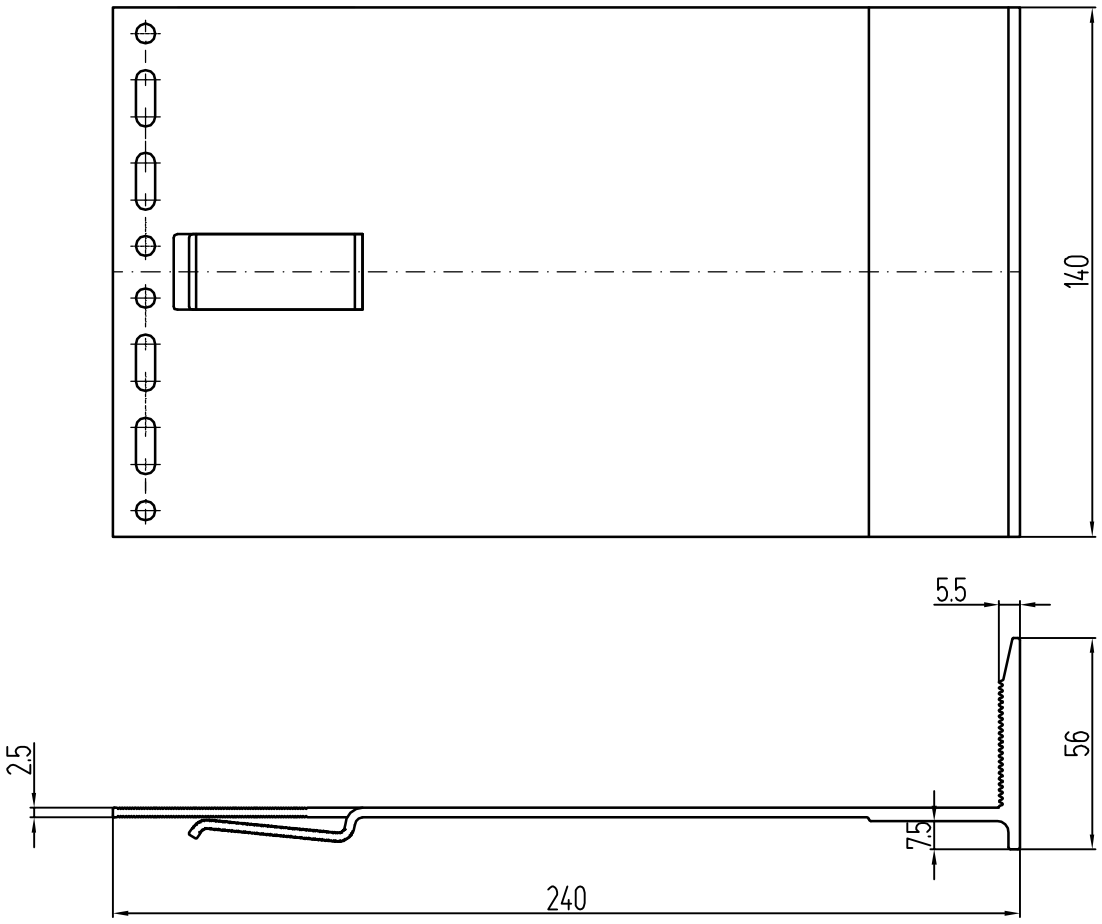
Кронштейн опорный КО-180-КПС 842



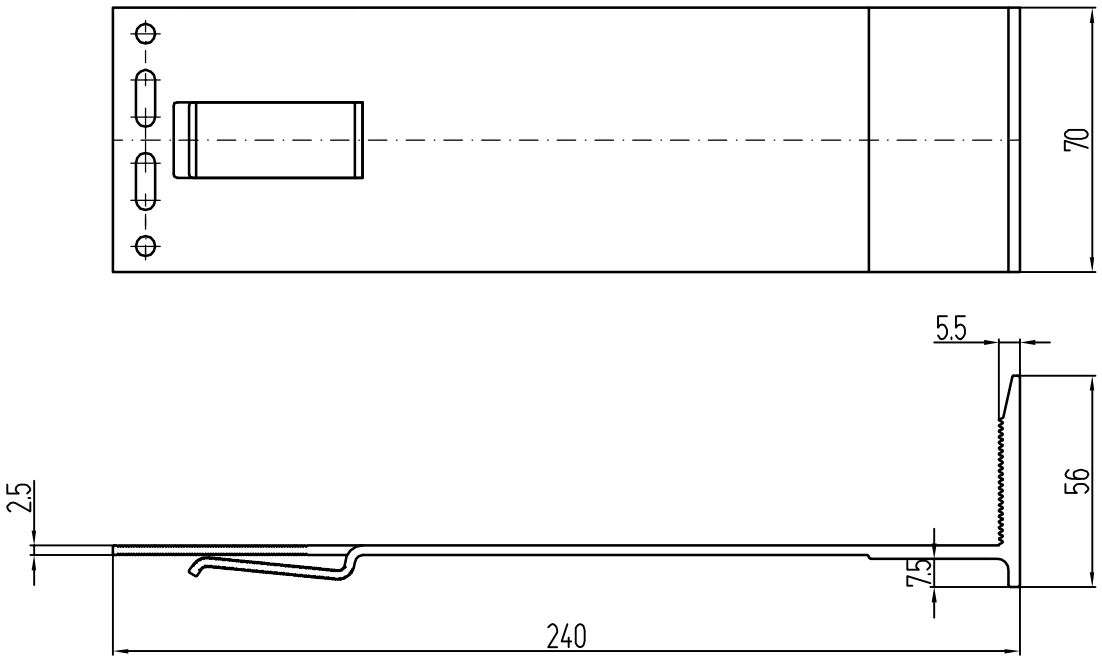
Кронштейн несущий КН-205-КПС 721



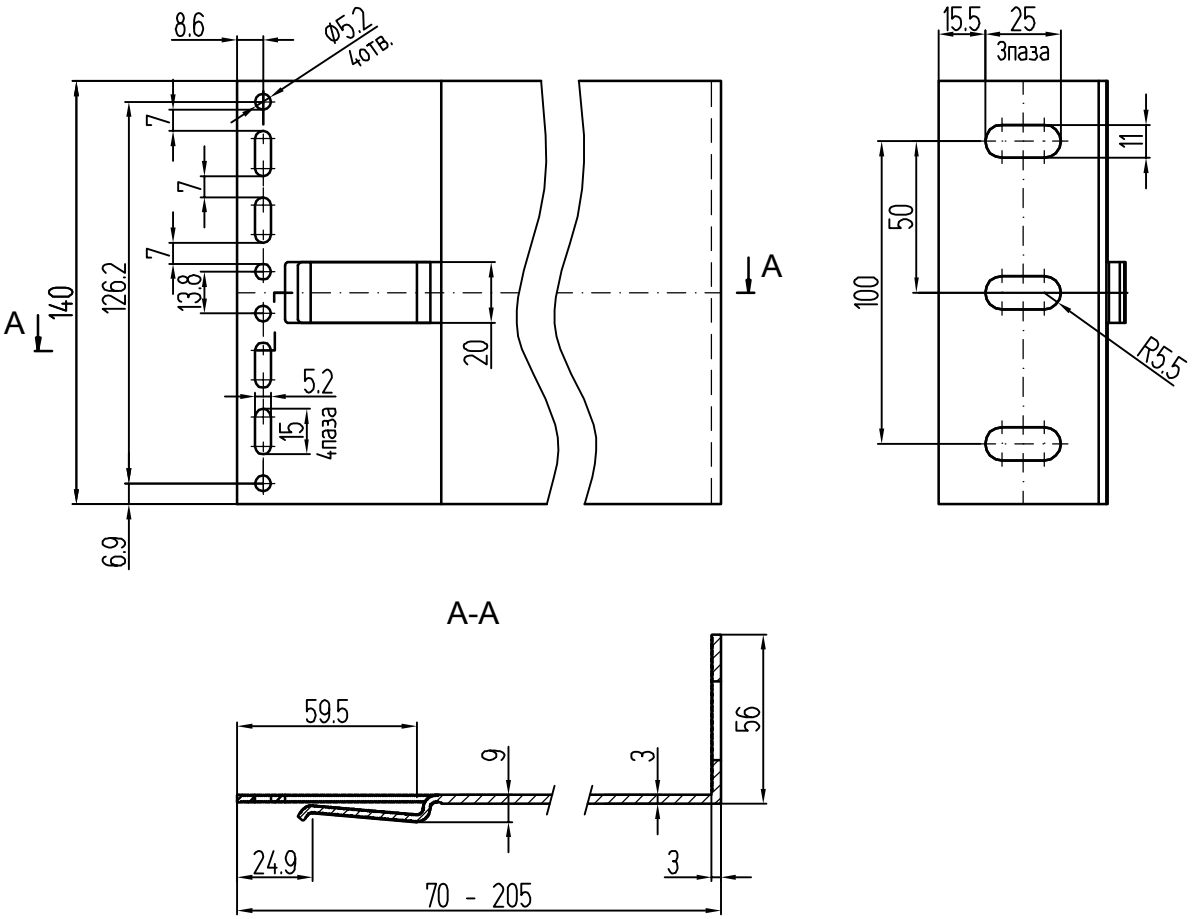
Кронштейн опорный КО-205-КПС 721



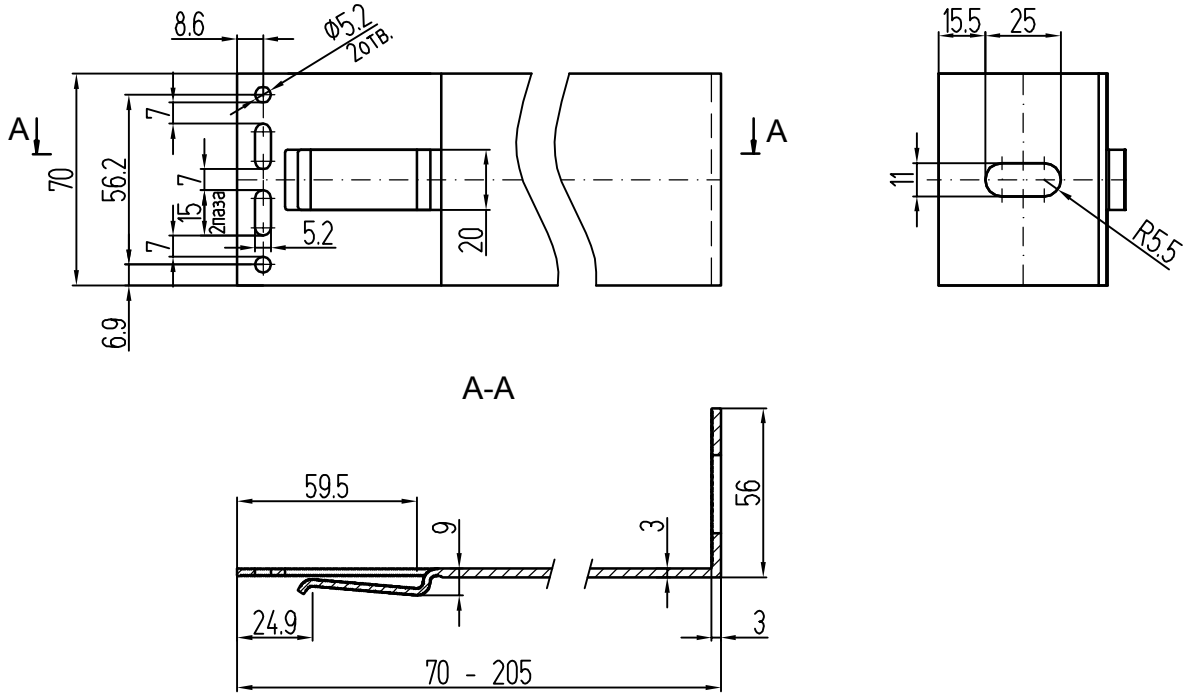
Кронштейн несущий КН-240-КПС 722



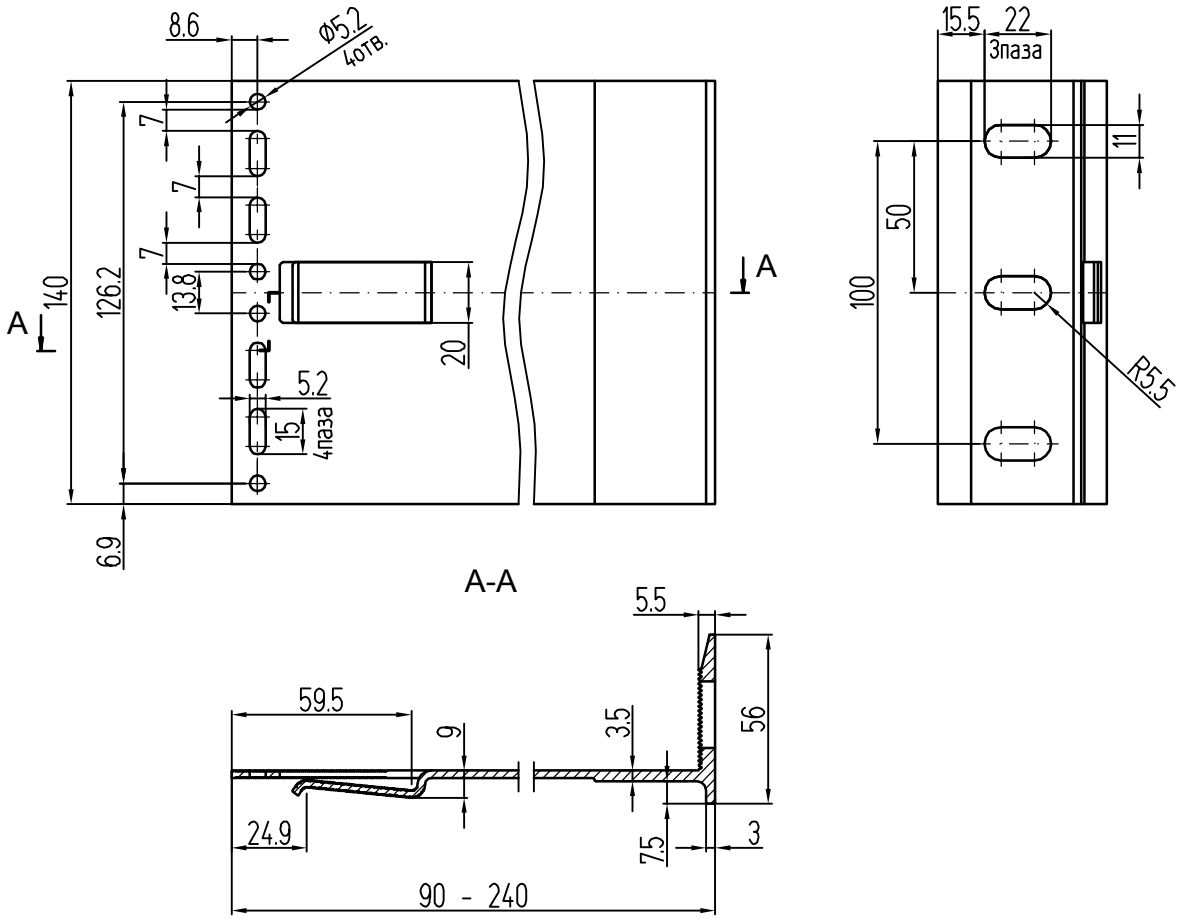
Кронштейн опорный КО-240-КПС 722



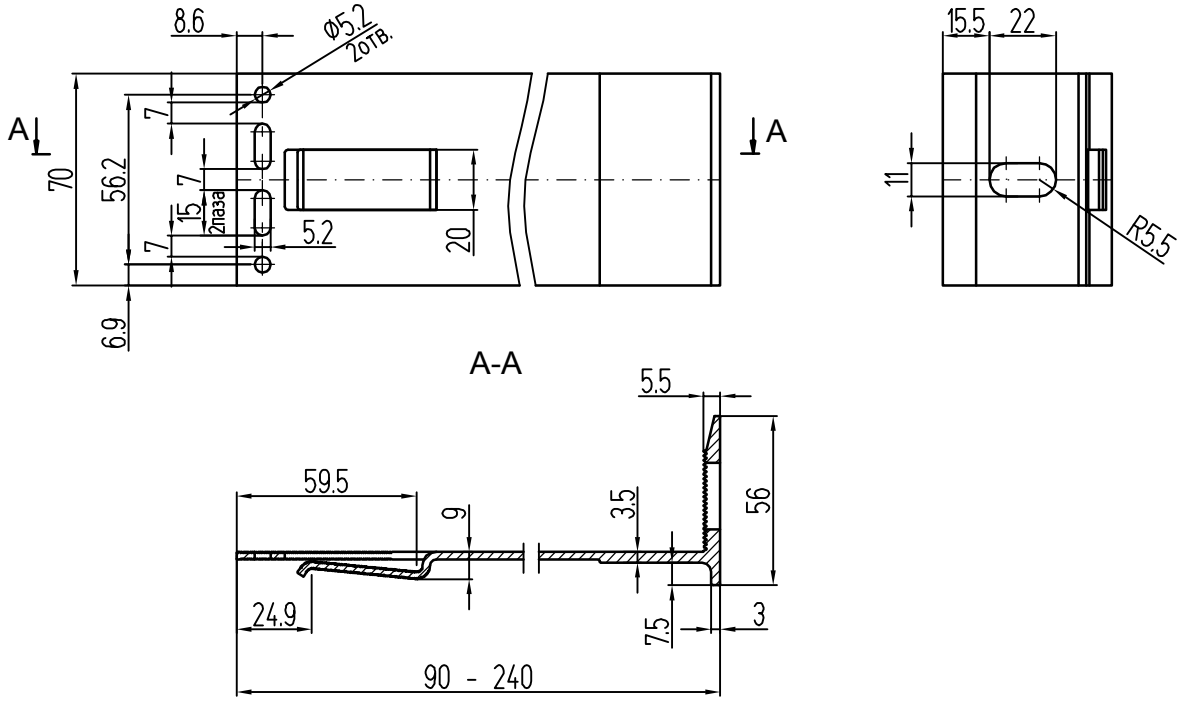
Обработка кронштейнов несущих КН
(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



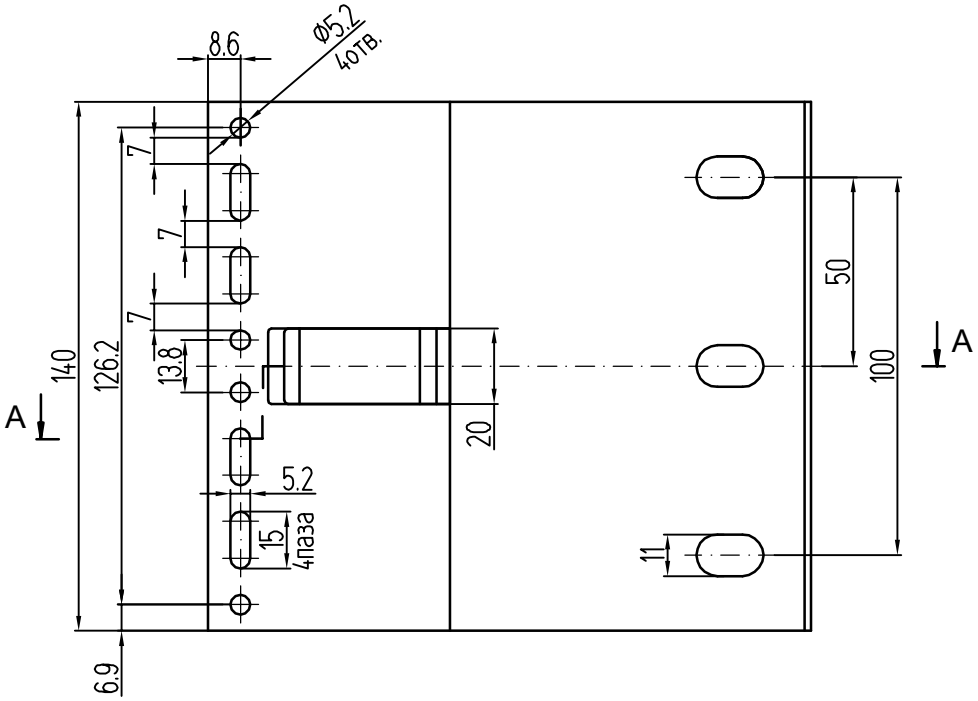
Обработка кронштейнов опорных КО
(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



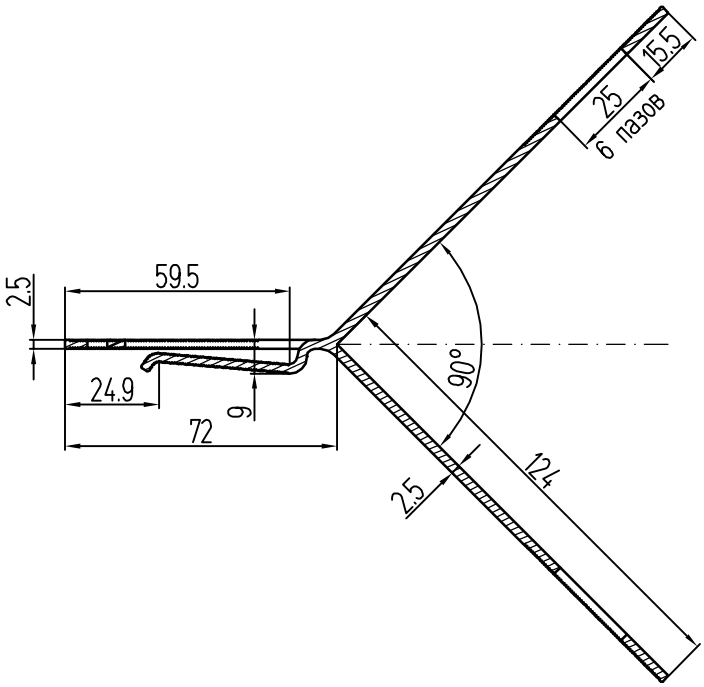
Обработка кронштейнов несущих КН
(КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841, КПС 842)



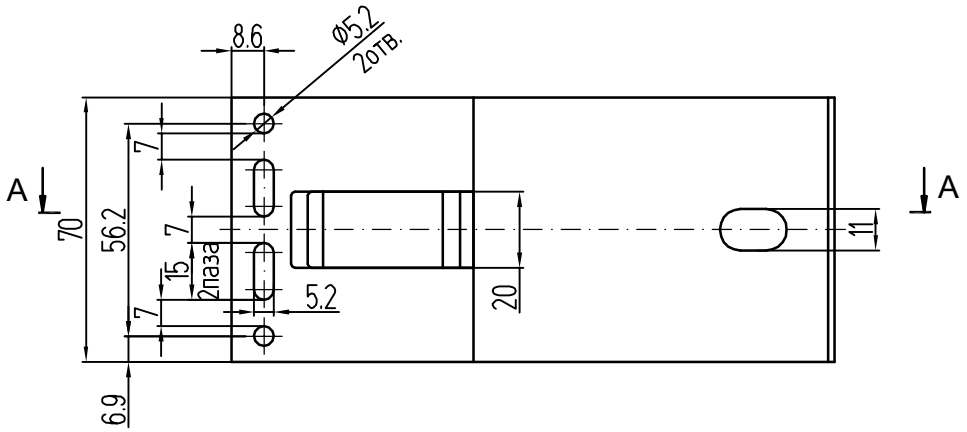
Обработка кронштейнов опорных КО
(КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841, КПС 842)



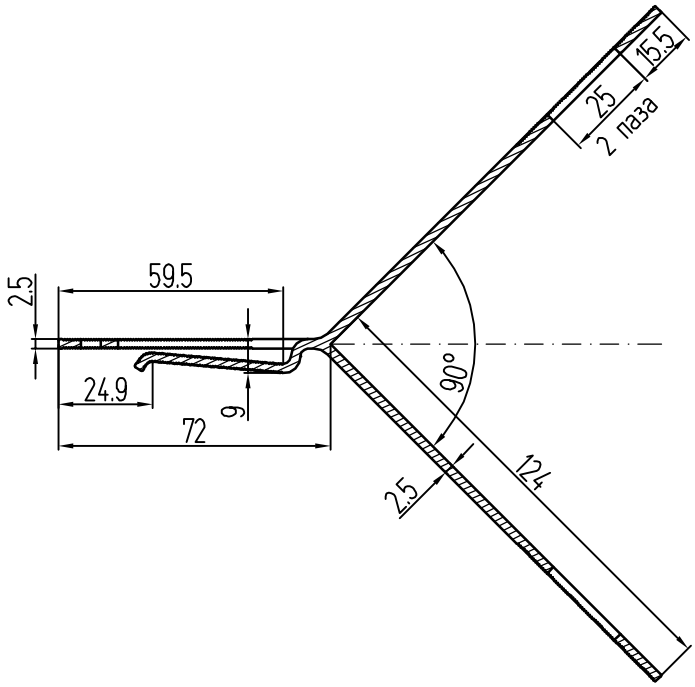
А-А



Обработка кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374

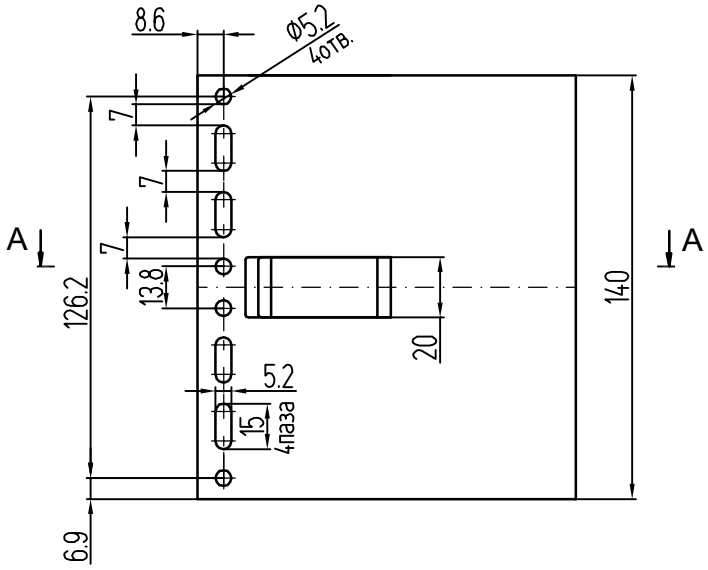


А-А

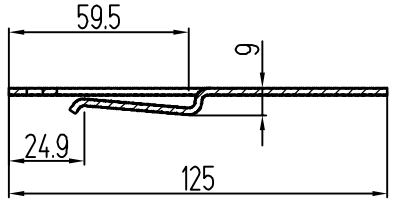


Обработка кронштейна опорного углового КОУ-КПС 374

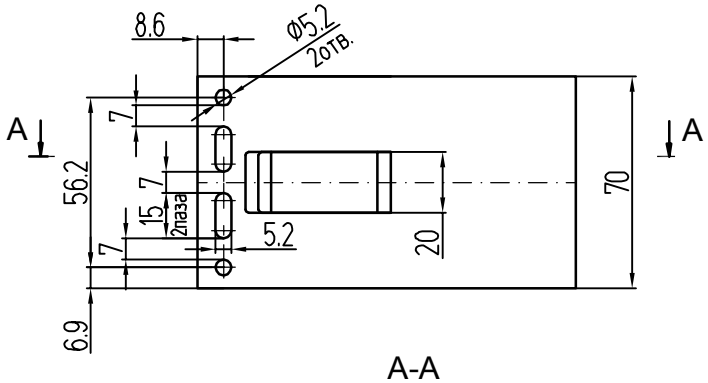
Лист		
3.39	СИАЛ	Навесная фасадная система



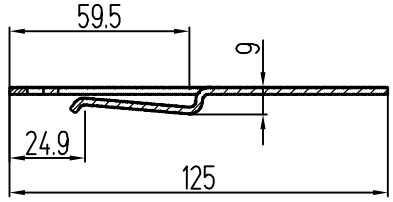
А-А



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

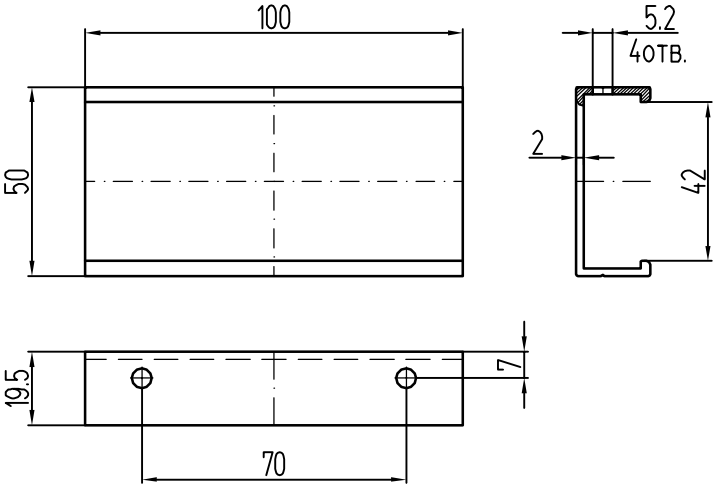


А-А

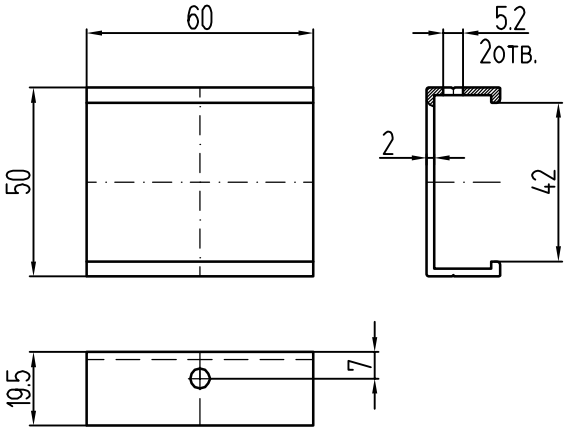


Обработка удлинителя кронштейна опорного УКО-125-КПС 306-1

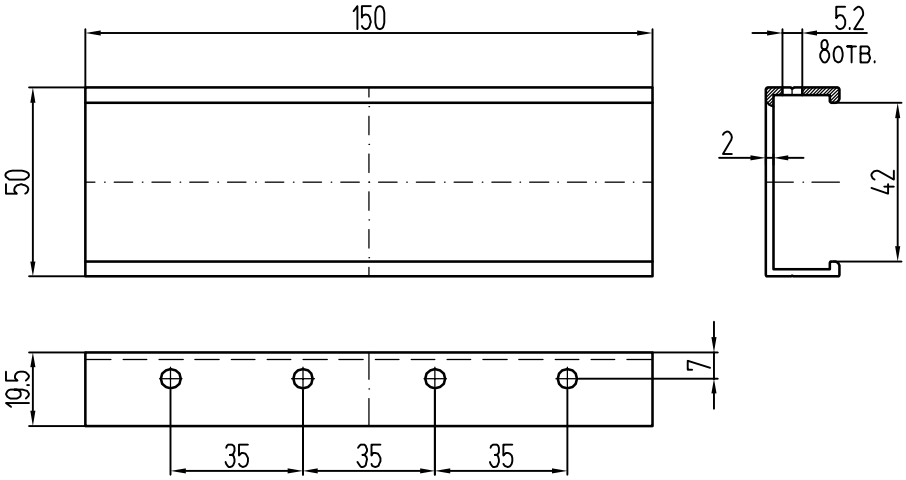
САЛАЗКИ



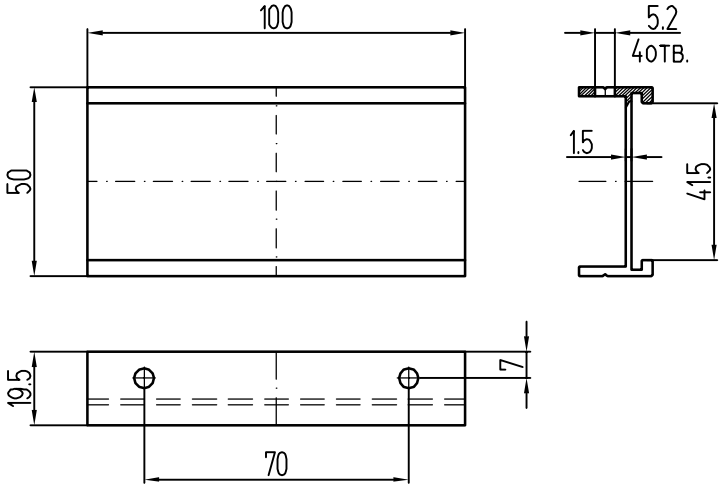
Салазка большая СБ-КП45461



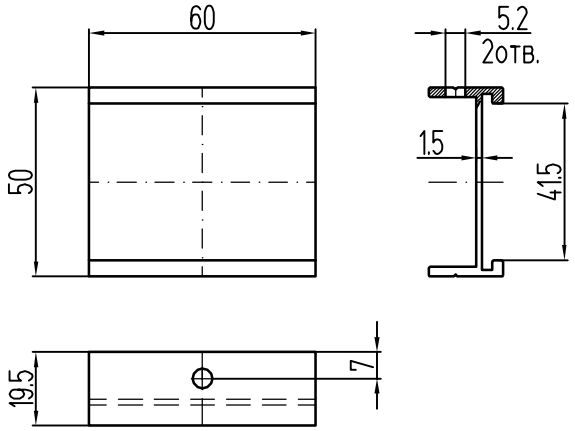
Салазка малая СМ-КП45461



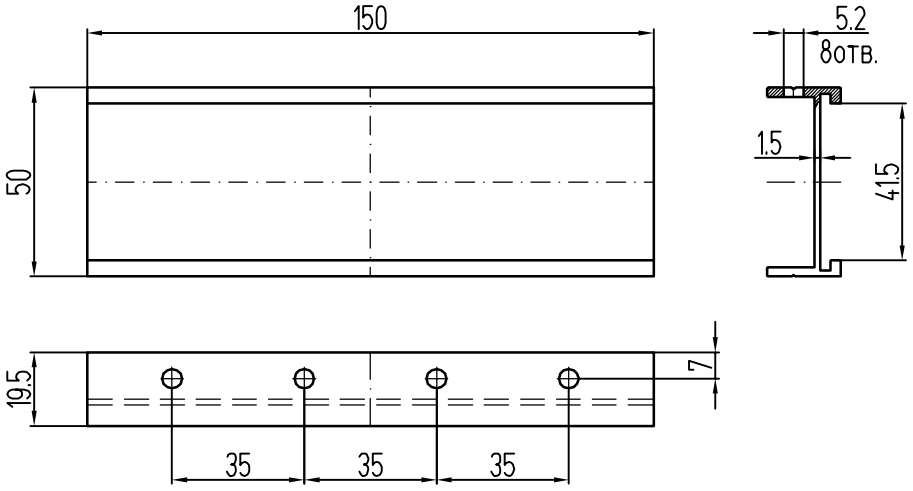
Салазка увеличенная СУ-КП45461



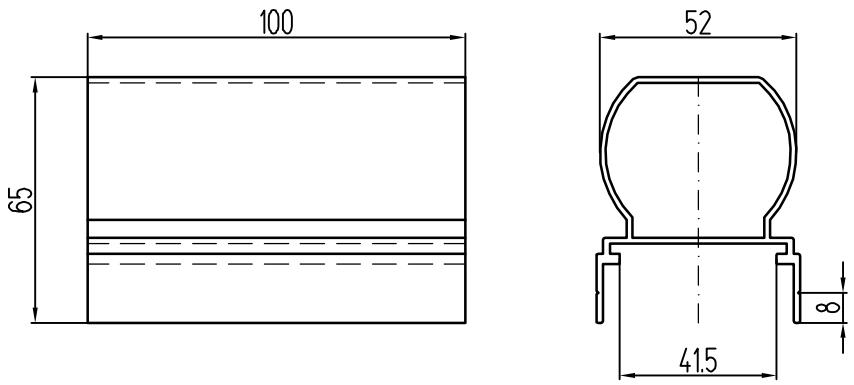
Салазка большая СБ-КПС 257



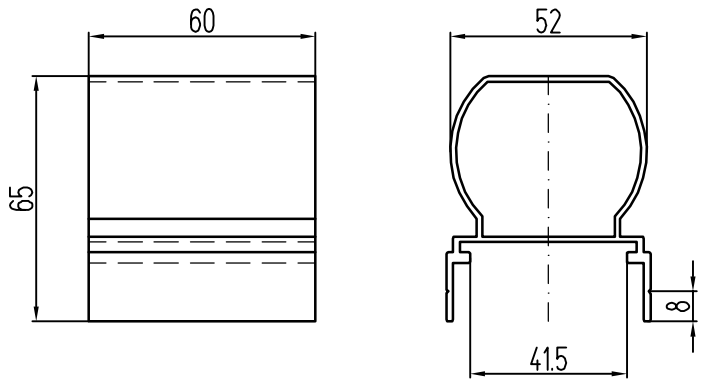
Салазка малая СМ-КПС 257



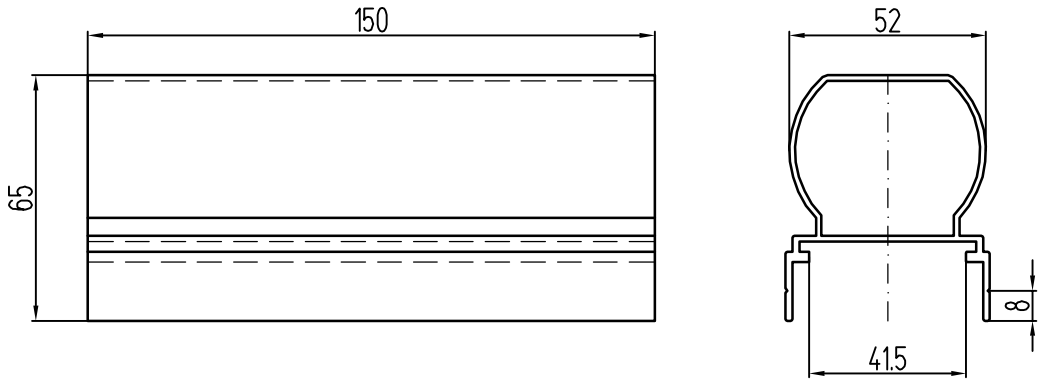
Салазка увеличенная СУ-КПС 257



Салазка большая СБ-КПС 581



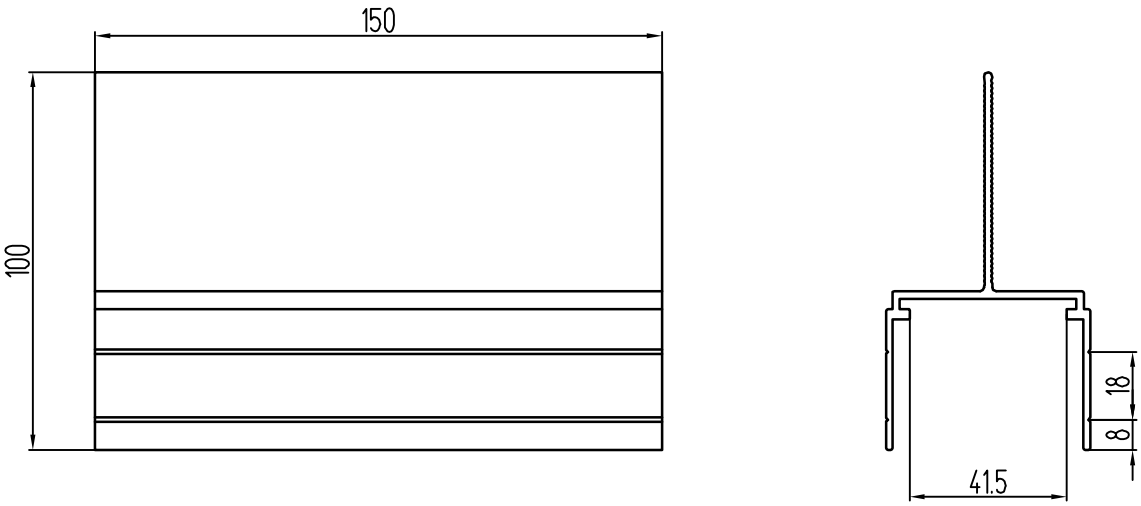
Салазка малая СМ-КПС 581



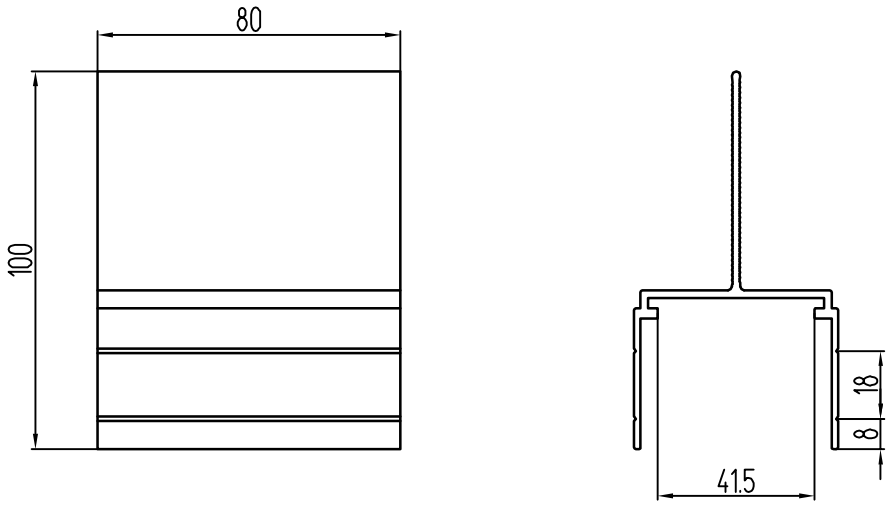
Салазка увеличенная СУ-КПС 581

Лист	
3.43	СИАЛ Навесная фасадная система

АДАПТЕРЫ

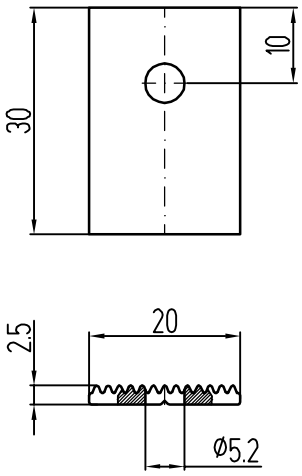


Адаптер большой АБ-КПС 819

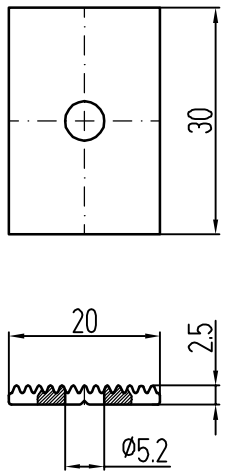


Адаптер малый АМ-КПС 819

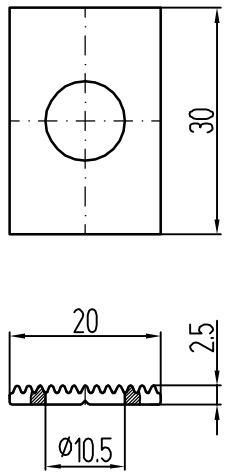
ШАЙБЫ ФИКСИРУЮЩИЕ



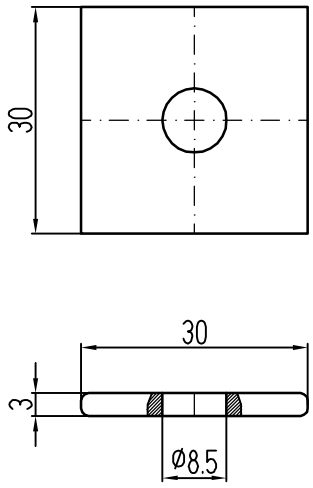
Шайба
фиксирующая
ШФ-5-КП45435-1



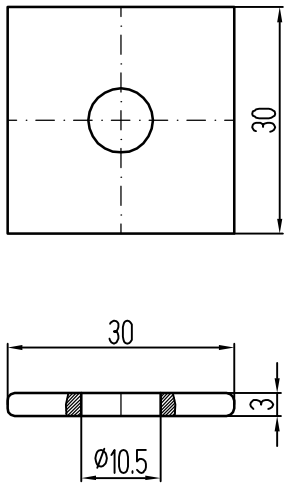
Шайба
фиксирующая
ШФ-5ц-КП45435-1



Шайба
фиксирующая
ШФ-10-КП45435-1

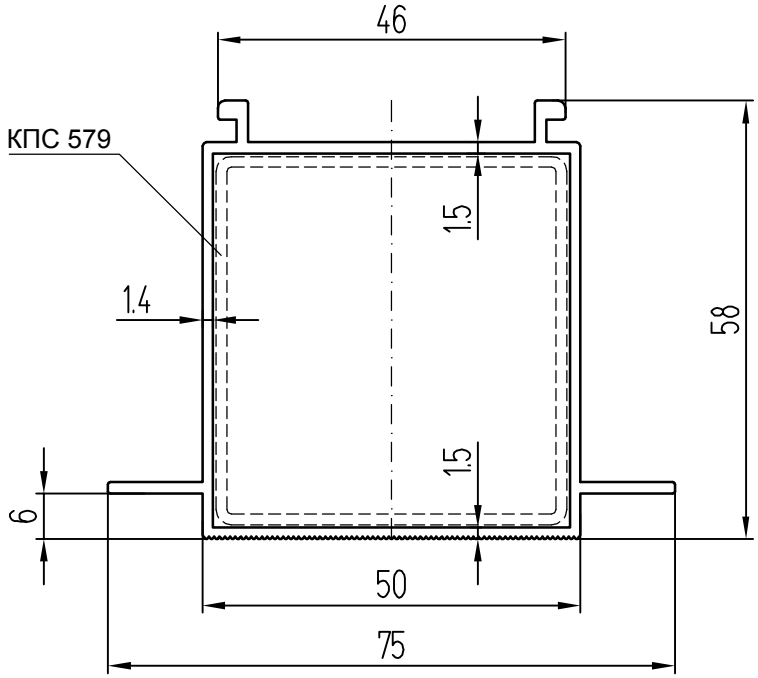


Шайба
фиксирующая
ШФ-8-ПК 801-2

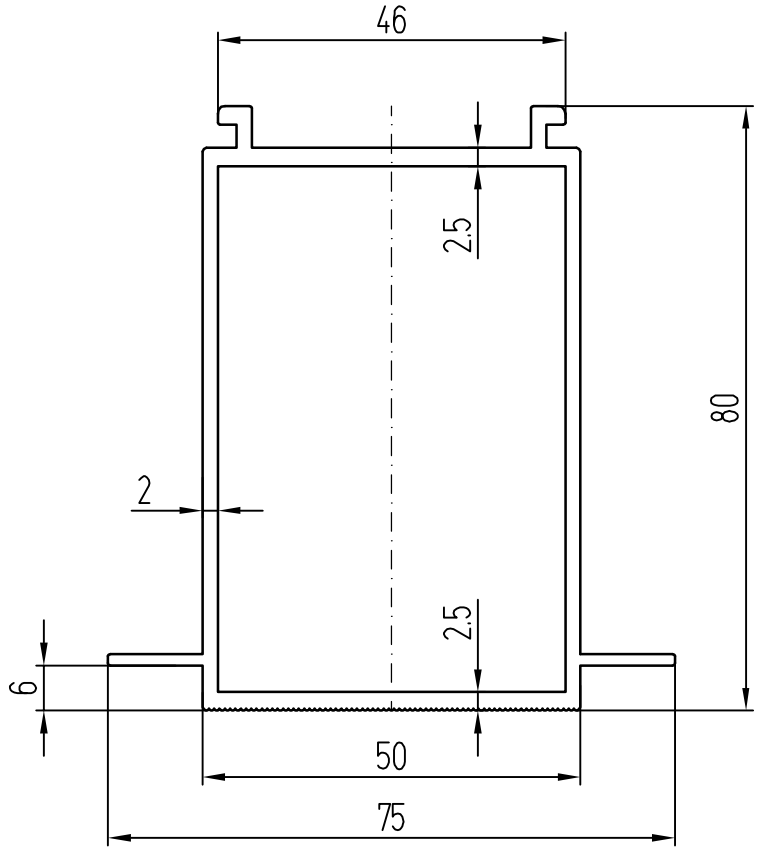


Шайба
фиксирующая
ШФ-10-ПК 801-2

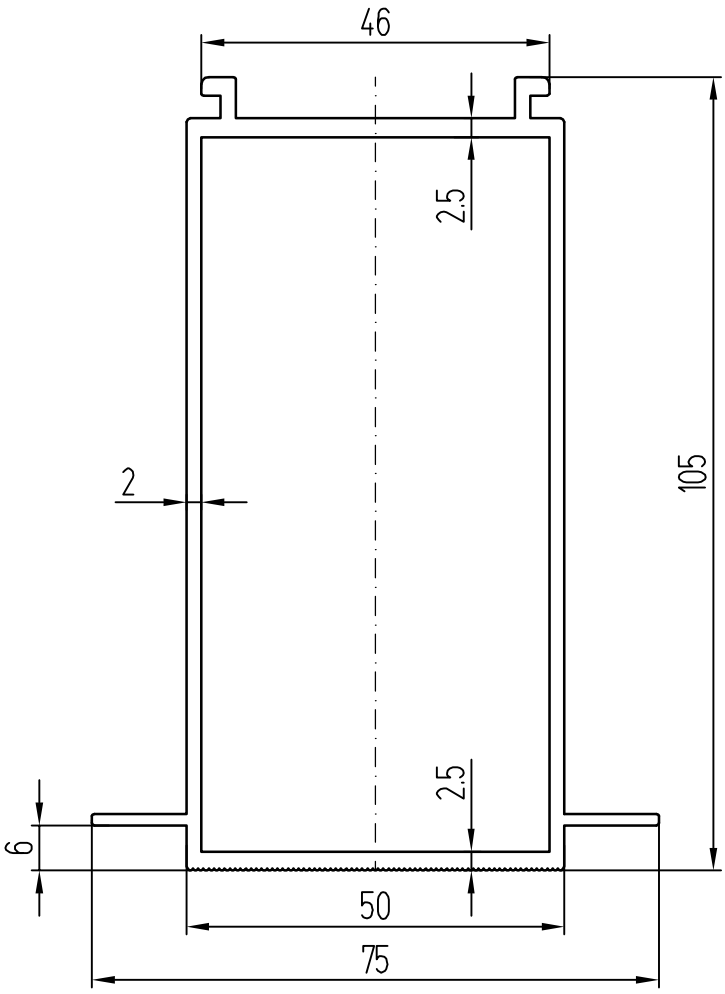
НАПРАВЛЯЮЩИЕ



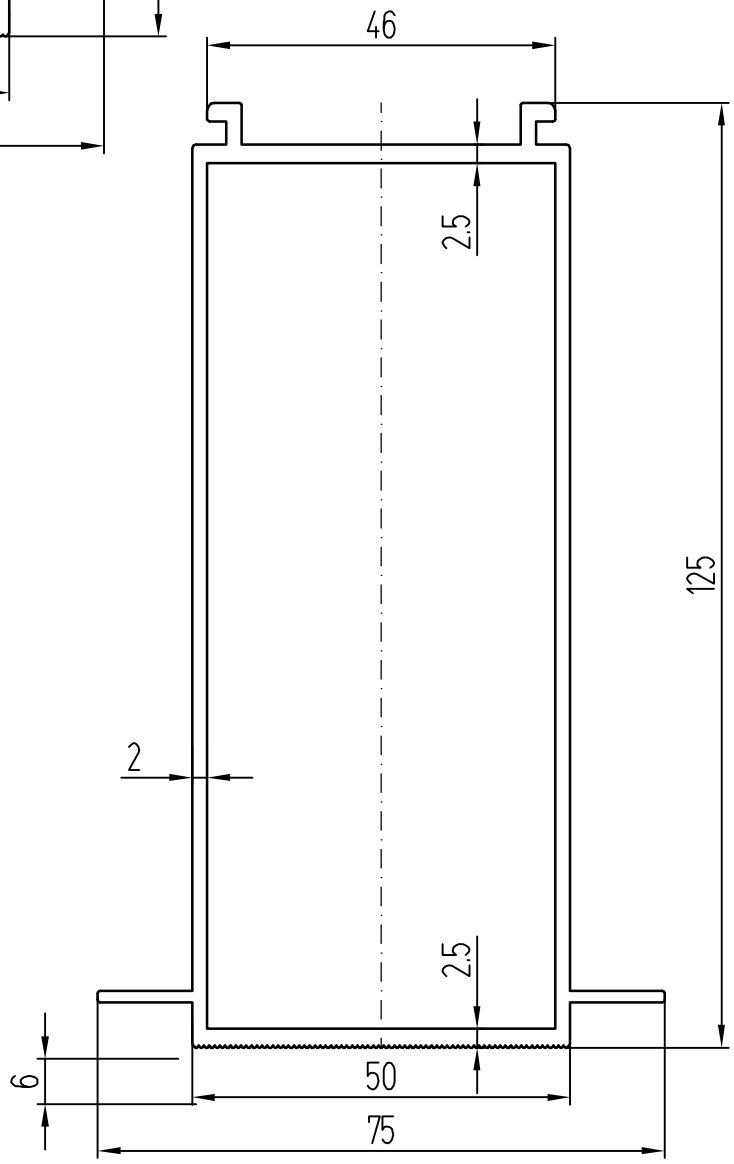
КП45480-1



КПС 010

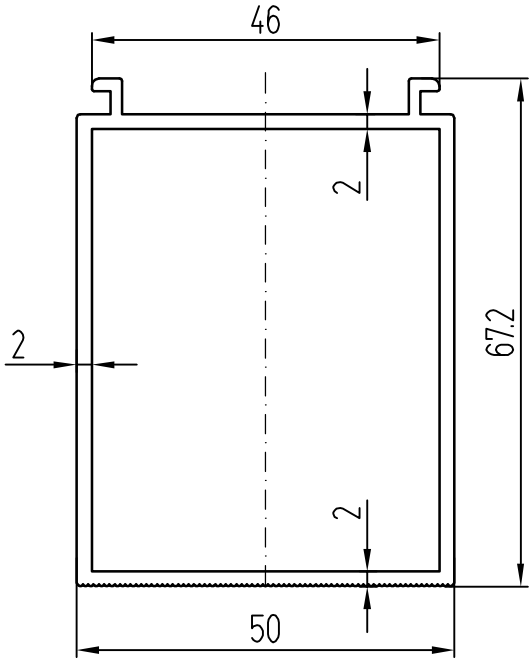


КПС 245

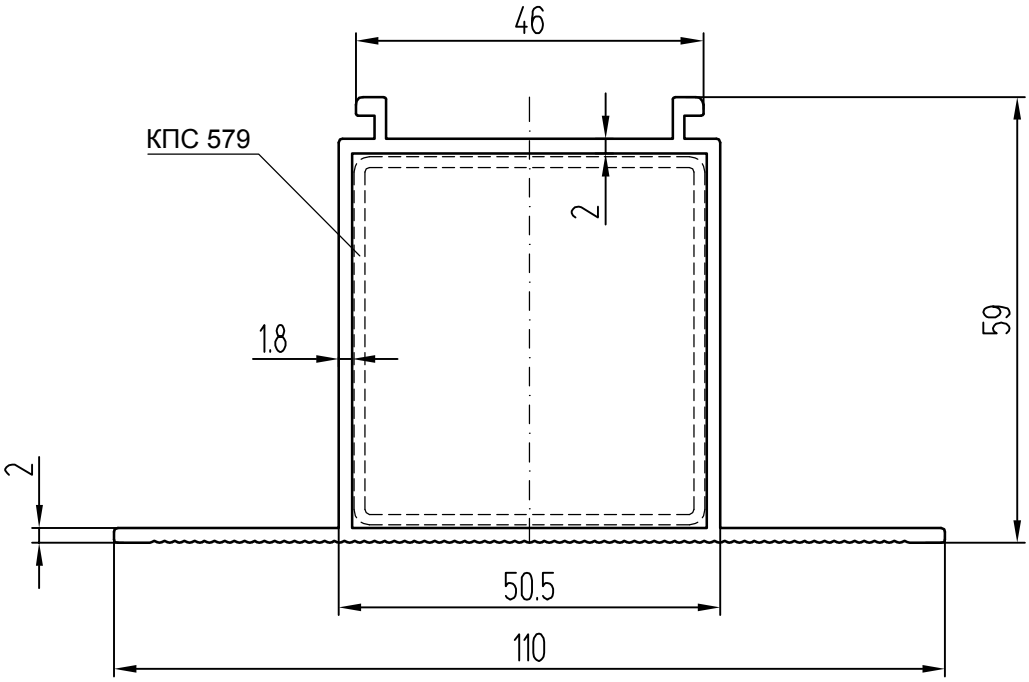


КПС 246

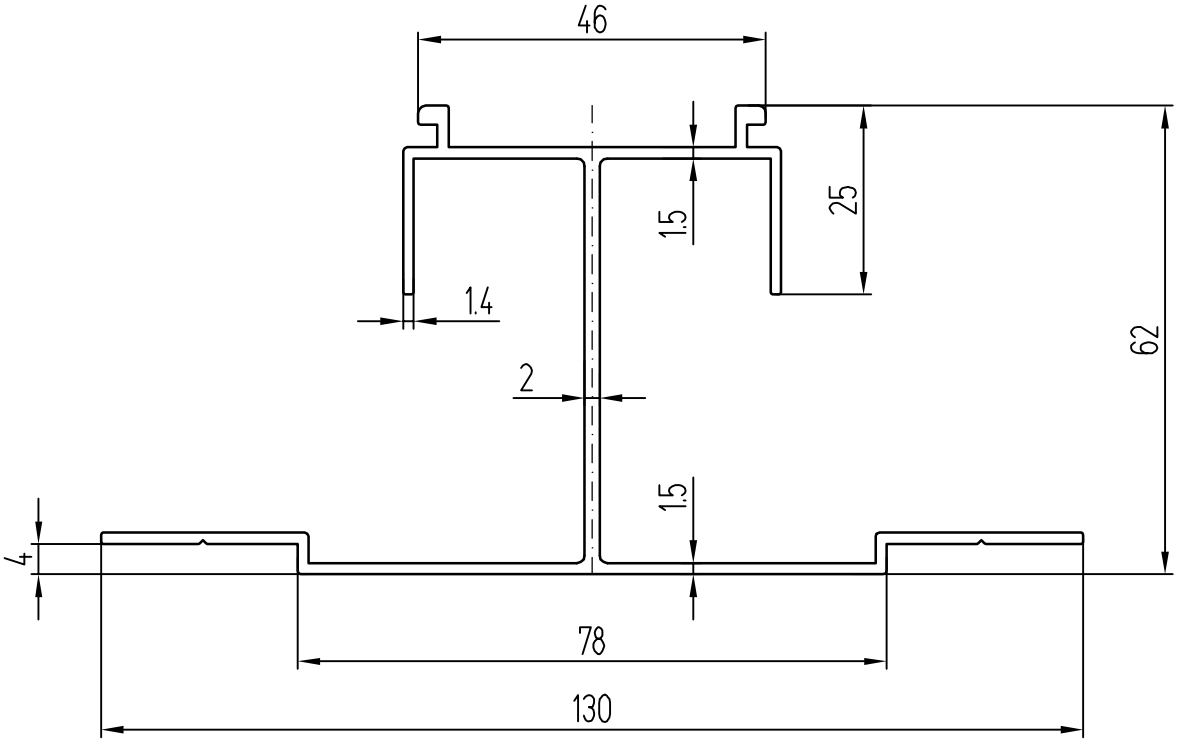
Лист	
3.47	СИАЛ Навесная фасадная система



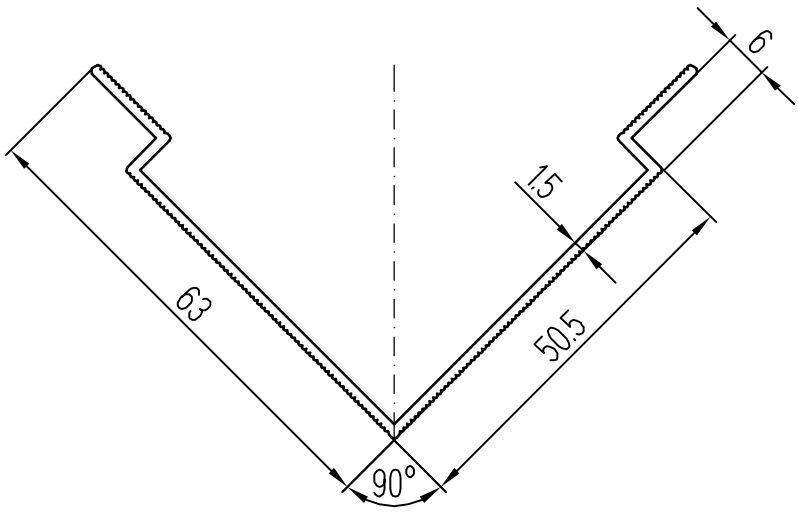
КП451362



КПС 707

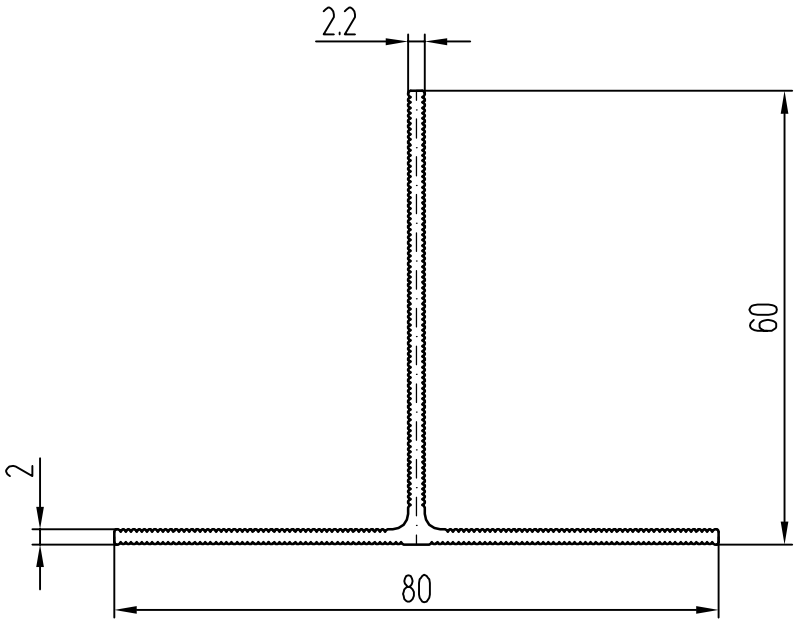


КПС 625

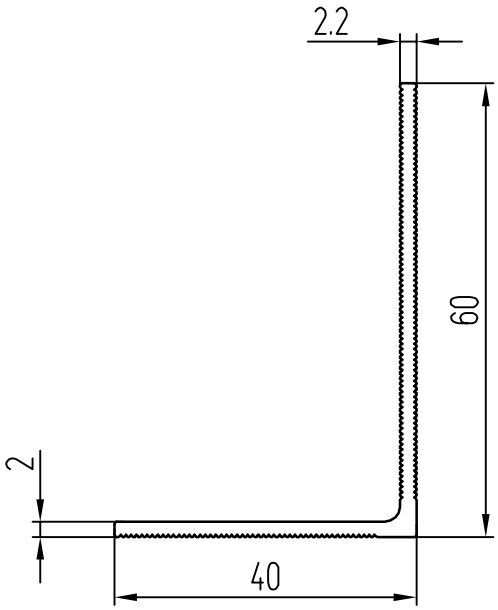


КПС 271

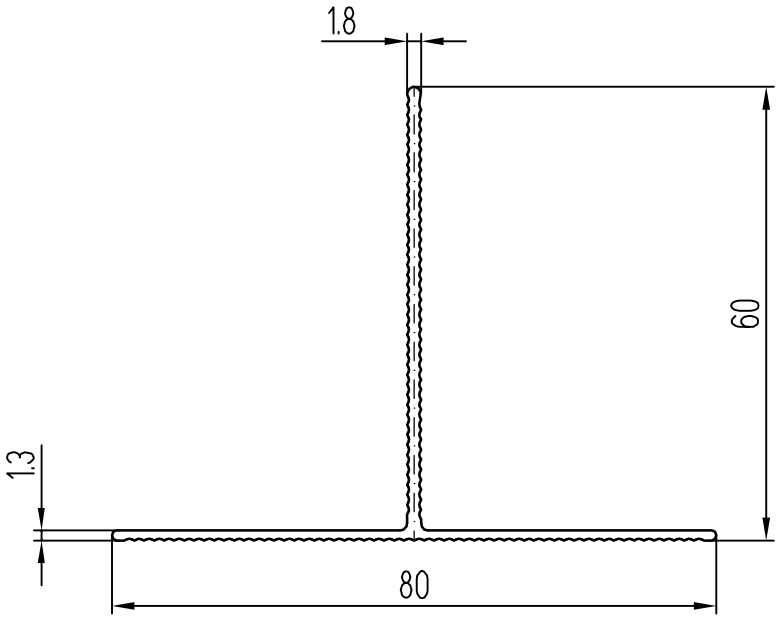
Лист		
3.49	СИАЛ	Навесная фасадная система



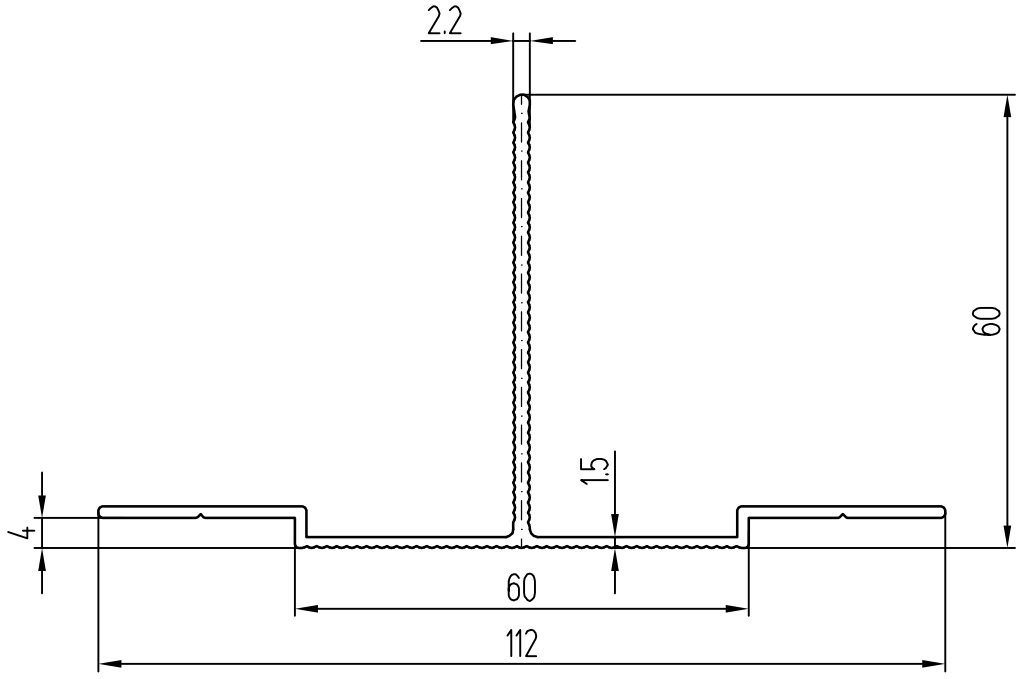
КП45530



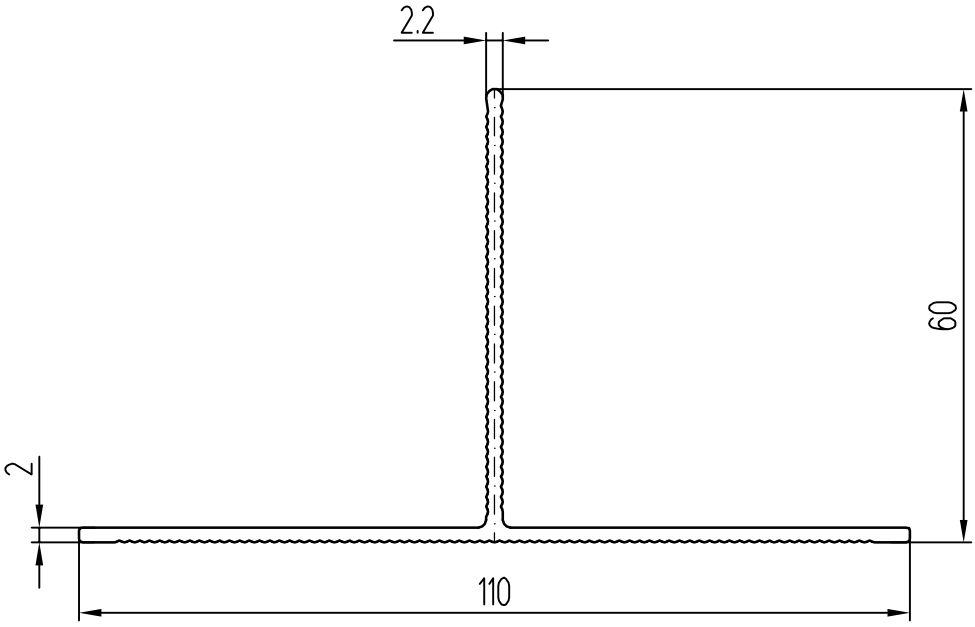
КП45531



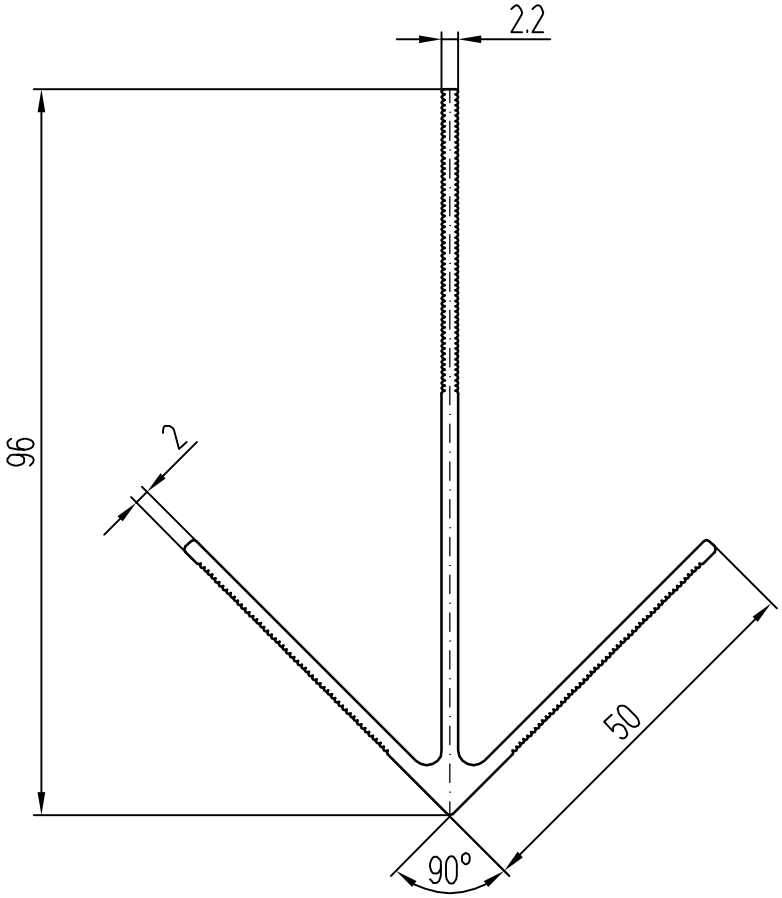
КПС 467



КПС 626



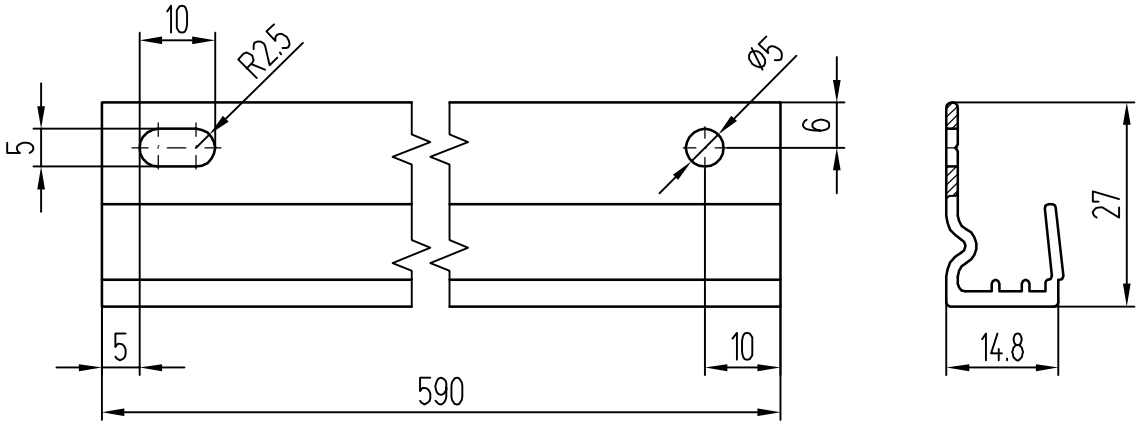
КПС 701



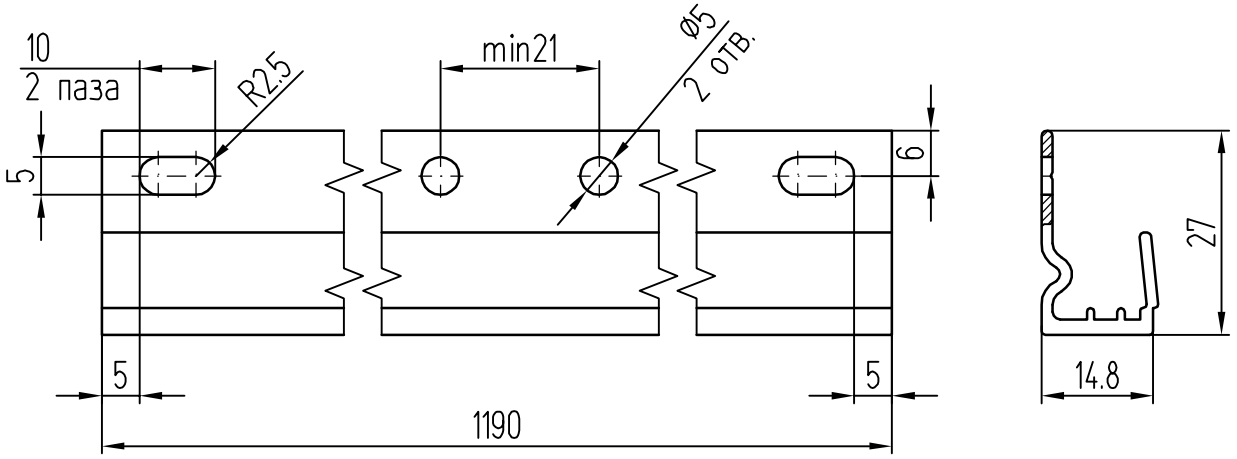
КПС 373

ОБРАБОТКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ

КПС 269
Вариант I (крепление на две направляющие)

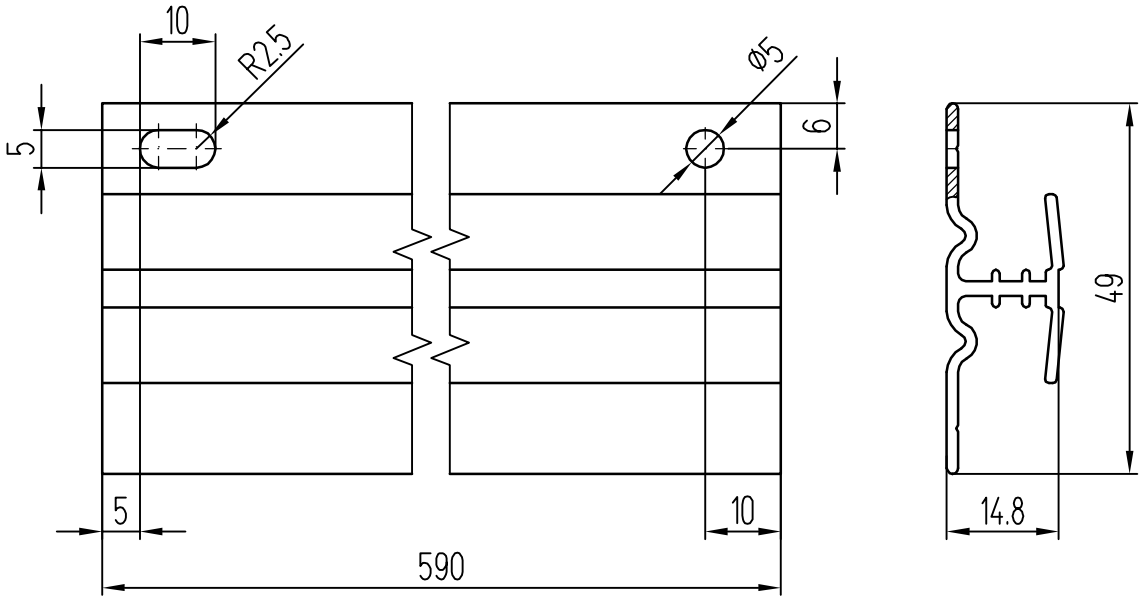


КПС 269
Вариант II (крепление на три направляющие)

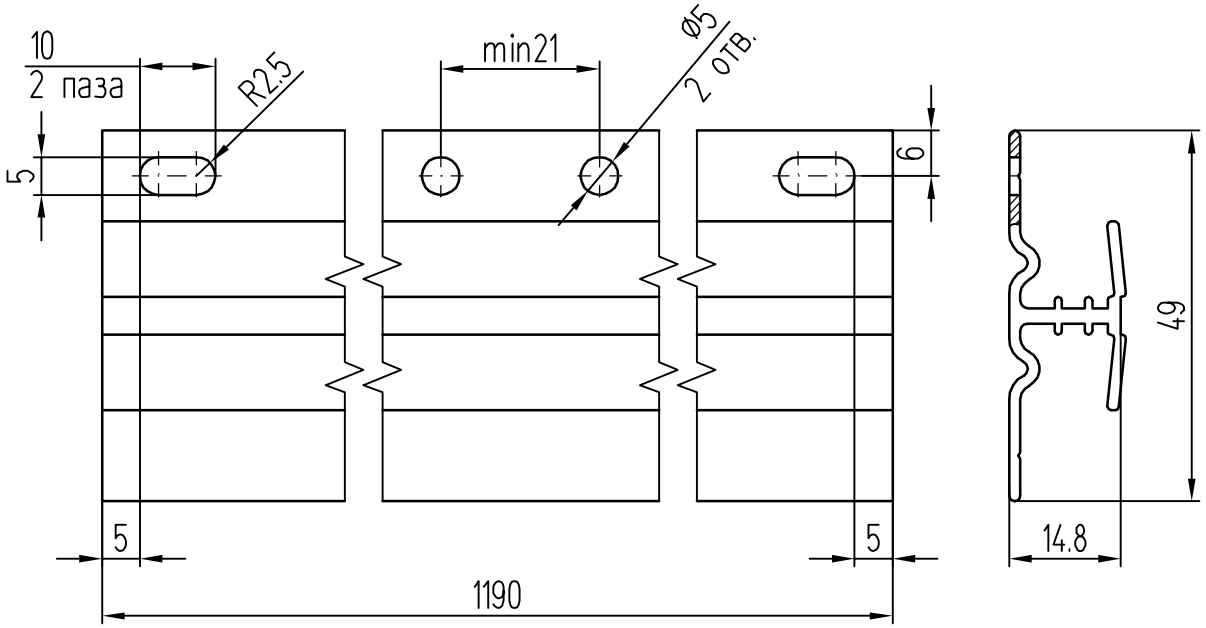


Запрещено жесткое крепление горизонтальных направляющих КПС 269 через продолговатый паз к вертикальным направляющим. Это может вызвать внутренние напряжения и деформацию профиля. При установке заклепки необходимо использовать насадку для клепателя, обеспечивающую неполную вытяжку заклепки, для исключения жесткой фиксации профиля.

КПС 270
Вариант I (крепление на две направляющие)

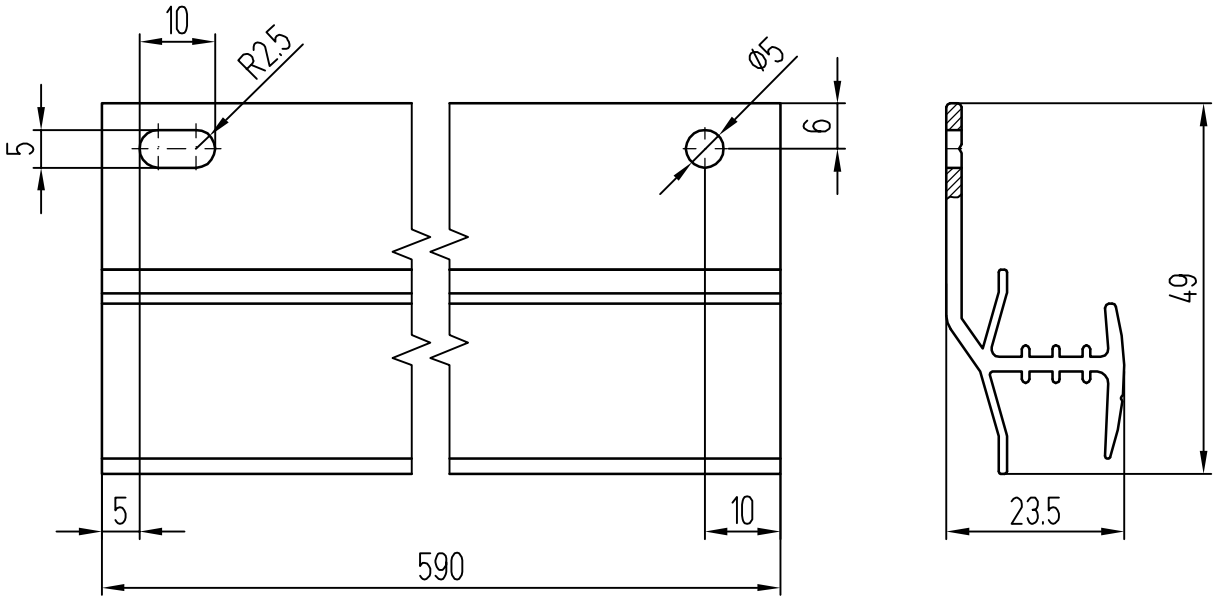


КПС 270
Вариант II (крепление на три направляющие)

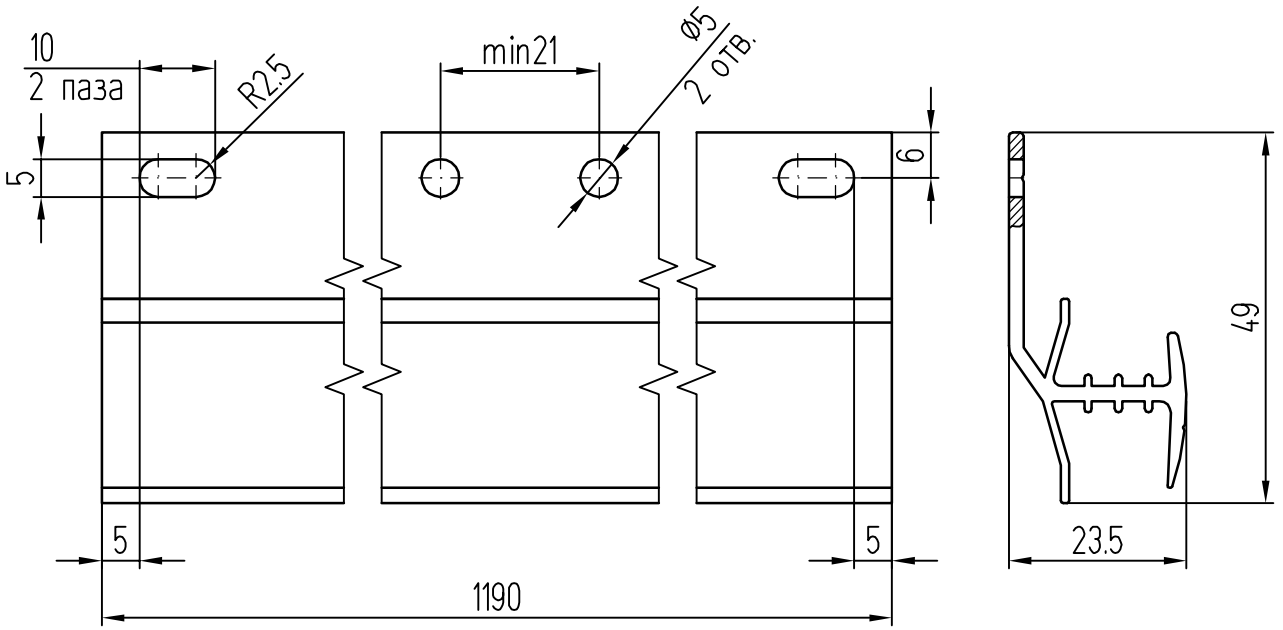


Запрещено жесткое крепление горизонтальных направляющих КПС 270 через продолговатый паз к вертикальным направляющим. Это может вызвать внутренние напряжения и деформацию профиля. При установке заклепки необходимо использовать насадку для клепателя, обеспечивающую неполную вытяжку заклепки, для исключения жесткой фиксации профиля.

КПС 375
Вариант I (крепление на две направляющие)

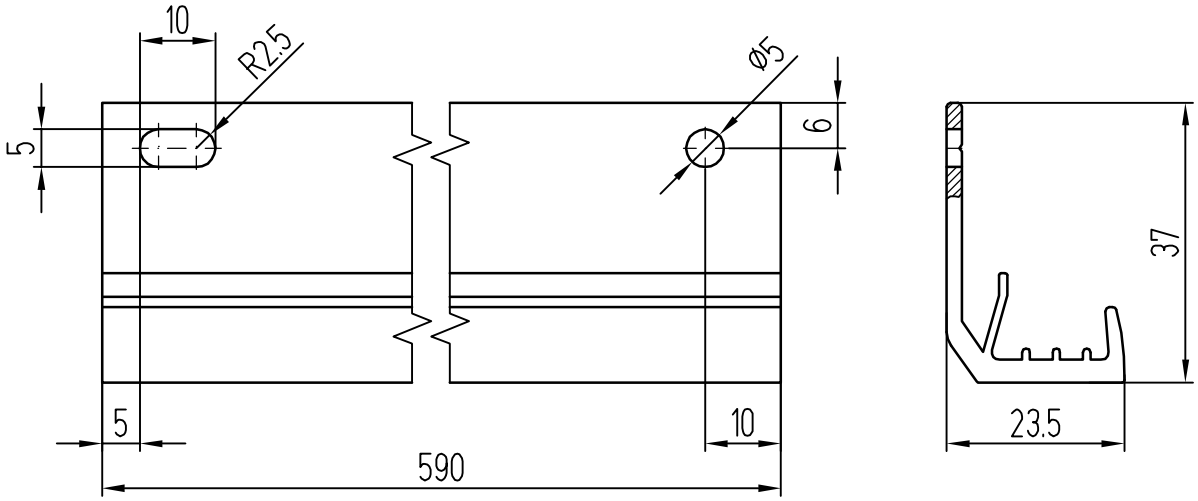


КПС 375
Вариант II (крепление на три направляющие)

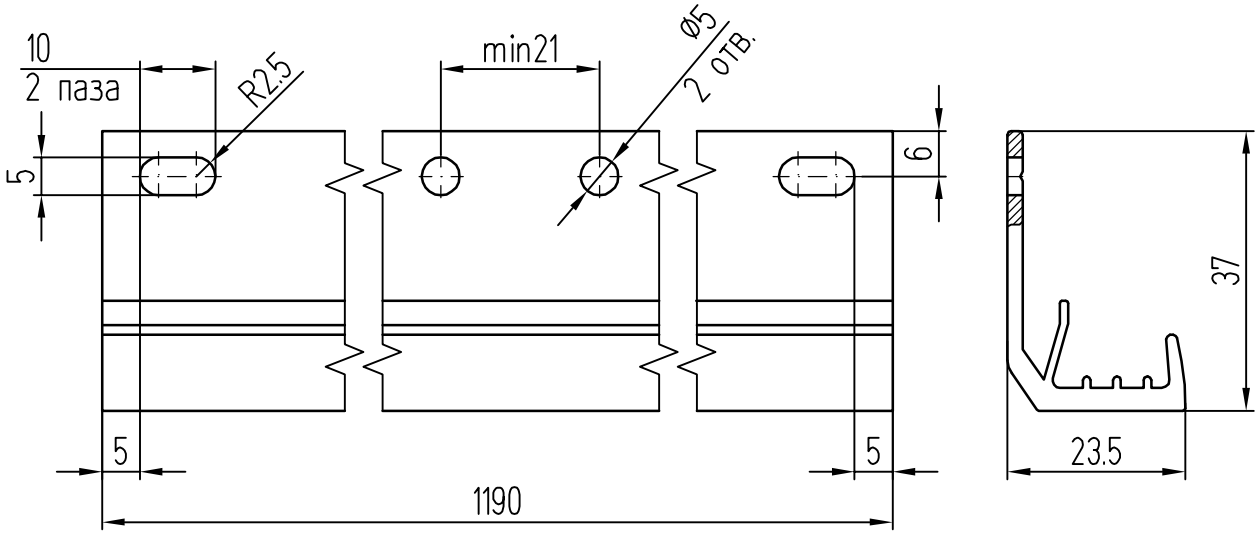


Запрещено жесткое крепление горизонтальных направляющих КПС 375 через продолговатый паз к вертикальным направляющим. Это может вызвать внутренние напряжения и деформацию профиля. При установке заклепки необходимо использовать насадку для клепателя, обеспечивающую неполную вытяжку заклепки, для исключения жесткой фиксации профиля.

КПС 582
Вариант I (крепление на две направляющие)

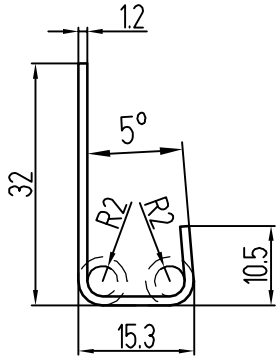


КПС 582
Вариант II (крепление на три направляющие)

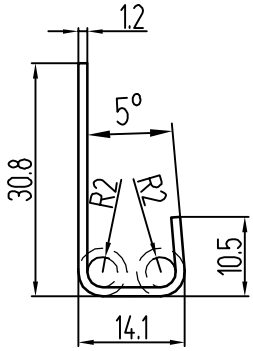


Запрещено жесткое крепление горизонтальных направляющих КПС 582 через продолговатый паз к вертикальным направляющим. Это может вызвать внутренние напряжения и деформацию профиля. При установке заклепки необходимо использовать насадку для клепателя, обеспечивающую неполную вытяжку заклепки, для исключения жесткой фиксации профиля.

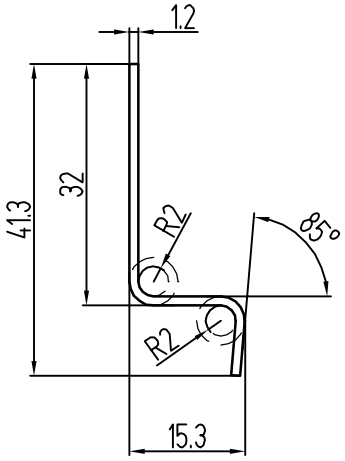
4. СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"



Профиль горизонтальный стартовый СН-1/20

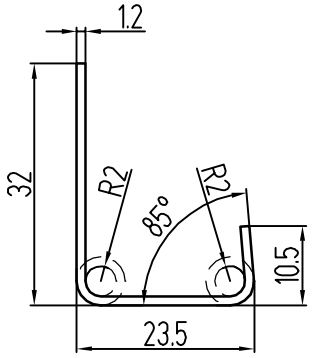


Профиль горизонтальный рядовой СН-2.1/20

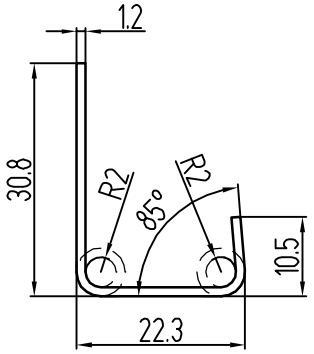


Профиль горизонтальный рядовой СН-2.2/20

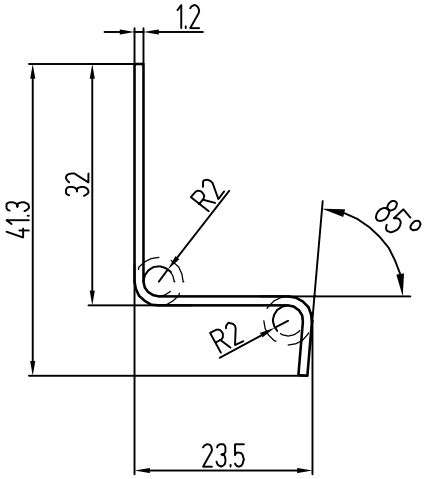
Обработка горизонтальных профилей СН-1/20, СН-2.1/20 и СН-2.2/20 производится аналогично обработке алюминиевых горизонтальных направляющих .



Профиль горизонтальный стартовый СН-1/30



Профиль горизонтальный рядовой СН-2.1/30



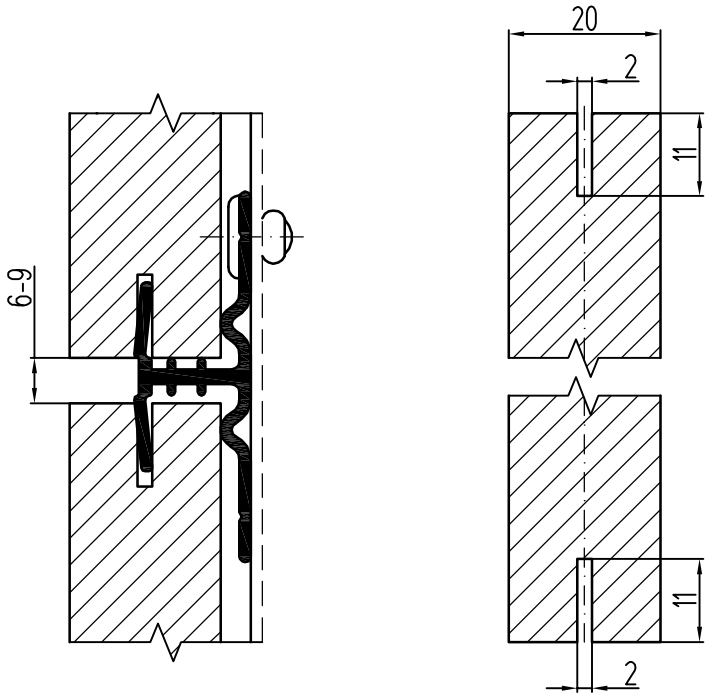
Профиль горизонтальный рядовой СН-2.2/30

Обработка горизонтальных профилей СН-1/30, СН-2.1/30 и СН-2.2/30 производится аналогично обработке алюминиевых горизонтальных направляющих .

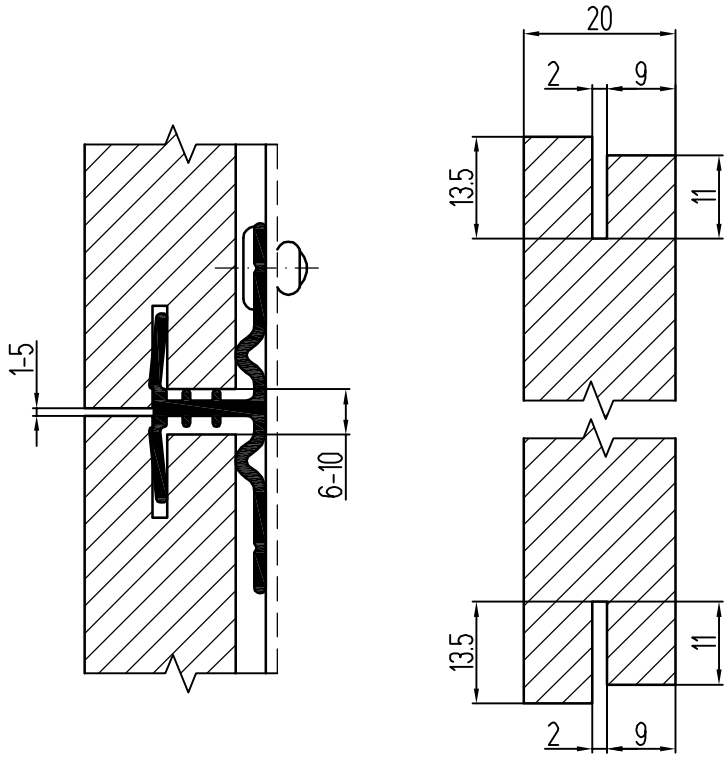
5. ОБРАБОТКА ПЛИТ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

Обработка горизонтальных торцов плит толщиной 20 мм из натурального камня

Вариант I



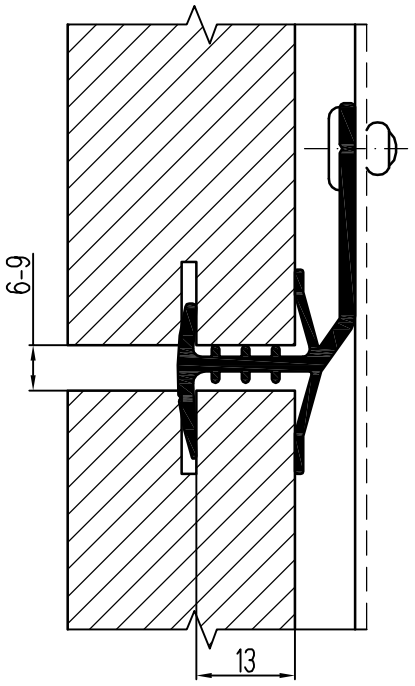
Вариант II

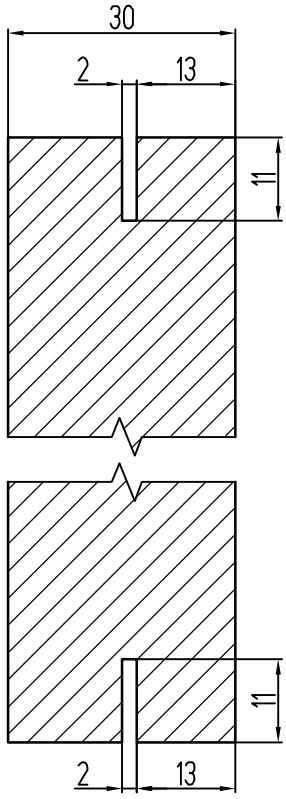


Лист	
5.1	СИАЛ Навесная фасадная система

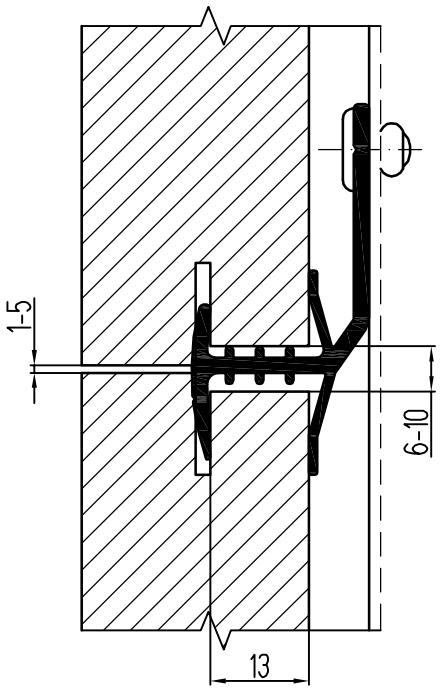
Обработка горизонтальных торцов плит толщиной 30 мм из натурального камня

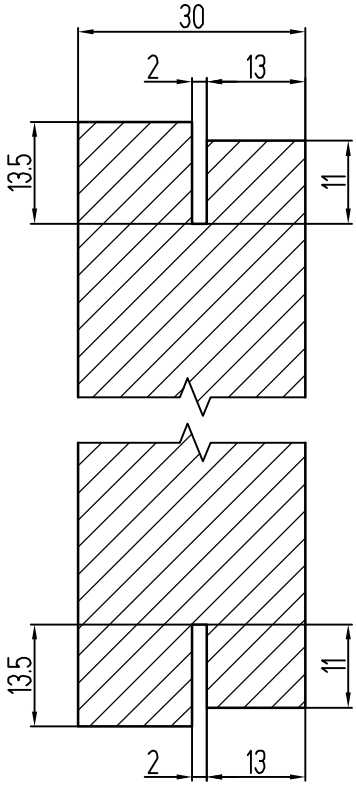
Вариант I





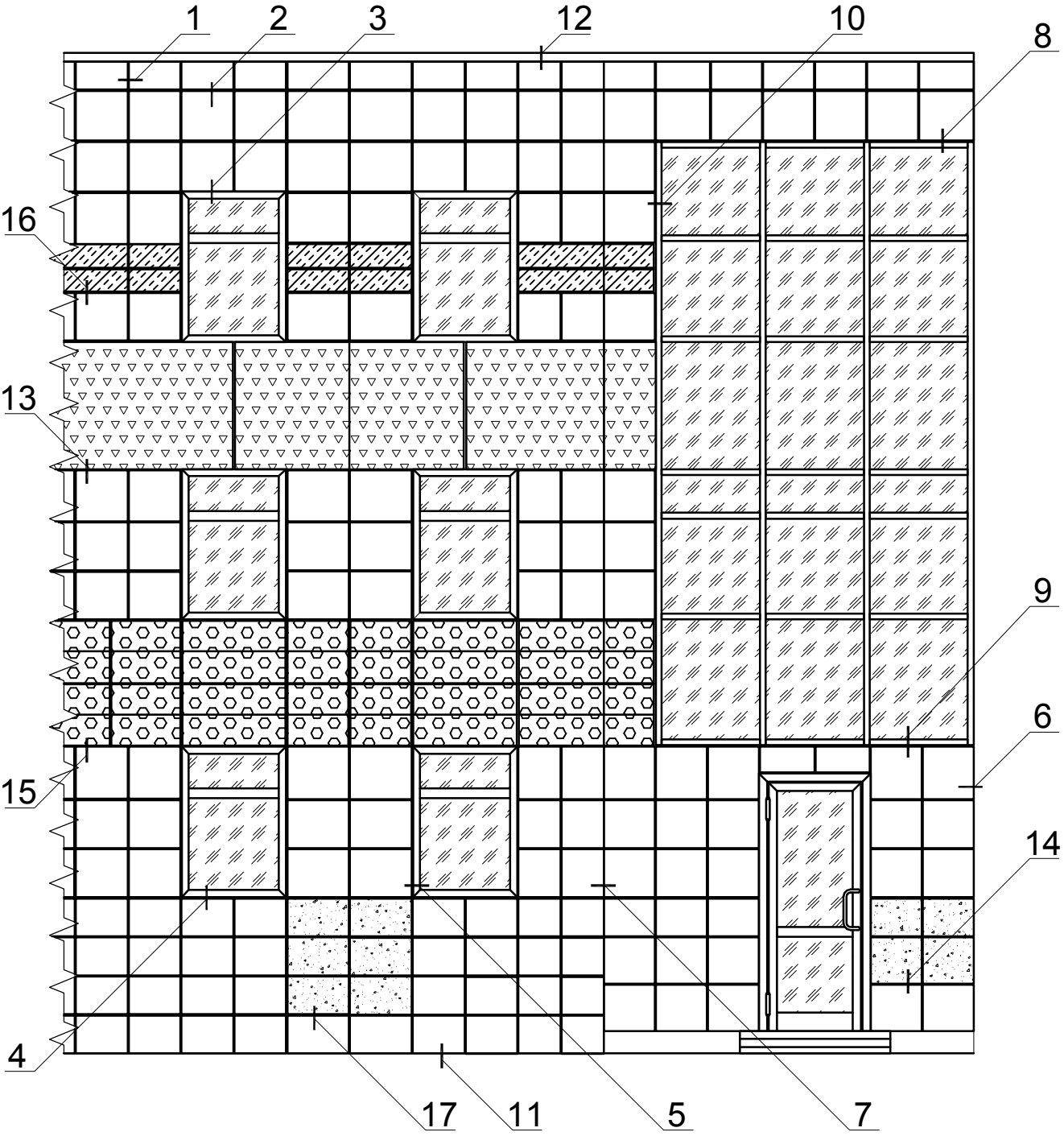
Вариант II





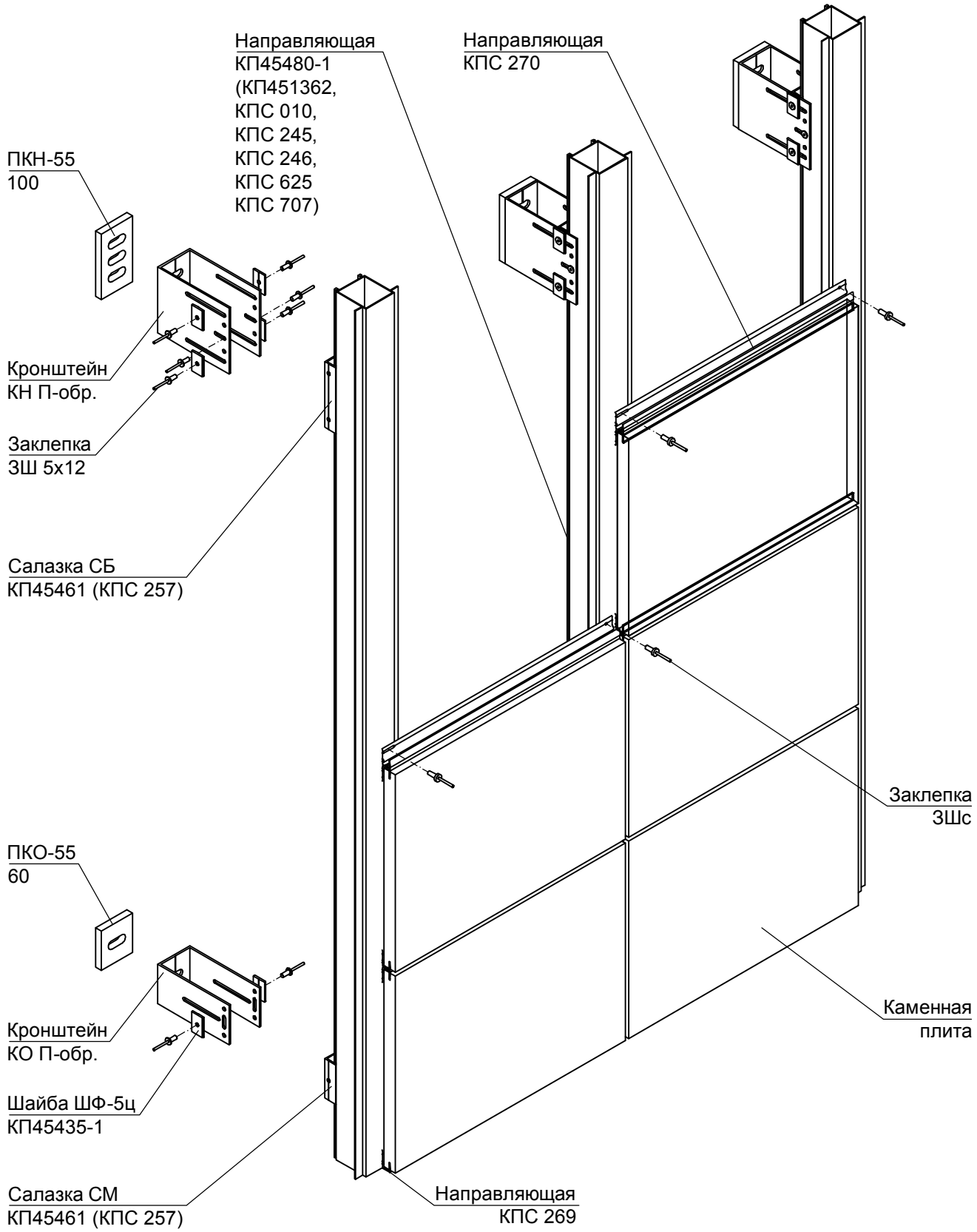
6. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Нк"

ФРАГМЕНТ ФАСАДА



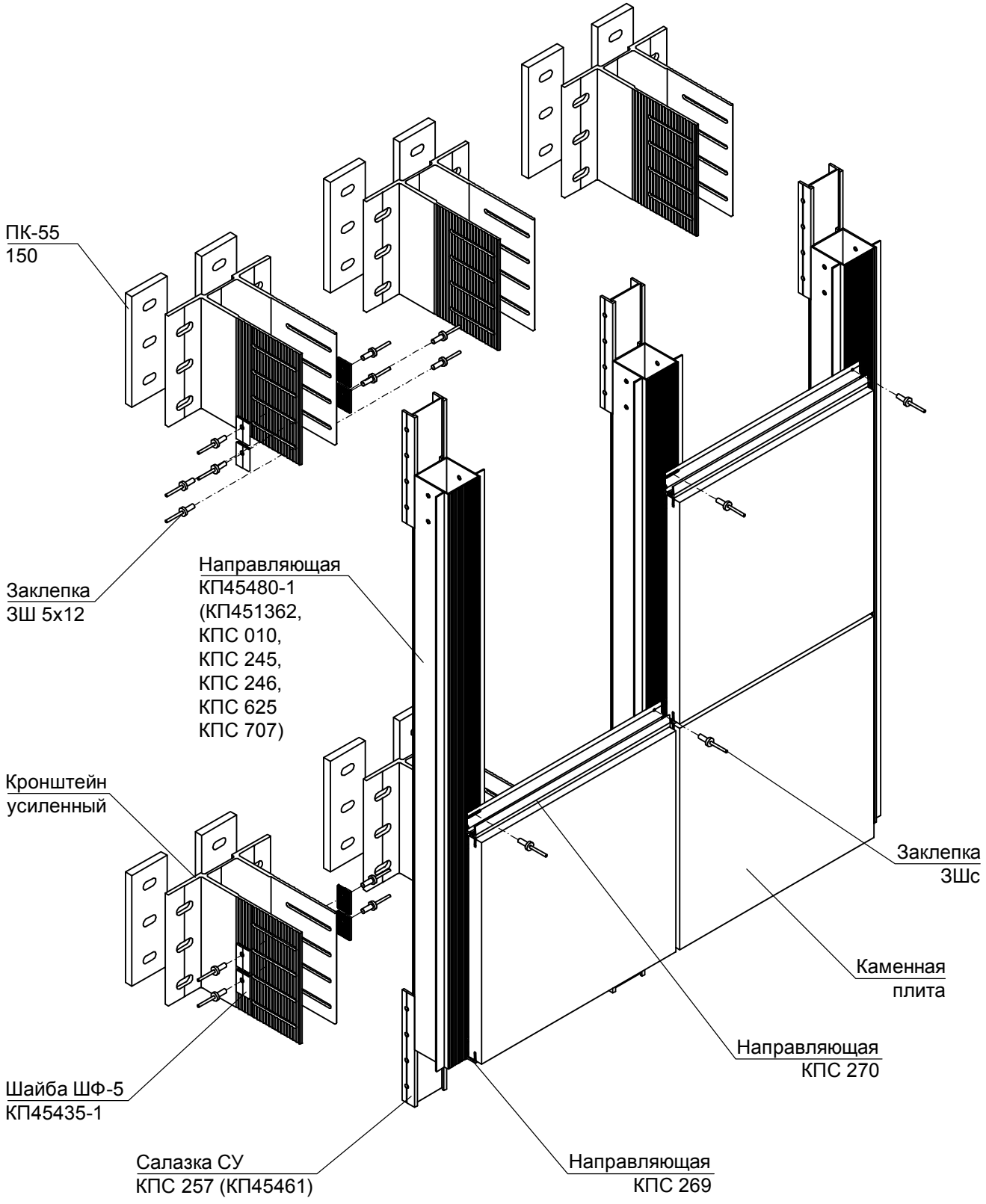
Лист	СИАЛ Навесная фасадная система
6.1	

Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Нк" с применением П-образных кронштейнов



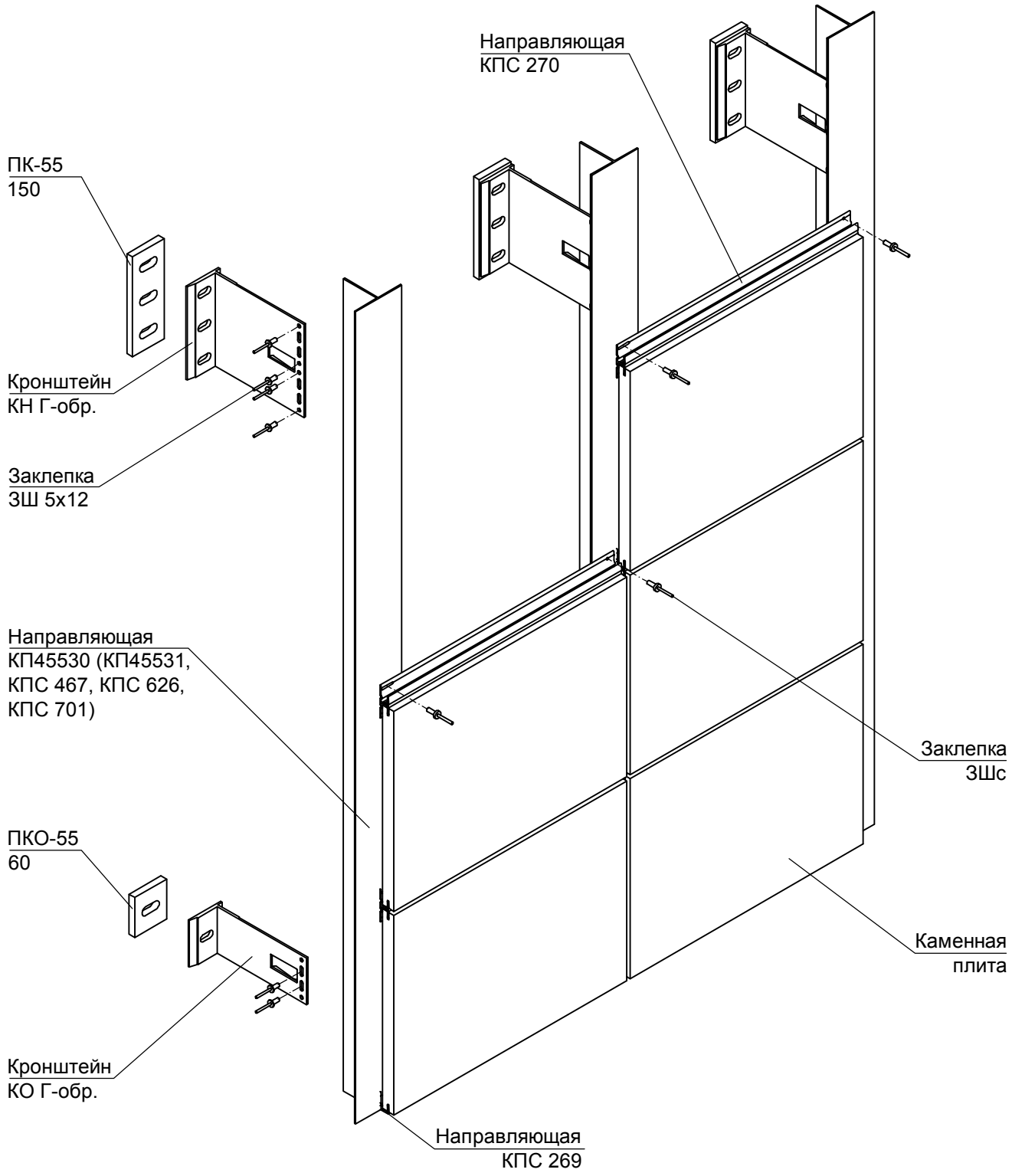
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.2

Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Нк" с применением усиленных кронштейнов

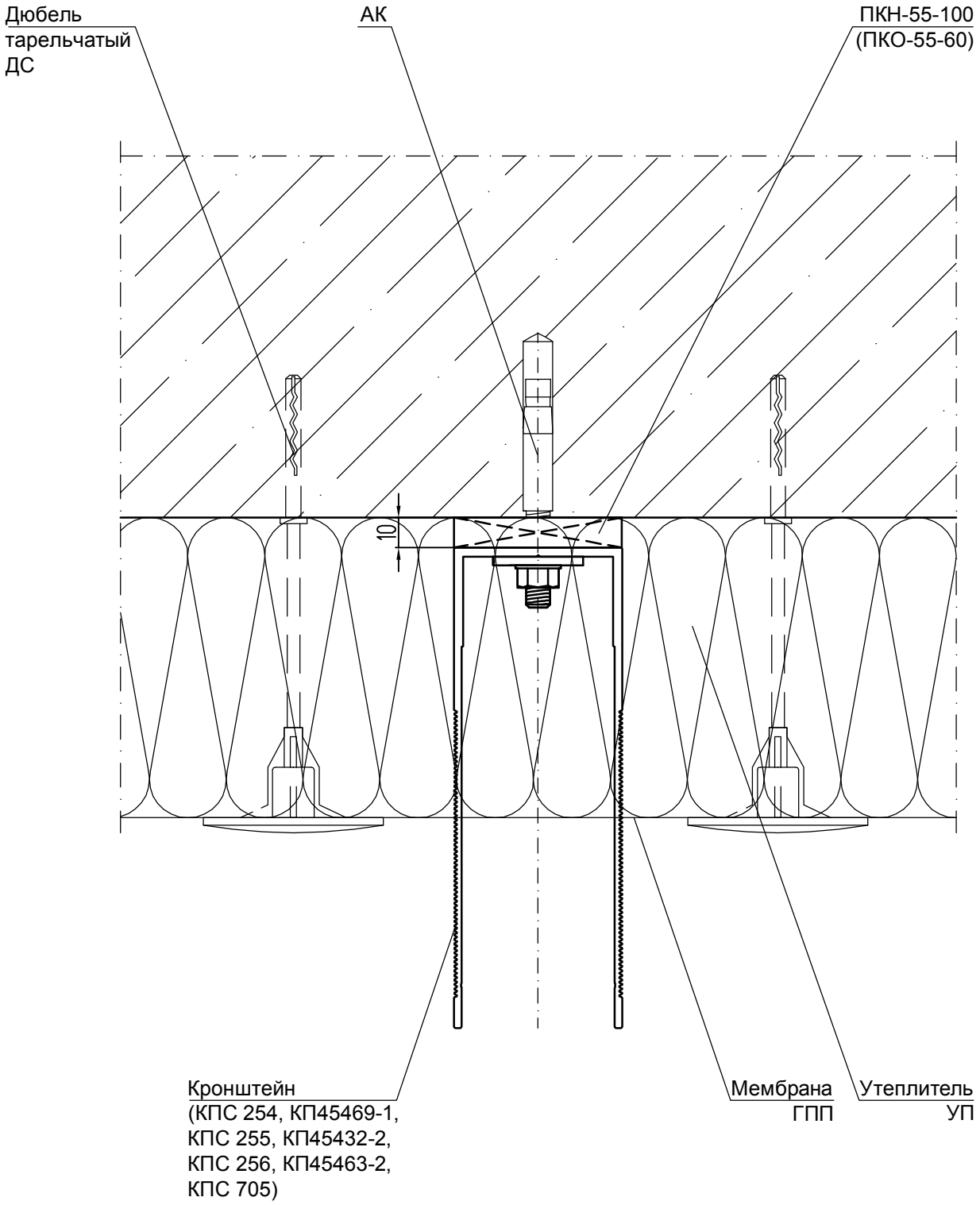


Лист	
6.3	СИАЛ Навесная фасадная система

Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Нк" с применением Г-образных кронштейнов

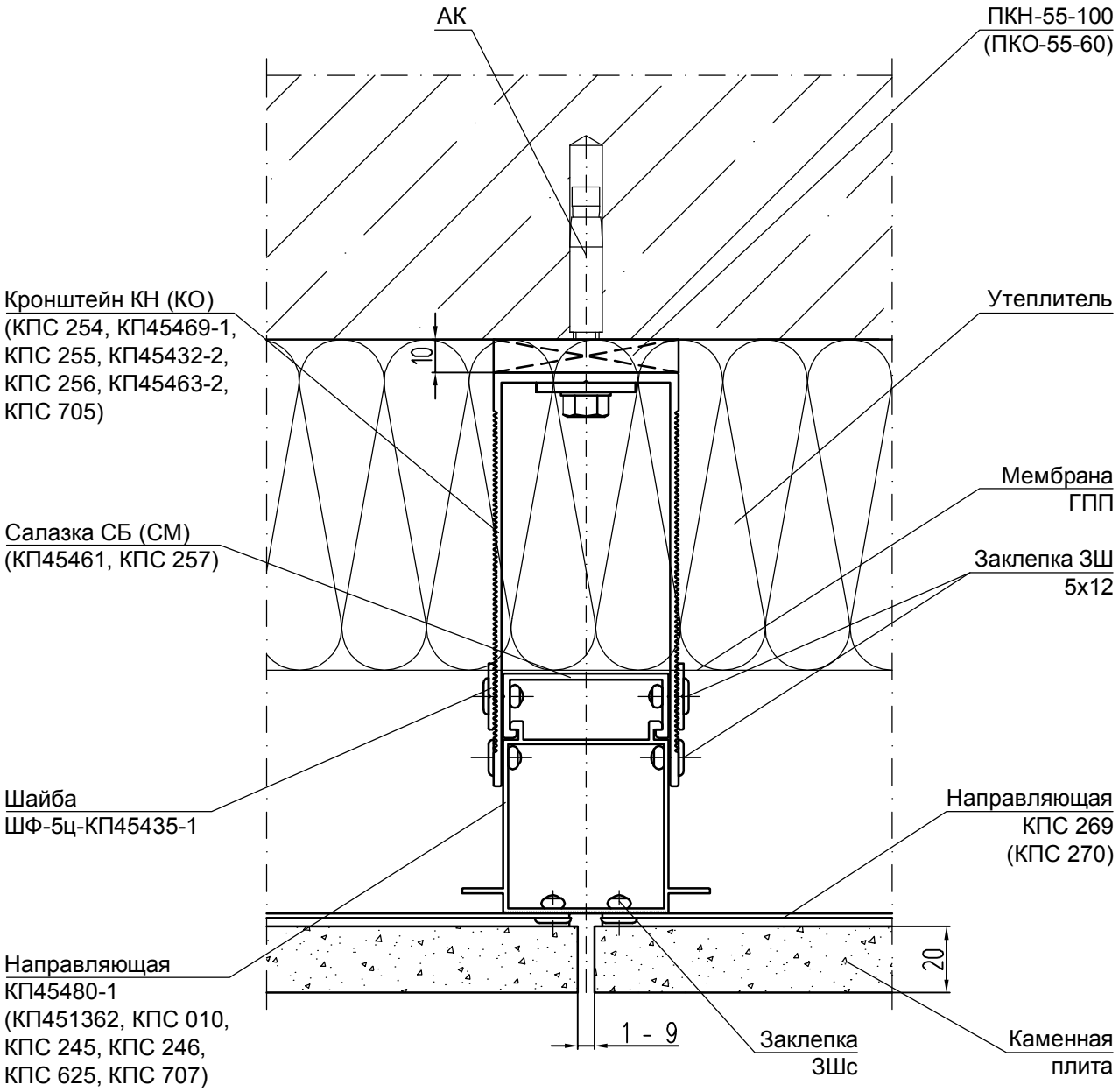


УЗЕЛ 1.1 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(показано крепление утеплителя)

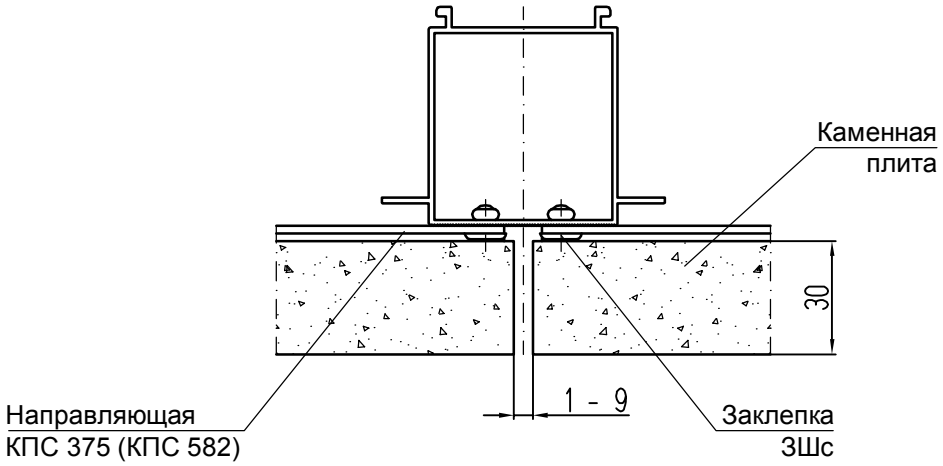


Лист	
6.5	СИАЛ Навесная фасадная система

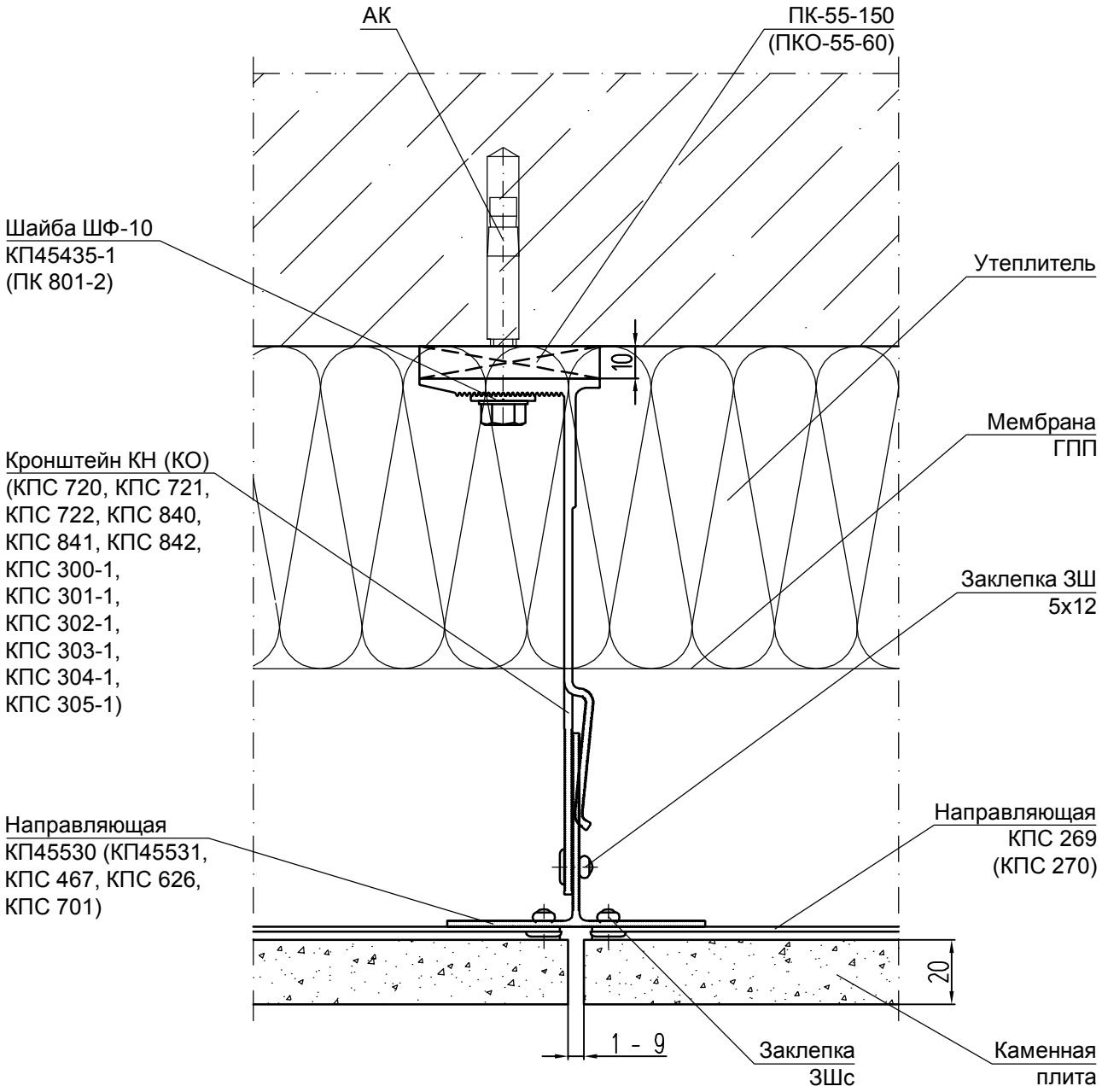
УЗЕЛ 1.2 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение П-образных кронштейнов)



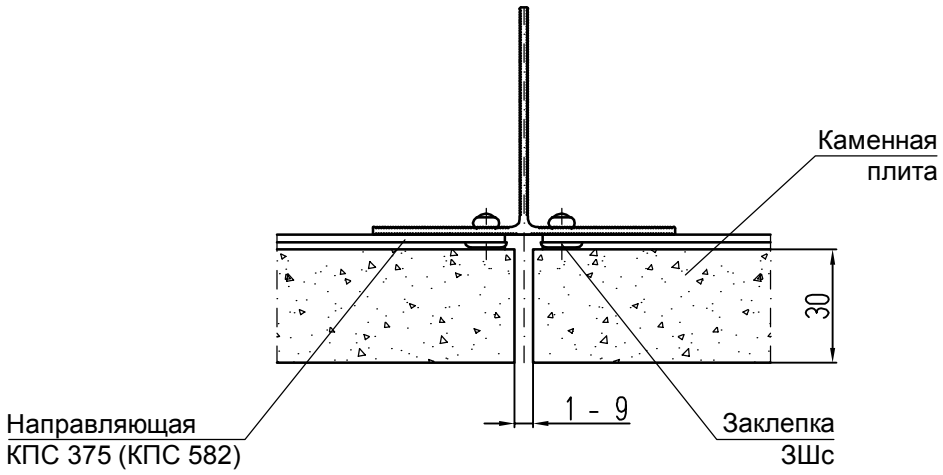
Вариант с плитой толщиной
30 мм



УЗЕЛ 1.3 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение Г-образных кронштейнов)

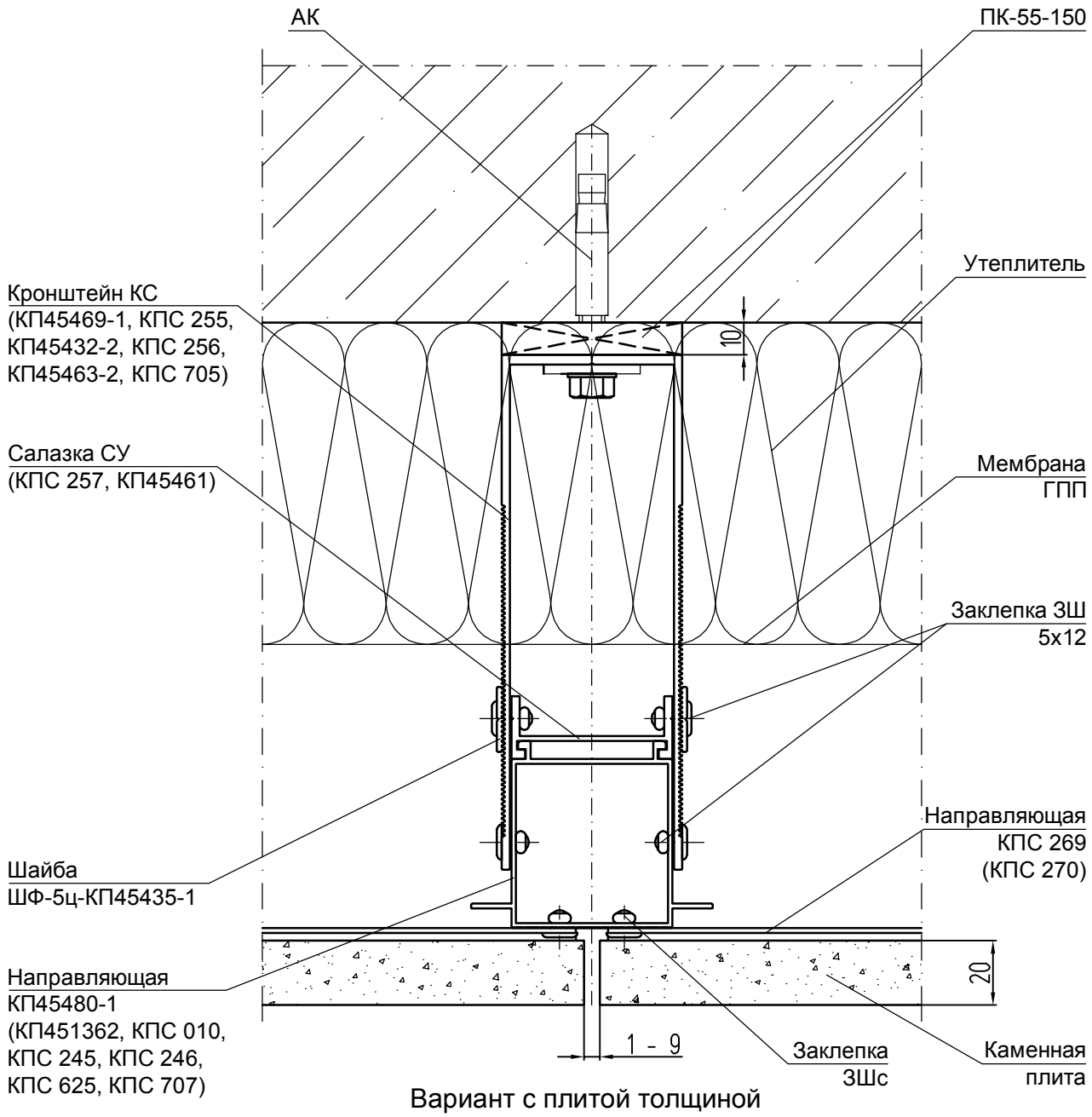


Вариант с плитой толщиной
30 мм

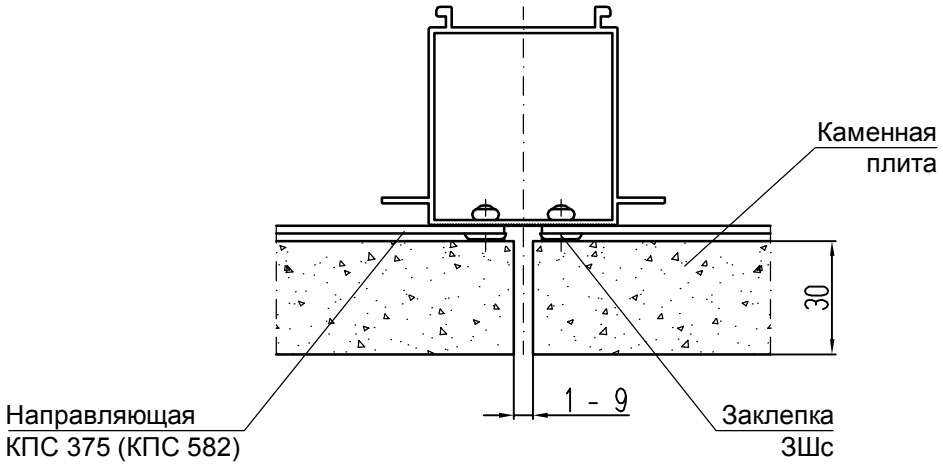


Лист	
6.7	СИАЛ Навесная фасадная система

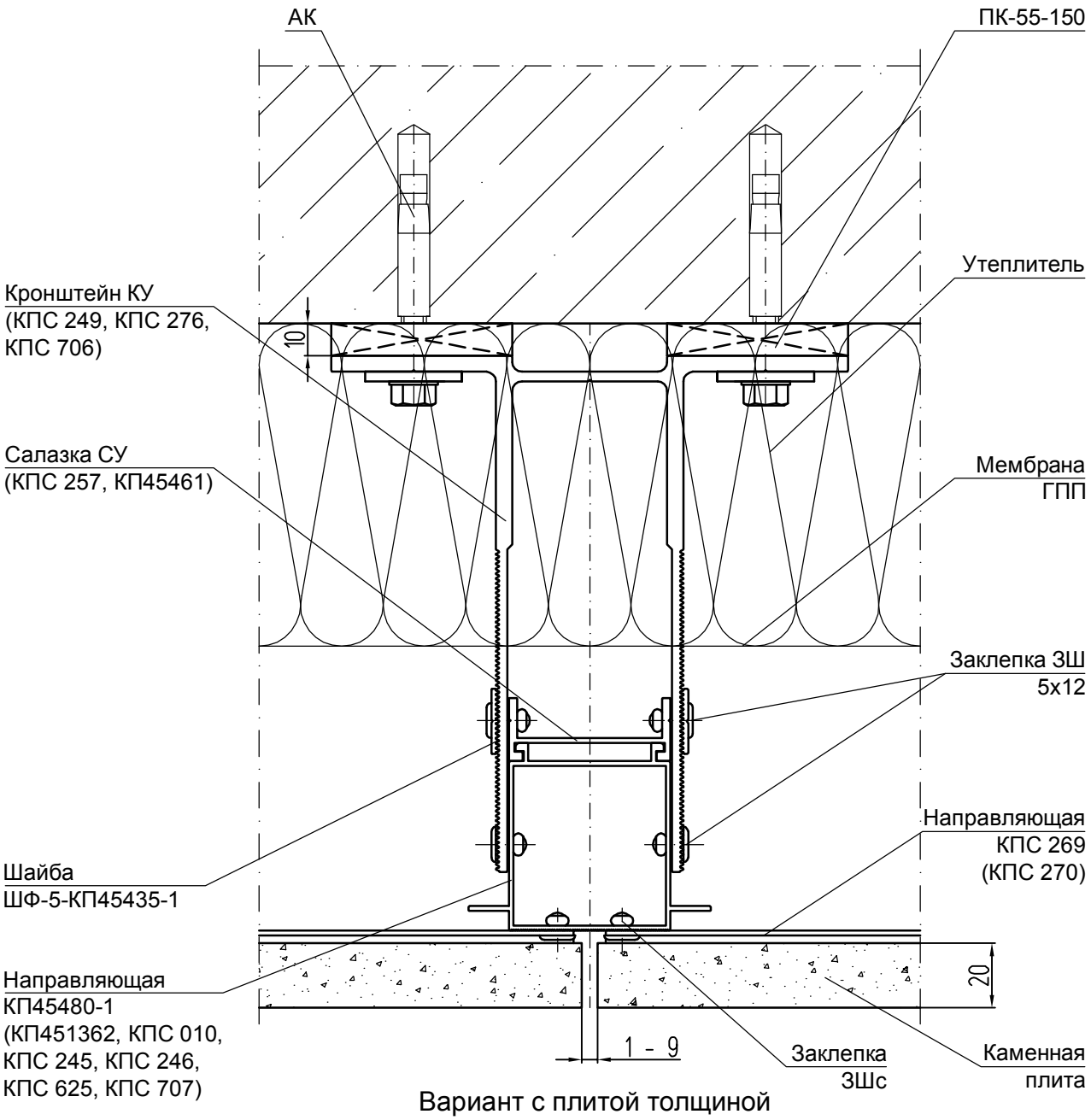
УЗЕЛ 1.4 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение кронштейнов спаренных)



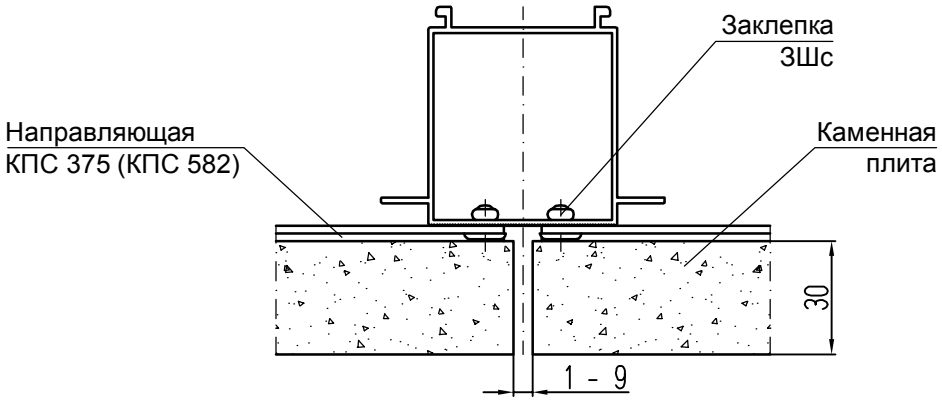
Вариант с плитой толщиной
30 мм



УЗЕЛ 1.5 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение усиленных кронштейнов)



Вариант с плитой толщиной
30 мм

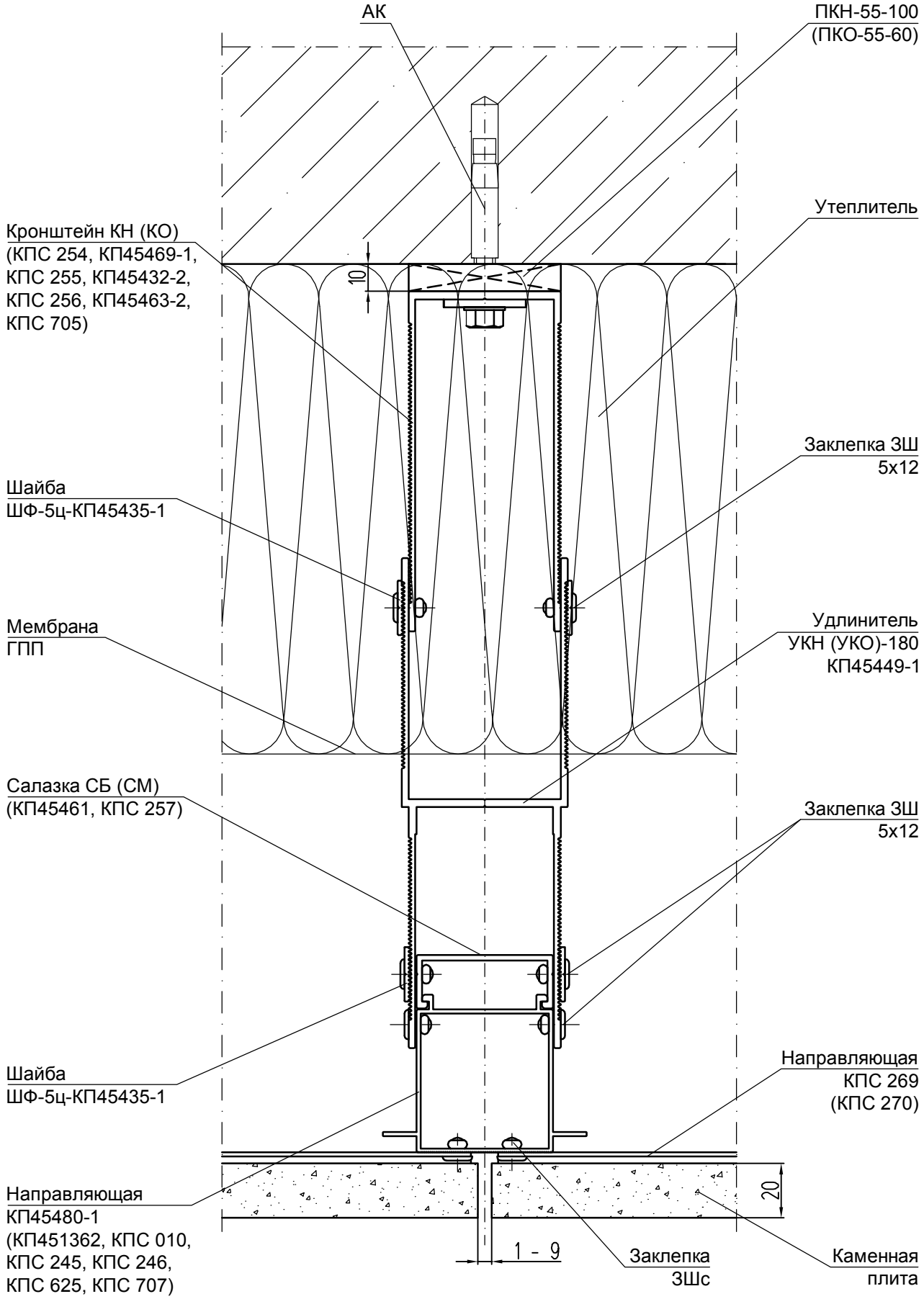


ПРИМЕЧАНИЕ

Крепление кронштейна производится на два анкера в симметрично расположенные пазы .

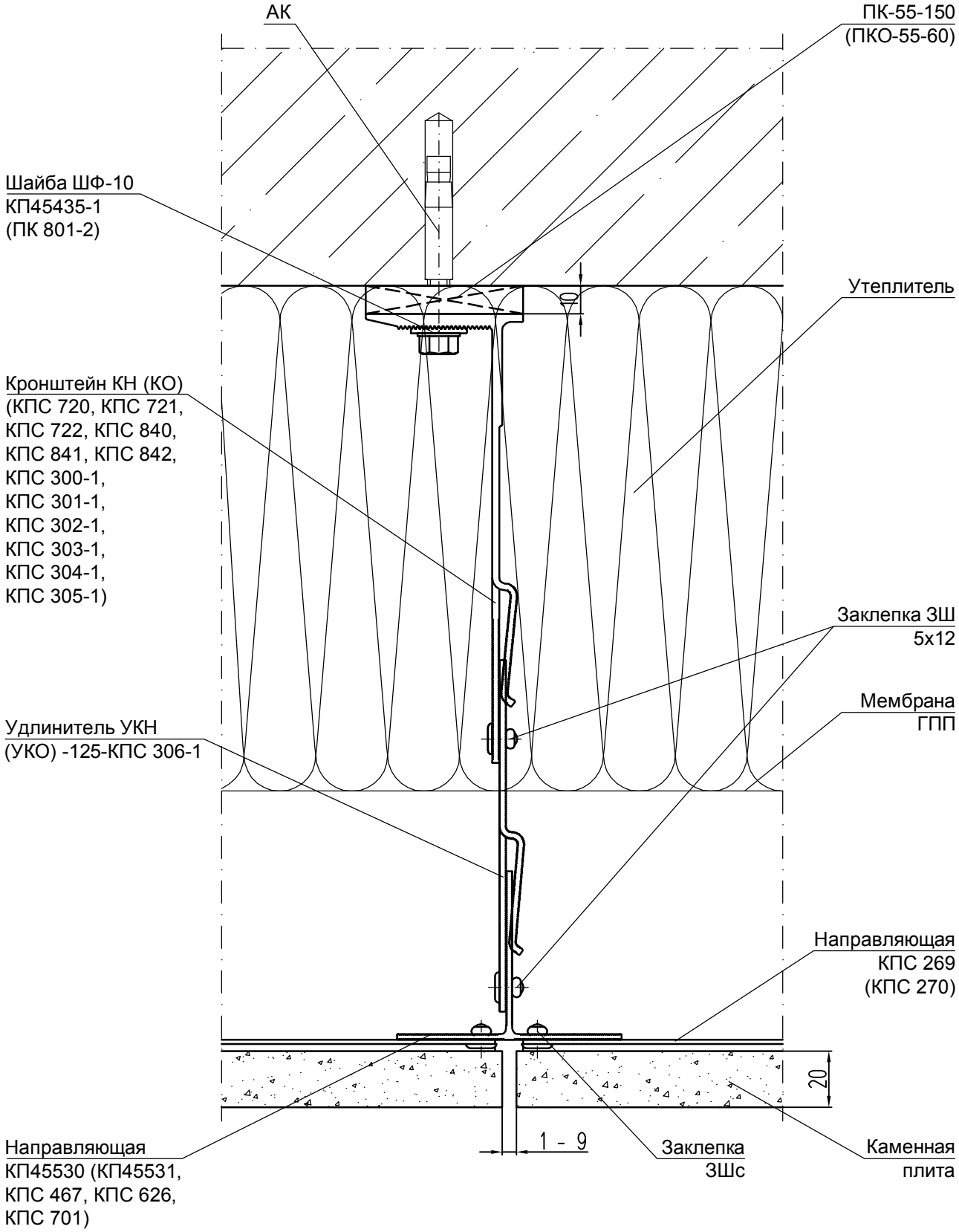
Лист	
6.9	СИАЛ Навесная фасадная система

УЗЕЛ 1.6 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение удлинителей УКН (УКО)-180-КП45449-1 с кронштейнами КН и КО)



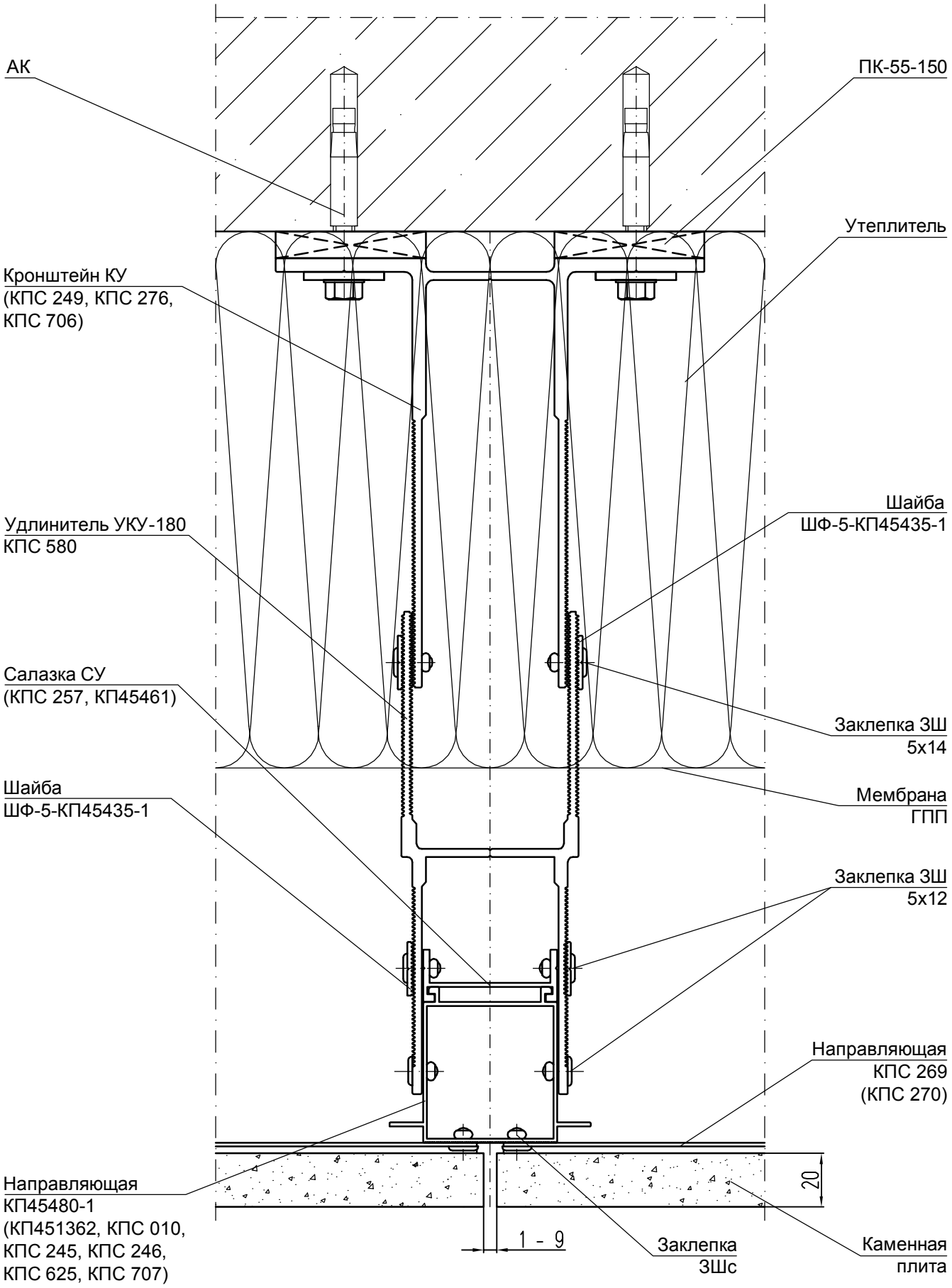
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.10

УЗЕЛ 1.7 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение удлинителей УКН (УКО)-125-КПС 306-1 с кронштейнами КН и КО)



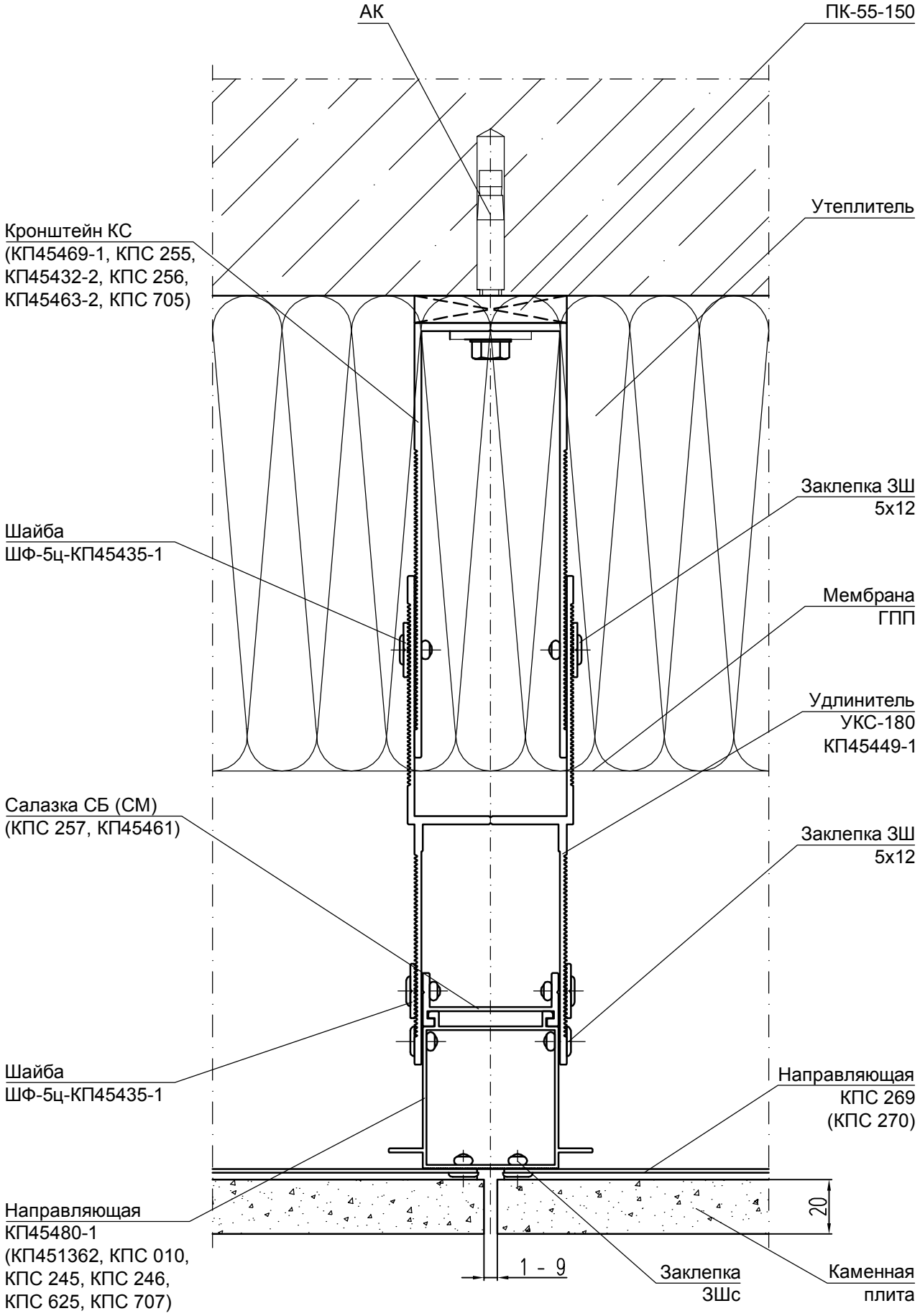
Лист	СИАЛ Навесная фасадная система
6.11	

УЗЕЛ 1.8 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение удлинителей УКУ -180-КПС 580 с усиленными кронштейнами)



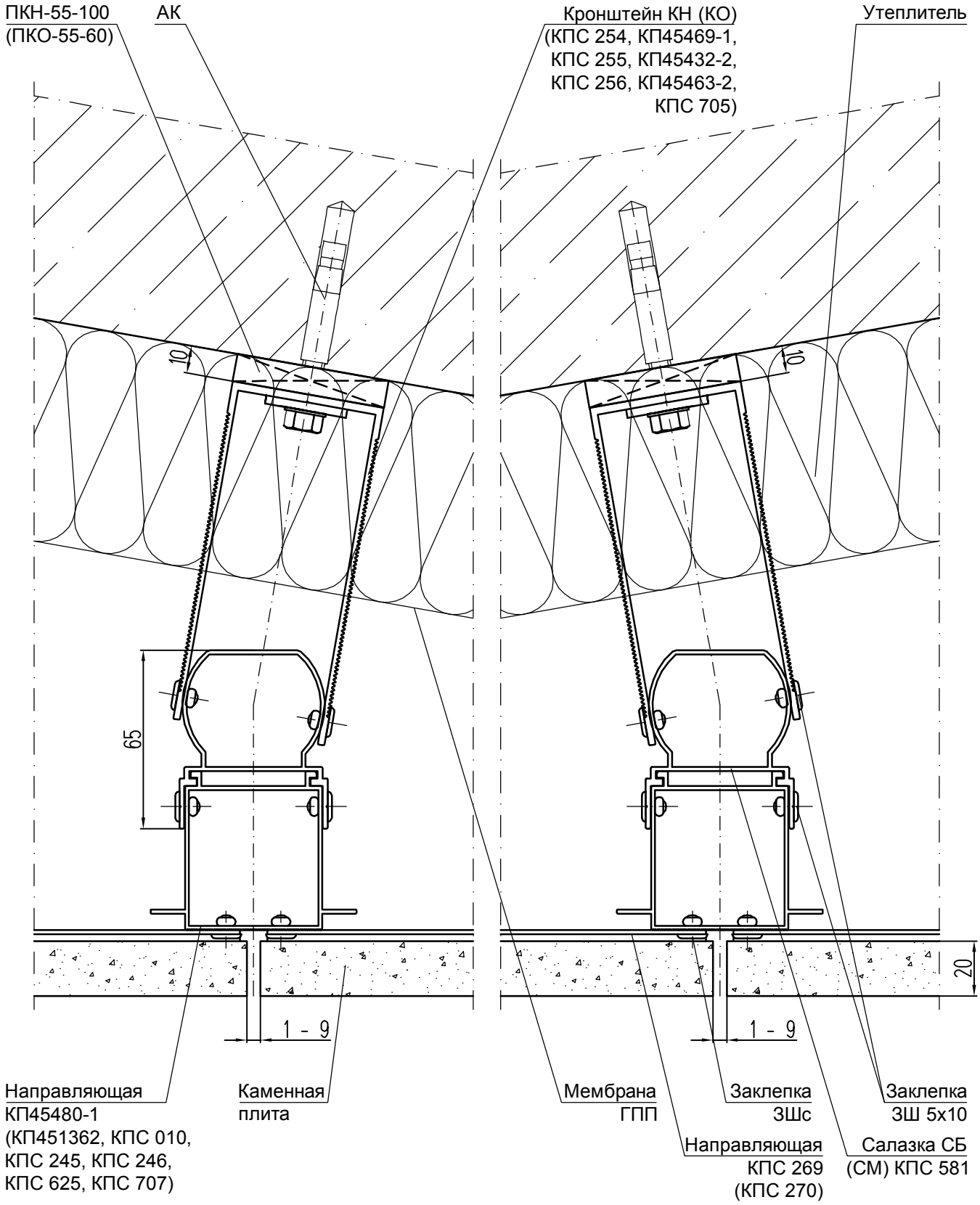
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.12

УЗЕЛ 1.9 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение удлинителей УКС -180-КП45449-1 со спаренными кронштейнами КС)



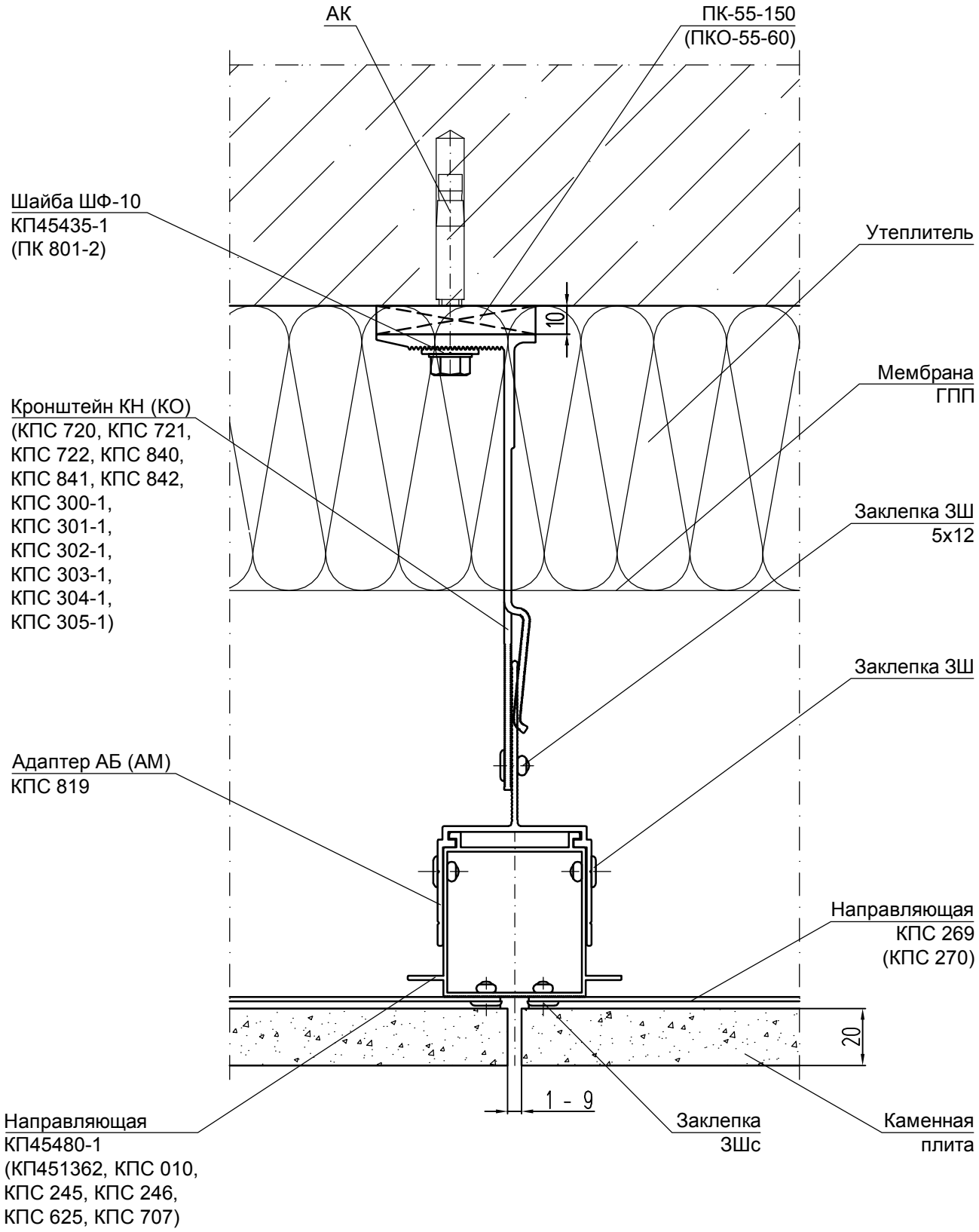
Лист	
6.13	СИАЛ Навесная фасадная система

УЗЕЛ 1.10 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение салазки КПС 581 на неровных участках стены)



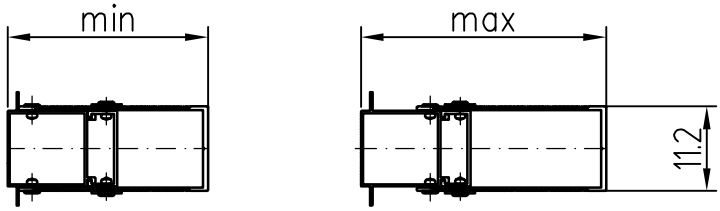
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.14

УЗЕЛ 1.11 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение адаптера КПС 819)



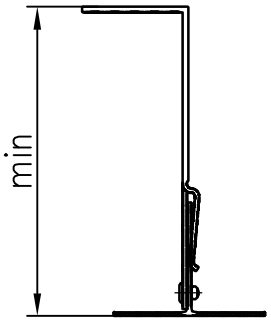
Лист	
6.15	СИАЛ Навесная фасадная система

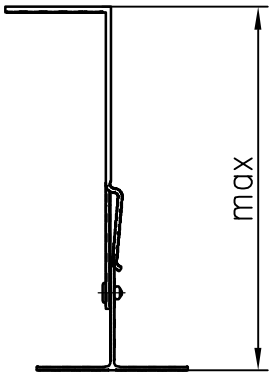
ТАБЛИЦА ВЫЛЕТОВ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТАНОВЛЕННЫХ НА П-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНАХ , ММ



Марка кронштейна \ Шифр направляющей		КП45480-1	КП451362	КПС 010	КПС 245	КПС 246	КПС 625	КПС 707
КН (КО)-60 КПС 254	min	71	71	93	118	138	93	72
	max	98	107	120	145	165	101	99
КН (КО)-90 КП45469-1	min	98	107	118	143	163	123	92
	max	128	137	148	173	193	131	129
КН (КО)-125 КПС 255	min	133	142	153	178	198	158	127
	max	163	172	183	208	228	166	164
КН (КО)-160 КП45432-2	min	168	177	188	213	233	193	162
	max	198	207	218	243	263	201	199
КН (КО)-180 КПС 256	min	188	197	208	233	253	213	182
	max	218	217	238	263	283	221	219
КН (КО)-205 КП45463-2	min	213	222	233	258	278	238	207
	max	243	242	263	288	308	246	244
КН (КО)-240 КПС 705	min	248	257	268	293	313	273	242
	max	278	277	298	323	343	281	279
КС-90 КП45469-1	min	98	107	118	143	163	123	92
	max	128	137	148	173	193	131	129
КС-125 КПС 255	min	133	142	153	178	198	158	127
	max	163	172	183	208	228	166	164
КС-160 КП45432-2	min	168	177	188	213	233	193	162
	max	198	207	218	243	263	201	199
КС-180 КПС 256	min	188	197	208	233	253	213	182
	max	218	217	238	263	283	221	219
КС-205 КП45463-2	min	213	222	233	258	278	238	207
	max	243	242	263	288	308	246	244
КС-240 КПС 705	min	248	257	268	293	313	273	242
	max	278	277	298	323	343	281	279
КУ-160 КПС 249	min	168	177	188	213	233	193	162
	max	198	207	218	243	263	201	199
КУ-205 КПС 276	min	213	222	233	258	278	238	207
	max	243	242	263	288	308	246	244
КУ-240 КПС 706	min	248	257	268	293	313	273	242
	max	278	277	298	323	343	281	279

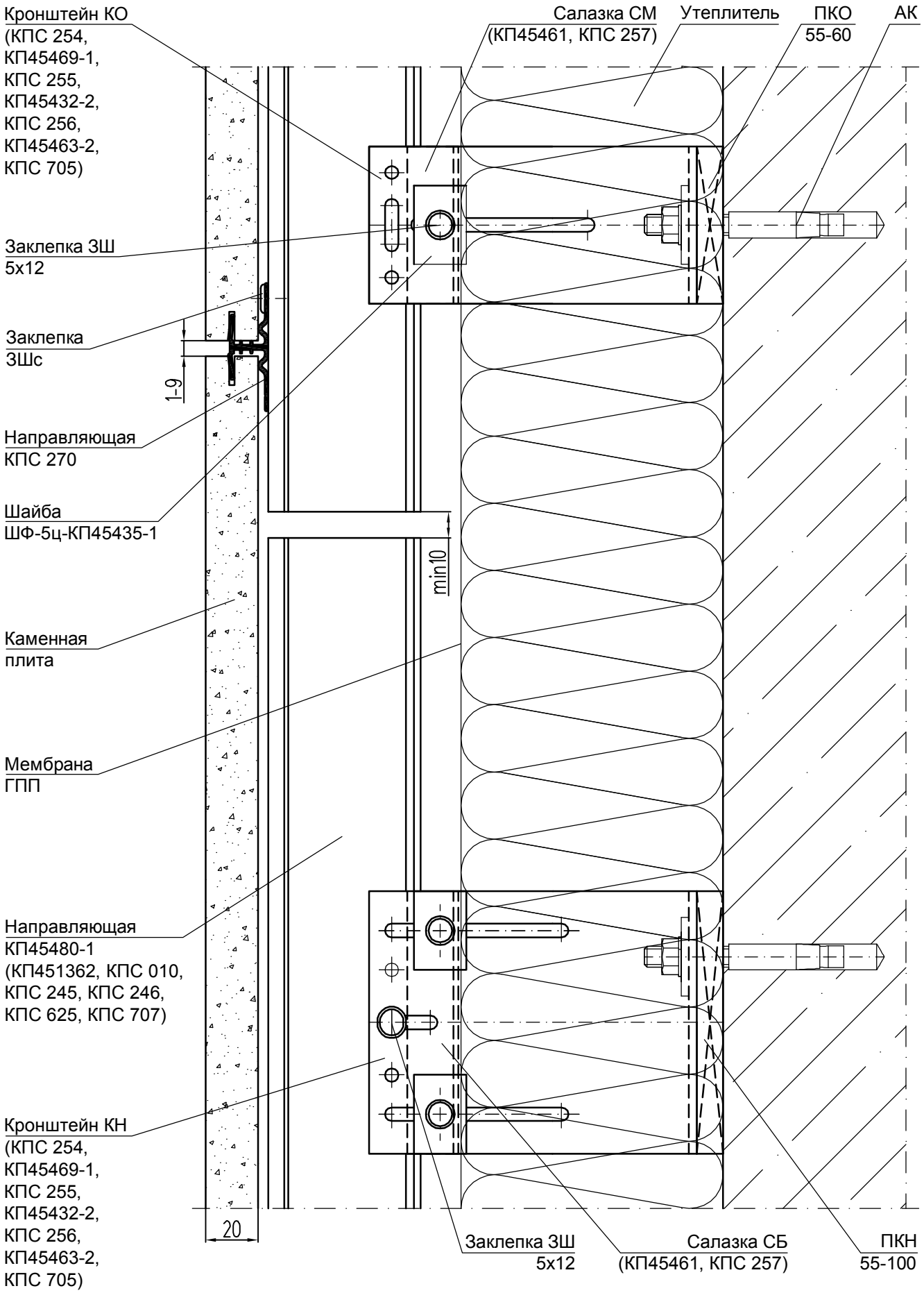
ТАБЛИЦА ВЫЛЕТОВ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТАНОВЛЕННЫХ НА Г-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНАХ , ММ





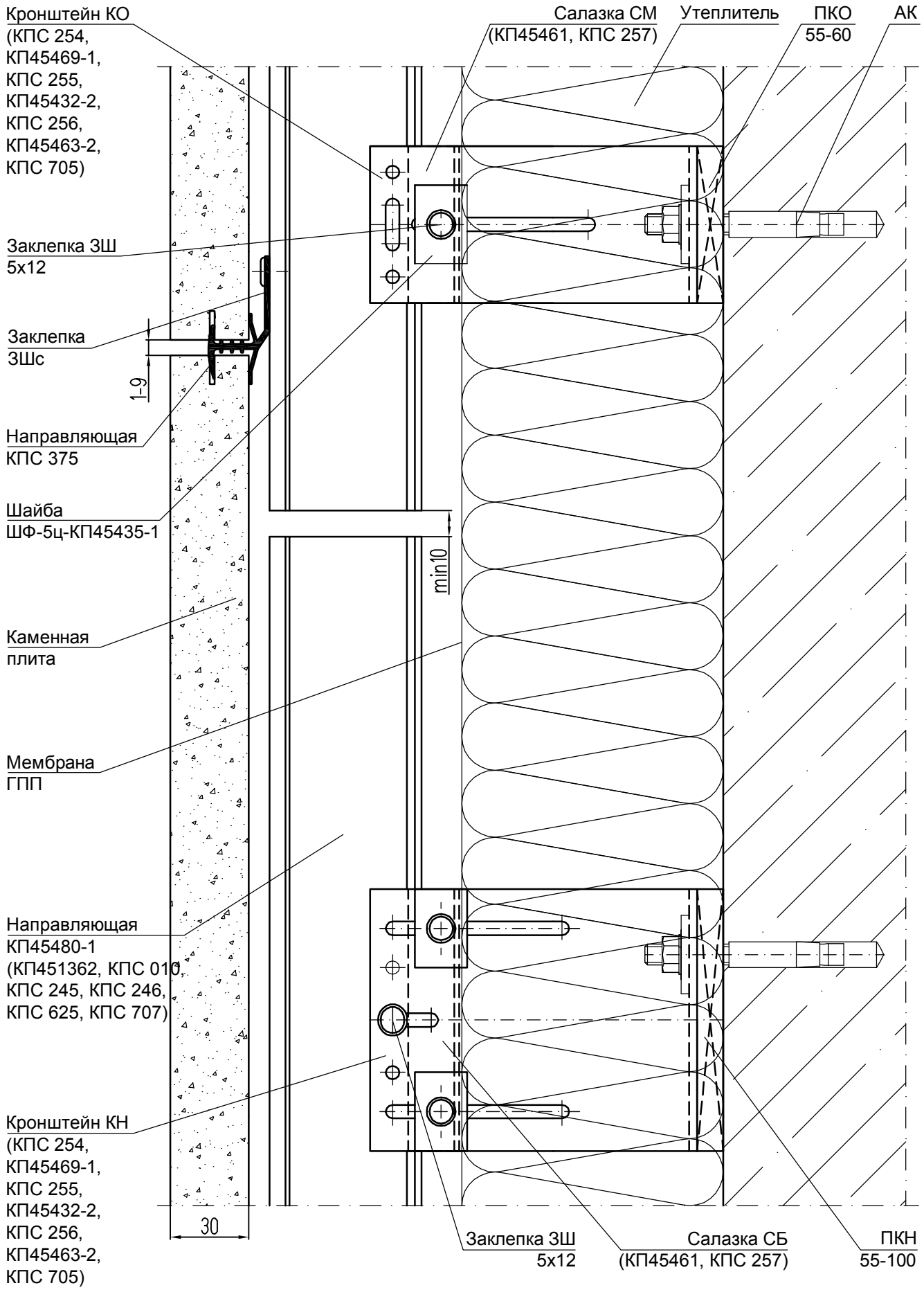
Марка кронштейна \ Шифр направляющей		КП45530	КП45531	КПС 467	КПС 626	КПС 701
КН (КО)-70 КПС 300-1	min	74	74	72	73	73
	max	104	104	102	103	103
КН (КО)-90 КПС 301-1	min	94	94	92	93	93
КН (КО)-90 КПС 840	max	124	124	122	123	123
КН (КО)-125 КПС 302-1	min	129	129	127	128	128
КН (КО)-125 КПС 841	max	159	159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

УЗЕЛ 2.1 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение П-образных кронштейнов)



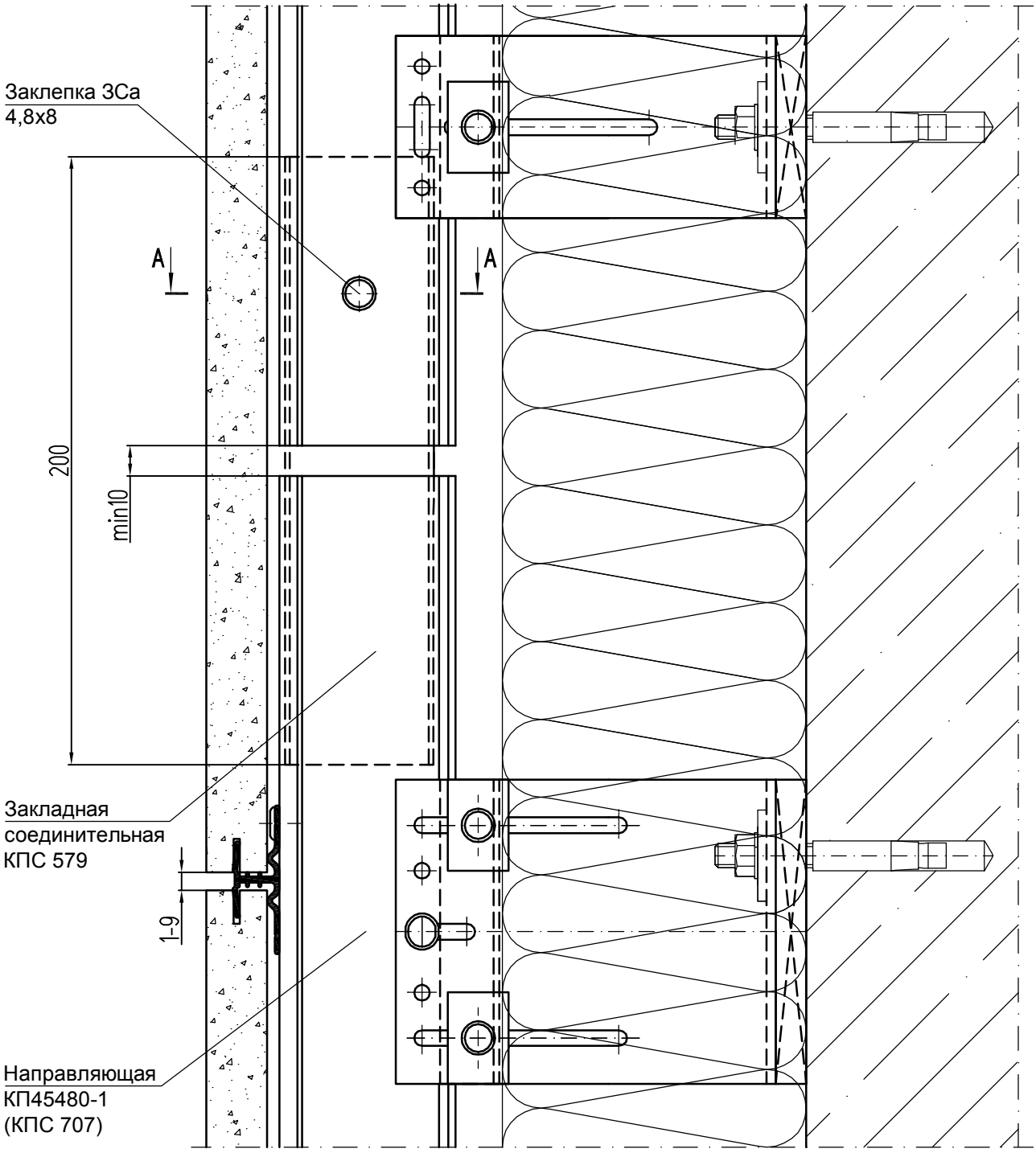
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.18

УЗЕЛ 2.2 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение П-образных кронштейнов)

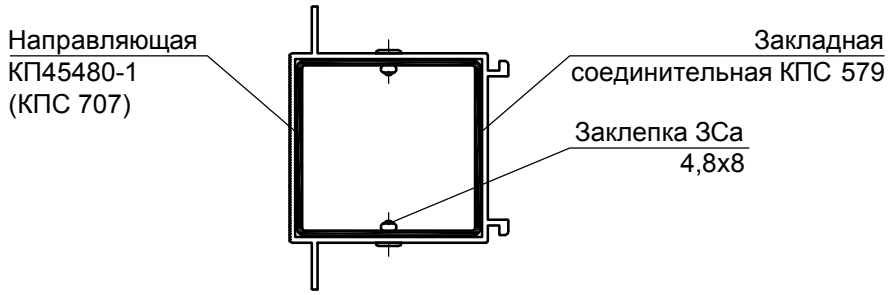


Лист	
6.19	СИАЛ Навесная фасадная система

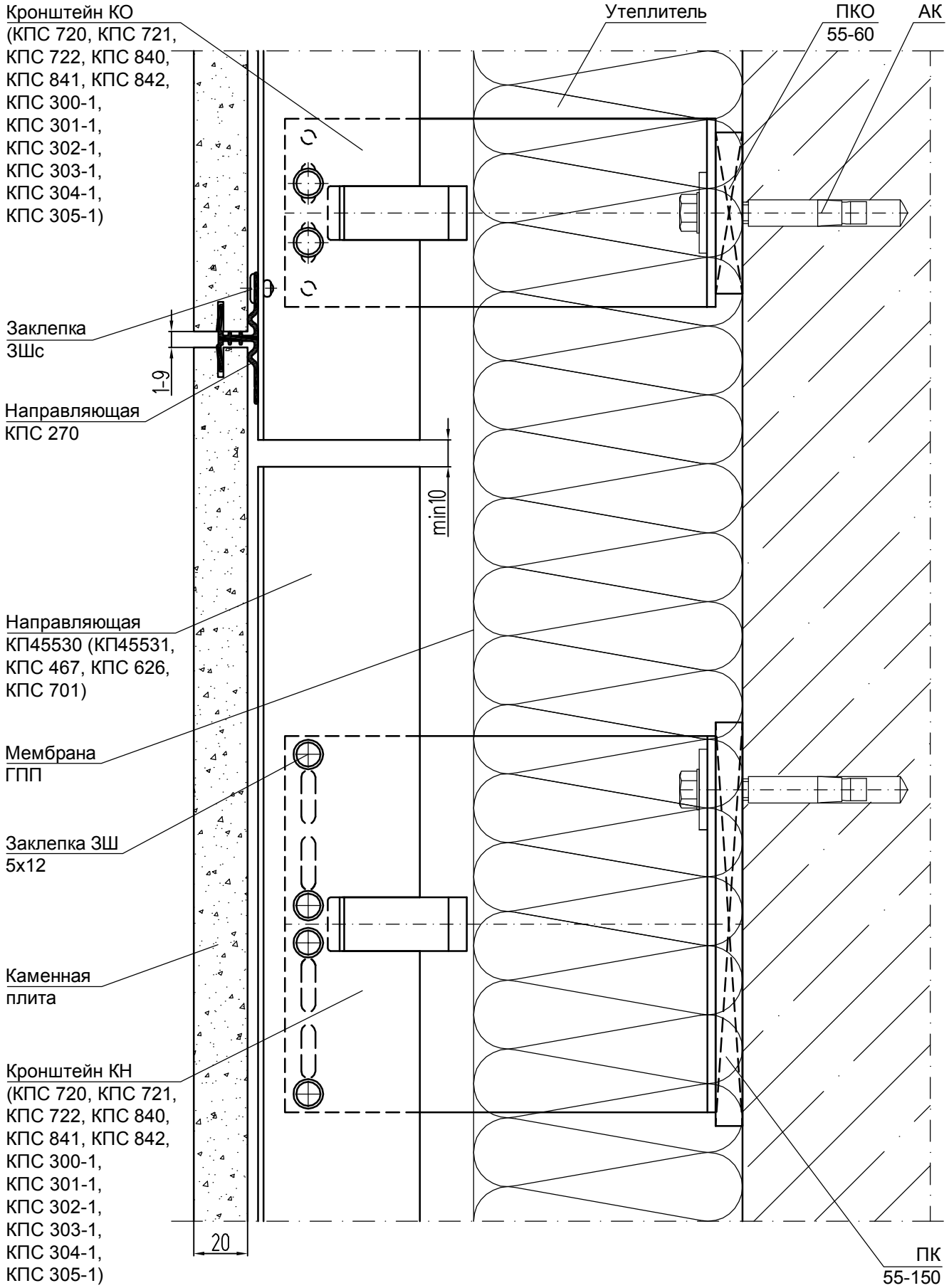
УЗЕЛ 2.3 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение направляющих КП 45480-1, КПС 707 с закладной соединительной КПС 579)



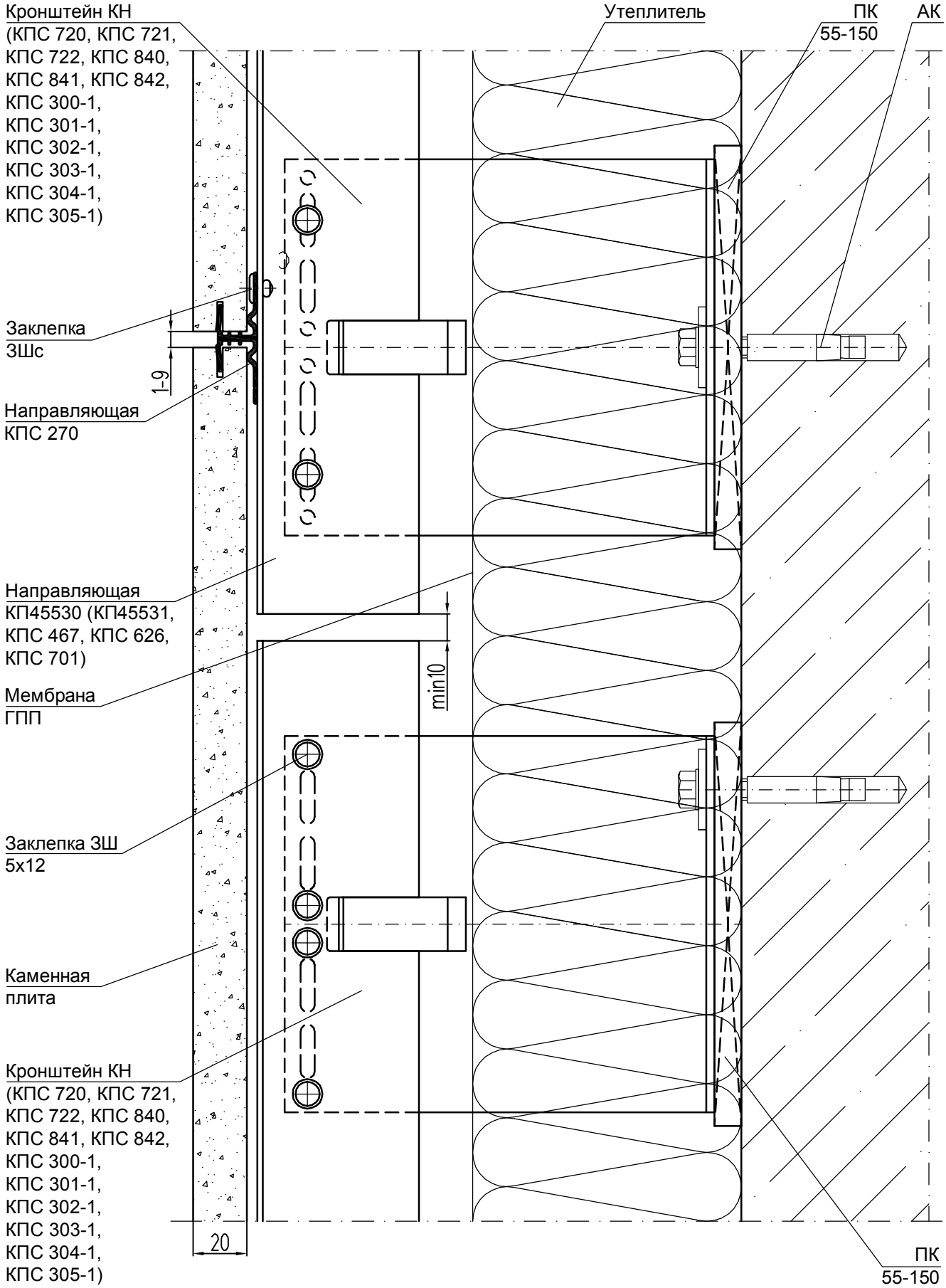
A-A



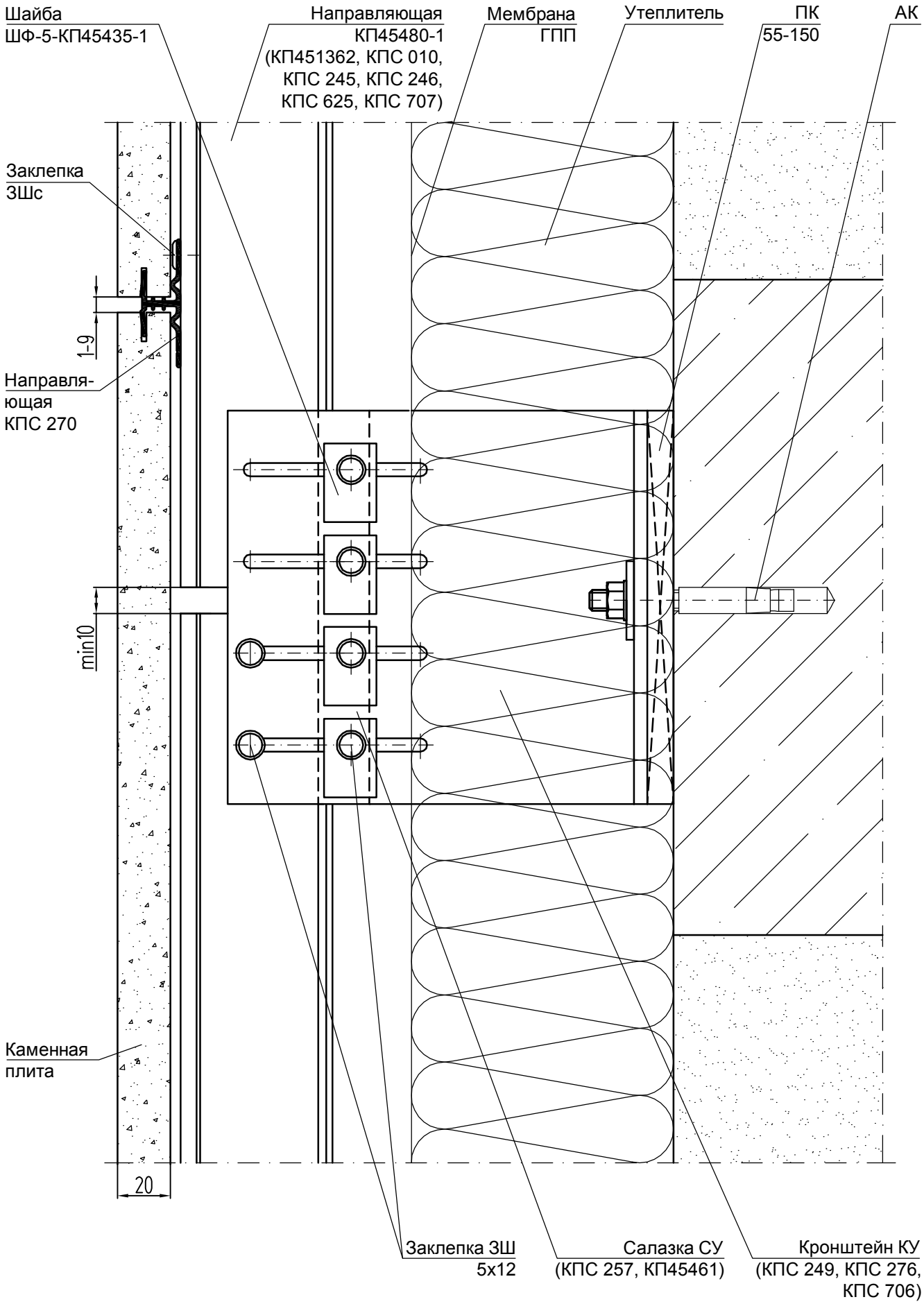
УЗЕЛ 2.4 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение Г-образных кронштейнов)



УЗЕЛ 2.5 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
установка несущего кронштейна в качестве опорного

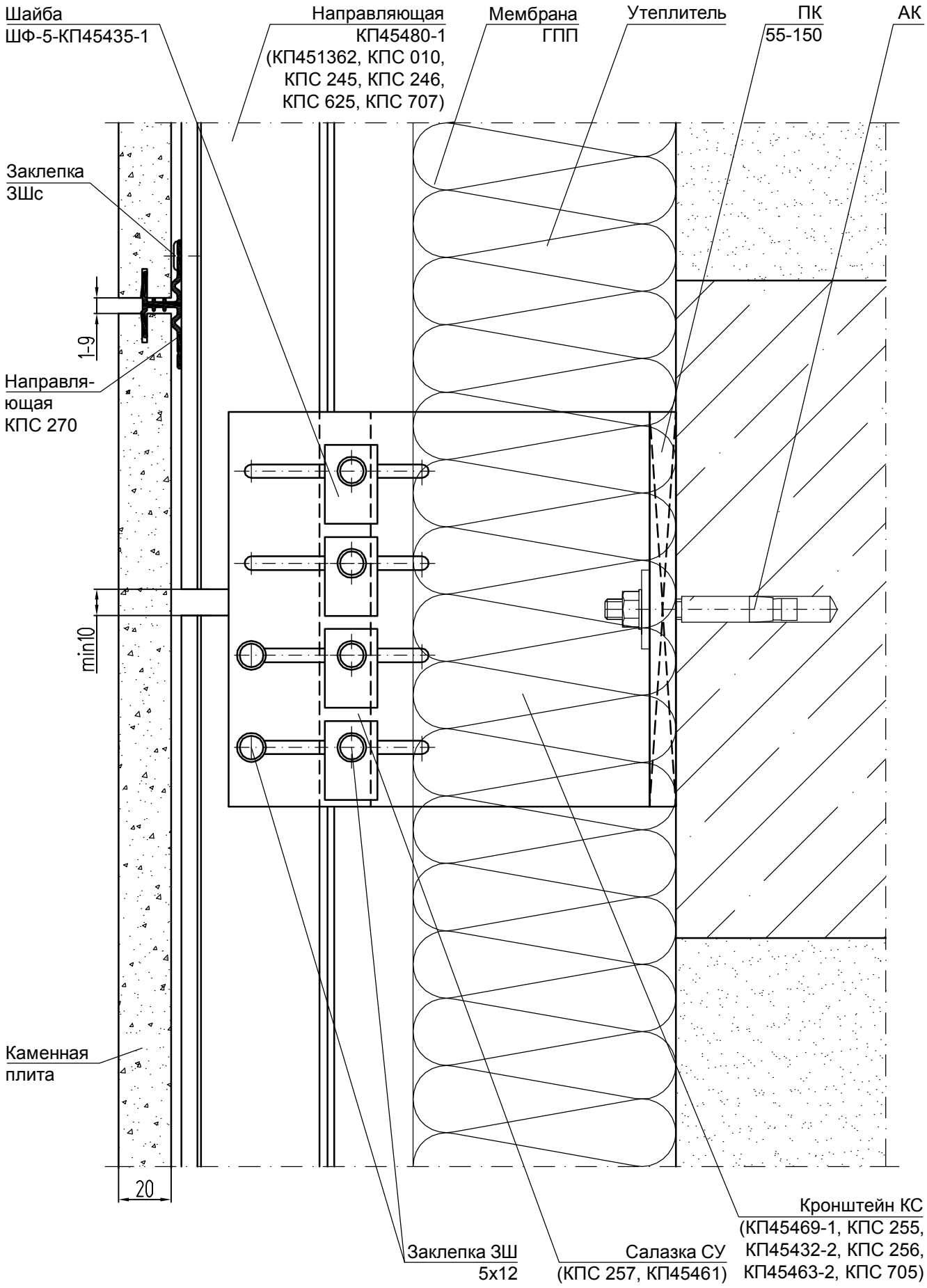


УЗЕЛ 2.6 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение усиленных кронштейнов)

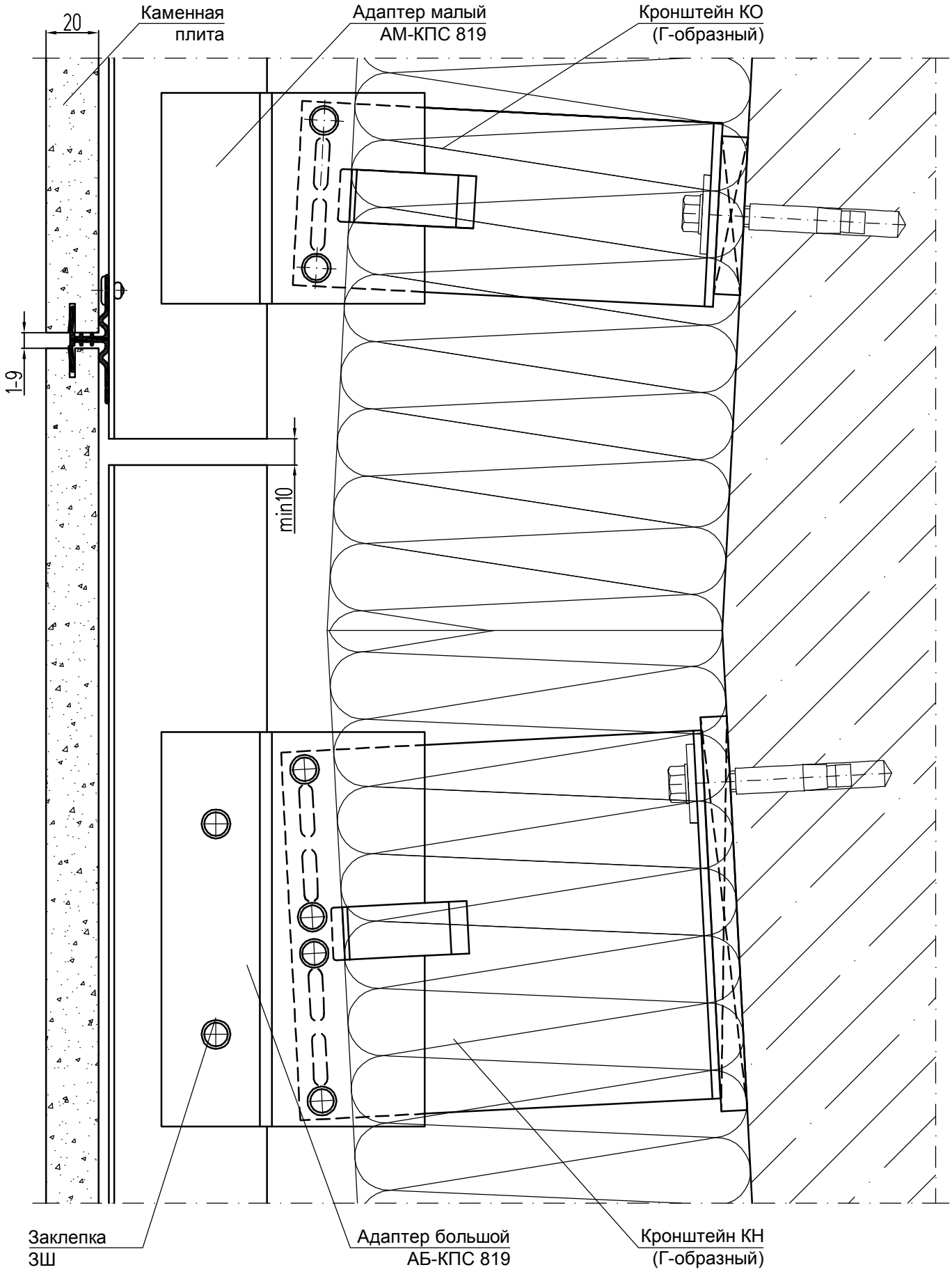


Лист	СИАЛ Навесная фасадная система
6.23	

УЗЕЛ 2.7 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение кронштейнов спаренных)

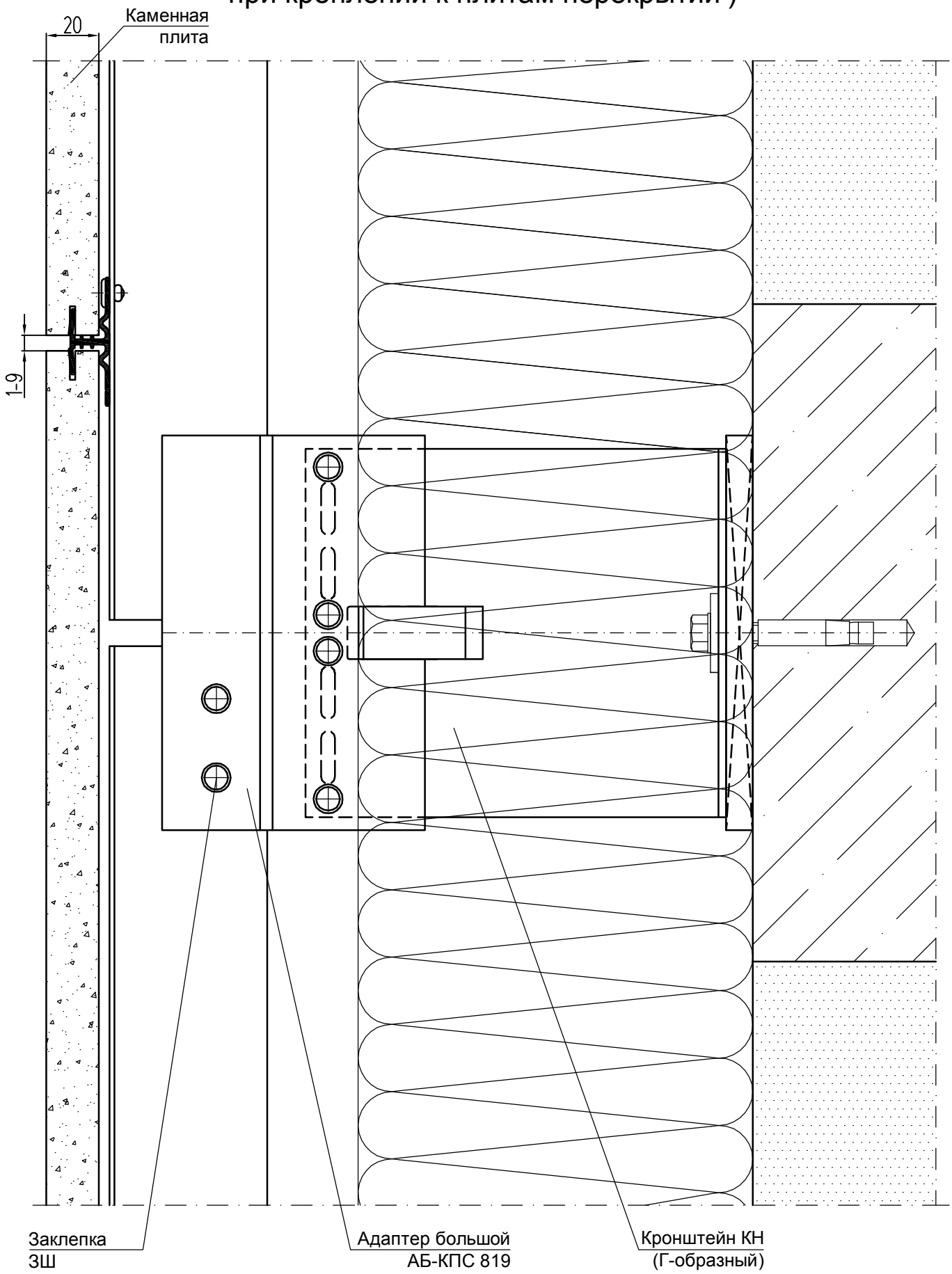


УЗЕЛ 2.8 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение адаптера КПС 819)



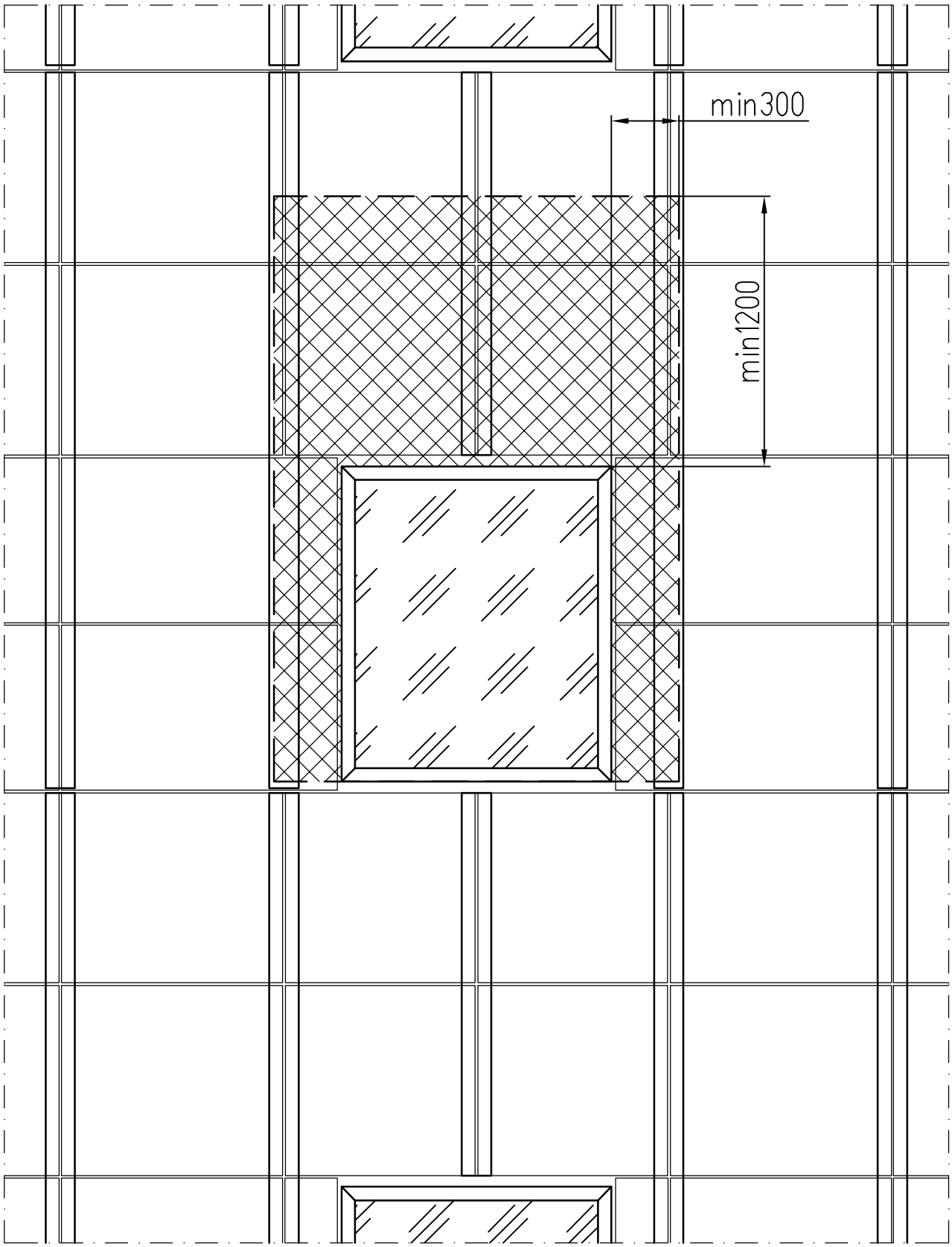
Лист	СИАЛ Навесная фасадная система
6.25	

УЗЕЛ 2.9 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ
(применение адаптера КПС 819 при креплении к плитам перекрытий)



СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.26

ОБЛАСТЬ ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ



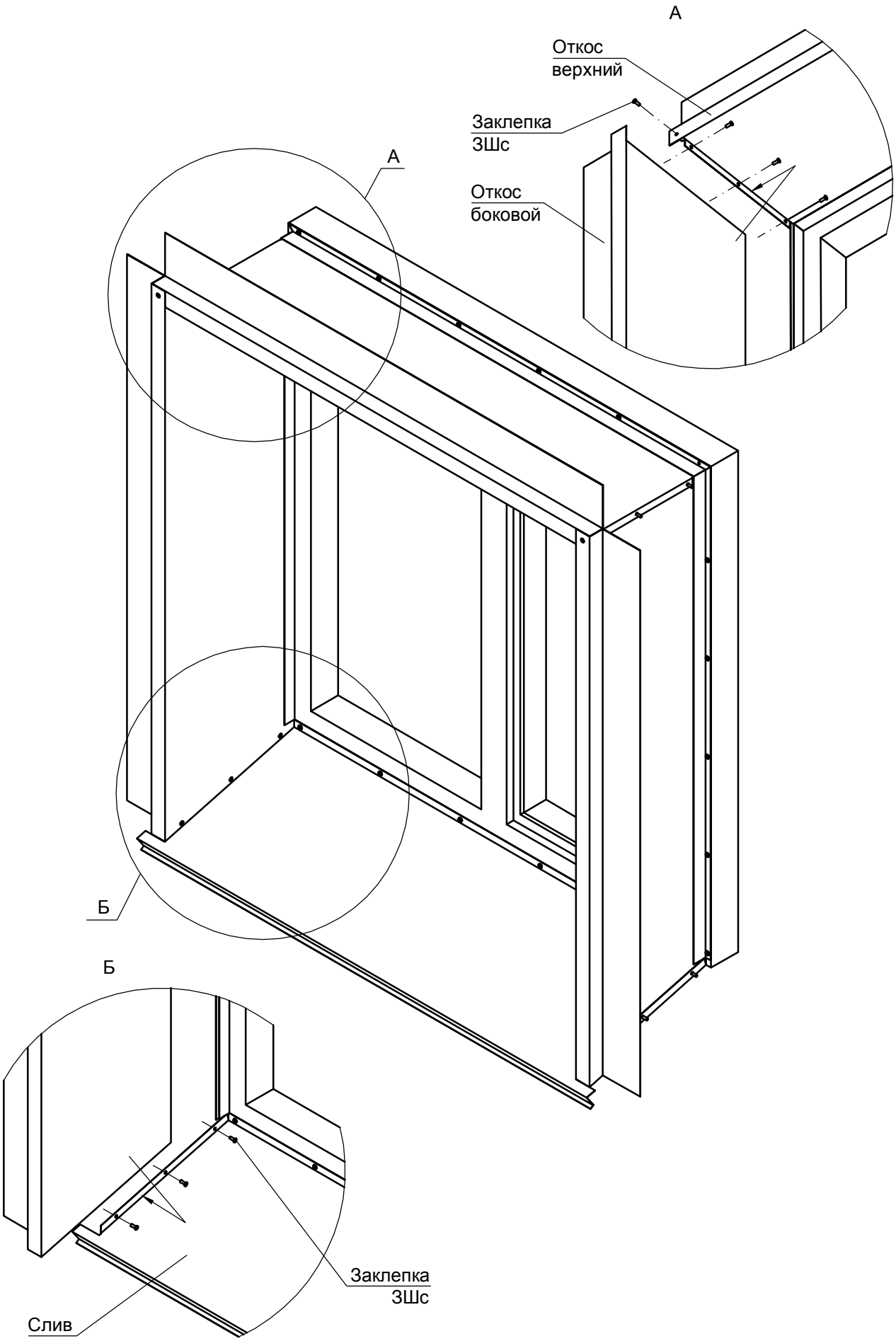
- область повышенной пожарной опасности

ПРИМЕЧАНИЕ

В области повышенной пожарной опасности плиты устанавливаются при помощи стальных кляммеров или стальных горизонтальный профилей. Все метизы в этой области должны быть стальными.

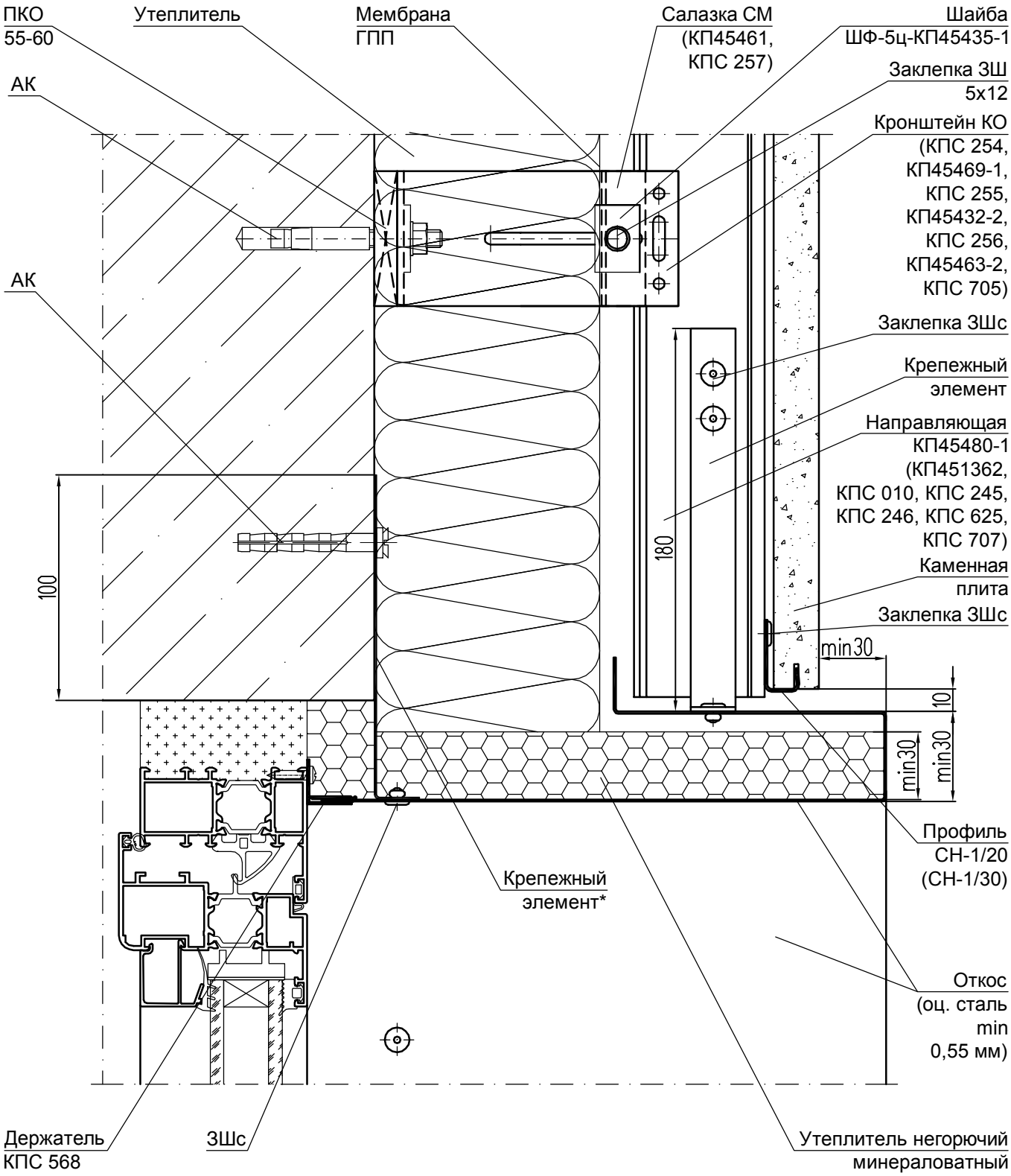
Лист		
6.27	СИАЛ	Навесная фасадная система

КОНСТРУКЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО КОРОБА



СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.28

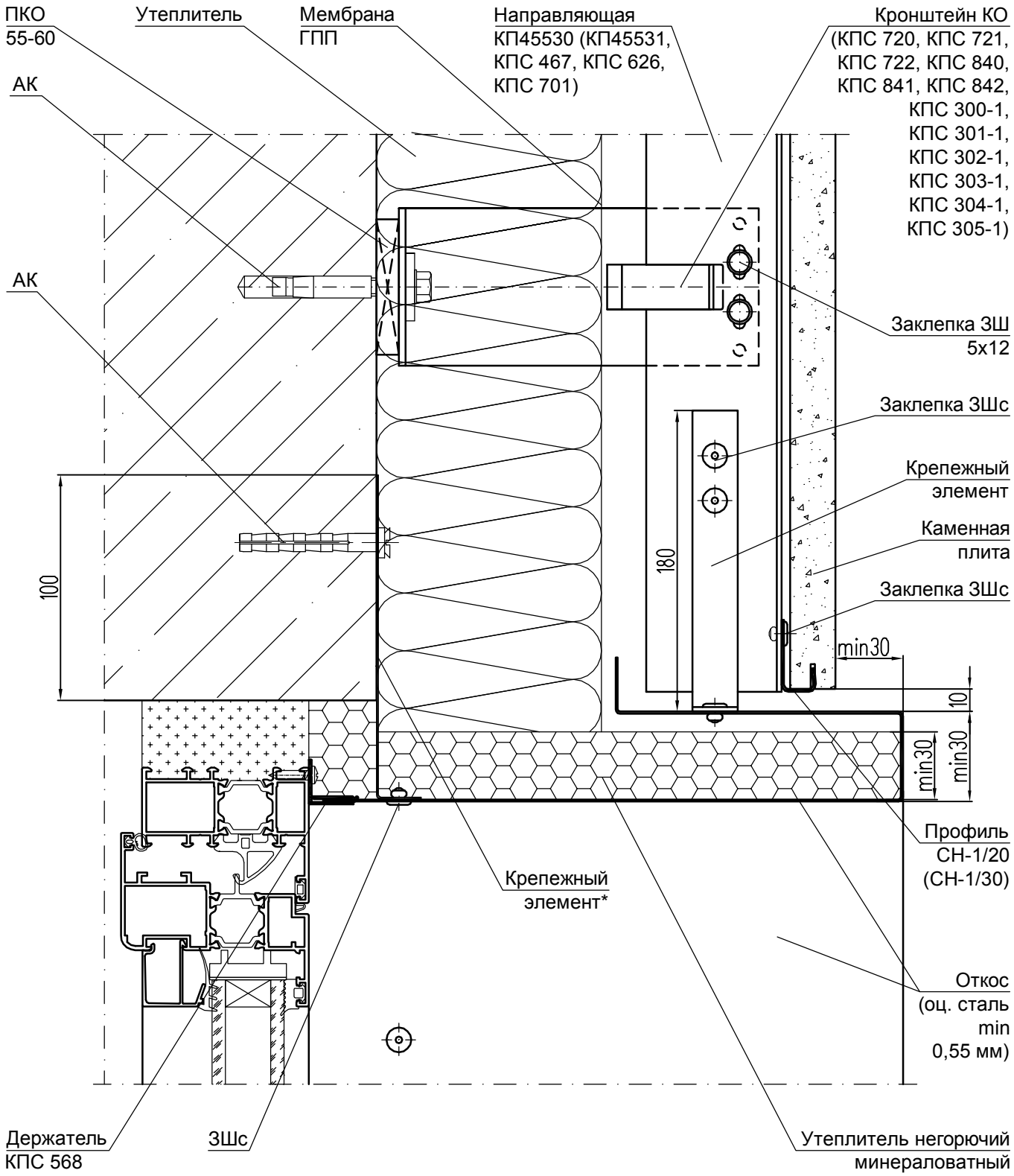
УЗЕЛ 3.1 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из оц. стали с применением П-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

* - элемент из нержавеющей стали сплошной по ширине верхнего откоса .

УЗЕЛ 3.2 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из оц. стали с применением Г-образных кронштейнов)

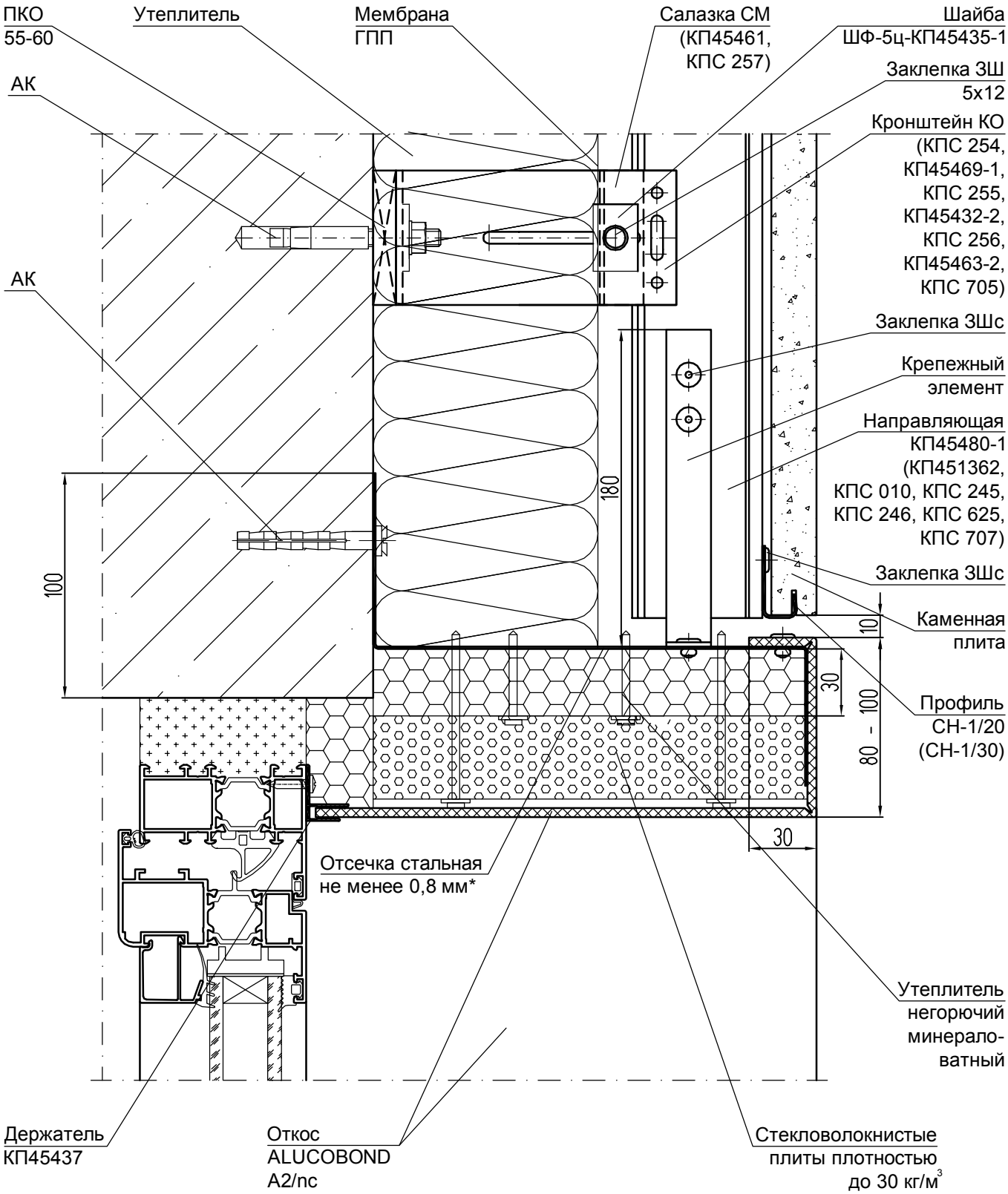


Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

* - элемент из нержавеющей стали сплошной по ширине верхнего откоса.

СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.30

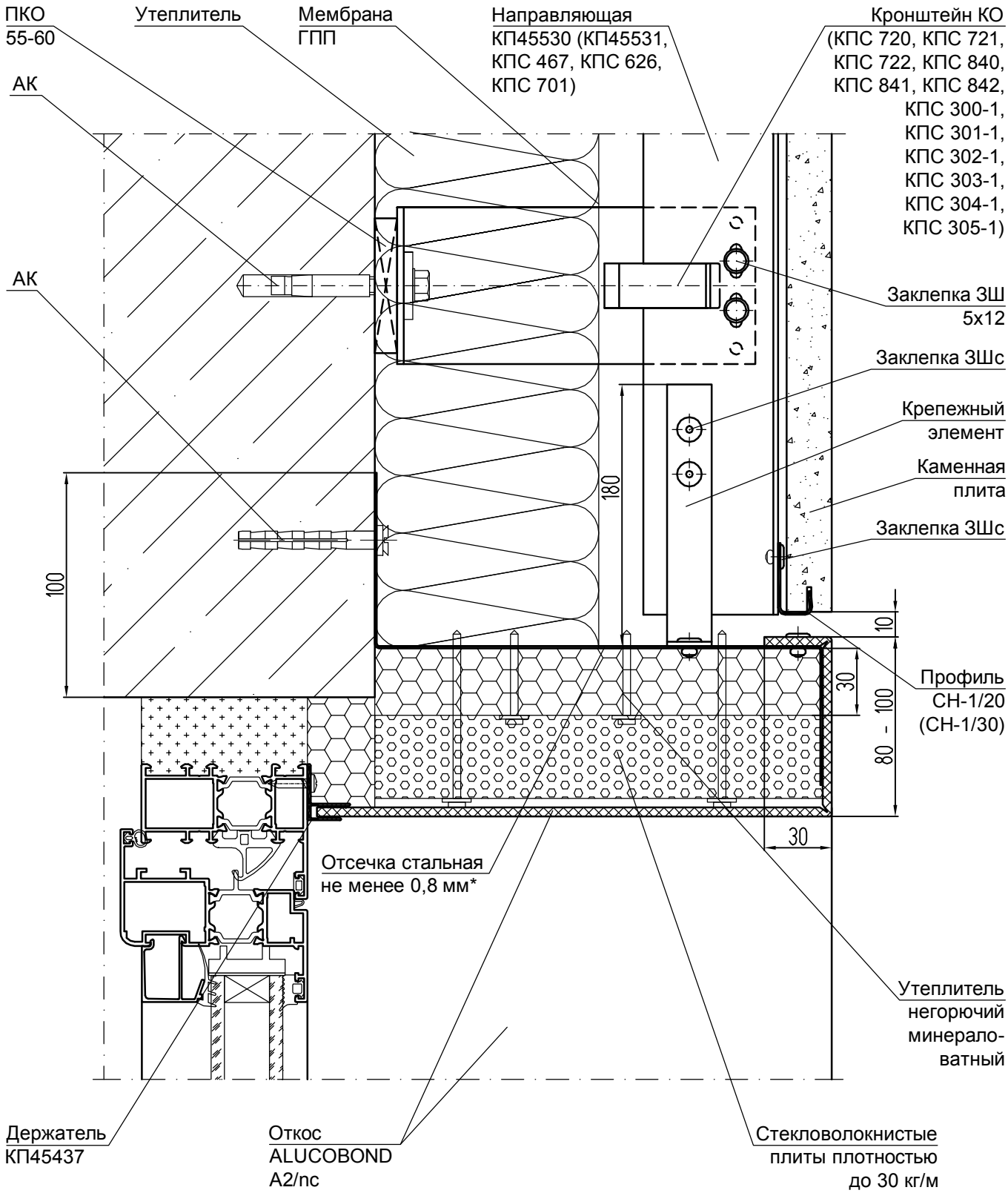
УЗЕЛ 3.3 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из ALUCOBOND A2/nc
с применением П-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

* - длина отсечки равна ширине оконного проема с припуском 80 мм в обе стороны.

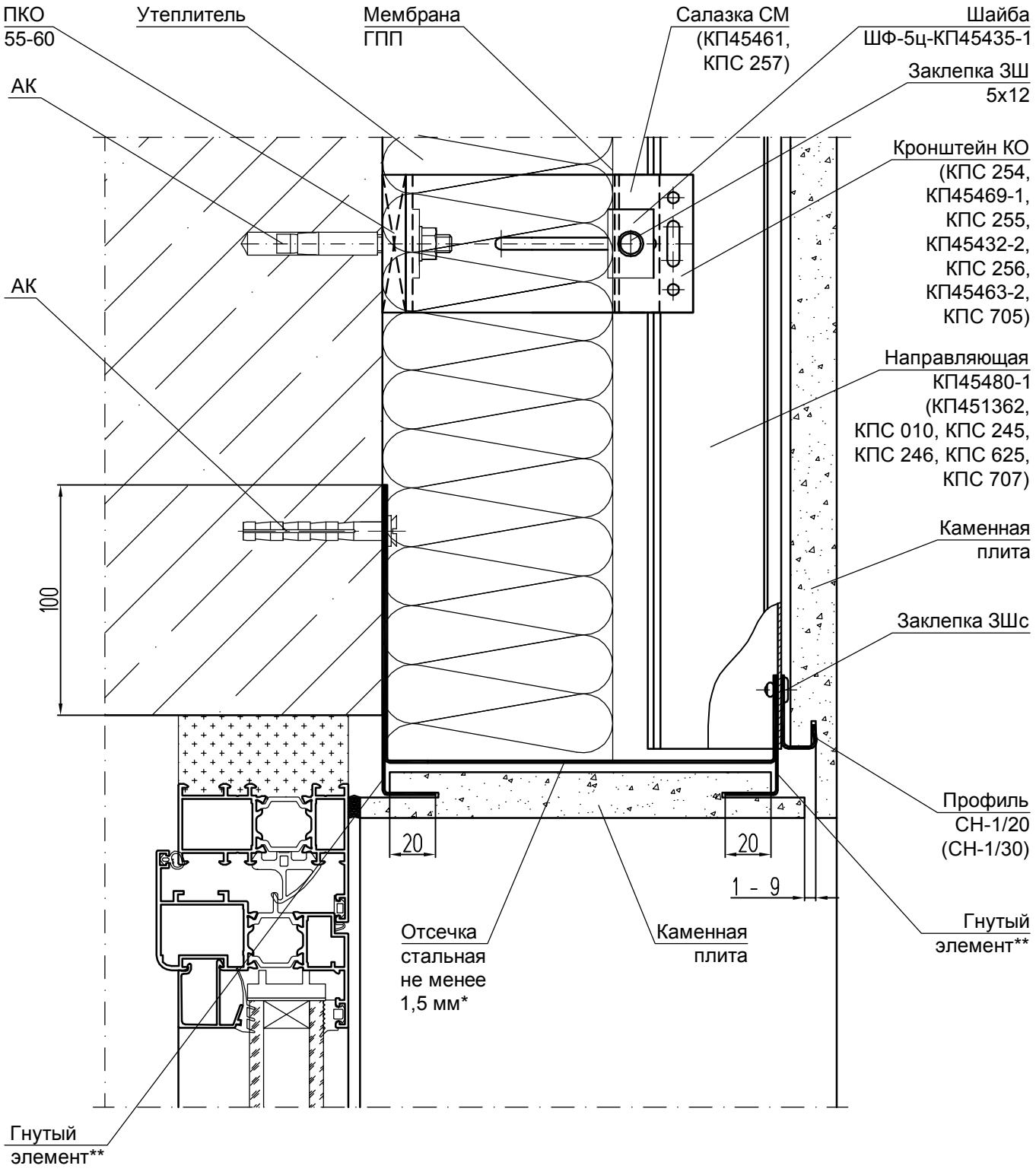
УЗЕЛ 3.4 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из ALUCOBOND A2/nc
с применением Г-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

* - длина отсечки равна ширине оконного проема с припуском 80 мм в обе стороны.

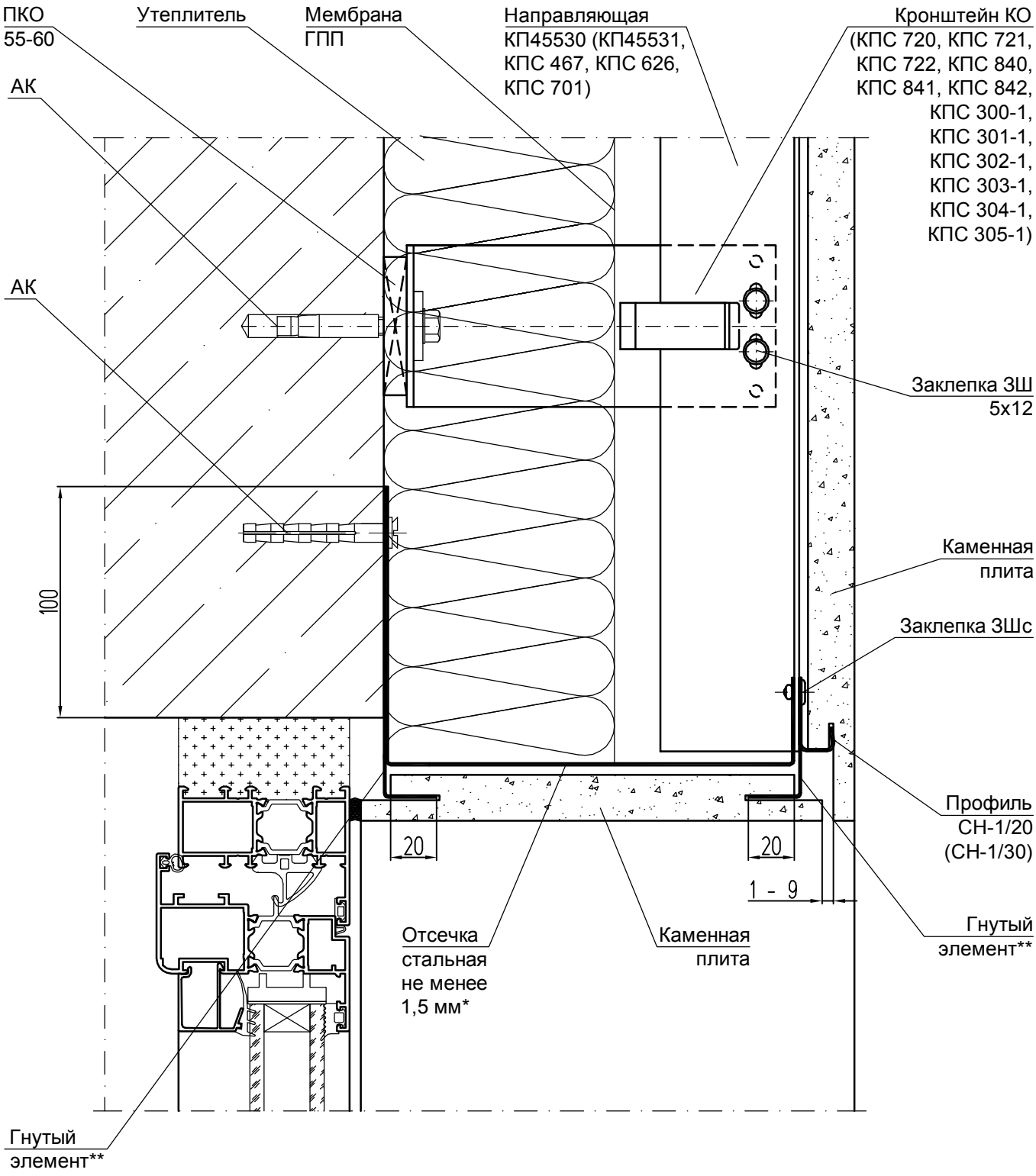
УЗЕЛ 3.5 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из натурального камня с применением П-образных кронштейнов)



* - длина отсечки равна ширине оконного проема с припуском 80 мм в обе стороны.

** - элемент из оц. стали толщиной не менее 1,5 мм сплошной по ширине верхнего откоса.

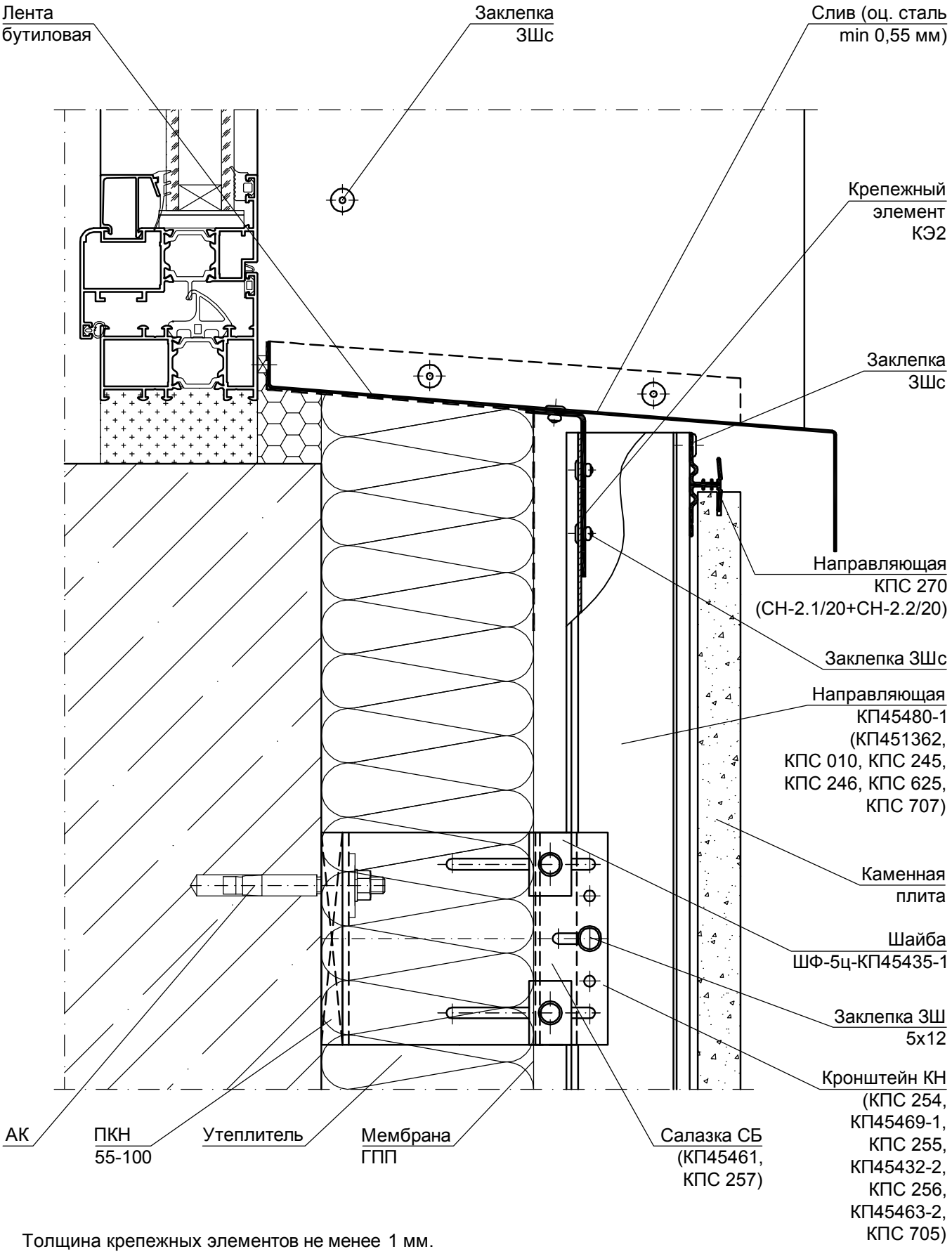
УЗЕЛ 3.6 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА
(откос из натурального камня с применением Г-образных кронштейнов)



* - длина отсечки равна ширине оконного проема с припуском 80 мм в обе стороны.

** - элемент из оц. стали толщиной не менее 1,5 мм сплошной по ширине верхнего откоса.

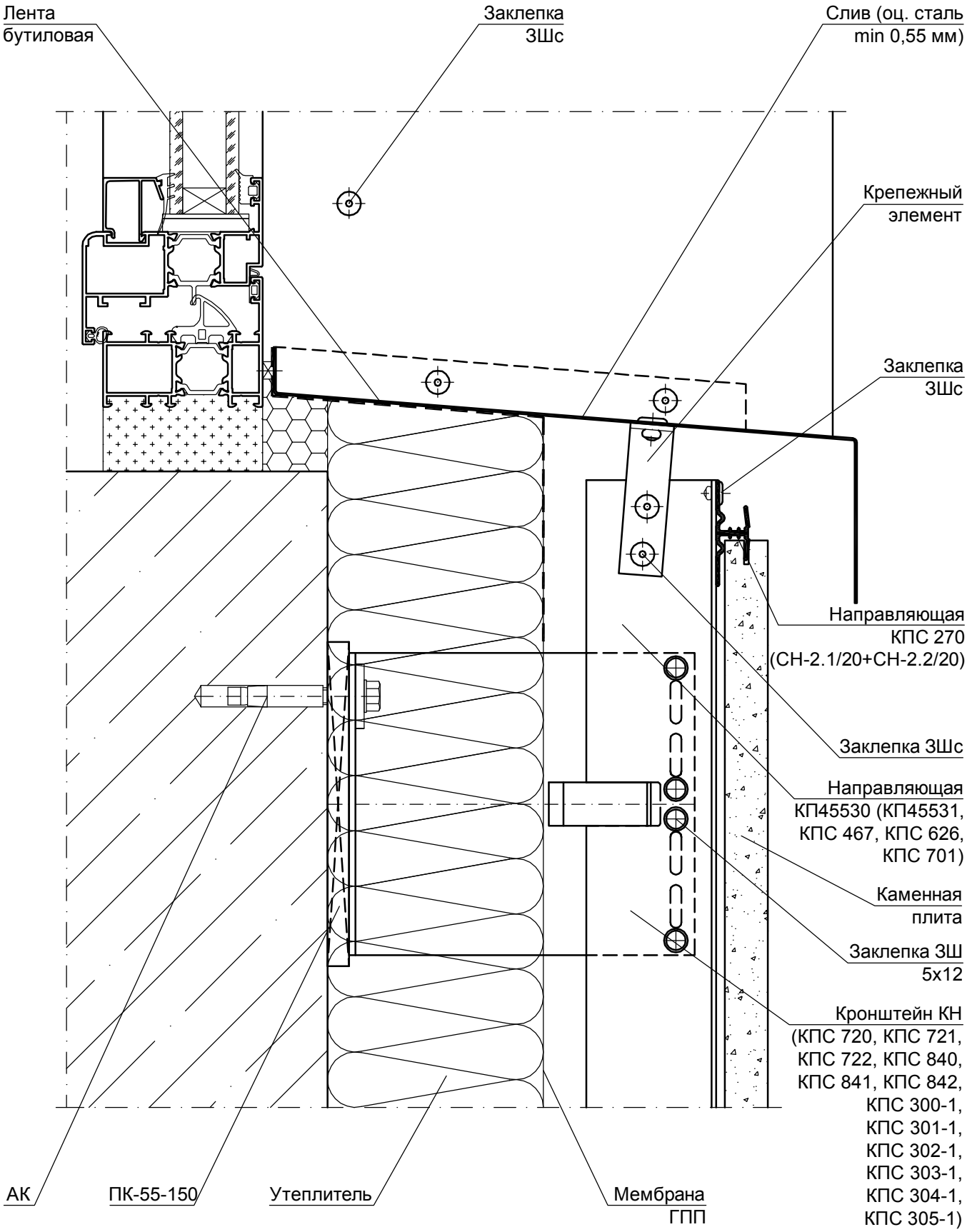
УЗЕЛ 4.1 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ
(оконный слив из оц. стали с применением П-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

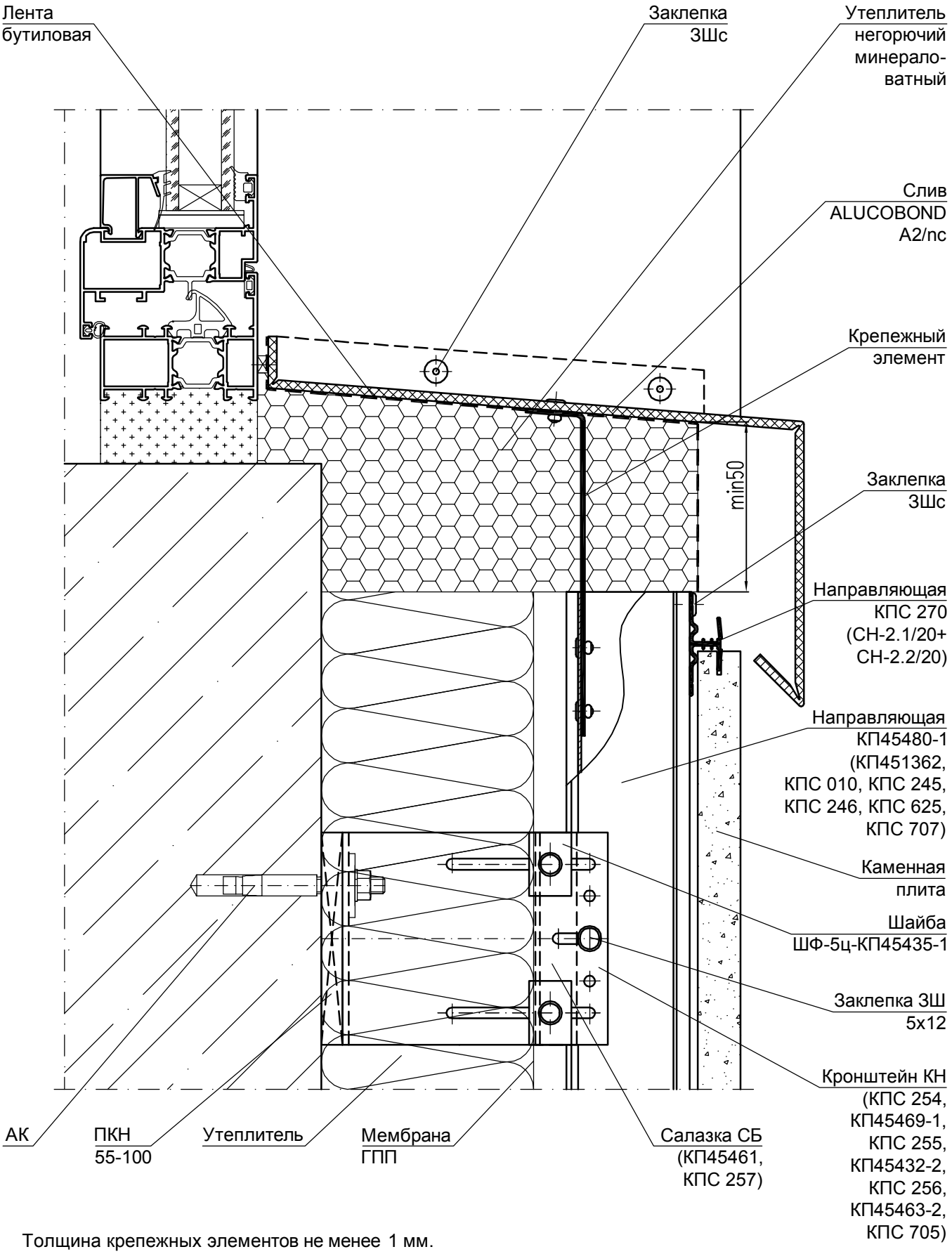
Лист	
6.35	СИАЛ Навесная фасадная система

УЗЕЛ 4.2 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ
(оконный слив из оц. стали с применением Г-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

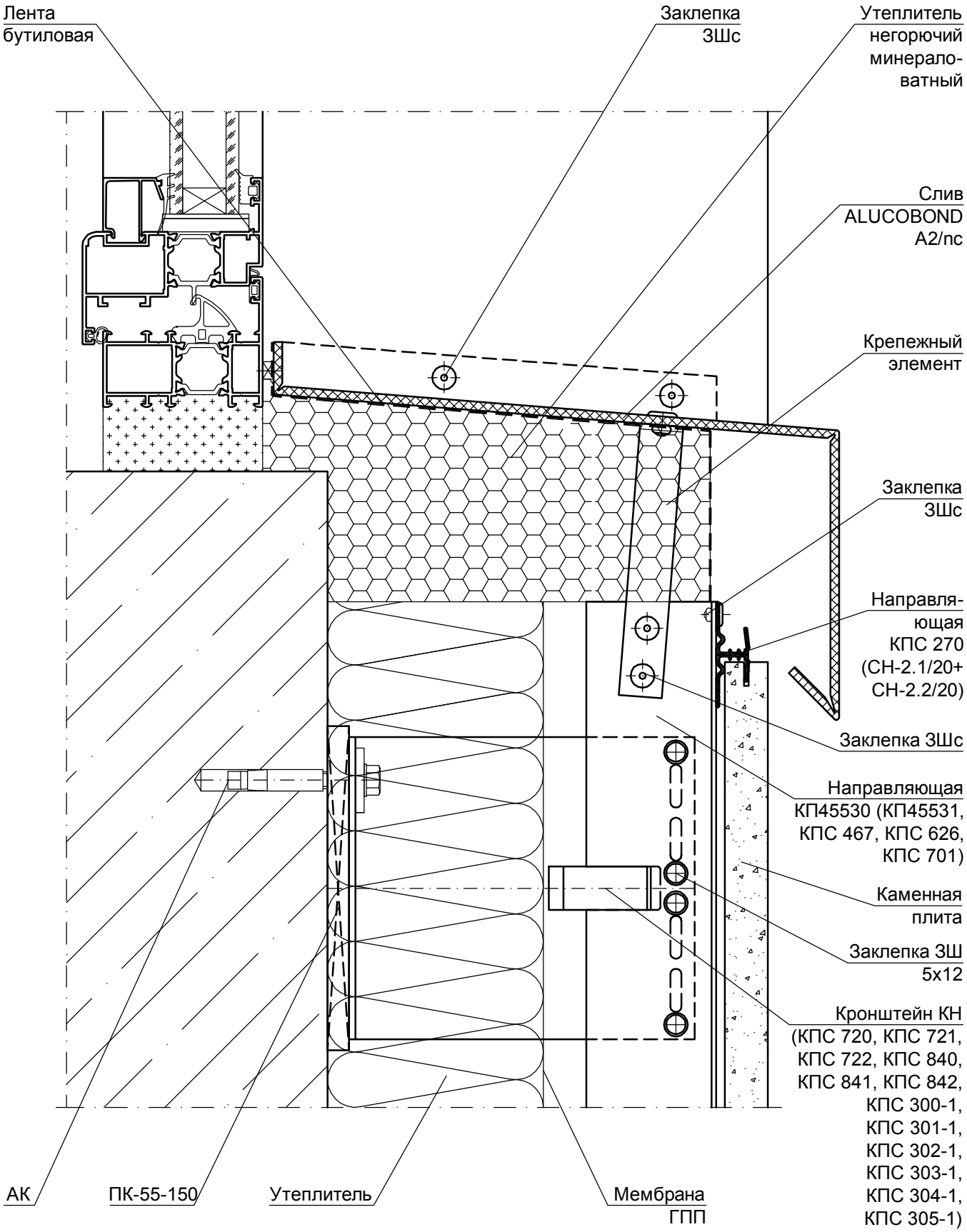
УЗЕЛ 4.3 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ
(оконный слив из панели ALUCOBOND A2/nc с применением П-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

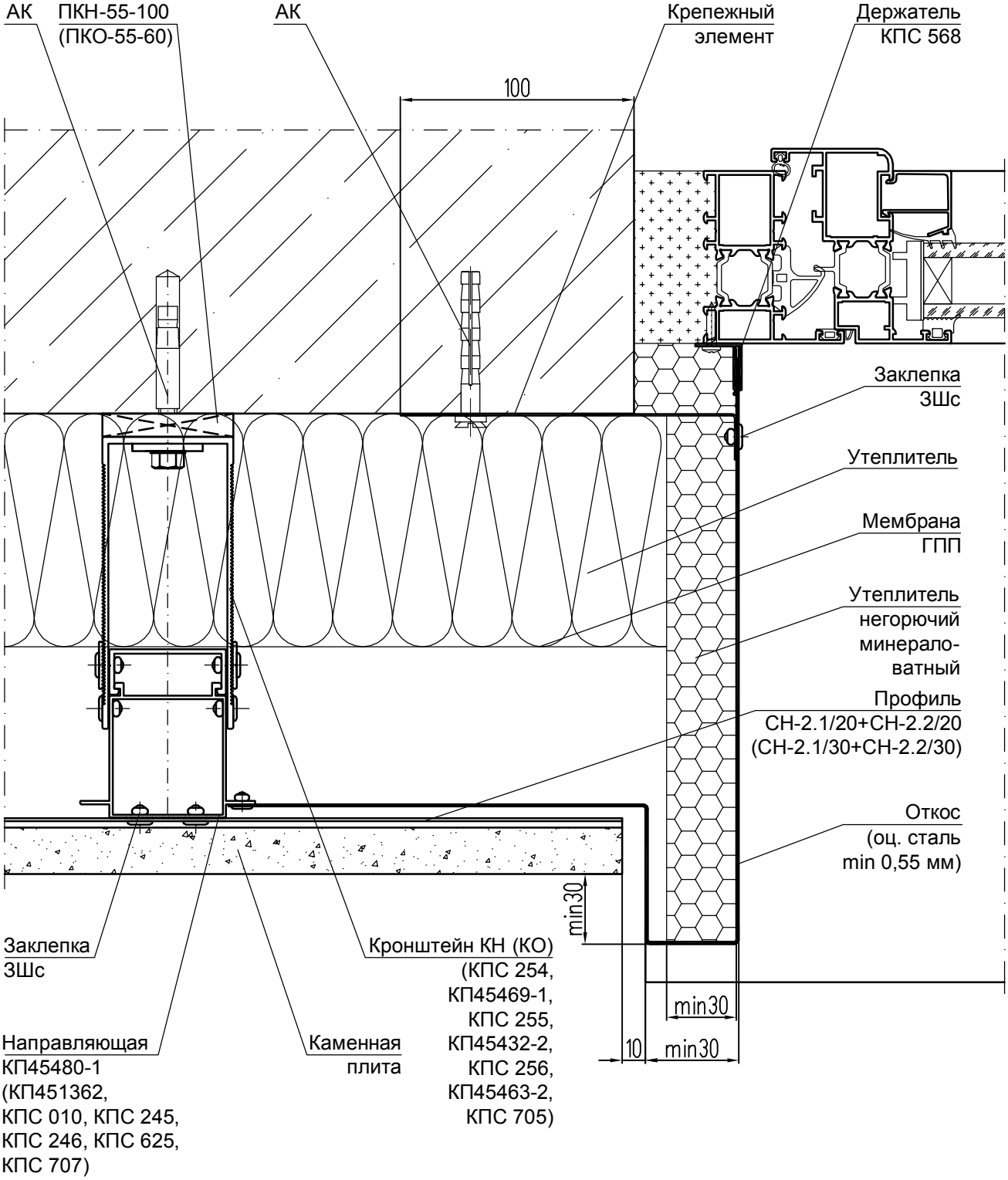
Лист	
6.37	СИАЛ Навесная фасадная система

УЗЕЛ 4.4 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ
(оконный слив из панели ALUCOBOND A2/nc с применением Г-образных кронштейнов)



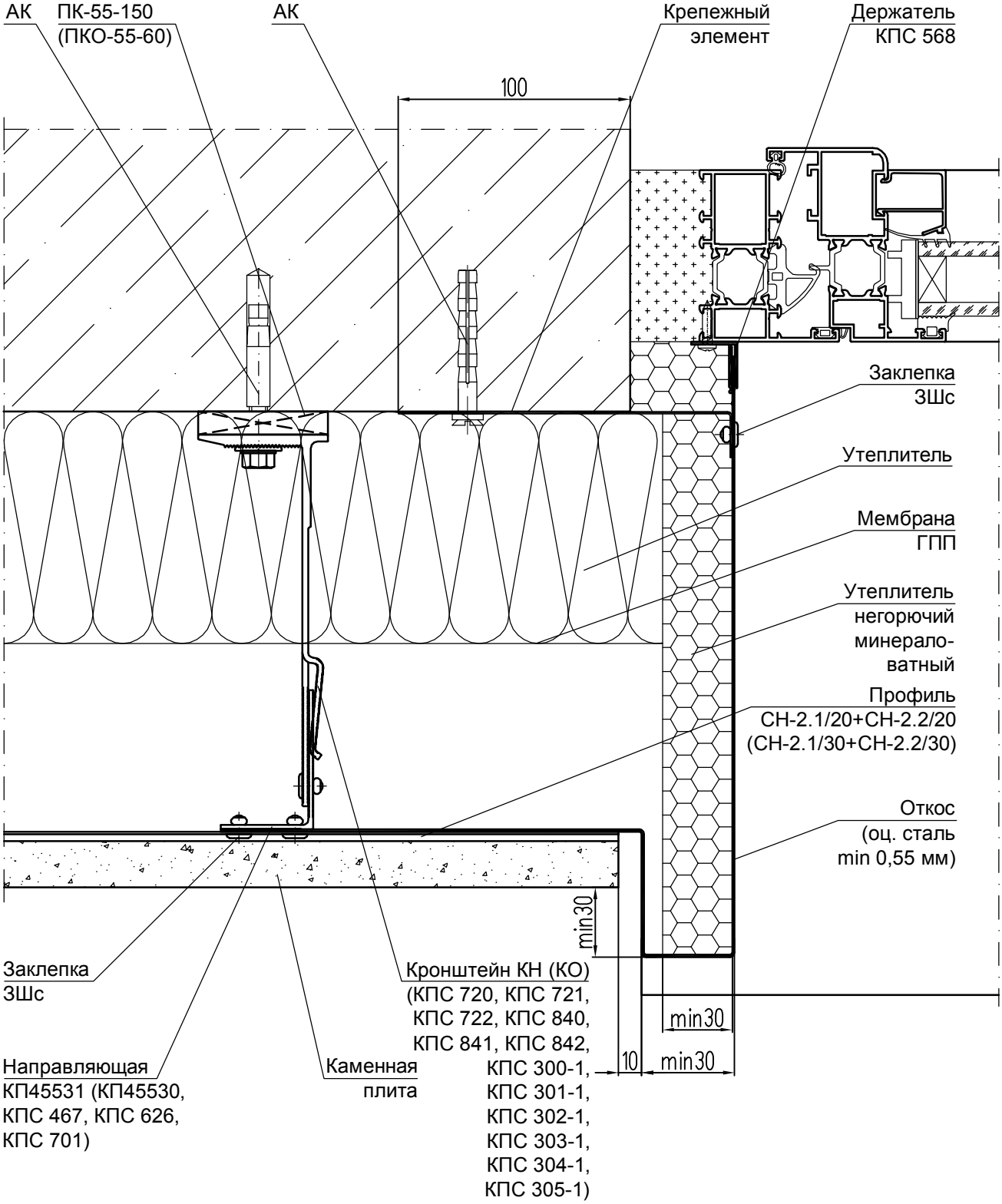
Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

УЗЕЛ 5.1 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из оц. стали с применением П-образных кронштейнов)



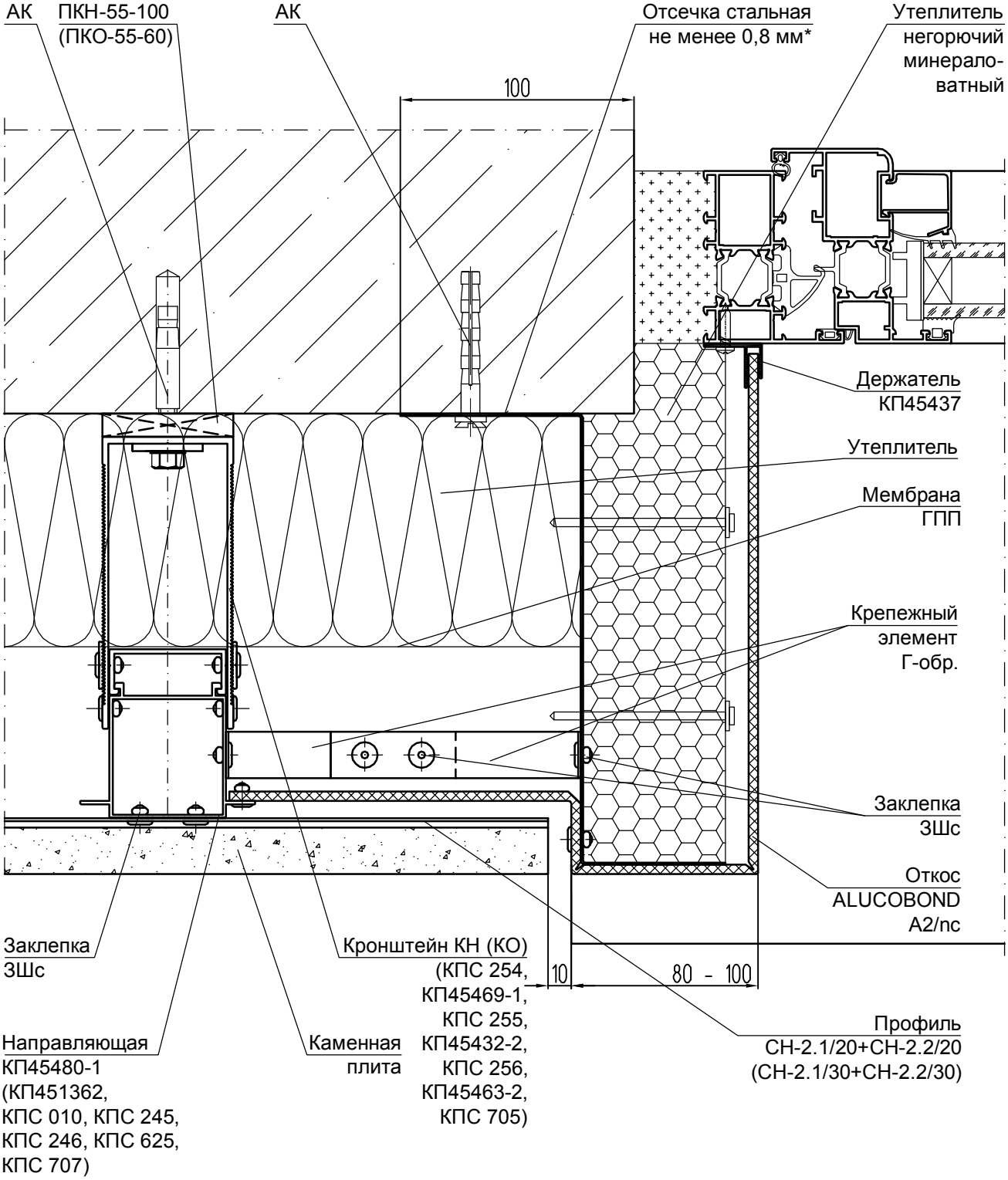
Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

УЗЕЛ 5.2 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из оц. стали с применением Г-образных кронштейнов)



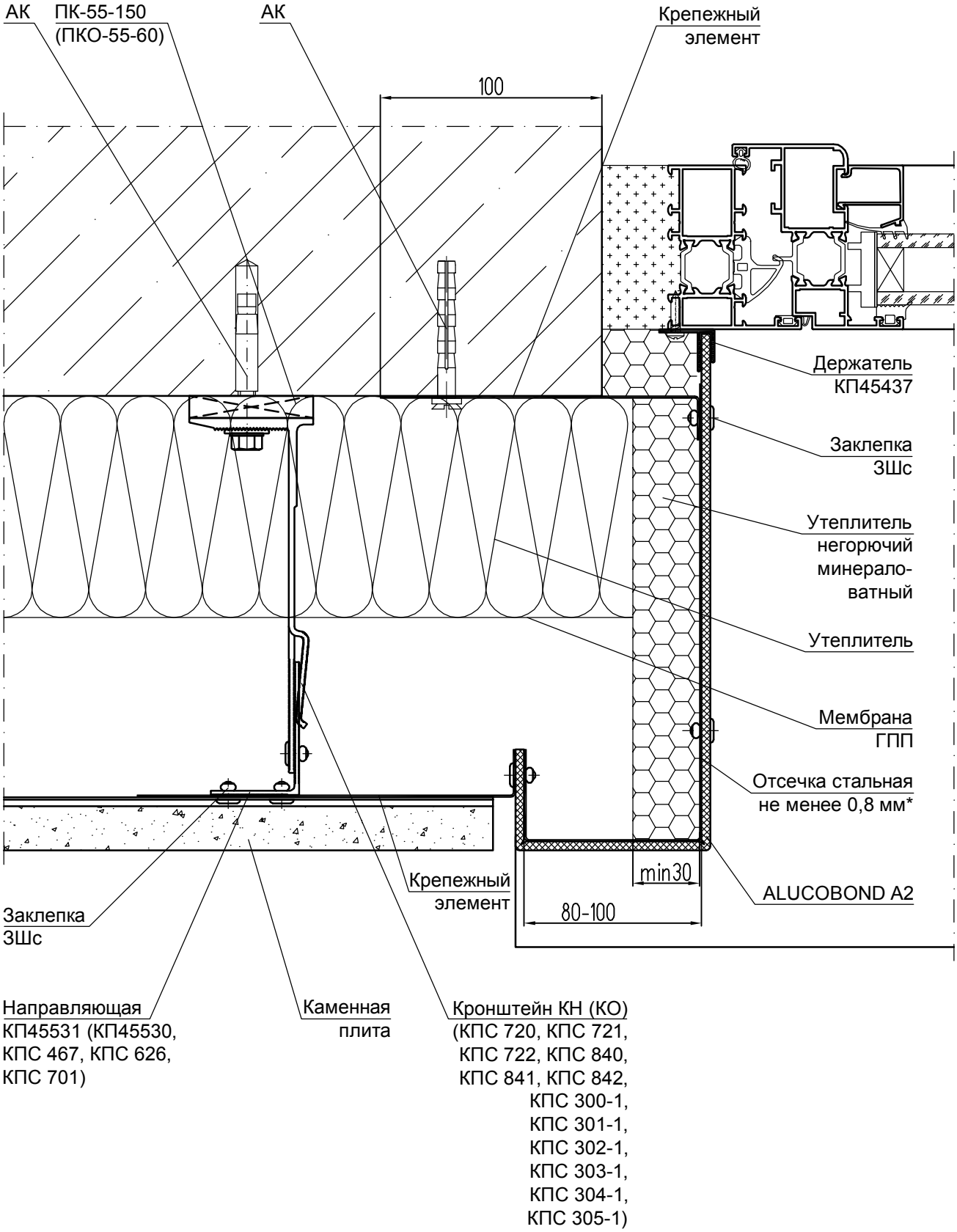
Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

УЗЕЛ 5.3 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из ALUCOBOND A2/nc
с применением П-образных кронштейнов)



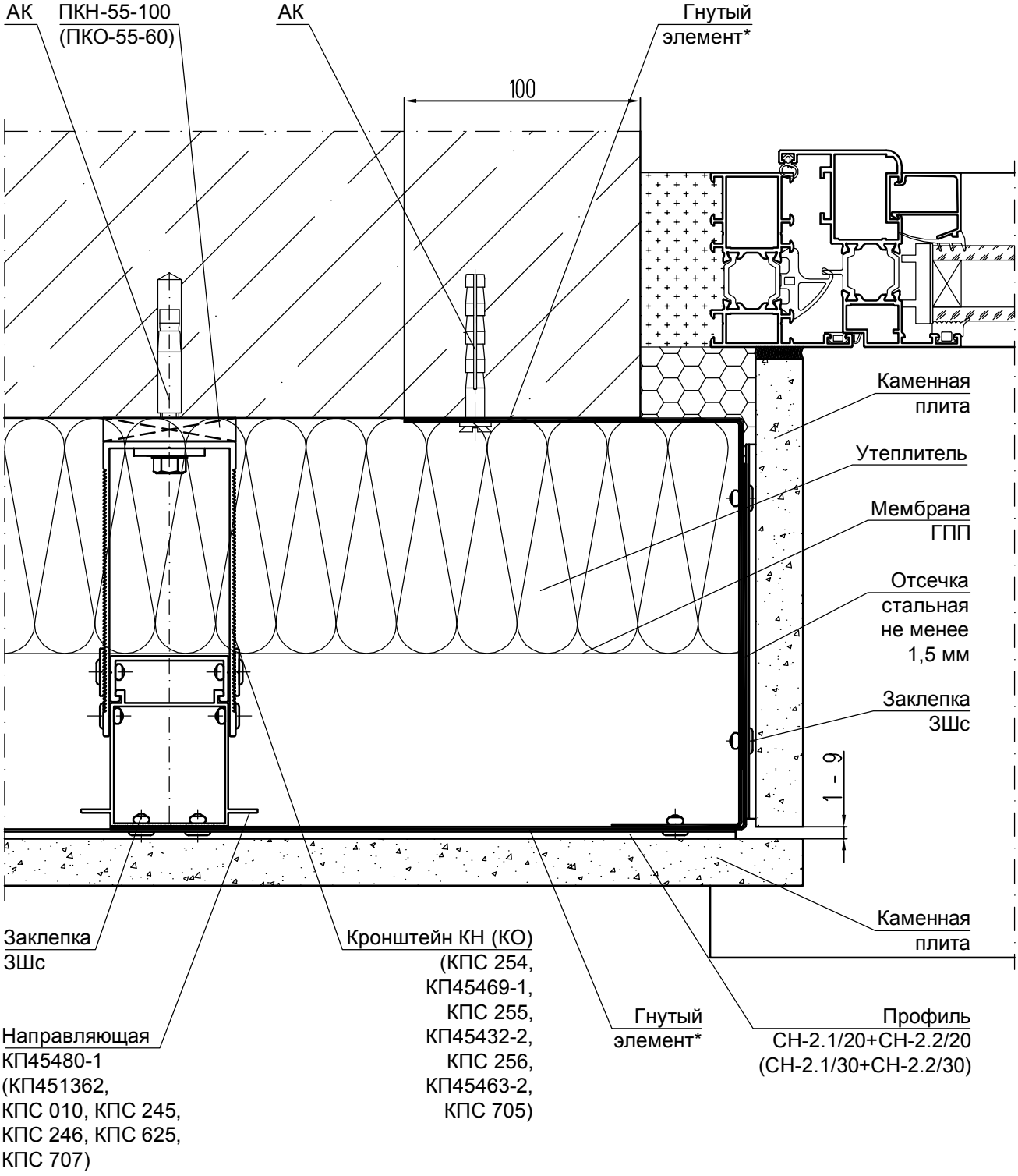
Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.
*-возможен вариант использования утеплителя толщиной 80 мм вместо отсечки.

УЗЕЛ 5.4 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из ALUCOBOND A2/nc
с применением Г-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.
*-возможен вариант использования утеплителя толщиной 80 мм вместо отсечки.

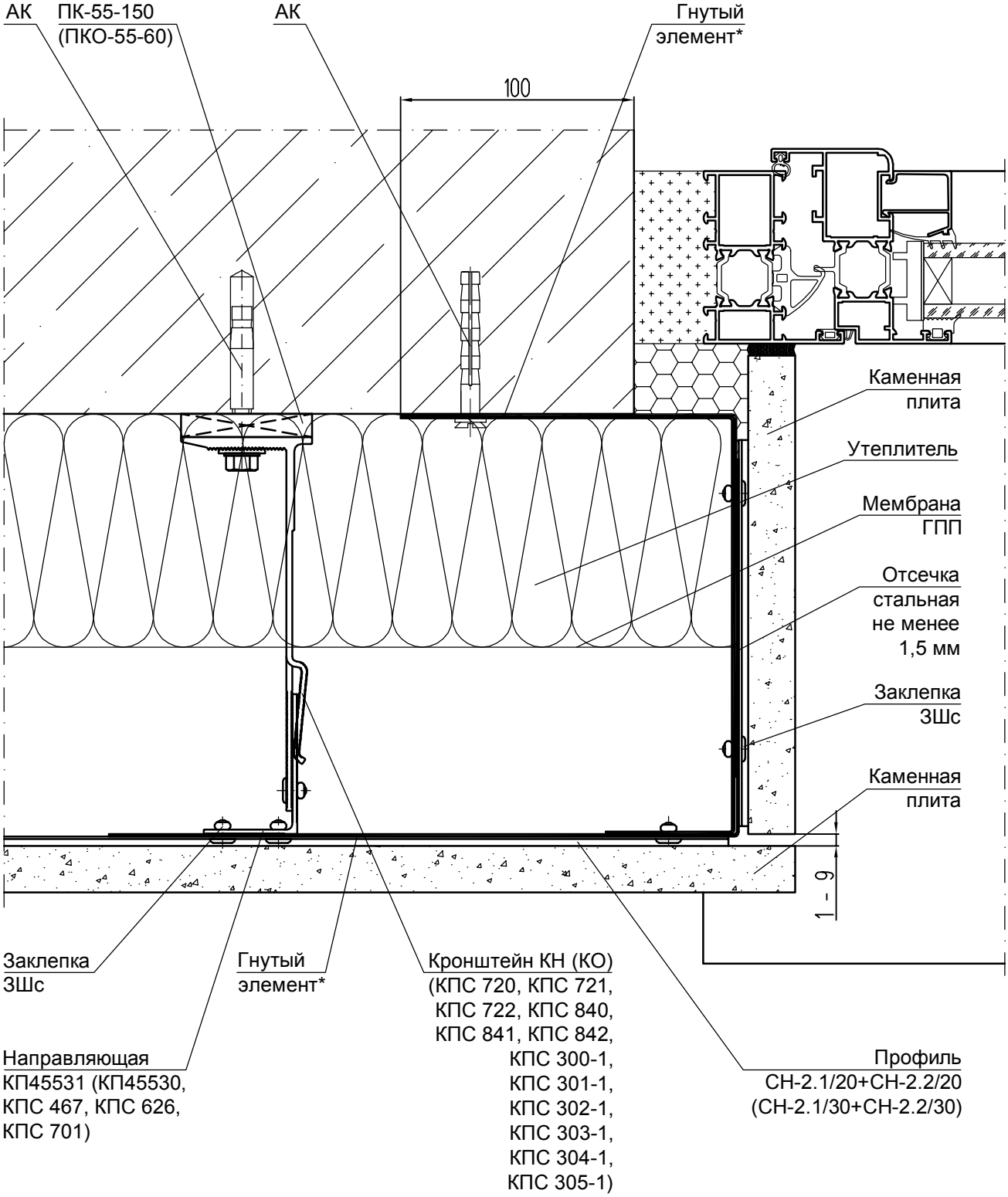
УЗЕЛ 5.5 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из натурального камня с применением П-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

* - элемент из оц. стали толщиной не менее 1,5 мм и шириной 80 мм (шаг установки 600 мм).

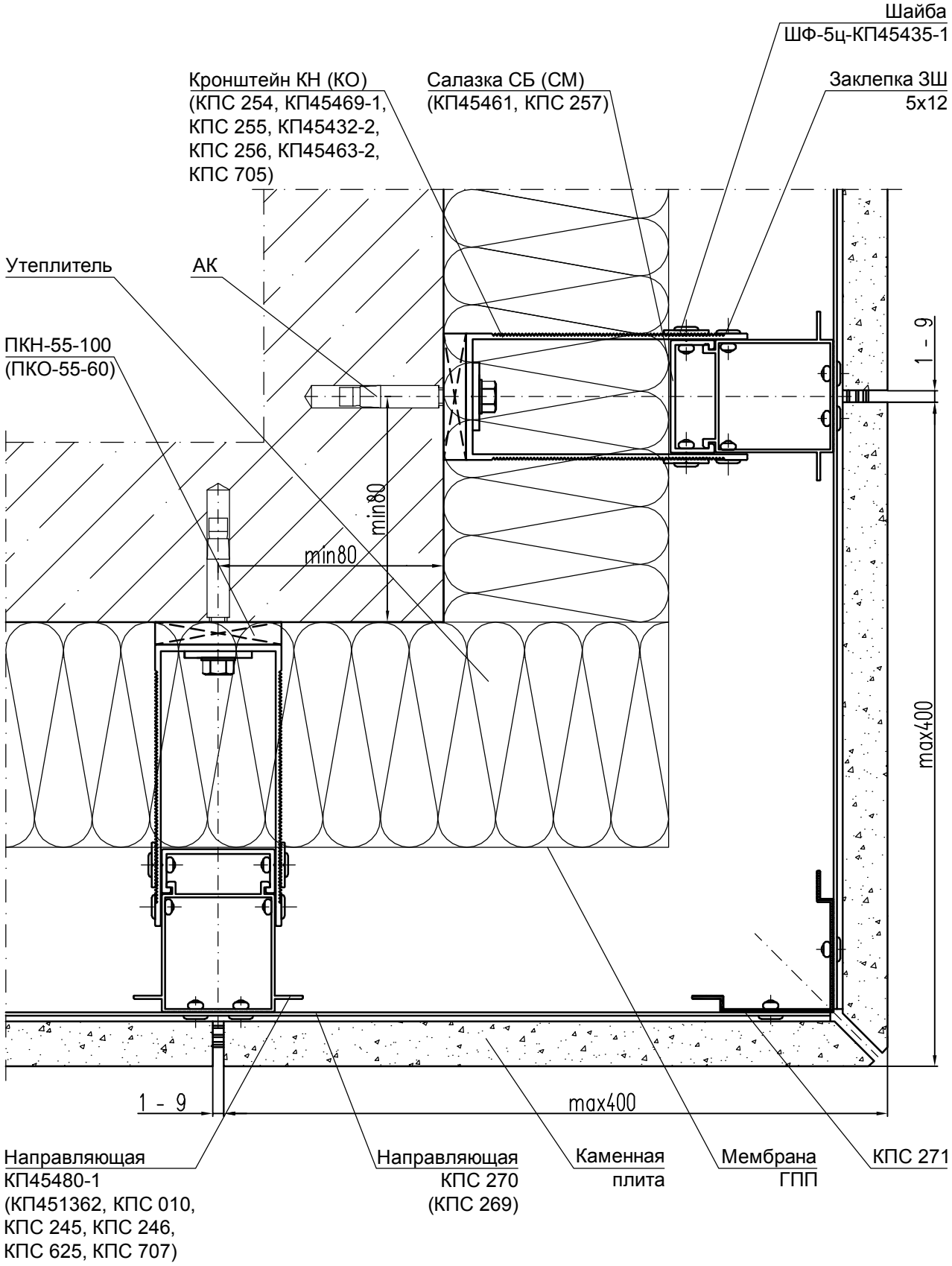
УЗЕЛ 5.6 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА
(откос из натурального камня с применением Г-образных кронштейнов)



Толщина крепежных элементов не менее 1 мм.

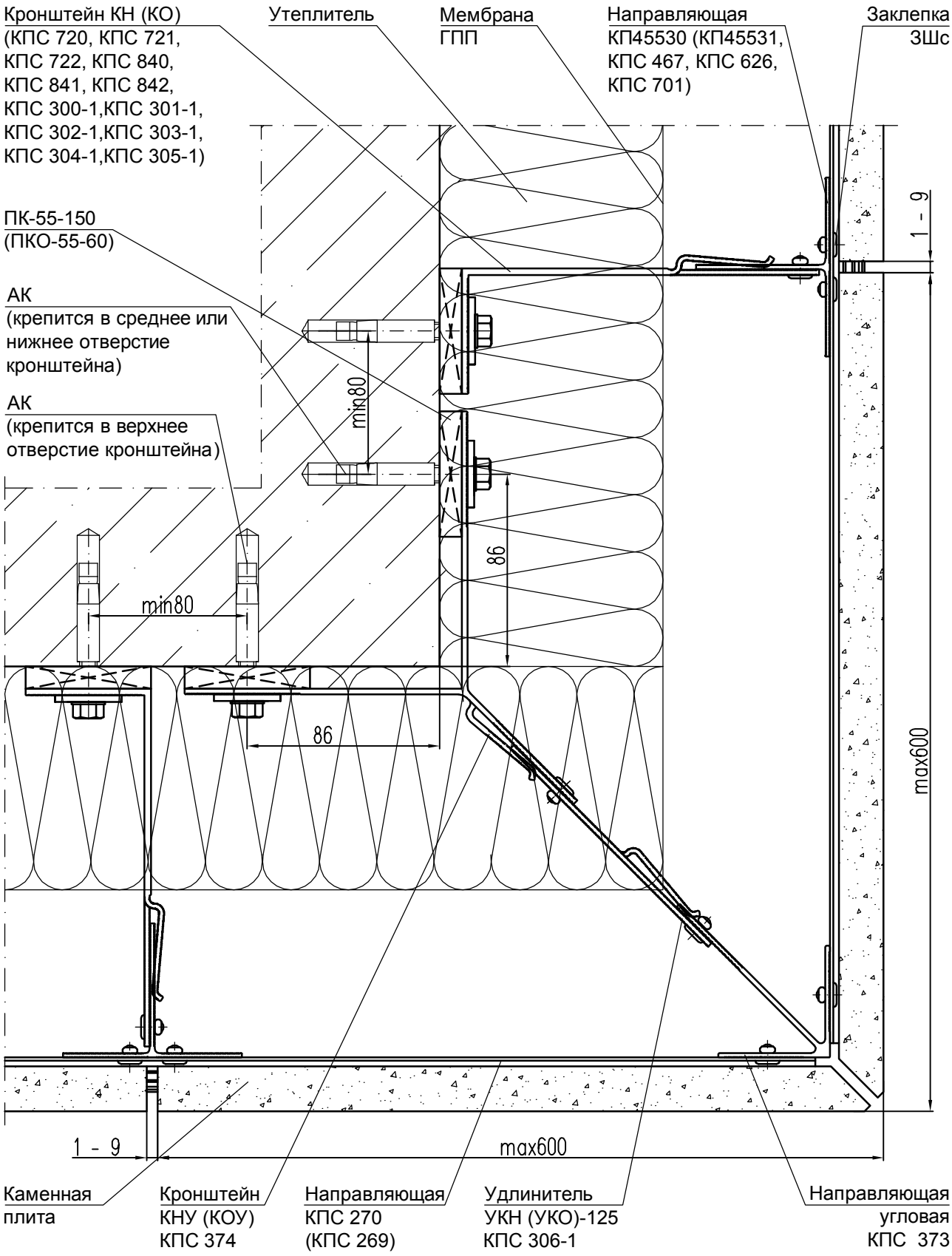
* - элемент из оц. стали толщиной не менее 1,5 мм и шириной 80 мм (шаг установки 600 мм).

УЗЕЛ 6.1 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ
(применение направляющей КПС 271)



Кронштейны с разных сторон угла ставить с зазором 100 мм по высоте относительно друг друга.

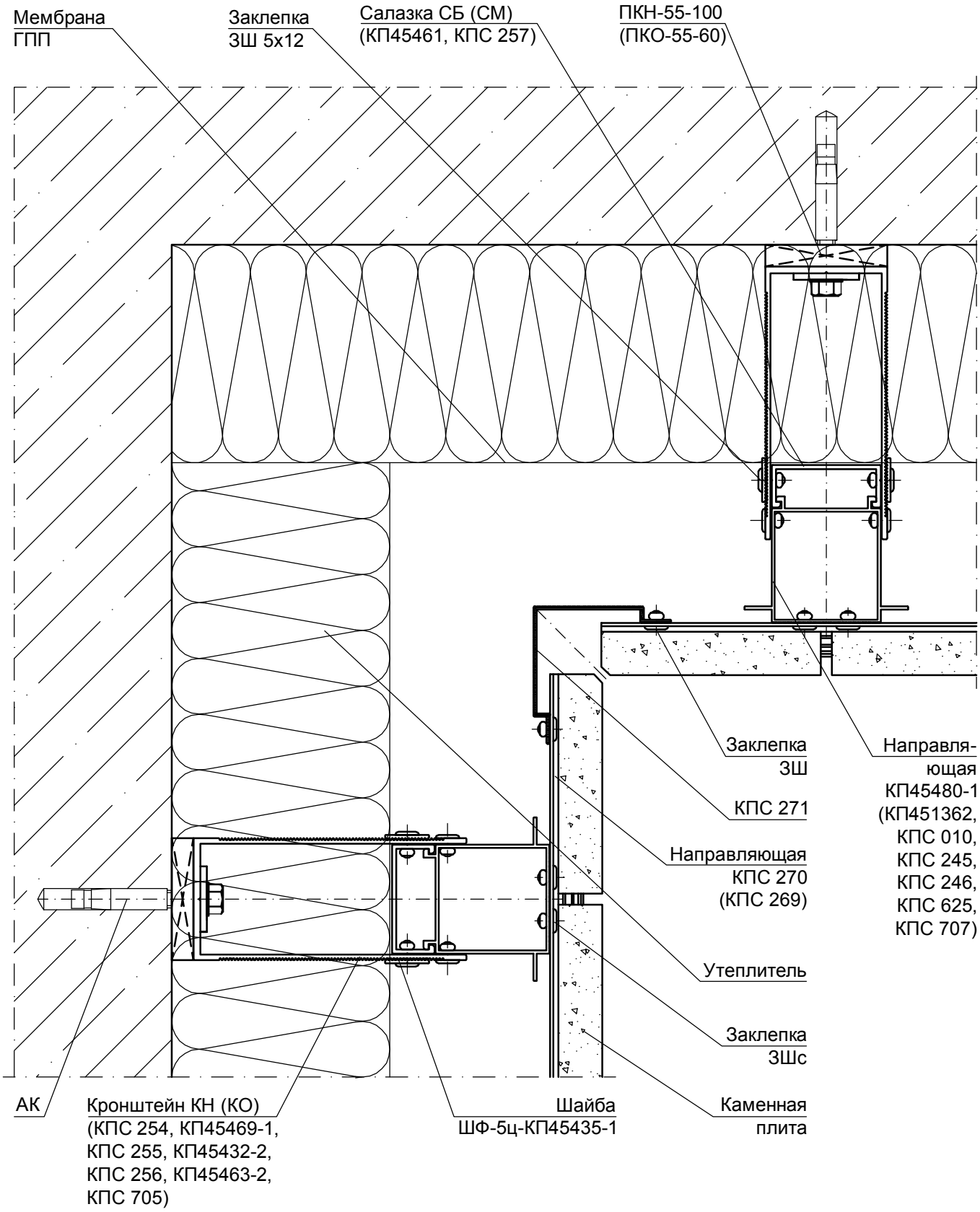
УЗЕЛ 6.2 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ
(применение угловых кронштейнов)



ПРИМЕЧАНИЕ

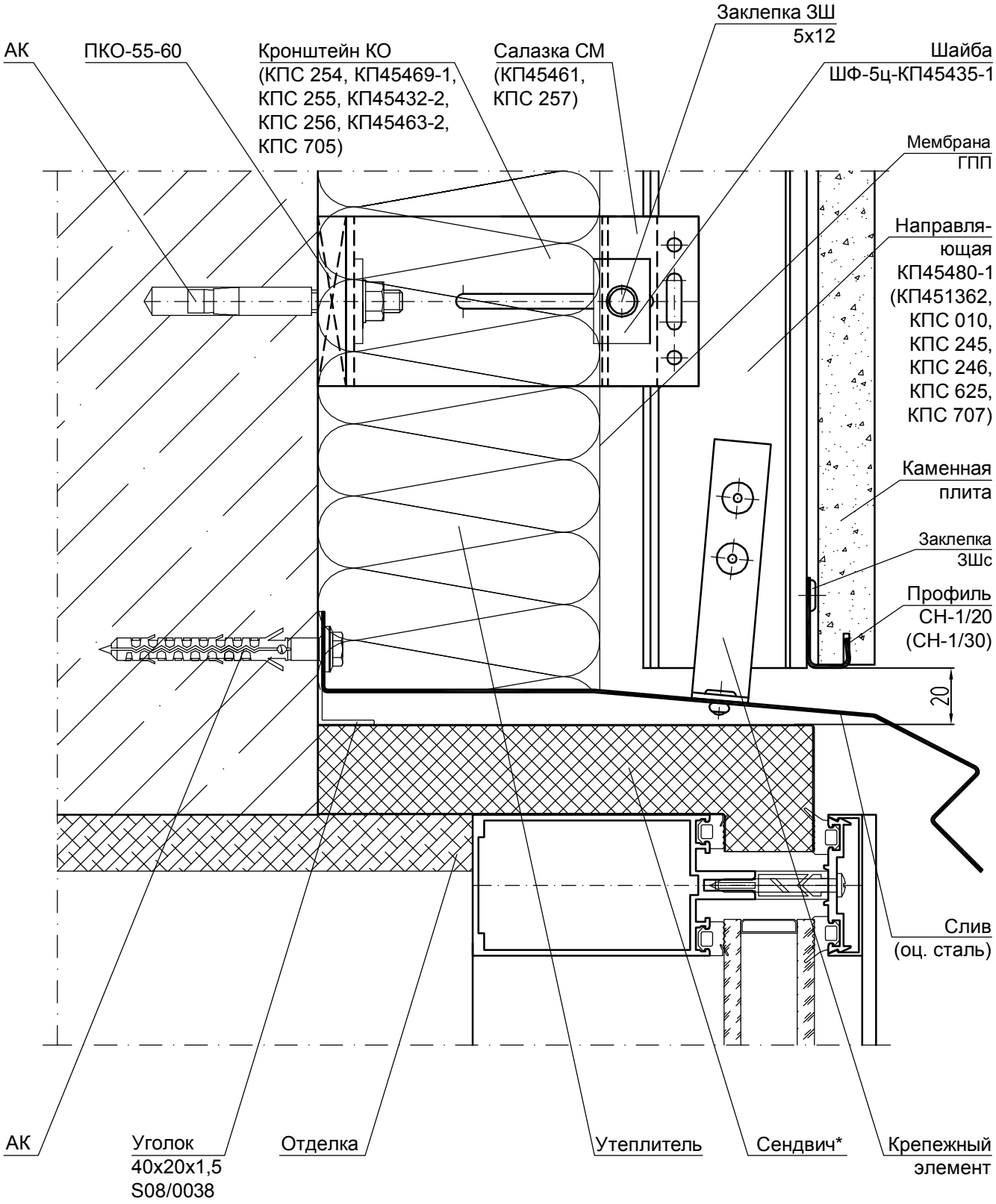
Узел применяется для стен из монолитного железобетона или кирпича .

УЗЕЛ 7 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО УГЛА ЗДАНИЯ
(применение направляющей КПС 271)



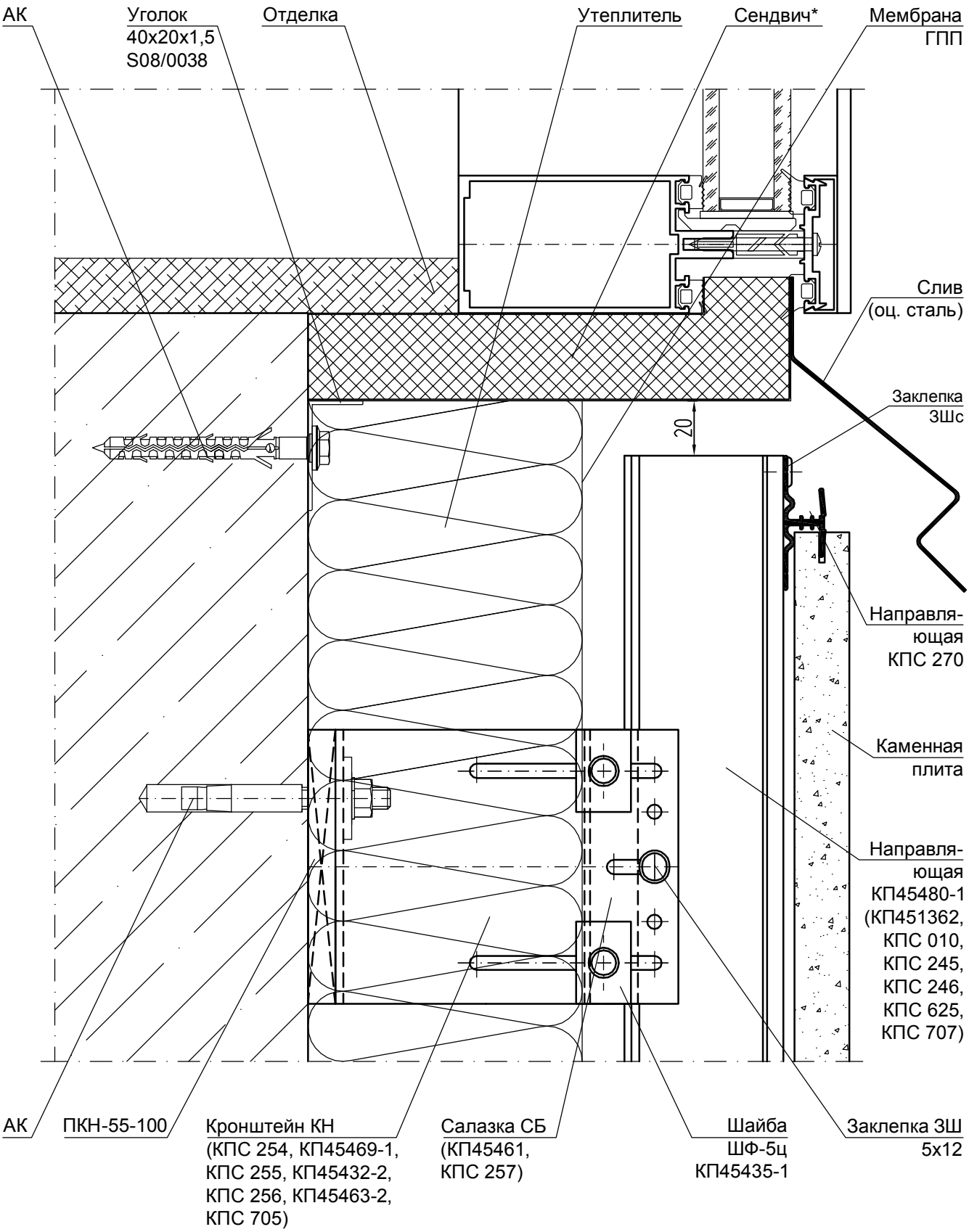
Лист	
6.47	СИАЛ Навесная фасадная система

УЗЕЛ 8 - ВЕРХНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



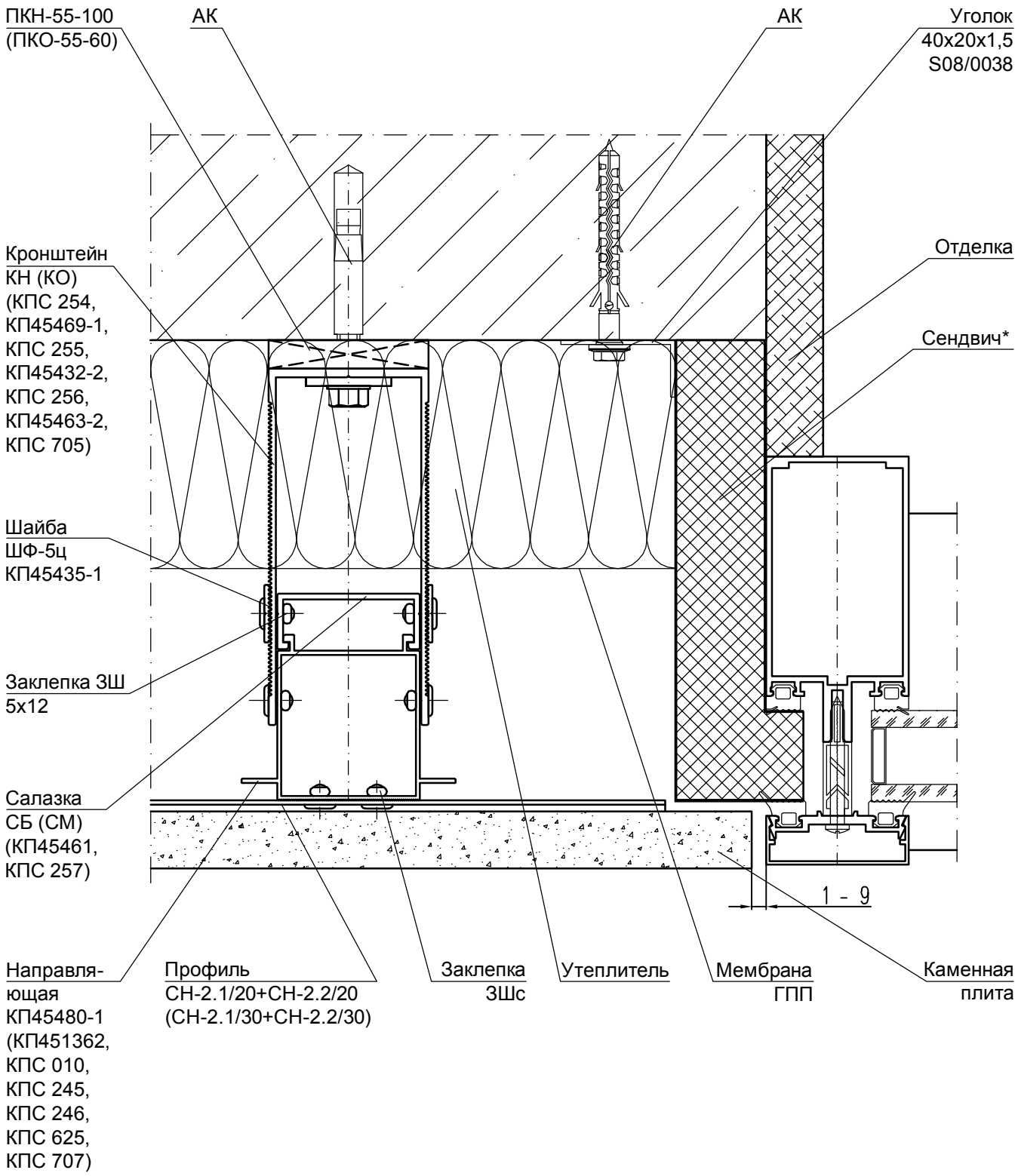
* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

УЗЕЛ 9 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



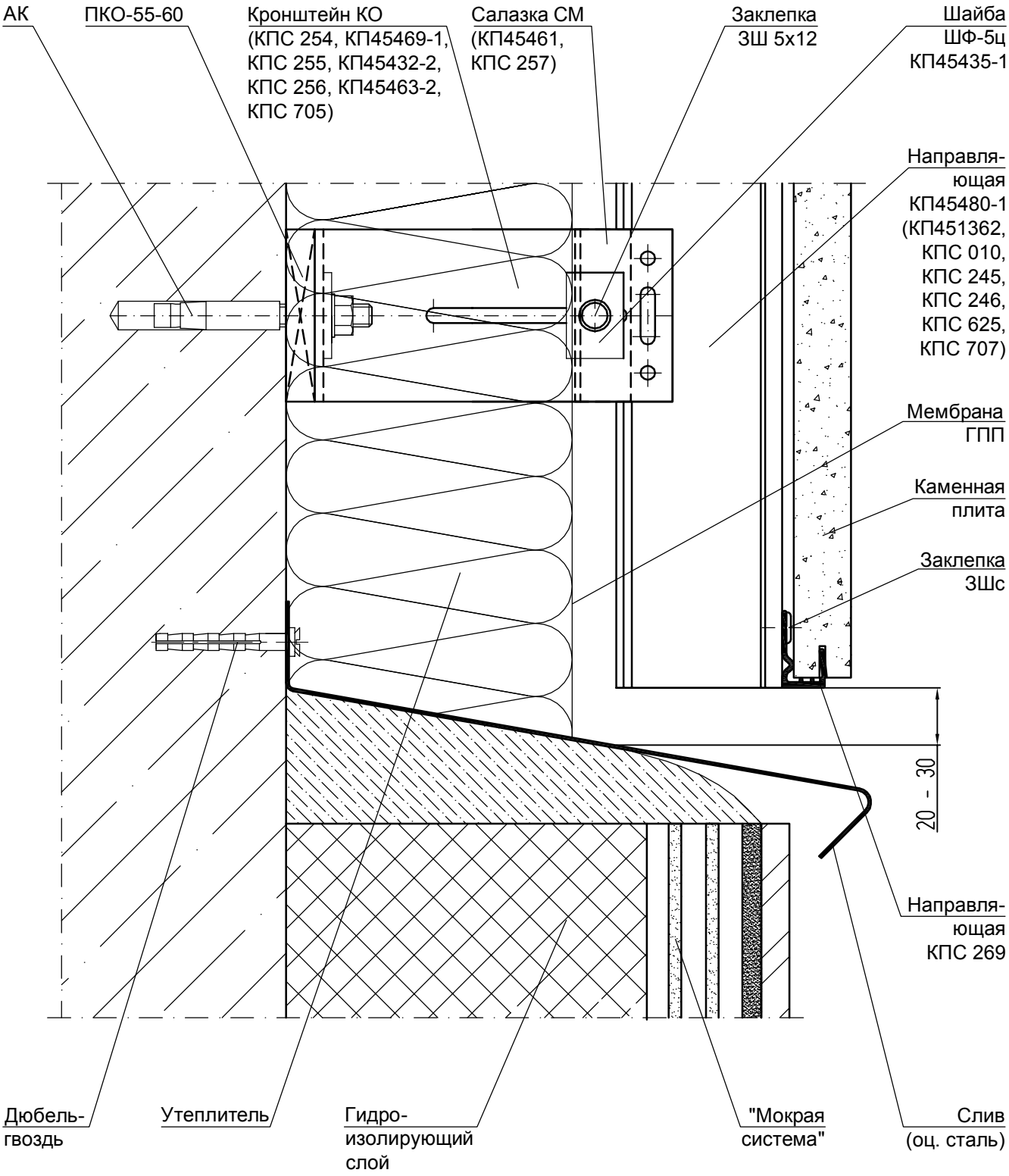
* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

УЗЕЛ 10 - БОКОВОЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ



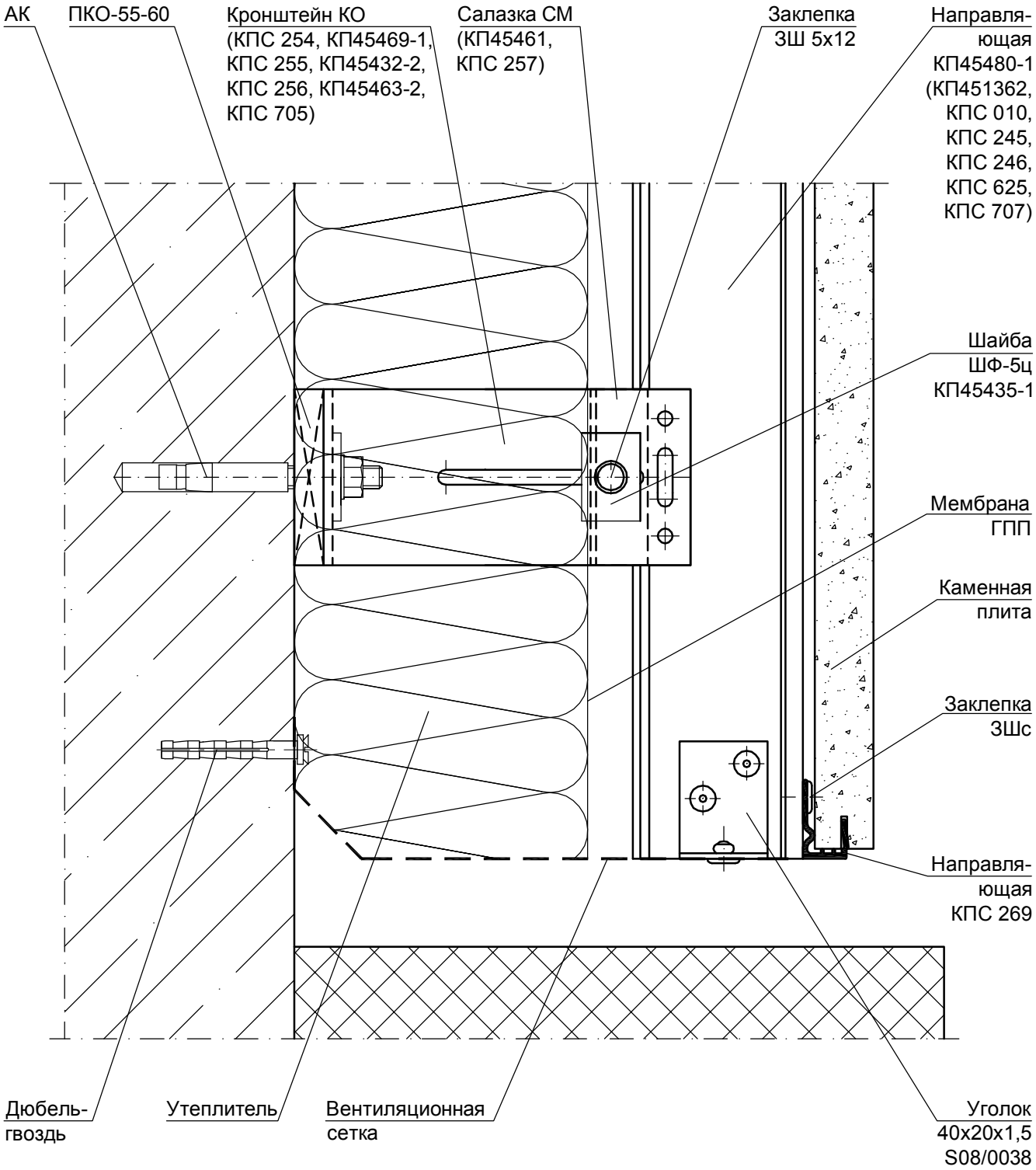
* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

УЗЕЛ 11.1 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ

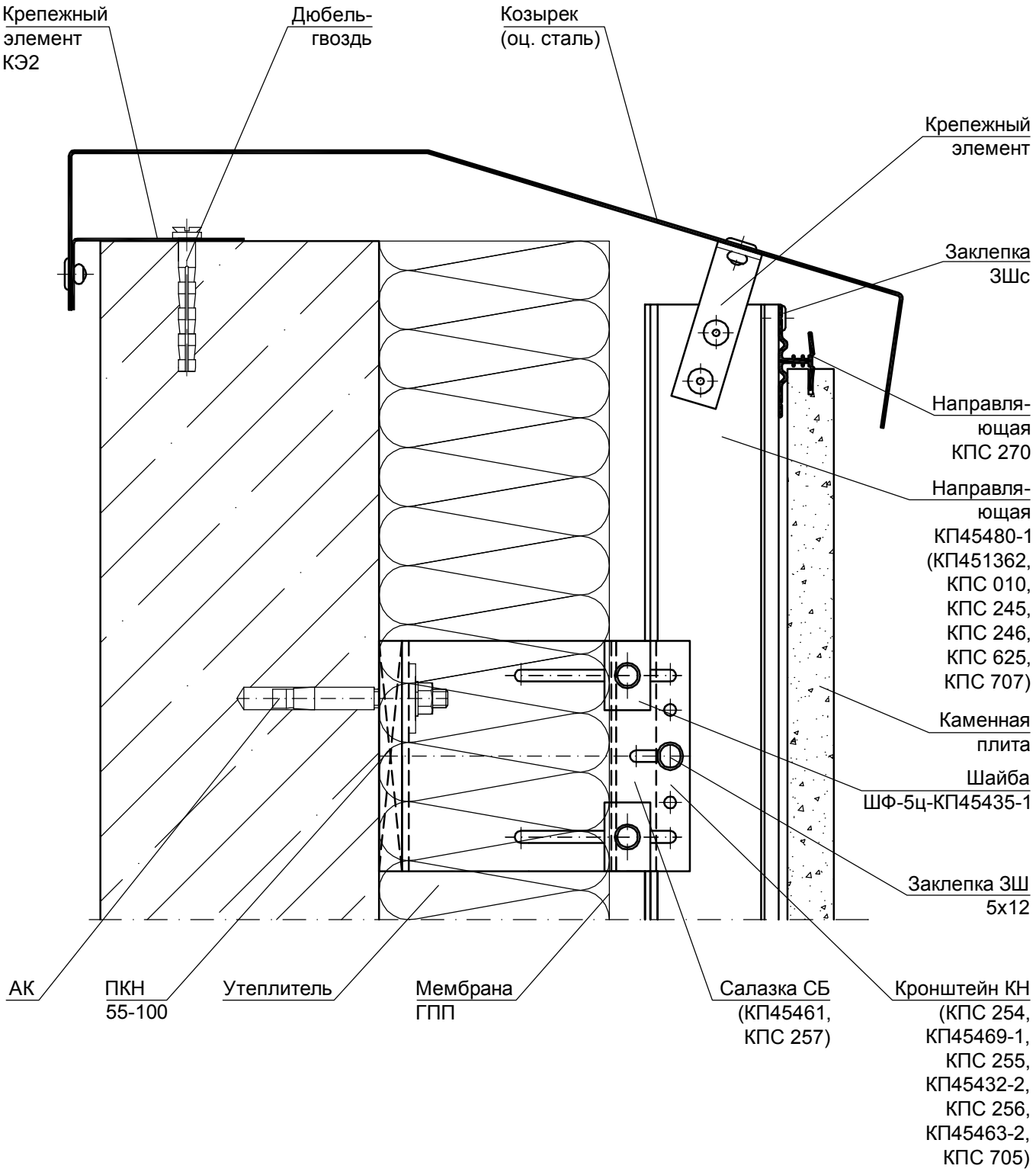


Лист	
6.51	СИАЛ Навесная фасадная система

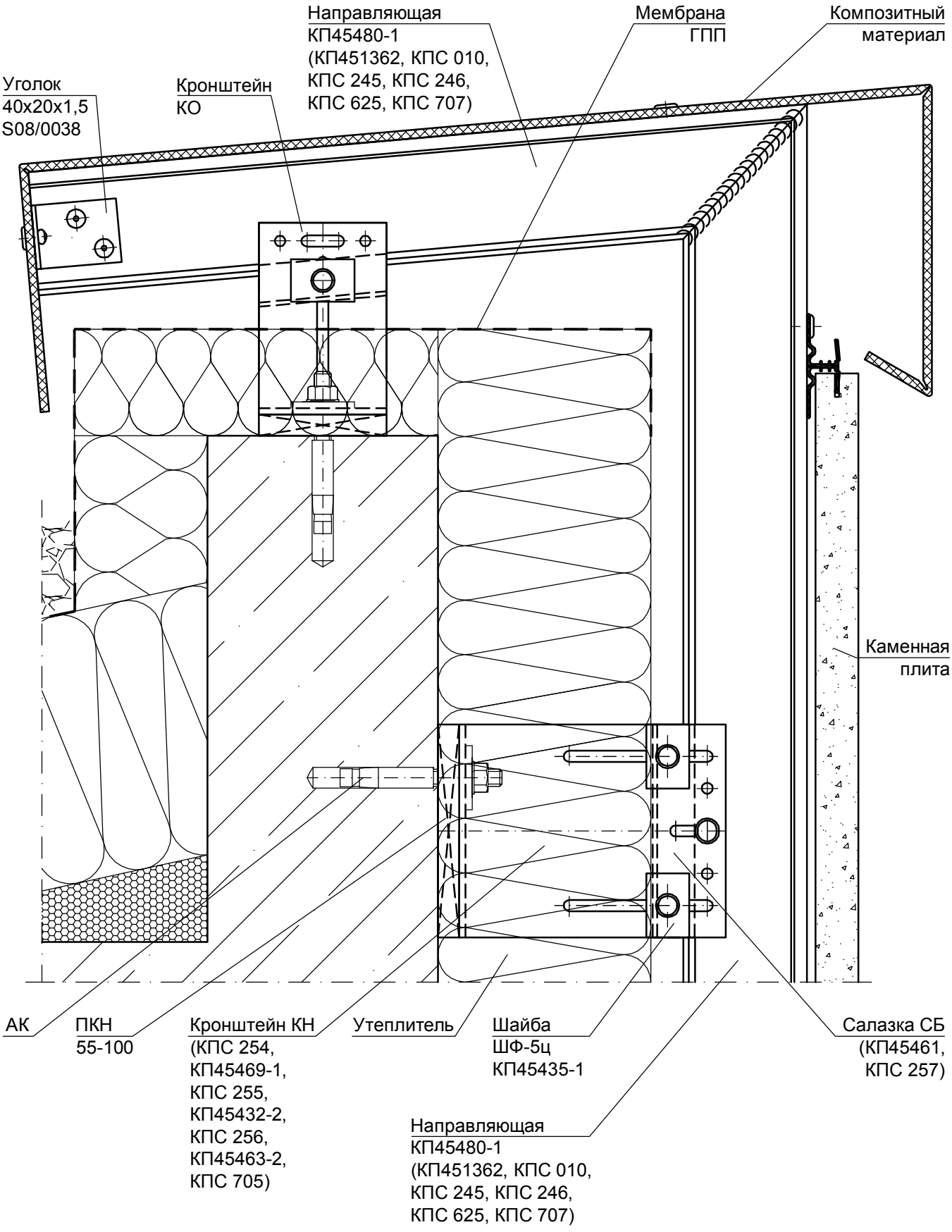
УЗЕЛ 11.2 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ



УЗЕЛ 12.1 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ
(организация парапета из оц . стали)

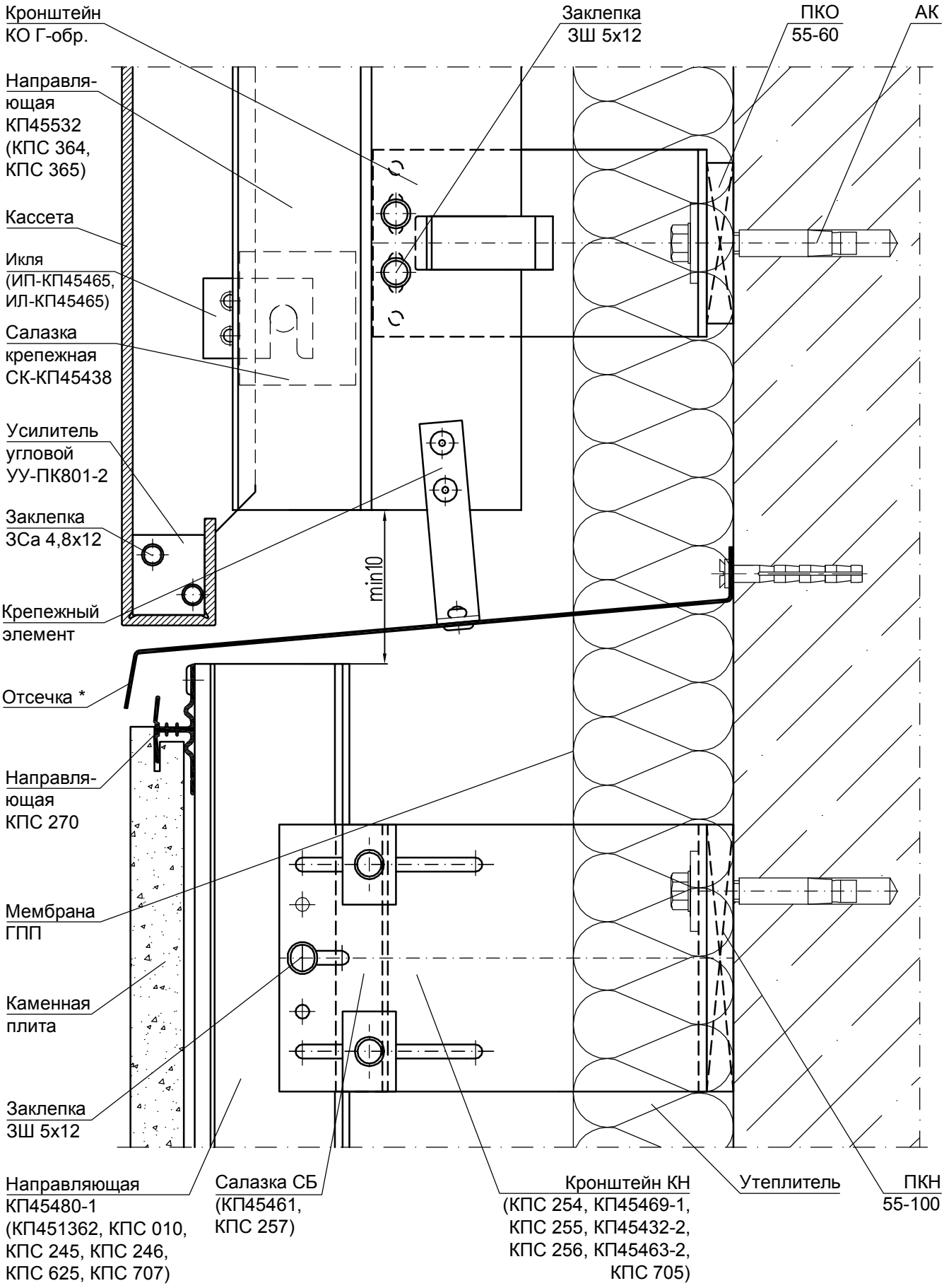


УЗЕЛ 12.2 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ
(организация парапета из композитного материала)



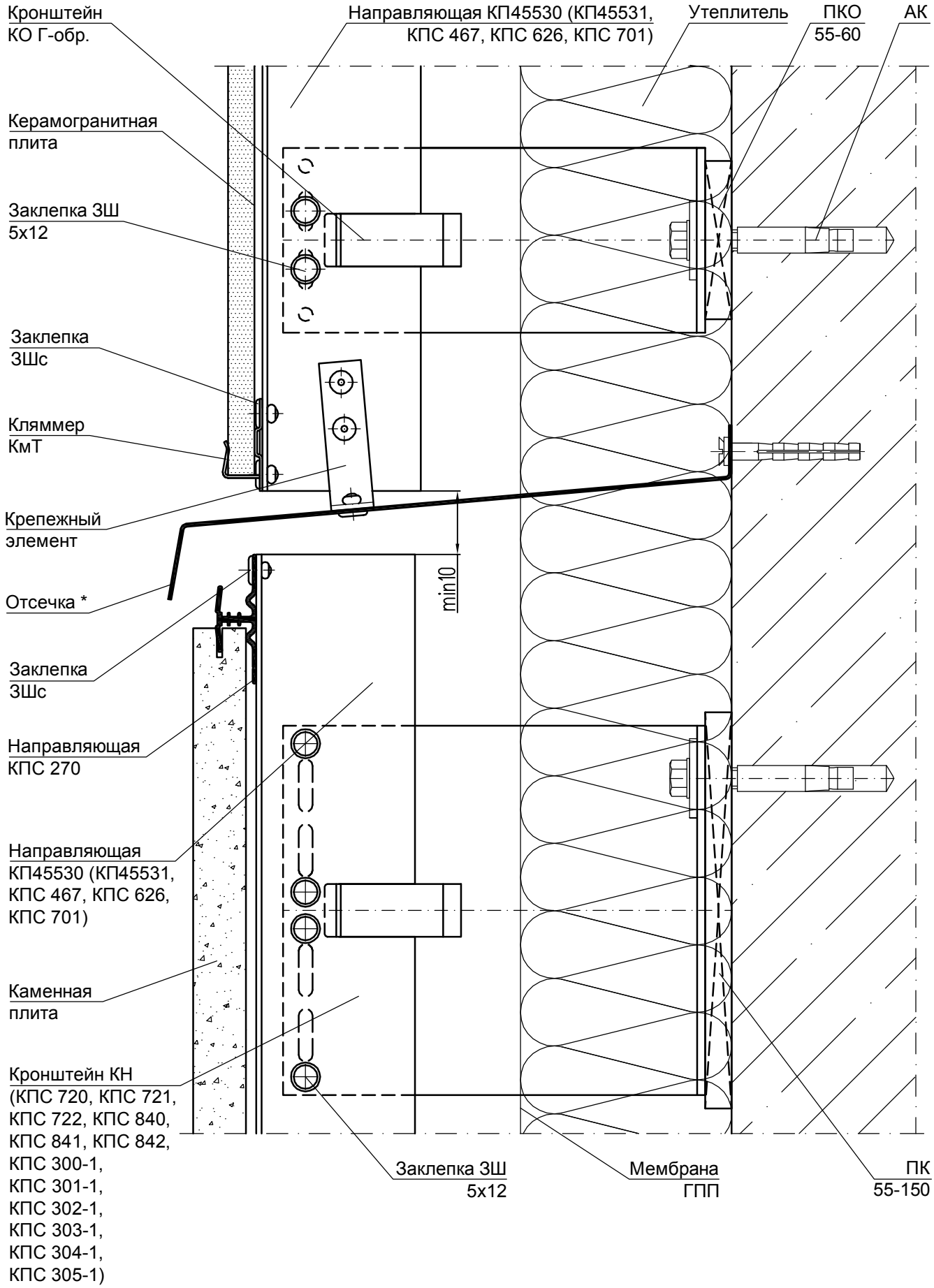
СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.54

УЗЕЛ 13 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ КАССЕТ



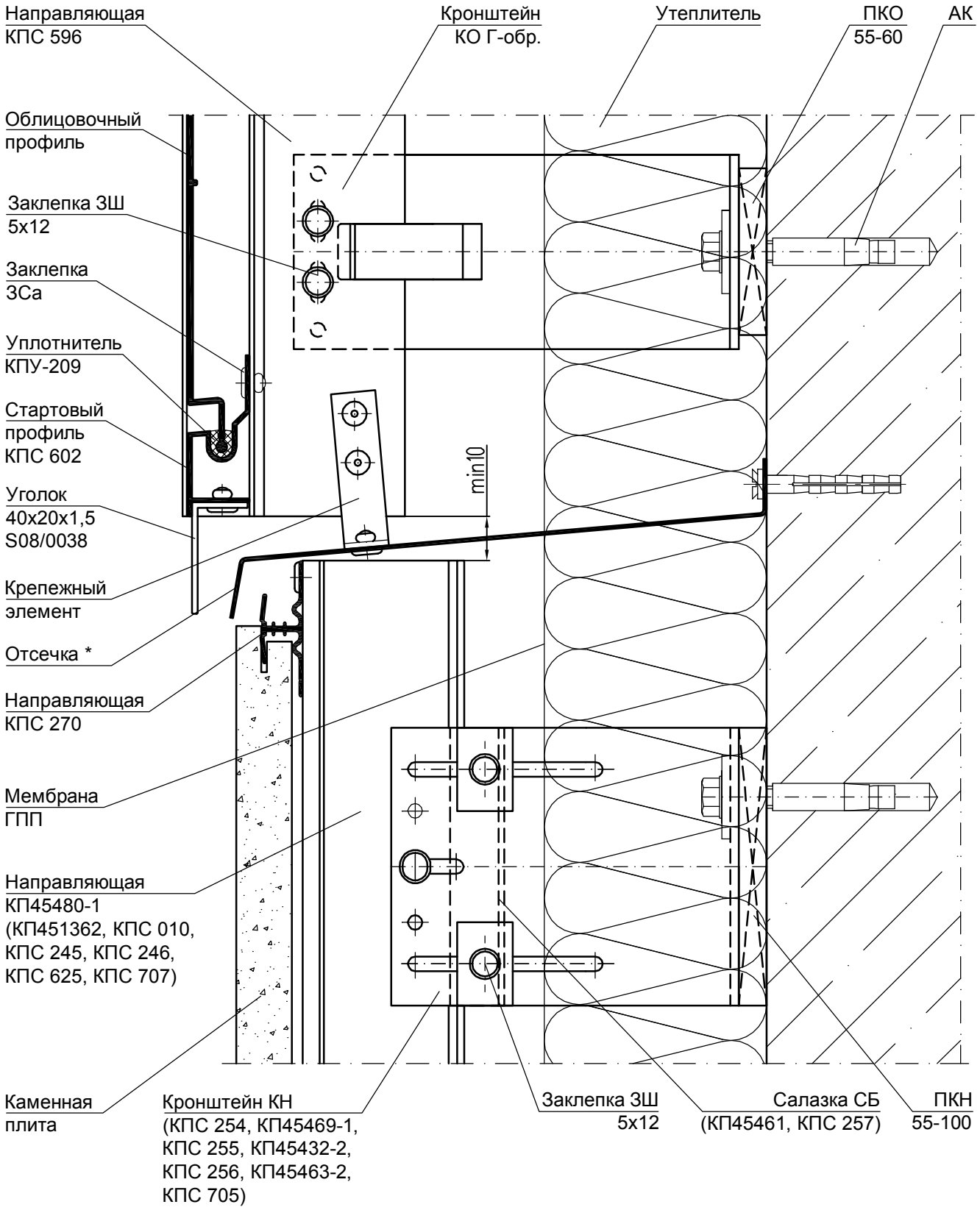
* - отсечка стальная из полосовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

УЗЕЛ 14 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ КЕРАМОГРАНИТА



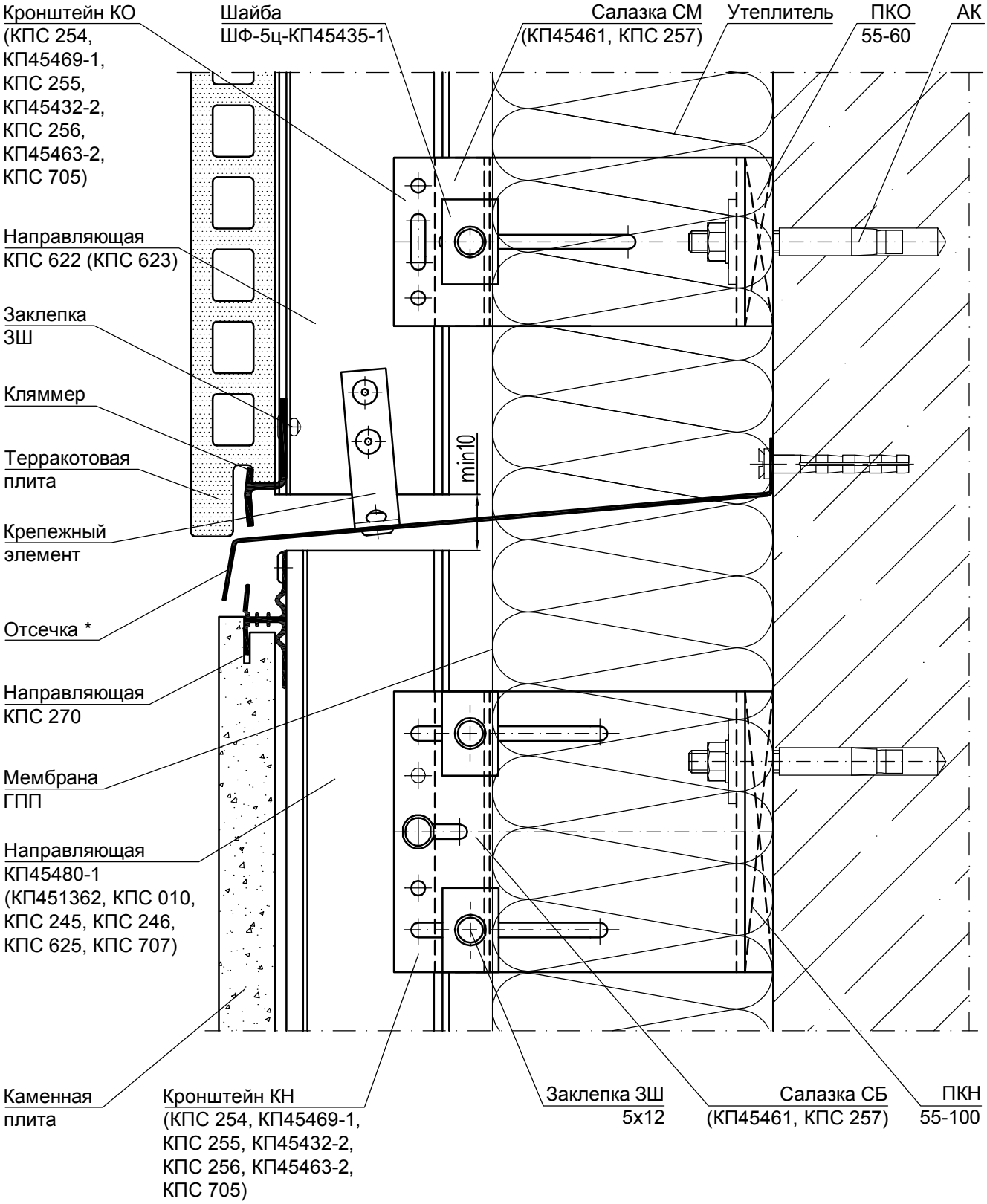
* - отсечка стальная из полосовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

УЗЕЛ 15 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО САЙДИНГА



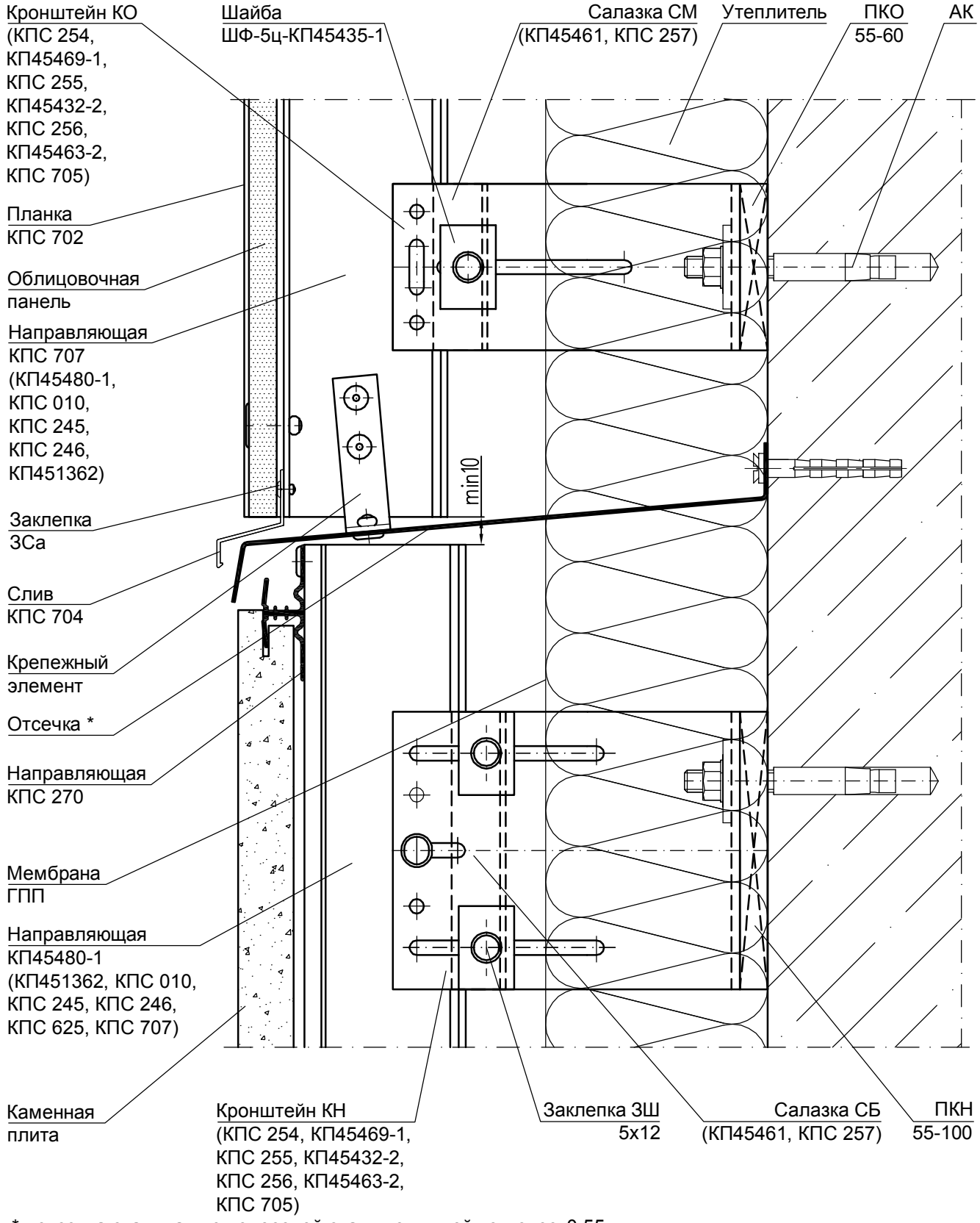
* - отсечка стальная из полосовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

УЗЕЛ 16 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ ТЕРРАКОТОВЫХ ПЛИТ



* - отсечка стальная из полосовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

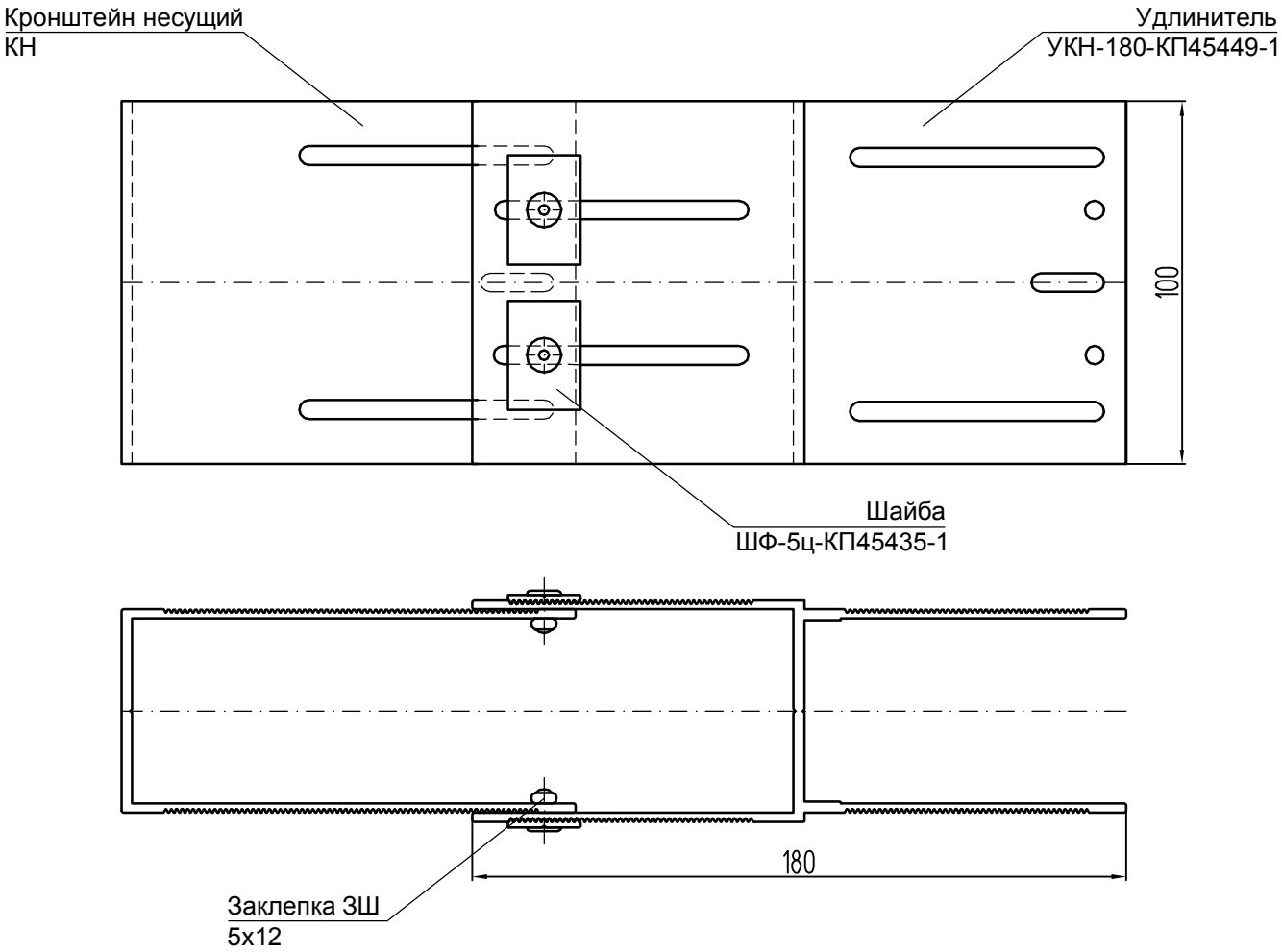
УЗЕЛ 17 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ ПЛОСКИХ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



* - отсечка стальная из полосовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

Лист	
6.59	СИАЛ Навесная фасадная система

СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ П -ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНОВ



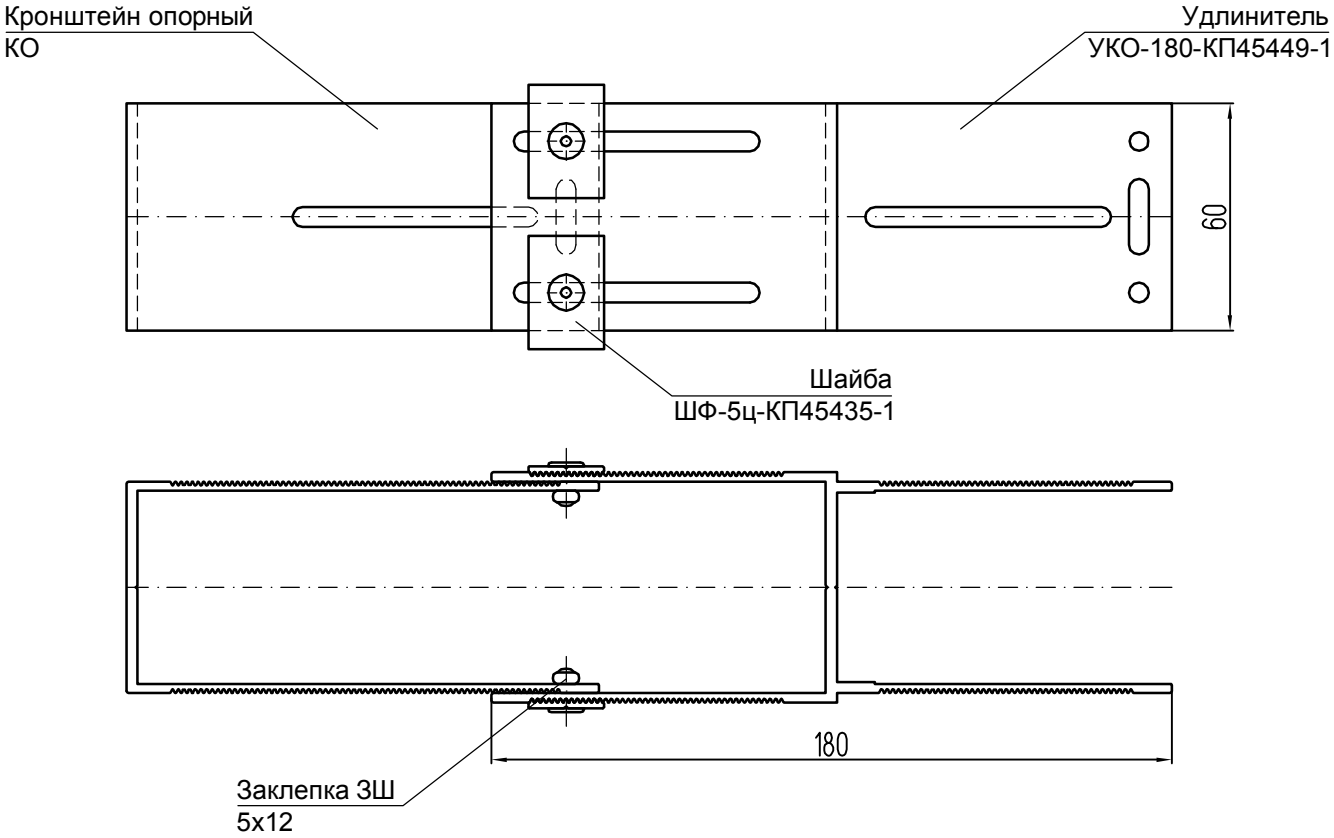
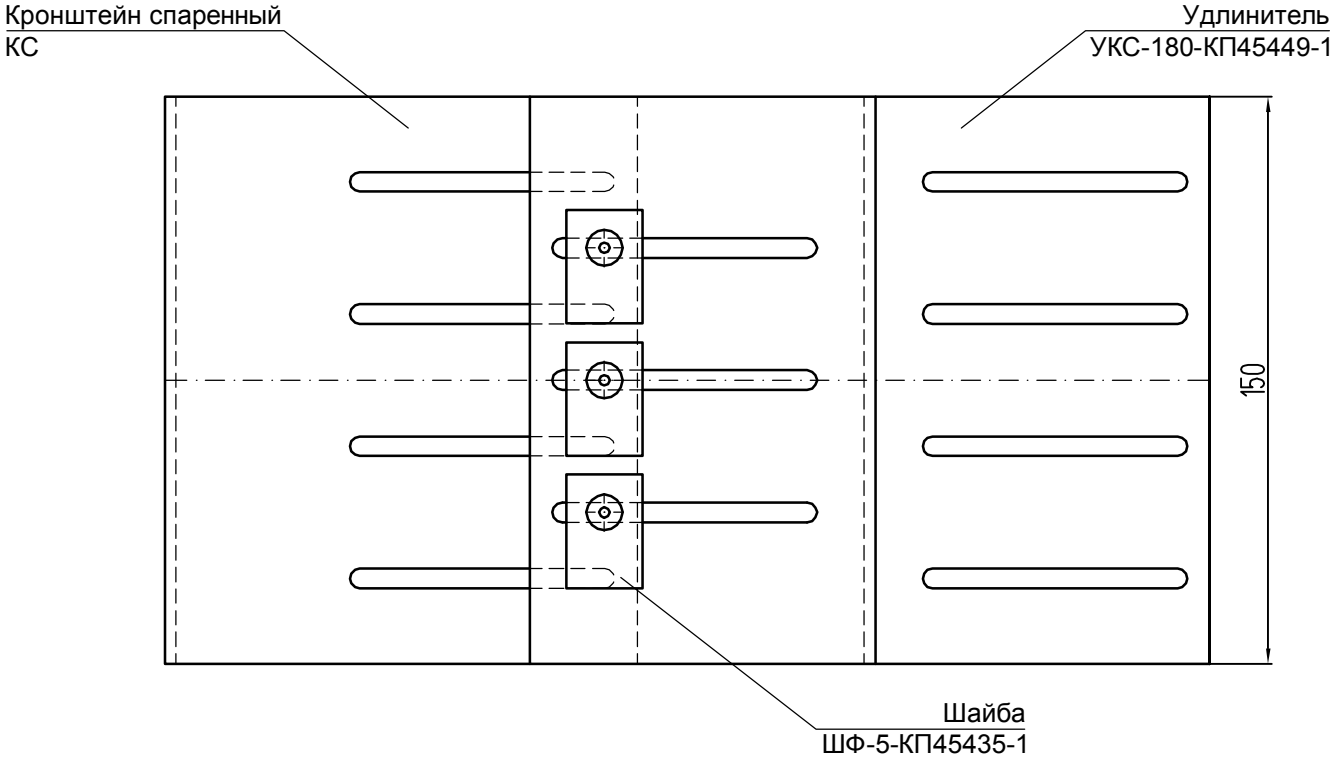
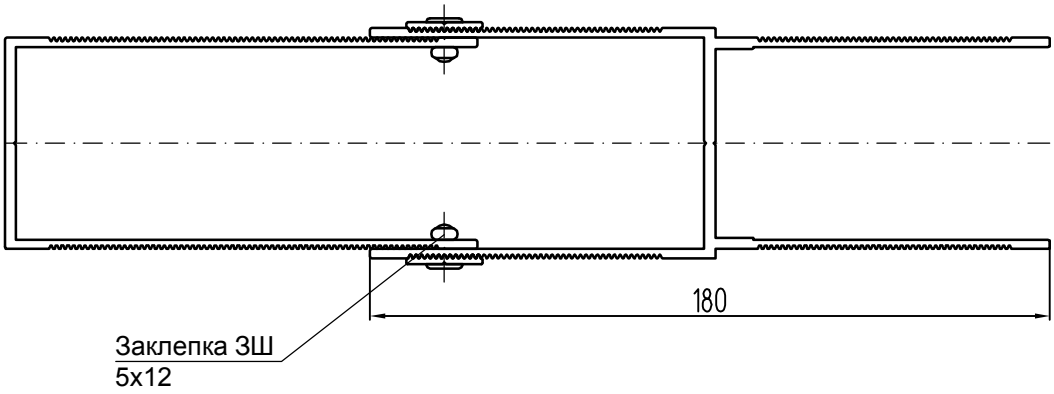


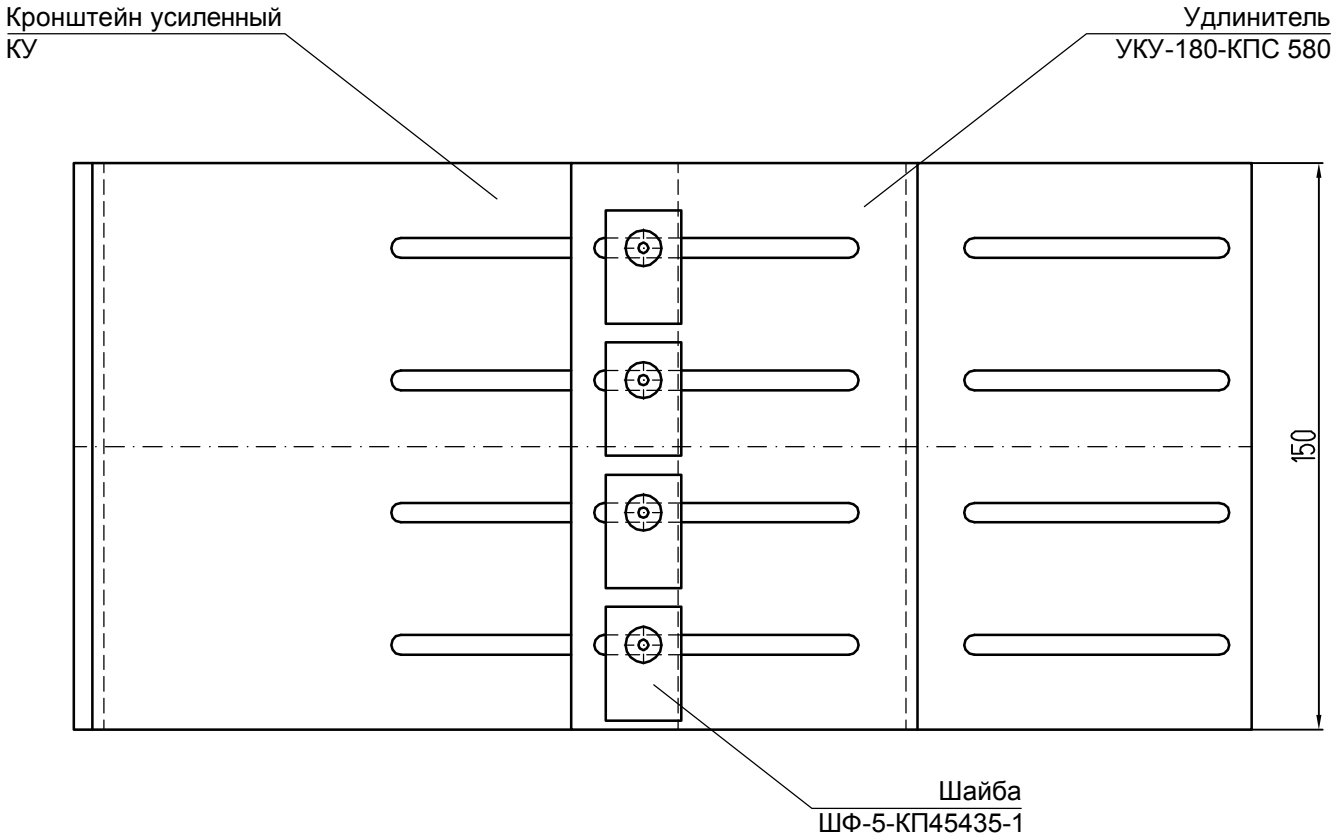
СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ СПАРЕННЫХ КРОНШТЕЙНОВ

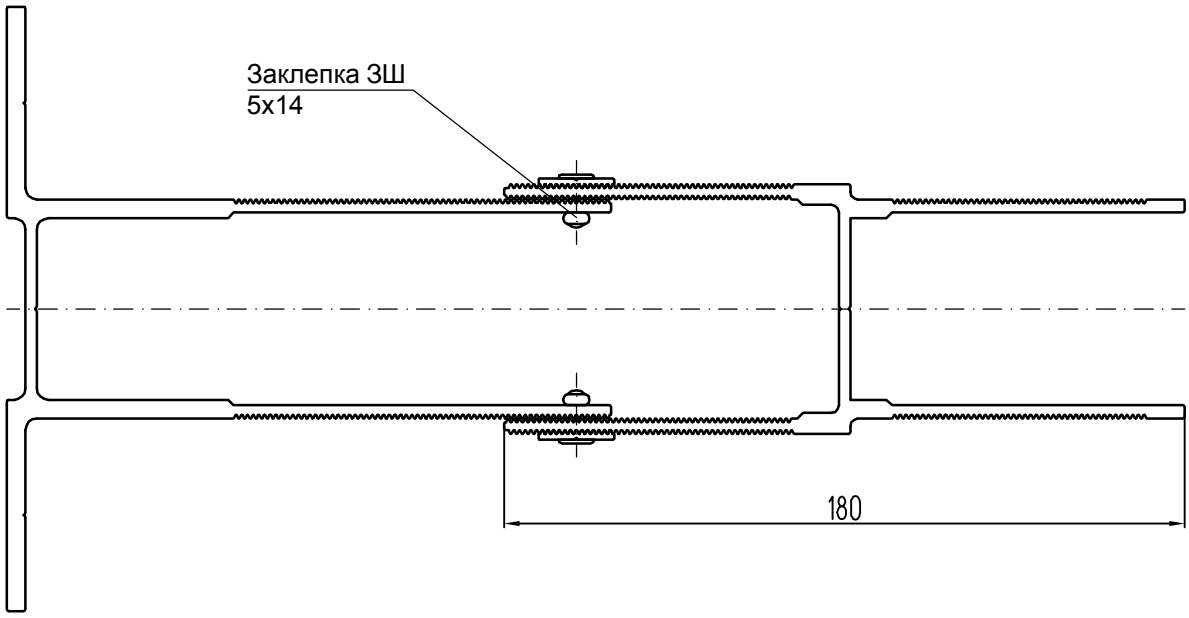




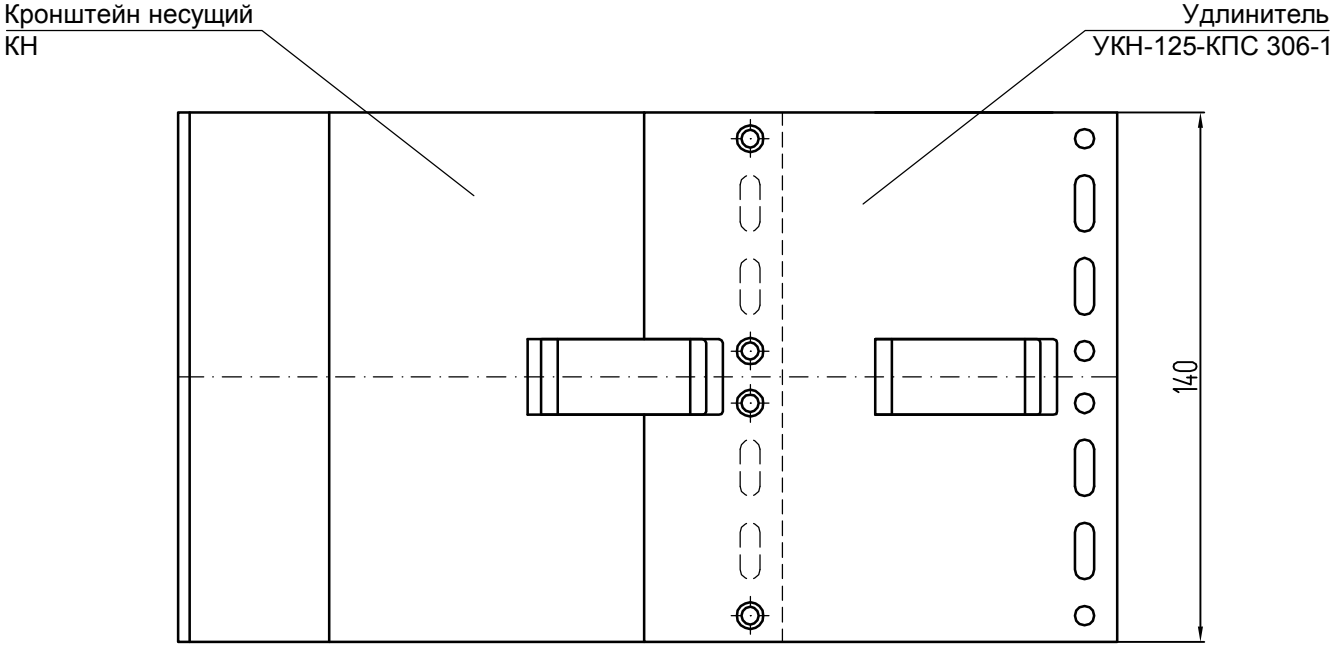
Лист	
6.61	СИАЛ Навесная фасадная система

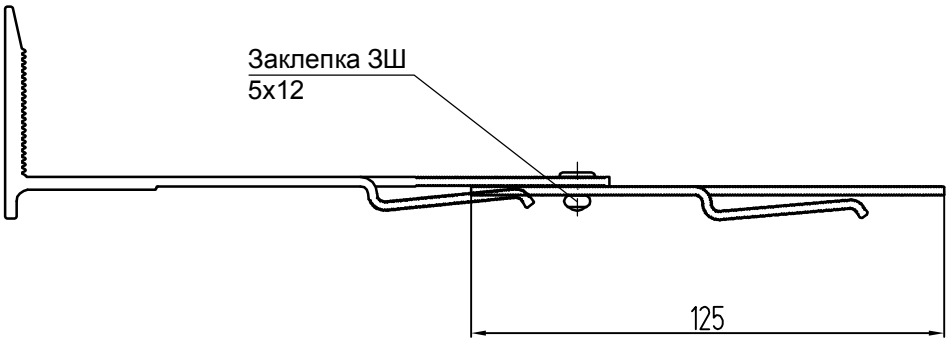
СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ УСИЛЕННЫХ КРОНШТЕЙНОВ

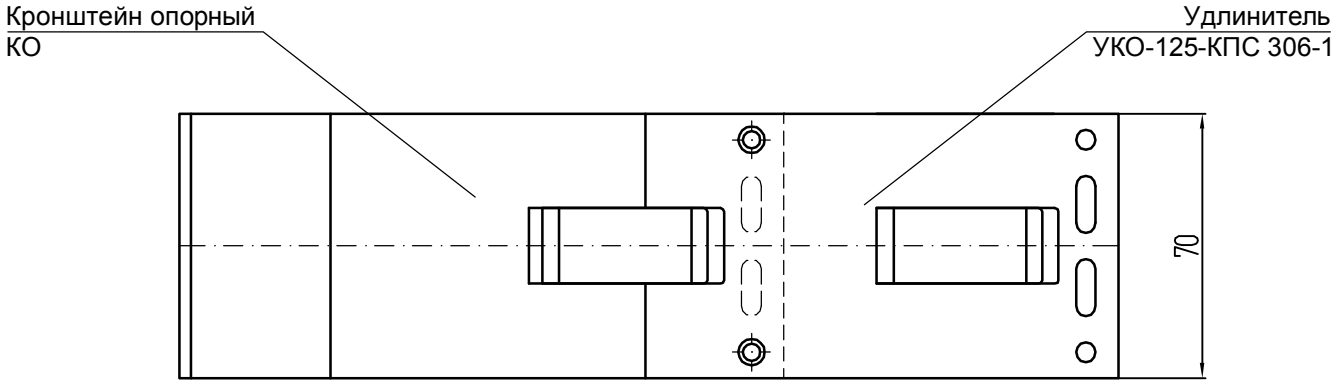




СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ Г -ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНОВ






Кронштейн опорный
КО
Удлинитель
УКО-125-КПС 306-1
70

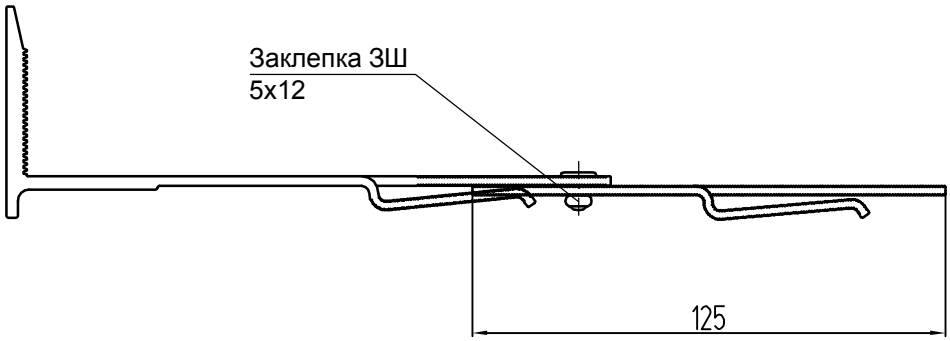

Заклепка ЗШ
5х12
125

СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ

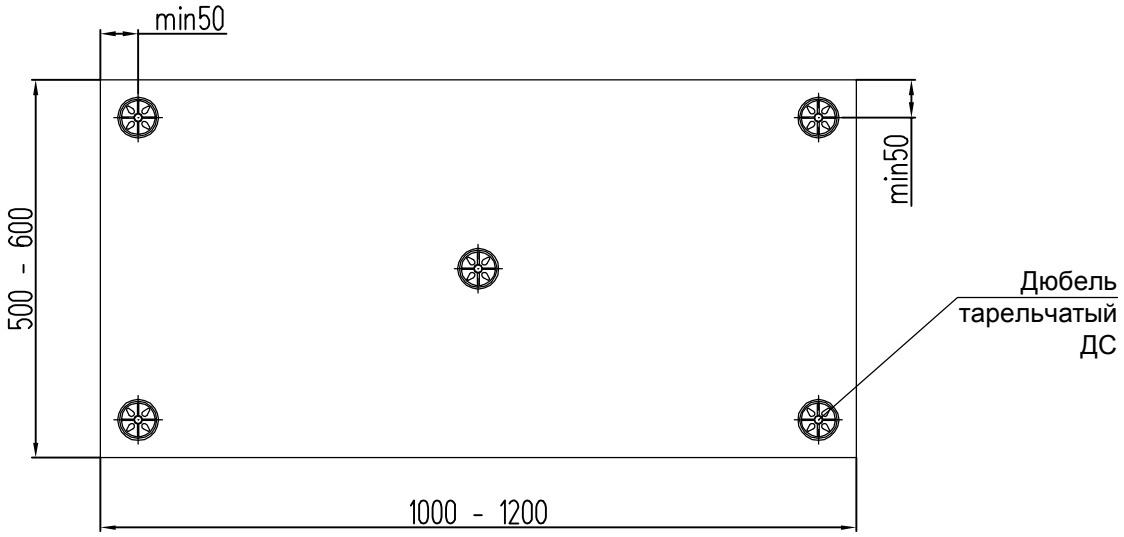
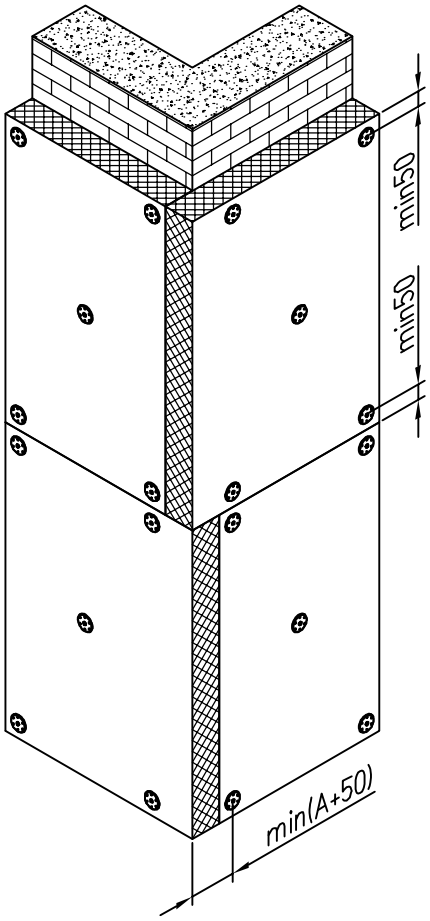
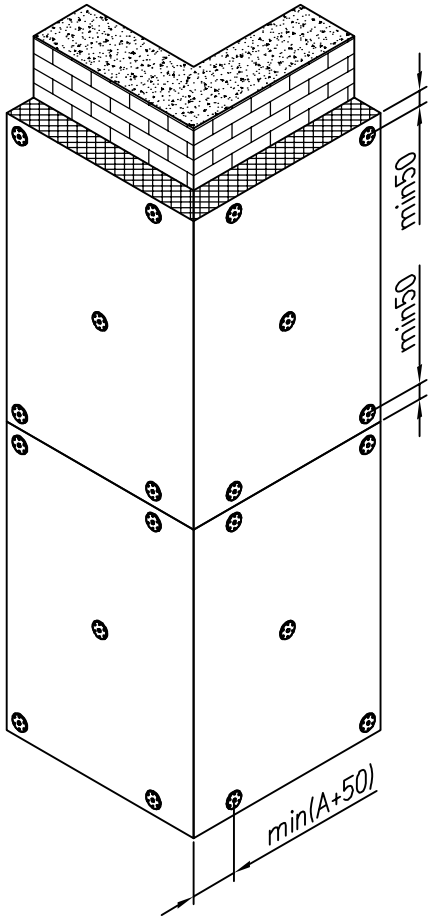


СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ НА УГЛУ ЗДАНИЯ

вариант I



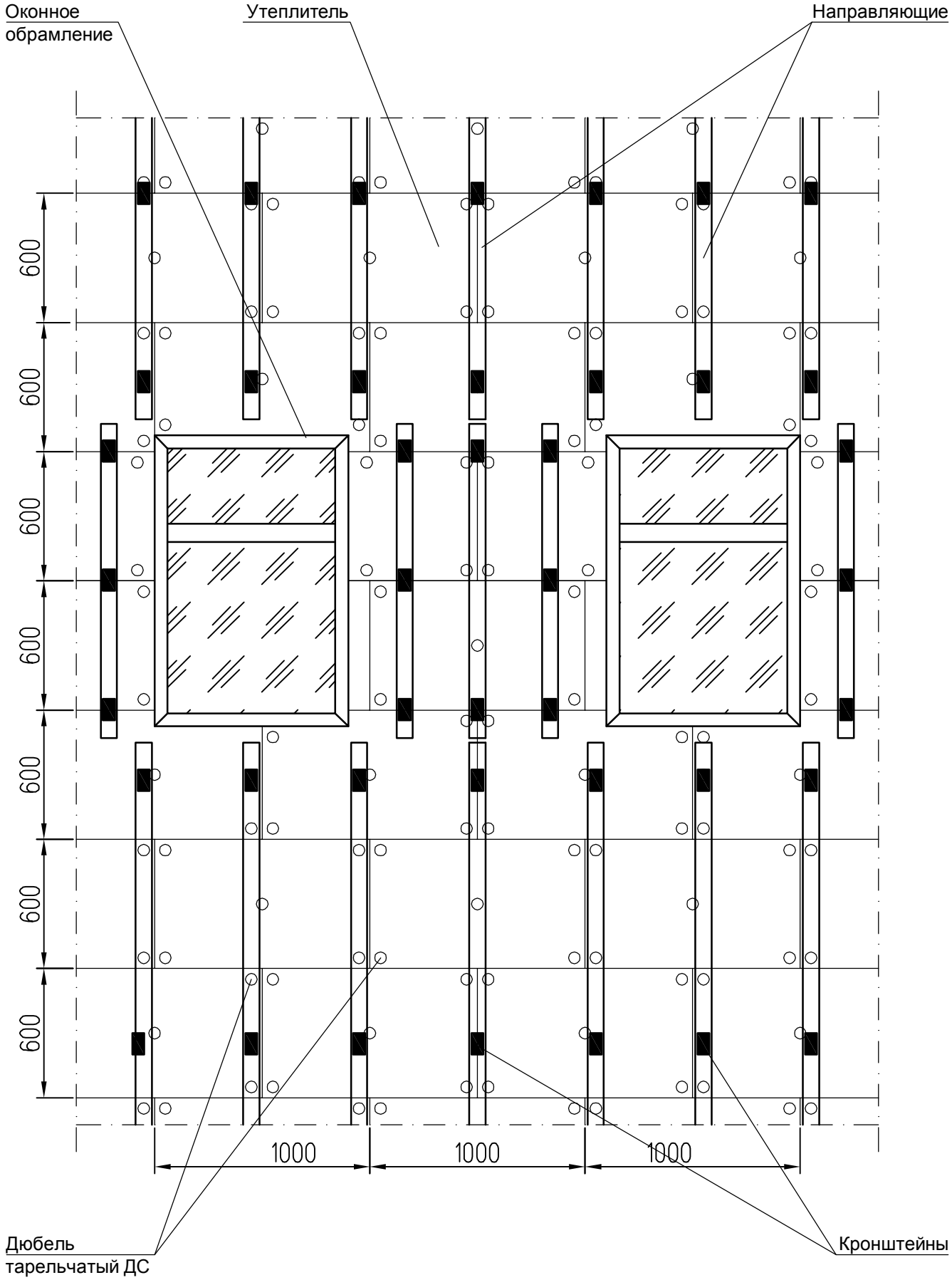
вариант II



А - толщина утеплителя.

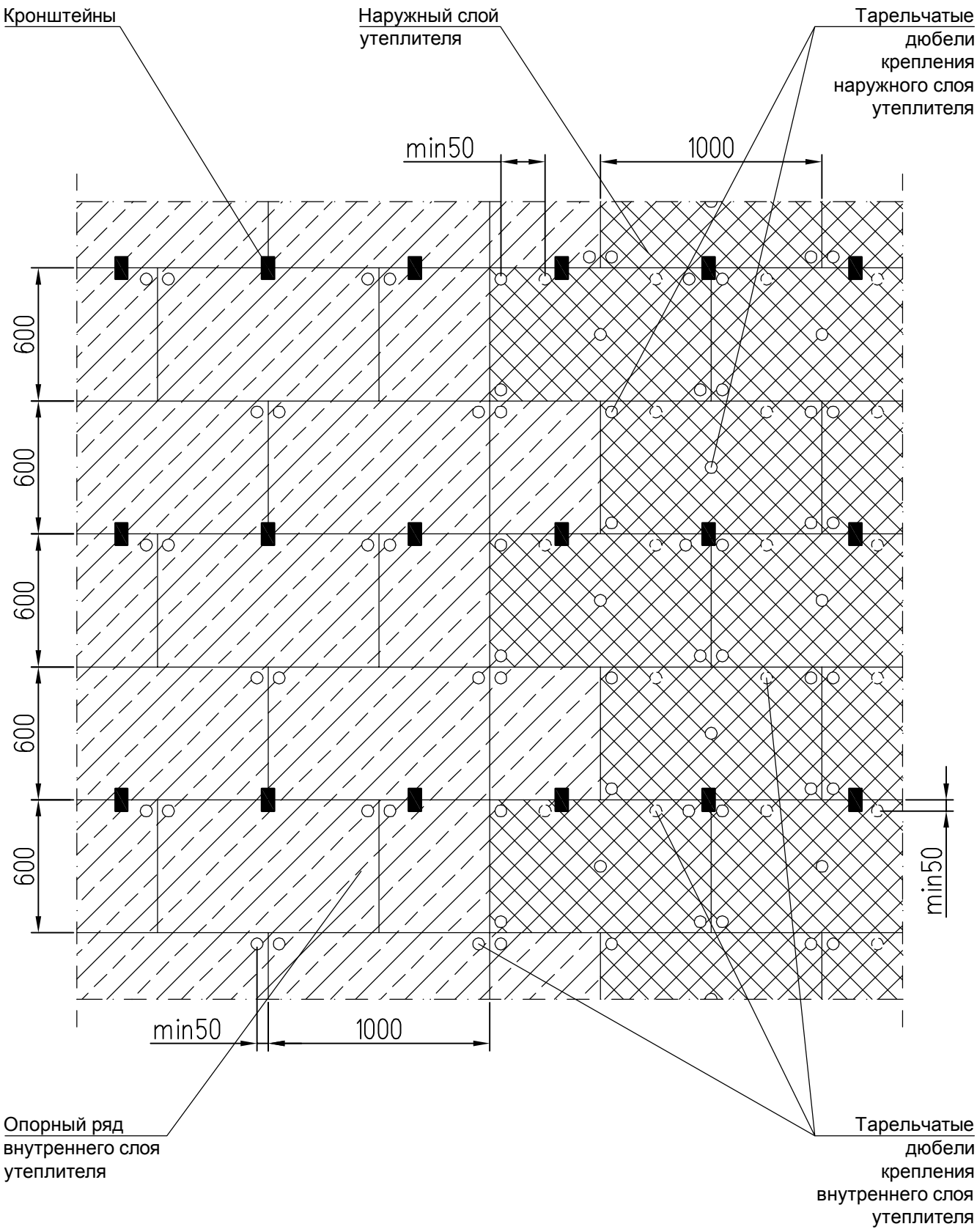
Лист	
6.65	СИАЛ Навесная фасадная система

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ УТЕПЛИТЕЛЯ



СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 6.66

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ДВУХСЛОЙНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ



Лист	
6.67	СИАЛ Навесная фасадная система

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

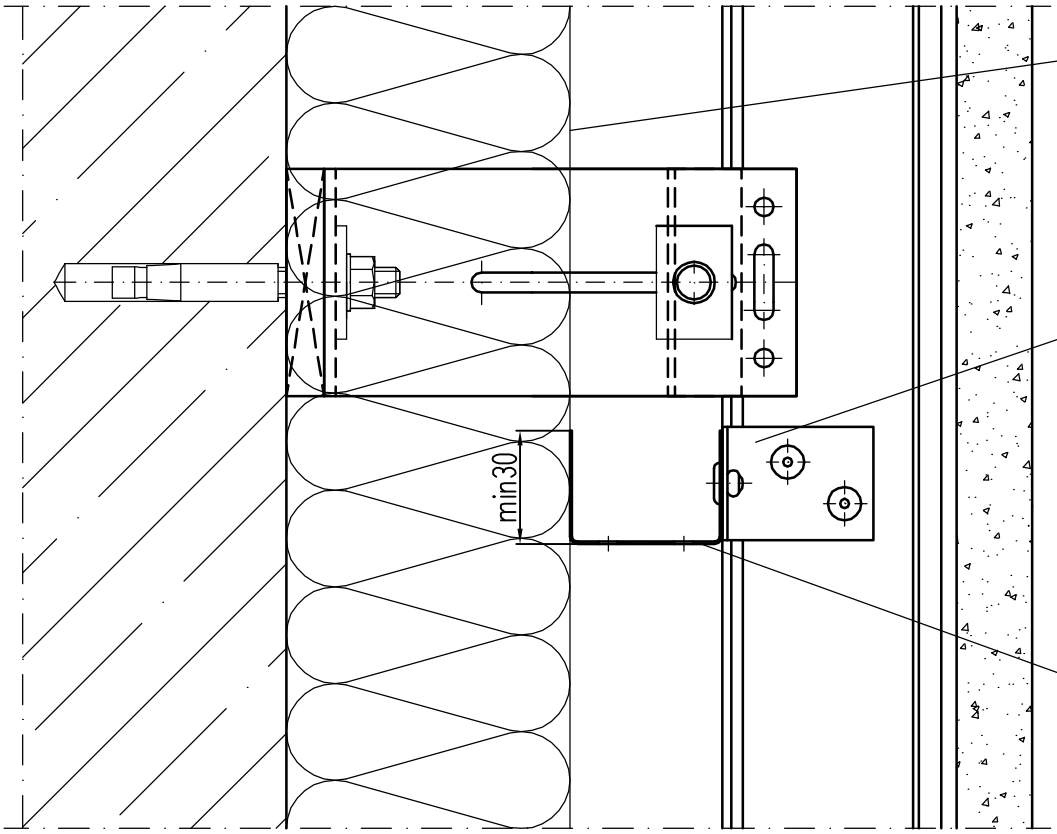
1. Минераловатные плиты с установкой в один слой ;
2. Минераловатные плиты с установкой в два слоя ;
3. Теплоизоляционные плиты из стеклянного волокна марки "ИЗОВЕР" с установкой в один слой ;
4. Теплоизоляционные плиты из стеклянного волокна марки "ИЗОВЕР" с установкой в два слоя ;
5. Комбинированная 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 марки "Изовер".

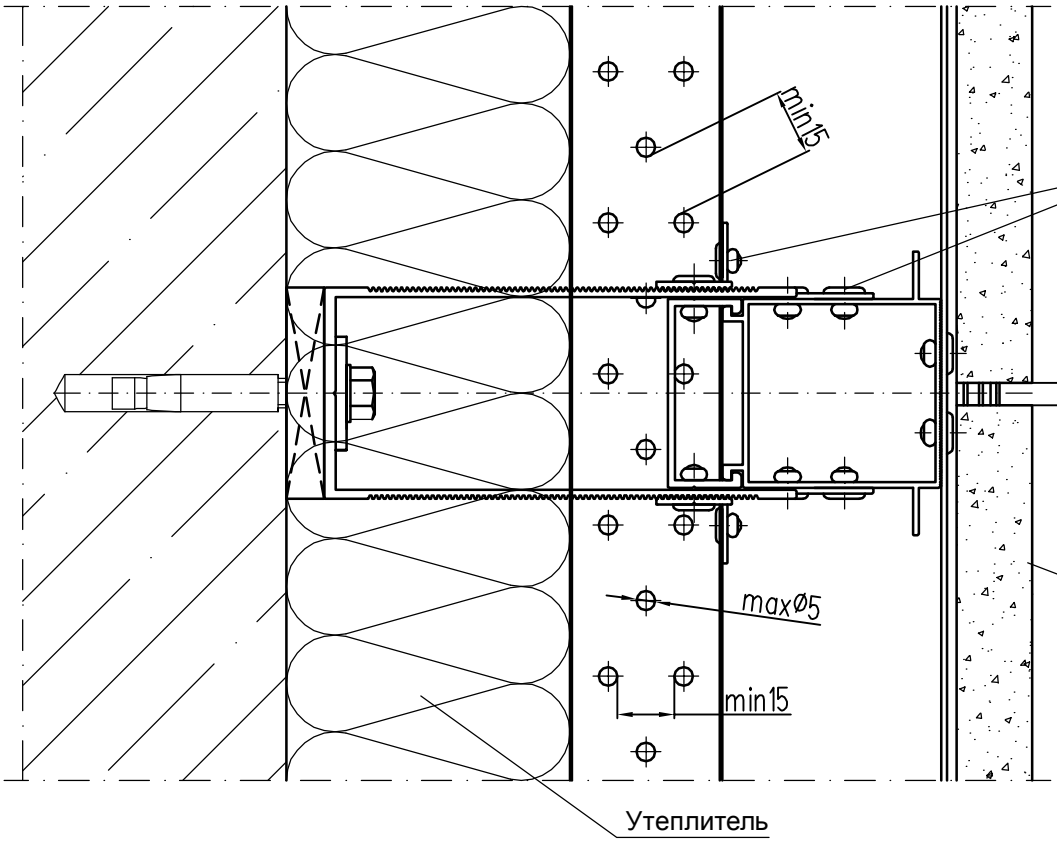
Не допускается применение влаговетрозащитных мембран в сочетании с плитами теплоизоляционными из стеклянного штапельного волокна с кашированным слоем !

7. ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ СТАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК

ВАРИАНТ I
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ
(П-образные кронштейны)

А-А

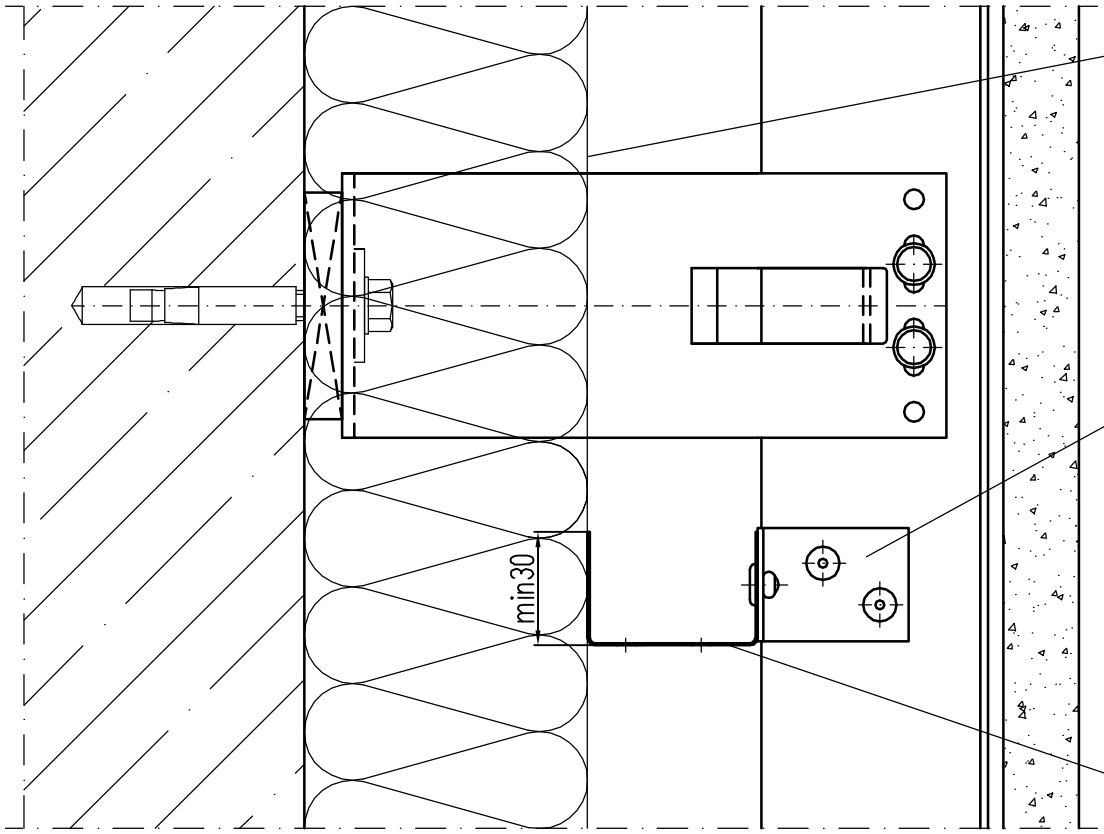


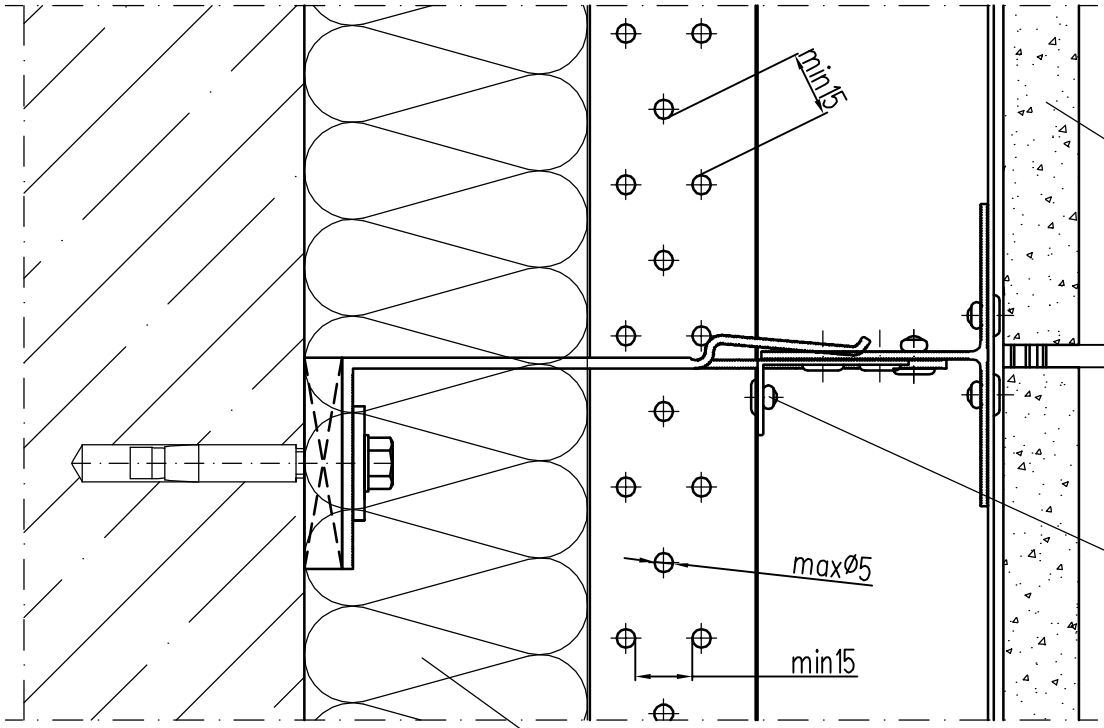


Лист	
7.1	СИАЛ Навесная фасадная система

ВАРИАНТ I
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ
(Г-образные кронштейны)

А-А

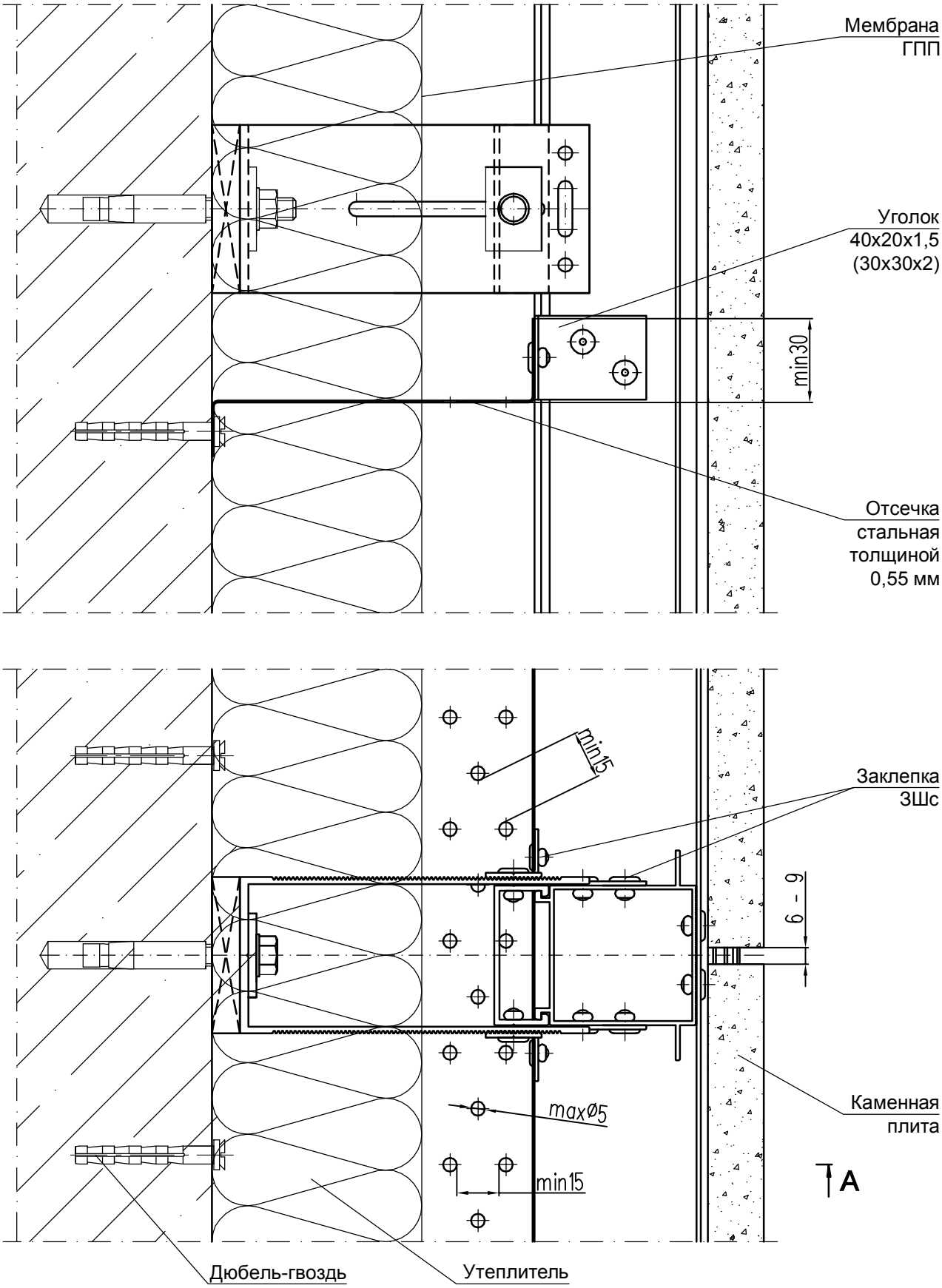




СИАЛ	Навесная фасадная система	Лист 7.2

ВАРИАНТ II
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ
(П-образные кронштейны)

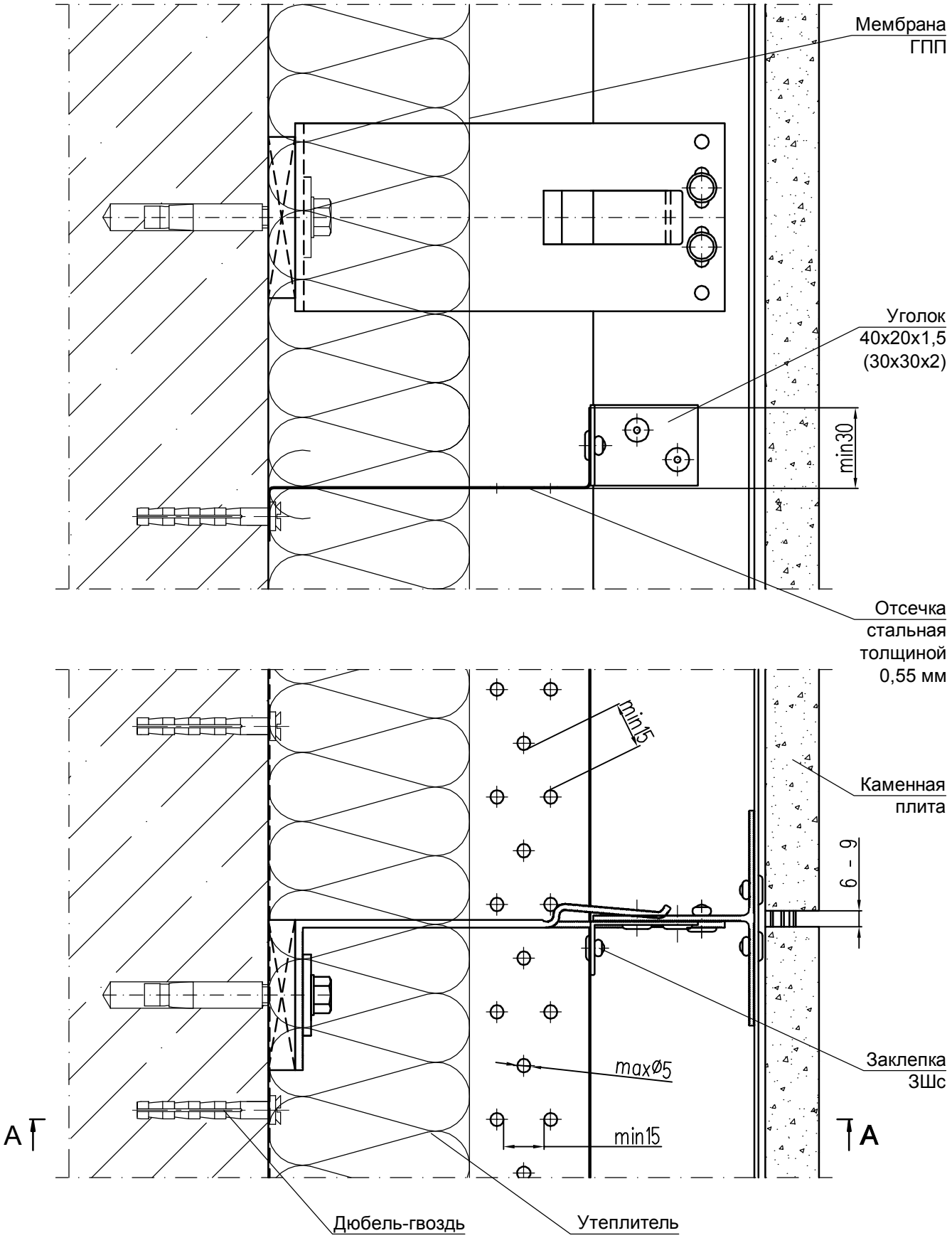
А-А



Лист	
7.3	СИАЛ Навесная фасадная система

ВАРИАНТ II
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ
(Г-образные кронштейны)

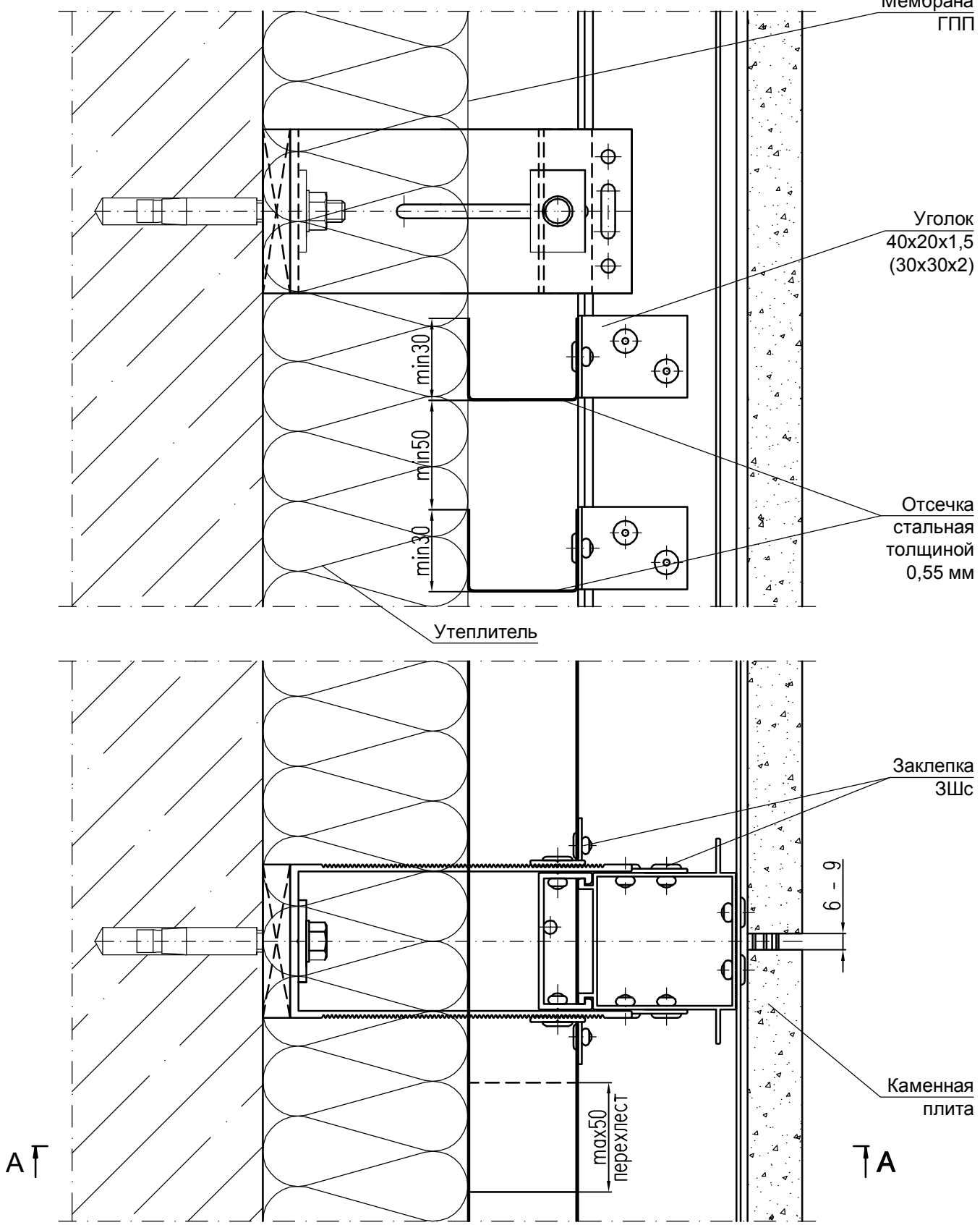
А-А



СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 7.4

ВАРИАНТ I
С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ
(П-образные кронштейны)

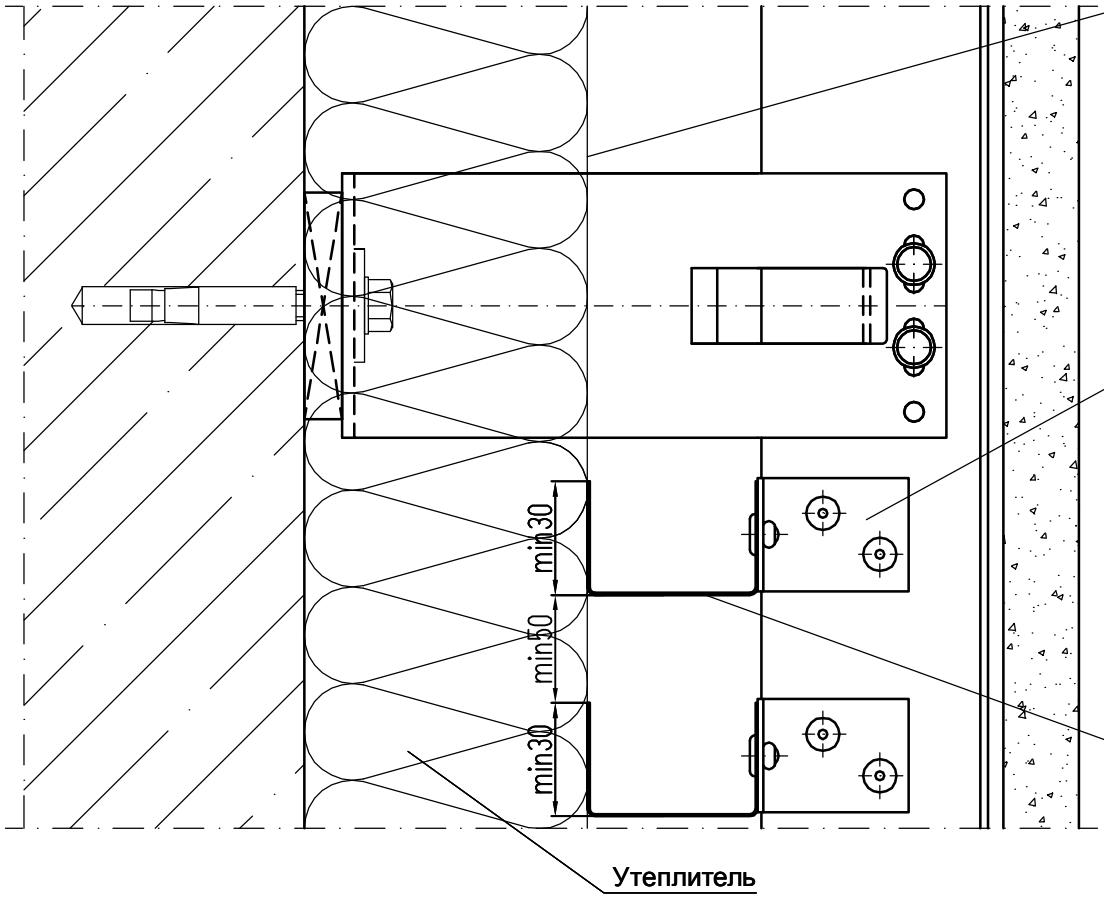
А-А

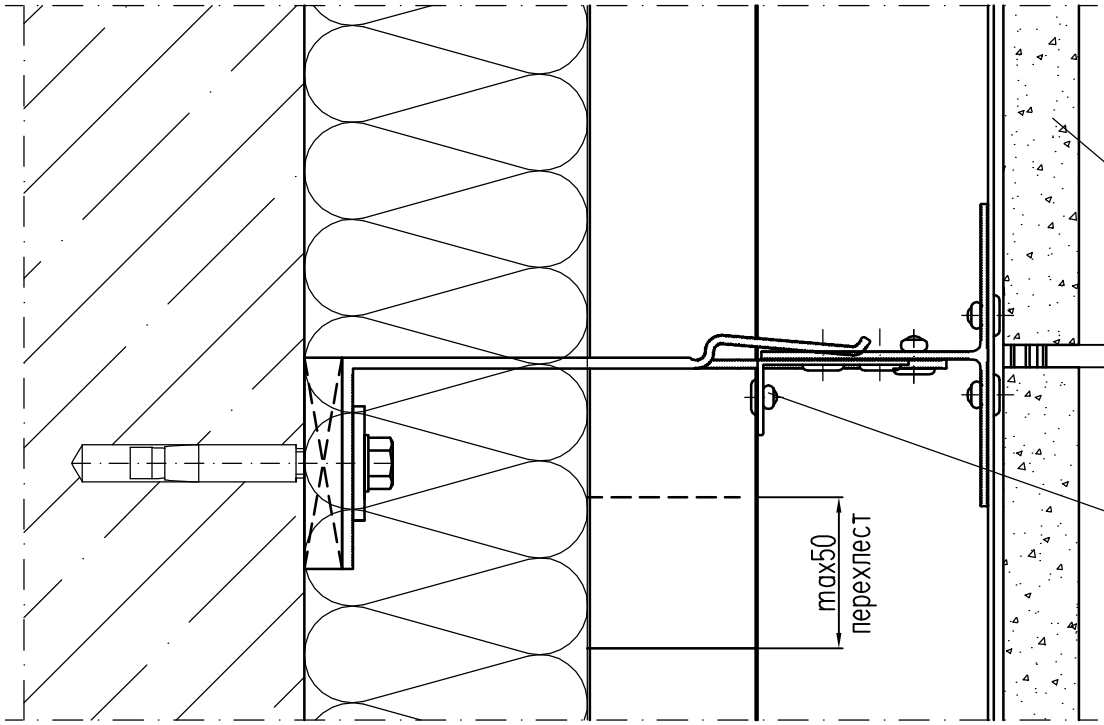


ПРИМЕЧАНИЕ
Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

ВАРИАНТ I
С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ
(Г-образные кронштейны)

А-А





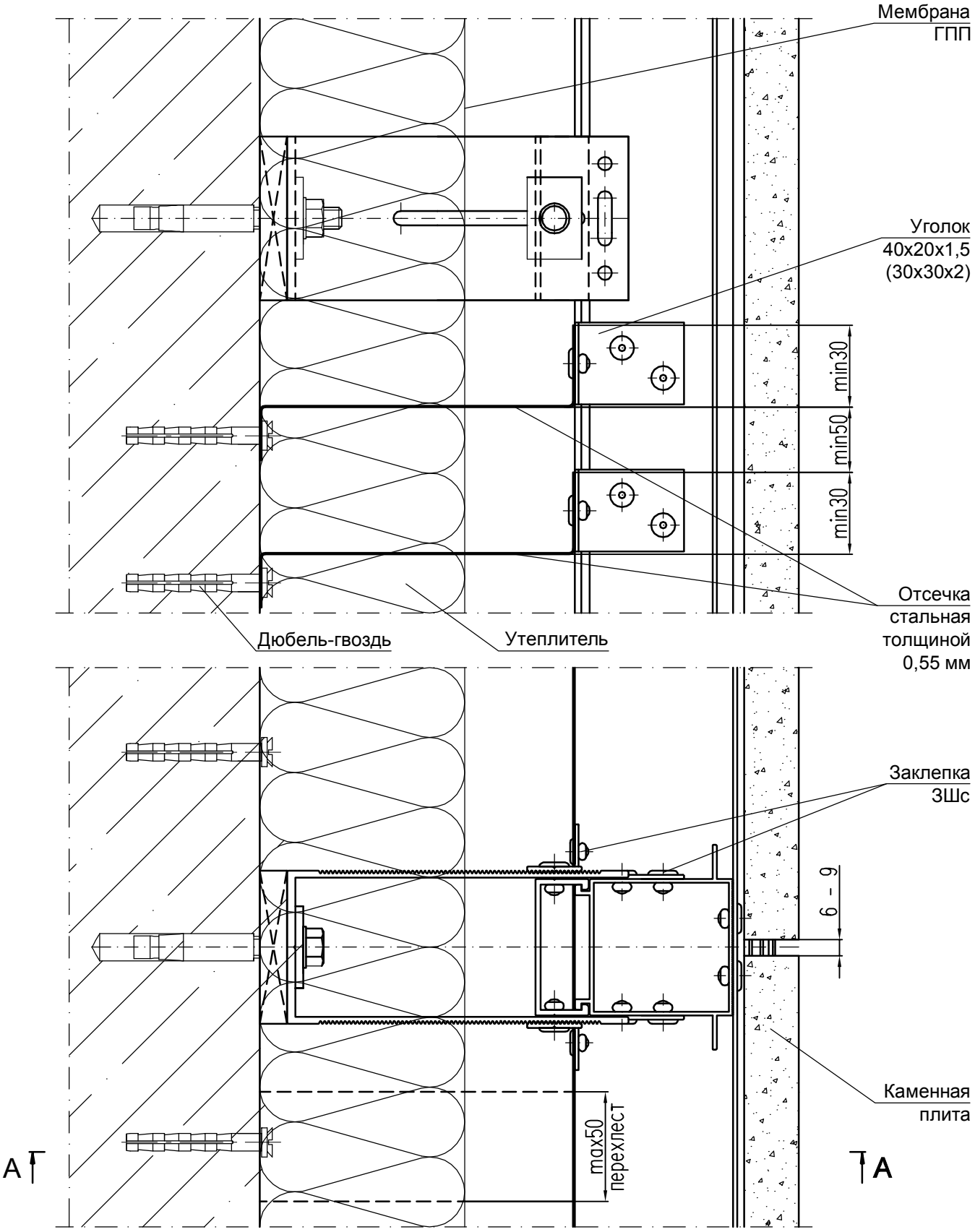
ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 7.6

ВАРИАНТ II
С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ
(П-образные кронштейны)

А-А



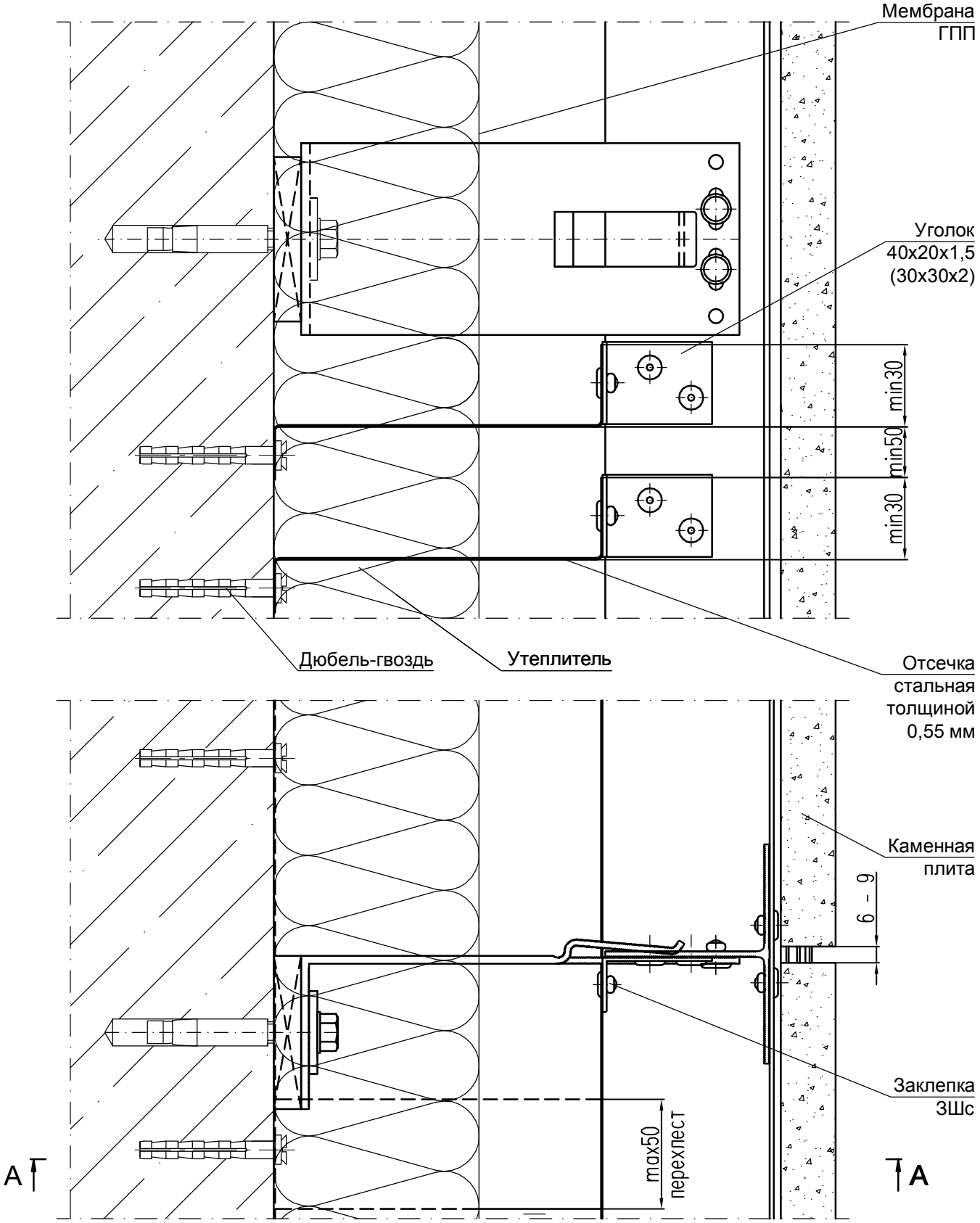
ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

Лист	
7.7	СИАЛ Навесная фасадная система

ВАРИАНТ II
С ОТСЕЧКАМИ БЕЗ ПЕРФОРАЦИИ
(Г-образные кронштейны)

А-А



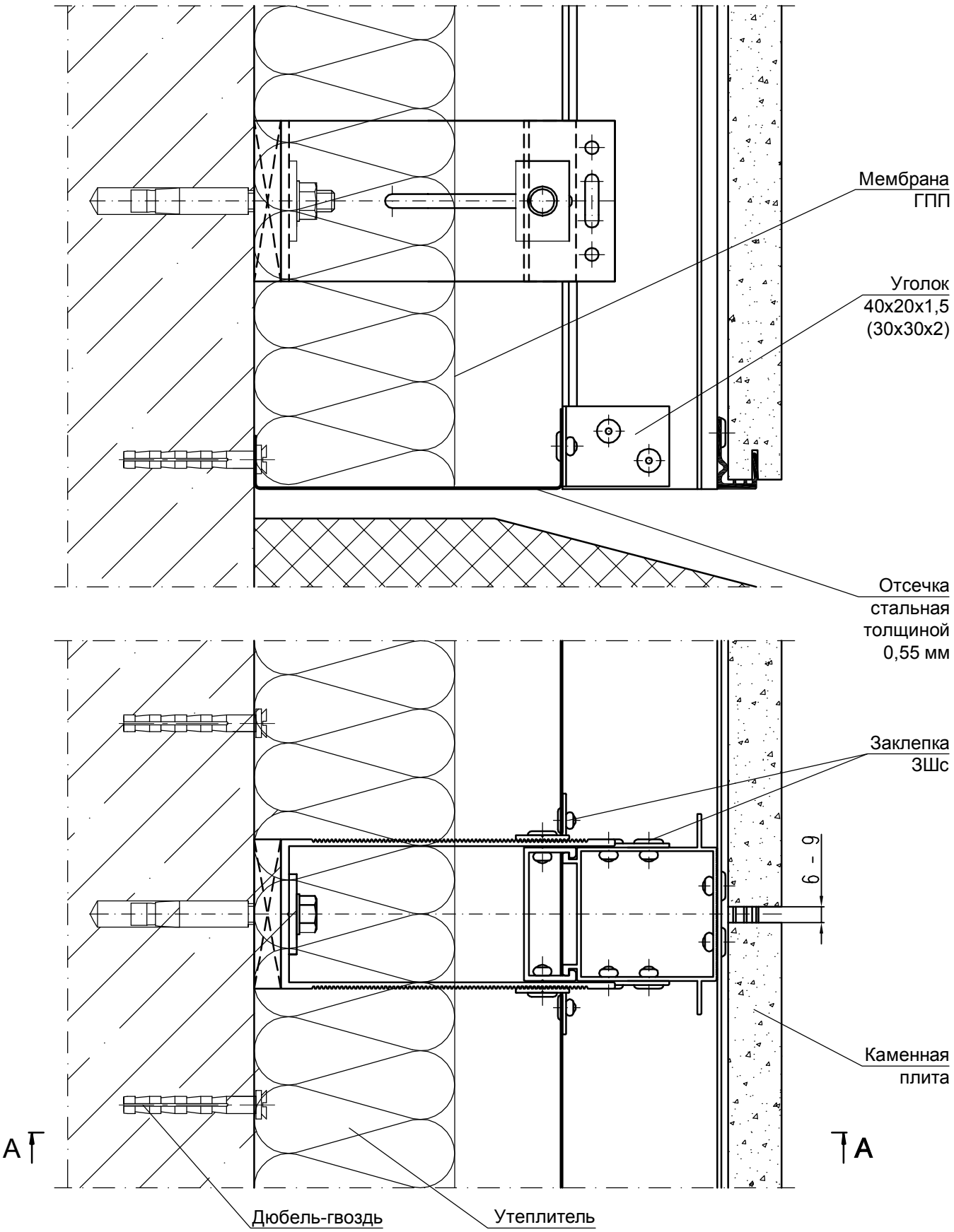
ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

СИАЛ Навесная фасадная система	Лист 7.8

ВАРИАНТ
УСТАНОВКИ НИЖНЕЙ ОТСЕЧКИ
(П-образные кронштейны)

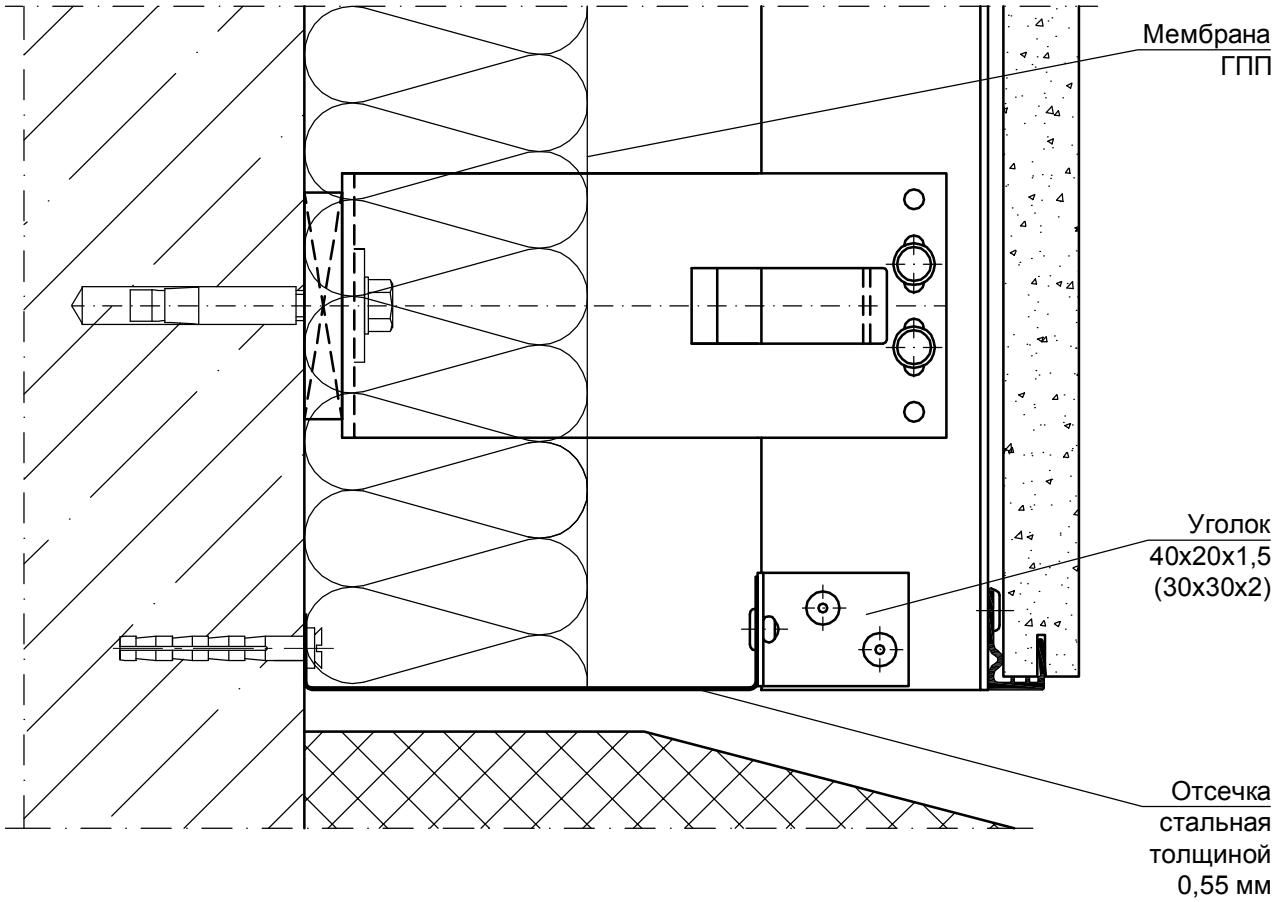
А-А

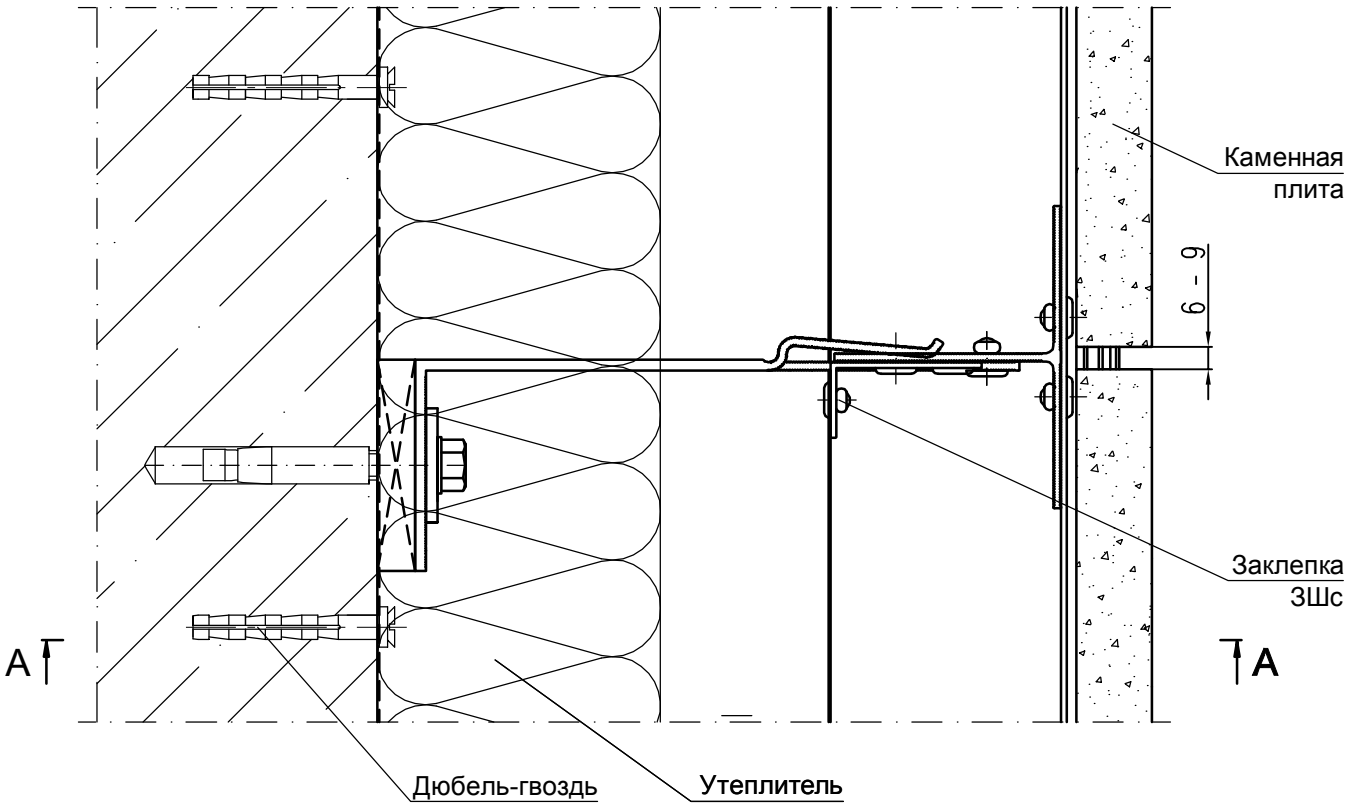


Лист	
7.9	СИАЛ Навесная фасадная система

ВАРИАНТ
УСТАНОВКИ НИЖНЕЙ ОТСЕЧКИ
(Г-образные кронштейны)

А-А





СИАЛ	Навесная фасадная система	Лист 7.10

8. 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 П-Нк со скрытым креплением натурального камня.

Расчет №1 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на рядовом участке фасада (на Г-обр. кронштейнах);

Расчет №2 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на угловом участке фасада (на Г-обр. кронштейнах);

Расчет №3 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на рядовом участке фасада (на П-обр. кронштейнах);

Расчет №4 Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на угловом участке фасада (на П-обр. кронштейнах);

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 П -Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на рядовом участке фасада (на Г-обр. кронштейнах)

Исходные данные для расчета:

Район строительства:		г. Красноярск	
Ветровой район:		3	
Гололедный район:		3	
Тип местности:		В	
Высота здания, h:		75	м.
Высота от поверхности земли, z:		75	м.
Поперечный размер здания, d:		12	м.
Направляющая:		КП45530	
Кронштейн, КН(КО)-160:		КПС 720	
Ширина плитки, $b_{пл}$:		600	мм
Высота плитки, $h_{пл}$:		600	мм
Толщина плитки, $t_{пл}$:		30	мм
Масса плитки, m:		90	кг/м²
Расчетная схема (по кол-ву опорных кронштейнов)	Схема №	4	
Длина направляющей, $L_{напр.}$:		3	м
Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c_p:		-1,2	

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, $\gamma_{fн}$	$\gamma_{fн}$=	1,05
Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, $\gamma_{fо}$:	$\gamma_{fо}$=	1,1
Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ_f:	γ_f=	1,4

Расчетные схемы:

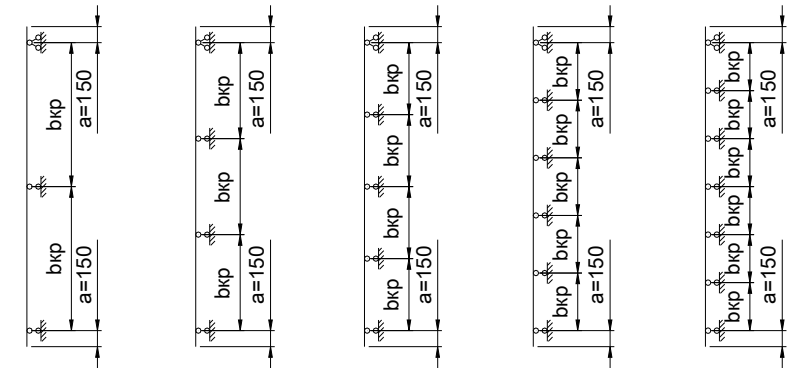


СХЕМА 2 СХЕМА 3 СХЕМА 4 СХЕМА 5 СХЕМА 6

Несущий кронштейн Опорный кронштейн

Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, $q_{п.\ норм.}$:		0,7	кг/м
Расчетная нагрузка от профиля, $q_{п.расч.}=q_{п.\ норм.}*\gamma_{fн}$	$q_{п.расч.}$=	0,8	кг/м
Нормативная нагрузка от плитки, $q_{об.\ норм.}$:		90	кг/м²
Расчетная нагрузка от плитки, $q_{об.расч.}=q_{об.\ норм.}*\gamma_{fо}$	$q_{к.расч.}$=	99	кг/м²

Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для рядовой зоны согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$w^n_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}$ **$w^n_{+(-)}$= 1,133 кПа**

Расчетную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для рядовой зоны по формуле:

$w_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}*\gamma_f$ **$w_{+(-)}$= 1,587 кПа**

, где: w_0 - нормативное значение давления ветра:	w_0 =	0,38	кПа
$k(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте z_e:	$k(z_e)$ =	1,455	
$\varsigma(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте z_e:	$\varsigma(z_e)$ =	0,708	
$v_{+(-)}$ - коэффициент корреляции ветровой нагрузки:	$v_{+(-)}$ =	1	
z_e - эквивалентная высота:	z_e =	75	м.

Гололедная нагрузка

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$i'_н = b*k*\mu_2*\rho*g$ $i'_н$ = 97 Па

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют по формуле:

$i' = b*k*\mu_2*\rho*g*\gamma_g$	$i' =$	126	Па
, где b - толщина слоя гололеда:	$b =$	10	мм
k - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте:	$k =$	1,833	
μ_2 - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый	$\mu_2 =$	0,6	
ρ - плотность льда, принимаемая равной:	$\rho =$	0,9	г/см³
g - ускорение свободного падения:	$g =$	9,8	м/с²
γ_g - коэффициент надежности по гололедной нагрузке:	$\gamma_g =$	1,3	

Расчет направляющей

Расчет направляющих выполняется на сочетание собственного веса конструкции и ветровой нагрузки. Сочетание собственный вес конструкции, гололедной нагрузки и 25% ветровой нагрузки для расчета направляющих не является определяющим и поэтому на это сочетание

Расчет направляющих таврового, уголкового и сложного сечения имеющих тонкий элемент для крепления к кронштейну выполняется с учетом редукции сжатых элементов в соответствии с требованиями СНиП 2.03.06-85.

Шаг направляющих, $b_{напр}$:	$b_{напр}=$	606	мм
Шаг кронштейнов, $b_{кр}$:	$b_{кр}=$	675	мм
Консоль, a:	$a=$	150	мм
Плечо кронштейна, $A_{кр}$:	$A_{кр}=$	160	мм
Удельная плотность алюминия, ρ:	$\rho =$	2700	кг/м^3
Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q^n_w = w^n_{+(-)}*b_{напр}$	$q^n_w =$	0,687	кН/м
Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q_w = w_{+(-)}*b_{напр}$	$q_w =$	0,962	кН/м
Собственный вес конструкции:			
$N = P = q_{п.расч.} * L_{напр} + q_{об.расч.} * L_{напр} * b_{напр}$:	$P =$	182,3	кг

Расчет на прочность с учетом редукции:

Сечение на опоре. Сжата стенка

Площадь сечения профиля, A:	$A =$	2,22	см²		
Момент инерции профиля, J_x:	$J_x =$	2,9	см⁴		
Момент сопротивления профиля, W_x:	$W_x =$	0,91	см³		
Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Моп max = 0,107*qw*bкр²	$M_{оп\ max} =$	0,047	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{оп\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**60**	**МПа**	≤	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Сечение в пролете. Сжата полка

Площадь сечения профиля, A:	$A =$	2,08	см²		
Момент инерции профиля, J_x:	$J_x =$	7,9	см⁴		
Момент сопротивления профиля, W_x:	$W_x =$	1,87	см³		
Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Мпр max = 0,077*qw*bкр²	$M_{пр\ max} =$	0,034	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{пр\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**21**	**МПа**	≤	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Профиль удовлетворяет требованиям по прочности

Расчет по деформативности:

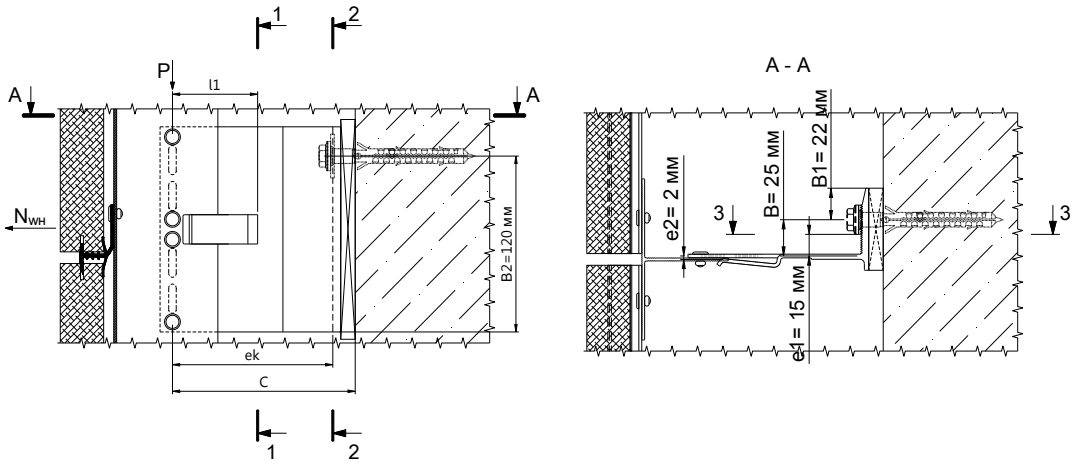
Прогиб направляющей расчитывается по формуле:

$f = (0,0063*qnw*bкр^4)/(E*Jx) \le (bкр/200)$		**0,0**	**см**	≤	**0,3 см**
Активный ветер (напор) в пролете сжата полка.					
Момент инерции профиля, Jx:		7,9	см⁴		
E - модуль Юнга для алюминия:		710000	кг/см^2		

Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Расчет несущего кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстием от зажима и около опоры, сечение на опорной части по краю фиксирующей шайбы - краю шайбы анкерного элемента. Принято наиболее удаленное от консоли положение анкерного элемента в овальном о



Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 11 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	469	Н
$M_{x\ 1-1} = P*l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	9,297	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	51	мм
P - собственный вес конструкции	P =	182,3	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}*e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,938	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,14 - 0,02) * 0,0023$	A_{1-1} =	0,000276	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{x\ 1-1} = 0,0023*(0,14^3-0,02^3)/(0,12*0,07)$	$W_{x\ 1-1}$ =	0,0007491	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{y\ 1-1} = 0,0023^2*(0,14-0,02)/6$	$W_{y\ 1-1}$ =	1,058E-07	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 7 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	469	Н
$M_{x\ 2-2} = P*ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	26,616	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	146	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}*e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,938	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,002	м
Площадь сечения 2-2: $A_{2-2} = 0,14 * 0,0035$	A_{2-2} =	0,00049	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{x\ 2-2} = 0,0035*0,14^2/6$	$W_{x\ 2-2}$ =	1,143E-05	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{y\ 2-2} = 0,14*0,0035^2/6$	$W_{y\ 2-2}$ =	2,858E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 14 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн} * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	7,035	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,015	м
Момент сопротивления сечения 3-3:			
$W_{y\ 3-3} = (0,14 - 0,011*3)*0,0053^2/6$	$W_{y\ 3-3}$ =	5,009E-07	м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузки на кронштейн

Собственный вес + гололедная нагрузка

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг
, где $P_{лёд} = 2*b_{напр}*L_{напр}*i'$	$P_{лёд}$ =	45,814	кг

2 - учитывает обледенение с двух сторон облицовки

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 3 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн}$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	117	Н
$M_{x\ 1-1} = P*l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	11,634	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	51	мм
P - собственный вес + гололедная нагрузка	P =	228,114	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}*e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,234	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,14 - 0,02) * 0,0023$	A_{1-1} =	0,000276	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{x\ 1-1} = 0,0023*(0,14^3-0,02^3)/(0,12*0,07)$	$W_{x\ 1-1}$ =	0,0007491	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{y\ 1-1} = 0,0023^2*(0,14-0,02)/6$ =	$W_{y\ 1-1}$ =	1,058E-07	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 4 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн}$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	117	Н
$M_{x\ 2-2} = P*ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	33,305	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	146	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}*e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,234	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,002	м
Площадь сечения 2-2: $A_{2-2} = 0,14 * 0,0035$	A_{2-2} =	0,00049	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{x\ 2-2} = 0,0035*0,14^2/6$ =	$W_{x\ 2-2}$ =	1,143E-05	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{y\ 2-2} = 0,14*0,0035^2/6$ =	$W_{y\ 2-2}$ =	2,858E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 4 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн} * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	1,755	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,015	м
Момент сопротивления сечения 3-3:			
$W_{y\ 3-3} = (0,14 - 0,011*3)*0,0053^2/6$	$W_{y\ 3-3}$ =	5,009E-07	м³

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к несущему кронштейну

Крепление направляющей к кронштейну выполняется на четырех заклепках. Узел расчитывается на срез заклепок и смятие соединяемых элементов.

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*n_s) \le N_{rs}$ **126 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	182,3	кг
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	469	Н
n - число заклепок в соединении	n =	4	шт.
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1	
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720	Н

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*n_s) \le N_{rs}$ **64 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	117	Н

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$ **12 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	182,3	кг
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	469	Н
n - число заклепок в соединении	n =	4	шт.
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051	м
Σt - толщина стенки направляющей с учетом рифления	Σt =	0,002	м
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	R_{rp} =	195	МПа

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$ **6 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 117 Н

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления несущего кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 469 Н

$P = P_{обл} + P_{напр}$ P = 182,3 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$ M_1= 293,503 Н*м

$M_2=N_{wн}*E_2$ M_2= 23,450 Н*м

где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер C = 161 мм

E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер E_2 = 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$ M_3= 11,725 Н*м

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 3252 Н**

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 117 Н

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$ P = 228,114 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$ M_1= 367,264 Н*м

$M_2=N_{wн}*E_2$ M_2= 5,850 Н*м

где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер C = 161 мм

E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер E_2 = 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$ M_3= 2,925 Н*м

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

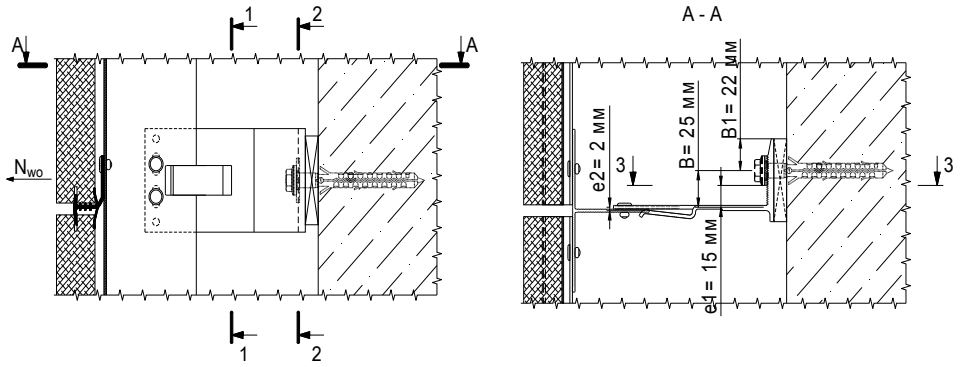
Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 3262 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

3262 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет опорного кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленое отверстием от зажима и около опоры, сечение на опорной части по краю фиксирующей шайбы - краю шайбы анкерного элемента. Принято наиболее удаленное от консоли положение анкерного элемента в овальном от



Опорный кронштейн воспринимает только ветровую нагрузку

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 40 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wo}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 742 Н

k - коэффициент для определения максимальной опорной реакции в балке: k = 1,143

$M_{y\ 1-1} = N_{wo}*e_2$ $M_{y\ 1-1}$ = 1,484 Н*м

где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки e_2 = 0,002 м

Площадь сечения 1-1: A_{1-1} = (0,07 - 0,02) * 0,0023 A_{1-1} = 0,000115 м²

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{y\ 1-1}$ = 0,0023²*(0,07-0,02)/6 $W_{y\ 1-1}$ = 4,408E-08 м³

R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1: R_y = 120 МПа

γ_n - коэффициент надежности по назначению: γ_n = 1

Сечение 2-2 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 13 МПа ≤ 120 МПа**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 742 Н

$M_{y\ 2-2} = N_{wo}*e_6$ $M_{y\ 2-2}$ = 1,484 Н*м

где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки e_6 = 0,002 м

Площадь сечения 2-2: A_{2-2} = 0,07 * 0,0035 A_{2-2} = 0,000245 м²

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2}$ = 0,0035*0,07²/6 = $W_{x\ 2-2}$ = 2,858E-06 м³

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{y\ 2-2}$ = 0,07*0,0035²/6 = $W_{y\ 2-2}$ = 1,429E-07 м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 40 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wo} * e_1$ $M_{y\ 3-3}$ = 11,13 Н*м

где, e_1 - расстояние от оси приложения силы N_{wo} до сечения e_1 = 0,015 м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3}$ = (0,07 - 0,011)*0,0053²/6 $W_{y\ 3-3}$ = 2,762E-07 м³

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к опорному кронштейну

Крепление направляющей к кронштейну выполняется на двух заклепках в продолговатые отверстия. Узел расчитывается на срез заклепок и смятие соединяемых элементов.

Расчет на срез:

$N_{wo} / (n*n_s) \le N_{rs}$ **371 Н ≤ 1720 Н**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 742 Н

n - число заклепок в соединении n = 2 шт.

n_s - число рабочих срезов одной заклепки n_s = 1

N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки N_{rs} = 1720 Н

Расчет на смятие соединяемых элементов:

По формуле полученной на основе многочисленных натурных испытаний:

$N_{wo} / (n*0,5*d*\Sigma t) \le 0,7*R_y$ **73 МПа ≤ 84 МПа**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 742 Н

n - число заклепок в соединении n = 2 шт.

d - диаметр отверстия для заклепки d = 0,0051 м

Σt - толщина стенки направляющей с учетом рифления Σt = 0,002 м

R_y - расчетное сопротивление R_y = 120 МПа

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления опорного кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 742 Н

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 25 мм

B1- расстояние от оси анкерного болта до края кронштейна: B1 = 22 мм

Определяем расчетное усилие вырыва анкера:

$N_{ao} = N_{wo} + (N_{wo} * B) / B1$: **$N_{ao}$ = 1585 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

1585 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет горизонтальной направляющей КПС 375 при креплении плиты к двум направляющим

Рассматриваем типовое крепление плитки по однопролетной схеме

Расчетная ветровая нагрузка на 1 м длины направляющей:

$q_w = w_{+(-)}*h_{пл}$ q_w = 0,952 кН/м

Сечение горизонтальной направляющей

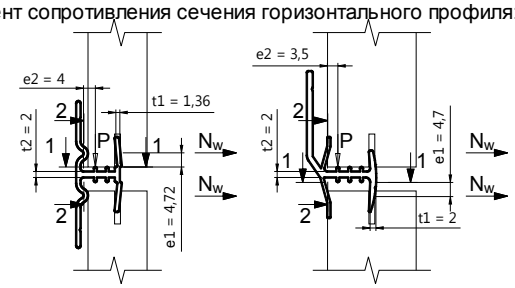
$\sigma = M_y / W_y \le R_y$ **σ = 50 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в середине пролета однопролетной балки от ветровой нагрузки:

$M_y = q_w * L^2 / 8$ $M_y =$ 42,84 Н*м

, где $L = b_{пл}$

Момент сопротивления сечения горизонтального профиля: $W_y =$ 8,6E-07 м³



КПС 270 КПС 375

Расчет полок направляющей

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Собственный вес:

$P = P_{обл} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл}$ $P =$ 35,64 кг

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 285,66 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 571,32 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \leq R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{1-1} =}$ **3 МПа** ≤ **120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 1,343 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \leq R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{2-2} =}$ **4 МПа** ≤ **120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 571,32 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,4256 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,004 м

Площадь сечения 2-2:

$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Собственный вес с учетом гололедной нагрузки с двух сторон:

$P = P_{обл} + P_{лёд} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i'$ $P =$ 426,24 Н

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 71,42 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 571,32 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \leq R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{1-1} =}$ **1 МПа** ≤ **120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 0,336 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \leq R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{2-2} =}$ **4 МПа** ≤ **120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 142,83 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,49184 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,0035 м

Площадь сечения 2-2:

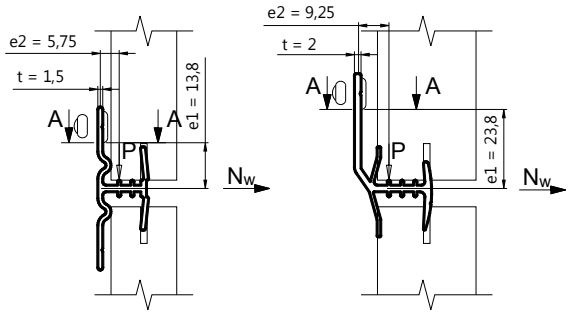
$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Расчет на прочность горизонтального сечения А-А, проходящего по нижнему краю бортика заклепк



КПС 270 КПС 375

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **σ_{A-A} = 9 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 3,502 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы Р до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **σ_{A-A} = 6 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 2,243 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы Р до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Направляющая удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления горизонтальной направляющей к вертикальной направляющей

Горизонтальная направляющая крепится к двум вертикальным направляющим, к каждой - одной заклепкой А2/А2 Ø4,8 мм.

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = P_{обл} / 2$ P = 178,2 Н

Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$N_w = N_{w\ обл} / 2$ $N_w =$ 285,66 Н

Расчет на срез:

$P / (n * n_s) \le N_{rs}$ **178 Н ≤ 3200 Н**

n - число заклепок в соединении n = 1

n_s - число рабочих срезов одной заклепки n_s = 1

N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки N_{rs} = 3200 Н

Расчет на смятие соединяемых материалов:

$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$ **18 МПа ≤ 195 МПа**

n - число заклепок в соединении n = 1

d - диаметр отверстия для заклепки d = 0,005 м

$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента $\sum t$ = 0,002 м

R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов R_{rp} = 195 МПа

Расчет на растяжение:

$N_w / n \le N_{rt}$ **286 МПа ≤ 4000 МПа**

n - число заклепок в соединении n = 1

N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки N_{rt} = 4000

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = (P_{обл} + P_{лёд}) / 2 = (q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i') / 2$ P = 213,12 Н

Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	35,71 Н		
Расчет на срез:				
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**213 Н**	**≤**	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	n =	1		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200 Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:				
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**28 МПа**	**≤**	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	n =	1		
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,005 м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,0015 м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195 МПа		
Расчет на растяжение:				
$N_w / n \le N_{rt}$		**36 МПа**	**≤**	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	n =	1		
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000		

Прочность узла крепления обеспечивается

Заключение: Согласно выполненого расчета крепление направляющей КП45530 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 4 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 3262 Н в несущем кронштейне и 1585 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 П -Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на угловом участке фасада (на Г-обр. кронштейнах)

Исходные данные для расчета:

Район строительства:		г. Красноярск	
Ветровой район:		3	
Гололедный район:		3	
Тип местности:		В	
Высота здания, h:		75	м.
Высота от поверхности земли, z:		75	м.
Поперечный размер здания, d:		12	м.
Направляющая:		КП45530	
Кронштейн, КН(КО)-160:		КПС 720	
Ширина плитки, $b_{пл}$:		600	мм
Высота плитки, $h_{пл}$:		600	мм
Толщина плитки, $t_{пл}$:		30	мм
Масса плитки, m:		90	кг/м²
Расчетная схема (по кол-ву опорных кронштейнов)	Схема №	6	
Длина направляющей, $L_{напр.}$:		3	м
Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c_p:		-2,2	

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, $\gamma_{fн}$	$\gamma_{fн}$=	1,05
Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, γ_{fo}:	γ_{fo}=	1,1
Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ_f:	γ_f=	1,4

Расчетные схемы:

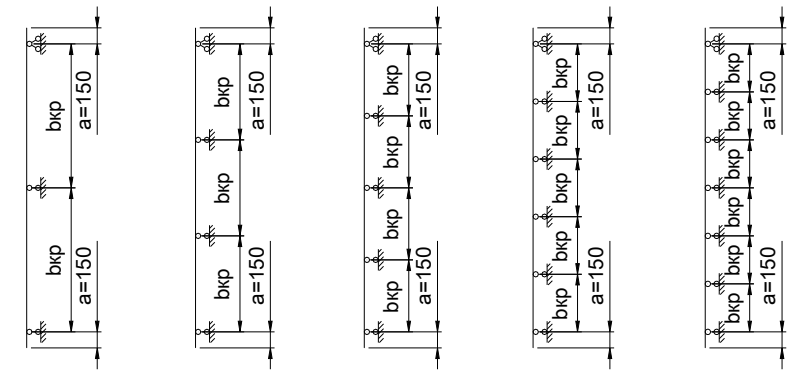


СХЕМА 2 СХЕМА 3 СХЕМА 4 СХЕМА 5 СХЕМА 6

Несущий кронштейн Опорный кронштейн

Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, $q_{п.\ норм.}$:		0,7	кг/м
Расчетная нагрузка от профиля, $q_{п.расч.}=q_{п.\ норм.}*\gamma_{fн}$	$q_{п.расч.}$=	0,8	кг/м
Нормативная нагрузка от плитки, $q_{об.\ норм.}$:		90	кг/м^2
Расчетная нагрузка от плитки, $q_{об.расч.}=q_{об.\ норм.}*\gamma_{fo}$	$q_{к.расч.}$=	99	кг/м^2

Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для угловой зоны согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$w^n_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}$ **$w^n_{+(-)}$= 2,078 кПа**

Расчетную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для угловой зоны по формуле:

$w_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}*\gamma_f$ **$w_{+(-)}$= 2,909 кПа**

, где: w_0 - нормативное значение давления ветра:	w_0 =	0,38	кПа
$k(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте z_e:	$k(z_e)$ =	1,455	
$\varsigma(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте z_e:	$\varsigma(z_e)$ =	0,708	
$v_{+(-)}$ - коэффициент корреляции ветровой нагрузки:	$v_{+(-)}$ =	1	
z_e - эквивалентная высота:	z_e =	75	м.

Гололедная нагрузка

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$i'_н = b*k*\mu_2*\rho*g$ $i'_н$ = 97 Па

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют по формуле:

$i' = b*k*\mu_2*\rho*g*\gamma_g$	i' =	126	Па
, где b - толщина слоя гололеда:	b =	10	мм
k - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте:	k =	1,833	
μ_2 - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый	μ_2 =	0,6	
ρ - плотность льда, принимаемая равной:	ρ =	0,9	г/см³
g - ускорение свободного падения:	g =	9,8	м/с²
γ_g - коэффициент надежности по гололедной нагрузке:	γ_g =	1,3	

Расчет направляющей

Расчет направляющих выполняется на сочетание собственного веса конструкции и ветровой нагрузки. Сочетание собственный вес конструкции, гололедной нагрузки и 25% ветровой нагрузки для расчета направляющих не является определяющим и поэтому на это сочетание

Расчет направляющих таврового, уголкового и сложного сечения имеющих тонкий элемент для крепления к кронштейну выполняется с учетом редукции сжатых элементов в соответствии с требованиями СНиП 2.03.06-85.

Шаг направляющих, $b_{напр}$:	$b_{напр}$=	606	мм
Шаг кронштейнов, $b_{кр}$:	$b_{кр}$=	450	мм
Консоль, a:	a=	150	мм
Плечо кронштейна, $A_{кр}$:	$A_{кр}$=	160	мм
Удельная плотность алюминия, ρ:	ρ =	2700	кг/м^3
Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q^n_w = w^n_{+(-)}*b_{напр}$	q^n_w =	1,259	кН/м
Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q_w = w_{+(-)}*b_{напр}$	q_w =	1,763	кН/м
Собственный вес конструкции:			
$N = P = q_{п.расч.} * L_{напр} + q_{об.расч.} * L_{напр} * b_{напр}$:	P =	182,3	кг

Расчет на прочность с учетом редукции:

Сечение на опоре. Сжата полка.

Площадь сечения профиля, A:	A =	2,08	см²		
Момент инерции профиля, J_x:	J_x =	7,9	см⁴		
Момент сопротивления профиля, W_x:	W_x =	1,87	см³		
Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Моп max = 0,083*qw*bкр²	$M_{оп\ max}$ =	0,030	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{оп\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**25**	**МПа**	≤	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Сечение в пролете. Сжата стенка.

Площадь сечения профиля, A:	A =	2,22	см²		
Момент инерции профиля, J_x:	J_x =	2,9	см⁴		
Момент сопротивления профиля, W_x:	W_x =	0,91	см³		
Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Мпр max = 0,042*qw*bкр²	$M_{пр\ max}$ =	0,015	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{пр\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**18**	**МПа**	≤	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Профиль удовлетворяет требованиям по прочности

Расчет по деформативности:

Прогиб направляющей расчитывается по формуле:

f = f° - ((Мл+Мпр)/(16E*Jx))*bкр² ≤ (bкр/200)	**0,0**	**см**	≤	**0,2 см**

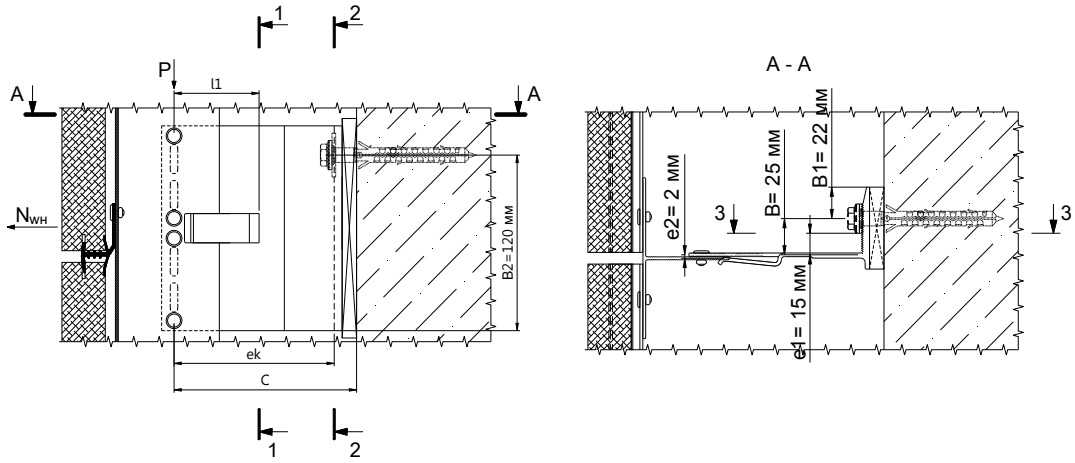
Реактивный ветер (отсос) в пролете сжата стенка.

Момент инерции профиля, Jx:	2,9	см⁴	
E - модуль Юнга для алюминия:	710000	кг/см^2	

Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Расчет несущего кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстием от зажима и около опоры, сечение на опорной части по краю фиксирующей шайбы - краю шайбы анкерного элемента. Принято наиболее удаленное от консоли положение анкерного элемента в овальном о



Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 15 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н
$M_{x\ 1-1} = P*l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	9,297	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	51	мм
P - собственный вес конструкции	P =	182,3	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}*e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	1,322	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: A_{1-1} = (0,14 - 0,02) * 0,0023	A_{1-1} =	0,000276	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{x\ 1-1}$ = 0,0023*(0,14³-0,02³)/(0,12*0,07)	$W_{x\ 1-1}$ =	0,0007491	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{y\ 1-1}$ = 0,0023²*(0,14-0,02)/6	$W_{y\ 1-1}$ =	1,058E-07	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 8 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н
$M_{x\ 2-2} = P*ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	26,616	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	146	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}*e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	1,322	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,002	м
Площадь сечения 2-2: A_{2-2} = 0,14 * 0,0035	A_{2-2} =	0,00049	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{x\ 2-2}$ = 0,0035*0,14²/6	$W_{x\ 2-2}$ =	1,143E-05	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{y\ 2-2}$ = 0,14*0,0035²/6	$W_{y\ 2-2}$ =	2,858E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 20 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн} * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	9,915	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,015	м
Момент сопротивления сечения 3-3:			
$W_{y\ 3-3}$ = (0,14 - 0,011*3)*0,0053²/6	$W_{y\ 3-3}$ =	5,009E-07	м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузки на кронштейн

Собственный вес + гололедная нагрузка

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг
, где $P_{лёд} = 2*b_{напр}*L_{напр}*i'$	$P_{лёд}$ =	45,814	кг

2 - учитывает обледенение с двух сторон облицовки

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 4 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн}$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н
$M_{x\ 1-1} = P*l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	11,634	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	51	мм
P - собственный вес + гололедная нагрузка	P =	228,114	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}*e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,330	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,14 - 0,02) * 0,0023$	A_{1-1} =	0,000276	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{x\ 1-1} = 0,0023*(0,14^3-0,02^3)/(0,12*0,07)$	$W_{x\ 1-1}$ =	0,0007491	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:			
$W_{y\ 1-1} = 0,0023^2*(0,14-0,02)/6$ =	$W_{y\ 1-1}$ =	1,058E-07	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$	**σ_{2-2} =**	**4**	**МПа**	**≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн}$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н
$M_{x\ 2-2} = P*ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	33,305	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	146	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}*e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,330	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,002	м
Площадь сечения 2-2: $A_{2-2} = 0,14 * 0,0035$	A_{2-2} =	0,00049	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{x\ 2-2} = 0,0035*0,14^2/6$ =	$W_{x\ 2-2}$ =	1,143E-05	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:			
$W_{y\ 2-2} = 0,14*0,0035^2/6$ =	$W_{y\ 2-2}$ =	2,858E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$	**σ_{3-3} =**	**5**	**МПа**	**≤ 120 МПа**
$M_{y\ 3-3} = N_{wн} * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	2,475	Н*м	
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,015	м	
Момент сопротивления сечения 3-3:				
$W_{y\ 3-3} = (0,14 - 0,011*3)*0,0053^2/6$	$W_{y\ 3-3}$ =	5,009E-07	м³	

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к несущему кронштейну

Крепление направляющей к кронштейну выполняется на четырех заклепках. Узел расчитывается на срез заклепок и смятие соединяемых элементов.

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*n_s) \le N_{rs}$		**171**	**Н**	**≤ 1720 Н**
$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	182,3	кг	
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н	
n - число заклепок в соединении	n =	4	шт.	
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720	Н	

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*n_s) \le N_{rs}$		**70**	**Н**	**≤ 1720 Н**
$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг	
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н	

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*d*\Sigma t) \le R_{гр}$		**17**	**МПа**	**≤ 195 МПа**
$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	182,3	кг	
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н	
n - число заклепок в соединении	n =	4	шт.	
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051	м	
Σt - толщина стенки направляющей с учетом рифления	Σt =	0,002	м	
$R_{гр}$ - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{гр}$ =	195	МПа	

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sqrt{(P^2+N_{wн}^2)} / (n*d*\Sigma t) \le R_{гр}$		**7**	**МПа**	**≤ 195 МПа**
$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,114	кг	

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 165 Н

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления несущего кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 661 Н

$P = P_{обл} + P_{напр}$ P = 182,3 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$ M_1= 293,503 Н*м

$M_2=N_{wн}*E_2$ M_2= 33,050 Н*м

где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер C = 161 мм

E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер E_2 = 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$ M_3= 16,525 Н*м

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 3583 Н**

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$: $N_{wн}$ = 165 Н

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$ P = 228,114 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$ M_1= 367,264 Н*м

$M_2=N_{wн}*E_2$ M_2= 8,250 Н*м

где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер C = 161 мм

E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер E_2 = 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$ M_3= 4,125 Н*м

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

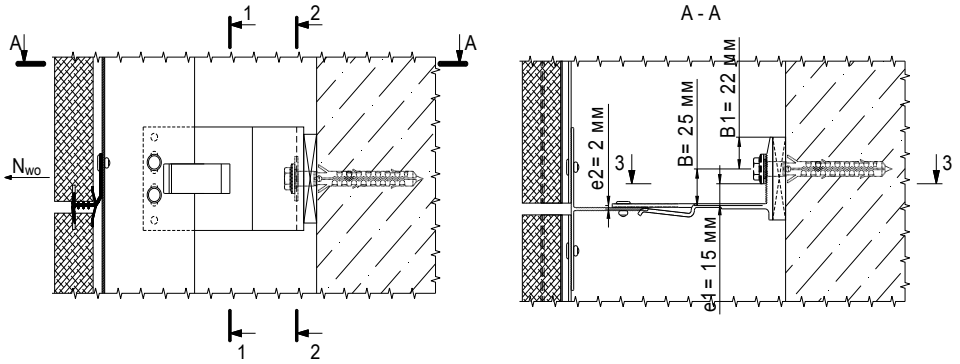
Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 3344 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

3583 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет опорного кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленое отверстием от зажима и около опоры, сечение на опорной части по краю фиксирующей шайбы - краю шайбы анкерного элемента. Принято наиболее удаленное от консоли положение анкерного элемента в овальном от



Опорный кронштейн воспринимает только ветровую нагрузку

Сечение 1-1 консоли кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 43 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wo}$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 793 Н

k - коэффициент для определения максимальной опорной реакции в балке: k = 1

$M_{y\ 1-1} = N_{wo}*e_2$ $M_{y\ 1-1}$ = 1,586 Н*м

где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м		
Площадь сечения 1-1: A_{1-1} = (0,07 - 0,02) * 0,0023	A_{1-1} =	0,000115	м²		
Момент сопротивления сечения 1-1:					
$W_{y\ 1-1}$ = 0,0023²*(0,07-0,02)/6	$W_{y\ 1-1}$ =	4,408E-08	м³		
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа		
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1			
Сечение 2-2 консоли кронштейна					
Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:					
$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$	**σ_{2-2} =**	**14**	**МПа**	**≤**	**120 МПа**
$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	793	Н		
$M_{y\ 2-2} = N_{wo}*e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	1,586	Н*м		
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,002	м		
Площадь сечения 2-2: A_{2-2} = 0,07 * 0,0035	A_{2-2} =	0,000245	м²		
Момент сопротивления сечения 2-2:					
$W_{x\ 2-2}$ = 0,0035*0,07²/6 =	$W_{x\ 2-2}$ =	2,858E-06	м³		
Момент сопротивления сечения 2-2:					
$W_{y\ 2-2}$ = 0,07*0,0035²/6 =	$W_{y\ 2-2}$ =	1,429E-07	м³		
Сечение 3-3 опорной части кронштейна					
Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:					
$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$	**σ_{3-3} =**	**43**	**МПа**	**≤**	**120 МПа**
$M_{y\ 3-3} = N_{wo} * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	11,895	Н*м		
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы N_{wo} до сечения	e_1 =	0,015	м		
Момент сопротивления сечения 3-3:					
$W_{y\ 3-3}$ = (0,07 - 0,011)*0,0053²/6	$W_{y\ 3-3}$ =	2,762E-07	м³		

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к опорному кронштейну

Крепление направляющей к кронштейну выполняется на двух заклепках в продолговатые отверстия. Узел расчитывается на срез заклепок и смятие соединяемых элементов.

Расчет на срез:

$N_{wo} / (n*n_s) \le N_{rs}$		**397**	**Н**	**≤**	**1720 Н**
$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	793	Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2	шт.		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1			
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720	Н		

Расчет на смятие соединяемых элементов:

По формуле полученной на основе многочисленных натурных испытаний:

$N_{wo} / (n*0,5*d*\Sigma t) \le 0,7*R_y$		**78**	**МПа**	**≤**	**84 МПа**
$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	793	Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2	шт.		
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051	м		
Σt - толщина стенки направляющей с учетом рифления	Σt =	0,002	м		
R_y - расчетное сопротивление	R_y =	120	МПа		

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления опорного кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	793	Н		
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	25	мм		
B1- расстояние от оси анкерного болта до края кронштейна:	B1 =	22	мм		
Определяем расчетное усилие вырыва анкера:					
$N_{ao} = N_{wo} + (N_{wo} * B) / B1$:	**N_{ao} =**	**1694**	**Н**		

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

1694 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет горизонтальной направляющей КПС 375 при креплении плиты к двум направляющим

Рассматриваем типовое крепление плитки по однопролетной схеме

Расчетная ветровая нагрузка на 1 м длины направляющей:

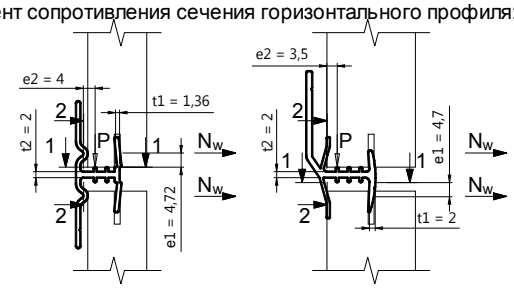
$q_w = w_{+(-)}*h_{пл}$	q_w =	1,745	кН/м		
Сечение горизонтальной направляющей					
$\sigma = M_y / W_y \le R_y$	**σ =**	**91**	**МПа**	**≤**	**120 МПа**

Момент в середине пролета однопролетной балки от ветровой нагрузки:

$M_y = q_w * L^2 / 8$ $M_y =$ 78,525 Н*м

, где $L = b_{пл}$

Момент сопротивления сечения горизонтального профиля: $W_y =$ 8,6E-07 м³



КПС 270 КПС 375

Расчет полок направляющей

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Собственный вес:

$P = P_{обл} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл}$ $P =$ 35,64 кг

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 523,62 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 1047,24 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{1-1} =}$ **6 МПа** ≤ **120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 2,461 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{2-2} =}$ **4 МПа** ≤ **120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 1047,24 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,4256 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,004 м

Площадь сечения 2-2:

$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Собственный вес с учетом гололедной нагрузки с двух сторон:

$P = P_{обл} + P_{лёд} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i'$ $P =$ 426,24 Н

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 130,91 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 1047,24 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{1-1} =}$ **2 МПа** ≤ **120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 0,615 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$ $\boldsymbol{\sigma_{2-2} =}$ **4 МПа** ≤ **120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 261,81 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,49184 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,0035 м

Площадь сечения 2-2:

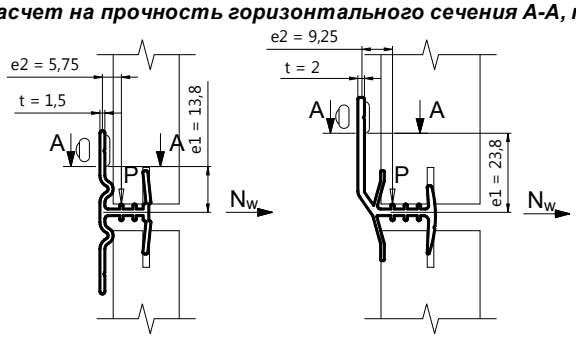
$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Расчет на прочность горизонтального сечения А-А, проходящего по нижнему краю бортика заклепк



КПС 270 КПС 375

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **σ_{A-A} = 23 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 9,165 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **σ_{A-A} = 2 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 0,827 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Направляющая удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления горизонтальной направляющей к вертикальной направляющей

Горизонтальная направляющая крепится к двум вертикальным направляющим, к каждой - одной заклепкой А2/А2 Ø4,8 мм.

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = P_{обл} / 2$ P = 178,2 Н

Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$N_w = N_{w\ обл} / 2$ $N_w =$ 523,62 Н

Расчет на срез:

$P / (n * n_s) \le N_{rs}$ **178 Н ≤ 3200 Н**

n - число заклепок в соединении n = 1

n_s - число рабочих срезов одной заклепки n_s = 1

N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки N_{rs} = 3200 Н

Расчет на смятие соединяемых материалов:

$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$ **18 МПа ≤ 195 МПа**

n - число заклепок в соединении n = 1

d - диаметр отверстия для заклепки d = 0,005 м

$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента $\sum t$ = 0,002 м

R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов R_{rp} = 195 МПа

Расчет на растяжение:

$N_w / n \le N_{rt}$ **524 МПа ≤ 4000 МПа**

n - число заклепок в соединении n = 1

N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки N_{rt} = 4000

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = (P_{обл} + P_{лёд}) / 2 = (q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i') / 2$ P = 213,12 Н

Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	65,45	Н		
Расчет на срез:					
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**213**	**Н**	**≤**	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	n =	1			
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1			
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200	Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:					
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**28**	**МПа**	**≤**	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	n =	1			
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,005	м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,0015	м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195	МПа		
Расчет на растяжение:					
$N_w / n \le N_{rt}$		**65**	**МПа**	**≤**	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	n =	1			
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000			

Прочность узла крепления обеспечивается

Заключение: Согласно выполненого расчета крепление направляющей КП45530 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 6 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 3583 Н в несущем кронштейне и 1694 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 П -Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на рядовом участке фасада (на П-обр. кронштейнах)

Исходные данные для расчета:

Район строительства:		г. Красноярск	
Ветровой район:		3	
Гололедный район:		3	
Тип местности:		В	
Высота здания, h:		75	м.
Высота от поверхности земли, z:		75	м.
Поперечный размер здания, d:		12	м.
Направляющая:		КП45480-1	
Кронштейн, КН(КО)-160:		КП45432-2	
Ширина плитки, $b_{пл}$:		600	мм
Высота плитки, $h_{пл}$:		600	мм
Толщина плитки, $t_{пл}$:		30	мм
Масса плитки, m:		90	кг/м²
Расчетная схема (по кол-ву опорных кронштейнов)	Схема №	3	
Длина направляющей, $L_{напр.}$:		3	м
Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c_p:		-1,2	

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, $\gamma_{fн}$	$\gamma_{fн}$=	1,05
Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, γ_{fo}:	γ_{fo}=	1,1
Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ_f:	γ_f=	1,4

Расчетные схемы:

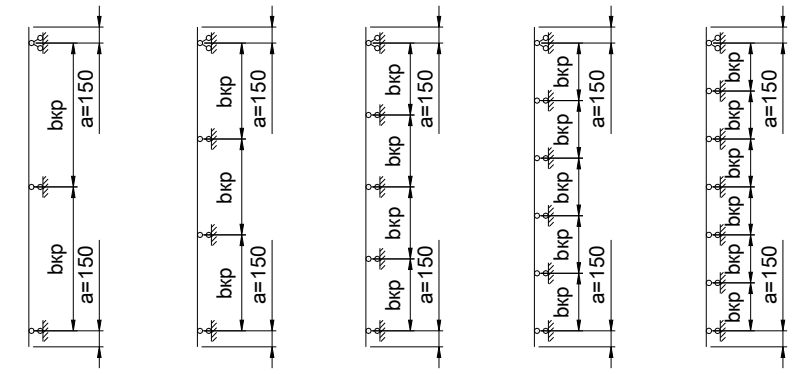


СХЕМА 2 СХЕМА 3 СХЕМА 4 СХЕМА 5 СХЕМА 6

Несущий кронштейн Опорный кронштейн

Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, $q_{п.\ норм.}$:		0,9	кг/м
Расчетная нагрузка от профиля, $q_{п.расч.}=q_{п.\ норм.}*\gamma_{fн}$	$q_{п.расч.}$=	1,0	кг/м
Нормативная нагрузка от плитки, $q_{об.\ норм.}$:		90	кг/м^2
Расчетная нагрузка от плитки, $q_{об.расч.}=q_{об.\ норм.}*\gamma_{fo}$	$q_{к.расч.}$=	99	кг/м^2

Ветровая нагрузка

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

$w^n_{+(-)}=w_n*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}$ **$w^n_{+(-)}$= 1,133 кПа**

Расчетную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для рядовой зоны по формуле:

$w_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}*\gamma_f$ **$w_{+(-)}$= 1,587 кПа**

, где: w_0 - нормативное значение давления ветра:	w_0 =	0,38	кПа
$k(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте z_e:	$k(z_e)$ =	1,455	
$\varsigma(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте z_e:	$\varsigma(z_e)$ =	0,708	
$v_{+(-)}$ - коэффициент корреляции ветровой нагрузки:	$v_{+(-)}$ =	1	
z_e - эквивалентная высота:	z_e =	75	м.

Гололедная нагрузка

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют согласно СП 20.13330.2011
Нагрузки и воздействия по формуле:

$i'_н = b*k*\mu_2*\rho*g$ — $i'_н =$ 97 Па

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют по формуле:

$i' = b*k*\mu_2*\rho*g*\gamma_g$ — $i' =$ 126 Па

, где b - толщина слоя гололеда: — $b =$ 10 мм

k - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте: — $k =$ 1,833

μ_2 - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый — $\mu_2 =$ 0,6

ρ - плотность льда, принимаемая равной: — $\rho =$ 0,9 г/см³

g - ускорение свободного падения: — $g =$ 9,8 м/с²

γ_g - коэффициент надежности по гололедной нагрузке: — $\gamma_g =$ 1,3

Расчет направляющей

Расчет направляющих выполняется на сочетание собственного веса конструкции и ветровой нагрузки. Сочетание собственный вес конструкции, гололедной нагрузки и 25% ветровой нагрузки для расчета направляющих не является определяющим и поэтому на это сочетание

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

Шаг кронштейнов, $b_{кр}$: — $b_{кр}=$ 900 мм

Консоль, a: — $a=$ 150 мм

Плечо кронштейна, $A_{кр}$: — $A_{кр}=$ 160 мм

Удельная плотность алюминия, ρ: — $\rho =$ 2700 кг/м³

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$q^n_w = w^n_{+(-)}*b_{напр}$ — $q^n_w =$ 0,687 кН/м

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$q_w = w_{+(-)}*b_{напр}$ — $q_w =$ 0,962 кН/м

Собственный вес конструкции:

$N = P = q_{п.расч.} * L_{напр} + q_{об.расч.} * L_{напр} * b_{напр}$: — $P =$ 183,0 кг

Расчет на прочность:

Сечение по опоре.

Площадь сечения профиля, A: — $A =$ 3,50 см²

Момент инерции профиля, J_x: — $J_x =$ 16,2 см⁴

Момент сопротивления профиля, W_x: — $W_x =$ 5,20 см³

Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:

Моп max = 0,1*qw*bкр² — $M_{оп\ max} =$ 0,078 кНм

$\sigma = (N/A) + (M_{оп\ max}/W_x) \le R_y$ — **σ = 20 МПа ≤ 120 МПа**

R_y - расчетное сопротивление на растяжение — 120 МПа

Сечение в пролете.

Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:

Мпр max = 0,08*qw*bкр² — $M_{пр\ max} =$ 0,062 кНм

$\sigma = (N/A) + (M_{пр\ max}/W_x) \le R_y$ — **σ = 12 МПа ≤ 120 МПа**

R_y - расчетное сопротивление на растяжение — 120 МПа

Профиль удовлетворяет требованиям по прочности

Расчет по деформативности:

Прогиб направляющей расчитывается по формуле:

f = (0,00675*qnw*bкр⁴)/(E*Jx) ≤ (bкр/200) — **0,0 см ≤ 0,5 см**

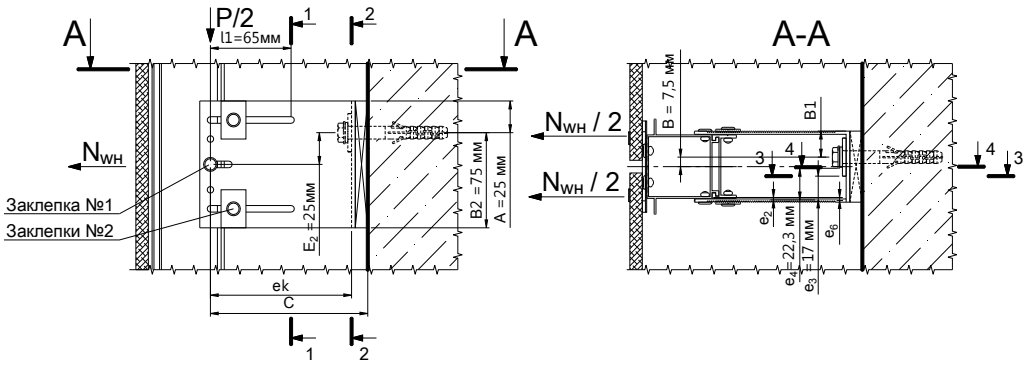
Момент инерции профиля, Jx: — 16,2 см⁴

E - модуль Юнга для алюминия: — 710000 кг/см²

Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Расчет несущего кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстиями для крепления салазки и около опоры, сечения на опорной части по краю фиксирующей шайбы и по краю шайбы анкерного элемента. Положение анкерного элемента принято максимально смещенным от о



Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Расчет выполняем для одной ветви кронштейна. На одну ветвь кронштейна действуют нагрузки от собственного веса P/2 и ветра $N_{wн}/2$.

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 10 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	577	Н
$M_{x\ 1-1} = P/2 * l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	5,948	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	65	мм
P - собственный вес конструкции	P =	183,0	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}/2 * e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,563	Н*м
где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,10 - 2*0,0052) * 0,0023$	A_{1-1} =	0,0002061	м²
Момент сопротивления сечения 1-1 одной ветви кронштейна:	$W_{x\ 1-1}$ =	3,25E-06	м³
Момент сопротивления сечения 1-1 одной ветви кронштейна:	$W_{y\ 1-1}$ =	7,9E-08	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 7 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	577	Н
$M_{x\ 2-2} = P/2 * ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	13,542	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	148	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}/2 * e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,490	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,0017	м
Площадь сечения 2-2:	A_{2-2} =	0,0003	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{x\ 2-2}$ =	5,000E-06	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{y\ 2-2}$ =	1,500E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 49 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн} / 2 * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	4,9045	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,017	м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3} = (0,10 - 0,011*3)*0,003^2/6$	$W_{y\ 3-3}$ =	1,005E-07	м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4-4} = M_{y\ 4-4}/W_{y\ 4-4} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{4-4} = 44 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4-4} = N_{wн} / 2 * e_4$	$M_{y\ 4-4}$ =	6,43355	Н*м
где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_4 =	0,0223	м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{y\ 4-4} = W_{y\ 3-3} + W^{ш}_{y\ 4-4}$	$W_{y\ 4-4}$ =	1,455E-07	м³
$W^{ш}_{y\ 4-4} = 0,03*0,003^2/6=$	$W^{ш}_{y\ 4-4}$ =	4,500E-08	м

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузки на кронштейн

Собственный вес + гололедная нагрузка

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг
, где $P_{лёд} = 2*b_{напр}*L_{напр}*i'$	$P_{лёд}$ =	45,814	кг

2 - учитывает обледенение с двух сторон облицовки

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 4 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн} / 2$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	144	Н
$M_{x\ 1-1} = P/2 * l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	7,436	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	65	мм

P - собственный вес + гололедная нагрузка	P =	228,814	кг
$M_{y\ 1\text{-}1} = N_{wн}/2 * e_2$	$M_{y\ 1\text{-}1}$ =	0,140	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1\text{-}1} = (0,10 - 2*0,0052) * 0,0023$	$A_{1\text{-}1}$ =	0,0002061	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:	$W_{x\ 1\text{-}1}$ =	3,25E-06	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:	$W_{y\ 1\text{-}1}$ =	7,9E-08	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2\text{-}2} = N_{2\text{-}2}/A_{2\text{-}2} + M_{x\ 2\text{-}2}/W_{x\ 2\text{-}2} + M_{y\ 2\text{-}2}/W_{y\ 2\text{-}2} \le R_y/\gamma_n$ **$\sigma_{2\text{-}2}$ = 4 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2\text{-}2} = N_{wн} / 2$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	144	Н
$M_{x\ 2\text{-}2} = P/2*ek$	$M_{x\ 2\text{-}2}$ =	16,932	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	148	мм
$M_{y\ 2\text{-}2} = N_{wн}/2 * e_6$	$M_{y\ 2\text{-}2}$ =	0,122	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,0017	м
Площадь сечения 2-2:	$A_{2\text{-}2}$ =	0,0003	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{x\ 2\text{-}2}$ =	5,000E-06	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{y\ 2\text{-}2}$ =	1,500E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3\text{-}3} = M_{y\ 3\text{-}3}/W_{y\ 3\text{-}3} \le R_y/\gamma_n$ **$\sigma_{3\text{-}3}$ = 12 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3\text{-}3} = N_{wн} /2 * e_1$	$M_{y\ 3\text{-}3}$ =	1,224	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,017	м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3\text{-}3} = (0,10 - 0,011*3)*0,003^2/6$	$W_{y\ 3\text{-}3}$ =	1,005E-07	м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4\text{-}4} = M_{y\ 4\text{-}4}/W_{y\ 4\text{-}4} \le R_y/\gamma_n$ **$\sigma_{4\text{-}4}$ = 11 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4\text{-}4} = N_{wн} / 2 * e_4$	$M_{y\ 4\text{-}4}$ =	1,6056	Н*м
где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_4 =	0,0223	м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{y\ 4\text{-}4} = W_{y\ 3\text{-}3} + W^{ш}_{y\ 4\text{-}4}$	$W_{y\ 4\text{-}4}$ =	1,455E-07	м³
$W^{ш}_{y\ 4\text{-}4} = 0,03*0,003^2/6=$	$W^{ш}_{y\ 4\text{-}4}$ =	4,500E-08	м

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к несущему кронштейну

Рассматриваем одну ветвь кронштейна. Направляющая крепится к одной ветви кронштейна тремя заклепками Ал/А2 Ø5 мм. Заклепка №1 воспринимает нагрузку от собственного веса конструкций, две заклепки №2 - ветровую нагрузку, передающуюся на кронштейн через сала

Заклепка №1

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$P/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$ **92 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0	кг
n - число заклепок в соединении	n =	1	шт.
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1	
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720	Н

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$P/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$ **114 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$P/2 / (n*0,5*d*\Sigma t) \le R_{гр}$ **26 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0	кг
n - число заклепок в соединении	n =	1	шт.
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051	м
Σt - толщина стенки направляющей	Σt =	0,0014	м
$R_{гр}$ - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{гр}$ =	195	МПа

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$P/2 / (n*0,5*d*\Sigma t) \le R_{гр}$ **32 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг

Заклепки №2

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$N_{wн}/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$		**144 Н**	**≤**	**1720 Н**
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	577 Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2 шт.		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720 Н		

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$N_{wн}/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$		**36 Н**	**≤**	**1720 Н**
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	144 Н		

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$N_{wн}/2 / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$		**14 МПа**	**≤**	**195 МПа**
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	577 Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2 шт.		
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051 м		
Σt - толщина стенки салазки	Σt =	0,002 м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	R_{rp} =	195 МПа		

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$N_{wн}/2 / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$		**4 МПа**	**≤**	**195 МПа**
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	144 Н		

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления несущего кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	577 Н
$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$	M_1=	294,630 Н*м
$M_2=N_{wн}*E_2$	M_2=	14,425 Н*м
где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер	C =	161 мм
E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер	E_2 =	25 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$	M_3=	4,328 Н*м
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	7,5 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 4524 Н**

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	144 Н
$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814 кг

Моменты в вертикальной плоскости:

$M_1=P*C$	M_1=	368,391 Н*м
$M_2=N_{wн}*E_2$	M_2=	3,600 Н*м
где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер	C =	161 мм
E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер	E_2 =	25 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$M_3=N_{wн}*B$	M_3=	1,080 Н*м
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	7,5 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2: M1>M2

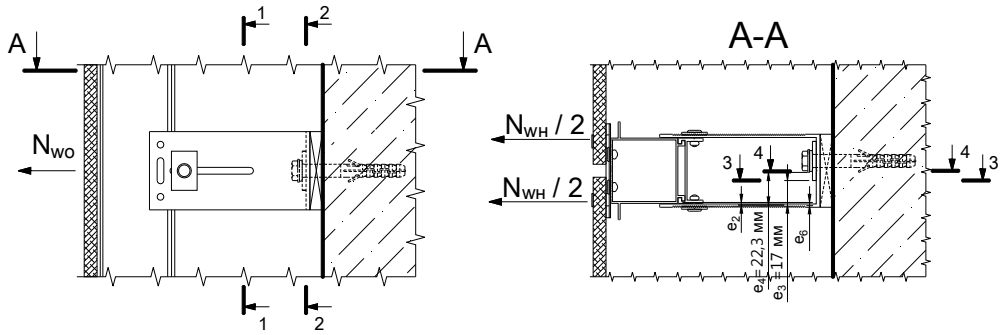
Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1 **$N_{ан}$= 5061 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

5061 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет опорного кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстиями для крепления салазки и около опоры, сечения на опорной части по краю фиксирующей шайбы и по краю шайбы анкерного элемента. Положение анкерного элемента принято максимально смещенным от о



Опорный кронштейн воспринимает только ветровую нагрузку

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{1-1} = 23 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wo} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 952 Н

k - коэффициент для определения максимальной опорной реакции в балке: — k = 1,1

$M_{y\ 1-1} = N_{wo} / 2 * e_2$ — $M_{y\ 1-1}$ = 0,928 Н*м

где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки — e_2 = 0,002 м

Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,06 - 0,0052) * 0,0023$ — A_{1-1} = 0,000126 м²

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{y\ 1-1} = 0,0023^2*(0,06-0,0052)/6$ — $W_{y\ 1-1}$ = 4,832E-08 м³

R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1: — R_y = 120 МПа

γ_n - коэффициент надежности по назначению: — γ_n = 1

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{2-2} = 12 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wo} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 952 Н

$M_{y\ 2-2} = N_{2-2}*e_6$ — $M_{y\ 2-2}$ = 0,809 Н*м

где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки — e_6 = 0,0017 м

Площадь сечения 2-2: — A_{2-2} = 0,00018 м²

Момент сопротивления сечения 2-2: — $W_{x\ 2-2}$ = 1,800E-06 м³

Момент сопротивления сечения 2-2: — $W_{y\ 2-2}$ = 9,000E-08 м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{3-3} = 110 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wo} / 2 * e_1$ — $M_{y\ 3-3}$ = 8,092 Н*м

где, e_1 - расстояние от оси приложения силы N_{wo} до сечения — e_1 = 0,017 м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3} = (0,06 - 0,011)*0,003^2/6$ — $W_{y\ 3-3}$ = 7,350E-08 м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4-4} = M_{y\ 4-4}/W_{y\ 4-4} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{4-4} = 90 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4-4} = N_{wo} / 2 * e_4$ — $M_{y\ 4-4}$ = 10,6148 Н*м

где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения — e_4 = 0,0223 м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{y\ 4-4} = W_{y\ 3-3} + W^{ш}_{y\ 4-4}$ — $W_{y\ 4-4}$ = 1,185E-07 м³

$W^{ш}_{y\ 4-4} = 0,03*0,003^2/6=$ — $W^{ш}_{y\ 4-4}$ = 4,500E-08 м

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к опорному кронштейну

Рассматриваем одну ветвь кронштейна. Направляющая крепится к одной ветви кронштейна одной заклепкой Ал/А2 Ø5 мм, которая воспринимает только ветровую нагрузку, передающуюся на кронштейн через салазку. Узел расчитывается на срез заклепки и смятие соединяем

Расчет на срез:

$(N_{wo} / 2) / (n*n_s) \le N_{rs}$ — **476 Н ≤ 1720 Н**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 952 Н

n - число заклепок в соединении — n = 1 шт.

n_s - число рабочих срезов одной заклепки — n_s = 1

N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки — N_{rs} = 1720 Н

Расчет на смятие соединяемых элементов:

По формуле полученной на основе многочисленных натурных испытаний:

$(N_{wo} / 2) / (n*d*\Sigma t) \le R_y$		**47 МПа**	**≤**	**120 МПа**
$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	952 Н		
n - число заклепок в соединении	n =	1 шт.		
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051 м		
Σt - толщина стенки салазки	Σt =	0,002 м		
R_y - расчетное сопротивление	R_y =	120 МПа		

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления опорного кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$:	N_{wo} =	952 Н
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	7,5 мм
B1- расстояние от оси анкерного болта до края кронштейна:	B1 =	20,5 мм

Определяем расчетное усилие вырыва анкера:

$N_{ao} = N_{wo} + (N_{wo} * B) / B1$:	**N_{ao} =**	**1300 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

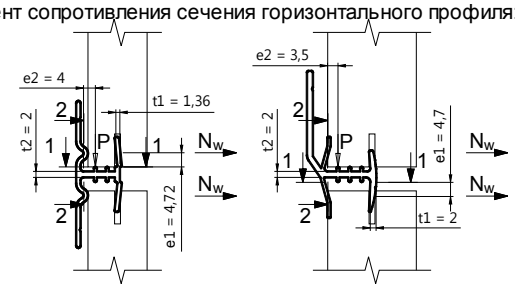
1300 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет горизонтальной направляющей КПС 375 при креплении плиты к двум направляющим

Рассматриваем типовое крепление плитки по однопролетной схеме

Расчетная ветровая нагрузка на 1 м длины направляющей:

$q_w = w_{+(-)}*h_{пл}$	q_w =	0,952 кН/м		
Сечение горизонтальной направляющей				
$\sigma = M_y / W_y \le R_y$	**σ =**	**50 МПа**	**≤**	**120 МПа**
Момент в середине пролета однопролетной балки от ветровой нагрузки:				
$M_y = q_w * L^2 / 8$	M_y =	42,84 Н*м		
, где $L = b_{пл}$				
Момент сопротивления сечения горизонтального профиля:	W_y =	8,6E-07 м³		



КПС 270 КПС 375

Расчет полок направляющей

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Собственный вес:

$P = P_{обл} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл}$	P =	35,64 кг

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = N_{w\ обл} / n$	N_w =	285,66 Н
$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$	$N_{w\ обл}$ =	571,32 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$	**σ_{1-1} =**	**3 МПа**	**≤**	**120 МПа**
Момент в сечении 1-1:				
$M_{1-1} = N_w * e1$	M_{1-1} =	1,343 Н*м		
e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба	e1 =	0,0047 м		
Момент сопротивления сечения 1-1:				
$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$	$W_{x\ 1-1}$ =	0,0000004 м³		
t_1 - толщина сечения отгиба	t_1 =	0,002 м		

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$	**σ_{2-2} =**	**4 МПа**	**≤**	**120 МПа**
Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:				
$N_{2-2} = 2 * N_w$	N_{2-2} =	571,32 Н		
Момент в сечении 2-2:				
$M_{2-2} = P * e2$	M_{2-2} =	1,4256 Н*м		

e2 - плечо силы P $e2 =$ 0,004 м

Площадь сечения 2-2:

$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Собственный вес с учетом гололедной нагрузки с двух сторон:

$P = P_{обл} + P_{лёд} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i'$ $P =$ 426,24 Н

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 71,42 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 571,32 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$ **$\sigma_{1-1} =$ 1 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 0,336 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба $e1 =$ 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$ **$\sigma_{2-2} =$ 4 МПа ≤ 120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 142,83 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,49184 Н*м

e2 - плечо силы P $e2 =$ 0,0035 м

Площадь сечения 2-2:

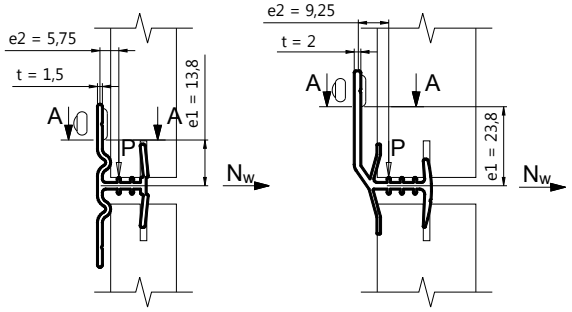
$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Расчет на прочность горизонтального сечения А-А, проходящего по нижнему краю бортика заклепк



КПС 270 КПС 375

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **$\sigma_{A-A} =$ 9 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 3,502 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- $e1 =$ 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления $e2 =$ 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **$\sigma_{A-A} =$ 6 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 2,243 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- $e1 =$ 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления $e2 =$ 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Направляющая удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления горизонтальной направляющей к вертикальной направляющей

Горизонтальная направляющая крепится к двум вертикальным направляющим, к каждой - одной заклепкой А2/А2 Ø4,8 мм.

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = P_{обл} / 2$	$P =$	178,2 Н		
Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)				
$N_w = N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	285,66 Н		
Расчет на срез:				
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**178 Н**	≤	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200 Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:				
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**18 МПа**	≤	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
d - диаметр отверстия для заклепки	$d =$	0,005 м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,002 м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195 МПа		
Расчет на растяжение:				
$N_w / n \le N_{rt}$		**286 МПа**	≤	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000		

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = (P_{обл} + P_{лёд}) / 2 = (q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i') / 2$	$P =$	213,12 Н		
Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)				
$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	35,71 Н		
Расчет на срез:				
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**213 Н**	≤	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200 Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:				
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**28 МПа**	≤	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
d - диаметр отверстия для заклепки	$d =$	0,005 м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,0015 м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195 МПа		
Расчет на растяжение:				
$N_w / n \le N_{rt}$		**36 МПа**	≤	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1		
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000		

Прочность узла крепления обеспечивается

Заключение: Согласно выполненого расчета крепление направляющей КП45480-1 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 5061 Н в несущем кронштейне и 1300 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 П -Нк, со скрытым креплением плит из натурального камня, на угловом участке фасада (на П-обр. кронштейнах)

Исходные данные для расчета:

Район строительства:		г. Красноярск	
Ветровой район:		3	
Гололедный район:		3	
Тип местности:		В	
Высота здания, h:		75	м.
Высота от поверхности земли, z:		75	м.
Поперечный размер здания, d:		12	м.
Направляющая:		КП45480-1	
Кронштейн, КН(КО)-160:		КП45432-2	
Ширина плитки, $b_{пл}$:		600	мм
Высота плитки, $h_{пл}$:		600	мм
Толщина плитки, $t_{пл}$:		30	мм
Масса плитки, m:		90	кг/м²
Расчетная схема (по кол-ву опорных кронштейнов)	Схема №	6	
Длина направляющей, $L_{напр.}$:		3	м
Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c_p:		-2,2	

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, $\gamma_{fн}$:	$\gamma_{fн}$=	1,05
Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, γ_{fo}:	γ_{fo}=	1,1
Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ_f:	γ_f=	1,4

Расчетные схемы:

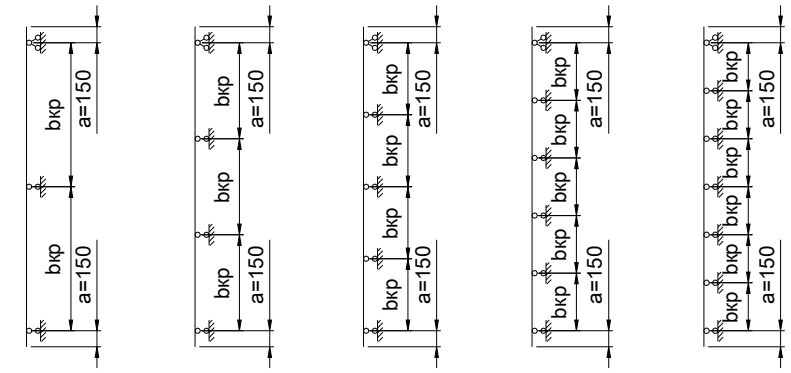


СХЕМА 2 СХЕМА 3 СХЕМА 4 СХЕМА 5 СХЕМА 6

Несущий кронштейн Опорный кронштейн

Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, $q_{п.\ норм.}$:		0,9	кг/м
Расчетная нагрузка от профиля, $q_{п.расч.}=q_{п.\ норм.}*\gamma_{fн}$	$q_{п.расч.}$=	1,0	кг/м
Нормативная нагрузка от плитки, $q_{об.\ норм.}$:		90	кг/м^2
Расчетная нагрузка от плитки, $q_{об.расч.}=q_{об.\ норм.}*\gamma_{fo}$	$q_{к.расч.}$=	99	кг/м^2

Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для угловой зоны согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$w^n_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}$ **$w^n_{+(-)}$= 2,078 кПа**

Расчетную пиковую ветровую нагрузку расчитываем для угловой зоны по формуле:

$w_{+(-)}=w_0*k(z_e)*[1+\varsigma(z_e)]*c_{p+(-)}*v_{+(-)}*\gamma_f$ **$w_{+(-)}$= 2,909 кПа**

, где: w_0 - нормативное значение давления ветра:	w_0 =	0,38	кПа
$k(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте z_e:	$k(z_e)$ =	1,455	
$\varsigma(z_e)$ - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте z_e:	$\varsigma(z_e)$ =	0,708	
$v_{+(-)}$ - коэффициент корреляции ветровой нагрузки:	$v_{+(-)}$ =	1	
z_e - эквивалентная высота:	z_e =	75	м.

Гололедная нагрузка

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют согласно СП 20.13330.2011

Нагрузки и воздействия по формуле:

$i'_н = b*k*\mu_2*\rho*g$ $i'_н$ = 97 Па

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки определяют по формуле:

$i' = b*k*\mu_2*\rho*g*\gamma_g$	i' =	126	Па
, где b - толщина слоя гололеда:	b =	10	мм
k - коэффициент учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте:	k =	1,833	
μ_2 - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый	μ_2 =	0,6	
ρ - плотность льда, принимаемая равной:	ρ =	0,9	г/см³
g - ускорение свободного падения:	g =	9,8	м/с²
γ_g - коэффициент надежности по гололедной нагрузке:	γ_g =	1,3	

Расчет направляющей

Расчет направляющих выполняется на сочетание собственного веса конструкции и ветровой нагрузки. Сочетание собственный вес конструкции, гололедной нагрузки и 25% ветровой нагрузки для расчета направляющих не является определяющим и поэтому на это сочетание

Шаг направляющих, $b_{напр}$:	$b_{напр}$=	606	мм
Шаг кронштейнов, $b_{кр}$:	$b_{кр}$=	450	мм
Консоль, a:	a=	150	мм
Плечо кронштейна, $A_{кр}$:	$A_{кр}$=	160	мм
Удельная плотность алюминия, ρ:	ρ =	2700	кг/м³
Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q^n_w = w^n_{+(-)}*b_{напр}$	q^n_w =	1,259	кН/м
Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:			
$q_w = w_{+(-)}*b_{напр}$	q_w =	1,763	кН/м
Собственный вес конструкции:			
$N = P = q_{п.расч.} * L_{напр} + q_{об.расч.} * L_{напр} * b_{напр}$:	P =	183,0	кг

Расчет на прочность:

Сечение по опоре.

Площадь сечения профиля, A:	A =	3,50	см²		
Момент инерции профиля, J_x:	J_x =	16,2	см⁴		
Момент сопротивления профиля, W_x:	W_x =	5,20	см³		
Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Моп max = 0,083*qw*bкр²	$M_{оп\ max}$ =	0,030	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{оп\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**11**	**МПа**	**≤**	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Сечение в пролете.

Максимальный опорный момент от ветровой нагрузки:					
Мпр max = 0,042*qw*bкр²	$M_{пр\ max}$ =	0,015	кНм		
$\sigma = (N/A) + (M_{пр\ max}/W_x) \le R_y$	**σ =**	**3**	**МПа**	**≤**	**120 МПа**
R_y - расчетное сопротивление на растяжение		120	МПа		

Профиль удовлетворяет требованиям по прочности

Расчет по деформативности:

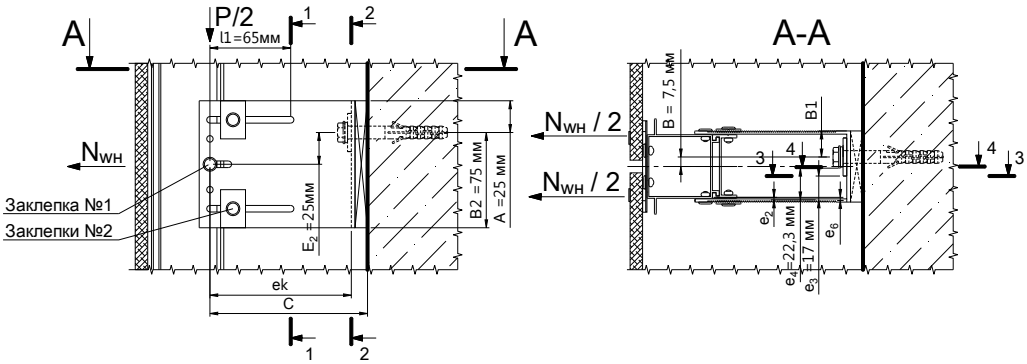
Прогиб направляющей расчитывается по формуле:

f = f° - ((Мл+Мпр)/(16E*Jx))*bкр² ≤ (bкр/200)	**0,0**	**см**	**≤**	**0,2**	**см**
Момент инерции профиля, Jx:	16,2	см⁴			
E - модуль Юнга для алюминия:	710000	кг/см²			

Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Расчет несущего кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстиями для крепления салазки и около опоры, сечения на опорной части по краю фиксирующей шайбы и по краю шайбы анкерного элемента. Положение анкерного элемента принято максимально смещенным от о



Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Расчет выполняем для одной ветви кронштейна. На одну ветвь кронштейна действуют нагрузки от собственного веса P/2 и ветра $N_{wн}/2$.

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 12 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н
$M_{x\ 1-1} = P/2 * l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	5,948	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	65	мм
P - собственный вес конструкции	P =	183,0	кг
$M_{y\ 1-1} = N_{wн}/2 * e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,644	Н*м
где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: $A_{1-1} = (0,10 - 2*0,0052) * 0,0023$	A_{1-1} =	0,0002061	м²
Момент сопротивления сечения 1-1 одной ветви кронштейна:	$W_{x\ 1-1}$ =	3,25E-06	м³
Момент сопротивления сечения 1-1 одной ветви кронштейна:	$W_{y\ 1-1}$ =	7,9E-08	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 8 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н
$M_{x\ 2-2} = P/2 * ek$	$M_{x\ 2-2}$ =	13,542	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	148	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}/2 * e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,562	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,0017	м
Площадь сечения 2-2:	A_{2-2} =	0,0003	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{x\ 2-2}$ =	5,000E-06	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{y\ 2-2}$ =	1,500E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 56 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн} / 2 * e_1$	$M_{y\ 3-3}$ =	5,6185	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,017	м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3} = (0,10 - 0,011*3)*0,003^2/6$	$W_{y\ 3-3}$ =	1,005E-07	м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4-4} = M_{y\ 4-4}/W_{y\ 4-4} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{4-4} = 51 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4-4} = N_{wн} / 2 * e_4$	$M_{y\ 4-4}$ =	7,37015	Н*м
где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_4 =	0,0223	м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{y\ 4-4} = W_{y\ 3-3} + W^{ш}_{y\ 4-4}$	$W_{y\ 4-4}$ =	1,455E-07	м³
$W^{ш}_{y\ 4-4} = 0,03*0,003^2/6$=	$W^{ш}_{y\ 4-4}$ =	4,500E-08	м

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Нагрузки на кронштейн

Собственный вес + гололедная нагрузка

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг
, где $P_{лёд} = 2*b_{напр}*L_{напр}*i'$	$P_{лёд}$ =	45,814	кг

2 - учитывает обледенение с двух сторон облицовки

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{x\ 1-1}/W_{x\ 1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{1-1} = 5 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wн} / 2$ - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н
$M_{x\ 1-1} = P/2 * l1$	$M_{x\ 1-1}$ =	7,436	Н*м
где, l1- плечо вертикальной нагрузки	l1=	65	мм
P - собственный вес + гололедная нагрузка	P =	228,814	кг

$M_{y\ 1-1} = N_{wн}/2 * e_2$	$M_{y\ 1-1}$ =	0,161	Н*м
где, e_2- плечо вертикальной нагрузки	e_2 =	0,002	м
Площадь сечения 1-1: A_{1-1} = (0,10 - 2*0,0052) * 0,0023	A_{1-1} =	0,0002061	м²
Момент сопротивления сечения 1-1:	$W_{x\ 1-1}$ =	3,25E-06	м³
Момент сопротивления сечения 1-1:	$W_{y\ 1-1}$ =	7,9E-08	м³
R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1:	R_y =	120	МПа
γ_n - коэффициент надежности по назначению:	γ_n =	1	

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{x\ 2-2}/W_{x\ 2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{2-2} = 5 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wн}$ / 2 - 25% от ветровой нагрузки приходящейся на несущий кронштейн

$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н
$M_{x\ 2-2}$ = P/2*ek	$M_{x\ 2-2}$ =	16,932	Н*м
где, ek- плечо вертикальной нагрузки	ek =	148	мм
$M_{y\ 2-2} = N_{wн}/2 * e_6$	$M_{y\ 2-2}$ =	0,140	Н*м
где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки	e_6 =	0,0017	м
Площадь сечения 2-2:	A_{2-2} =	0,0003	м²
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{x\ 2-2}$ =	5,000E-06	м³
Момент сопротивления сечения 2-2:	$W_{y\ 2-2}$ =	1,500E-07	м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{3-3} = 14 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wн}$ /2 * e_1	$M_{y\ 3-3}$ =	1,4025	Н*м
где, e_1 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_1 =	0,017	м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3}$ = (0,10 - 0,011*3)*0,003²/6	$W_{y\ 3-3}$ =	1,005E-07	м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4-4} = M_{y\ 4-4}/W_{y\ 4-4} \le R_y/\gamma_n$ **σ_{4-4} = 13 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4-4} = N_{wн}$ / 2 * e_4	$M_{y\ 4-4}$ =	1,83975	Н*м
где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения	e_4 =	0,0223	м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{v\ 4-4} = W_{v\ 3-3} + W^{ш}_{v\ 4-4}$	$W_{y\ 4-4}$ =	1,455E-07	м³
$W^{ш}_{v\ 4-4}$ = 0,03*0,003²/6=	$W^{ш}_{v\ 4-4}$ =	4,500E-08	м

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к несущему кронштейну

Рассматриваем одну ветвь кронштейна. Направляющая крепится к одной ветви кронштейна тремя заклепками Ал/А2 Ø5 мм. Заклепка №1 воспринимает нагрузку от собственного веса конструкций, две заклепки №2 - ветровую нагрузку, передающуюся на кронштейн через сала

Заклепка №1

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$P/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$ **92 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0	кг
n - число заклепок в соединении	n =	1	шт.
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1	
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720	Н

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$P/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$ **114 Н ≤ 1720 Н**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$P/2 / (n*0,5*d*\Sigma t) \le R_{гр}$ **26 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0	кг
n - число заклепок в соединении	n =	1	шт.
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051	м
Σt - толщина стенки направляющей	Σt =	0,0014	м
$R_{гр}$ - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{гр}$ =	195	МПа

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$P/2 / (n*0,5*d*\Sigma t) \le R_{гр}$ **32 МПа ≤ 195 МПа**

$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг

Заклепки №2

Расчет на срез:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$N_{wн}/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$		**165 Н**	**≤**	**1720 Н**
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661 Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2 шт.		
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	n_s =	1		
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки	N_{rs} =	1720 Н		

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$N_{wн}/2 / (n*n_s) \le N_{rs}$		**41 Н**	**≤**	**1720 Н**
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165 Н		

Расчет на смятие соединяемых элементов:

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$N_{wн}/2 / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$		**16 МПа**	**≤**	**195 МПа**
$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661 Н		
n - число заклепок в соединении	n =	2 шт.		
d - диаметр отверстия для заклепки	d =	0,0051 м		
Σt - толщина стенки салазки	Σt =	0,002 м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	R_{rp} =	195 МПа		

Собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$N_{wн}/2 / (n*d*\Sigma t) \le R_{rp}$		**4 МПа**	**≤**	**195 МПа**
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165 Н		

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления несущего кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wн} = q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	661	Н
$P = P_{обл} + P_{напр}$	P =	183,0	кг
Моменты в вертикальной плоскости:			
M_1=P*C	M_1=	294,630	Н*м
M_2=$N_{wн}$*E_2	M_2=	16,525	Н*м
где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер	C =	161	мм
E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер	E_2 =	25	мм
Момент в горизонтальной плоскости:			
M_3=$N_{wн}$*B	M_3=	4,958	Н*м
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	7,5	мм
Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2:	M1>M2		
Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1	**$N_{ан}$=**	**4611**	**Н**

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Усилия, действующие на анкерный элемент

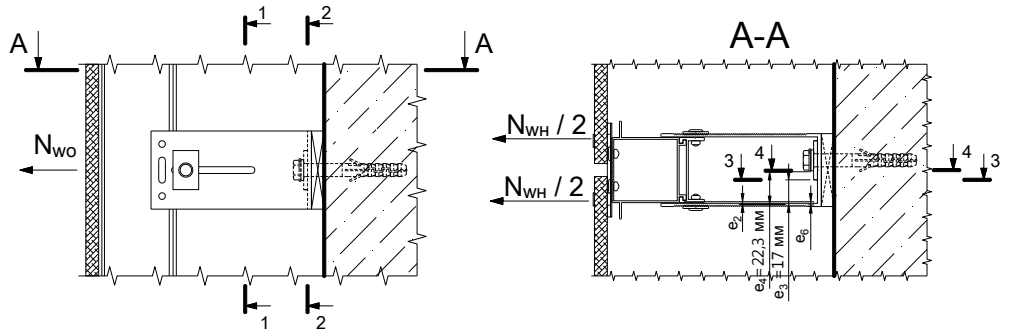
$N_{wн} = 0,25 * q_w * (a + b_{кр}/2)$:	$N_{wн}$ =	165	Н
$P = P_{обл} + P_{напр} + P_{лёд}$	P =	228,814	кг
Моменты в вертикальной плоскости:			
M_1=P*C	M_1=	368,391	Н*м
M_2=$N_{wн}$*E_2	M_2=	4,125	Н*м
где C - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер	C =	161	мм
E_2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер	E_2 =	25	мм
Момент в горизонтальной плоскости:			
M_3=$N_{wн}$*B	M_3=	1,238	Н*м
где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер	B =	7,5	мм
Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов M1 и M2:	M1>M2		
Nан=Nwн+(M1-M2)/B2+M3/B1	**$N_{ан}$=**	**5082**	**Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

5082 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет опорного кронштейна

В кронштейне проверяются сечения на консоли ослабленное отверстиями для крепления салазки и около опоры, сечения на опорной части по краю фиксирующей шайбы и по краю шайбы анкерного элемента. Положение анкерного элемента принято максимально смещенным от о



Опорный кронштейн воспринимает только ветровую нагрузку

Сечение 1-1 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{1-1} = N_{1-1}/A_{1-1} + M_{y\ 1-1}/W_{y\ 1-1} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{1-1} = 19 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{1-1} = N_{wo} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 793 Н

k - коэффициент для определения максимальной опорной реакции в балке: — k = 1

$M_{y\ 1-1} = N_{wo} / 2 * e_2$ — $M_{y\ 1-1}$ = 0,773 Н*м

где, e_2 - плечо вертикальной нагрузки — e_2 = 0,002 м

Площадь сечения 1-1: A_{1-1} = (0,06 - 0,0052) * 0,0023 — A_{1-1} = 0,000126 м²

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{y\ 1-1}$ = 0,0023²*(0,06-0,0052)/6 — $W_{y\ 1-1}$ = 4,832E-08 м³

R_y - расчетное сопротивление растяжения АД31Т1: — R_y = 120 МПа

γ_n - коэффициент надежности по назначению: — γ_n = 1

Сечение 2-2 одной ветви кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{2-2} = N_{2-2}/A_{2-2} + M_{y\ 2-2}/W_{y\ 2-2} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{2-2} = 10 МПа ≤ 120 МПа**

, где $N_{2-2} = N_{wo} / 2$ - опорная реакция от ветровой нагрузки приходящейся на опорный кронштейн

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 793 Н

$M_{y\ 2-2} = N_{2-2}*e_6$ — $M_{y\ 2-2}$ = 0,674 Н*м

где, e_6 - плечо вертикальной нагрузки — e_6 = 0,0017 м

Площадь сечения 2-2: — A_{2-2} = 0,00018 м²

Момент сопротивления сечения 2-2: — $W_{x\ 2-2}$ = 1,800E-06 м³

Момент сопротивления сечения 2-2: — $W_{y\ 2-2}$ = 9,000E-08 м³

Сечение 3-3 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{3-3} = M_{y\ 3-3}/W_{y\ 3-3} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{3-3} = 92 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 3-3} = N_{wo} / 2 * e_1$ — $M_{y\ 3-3}$ = 6,7405 Н*м

где, e_1 - расстояние от оси приложения силы N_{wo} до сечения 3 — e_1 = 0,017 м

Момент сопротивления сечения 3-3:

$W_{y\ 3-3}$ = (0,06 - 0,011)*0,003²/6 — $W_{y\ 3-3}$ = 7,350E-08 м³

Сечение 4-4 опорной части кронштейна

Расчет сечения на прочность проводится согласно формуле:

$\sigma_{4-4} = M_{y\ 4-4}/W_{y\ 4-4} \le R_y/\gamma_n$ — **σ_{4-4} = 75 МПа ≤ 120 МПа**

$M_{y\ 4-4} = N_{wo} / 2 * e_4$ — $M_{y\ 4-4}$ = 8,84195 Н*м

где, e_4 - расстояние от оси приложения силы $N_{wн}$ до сечения 4 — e_4 = 0,0223 м

Момент сопротивления сечения 4-4:

$W_{y\ 4-4} = W_{y\ 3-3} + W^{ш}_{y\ 4-4}$ — $W_{y\ 4-4}$ = 1,185E-07 м³

$W^{ш}_{y\ 4-4}$ = 0,03*0,003²/6= — $W^{ш}_{y\ 4-4}$ = 4,500E-08 м

Несущий кронштейн удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления направляющей к опорному кронштейну

Рассматриваем одну ветвь кронштейна. Направляющая крепится к одной ветви кронштейна одной заклепкой Ал/А2 Ø5 мм, которая воспринимает только ветровую нагрузку, передающуюся на кронштейн через салазку. Узел расчитывается на срез заклепки и смятие соединяем

Расчет на срез:

$(N_{wo} / 2) / (n*n_s) \le N_{rs}$ — **397 Н ≤ 1720 Н**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: — N_{wo} = 793 Н

n - число заклепок в соединении — n = 1 шт.

n_s - число рабочих срезов одной заклепки — n_s = 1

N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклепки — N_{rs} = 1720 Н

Расчет на смятие соединяемых элементов:

По формуле полученной на основе многочисленных натурных испытаний:

$(N_{wo} / 2) / (n*d*\Sigma t) \le R_y$ **39 МПа ≤ 120 МПа**

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 793 Н

n - число заклепок в соединении n = 1 шт.

d - диаметр отверстия для заклепки d = 0,0051 м

Σt - толщина стенки салазки Σt = 0,002 м

R_y - расчетное сопротивление R_y = 120 МПа

Узел крепления направляющей к кронштейну удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления опорного кронштейна к стене

Кронштейн крепится к стене одним анкерным элементом

Усилия, действующие на анкерный элемент

$N_{wo} = k * q_w * b_{кр}$: N_{wo} = 793 Н

где B - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер B = 7,5 мм

B1- расстояние от оси анкерного болта до края кронштейна: B1 = 20,5 мм

Определяем расчетное усилие вырыва анкера:

$N_{ao} = N_{wo} + (N_{wo} * B) / B1$: **$N_{ao}$ = 1083 Н**

Согласно выполненого расчета сравниваем расчетное значение с допустимым усилием ($N_{доп}$) для анкерного элемента на основании испытаний проведенных на конкретном объекте:

1083 Н ≤ $N_{доп}$ Н

Расчет горизонтальной направляющей КПС 375 при креплении плиты к двум направляющим

Рассматриваем типовое крепление плитки по однопролетной схеме

Расчетная ветровая нагрузка на 1 м длины направляющей:

$q_w = w_{+(-)}*h_{пл}$ q_w = 1,745 кН/м

Сечение горизонтальной направляющей

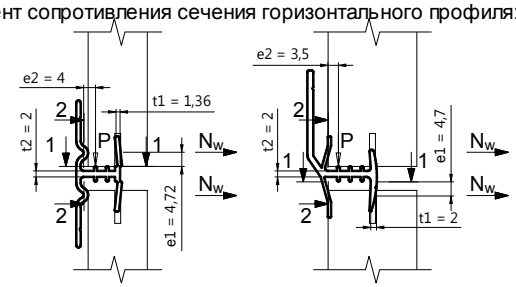
$\sigma = M_y / W_y \le R_y$ **σ = 91 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в середине пролета однопролетной балки от ветровой нагрузки:

$M_y = q_w * L^2 / 8$ M_y = 78,525 Н*м

, где $L = b_{пл}$

Момент сопротивления сечения горизонтального профиля: W_y = 8,6E-07 м³



КПС 270 КПС 375

Расчет полок направляющей

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Собственный вес:

$P = P_{обл} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл}$ P = 35,64 кг

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = N_{w\ обл} / n$ N_w = 523,62 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл}$ = 1047,24 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$ **σ_{1-1} = 6 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ M_{1-1} = 2,461 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1}$ = 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба t_1 = 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$ **σ_{2-2} = 4 МПа ≤ 120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ N_{2-2} = 1047,24 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ M_{2-2} = 1,4256 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,004 м

Площадь сечения 2-2:

$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

Собственный вес с учетом гололедной нагрузки с двух сторон:

$P = P_{обл} + P_{лёд} = q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i'$ $P =$ 426,24 Н

Ветровая нагрузка на один верхний (нижний) отгиб:

$N_w = 0,25 * N_{w\ обл} / n$ $N_w =$ 130,91 Н

$N_{w\ обл} = w_{+(-)} * b_{пл} * h_{пл}$ $N_{w\ обл} =$ 1047,24 Н

n = 2 - ветровая нагрузка передается на два отгиба: верхний и нижний

Сечение 1 - 1

$\sigma_{1-1} = M_{1-1} / W_{x\ 1-1} \le R_y$ **$\sigma_{1-1} =$ 2 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении 1-1:

$M_{1-1} = N_w * e1$ $M_{1-1} =$ 0,615 Н*м

e1 - плечо силы N_w равно половине высоты отгиба e1 = 0,0047 м

Момент сопротивления сечения 1-1:

$W_{x\ 1-1} = b_{пл} * t_1^2 / 6$ $W_{x\ 1-1} =$ 0,0000004 м³

t_1 - толщина сечения отгиба $t_1 =$ 0,002 м

Сечение 2 - 2

$\sigma_{2-2} = N_{2-2} / A_{2-2} + M_{2-2} / W_{x\ 2-2} \le R_y$ **$\sigma_{2-2} =$ 4 МПа ≤ 120 МПа**

Усилие от ветровой нагрузки в сечении 2-2:

$N_{2-2} = 2 * N_w$ $N_{2-2} =$ 261,81 Н

Момент в сечении 2-2:

$M_{2-2} = P * e2$ $M_{2-2} =$ 1,49184 Н*м

e2 - плечо силы P e2 = 0,0035 м

Площадь сечения 2-2:

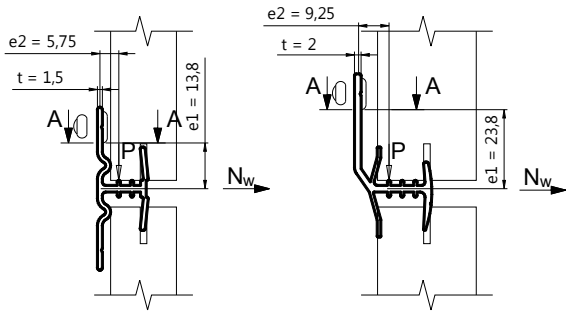
$A_{2-2} = b_{пл} * t_2$ $A_{2-2} =$ 0,0012 м²

t_2 - толщина сечения 2-2 $t_2 =$ 0,002 м

Момент сопротивления сечения 2-2:

$W_{x\ 2-2} = b_{пл} * t_2^2 / 6$ $W_{x\ 2-2} =$ 0,0000004 м³

Расчет на прочность горизонтального сечения А-А, проходящего по нижнему краю бортика заклепк



КПС 270 КПС 375

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **$\sigma_{A-A} =$ 23 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 9,165 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

$\sigma_{A-A} = M_{x\ A-A} / W_{x\ A-A} \le R_y$ **$\sigma_{A-A} =$ 2 МПа ≤ 120 МПа**

Момент в сечении А-А:

$M_{A-A} = N_w * e1 - P * e2$ $M_{A-A} =$ 0,827 Н*м

e1 - расстояние от равнодействующей силы N_w до сечения А- e1 = 0,0238 м

e2 - расстояние от силы P до точки крепления e2 = 0,00925 м

Момент сопротивления сечения А-А:

$W_{x\ A-A} = b_{пл} * t^2 / 6$ $W_{x\ A-A} =$ 0,0000004 м³

Направляющая удовлетворяет требованиям прочности

Расчет узла крепления горизонтальной направляющей к вертикальной направляющей

Горизонтальная направляющая крепится к двум вертикальным направляющим, к каждой - одной заклепкой А2/А2 Ø4,8 мм.

Сочетание нагрузок собственный вес + ветровая нагрузка

Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = P_{обл} / 2$	$P =$	178,2	Н		
Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)					
$N_w = N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	523,62	Н		
Расчет на срез:					
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**178**	**Н**	≤	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1			
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200	Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:					
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**18**	**МПа**	≤	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
d - диаметр отверстия для заклепки	$d =$	0,005	м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,002	м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195	МПа		
Расчет на растяжение:					
$N_w / n \le N_{rt}$		**524**	**МПа**	≤	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000			

Сочетание нагрузок собственный вес + гололедная нагрузка + 25% ветровой нагрузки

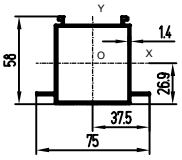
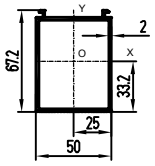
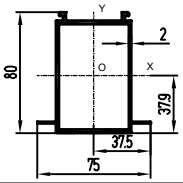
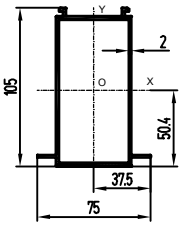
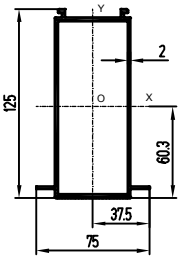
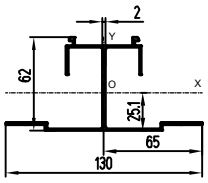
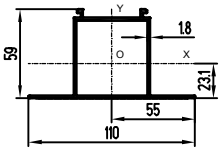
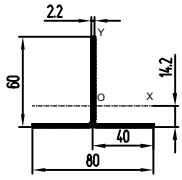
Нагрузка на соединение (на одну заклепку)

$P = (P_{обл} + P_{лёд}) / 2 = (q_{об.\ расч.} * b_{пл} * h_{пл} + 2 * b_{пл} * h_{пл} * i') / 2$	$P =$	213,12	Н		
Ветровая нагрузка на соединение (на одну заклепку)					
$N_w = 0{,}25 * N_{w\ обл} / 2$	$N_w =$	65,45	Н		
Расчет на срез:					
$P / (n * n_s) \le N_{rs}$		**213**	**Н**	≤	**3200 Н**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
n_s - число рабочих срезов одной заклепки	$n_s =$	1			
N_{rs} - расчетное усилие среза для одной заклёпки	$N_{rs} =$	3200	Н		
Расчет на смятие соединяемых материалов:					
$P / (n * d * \sum t) \le R_{rp}$		**28**	**МПа**	≤	**195 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
d - диаметр отверстия для заклепки	$d =$	0,005	м		
$\sum t$ - наименьшая толщина сминаемого элемента	$\sum t =$	0,0015	м		
R_{rp} - расчетное сопротивление смятию элементов	$R_{rp} =$	195	МПа		
Расчет на растяжение:					
$N_w / n \le N_{rt}$		**65**	**МПа**	≤	**4000 МПа**
n - число заклепок в соединении	$n =$	1			
N_{rt} - расчетное усилие растяжения для одной заклёпки	$N_{rt} =$	4000			

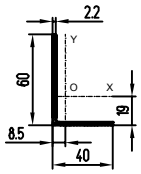
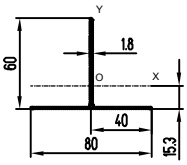
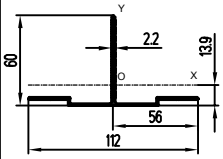
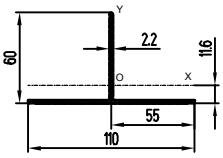
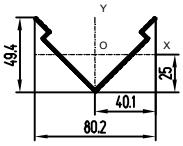
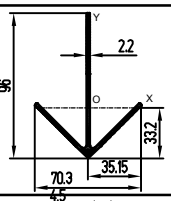
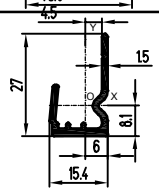
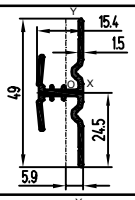
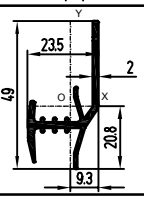
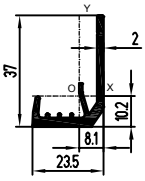
Прочность узла крепления обеспечивается

Заключение: Согласно выполненого расчета крепление направляющей КП45480-1 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 6 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 5082 Н в несущем кронштейне и 1083 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.

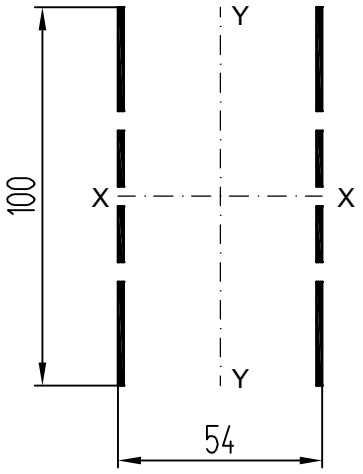
9. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

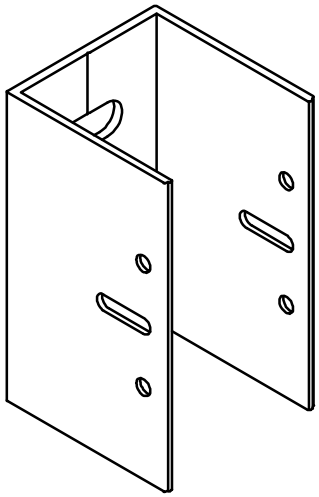
Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Статические моменты		Радиус инерции	
				Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Sx, см^3	Sy, см^3	Ix, см	Iy, см
КП45480-1		0,947	3,497	16,17	16,11	5,2	4,3	4,7	2,27	2,15	2,15
КП451362		1,221	4,51	26,92	18,47	7,93	7,39	7,49	2,93	2,44	2,02
КПС 010		1,61	5,946	51,99	26,23	12,36	6,99	11,27	3,87	2,96	2,1
КПС 245		1,881	6,947	102,23	31,99	18,71	8,53	17,51	4,52	3,84	2,15
КПС 246		2,098	7,747	157,9	36,6	24,41	9,76	23,36	5,04	4,52	2,17
КПС 625		1,267	4,68	26,24	34,76	7,11	5,35	4,94 (5,87)	12,05 (4,68)	2,37	2,73
КПС 707		1,394	5,15	25,93	34,98	7,23	6,36	5,95	10,04	2,24	2,61
КП45530		0,72	2,66	9,18	7,78	2,01	1,94	1,86	5,99	1,86	1,71

СИАЛ Навесная фасадная система

Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Статические моменты		Радиус инерции	
				Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Sx, см^3	Sy, см^3	Ix, см	Iy, см
КП45531		0,529	1,95	7,49	2,68	1,83	0,85	3,71	2,25	1,96	1,17
КПС 467		0,502	1,86	6,75	5,02	1,51	1,26	1,4	3,72	1,91	1,64
КПС 626		0,777	2,87	8,65	18,21	1,88	3,25	1,44 (2)	6,17 (2,15)	1,74	2,52
КПС 701		0,869	3,21	9,69	21,06	2	3,83	1,86	6,26	1,74	2,56
КПС 271		0,522	1,929	3,73	11,98	1,49	2,99	0,73	1,74	1,39	2,49
КПС 373		1,078	3,98	25,78	7,57	4,11	2,15	3,18	3,58	2,55	1,38
КПС 269		0,244	0,9	0,52	0,28	0,27	0,29	1,16	0,41	0,76	0,56
КПС 270		0,396	1,461	1,66	0,48	0,68	0,5	1,35	0,32	1,07	0,57
КПС 375		0,477	1,76	2,32	1,22	0,82	0,86	3,91	1,29	1,15	0,83
КПС 582		0,447	1,65	1,84	1	0,69	0,65	3,43	1	1,06	0,78

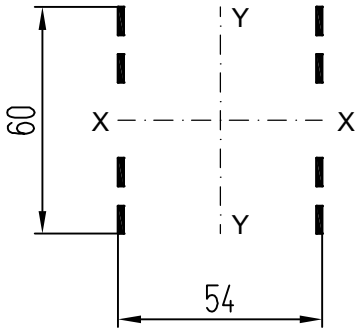
Геометрические характеристики сечения кронштейна несущего КН-60-КПС 254

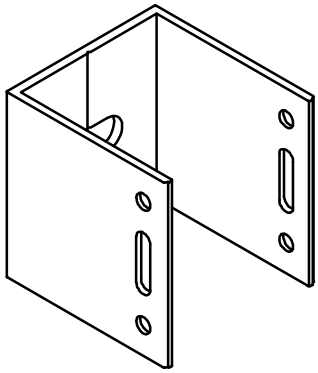




Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
2,53	23,74	17,45	4,75	6,46	3,06	2,63

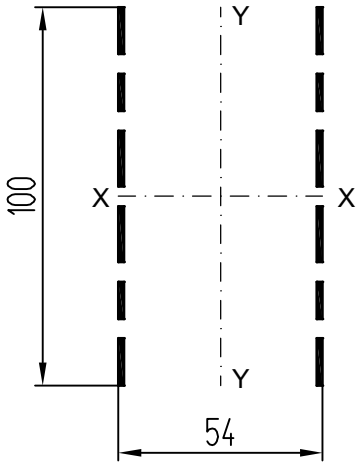
Геометрические характеристики сечения кронштейна опорного КО-60-КПС 254

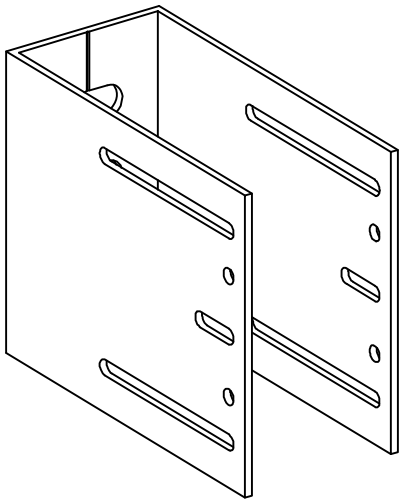




Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
0,89	3,94	6,12	1,31	2,27	2,1	2,62

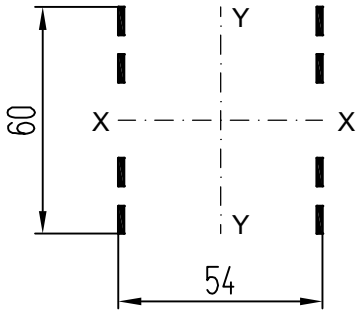
Геометрические характеристики сечения кронштейнов несущих КН

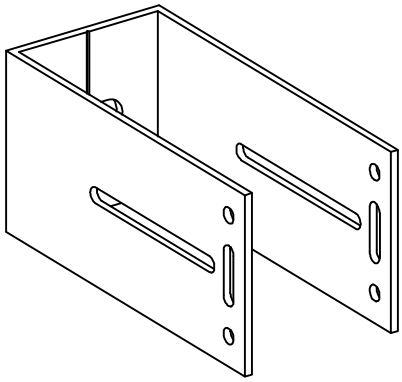




Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
2,22	19,91	15,3	3,98	5,67	3	2,63

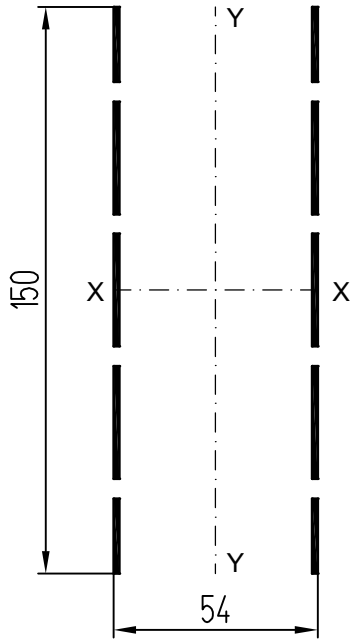
Геометрические характеристики сечения кронштейнов опорных КО

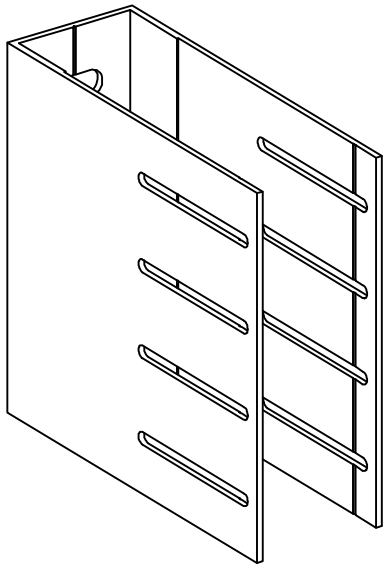




Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
0,89	3,94	6,12	1,31	2,27	2,1	2,62

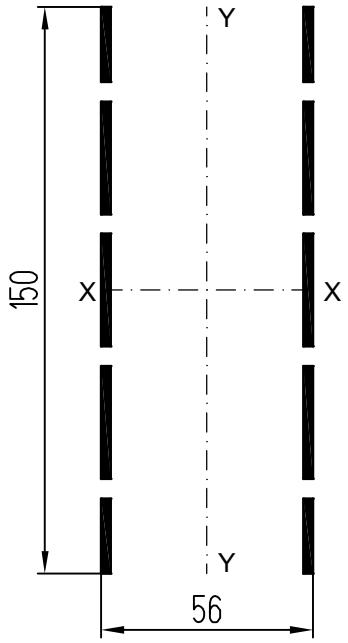
Геометрические характеристики сечения кронштейнов спаренных КС

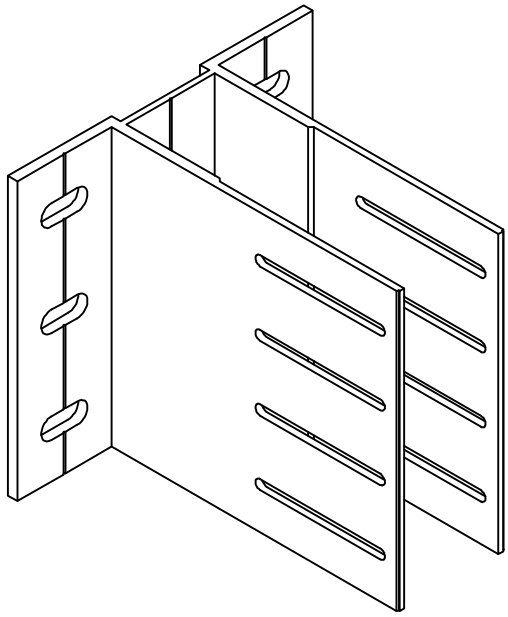




Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
3,88	74,81	26,72	9,97	9,89	4,39	2,62

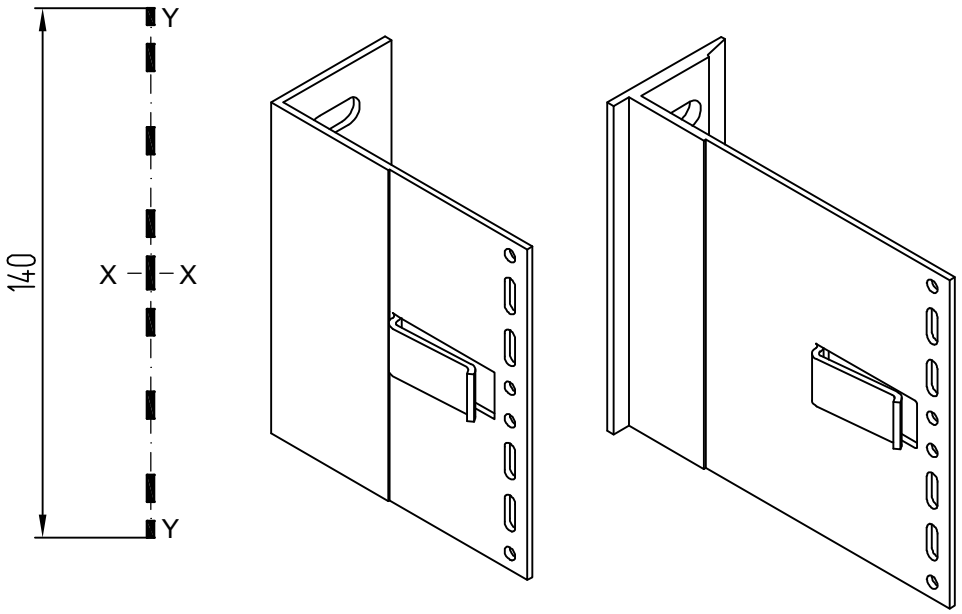
Геометрические характеристики сечения кронштейнов усиленных КУ





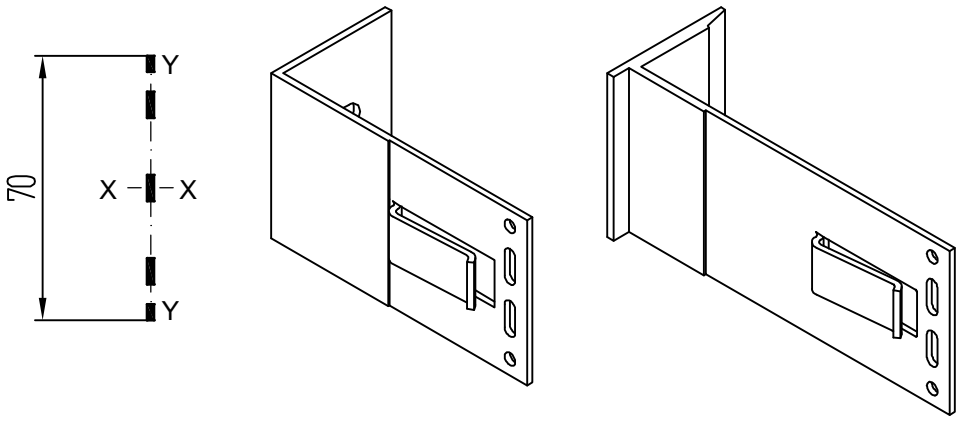
Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
6,46	124,68	46,26	16,62	16,52	4,39	2,68

Геометрические характеристики сечения кронштейнов несущих КН



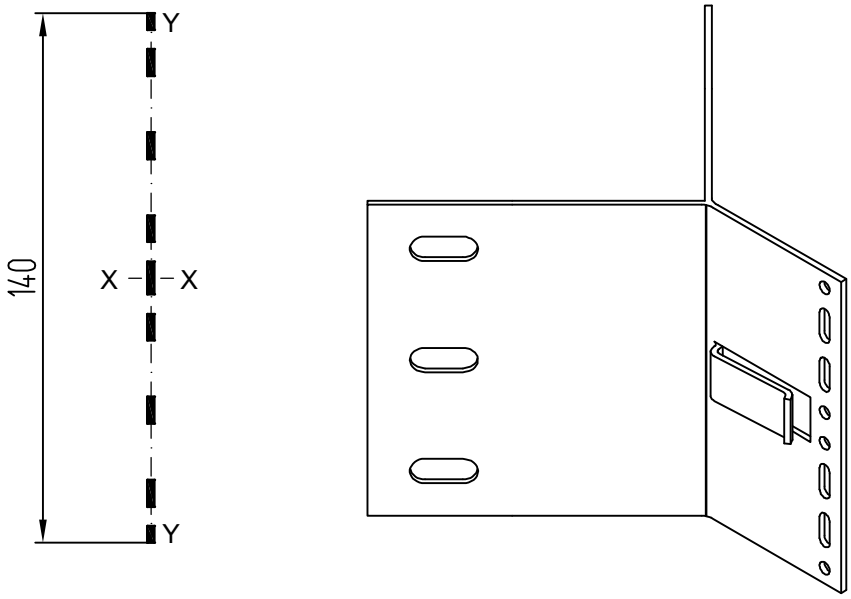
Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
1,12	19,79	0,003	2,83	0,04	4,2	0,05

Геометрические характеристики сечения кронштейнов опорных КО



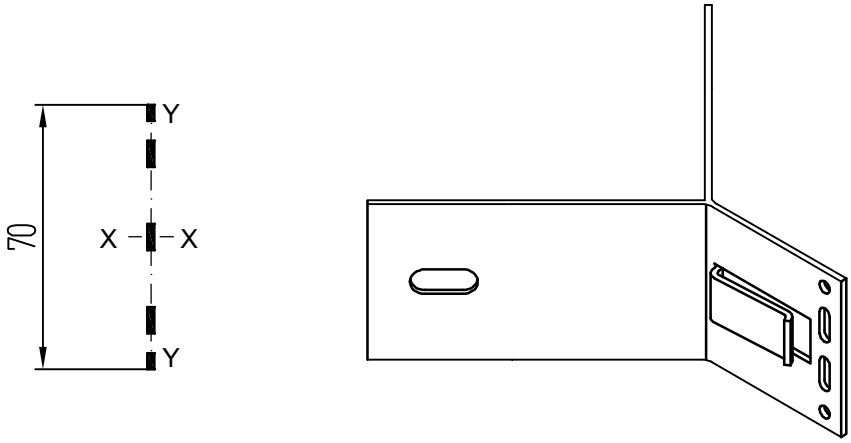
Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
0,56	3,05	0,002	0,87	0,02	2,33	0,06

Геометрические характеристики сечения кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374



Площадь, см^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	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^2	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см^4	Jy, см^4	Wx, см^3	Wy, см^3	Ix, см	Iy, см
0,53	2,91	0,001	0,83	0,02	2,34	0,04

10. 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/ОР

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 показателях свойств и характеристик материалов и изделий.

Директор Т.И.Мамедов

ООО "ЛПЗ "Сегал"
Вх. № 549
"07" 11 2006 г

ООО “СИАЛМЕТ”
660111, Россия, г. Красноярск, ул. Пограничников, 103, стр. 4, пом. 7
т/ф (391) 274-90-30, 274-90-31, 274-90-32
e-mail: sialmet@sial-group.ru, www.sial-group.ru

ООО “Литейно-Прессовый Завод “Сегал”
660111, Россия, г. Красноярск, ул. Пограничников, 42, стр. 15
т/ф (391) 274-90-30, 274-90-31, 274-90-32
e-mail: segal@sial-group.ru, www.sial-group.ru

ООО “ДАК”
660111, Россия, г. Красноярск, ул. Пограничников, 15а, стр. 1
т/ф (391) 274-90-70, 274-90-71
e-mail: dak@sial-group.ru, www.sial-group.ru