



**АЛЬБОМ**  
**технических решений систем**  
**навесных вентилируемых фасадов**  
**СИАЛ П-Г-Пл**

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ/ КРАСНОЯРСК  
2014

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ
2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ , ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ  
КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ П-Г-Пл"
3. АЛЮМИНИЕВЫЕ ДЕТАЛИ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ "СИАЛ  
П-Г-Пл"
4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ П-Г-Пл"
5. ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ СТАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК
6. РАСЧЕТЫ
7. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
8. ПРИЛОЖЕНИЕ 1  
Письмо ФГУ "ФЦС"

AL-FAS.RU

# 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

AL-FAS.RU

## 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 "СИАЛМЕТ" осуществляют:

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

1.1 Конструкция системы "СИАЛ П-Г-Пл" предназначена для устройства облицовки фасадов зданий и других строительных сооружений плоскими листовыми материалами с видимым креплением и утеплением стен с наружной стороны в соответствии с требованиями норм по тепловой защите зданий .

1.2 Конструкция состоит из несущих элементов каркаса - пресованных профилей из алюминиевых сплавов по ГОСТ 22233-2001, утеплителя, крепежных изделий и облицовочных панелей.

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

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

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

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

Облицовочные панели крепят к несущим вертикальным направляющим с помощью заклепок с широким бортиком устанавливаемых через втулки диаметром 8 мм.

Система "СИАЛ П-Г-Пл" 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 усиленной пятой, с применением адаптера КПС 819.

Каждый несущий и спаренный кронштейн удерживается на основании одним или двумя дюбелями (анкерами), усиленный кронштейн - двумя и более, 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.

#### 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 панели.

В качестве облицовочных панелей в системе применяют фиброцементные плиты и панели из плоских прессованных хризотилцементных листов.

Облицовочные панели крепят к несущим вертикальным направляющим с помощью заклепок с широким бортиком

диаметром 8 мм. В зависимости от габаритных размеров каждая панель имеет от одной до двух точек неподвижного крепления .

Крепление облицовочных панелей на пожароопасных участках фасада допускается только на заклепки с широким бортиком из коррозионностойкой стали , устанавливаемых через втулки из коррозионностойкой стали диаметром 8 мм.

#### 1.2.4 Крепежные элементы .

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

1.3 Собранные и закрепленные в соответствии с проектом на строительство здания (сооружения) конструкции образуют навесную фасадную систему с воздушным зазором между внутренней поверхностью облицовочных панелей 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 "СИАЛМЕТ" 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.

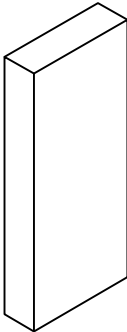
**ВОРОШИЛОВ Сергей Федорович**  
Генеральный конструктор систем "СИАЛ"

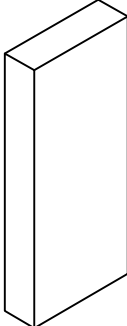
AL-FAS.RU



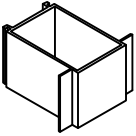
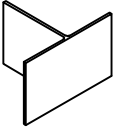
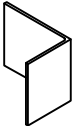
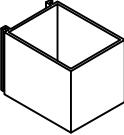
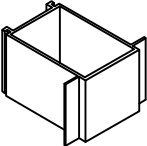
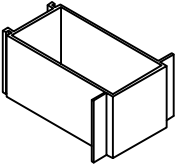
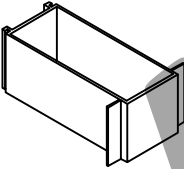
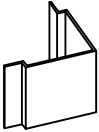
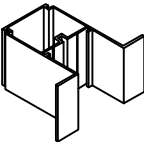
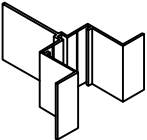
2. ОБЩАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ,  
ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ П-Г-Пл"

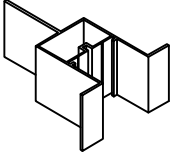
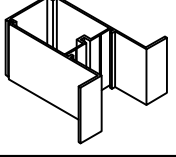
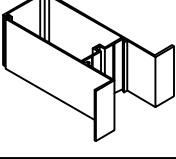
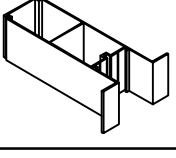
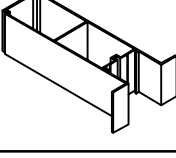
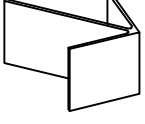

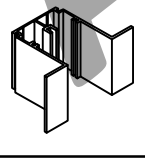
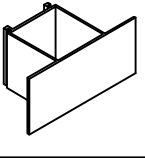
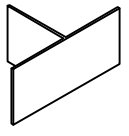
## ОБЛИЦОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

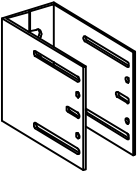
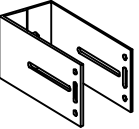
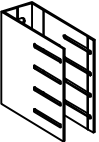
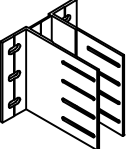
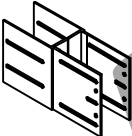
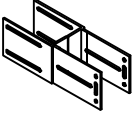
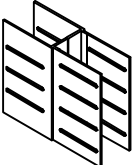
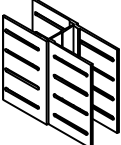
Эскиз элемента	Наименование (марка)	Толщина, мм (справочно)	Материал	Производитель	НД
	Фасадные панели из плоских прессованных хризотилцементных листов	8	Согласно ТО на продукцию	ООО "Комбинат "Волна", Россия	Согласно действительного ТС
	ЛТМ на основе фиброцементных плит "Семboard"	8 - 10		ООО "ЛТМ Фасады", Россия	
	КраспанКолорМинерит	6 и 8		ООО "Краспан", Россия	
	КраспанСтоунМинерит	6 и 8			
	КраспанСтоун	8			
	ТимСпан-колор (окрашенные плиты)	8		ООО "ТимСпан", Россия	
	LATONIT	8 - 10		ОАО "ЛАТО", Россия	
	Сембрит Урбаннейчер	8		ОУ "Сембрит", Финляндия	
	Minerit HD	8		ОУ "Minerit AB", Финляндия	
	Минерит спектрум (на основе плит Minerit HD)	8		ОУ "Fasko", Финляндия	
	Фасад-Мастер (на основе плит Minerit HD)	8		ЗАО "Фасад-Мастер", Россия	
	Минерит РК Минерит РКП (на основе плит Minerit HD)	8		ООО "Риком", Латвия	

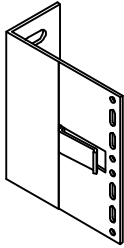
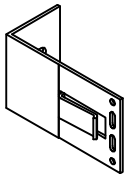
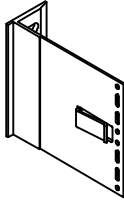
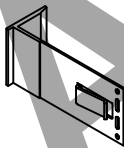
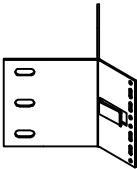
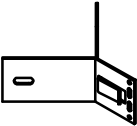
Эскиз элемента	Наименование (марка)	Толщина, мм (справочно)	Материал	Производитель	НД
	CEMColour CEMstoun Супор (на основе плит Minerit HD)	8	Согласно ТО на продукцию	ОУ "LTM Company", Финляндия	Согласно действительного ТС
	Супор (на основе плит Multiboard)	8			
	CEMColour (на основе плит Multiboard)	8			
	CEMColour Structure (на основе плит ETERPLAN-N)	8			
	KMEW	14 - 16		"Kubota Matsushitadenko Exterior Work Ltd", Япония	

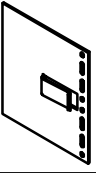
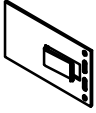
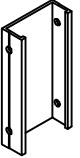
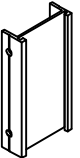

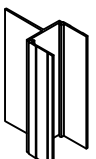
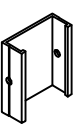
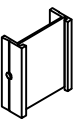

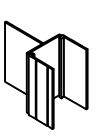
## АЛЮМИНИЕВЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КП45480-1	Направляющая вертикальная	0,947	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	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 271	Направляющая вертикальная угловая	0,522			
	КПС 354	Направляющая вертикальная	1,368			
	КПС 364	Направляющая вертикальная	1,137			



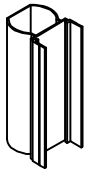
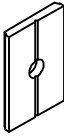
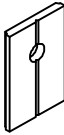

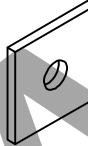
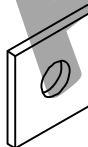
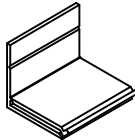
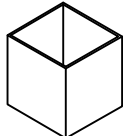
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КПС 365	Направляющая вертикальная	1,576	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КПС 366	Направляющая вертикальная	1,611			
	КПС 367	Направляющая вертикальная	1,871			
	КПС 368-1	Направляющая вертикальная	2,282			
	КПС 369	Направляющая вертикальная	2,559			
	КПС 373	Направляющая вертикальная угловая	1,078			
	КПС 467	Направляющая вертикальная	0,502			
	КПС 567	Направляющая вертикальная	1,218			
	КПС 707	Направляющая вертикальная	1,394			
	КПС 701	Направляющая вертикальная	0,869			

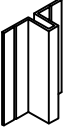

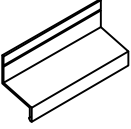
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КН-60-КПС 254 КН-90-КП45469-1 КН-125-КПС 255 КН-160-КП45432-2 КН-180-КПС 256 КН-205-КП45463-2 КН-240-КПС 705	Кронштейн несущий	1,092 (0,102 к-т) 1,444 (0,129 к-т) 1,825 (0,167 к-т) 2,399 (0,224 к-т) 2,723 (0,257 к-т) 3,13 (0,297 к-т) 3,698 (0,354 к-т)	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (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) 2,399 (0,136 к-т) 2,723 (0,156 к-т) 3,13 (0,18 к-т) 3,698 (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 (0,192 к-т) 1,825 (0,249 к-т) 2,399 (0,338 к-т) 2,723 (0,387 к-т) 3,13 (0,481 к-т) 3,698 (0,533 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) 7,205 (1,034 к-т)			
	УКН-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна несущего	2,55 (0,238 к-т)			
	УКО-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна опорного	2,55 (0,14 к-т)			
	УКС-180 КП45449-1	Удлинитель кронштейна спаренного	2,55 (0,349 к-т)			
	УКУ-180 КПС 580	Удлинитель кронштейна усиленного	3,704 (0,513 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, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	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)			

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, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	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)			

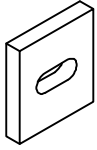
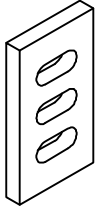
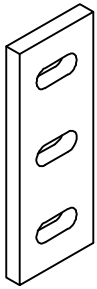
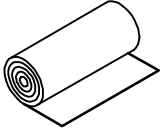


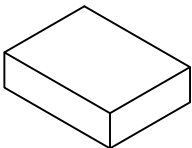
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	СУ-КП45461	Салазка увеличенная	0,485 (0,072 к-т)	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	СУ-КПС 257	Салазка увеличенная	0,459 (0,068 к-т)			
	СУ-КПС 581	Салазка увеличенная	0,98 (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 568	Держатель откоса	0,192			
	КПС 579	Закладная соединительная (для направляющих КП45480-1 и КПС 707)	0,69			

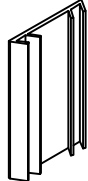
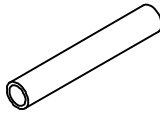
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КПС 702	Планка	0,2	АД31 Т1, А1МgSi (6060) Т66, А1Мg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал"	ГОСТ 22233-2001
	КПС 703	Планка угловая	0,271			
	КПС 704	Слив	0,171			

AL-FAS.RU

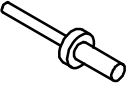

## КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

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 <sup>2</sup>	100% полимер	"Du Pont Engineering Product S. A.", Люксембург	Согласно действительного ТС
		Фибротек РС-3 Проф	Плотность 0,1 кг/м <sup>2</sup>	Полотно нетканое полипро- пиленовое	ООО "Лентекс"	
		ТЕСТОТНЕН-Тор 2000 ТЕСТОТНЕН FAS	Плотность 0,21 кг/м <sup>2</sup>	Трехслойная пленка Полиэстерное волокно с полидисперсным покрытием	"ТЕСТОТНЕН Bauprodukte GmbH", Германия	
		ИЗОЛТЕКС НГ ИЗОЛТЕКС ФАС	Плотность 0,13 кг/м <sup>2</sup>	Стеклоткань	ООО "Аяском"	
		TEND KM-0 TEND FR	Средняя плотность 0,11-0,16 кг/м <sup>2</sup>	Ткань строительная полимерная	ООО "Парагон", г. Санкт- Петербург	

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД
	УП (утеплитель)	PAROC WAS 25 WAS 35 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				

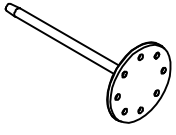
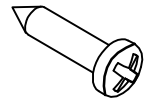
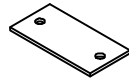
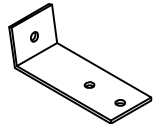
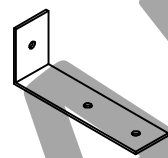
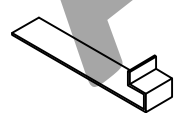
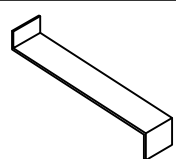
Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг/п.м.	Материал	Производитель	НД
	КПУ-210	Профиль резиновый уплотнительный	0,058	Резина группа 1, подгруппа "б"	ЗАО "Уралэластотехника", г. Екатеринбург	ГОСТ 30778-2001
	Вс 8x1		0,17 кг/шт.	12X18Н10Т	ООО "Энергостройтех", г. Москва	ГОСТ 9941-81
	Ва 8x1,5		0,084	АД31 Т1, AlMgSi (6060) Т66, AlMg0,7Si (6063) Т6	ООО "ЛПЗ "Сегал", г. Красноярск	ГОСТ 22233-2001

## Крепежные элементы

Эскиз элемента	Обозначение	Наименование	Масса, кг	Материал	Производитель	НД	
	3Ca	Заклепка стандартный бортик		Алюм./алюм. AlMg/AlMg5	BRALO (Испания)		
					MMA Spinato (Испания)		
					ELNAR (Китай)		
					BRALO (Испания)		
	3Ш			3,2xL*			
				4,8xL*			
				5xL*			
				BRALO (Испания)			
	3Шс			Заклепка широкий бортик	Алюм./нерж. AlMg3,5/A2		MMA Spinato (Испания)
							ELNAR (Китай)
							HARPOON (Китай)
							BRALO (Испания)
3Шб	4,8xL*						
	5xL*						
	Нерж./нерж. A2/A2	MMA Spinato (Испания)					
	ELNAR (Китай)						
3Шсб	Заклепка широкий бортик	Алюм./нерж. AlMg3,5/A2	HARPOON (Китай)				
			BRALO (Испания)				
			MMA Spinato (Испания)				
			ELNAR (Китай)				
		Заклепка широкий бортик	Нерж./нерж. A2/A2	HARPOON (Китай)			
				BRALO (Испания)			
				MMA Spinato (Испания)			
				ELNAR (Китай)			
			AK	Анкер	Сталь 12x18H10T	"MUNGO Befestigungstechnik AG" (Швейцария)	
						MBR	
						m2, m3	
						SXS FUR	
	HRD						
	SDF SDP ND						
	AK		Анкер	Сталь 12x18H10T	Fischerwerke Artur Fischer GmbH&Co, Kg (Германия)		
					HRD Hilti Corporation (Лихтенштейн)		
		EJOT Holding GmbH&Co, Kg (Германия)					

Согласно ТО на продукцию

Согласно действительного ТС

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		
	ШО	4,2xL	Винт самонарезающий		Нерж. сталь	WURTH (Германия)	DIN7981 A2	
	ЭК1		Крепежный элемент КЭ 1	0,14	Сталь оцинкованная с двух сторон, S = 1 мм	ОАО "Магнитогорский Metallургический комбинат"	ГОСТ 14918-80	
	ЭК2 ЭК2-1		Крепежный элемент КЭ 2, КЭ 2-1	0,14 0,23				
	ЭК4		Крепежный элемент КЭ 4	0,2				
	ОО		Оконный откос	11,7 кг/м <sup>2</sup>				Окрашенная оцинкованная сталь, Smin = 0,55 мм
	ОС		Оконный слив					

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

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

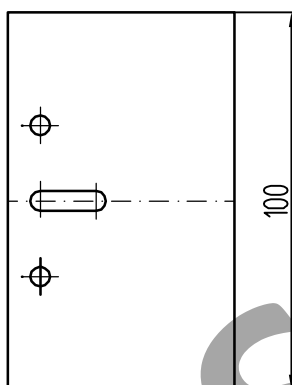
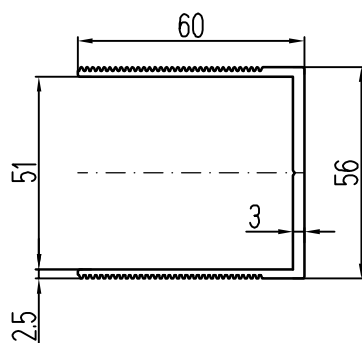
Допускается применение не алюминиевых комплектующих и крепежных элементов Российских и зарубежных производителей не указанных в данном альбоме технических решений имеющих действительное свидетельство о пригодности продукции в строительстве на территории РФ .

AL-FAS.RU

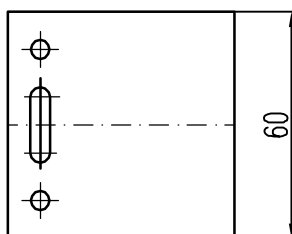
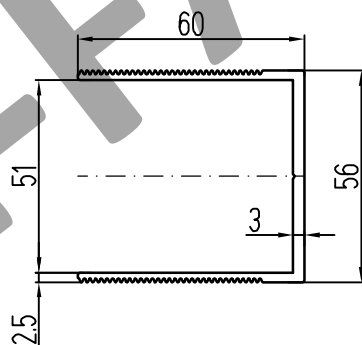


3. АЛЮМИНИЕВЫЕ ДЕТАЛИ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ П-Г-Пл"

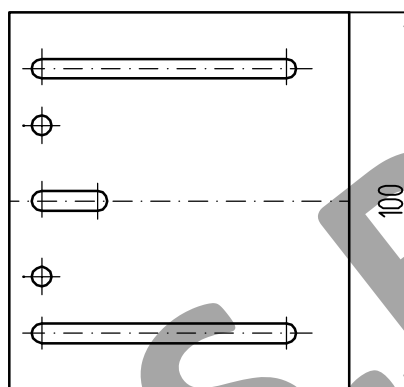
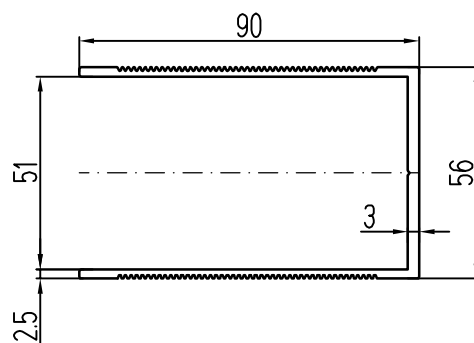
# П-ОБРАЗНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ И УДЛИНИТЕЛИ



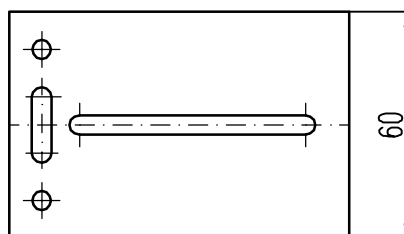
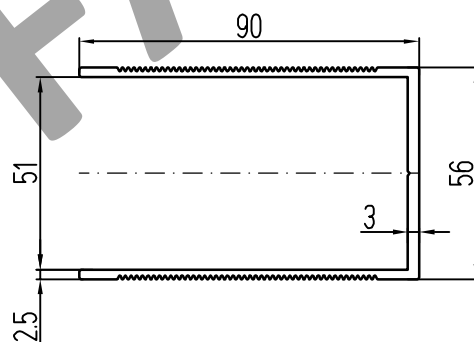
Кронштейн несущий КН-60-КПС 254



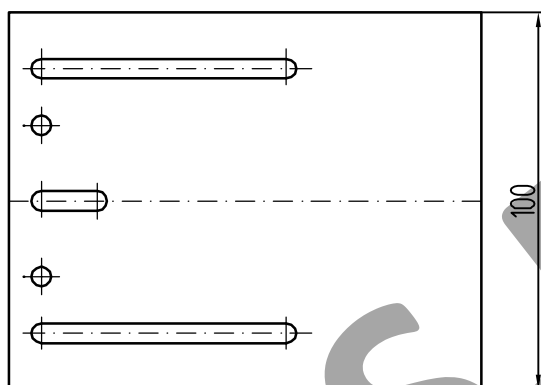
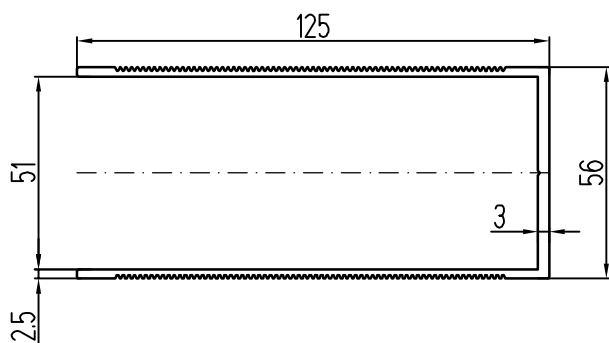
Кронштейн опорный КО-60-КПС 254



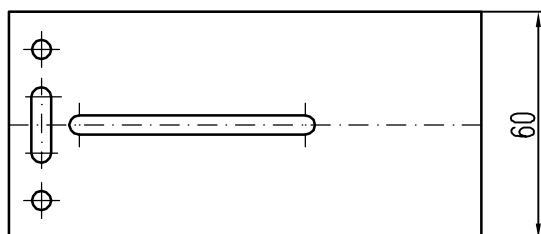
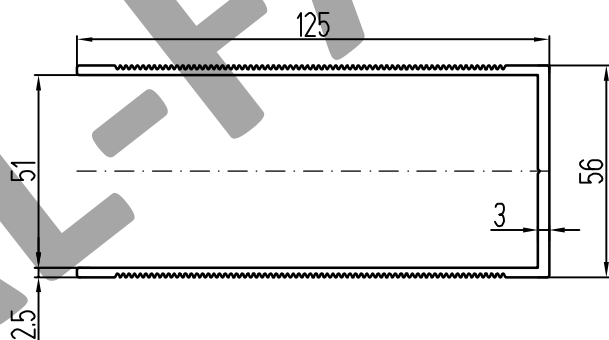
Кронштейн несущий КН-90-КП45469-1



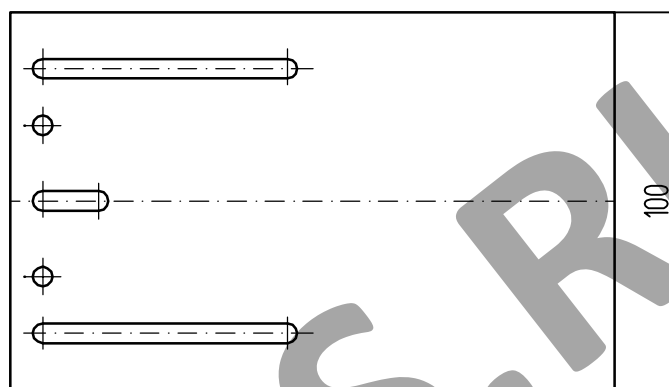
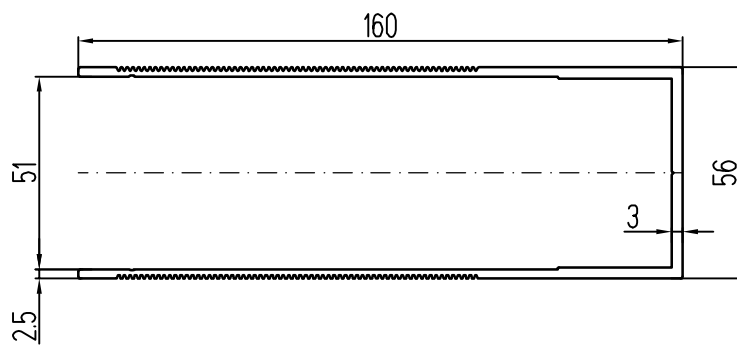
Кронштейн опорный КО-90-КП45469-1



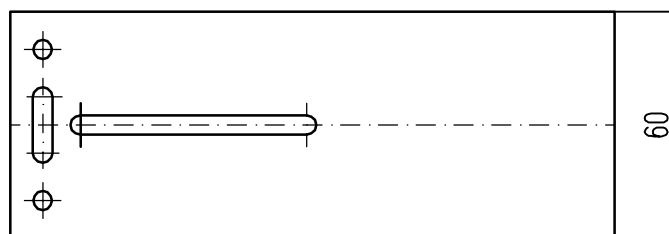
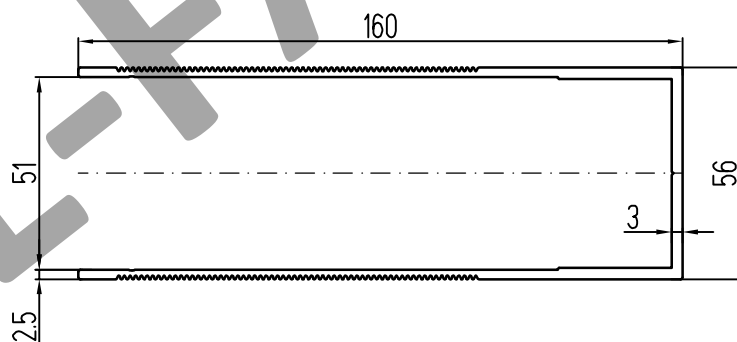
Кронштейн несущий КН-125-КПС 255



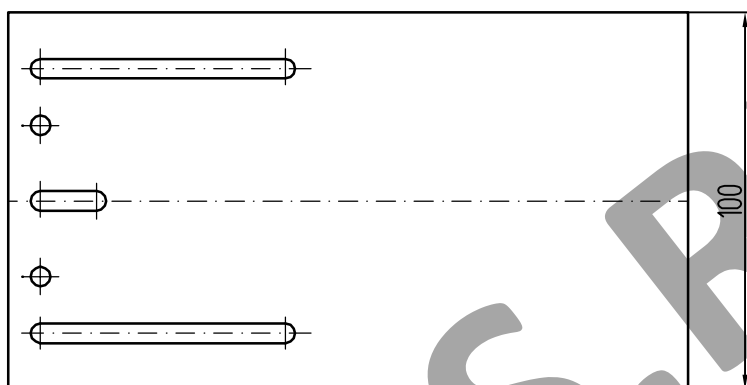
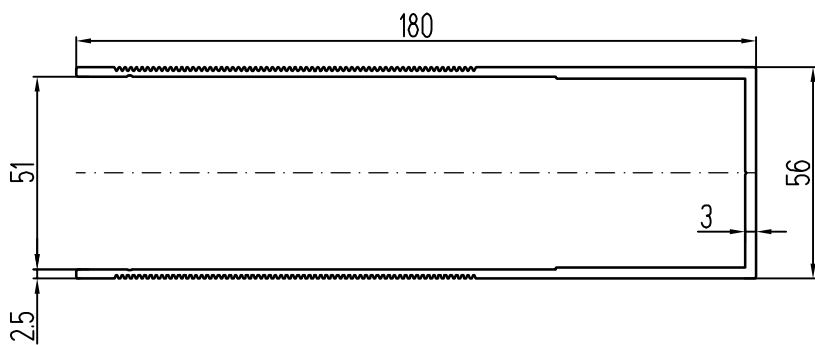
Кронштейн опорный КО-125-КПС 255



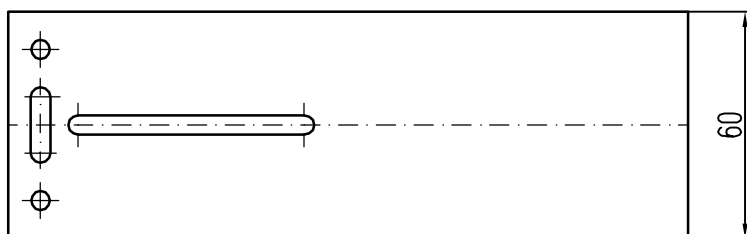
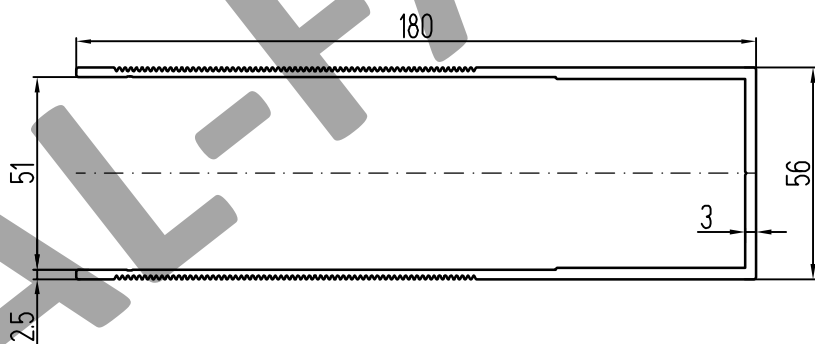
Кронштейн несущий КН-160-КП45432-2



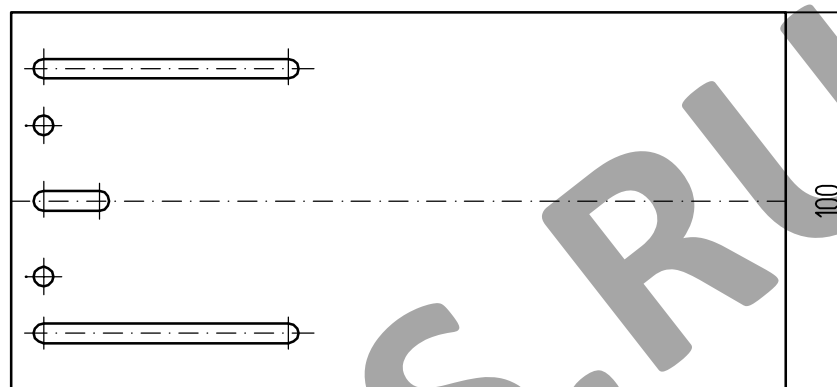
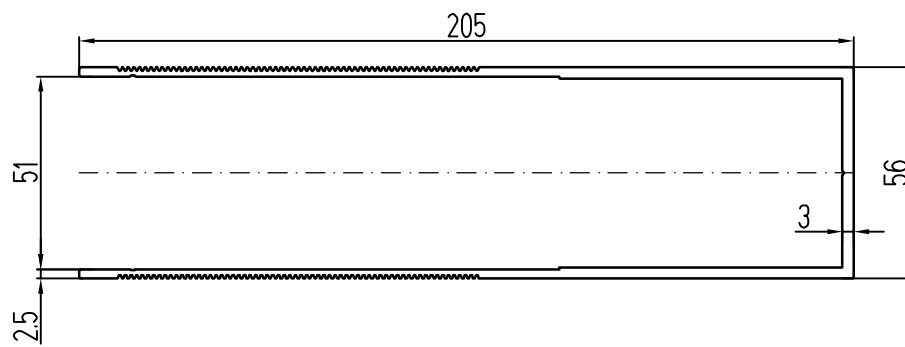
Кронштейн опорный КО-160-КП45432-2



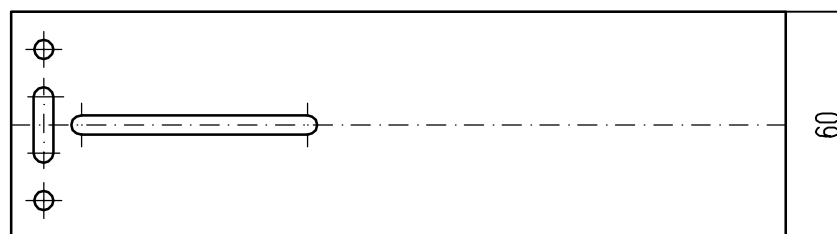
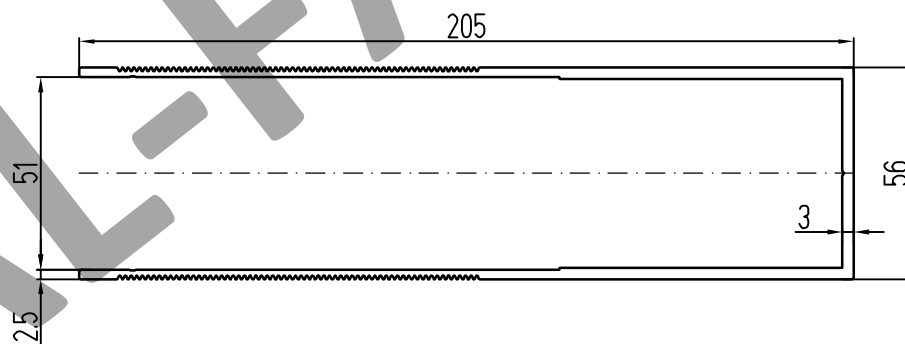
Кронштейн несущий КН-180-КПС 256



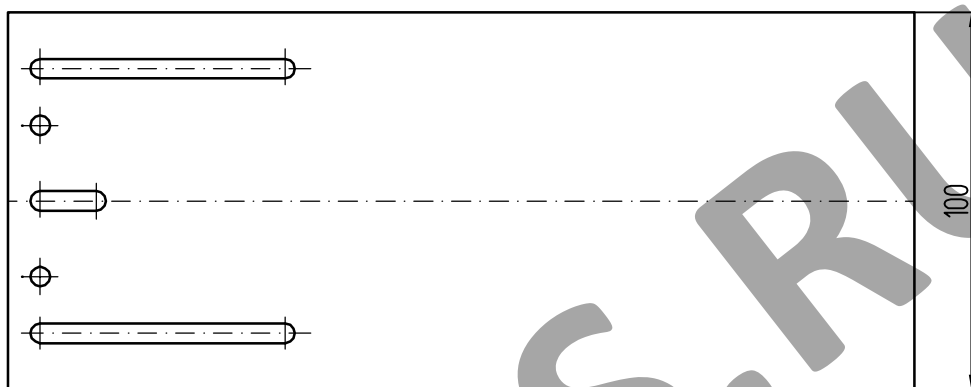
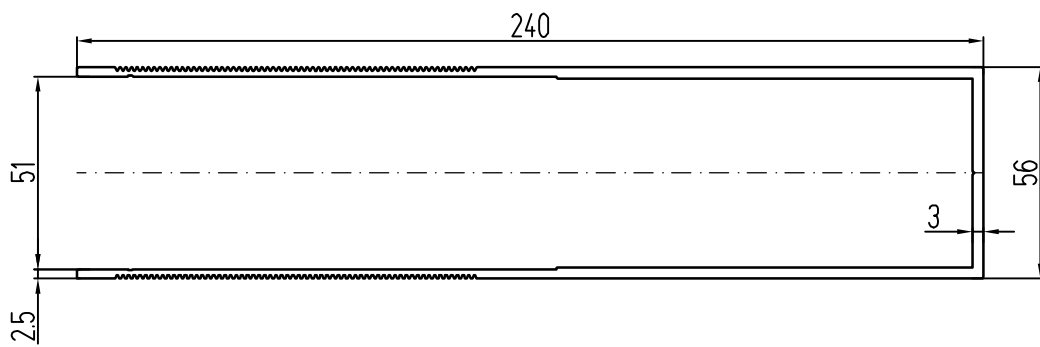
Кронштейн опорный КО-180-КПС 256



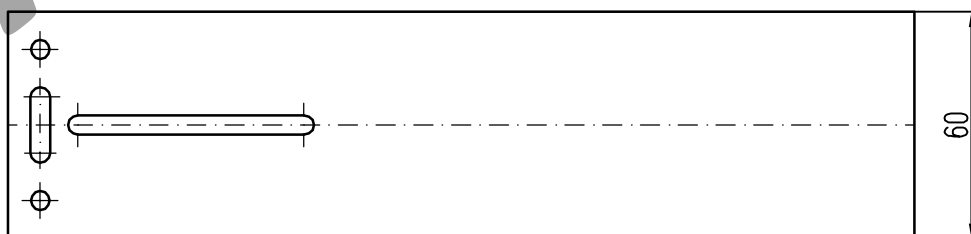
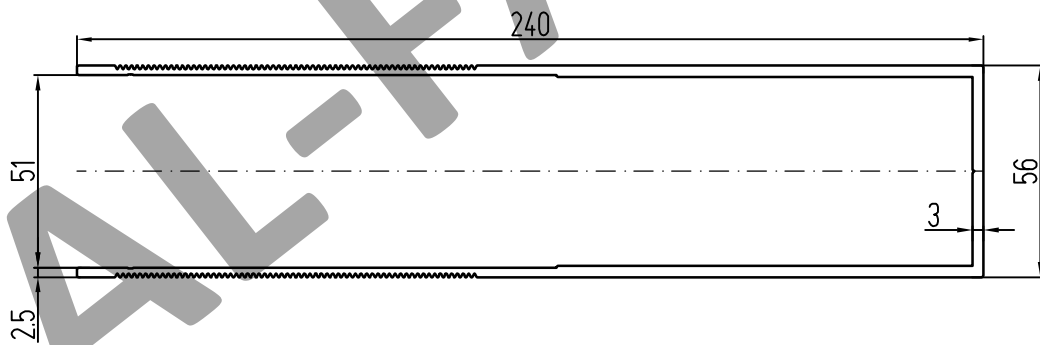
Кронштейн несущий КН-205-КП45463-2



Кронштейн опорный КО-205-КП45463-2

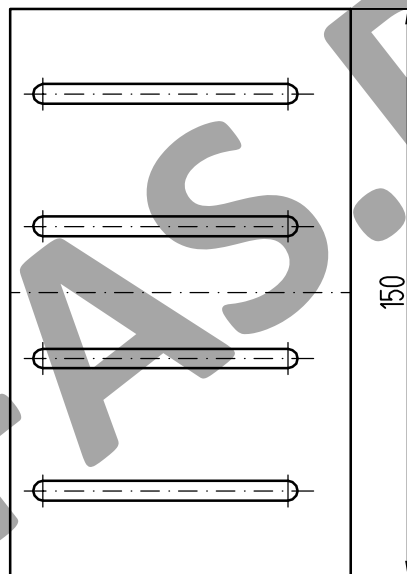
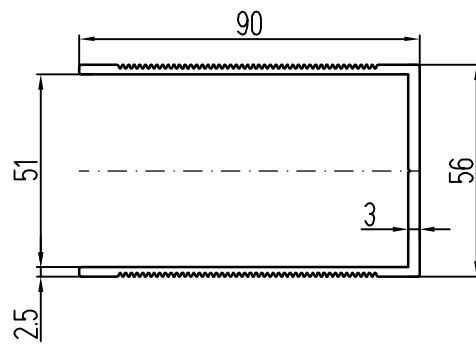


Кронштейн несущий КН-240-КПС 705

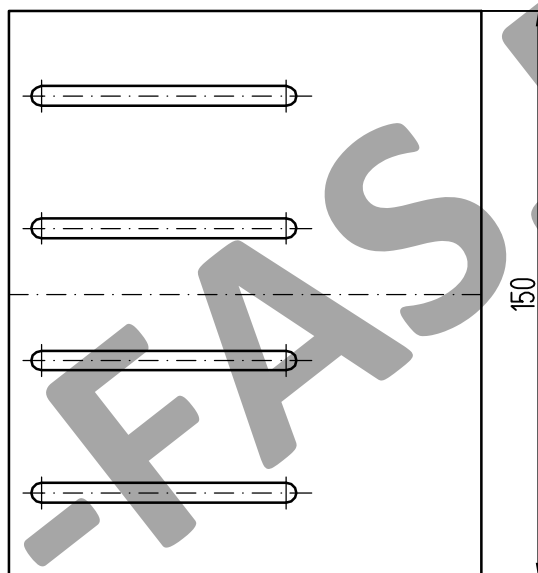
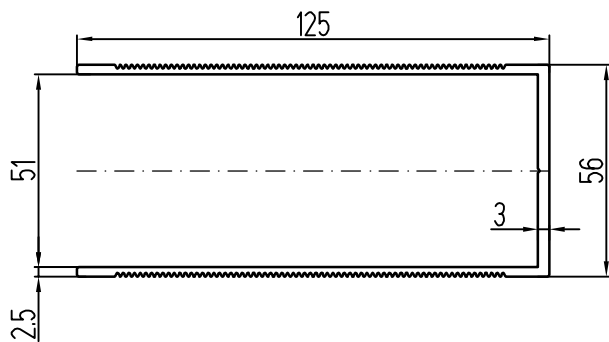


Кронштейн опорный КО-240-КПС 705

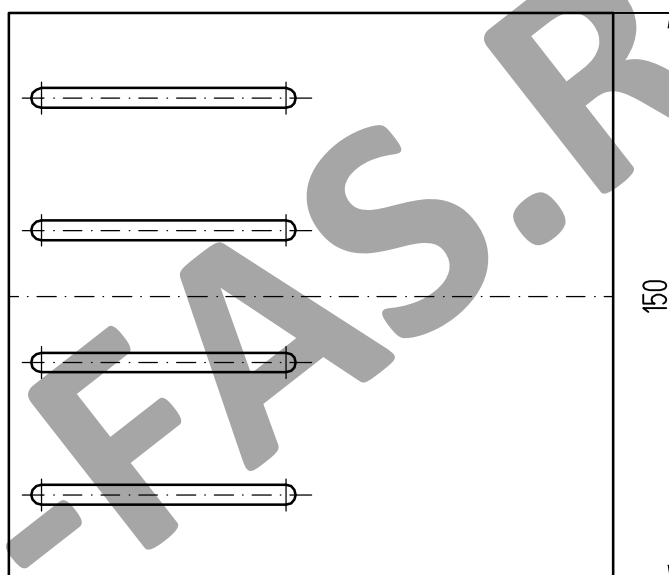
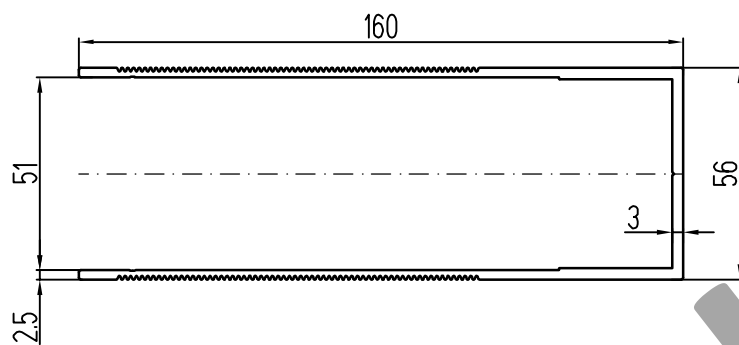




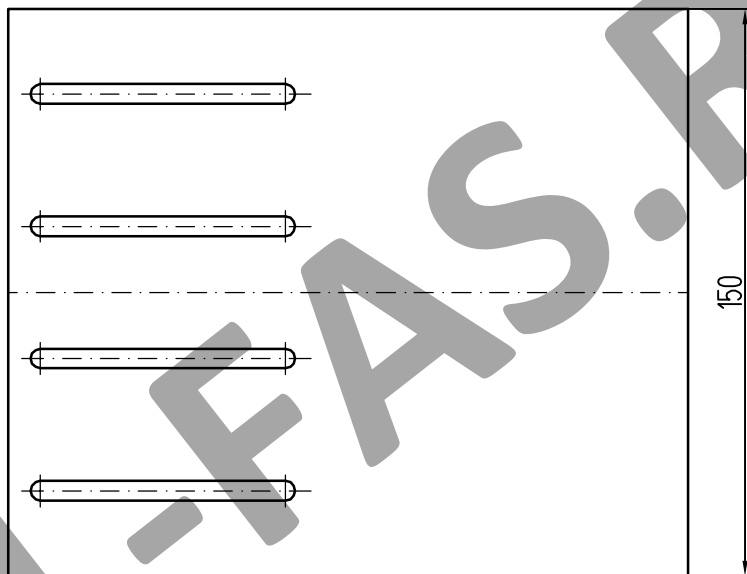
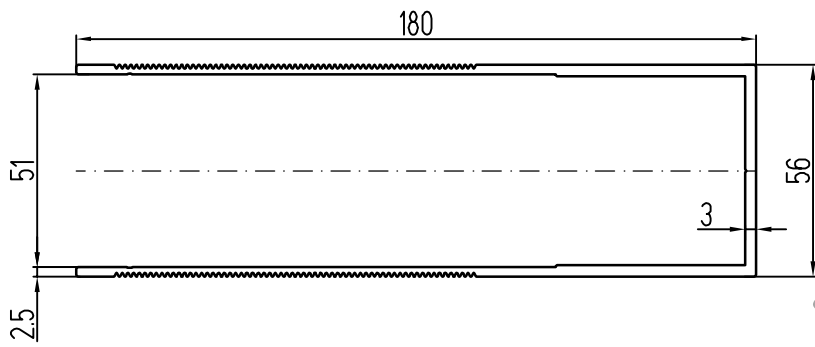
Кронштейн спаренный КС-90-КП45469-1



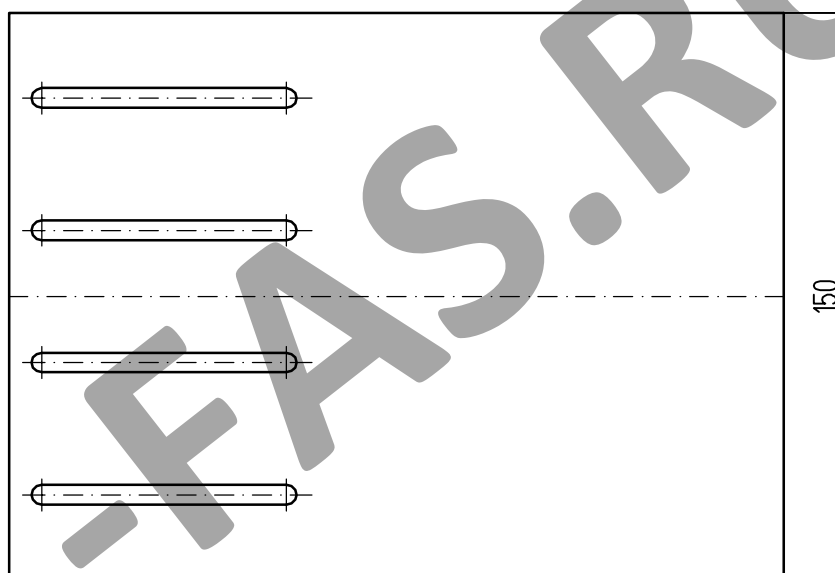
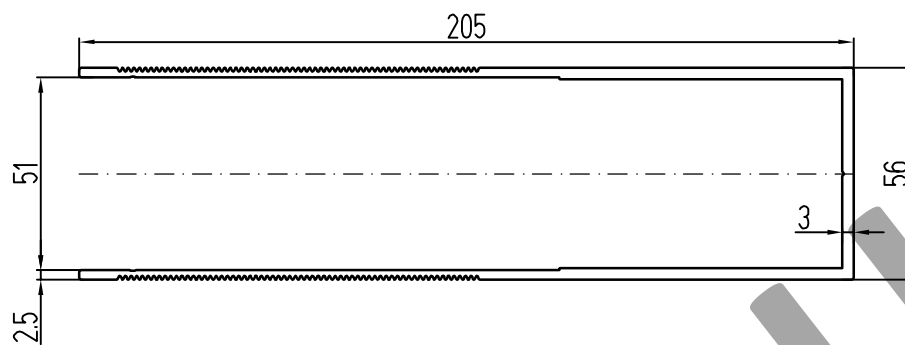
Кронштейн спаренный КС-125-КПС 255



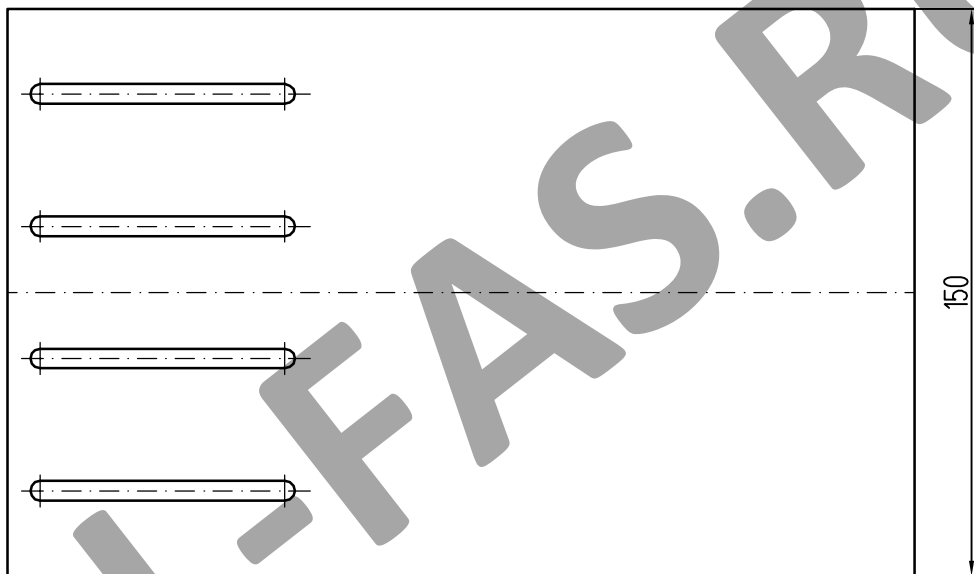
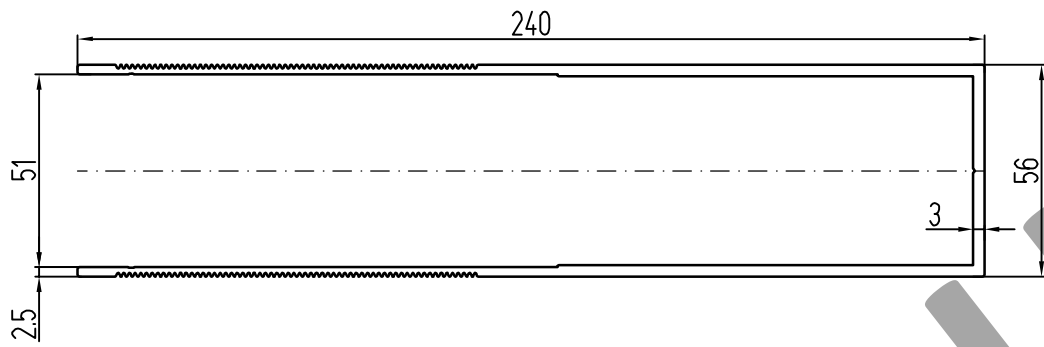
Кронштейн спаренный КС-160-КП45432-2



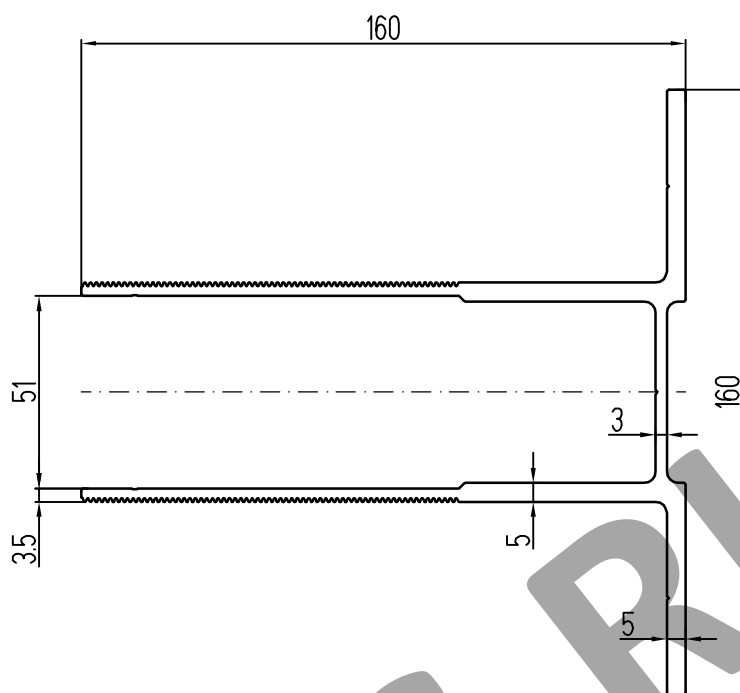
Кронштейн спаренный КС-180-КПС 256



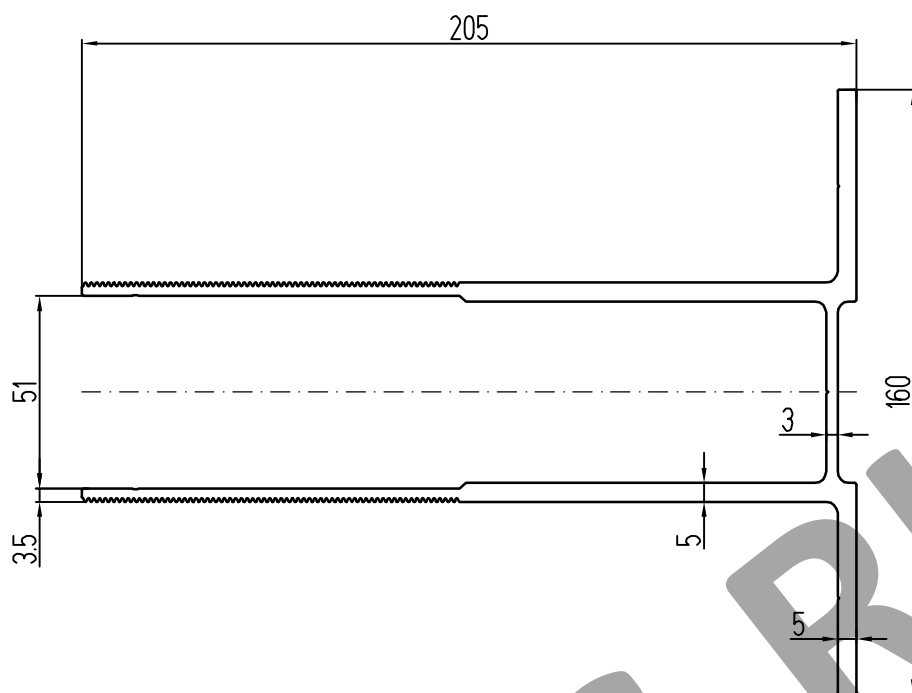
Кронштейн спаренный КС-205-КП45463-2



Кронштейн спаренный КС-240-КПС 705

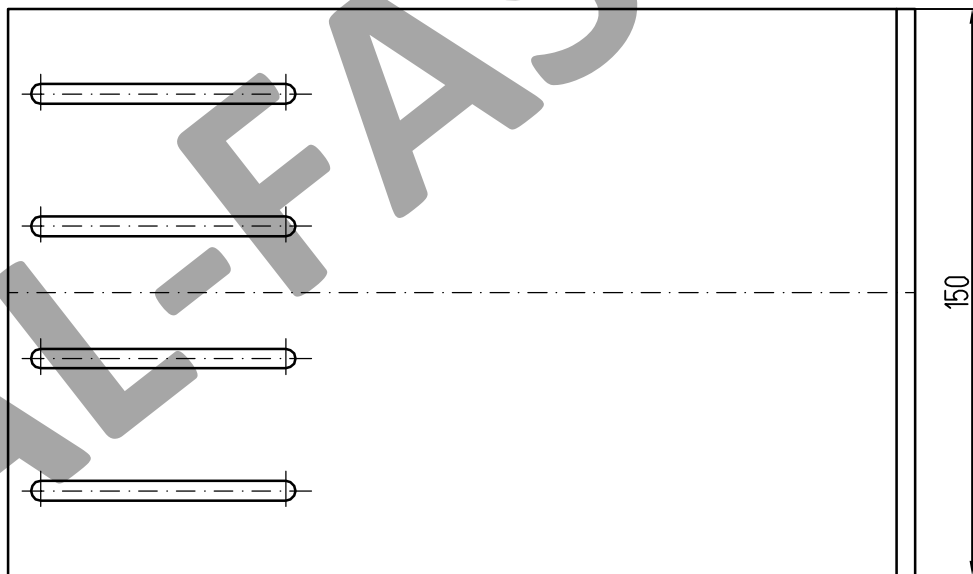
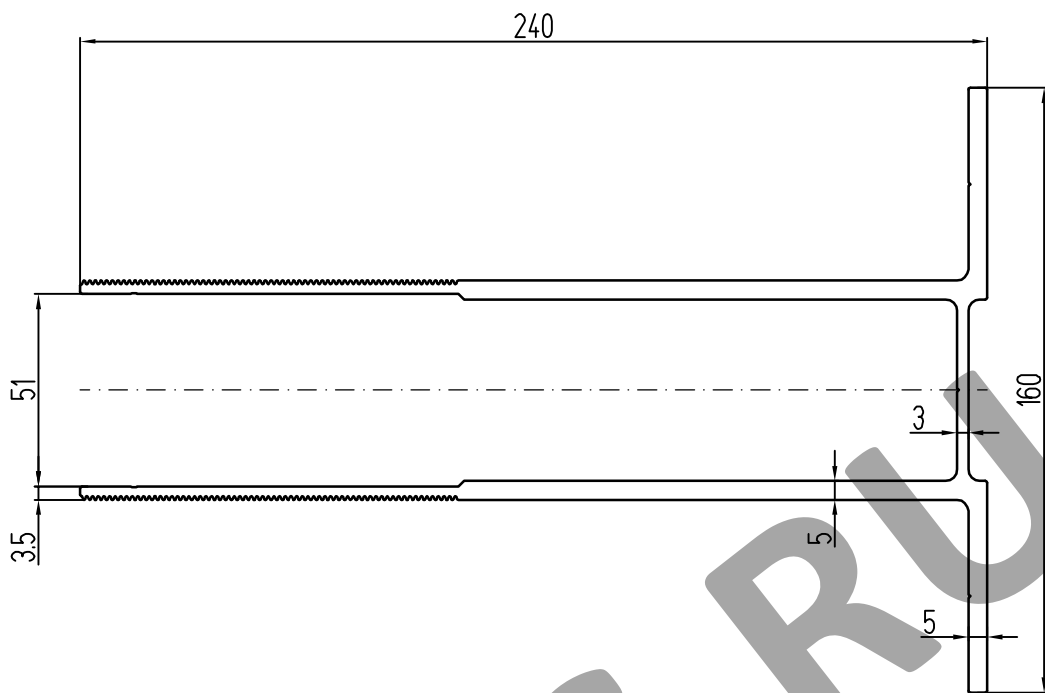


Кронштейн усиленный КУ-160-КПС 249

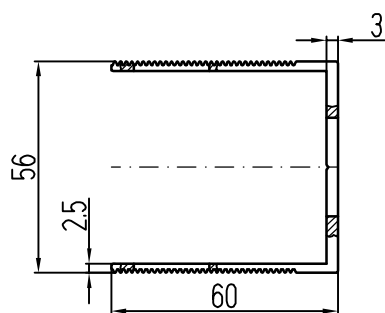
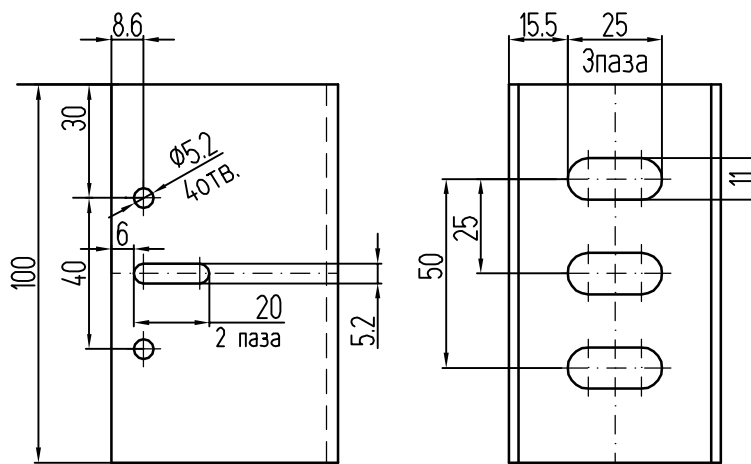


Кронштейн усиленный КУ-205-КПС 276

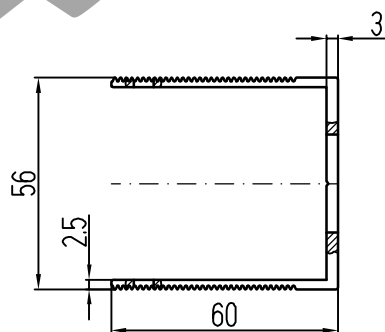
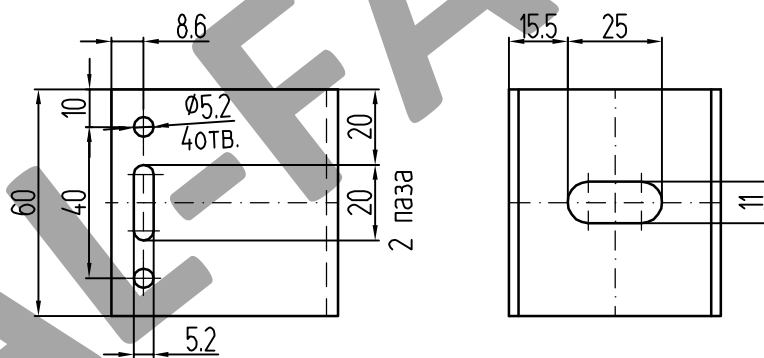




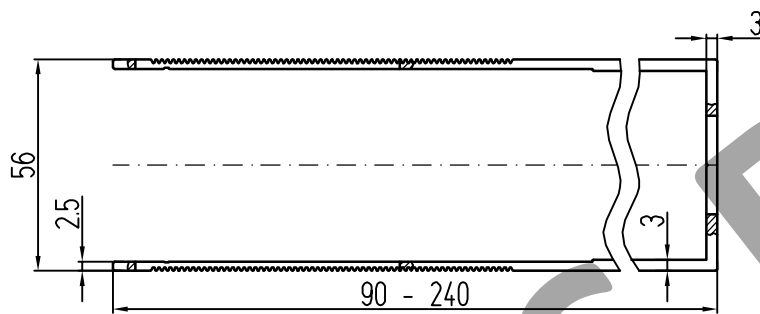
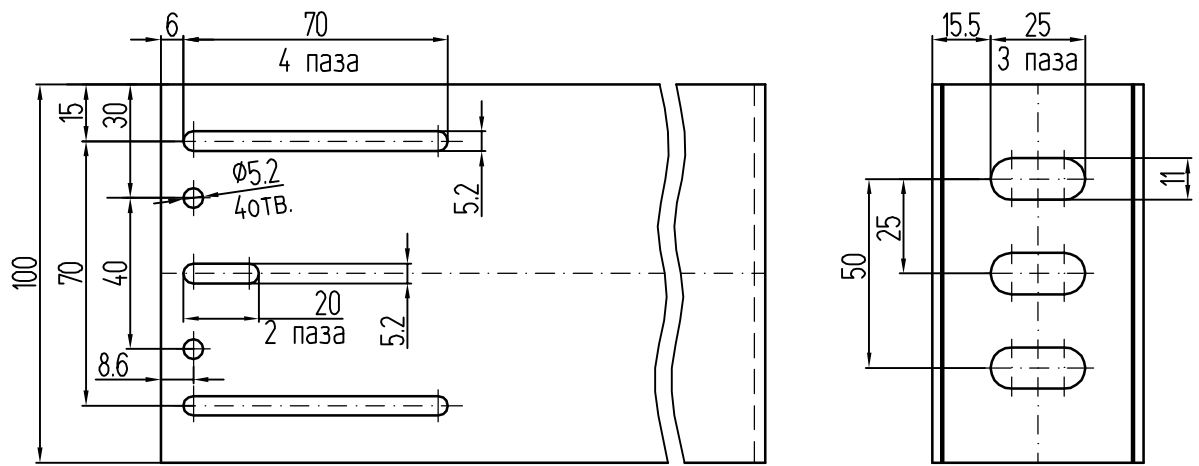
Кронштейн усиленный КУ-240-КПС 706



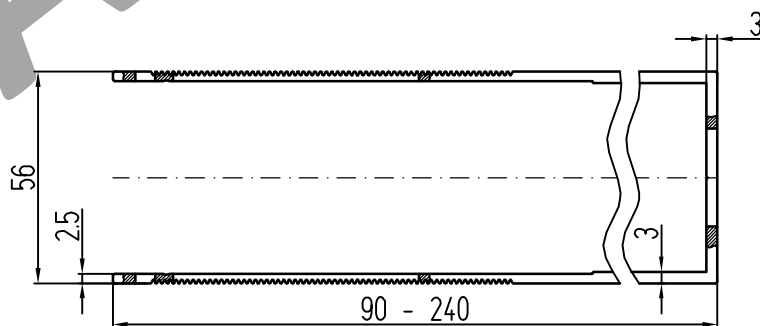
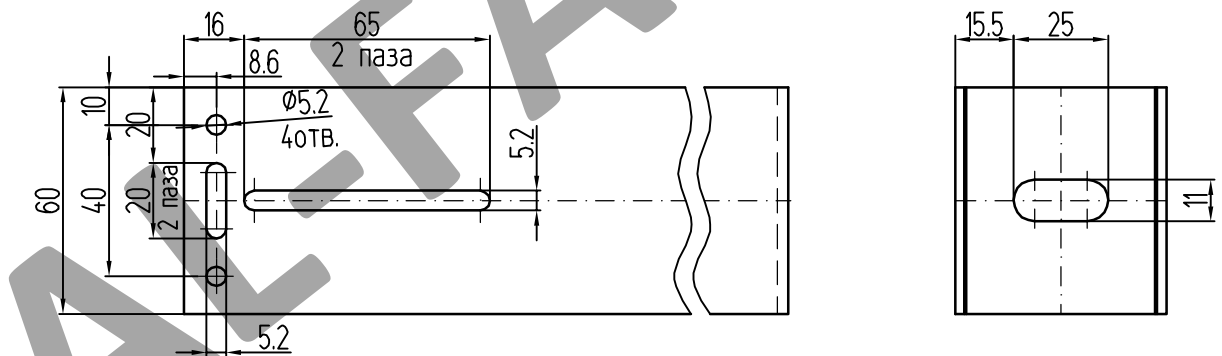
Обработка кронштейна несущего КН-60-КПС 254



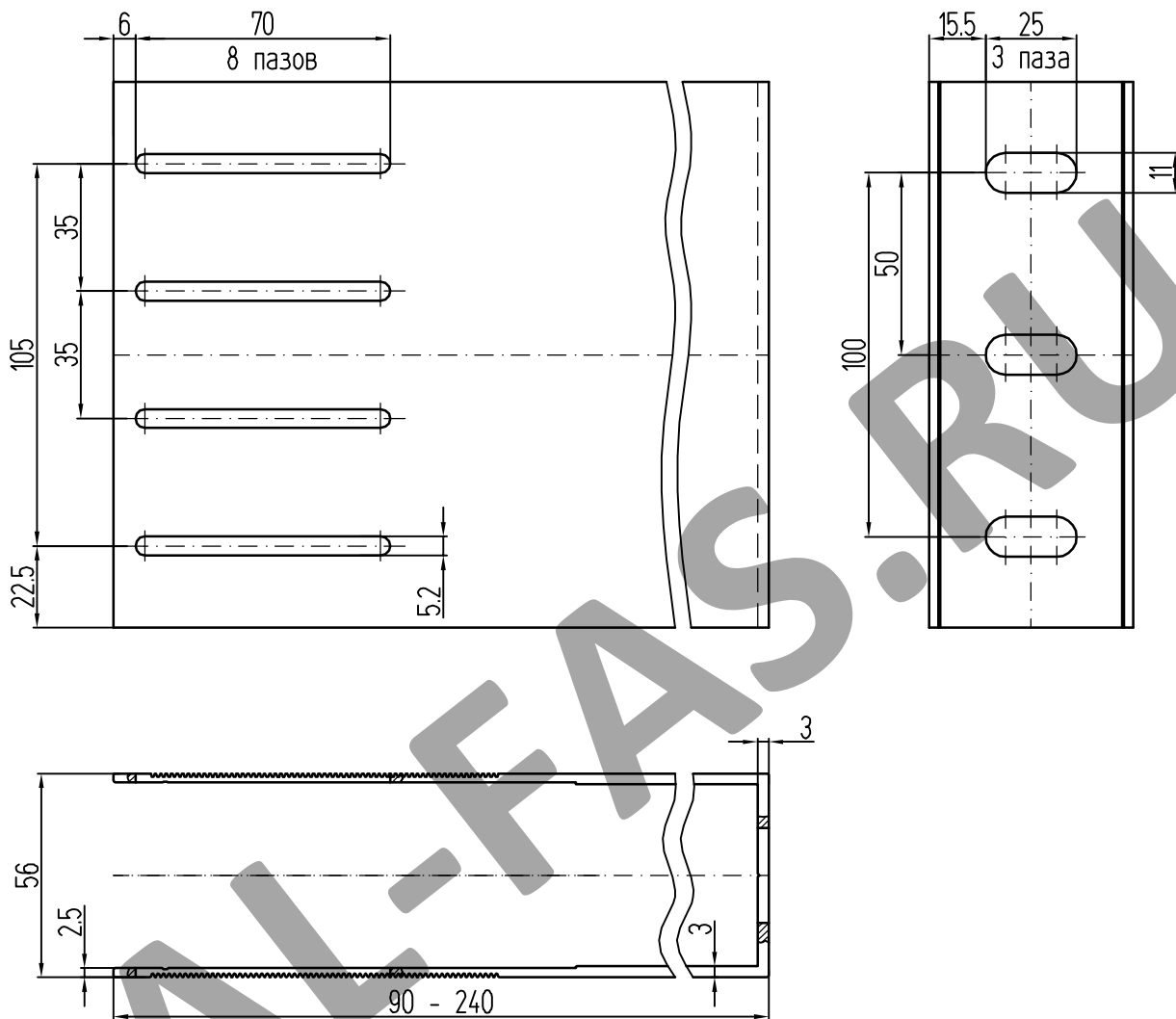
Обработка кронштейна опорного КО-60-КПС 254



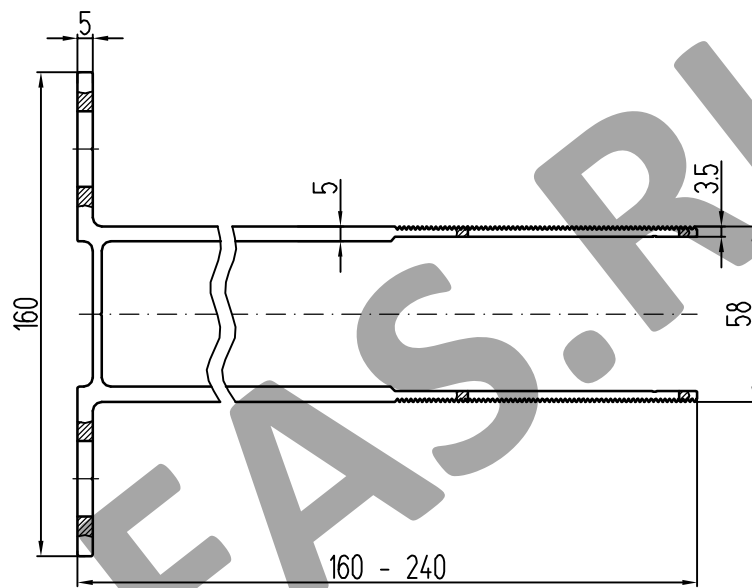
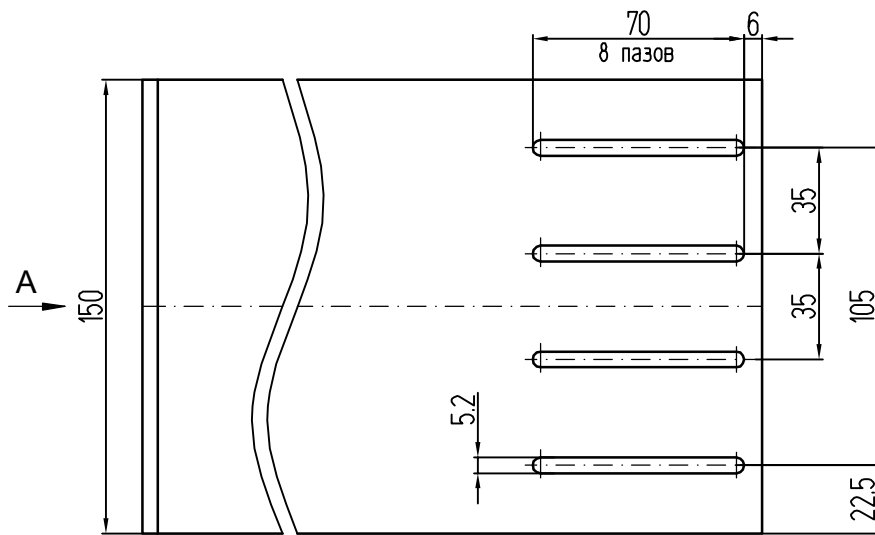
Обработка кронштейнов несущих КН



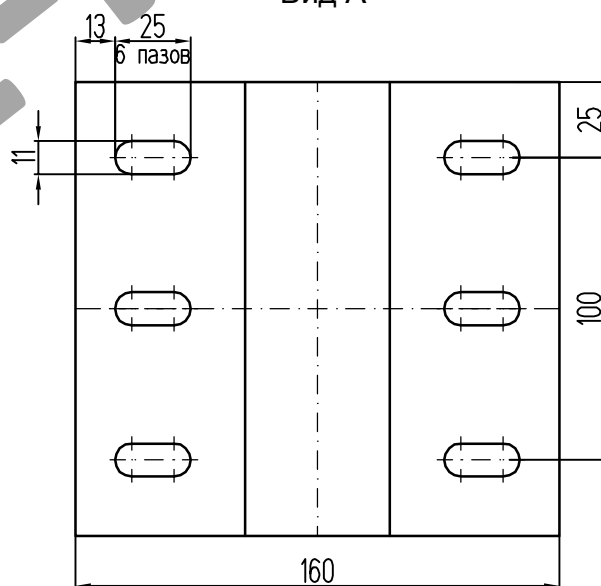
Обработка кронштейнов опорных КО



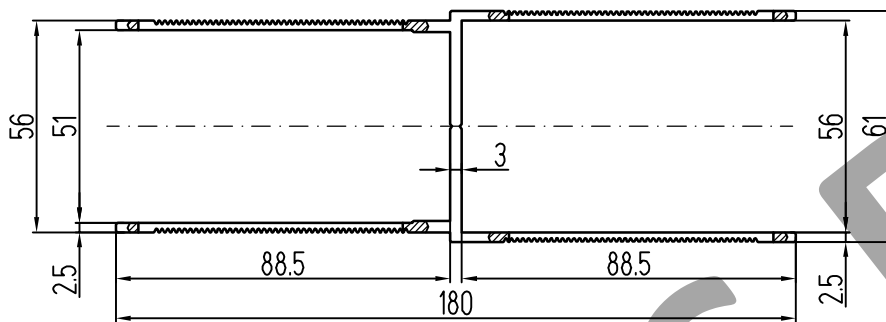
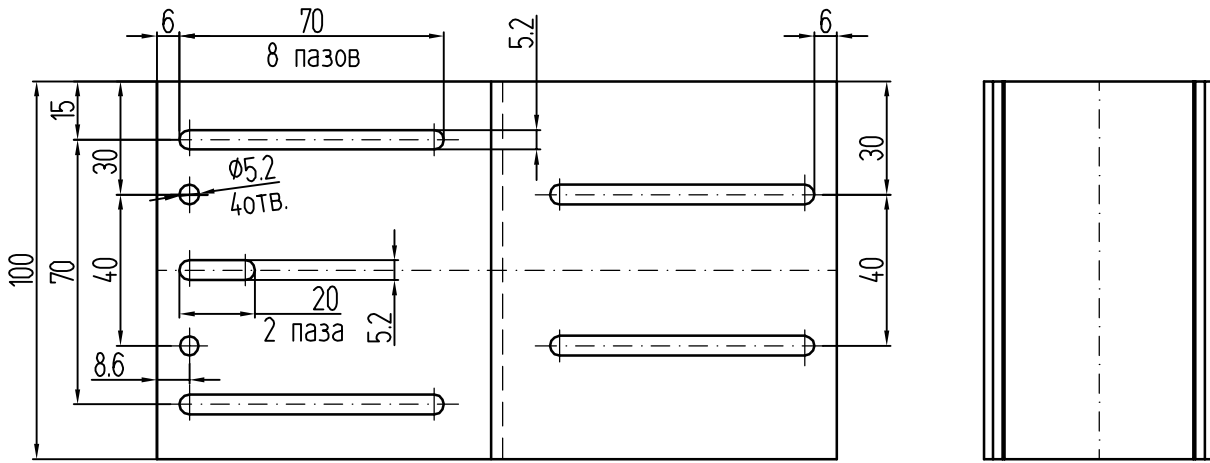
Обработка спаренных кронштейнов



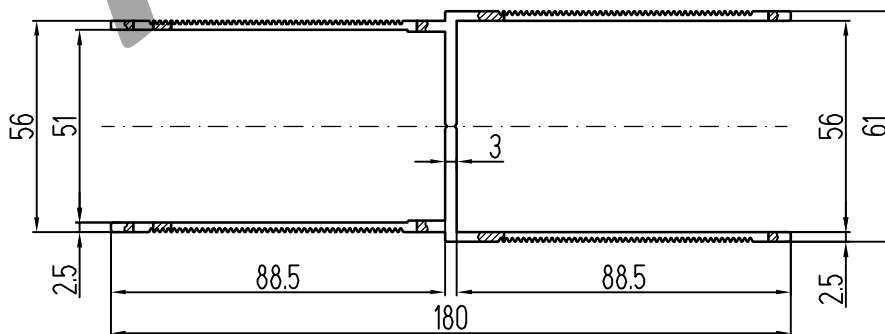
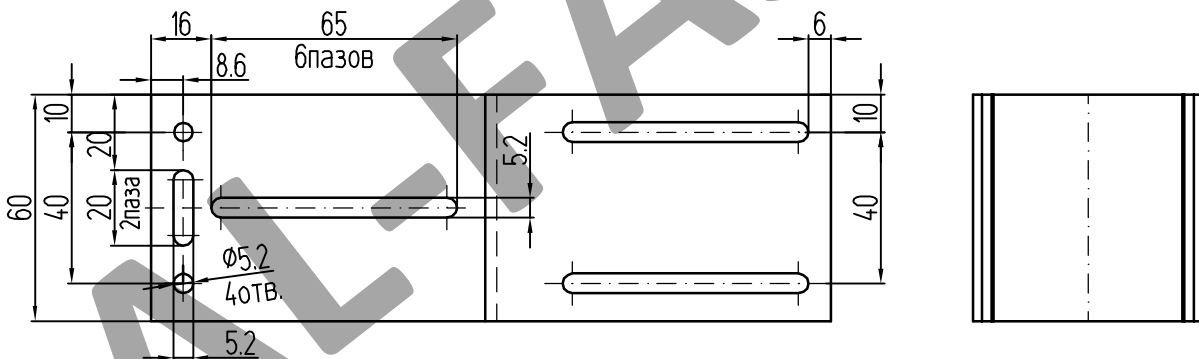
Вид А



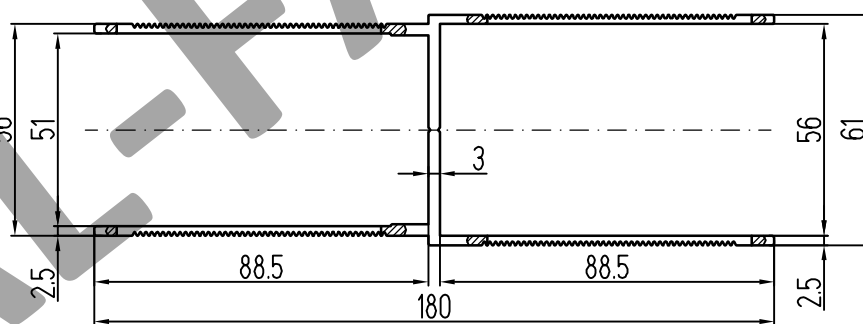
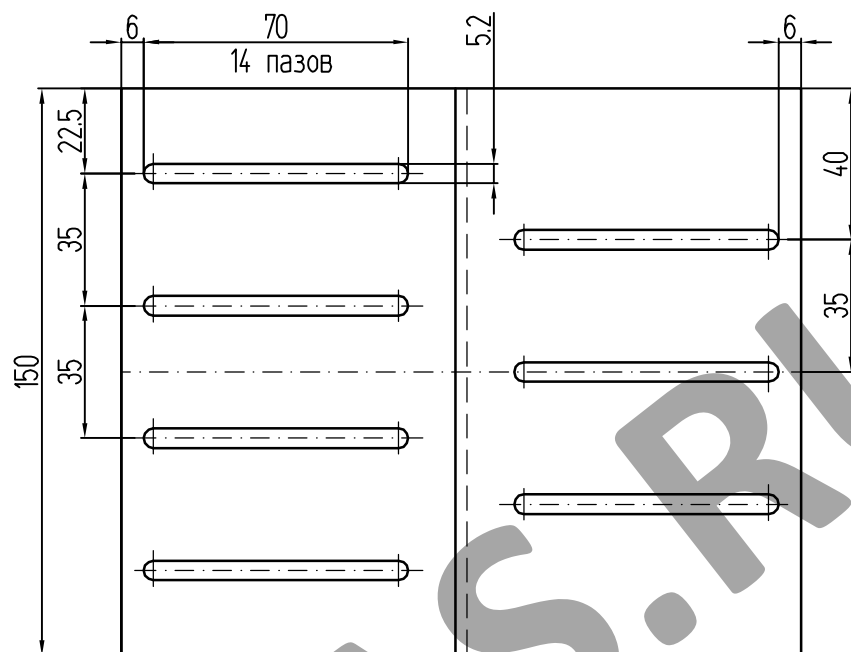
Обработка усиленных кронштейнов



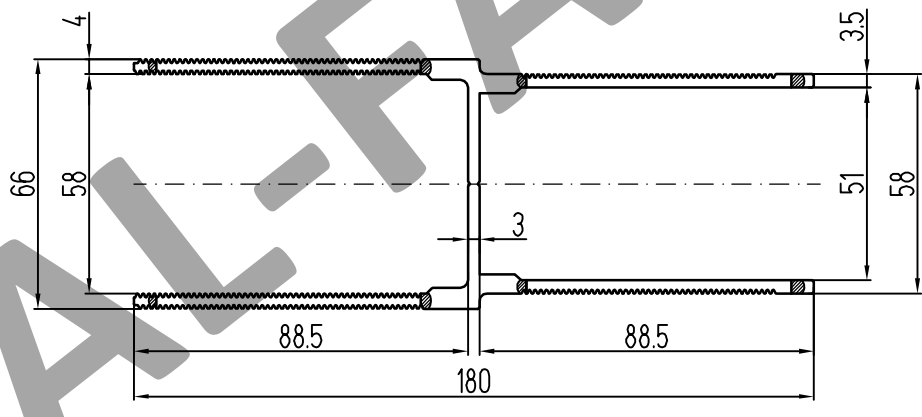
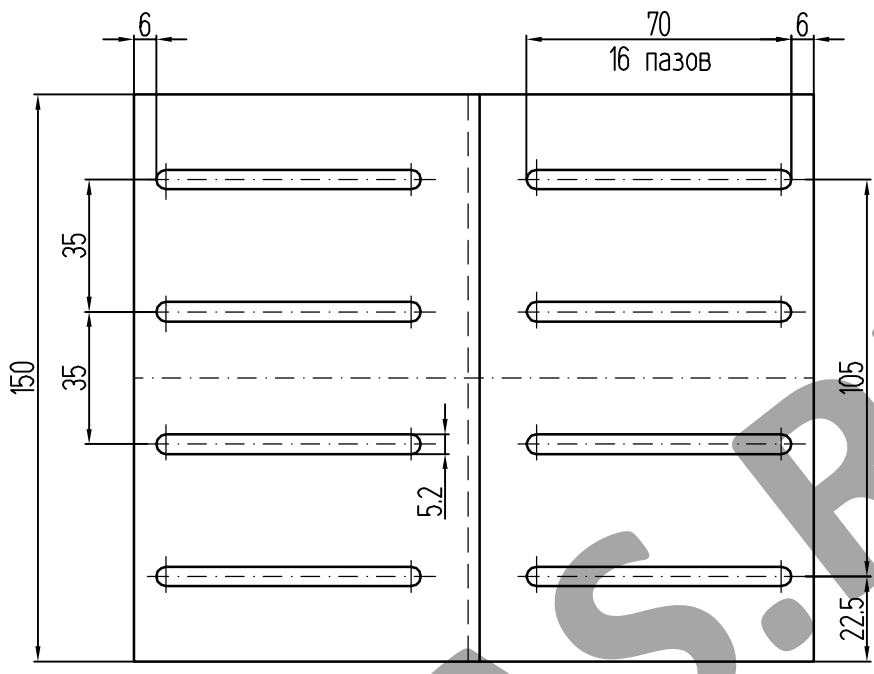
Обработка удлинителя кронштейна несущего УКН-180-КП45449-1



Обработка удлинителя кронштейна опорного УКО-180-КП45449-1



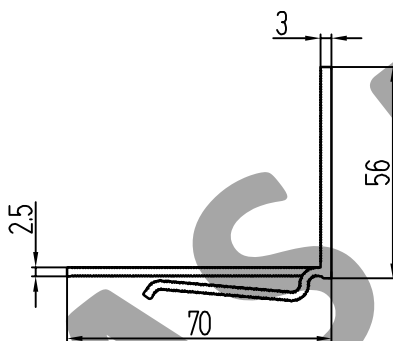
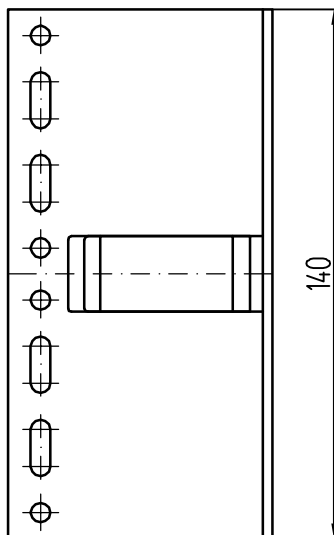
Обработка удлинителя кронштейна спаренного УКС-180-КП45449-1



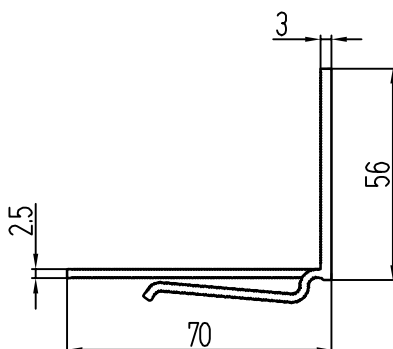
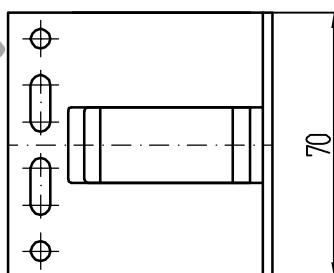
Обработка удлинителя кронштейна усиленного УКУ-180-КПС 580



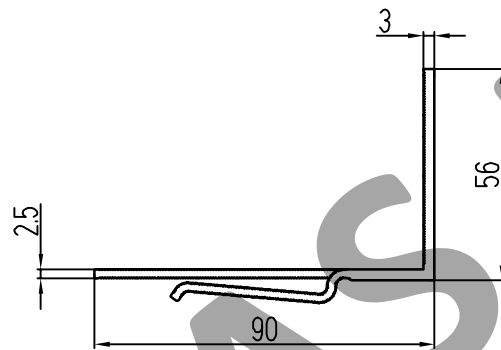
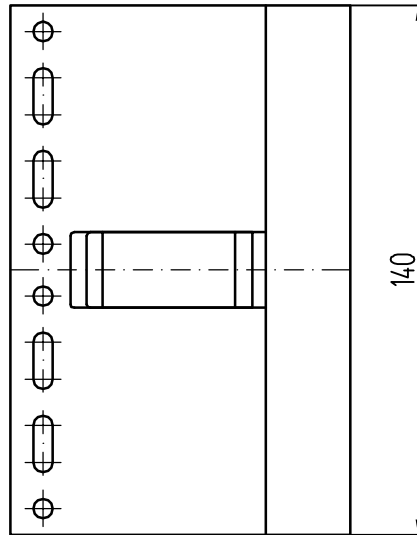
# Г-ОБРАЗНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ И УДЛИНИТЕЛИ



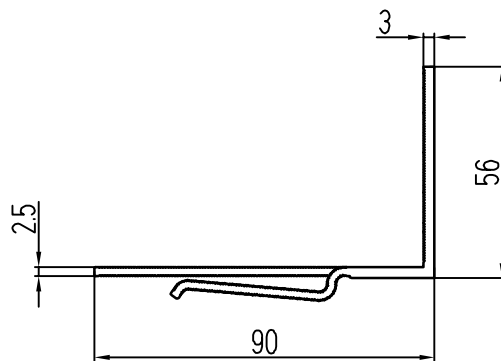
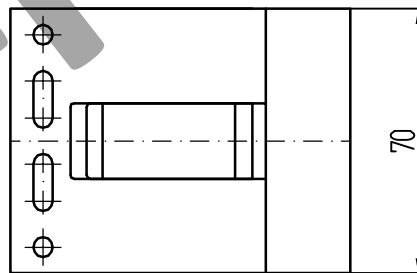
Кронштейн несущий КН-70-КПС 300-1



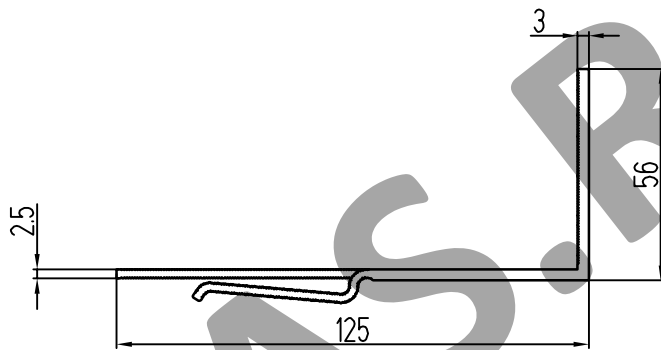
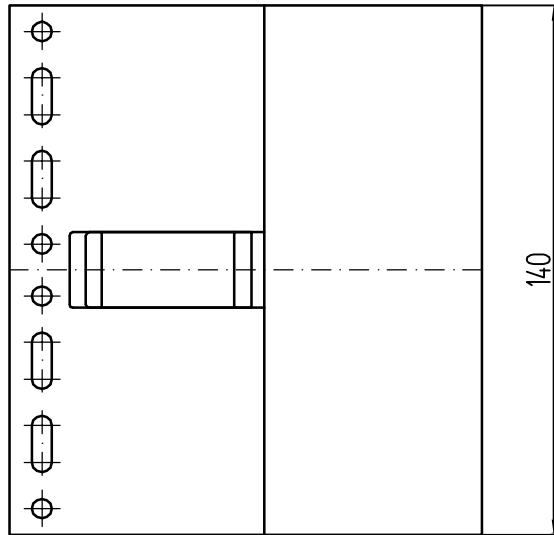
Кронштейн опорный КО-70-КПС 300-1



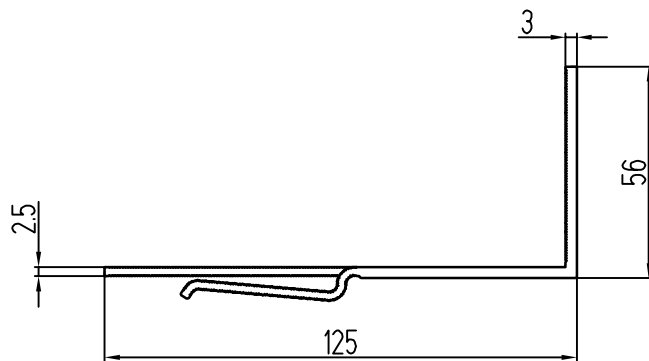
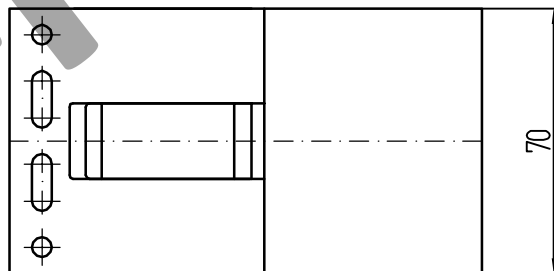
Кронштейн несущий КН-90-КПС 301-1



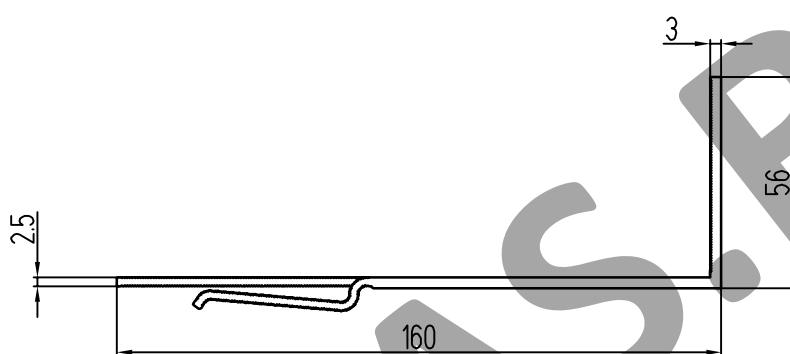
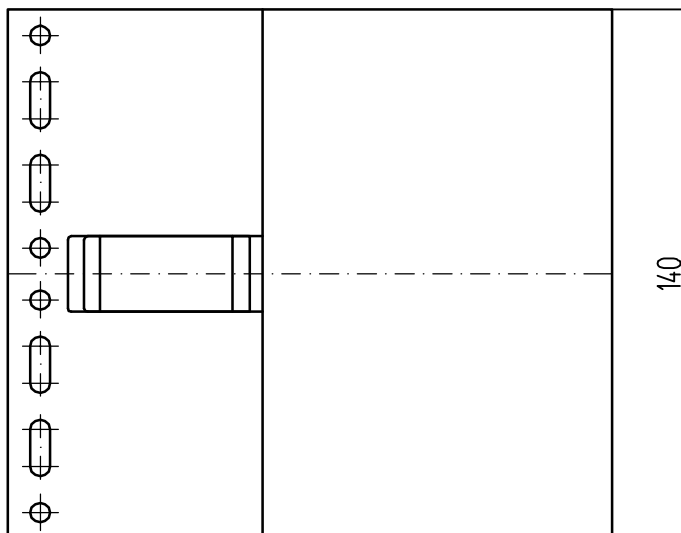
Кронштейн опорный КО-90-КПС 301-1



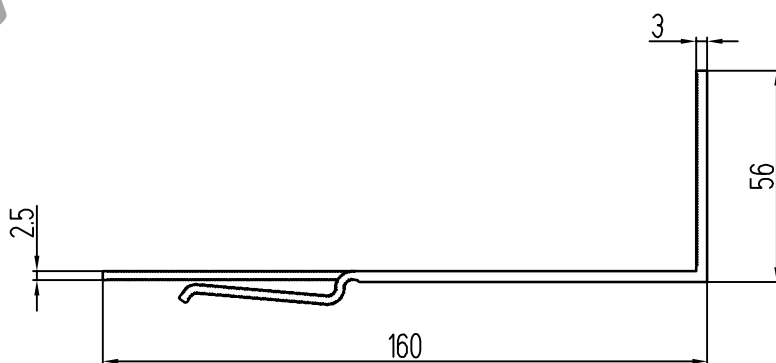
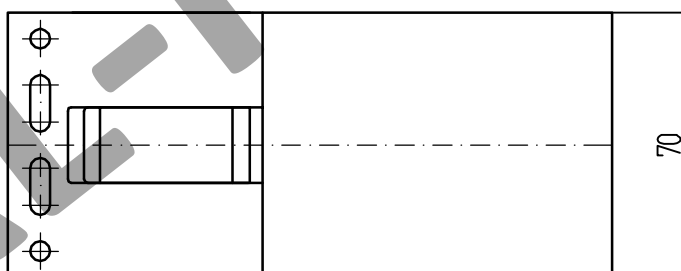
Кронштейн несущий КН-125-КПС 302-1



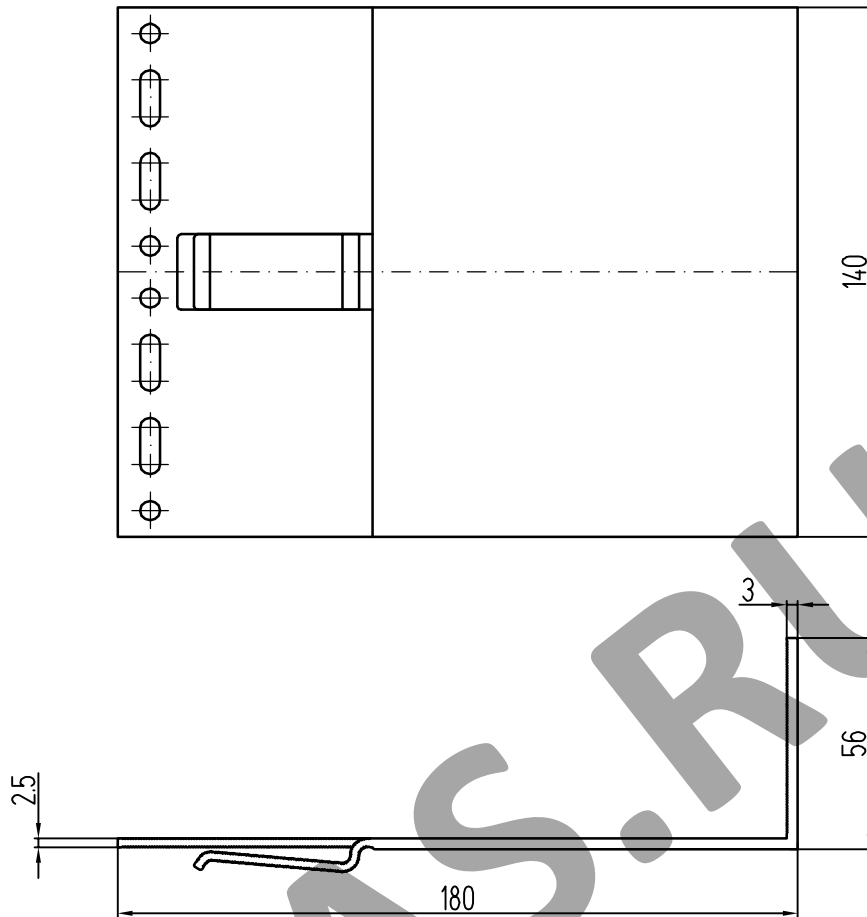
Кронштейн опорный КО-125-КПС 302-1



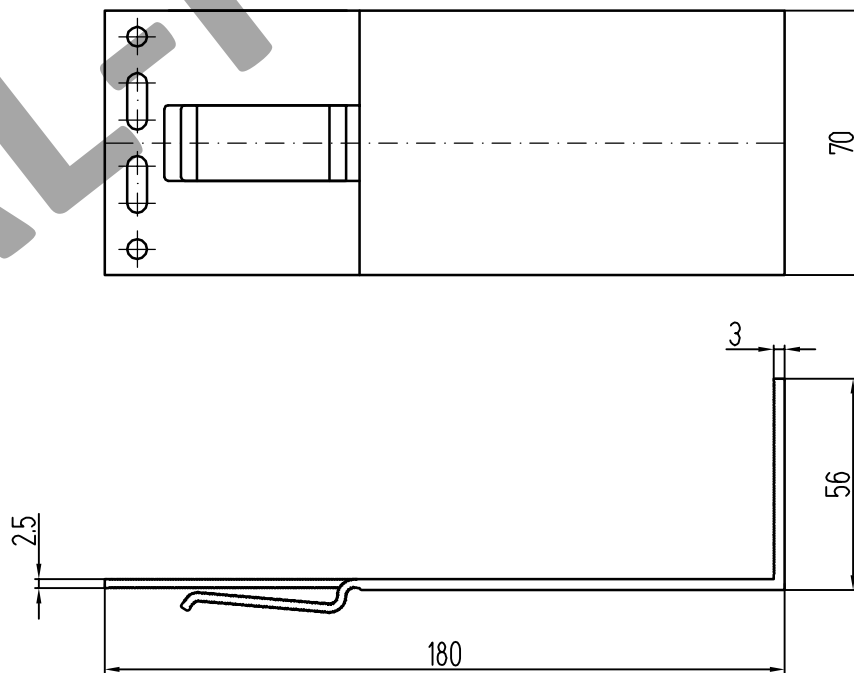
Кронштейн несущий КН-160-КПС 303-1



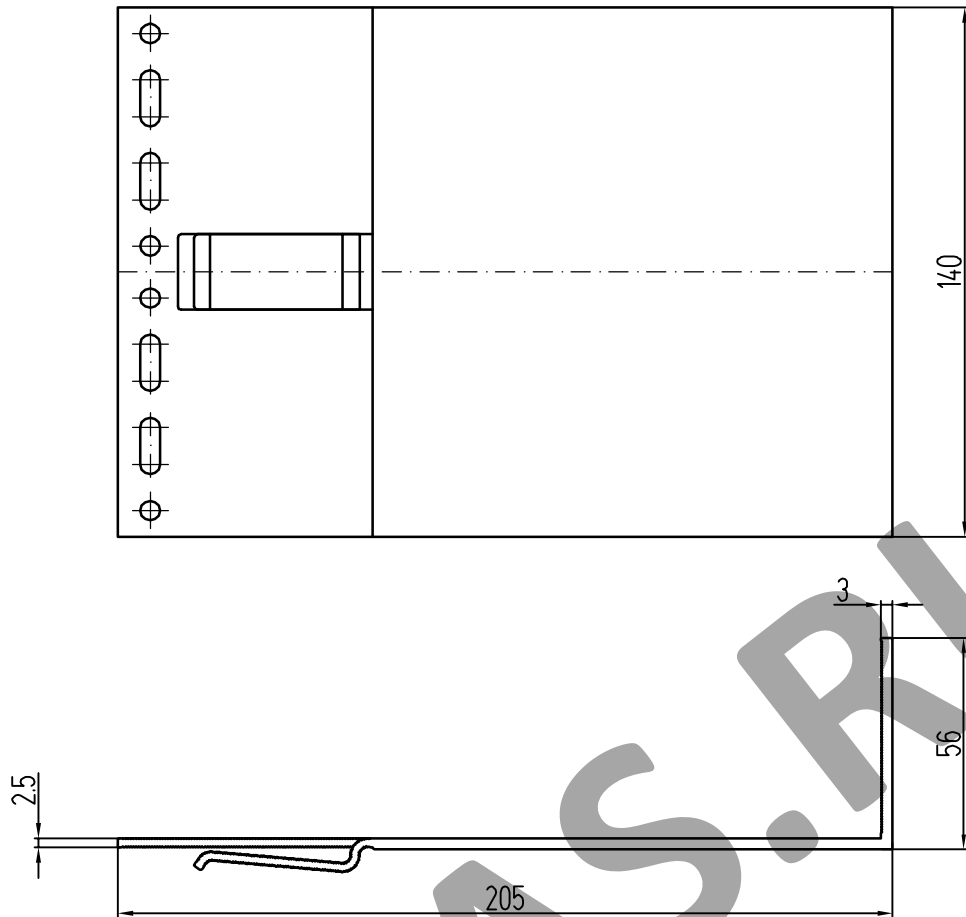
Кронштейн опорный КО-160-КПС 303-1



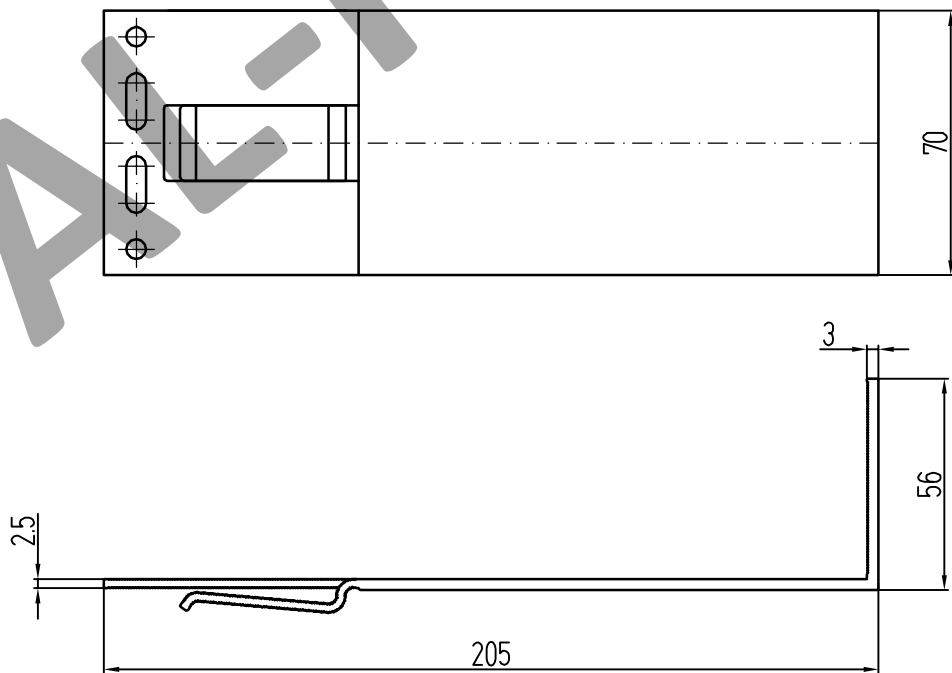
Кронштейн несущий КН-180-КПС 304-1



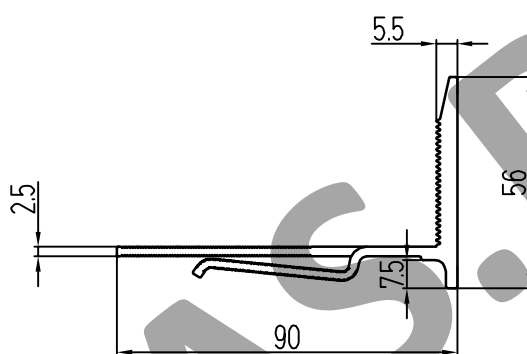
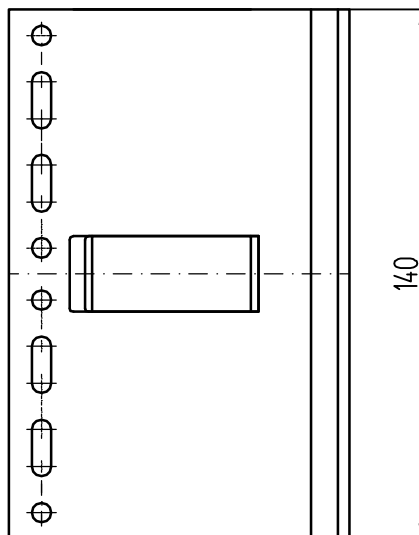
Кронштейн опорный КО-180-КПС 304-1



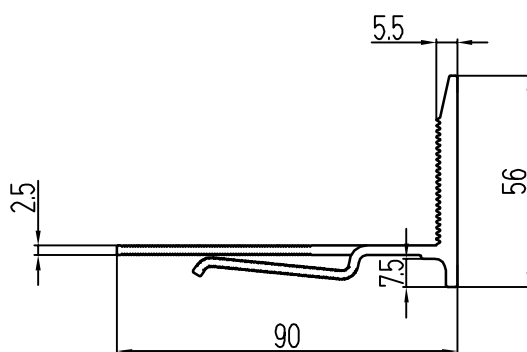
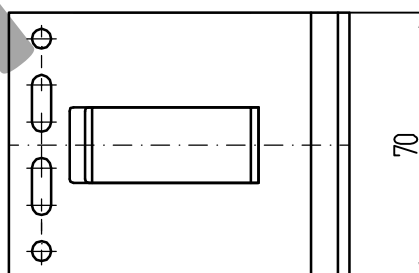
Кронштейн несущий КН-205-КПС 305-1



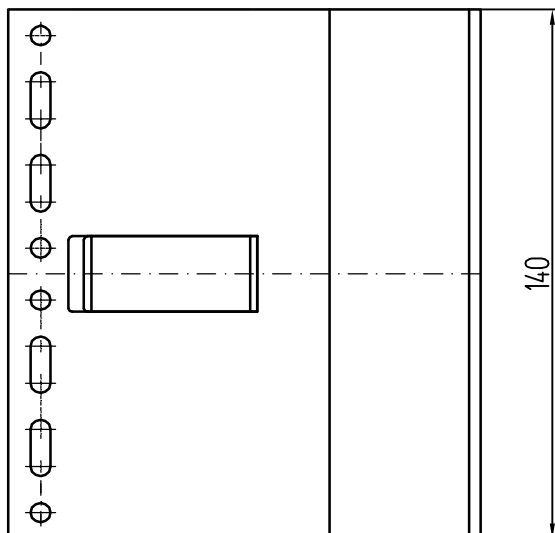
Кронштейн опорный КО-205-КПС 305-1



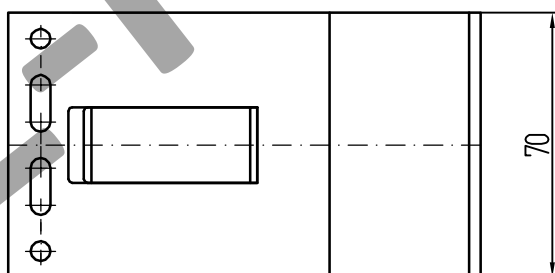
Кронштейн несущий КН-90-КПС 840



Кронштейн опорный КО-90-КПС 840

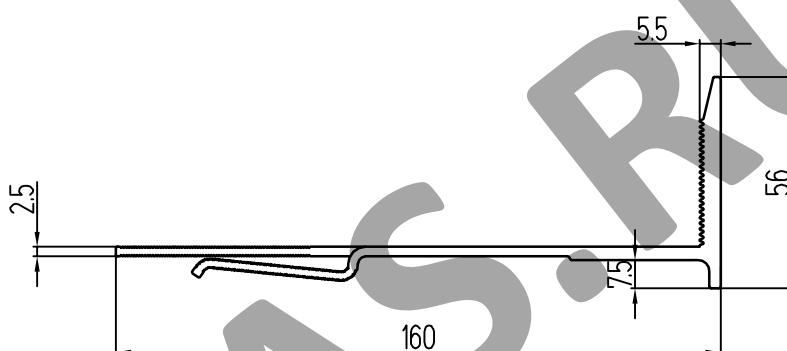
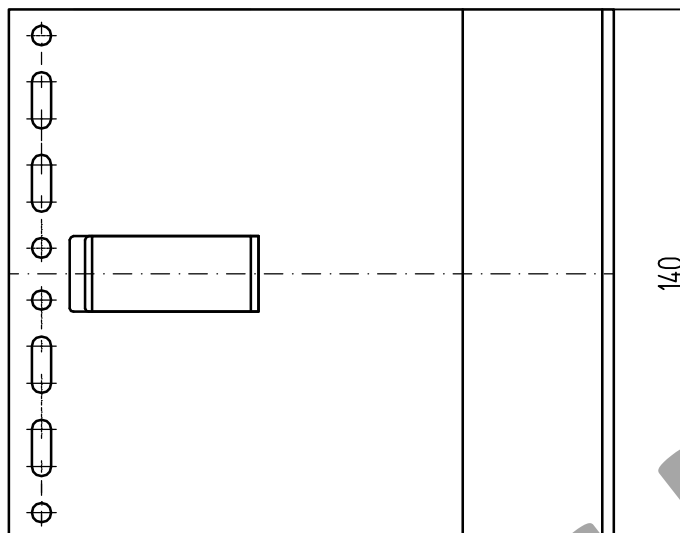


Кронштейн несущий КН-125-КПС 841

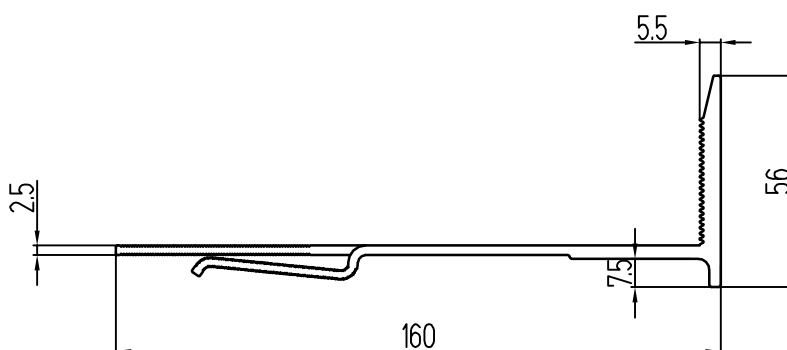
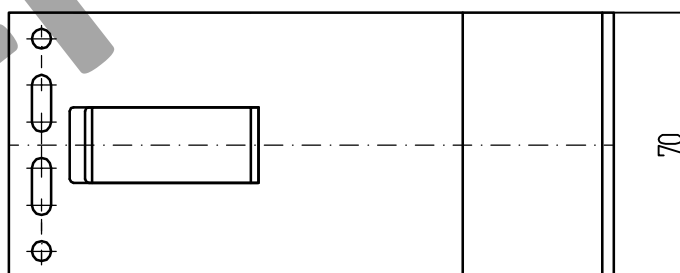


Кронштейн опорный КО-125-КПС 841

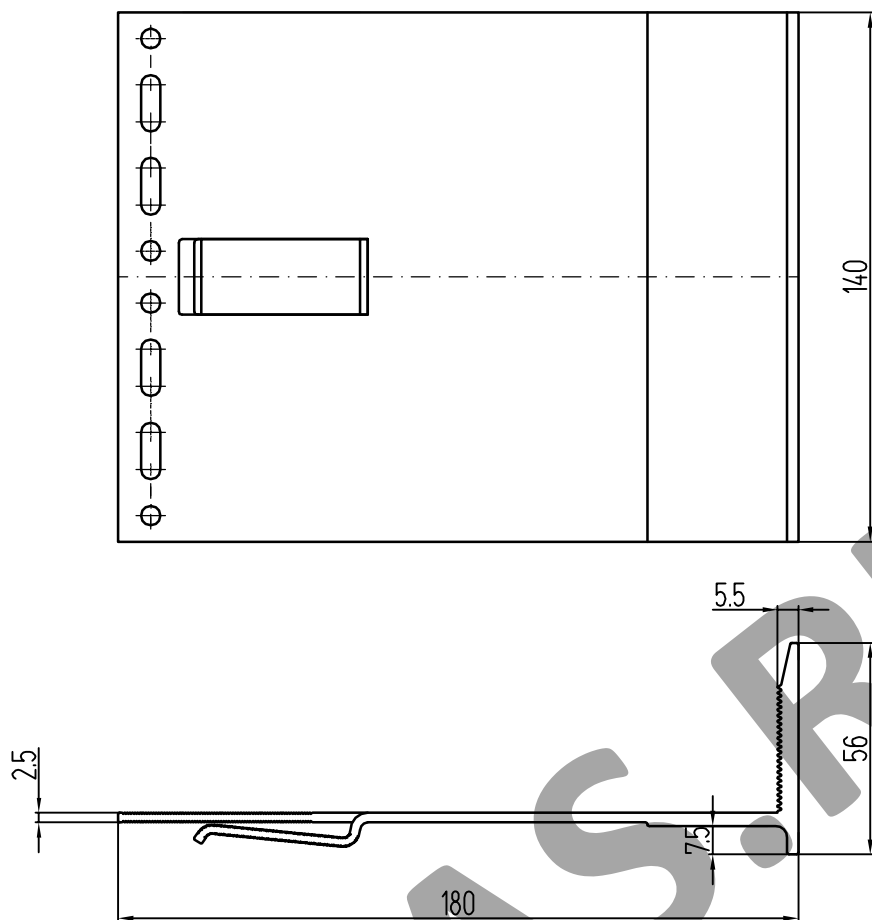




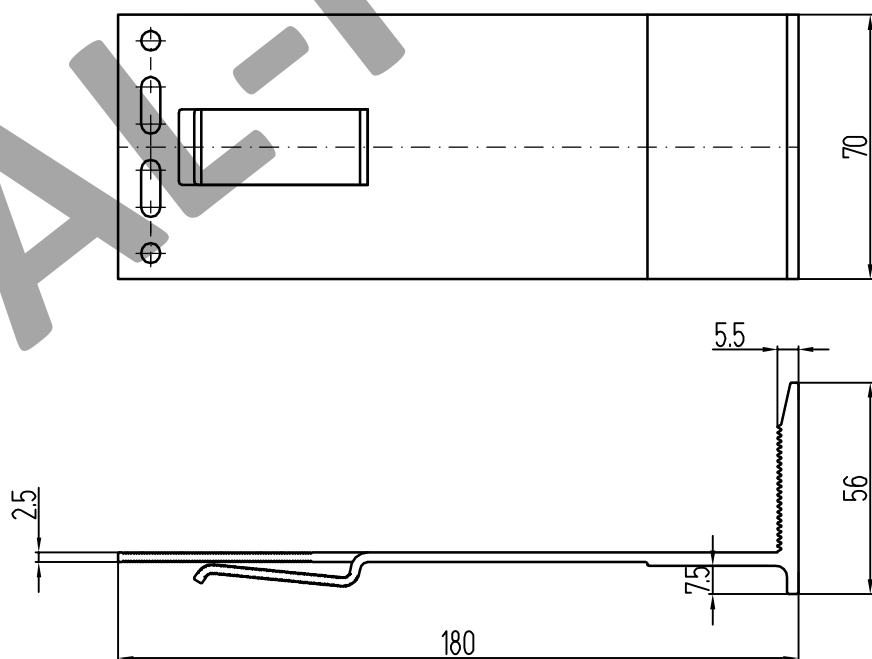
Кронштейн несущий КН-160-КПС 720



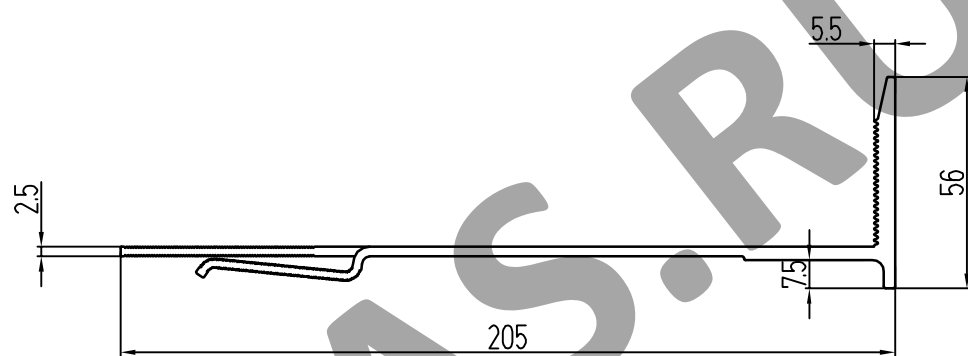
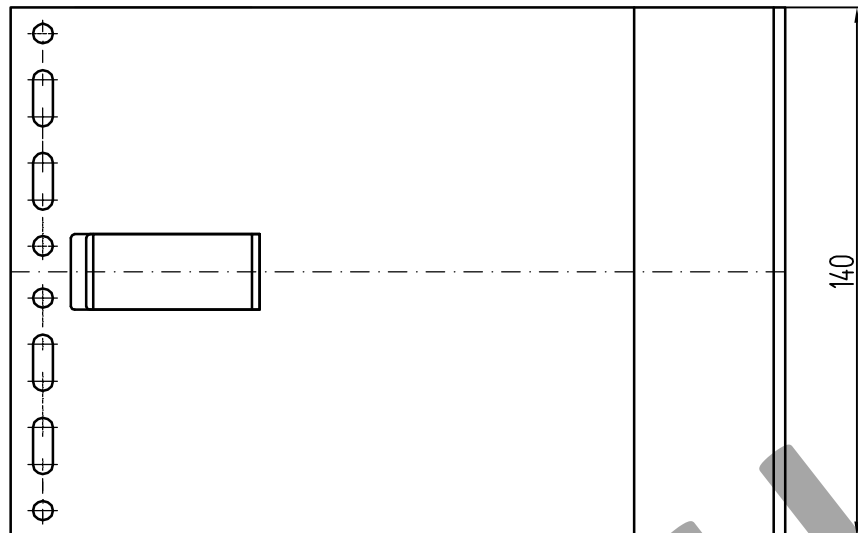
Кронштейн опорный КО-160-КПС 720



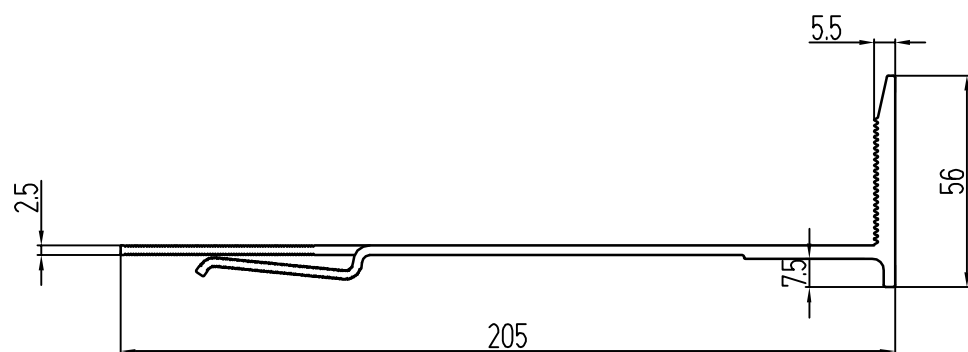
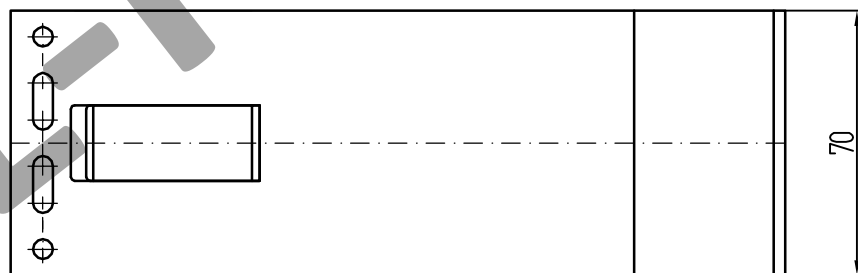
Кронштейн несущий КН-180-КПС 842



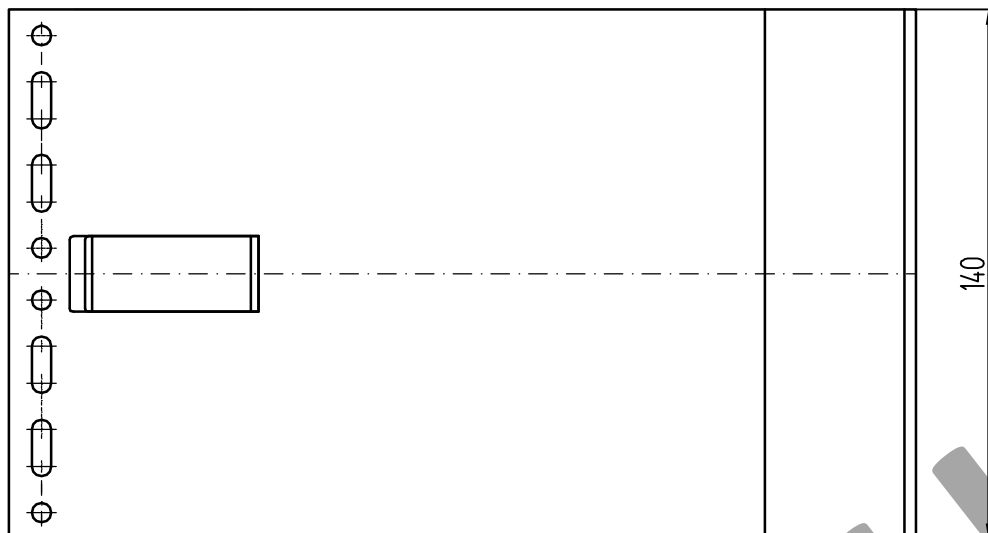
Кронштейн опорный КО-180-КПС 842



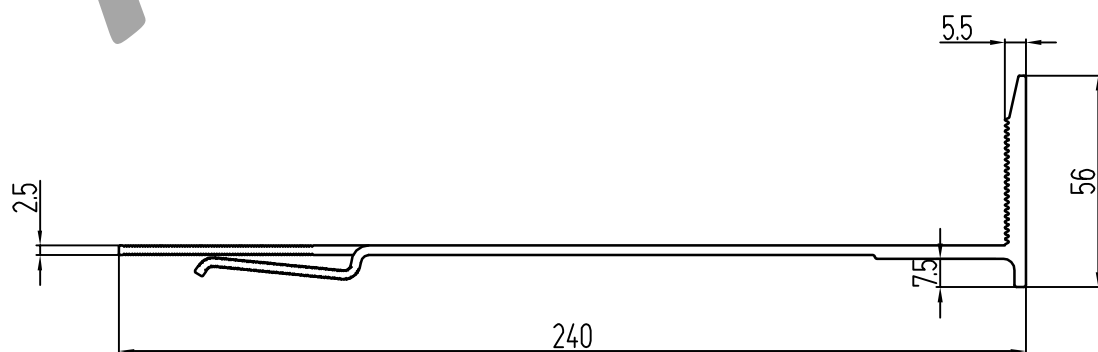
Кронштейн несущий КН-205-КПС 721



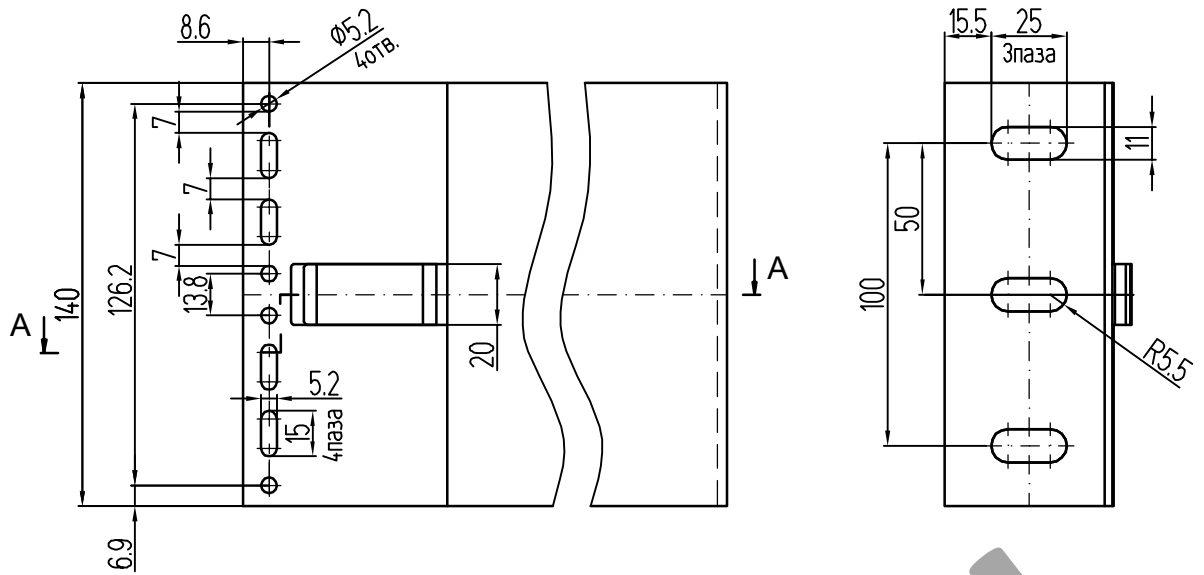
Кронштейн опорный КО-205-КПС 721



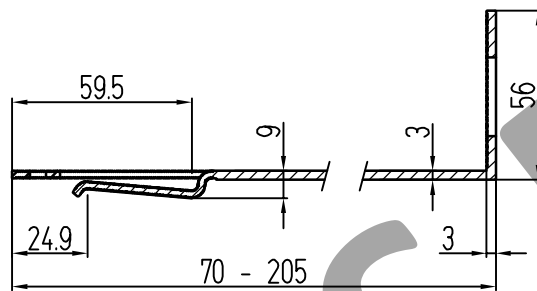
Кронштейн несущий КН-240-КПС 722



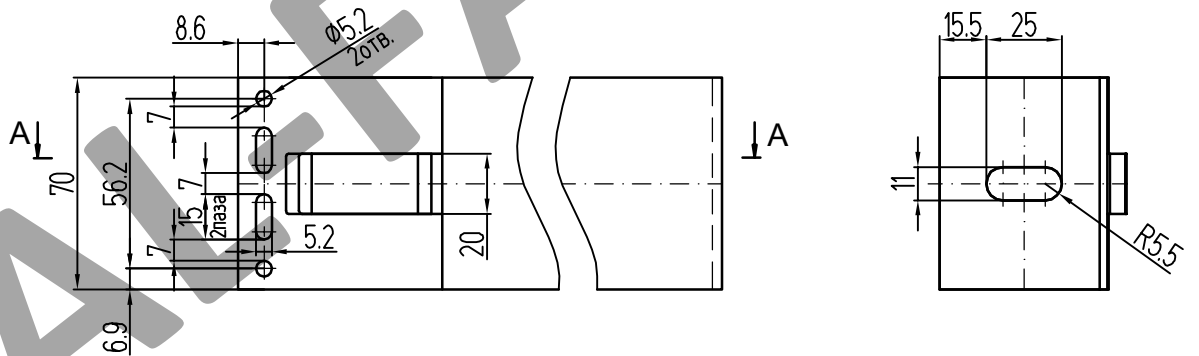
Кронштейн опорный КО-240-КПС 722



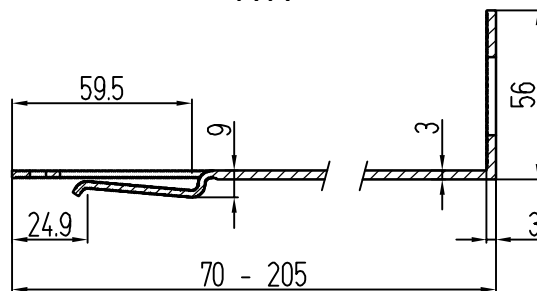
A-A



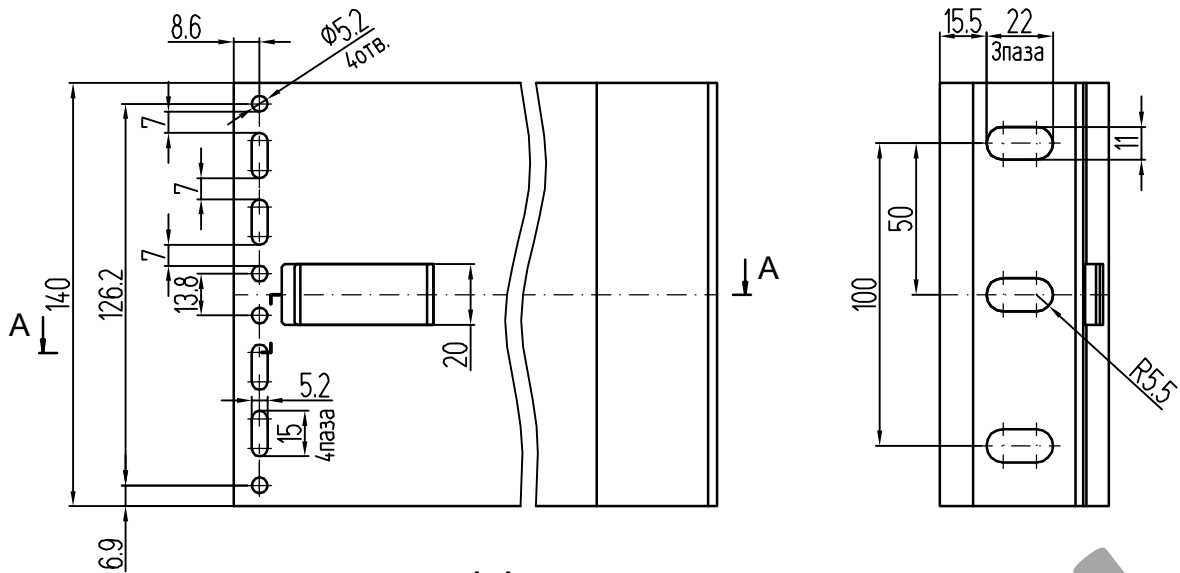
Обработка кронштейнов несущих КН  
(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



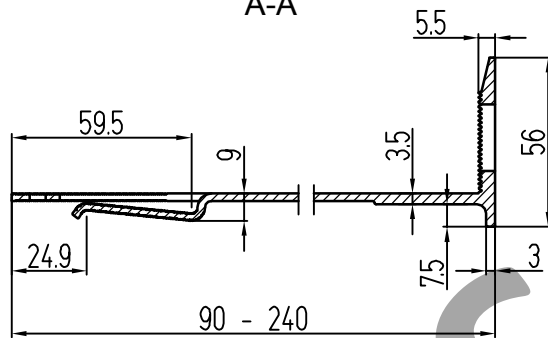
A-A



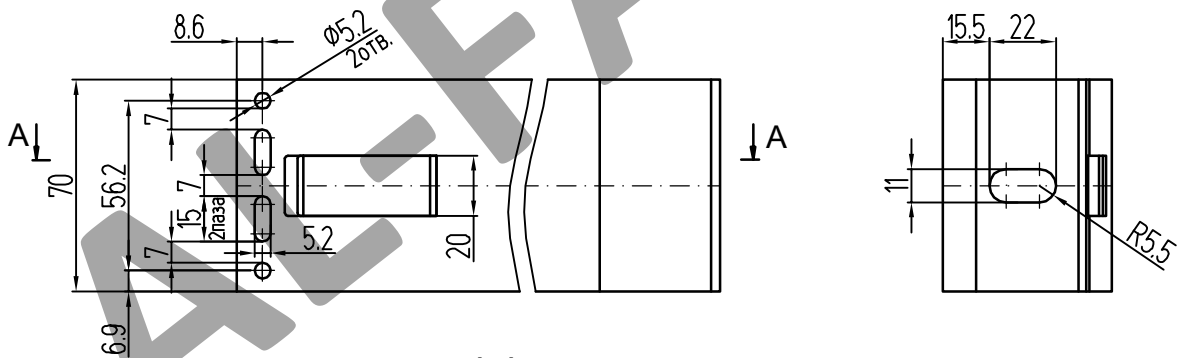
Обработка кронштейнов опорных КО  
(КПС 300-1, КПС 301-1, КПС 302-1, КПС 303-1, КПС 304-1, КПС 305-1)



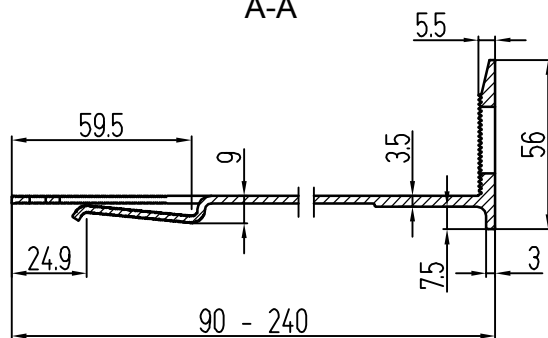
A-A



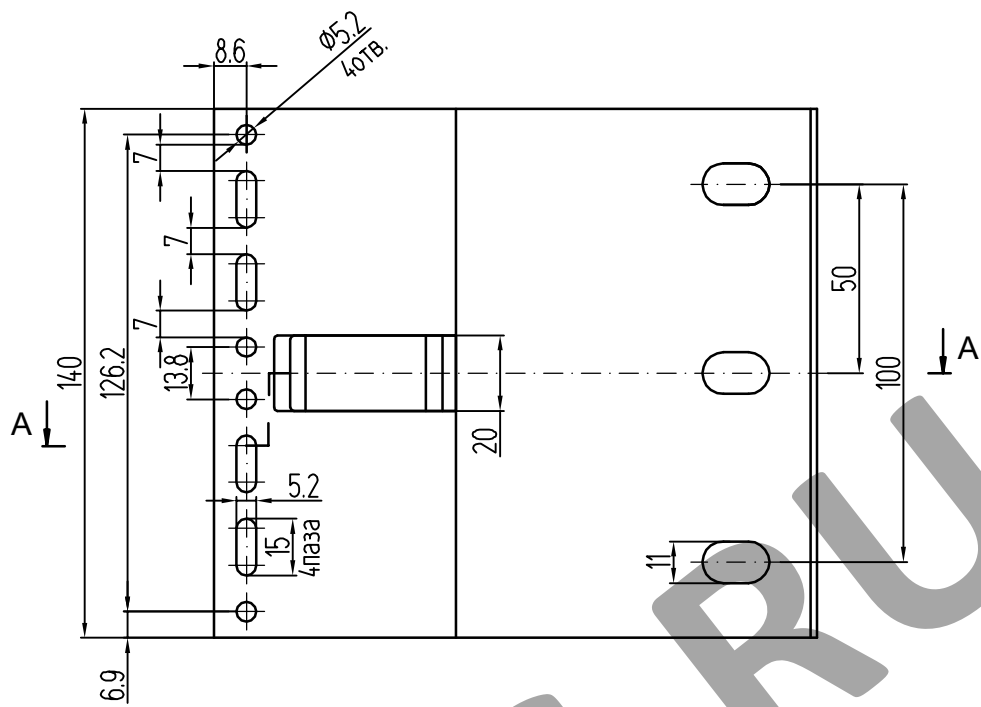
Обработка кронштейнов несущих КН  
(КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841, КПС 842)



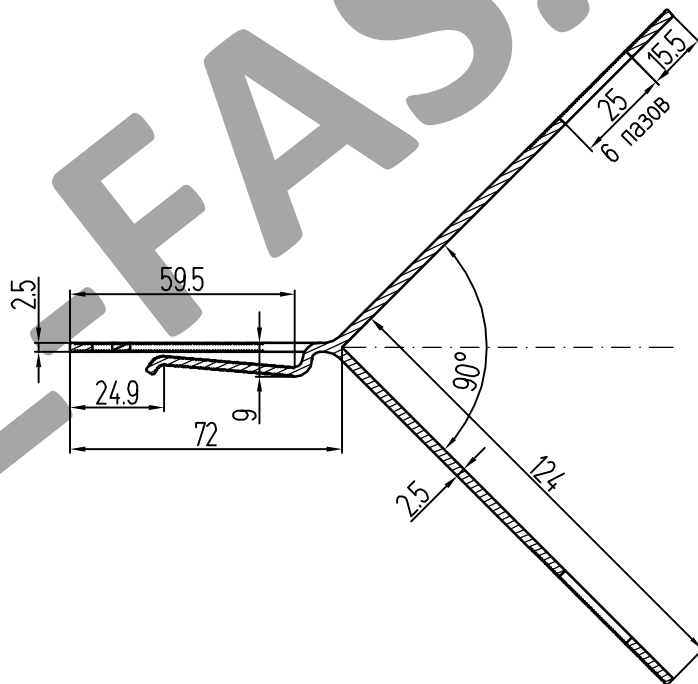
A-A



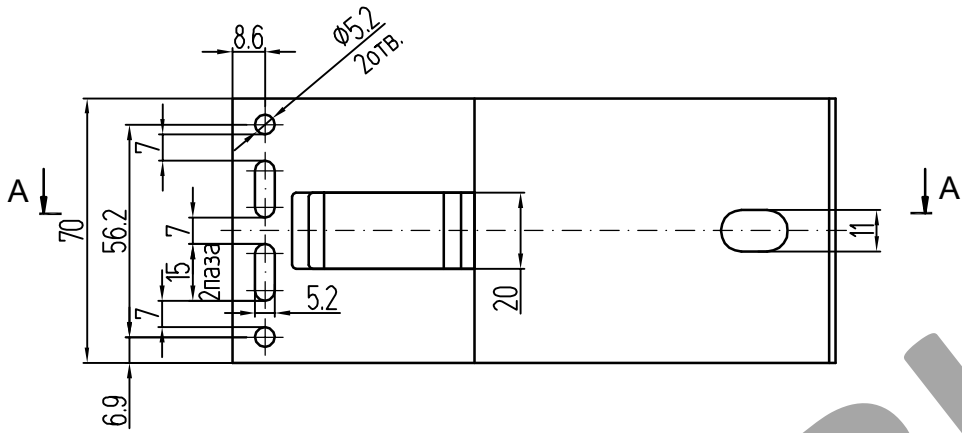
Обработка кронштейнов опорных КО  
(КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841, КПС 842)



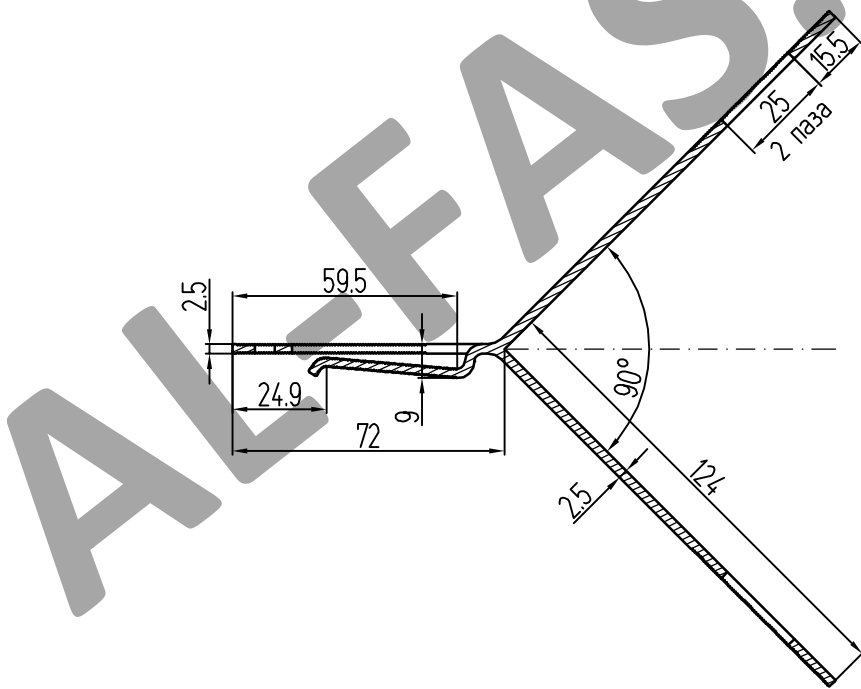
A-A



Обработка кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374

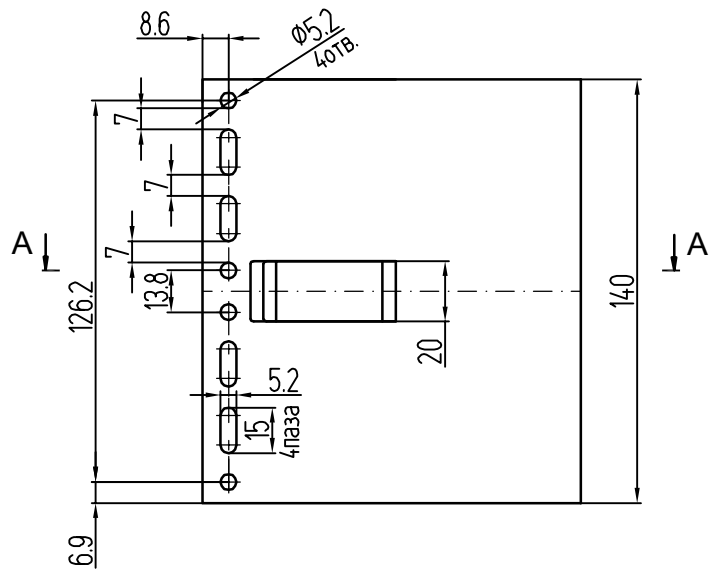


A-A

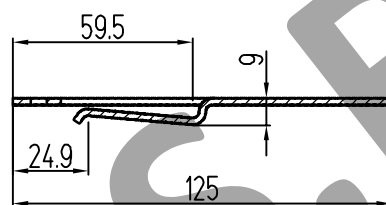


Обработка кронштейна опорного углового КОУ-КПС 374

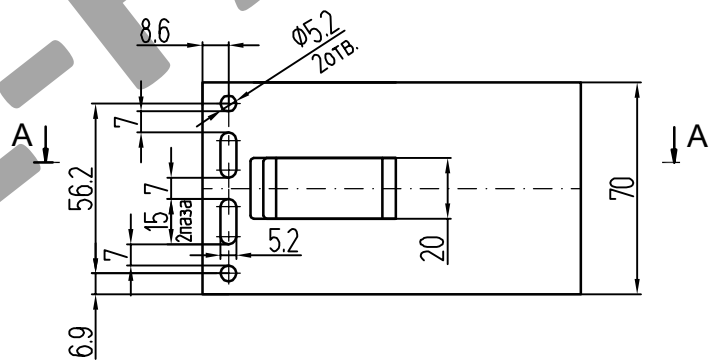




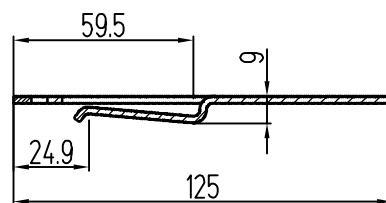
A-A



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

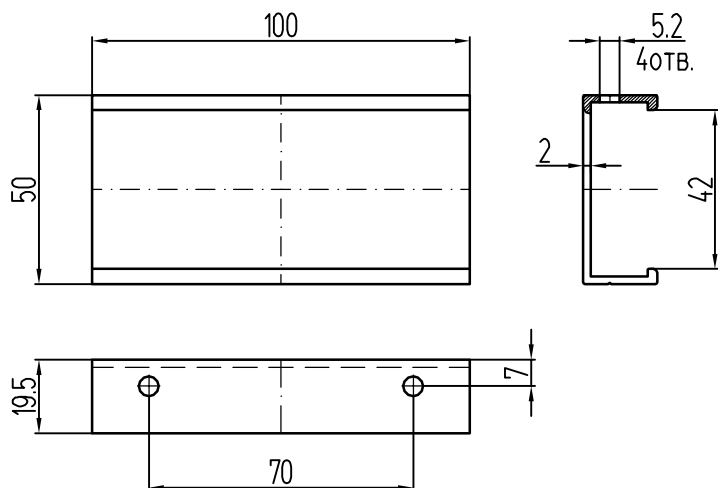


A-A

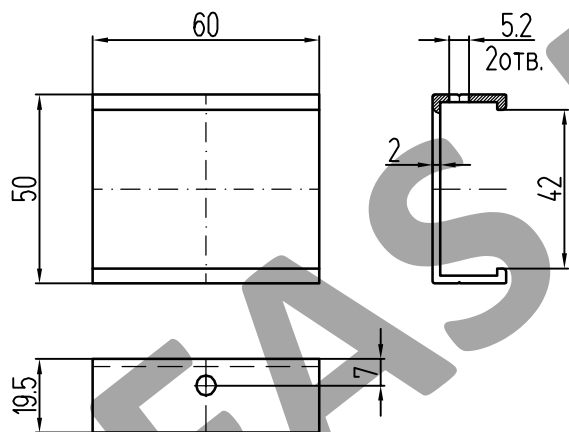


Обработка удлинителя кронштейна опорного УКО-125-КПС 306-1

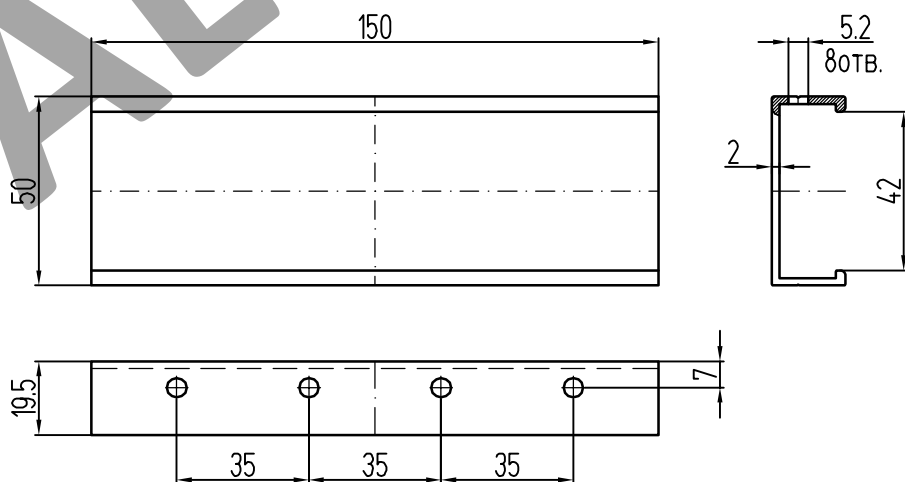
# САЛАЗКИ



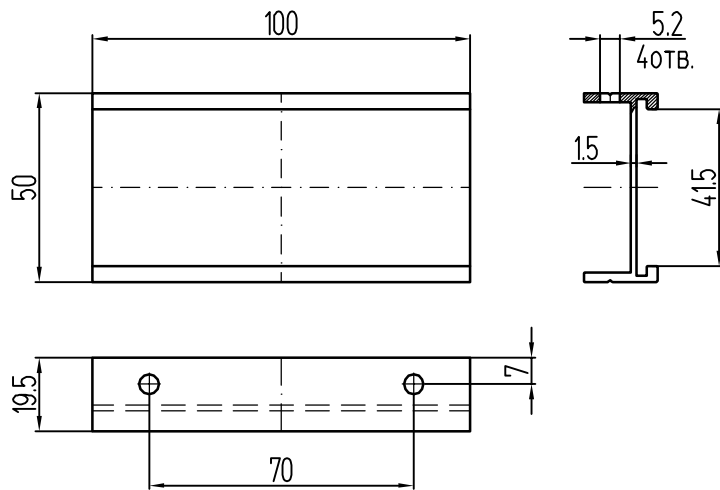
Салазка большая СБ-КП45461



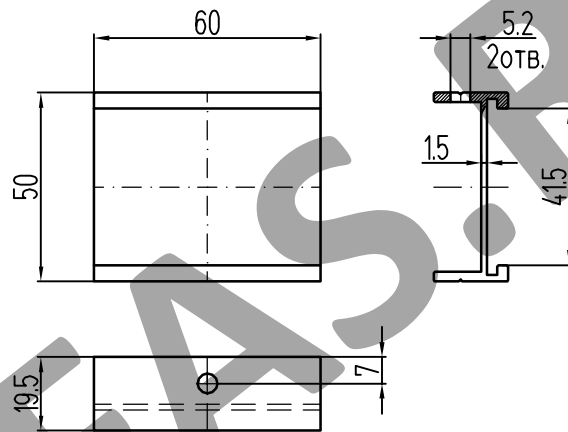
Салазка малая СМ-КП45461



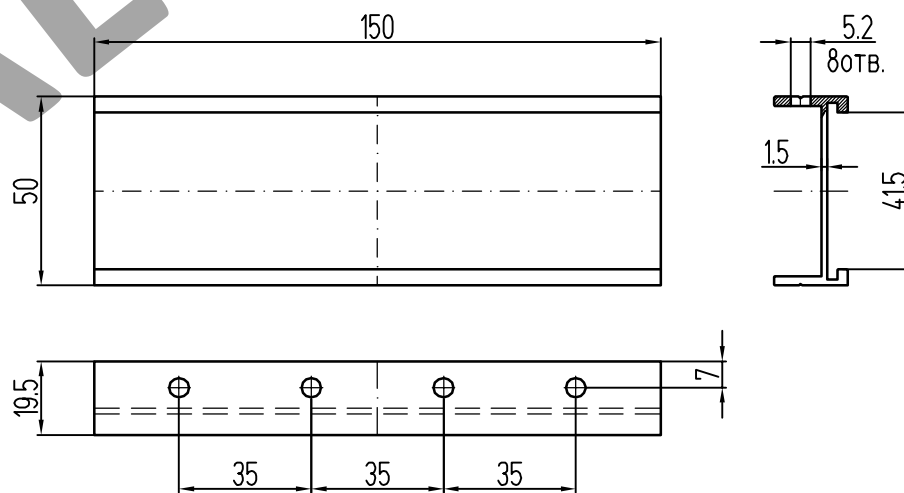
Салазка увеличенная СУ-КП45461



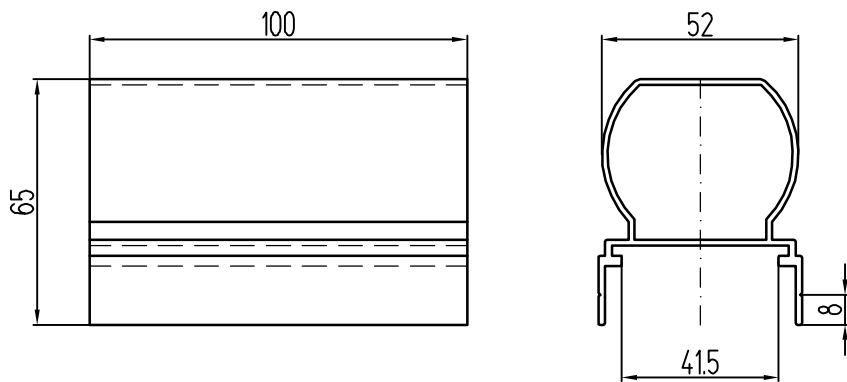
Салазка большая СБ-КПС 257



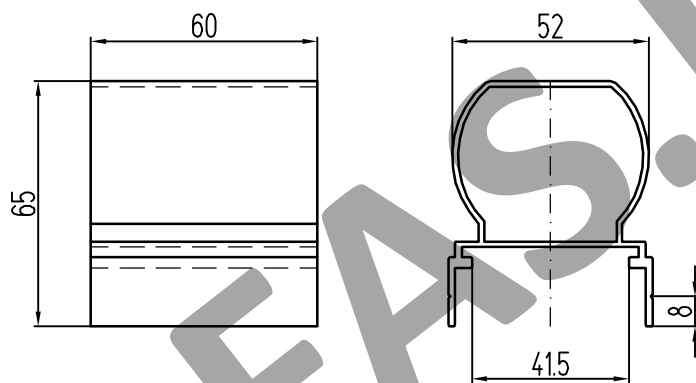
Салазка малая СМ-КПС 257



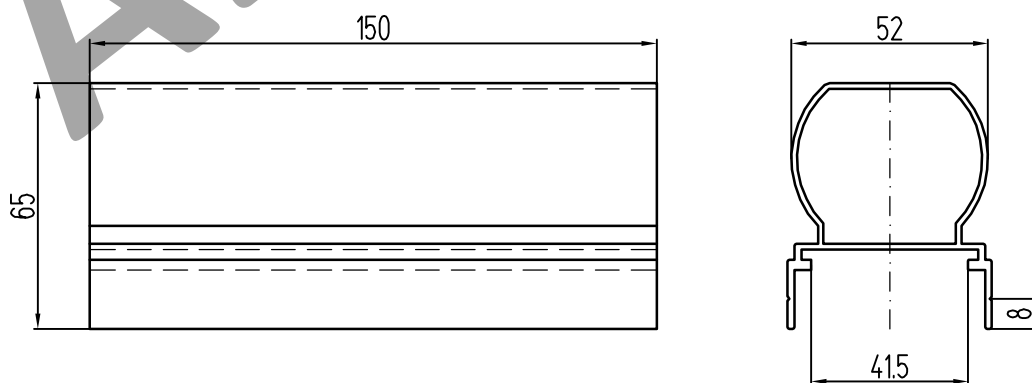
Салазка увеличенная СУ-КПС 257



Салазка большая СБ-КПС 581

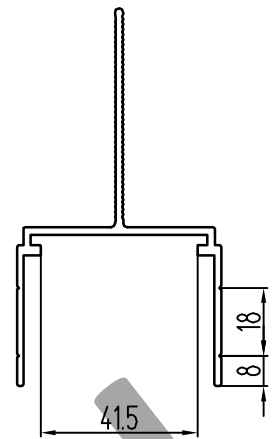
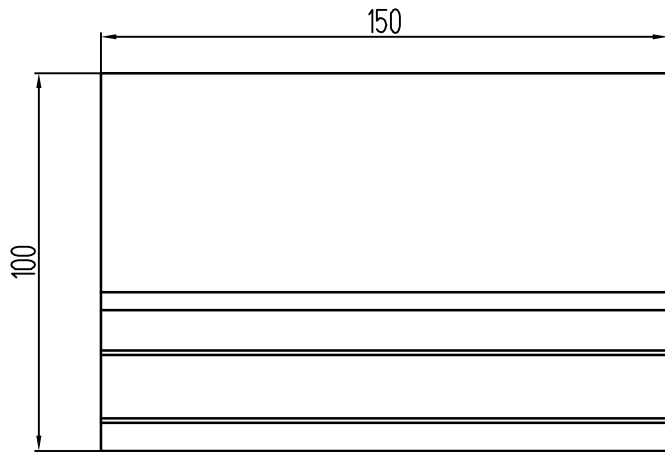


Салазка малая СМ-КПС 581

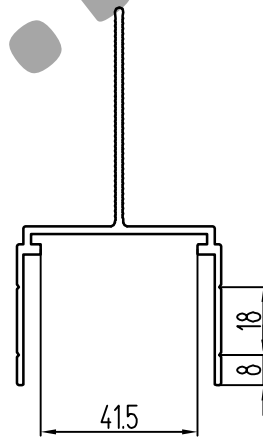
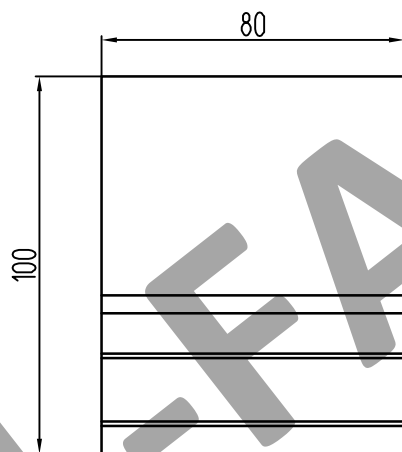


Салазка увеличенная СУ-КПС 581

## АДАПТЕРЫ

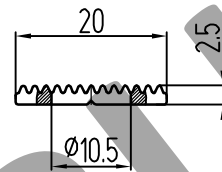
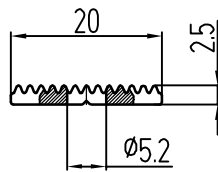
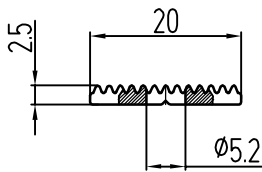
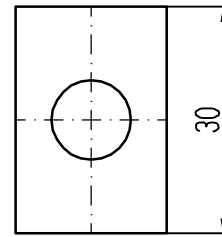
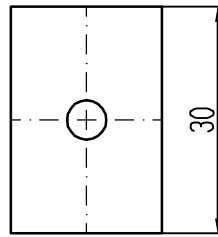
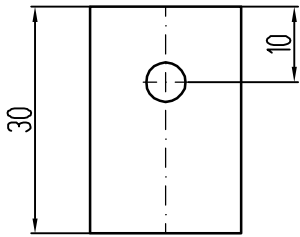


Адаптер большой АБ-КПС 819



Адаптер малый АМ-КПС 819

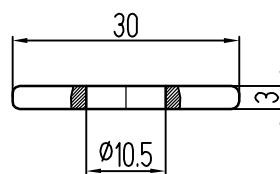
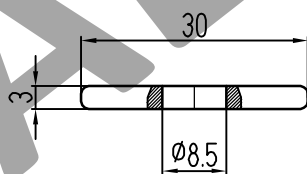
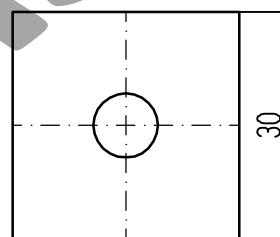
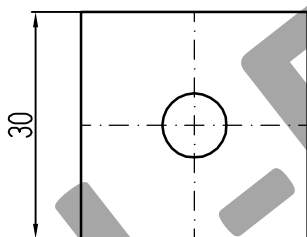
# ШАЙБЫ ФИКСИРУЮЩИЕ



Шайба  
фиксирующая  
ШФ-5-КП45435-1

Шайба  
фиксирующая  
ШФ-5ц-КП45435-1

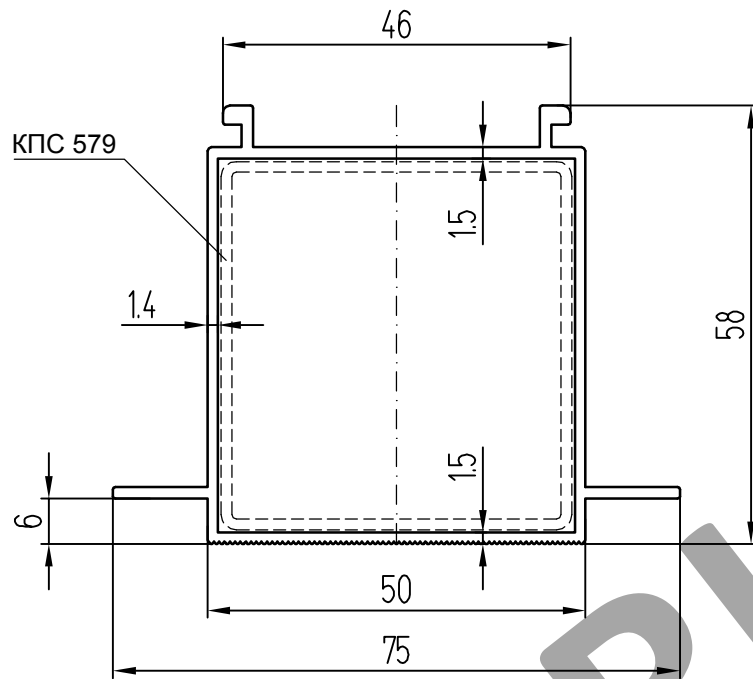
Шайба  
фиксирующая  
ШФ-10-КП45435-1



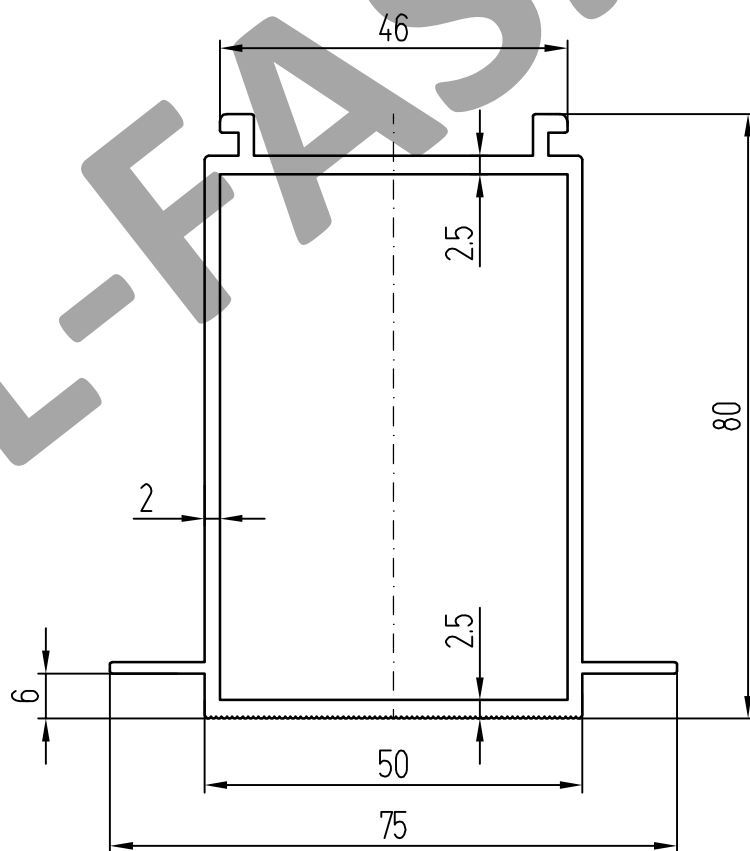
Шайба  
фиксирующая  
ШФ-8-ПК 801-2

Шайба  
фиксирующая  
ШФ-10-ПК 801-2

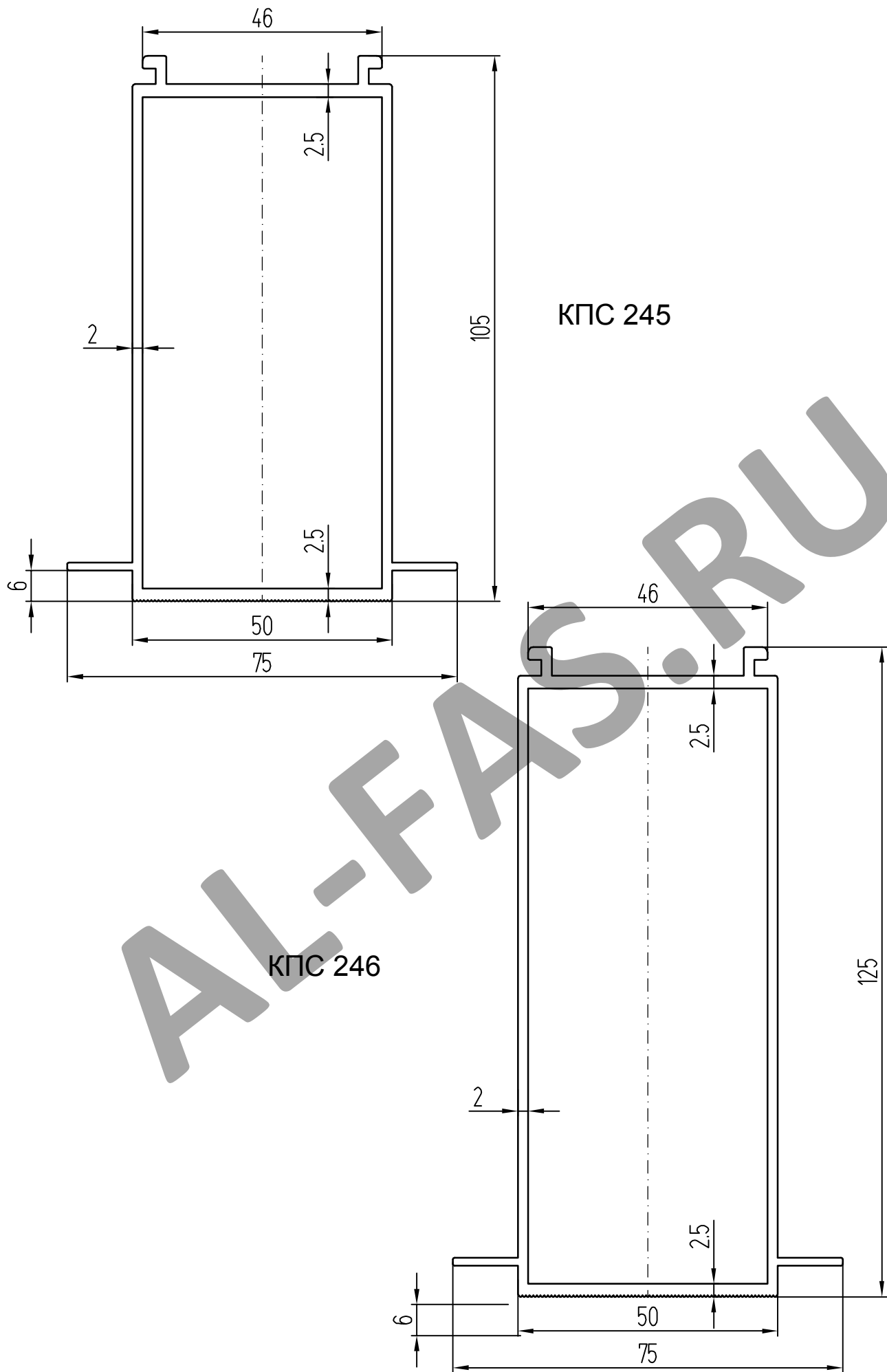
# НАПРАВЛЯЮЩИЕ



КП45480-1

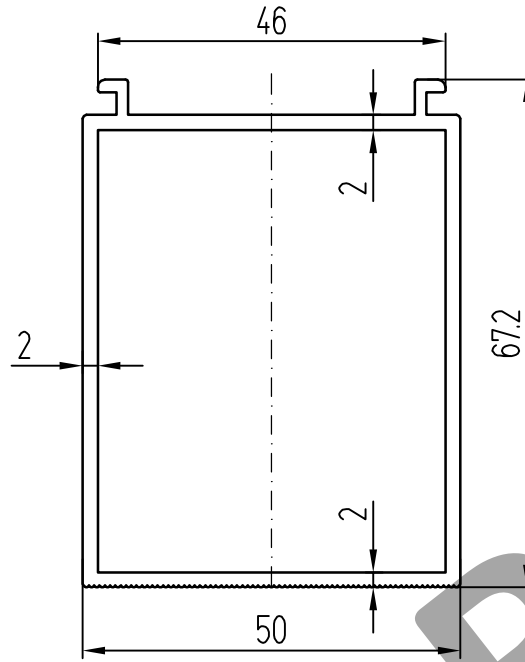


КПС 010

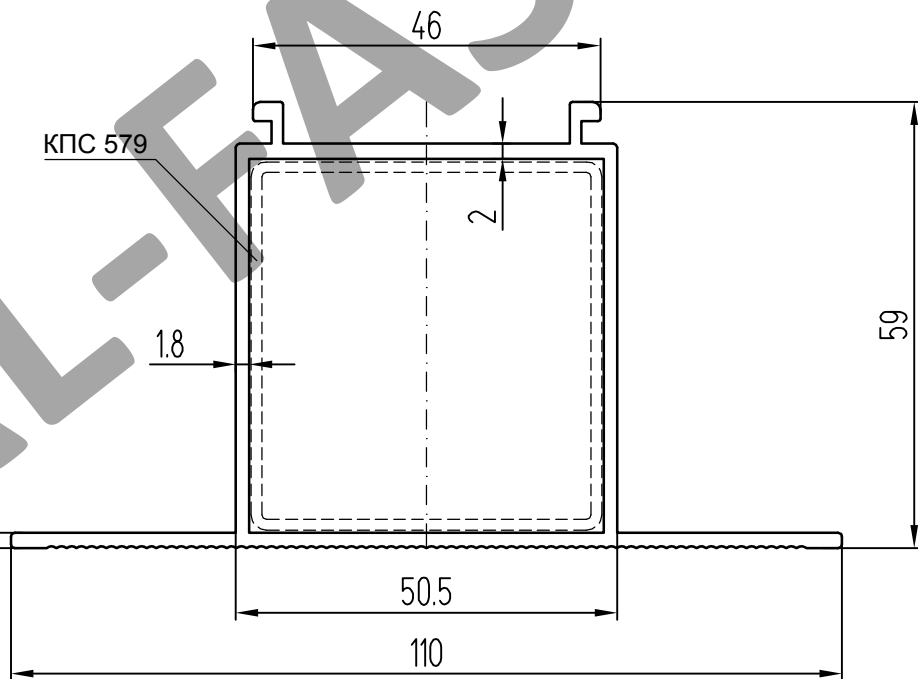


ALFA.S.RU



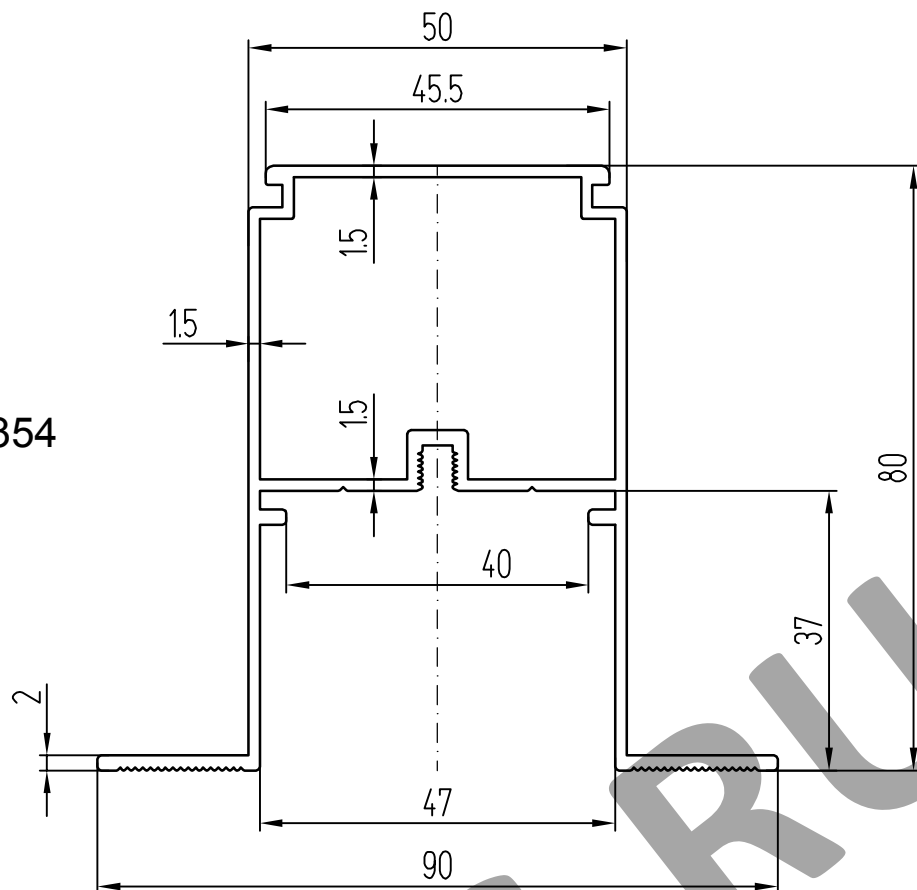


КП451362

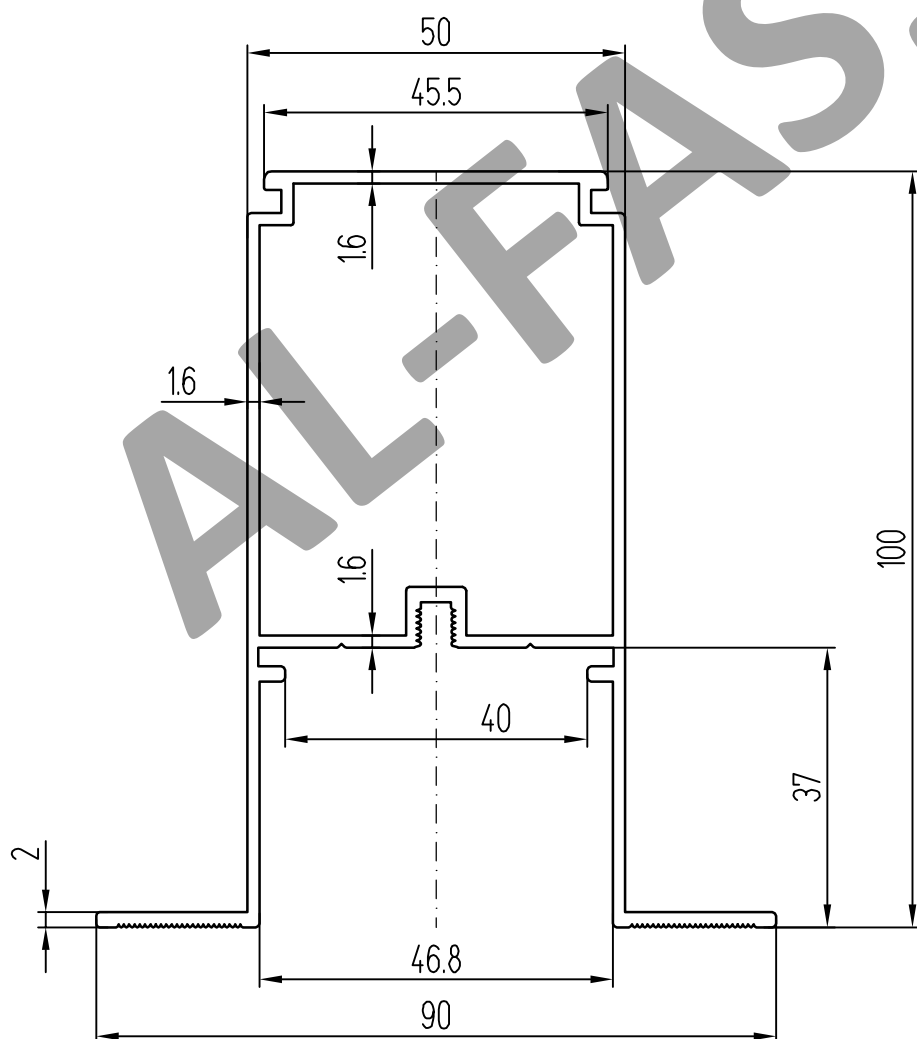


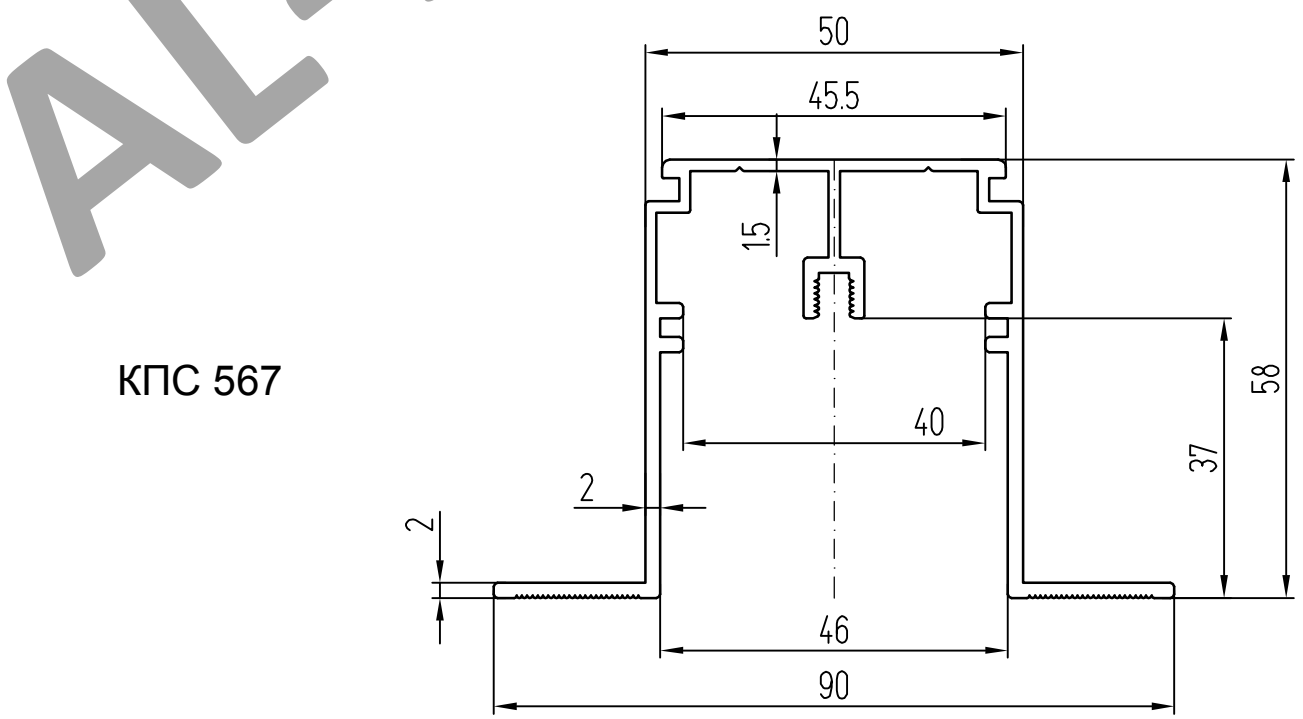
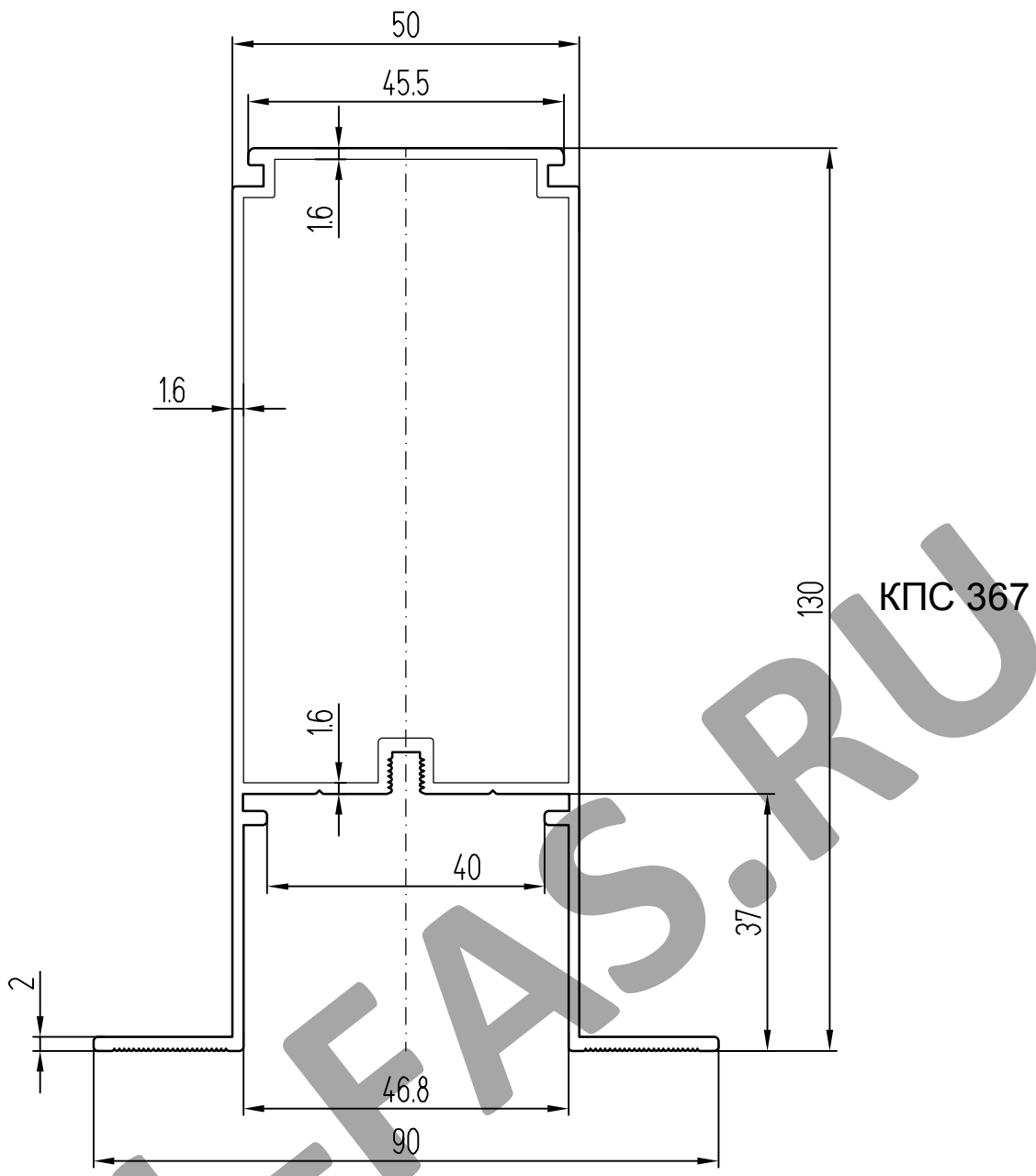
КПС 707

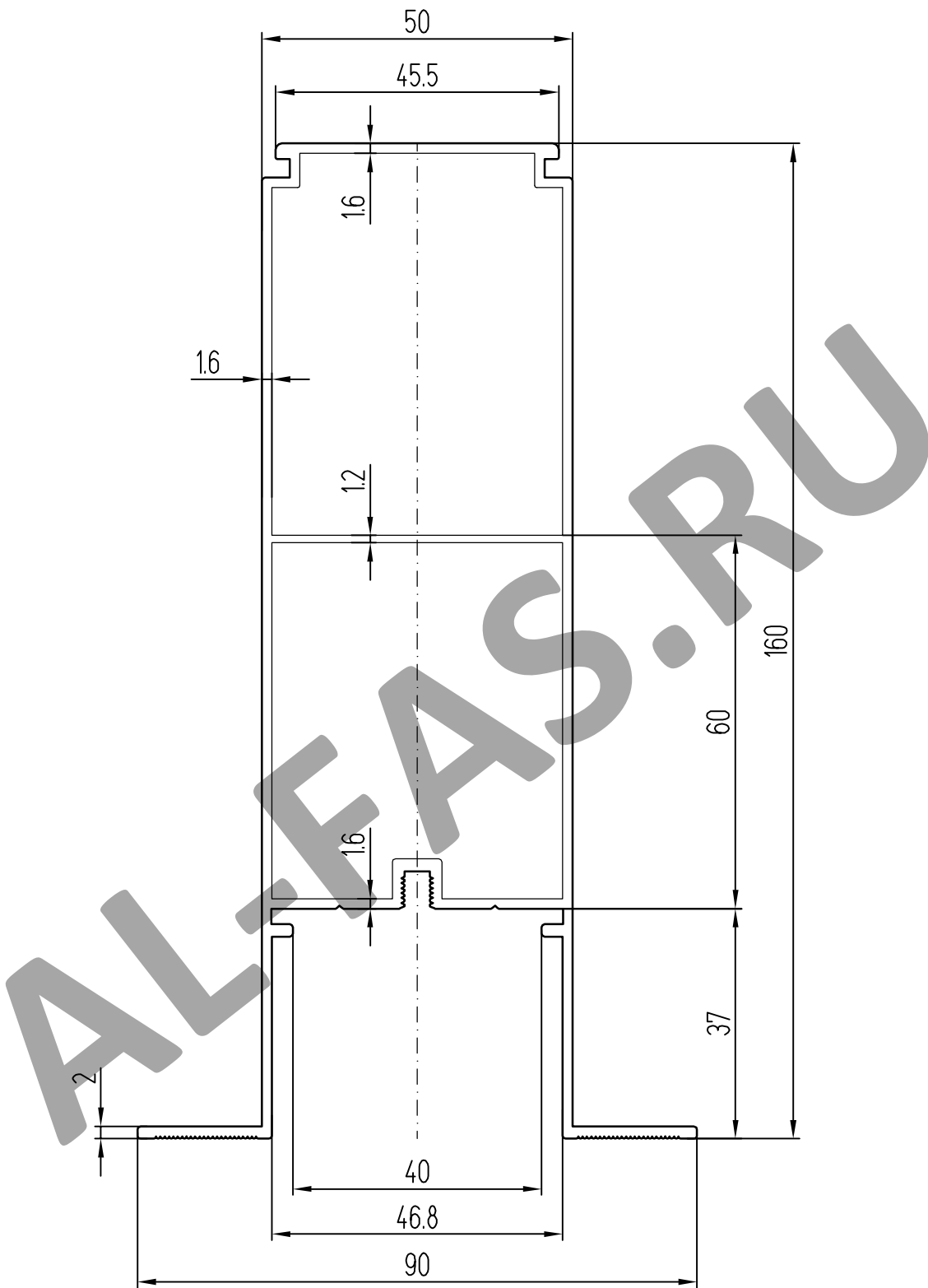
КПС 354



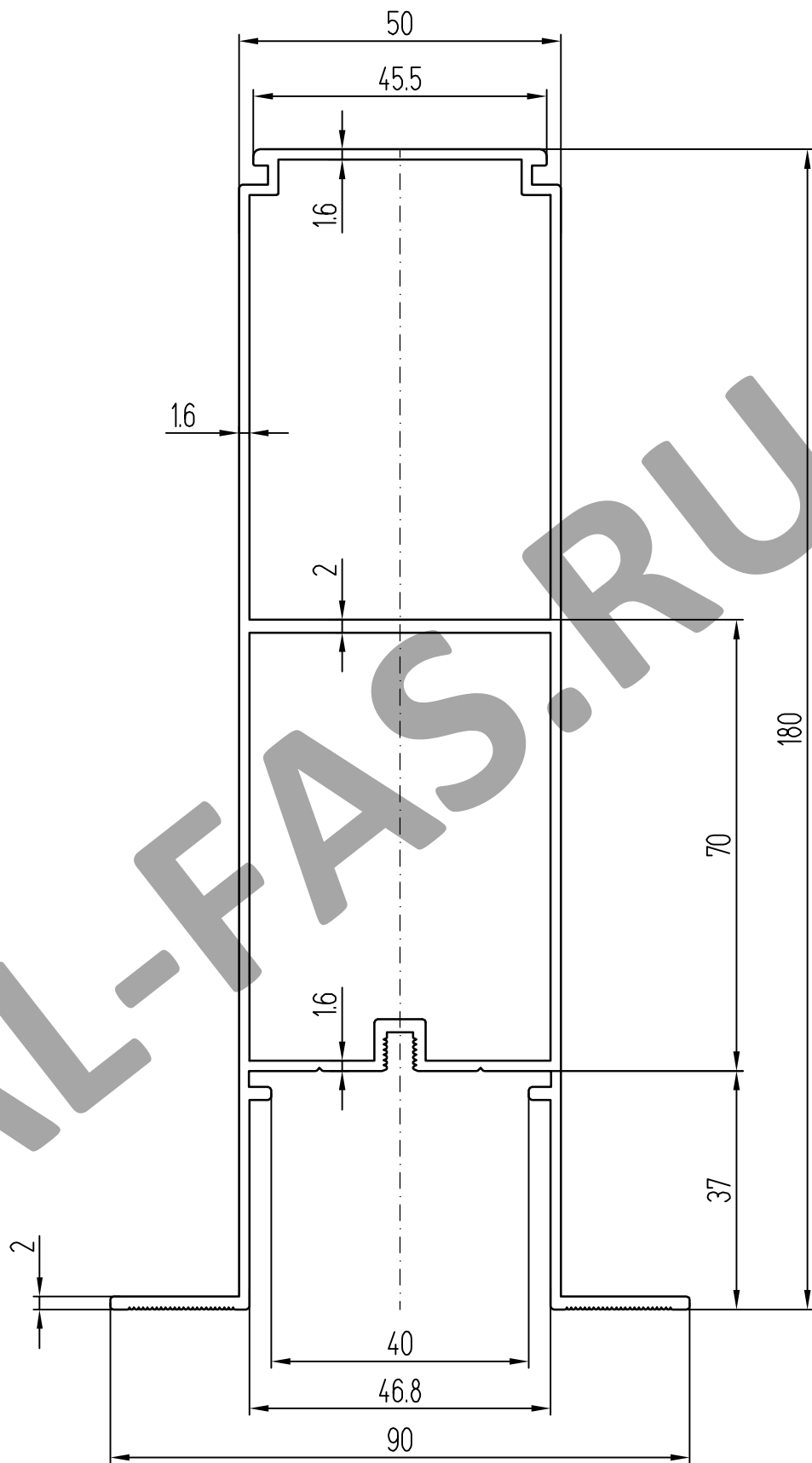
КПС 366



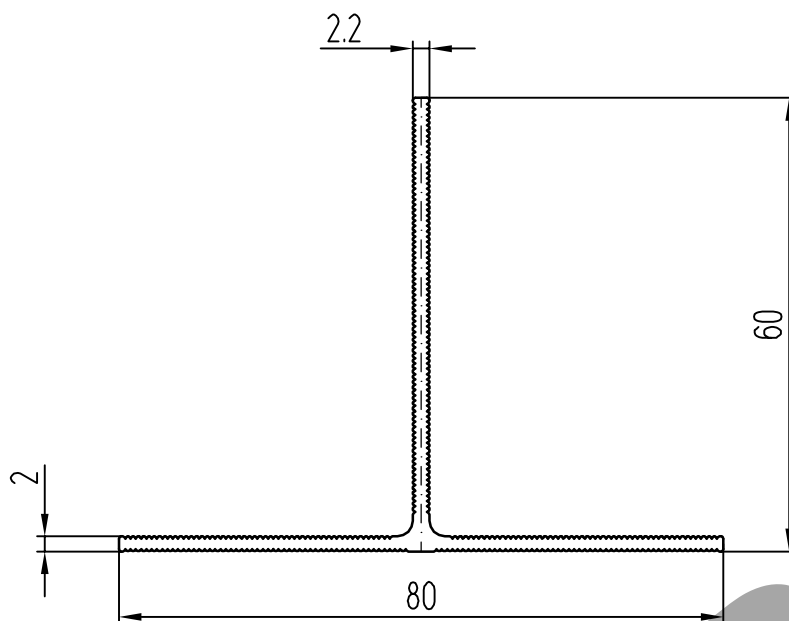




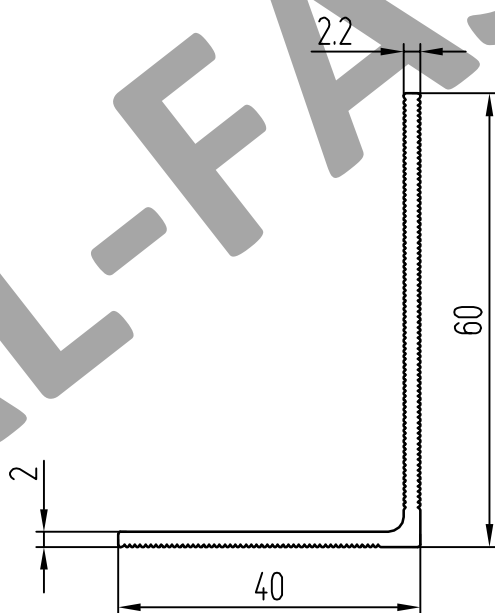
КПС 368-1



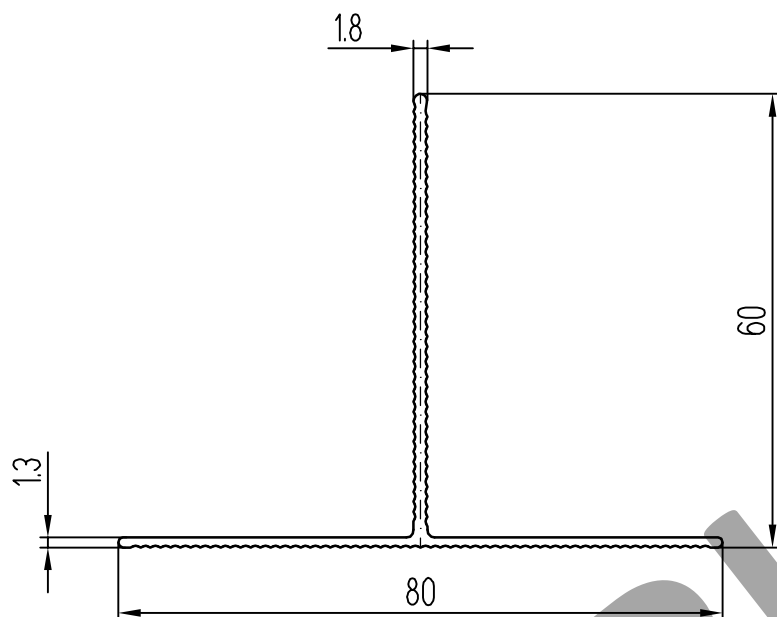
КПС 369



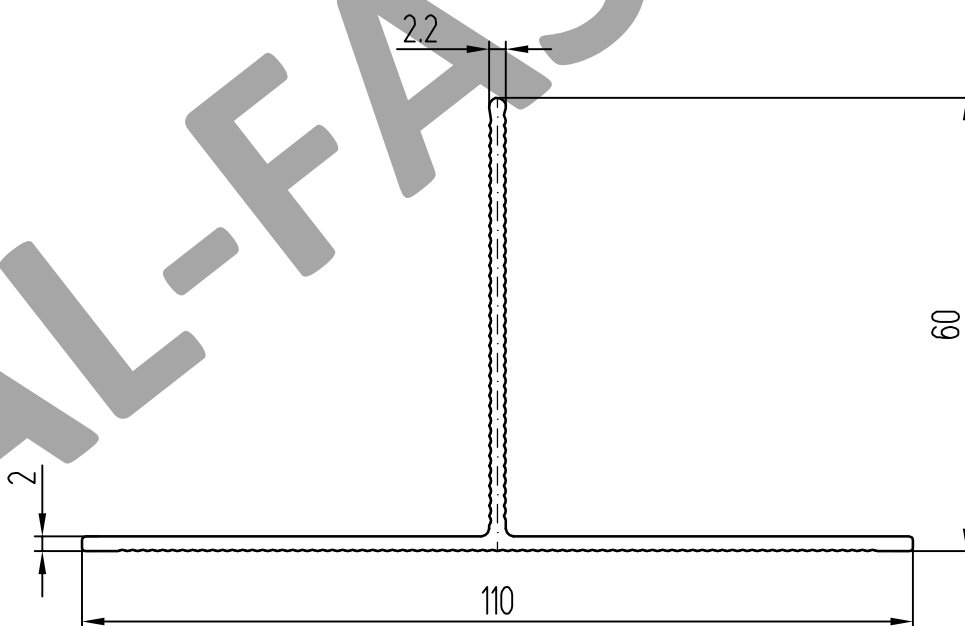
КП45530



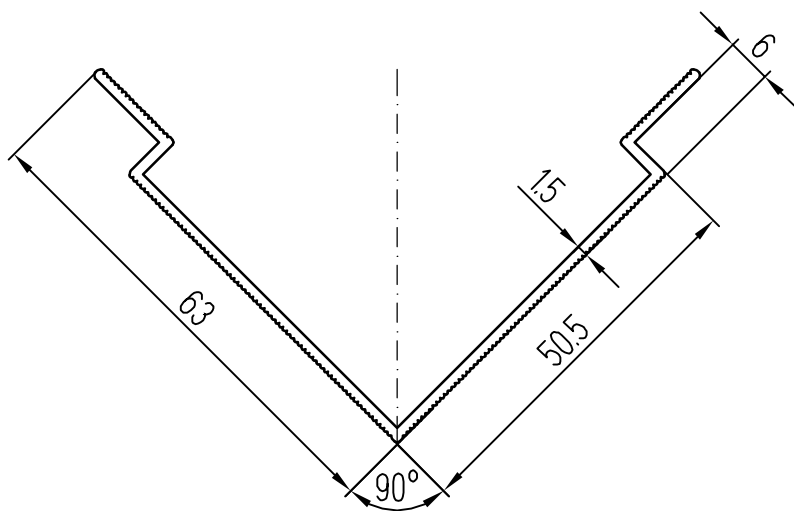
КП45531



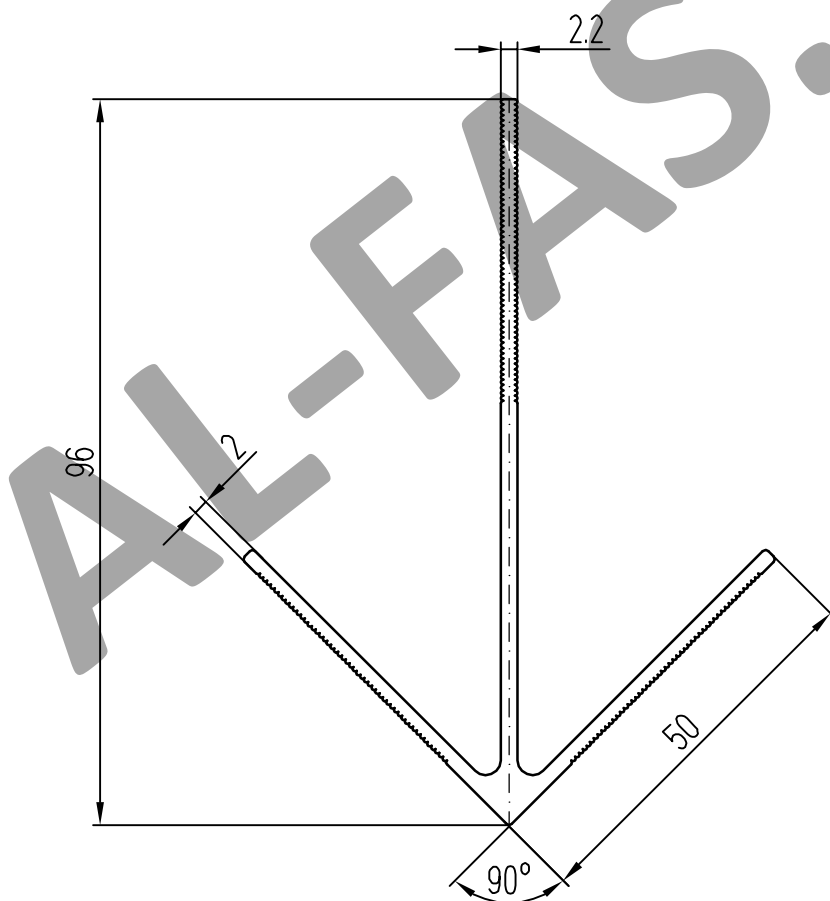
КПС 467



КПС 701

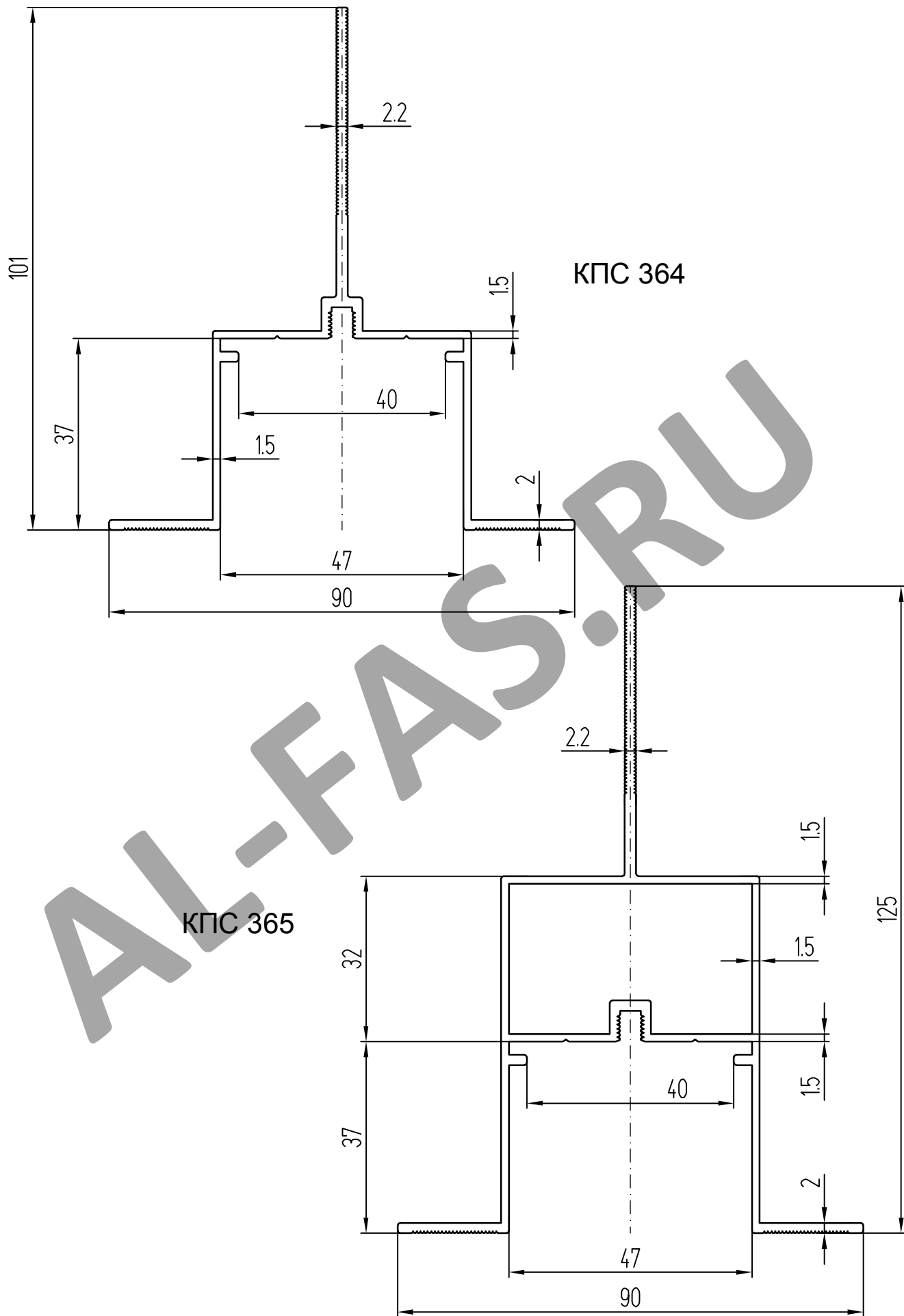


КПС 271

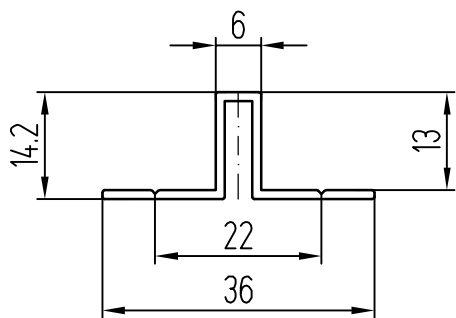


КПС 373

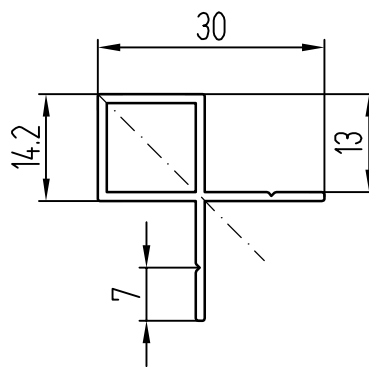




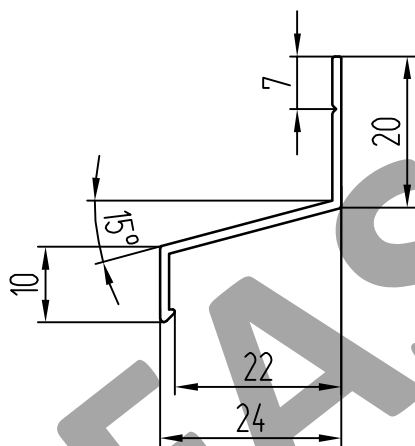
# ПЛАНКИ И СЛИВЫ



КПС 702



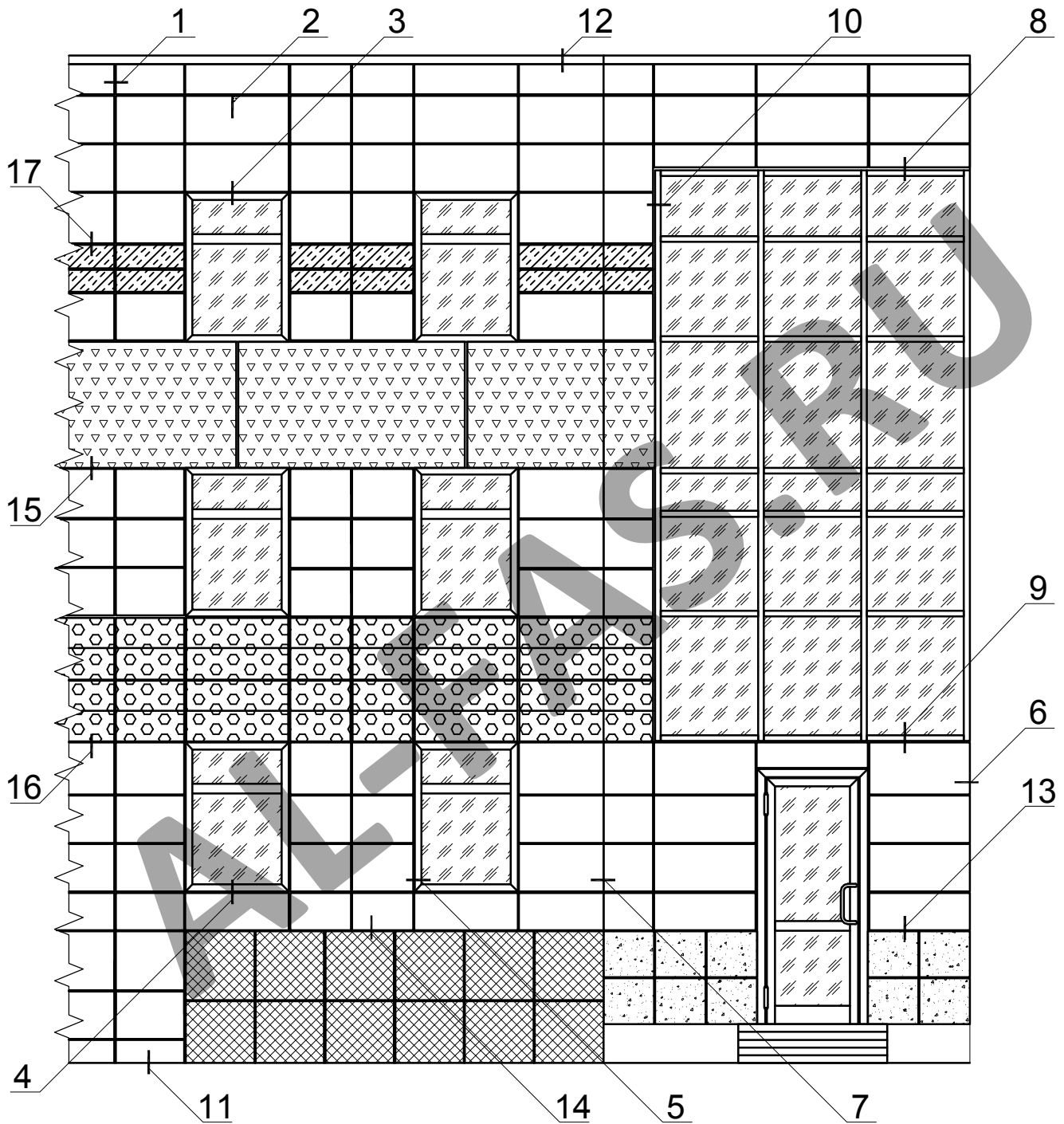
КПС 703



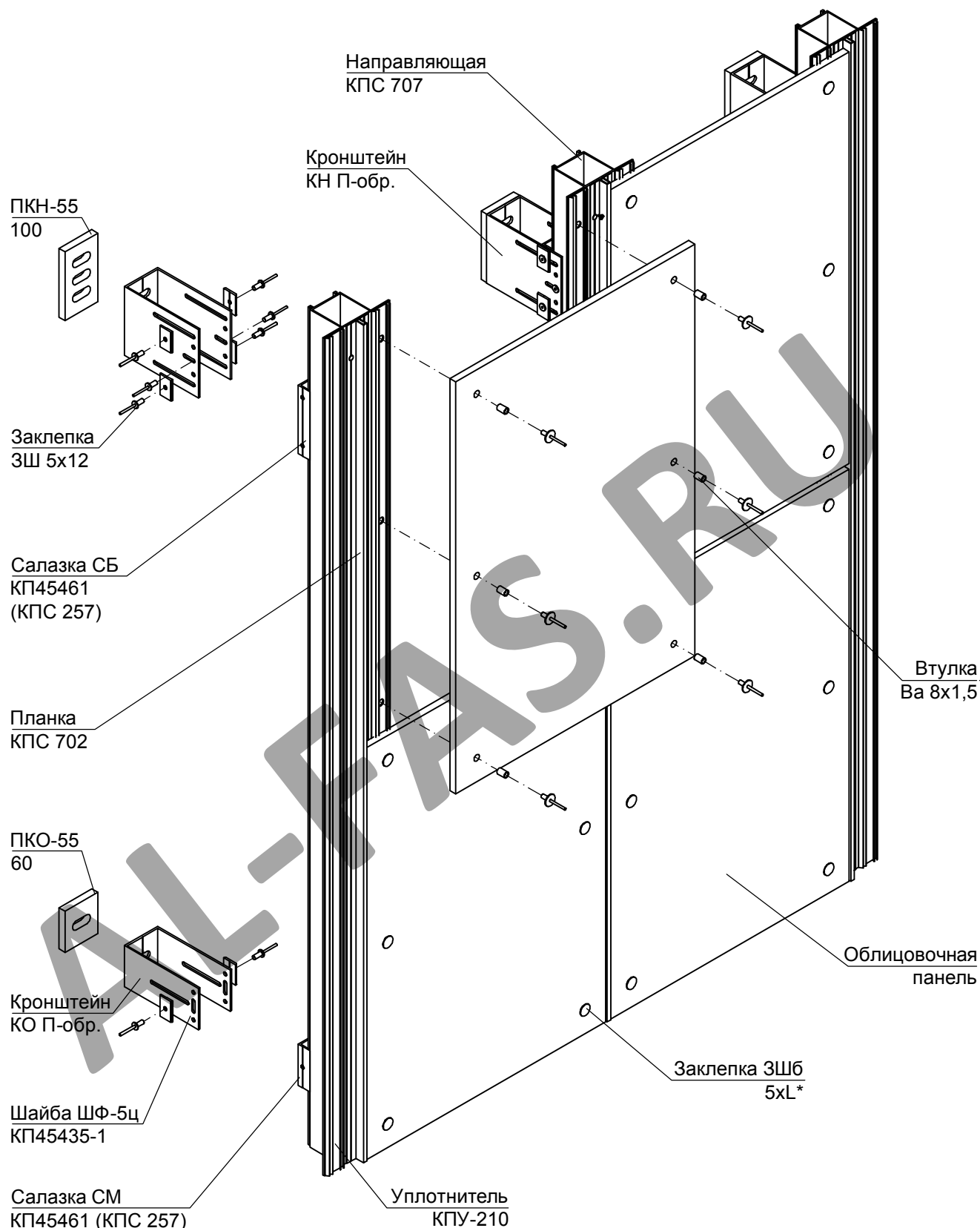
КПС 704

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ  
НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ  
"СИАЛ П-Г-Пл"

# ФРАГМЕНТ ФАСАДА



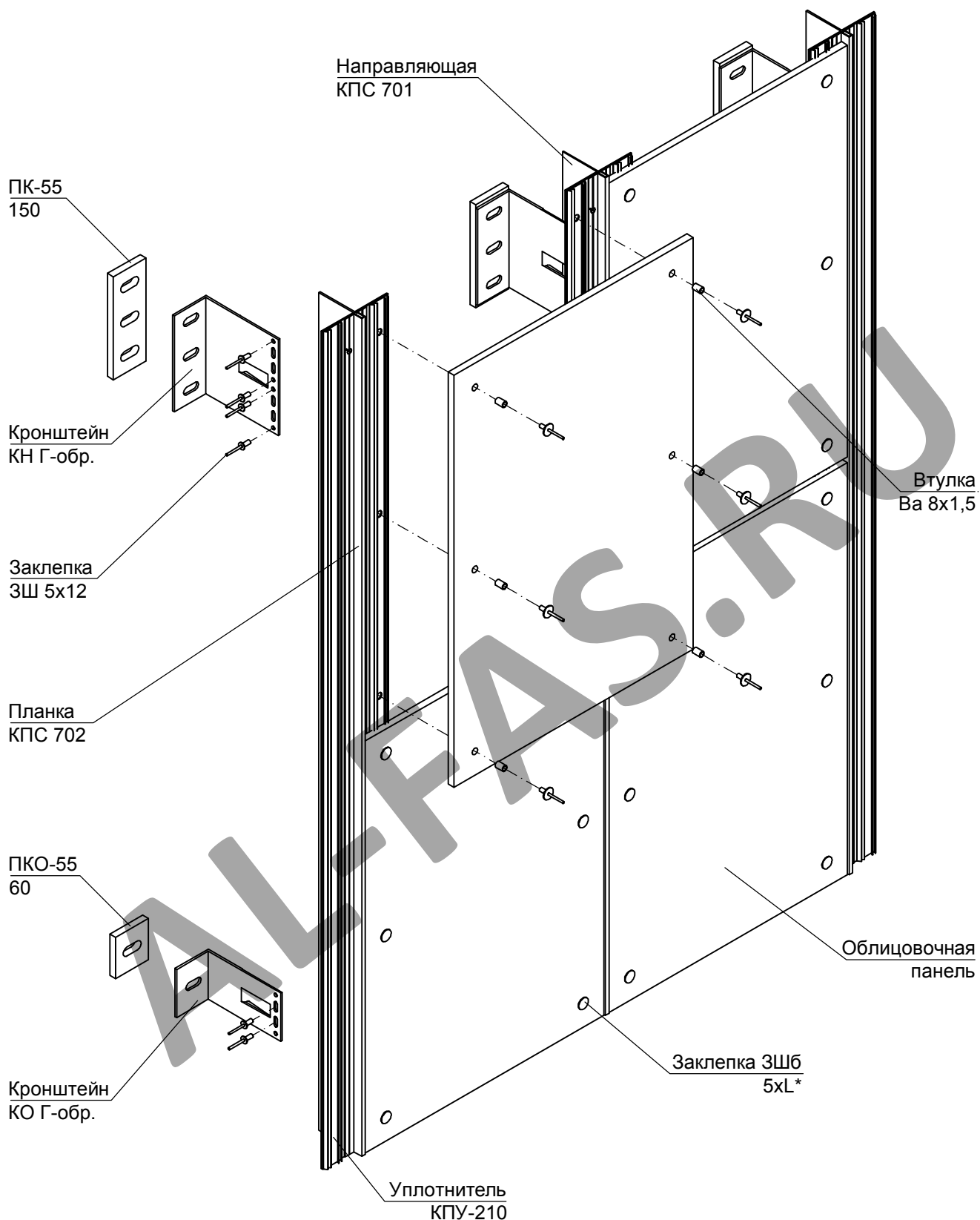
# Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Г-Пл" на основе направляющей КПС 707



## ПРИМЕЧАНИЕ

\* в пожароопасных зонах применять заклепки ЗШсб (А2/А2), длину заклепок L мм выбирать в зависимости от толщины панели по рекомендации производителей заклепок .

# Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Г-Пл" на основе направляющей КПС 701



## ПРИМЕЧАНИЕ

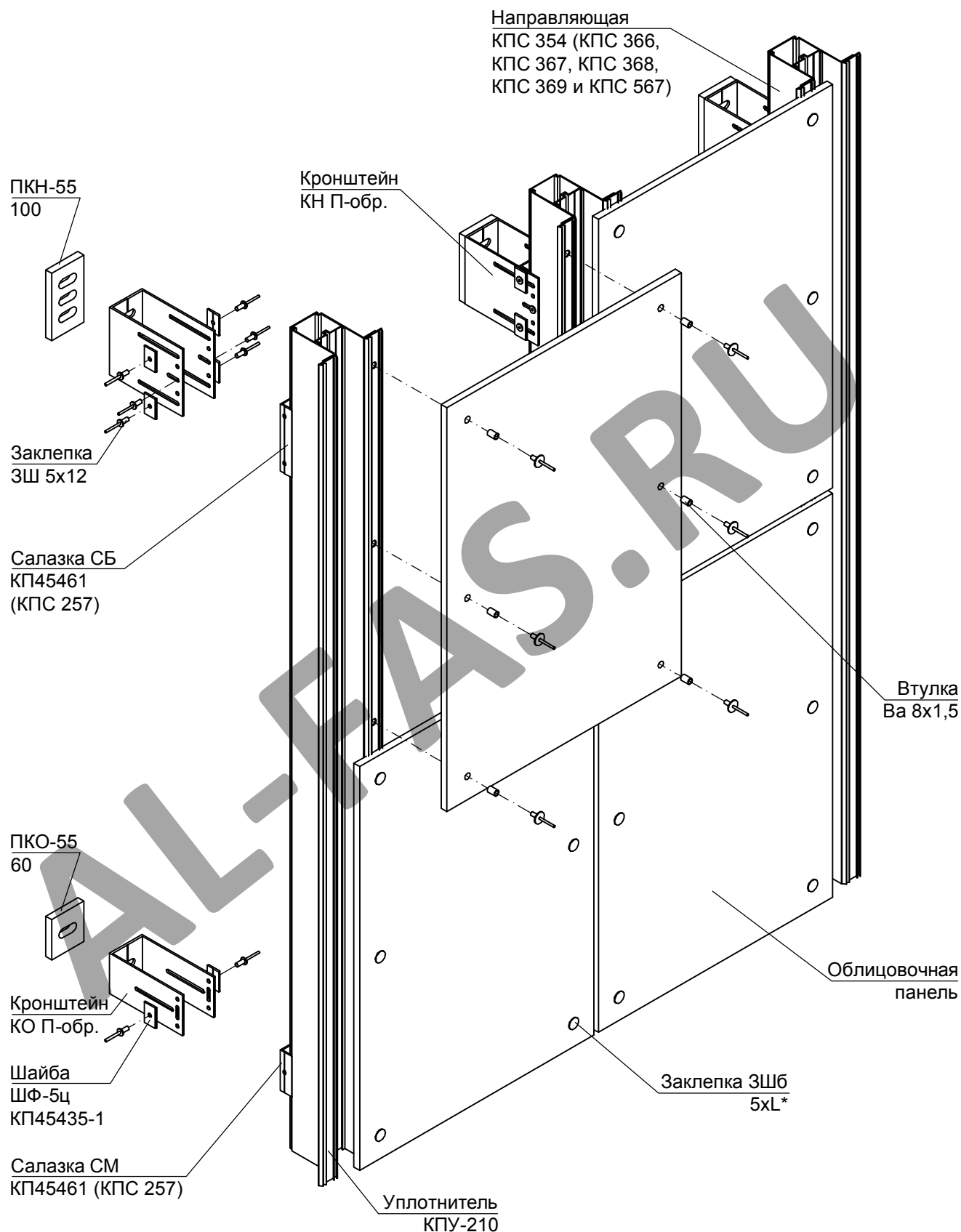
\* в пожароопасных зонах применять заклепки 3Шсб (А2/А2), длину заклепок L мм выбирать в зависимости от толщины панели по рекомендации производителей заклепок .

Лист

4.3

СИАЛ Навесная фасадная система

Фрагмент конструктивного решения фасада "СИАЛ П-Г-Пл"  
на основе направляющих КПС 354, КПС 366, КПС 367, КПС 368,  
КПС 369 и КПС 567



ПРИМЕЧАНИЕ

\* в пожароопасных зонах применять заклепки ЗШсб (А2/А2), длину заклепок L мм  
выбирать в зависимости от толщины панели по рекомендации производителей заклепок .

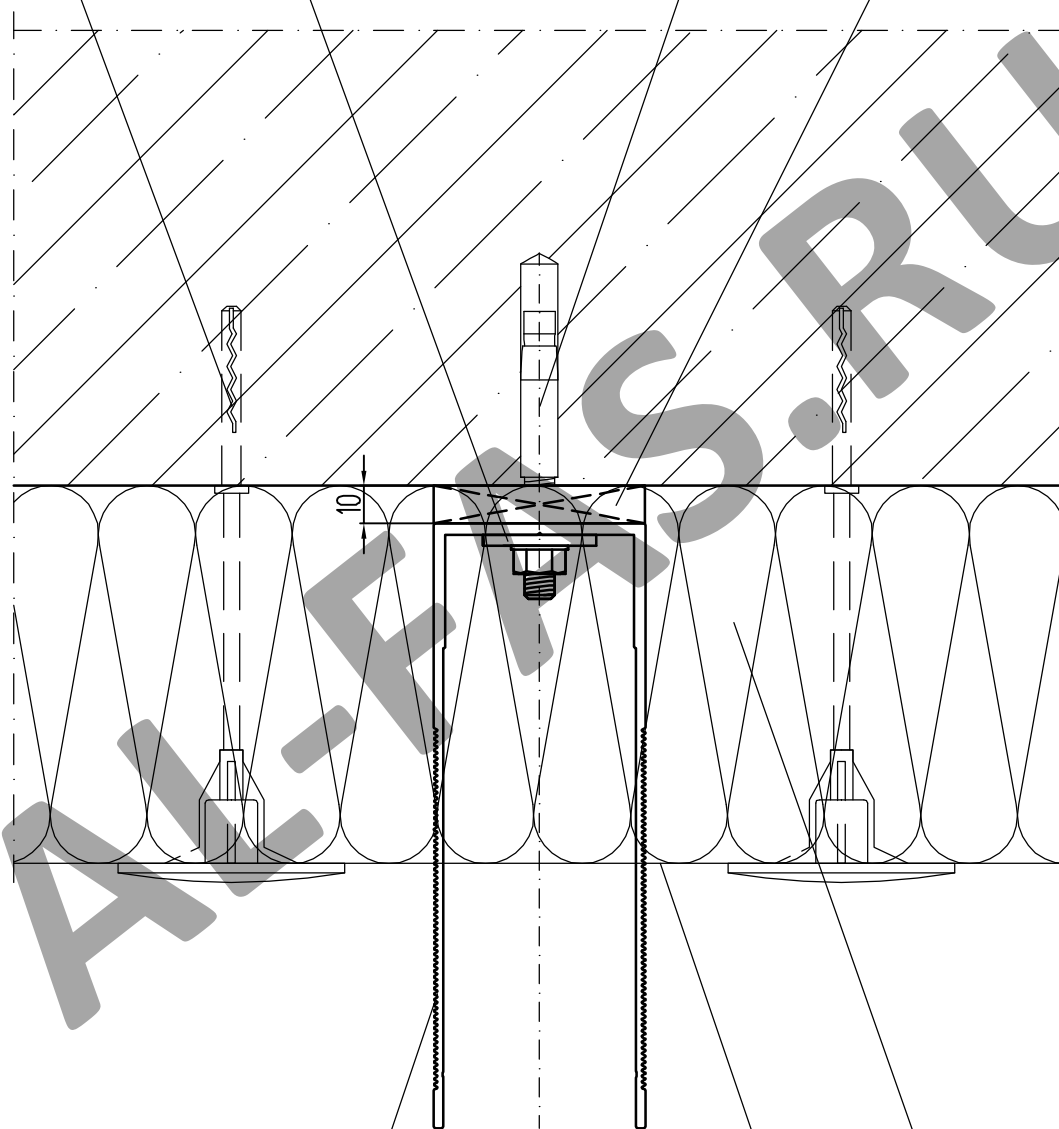
УЗЕЛ 1.1 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  
(показано крепление утеплителя)

Дюбель  
тарельчатый  
ДС

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПКН-55-100  
(ПКО-55-60)



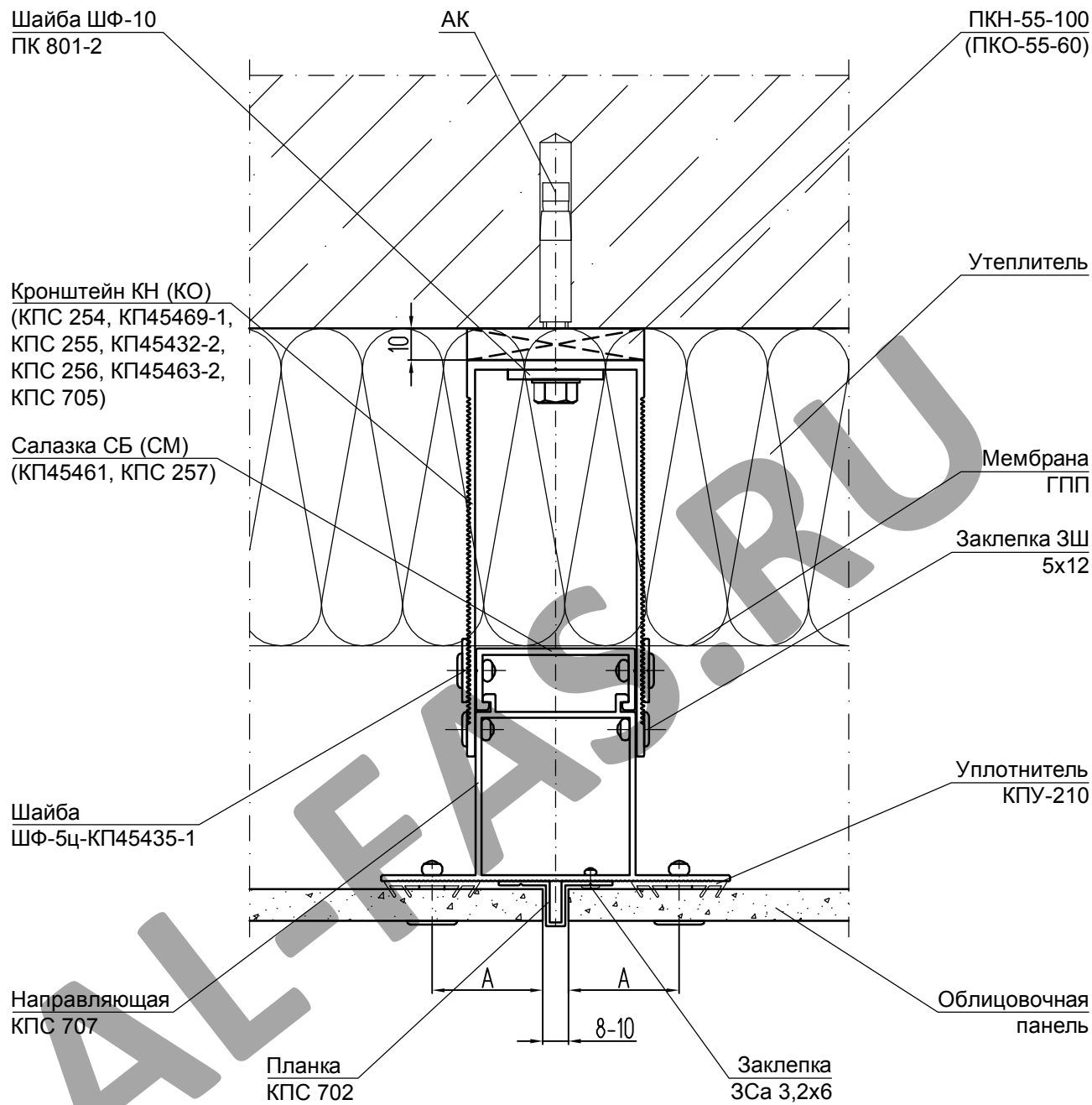
Кронштейн  
(КПС 254, КП45469-1,  
КПС 255, КП45432-2,  
КПС 256, КП45463-2,  
КПС 705)

Мембрана  
ГПП

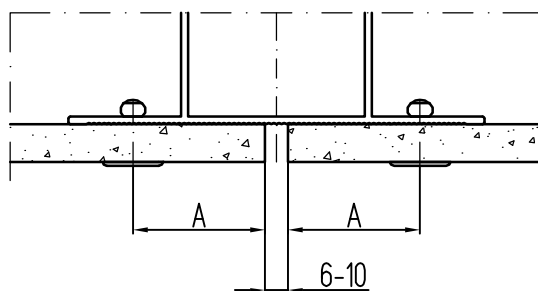
Утеплитель  
УП



## УЗЕЛ 1.2 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 707)



Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

# УЗЕЛ 1.3 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение вспомогательных направляющих КП 45480-1, КП451362, КПС 010, КПС 245 и КПС 246)

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПКН-55-100  
(ПКО-55-60)

Кронштейн КН (КО)  
(КПС 254, КП45469-1,  
КПС 255, КП45432-2,  
КПС 256, КП45463-2,  
КПС 705)

Утеплитель

Салазка СБ (СМ)  
(КП45461, КПС 257)

Мембрана  
ГПП

Шайба  
ШФ-5ц-КП45435-1

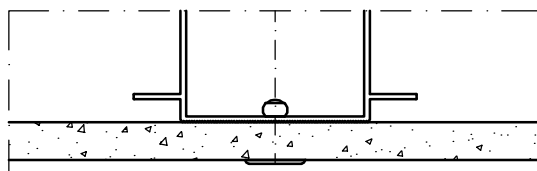
Заклепка ЗШ  
5x12

Направляющая  
КП45480-1  
(КПС 010,  
КПС 245,  
КПС 246,  
КП451362)

Уплотнитель  
КПУ-210

Облицовочная  
панель

Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



## УЗЕЛ 1.4 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ

(применение направляющих КПС 354, КПС 366, КПС 367, КПС 368, КПС 369 и КПС 567)

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПКН-55-100  
(ПКО-55-60)

Кронштейн КН (КО)  
(КПС 254, КП45469-1,  
КПС 255, КП45432-2,  
КПС 256, КП45463-2,  
КПС 705)

Утеплитель

Салазка СБ (СМ)  
(КП45461, КПС 257)

Мембрана  
ГПП

Шайба  
ШФ-5ц-КП45435-1

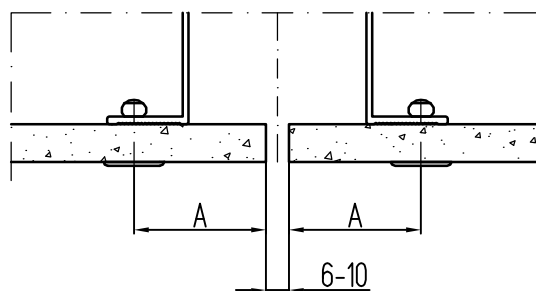
Заклепка ЗШ  
5x12

Направляющая  
КПС 354 (КПС 366,  
КПС 367, КПС 368-1,  
КПС 369, КПС 567)

Облицовочная  
панель

Уплотнитель  
КПУ-210

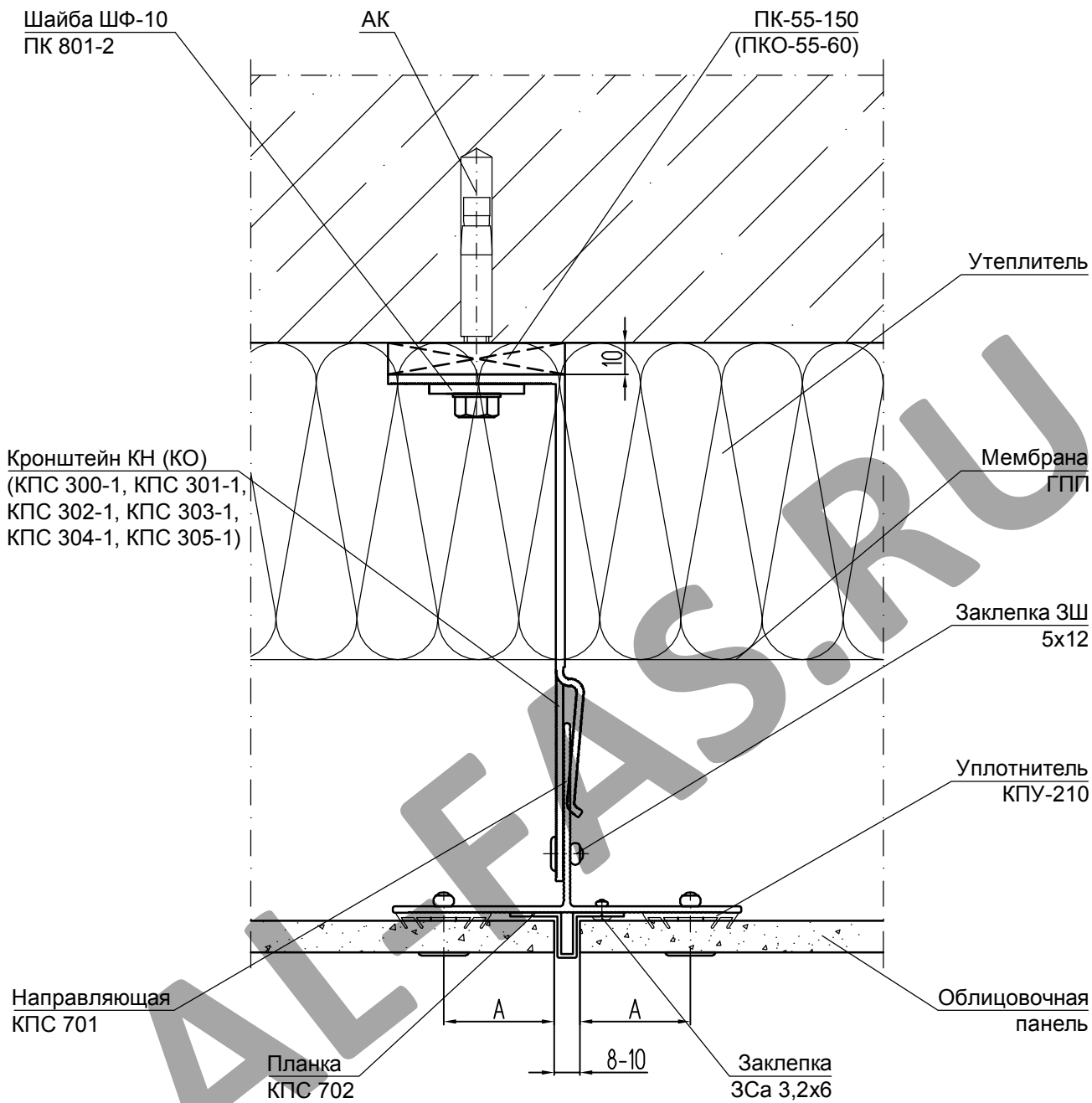
Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



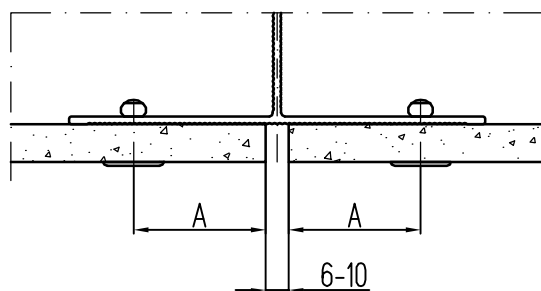
ПРИМЕЧАНИЕ

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей.

# УЗЕЛ 1.5 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 701)



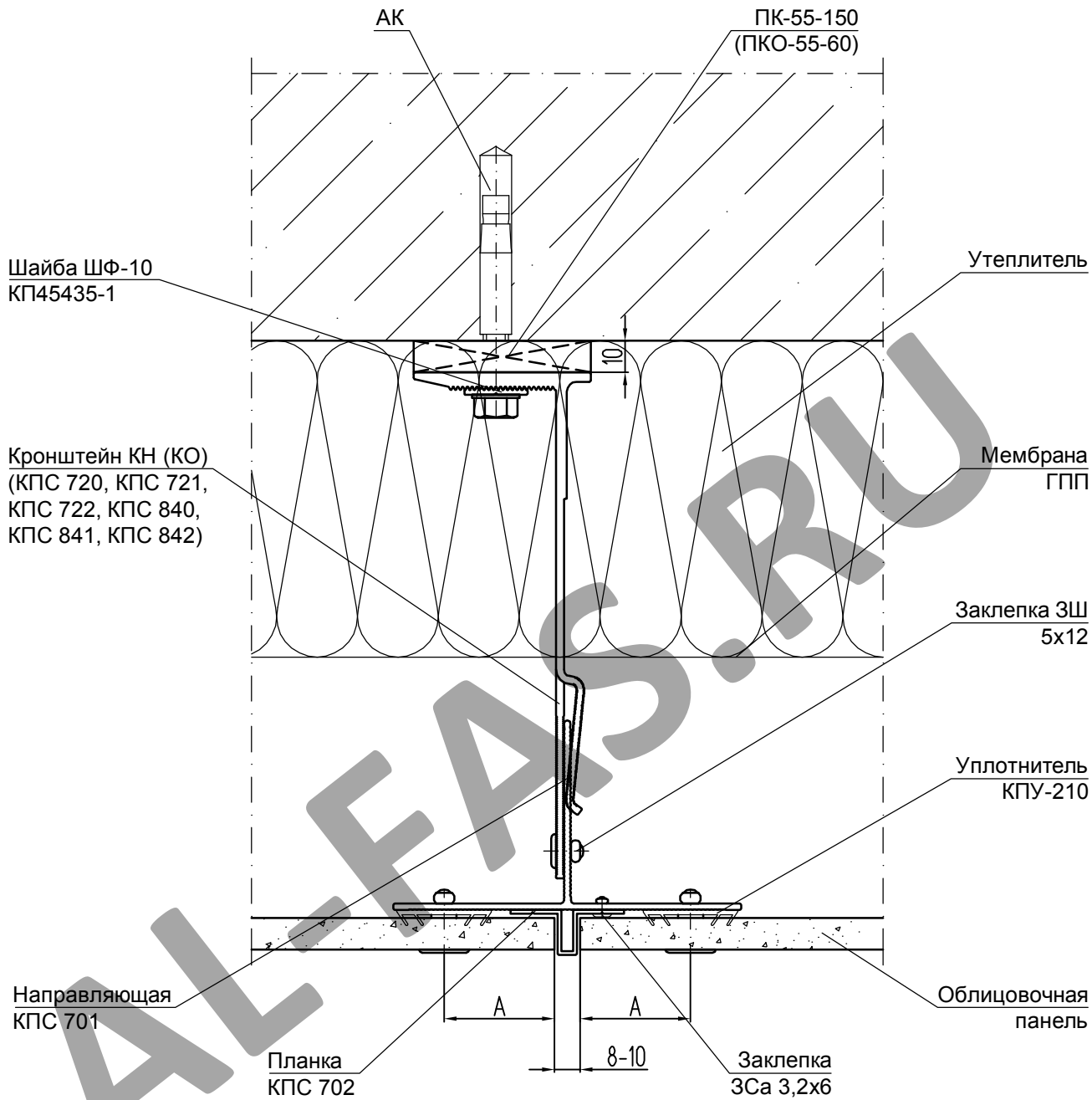
Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



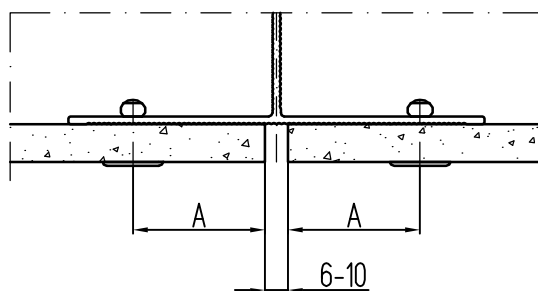
**ПРИМЕЧАНИЕ**

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

**УЗЕЛ 1.6 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (рядовой участок фасада, применение кронштейнов КПС 720, КПС 721, КПС 722, КПС 840, КПС 841 и КПС 842)



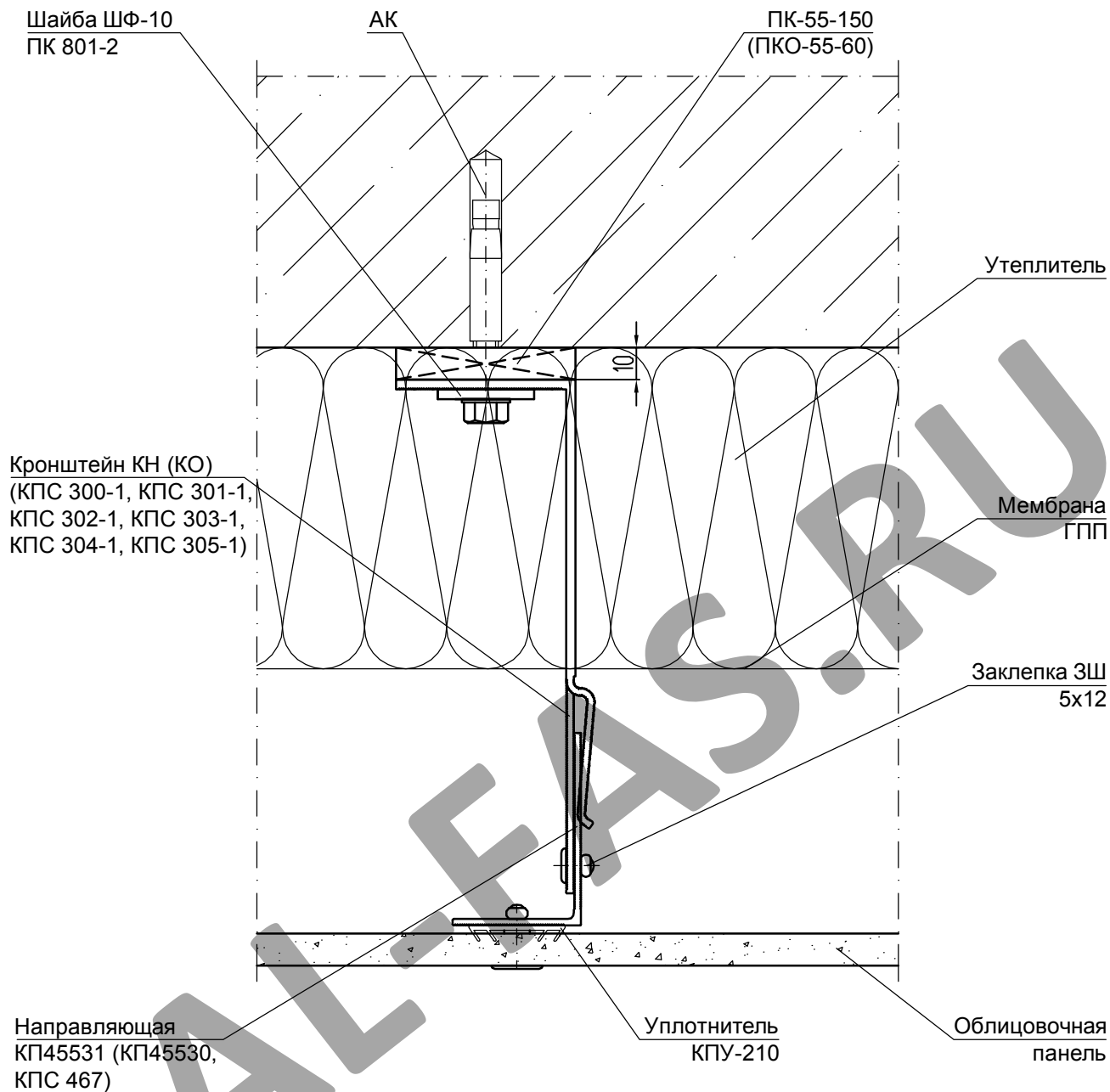
Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



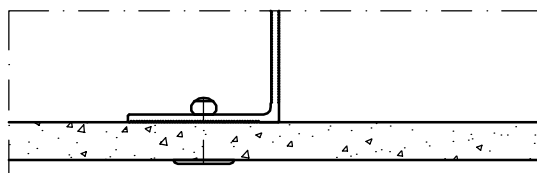
ПРИМЕЧАНИЕ  
 Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей.

# УЗЕЛ 1.7 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ

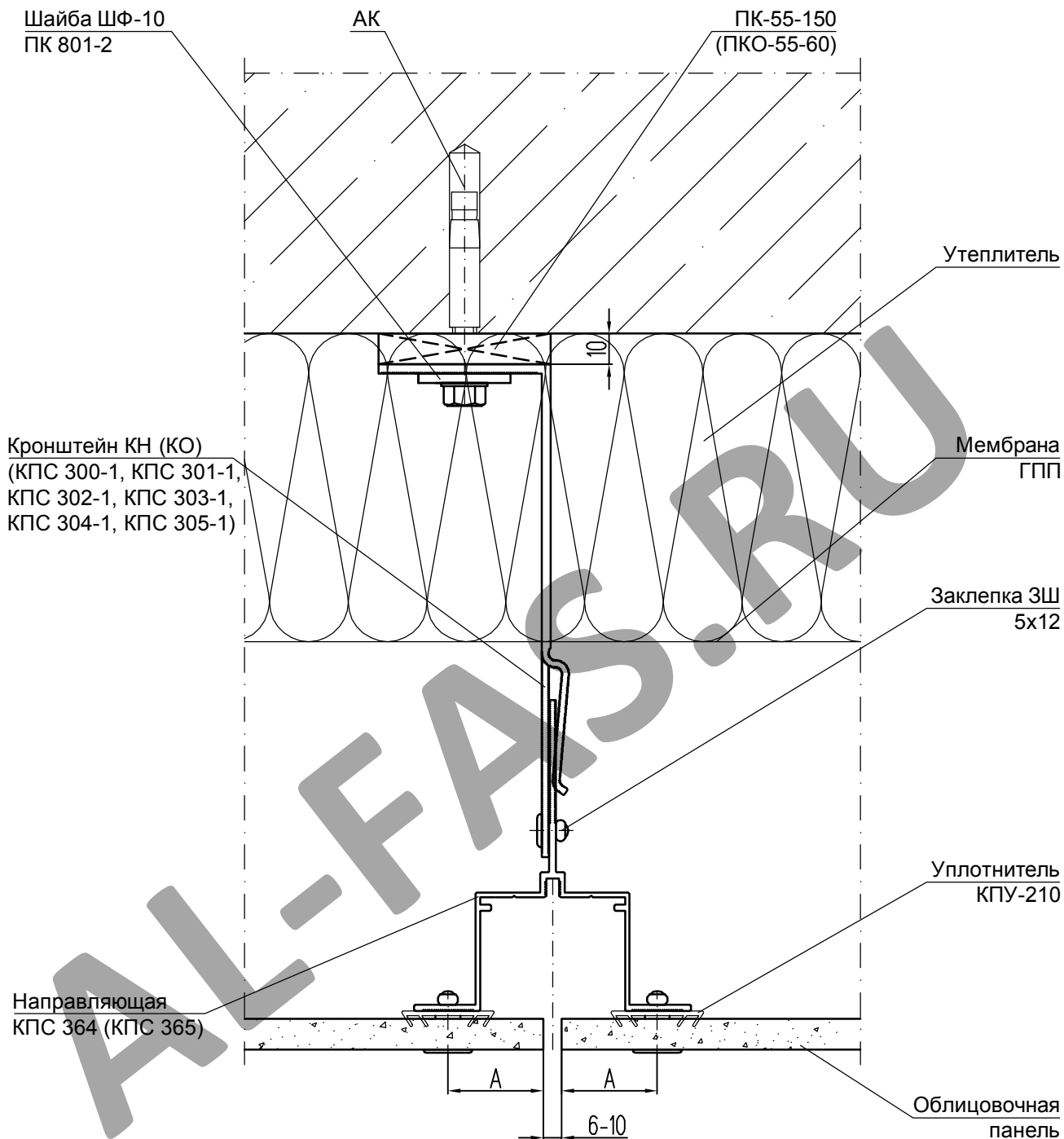
(применение вспомогательных направляющих КП 45530, КП45531, и КПС 467)



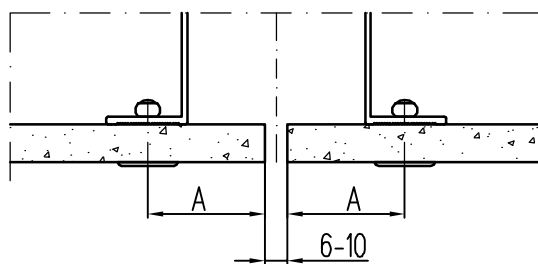
Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



# УЗЕЛ 1.8 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющих КПС 364 и КПС 365)



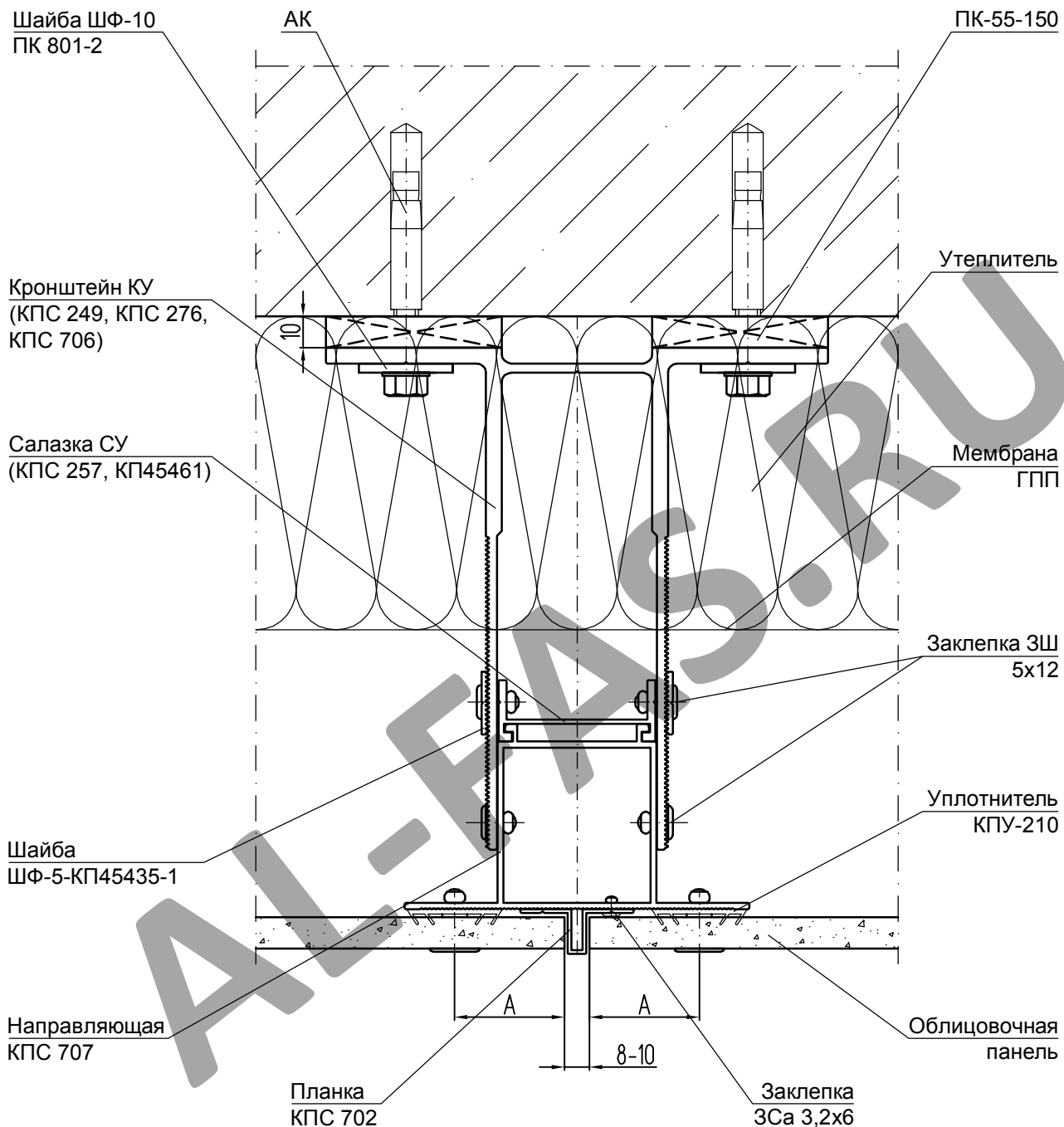
Вариант исполнения  
без уплотнителя КПУ-210



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

## УЗЕЛ 1.9 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение усиленных кронштейнов )



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

Крепление кронштейна производится на два анкера в симметрично расположенные пазы .

Лист

4.13

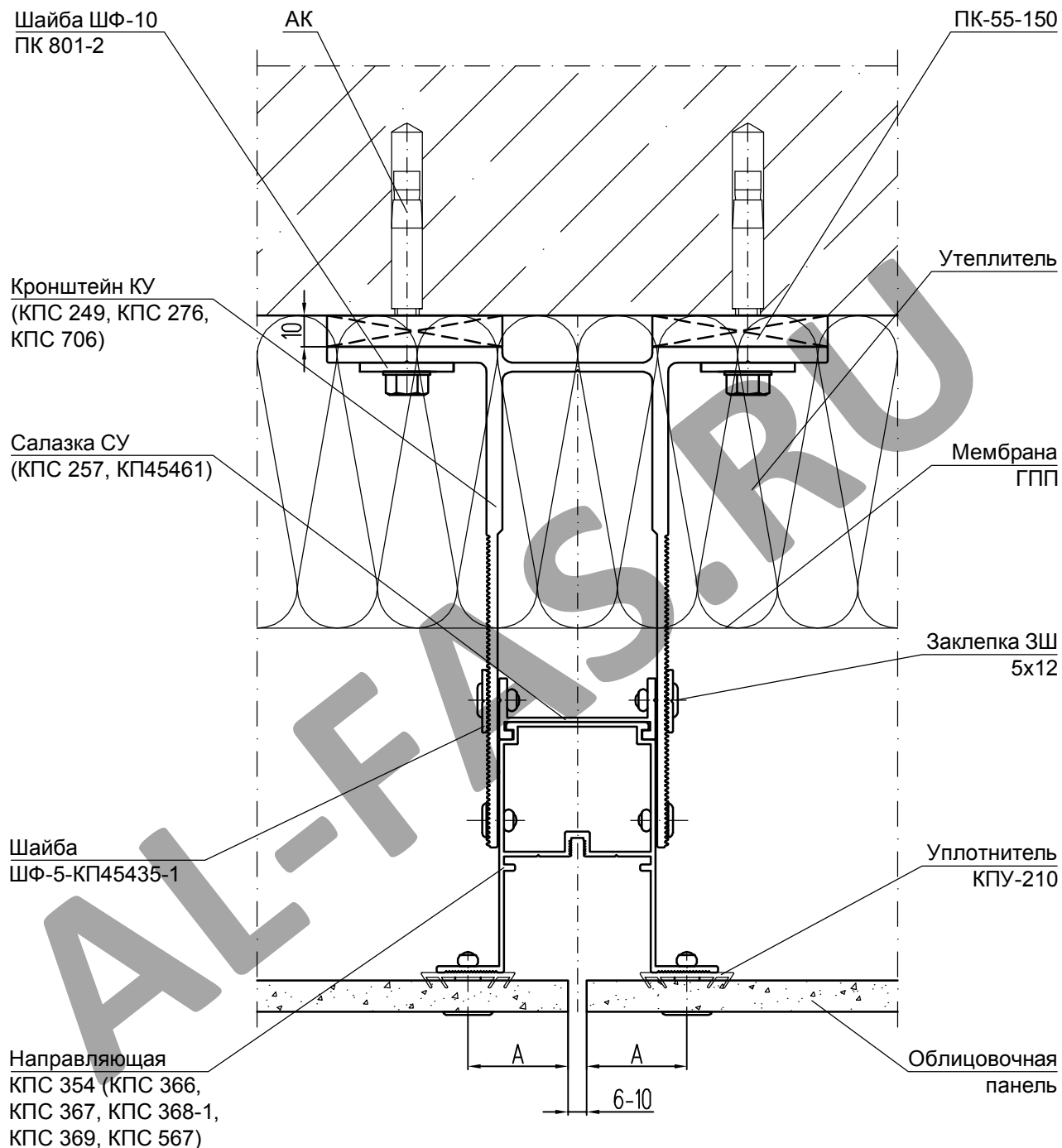
**СИАЛ**

**Навесная фасадная система**



# УЗЕЛ 1.10 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ

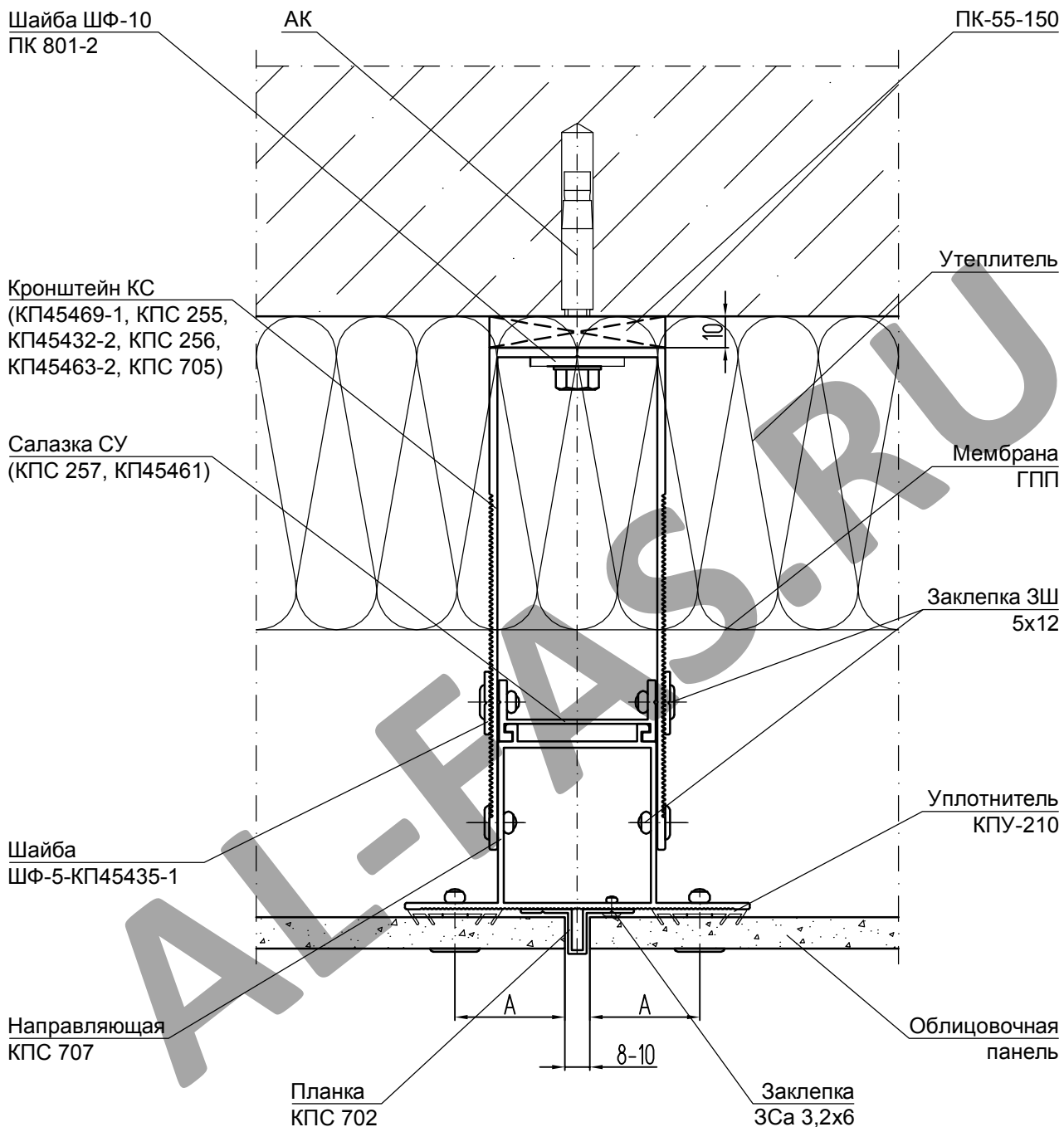
(применение усиленных кронштейнов и направляющих  
КПС 354, КПС 366, КПС 367, КПС 368, КПС 369 и КПС 567)



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .  
Крепление кронштейна производится на два анкера в симметрично расположенные пазы .

# УЗЕЛ 1.11 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение кронштейнов спаренных)



## ПРИМЕЧАНИЕ

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей.

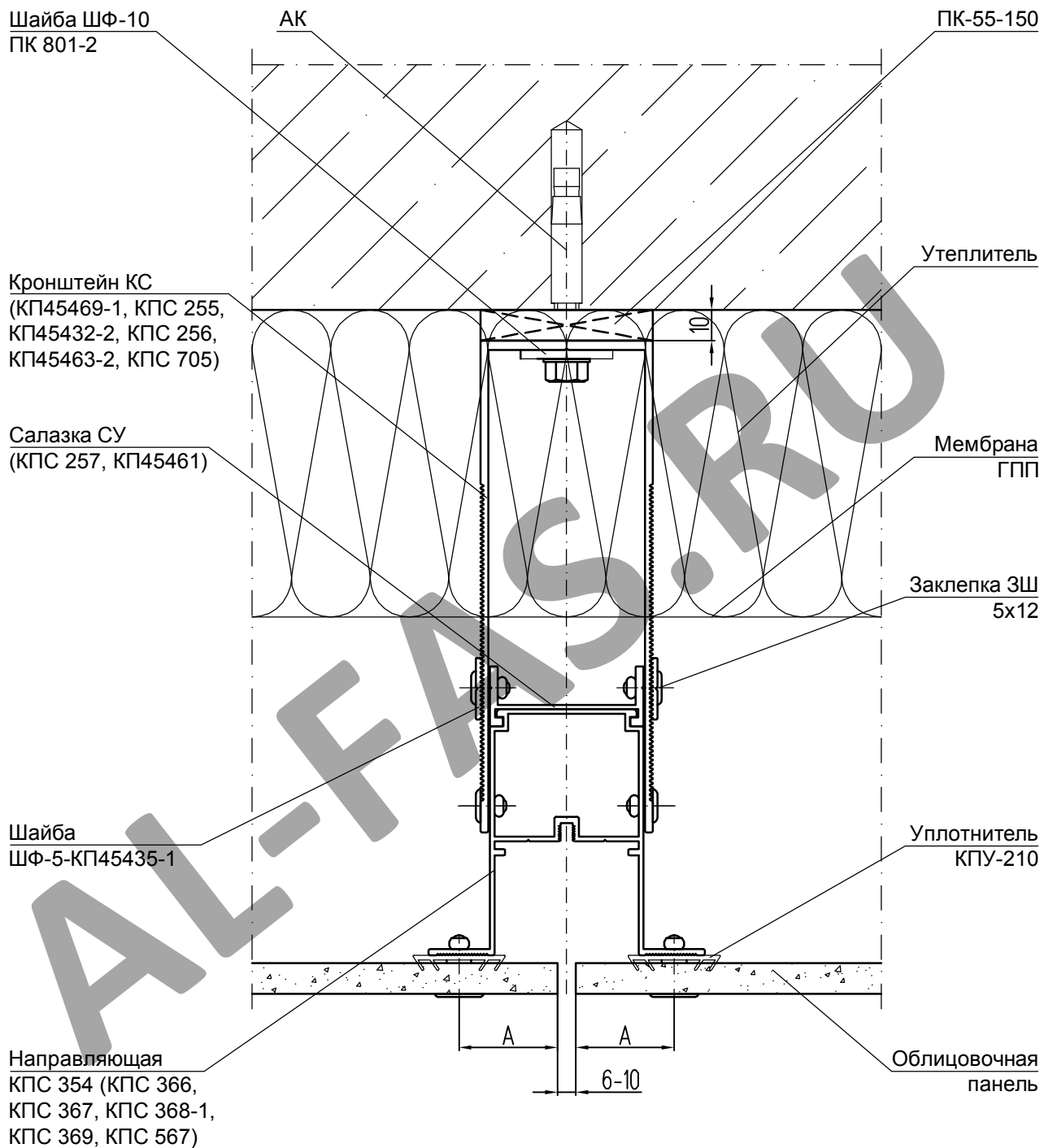
Лист

4.15

СИАЛ

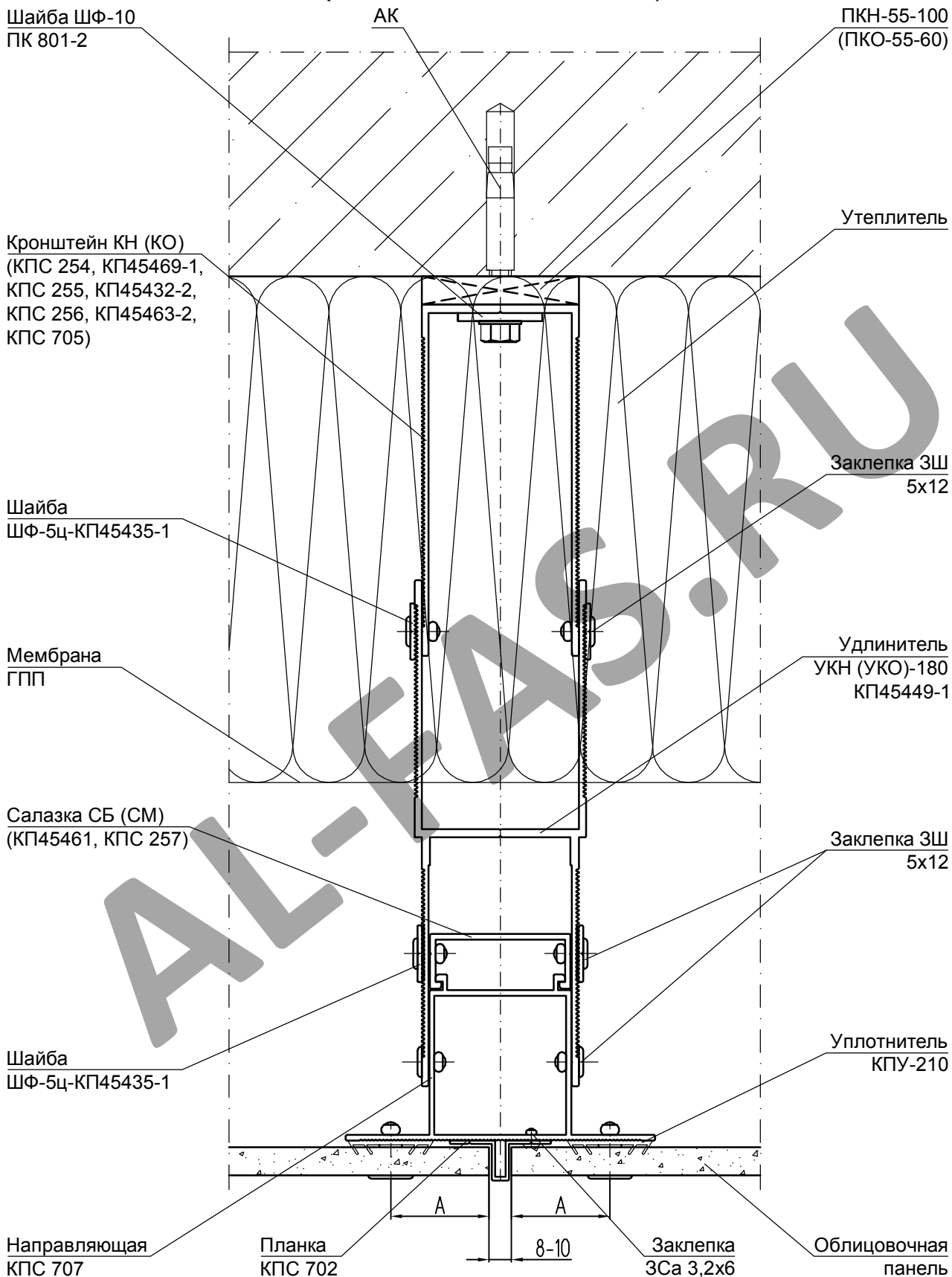
Навесная фасадная система

**УЗЕЛ 1.12 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (применение кронштейнов спаренных и направляющих  
 КПС 354, КПС 366, КПС 367, КПС 368, КПС 369 и КПС 567)



ПРИМЕЧАНИЕ  
 Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

# УЗЕЛ 1.13 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение удлинителей УКН (УКО)-180-КП45449-1 с кронштейнами КН и КО)



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

# УЗЕЛ 1.14 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение удлинителей УКН (УКО)-125-КПС 306-1 с кронштейнами КН и КО)

Шайба ШФ-10  
ПК 801-2

АК

ПК-55-150  
(ПКО-55-60)

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

Утеплитель

Удлинитель УКН  
(УКО) -125-КПС 306-1

Заклепка ЗШ  
5x12

Мембрана  
ГПП

Направляющая  
КПС 701

Уплотнитель  
КПУ-210

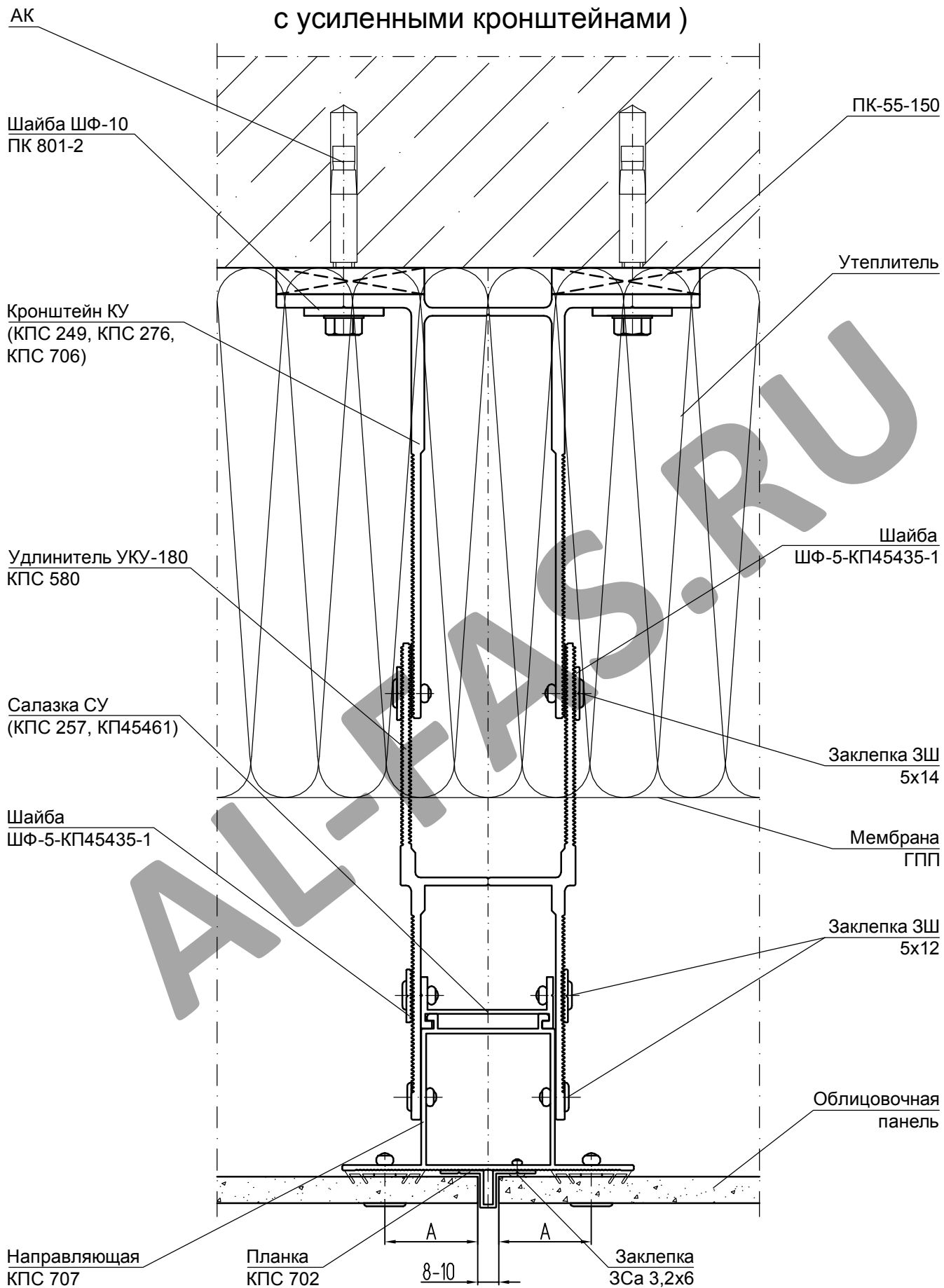
Планка  
КПС 702

Заклепка  
ЗСа 3,2x6

Облицовочная  
панель

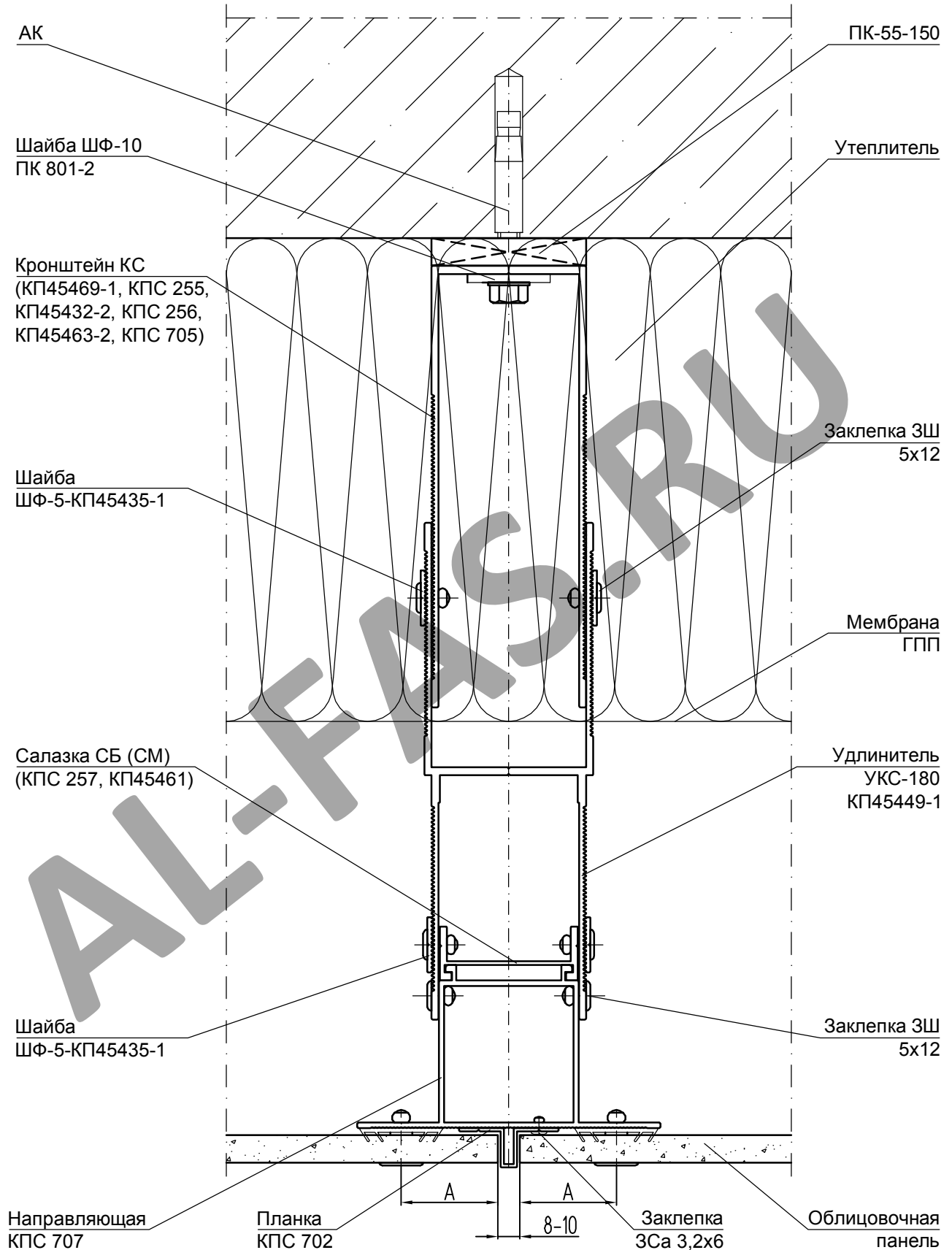
ПРИМЕЧАНИЕ  
Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

УЗЕЛ 1.15 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  
(применение удлинителей УКУ -180-КПС 580  
с усиленными кронштейнами )



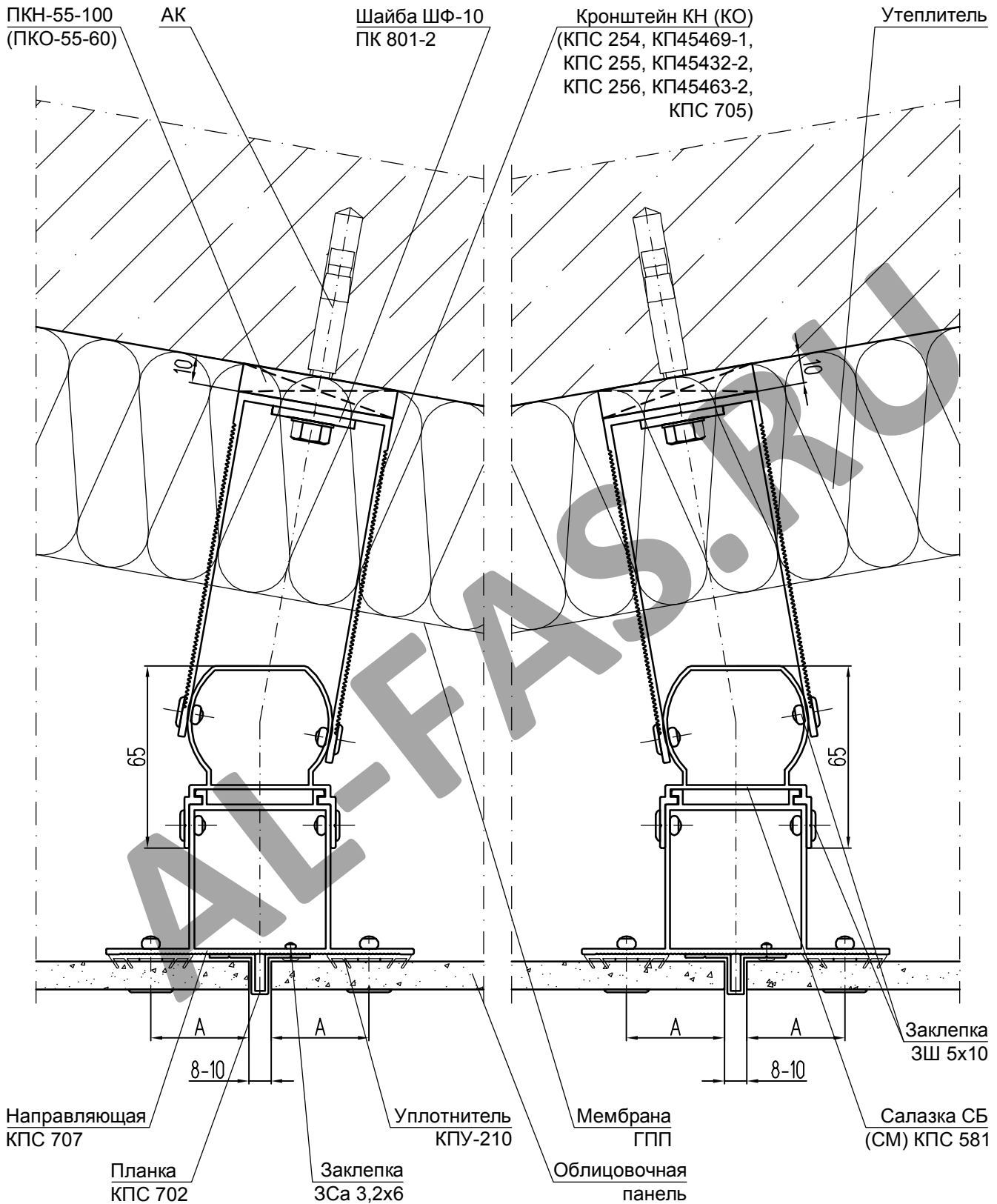
ПРИМЕЧАНИЕ  
Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

**УЗЕЛ 1.16 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ**  
 (применение удлинителей УКС -180-КП45449-1  
 со спаренными кронштейнами КС )



ПРИМЕЧАНИЕ  
 Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .

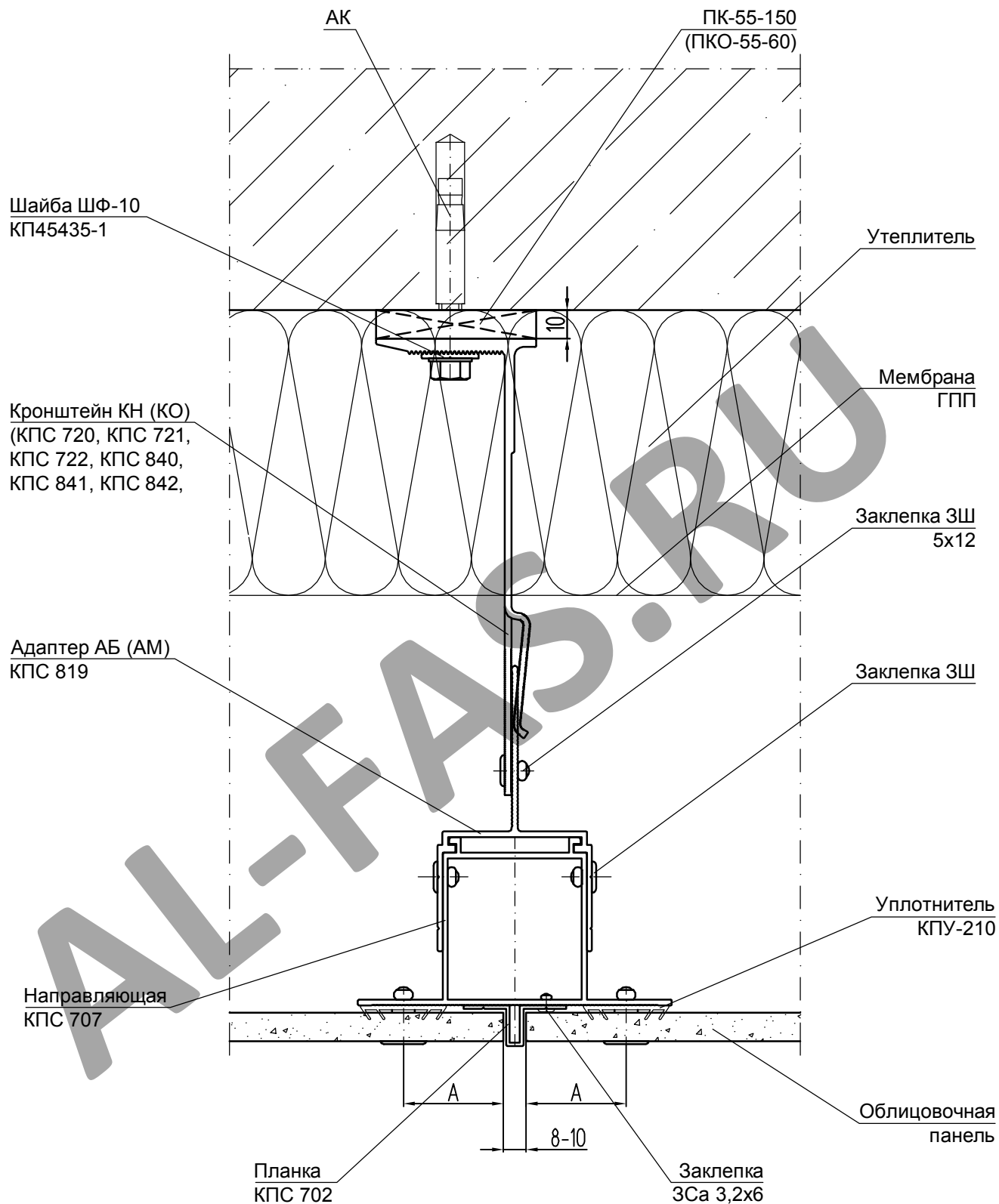
# УЗЕЛ 1.17 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение салазки КПС 581 на неровных участках стены)



**ПРИМЕЧАНИЕ**  
 Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей.



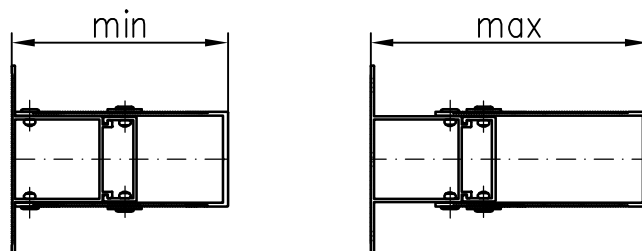
## УЗЕЛ 1.18 - ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение адаптера КПС 819)



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Размер А выбирается по рекомендациям производителей панелей .  
Крепление кронштейна производится на два анкера в симметрично расположенные пазы .

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



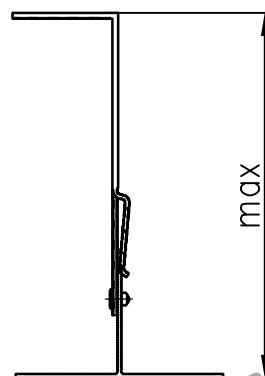
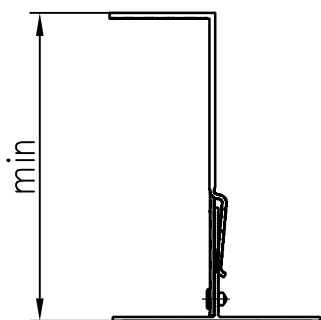
Марка кронштейна		Шифр направляющей	КП45480-1	КП451362	КПС 010	КПС 245	КПС 246	КПС 354	КПС 366	КПС 367	КПС 368-1	КПС 369	КПС 567	КПС 707
			КП45480-1	КП451362	КПС 010	КПС 245	КПС 246	КПС 354	КПС 366	КПС 367	КПС 368-1	КПС 369	КПС 567	КПС 707
КН (КО)-60 КПС 254	min		71	71	93	118	138	95	115	145	175	195	75	72
	max		98	107	120	145	165	120	140	170	200	220	98	99
КН (КО)-90 КП45469-1	min		98	107	118	143	163	125	140	170	200	220	92	92
	max		128	137	148	173	193	150	170	200	230	250	127	129
КН (КО)-125 КПС 255	min		133	142	153	178	198	160	175	205	235	255	127	127
	max		163	172	183	208	228	185	205	235	265	285	162	164
КН (КО)-160 КП45432-2	min		168	177	188	213	233	195	210	240	270	290	162	162
	max		198	207	218	243	263	220	240	270	300	320	197	199
КН (КО)-180 КПС 256	min		188	197	208	233	253	215	230	260	290	310	182	182
	max		218	217	238	263	283	240	260	290	320	340	217	219
КН (КО)-205 КП45463-2	min		213	222	233	258	278	240	255	285	315	335	207	207
	max		243	242	263	288	308	265	285	315	345	365	242	244
КН (КО)-240 КПС 705	min		248	257	268	293	313	275	290	320	350	370	242	242
	max		278	277	298	323	343	300	320	350	380	400	277	279
КС-90 КП45469-1	min		98	107	118	143	163	125	140	170	200	220	92	92
	max		128	137	148	173	193	150	170	200	230	250	127	129
КС-125 КПС 255	min		133	142	153	178	198	160	175	205	235	255	127	127
	max		163	172	183	208	228	185	205	235	265	285	162	164
КС-160 КП45432-2	min		168	177	188	213	233	195	210	240	270	290	162	162
	max		198	207	218	243	263	220	240	270	300	320	197	199
КС-180 КПС 256	min		188	197	208	233	253	215	230	260	290	310	182	182
	max		218	217	238	263	283	240	260	290	320	340	217	219
КС-205 КП45463-2	min		213	222	233	258	278	240	255	285	315	335	207	207
	max		243	242	263	288	308	265	285	315	345	365	242	244
КС-240 КПС 705	min		248	257	268	293	313	275	290	320	350	370	242	242
	max		278	277	298	323	343	300	320	350	380	400	277	279
КУ-160 КПС 249	min		168	177	188	213	233	195	210	240	270	290	162	162
	max		198	207	218	243	263	220	240	270	300	320	197	199
КУ-205 КПС 276	min		213	222	233	258	278	240	255	285	315	335	207	207
	max		243	242	263	288	308	265	285	315	345	365	242	244
КУ-240 КПС 706	min		248	257	268	293	313	275	290	320	350	370	242	242
	max		278	277	298	323	343	300	320	350	380	400	277	279

Лист

4.23

**СИАЛ** Навесная фасадная система

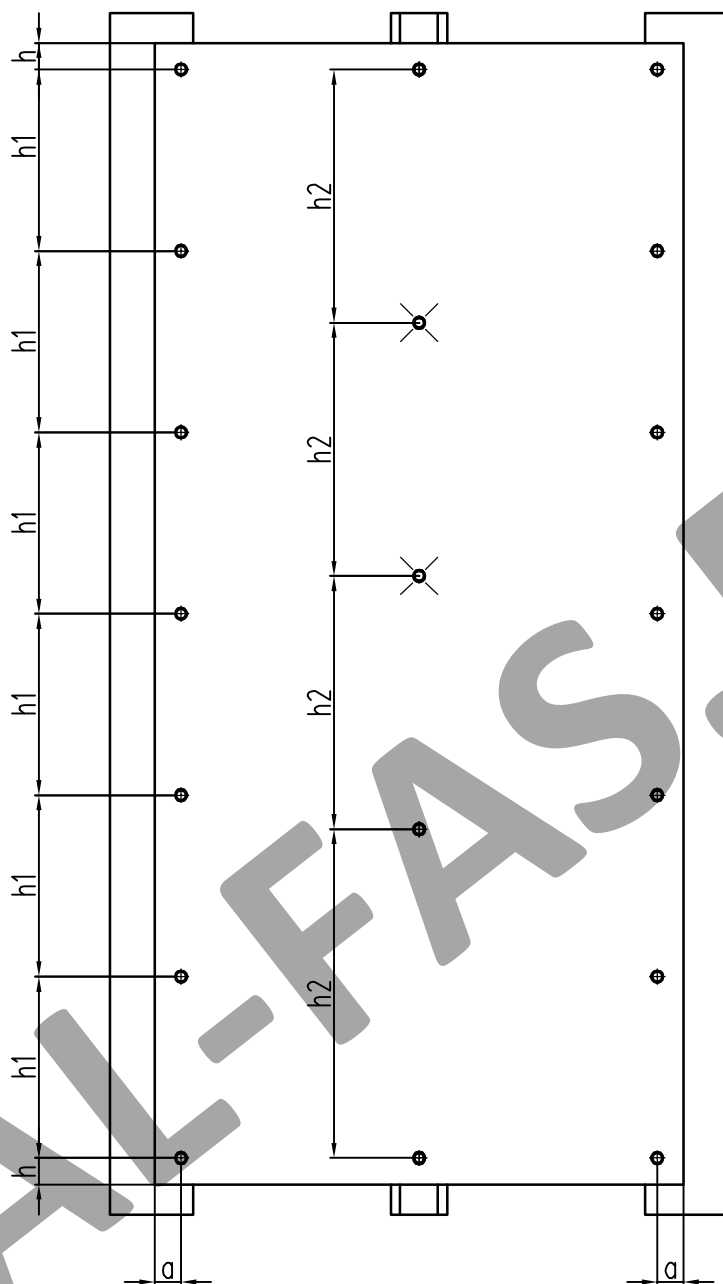
## ТАБЛИЦА ВЫЛЕТОВ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТАНОВЛЕННЫХ НА Г-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНАХ, мм



Шифр направляющей		КП45530	КП45531	КПС 364	КПС 365	КПС 467	КПС 701
Марка кронштейна							
КН (КО)-70 КПС 300-1	min	74	74	116	140	72	73
	max	104	104	146	170	102	103
КН (КО)-90 КПС 301-1	min	94	94	136	160	92	93
	max	124	124	166	190	122	123
КН (КО)-125 КПС 302-1	min	129	129	171	195	127	128
	max	159	159	201	225	157	158
КН (КО)-160 КПС 303-1	min	164	164	206	230	162	163
	max	194	194	236	260	192	193
КН (КО)-180 КПС 304-1	min	184	184	226	250	182	183
	max	214	214	256	280	212	213
КН (КО)-205 КПС 305-1	min	209	209	251	275	207	208
	max	239	239	281	305	237	238
КН (КО)-240 КПС 722	min	244	244	286	310	242	243
	max	274	274	316	340	272	273

# СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

## Вертикальное расположение панелей



⊗ - узел неподвижного крепления панелей.

⊕ - узел подвижного крепления панелей.

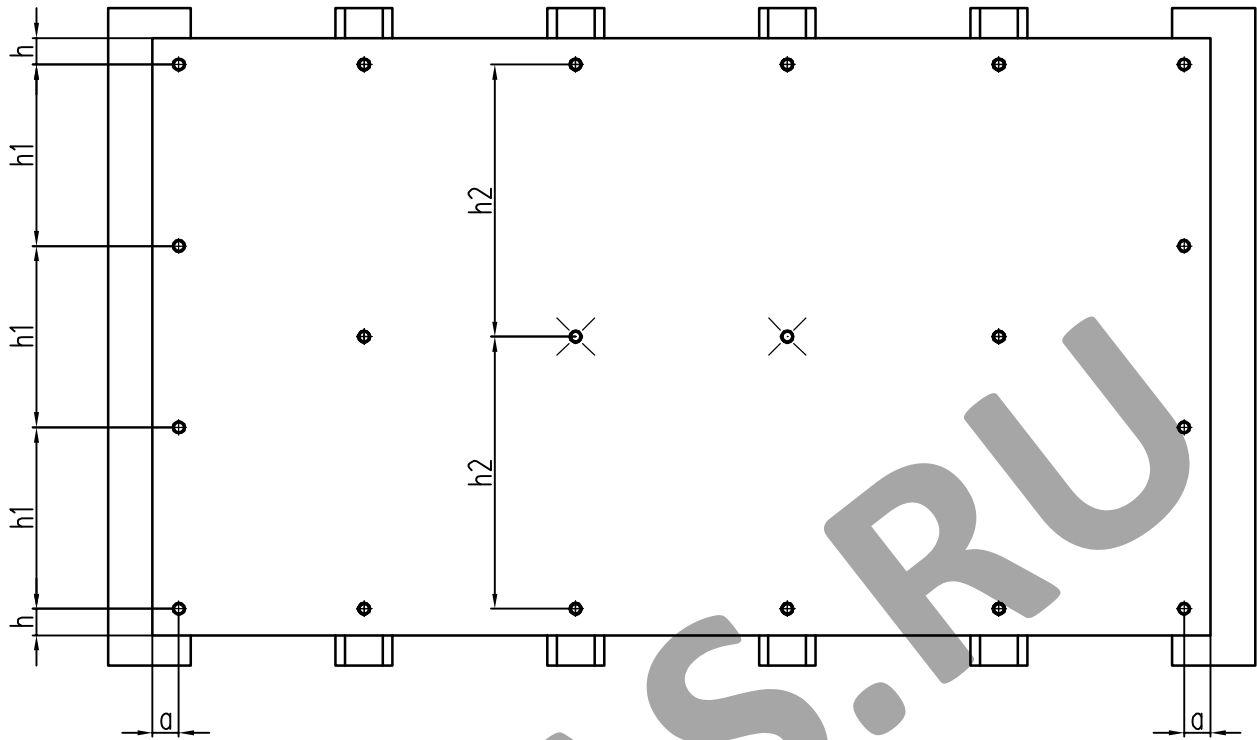
### ПРИМЕЧАНИЕ

Размеры  $a$ ,  $h$ ,  $h_1$  и  $h_2$  выбираются по рекомендациям производителей панелей.

Каждая облицовочная панель в зависимости от размеров имеет от 1 до 2 узлов неподвижного крепления.

# СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

## Горизонтальное расположение панелей

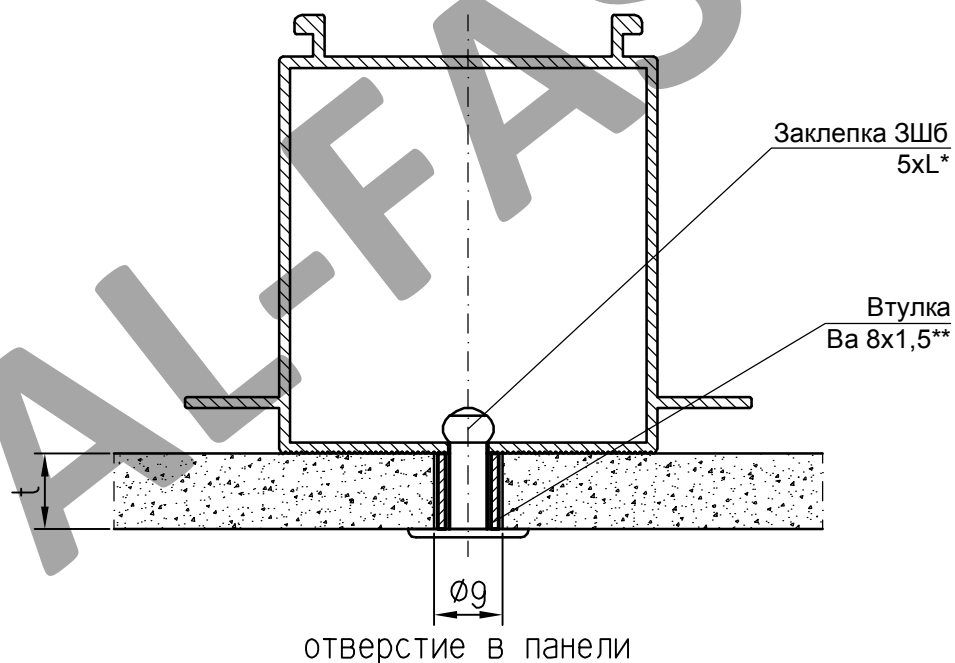
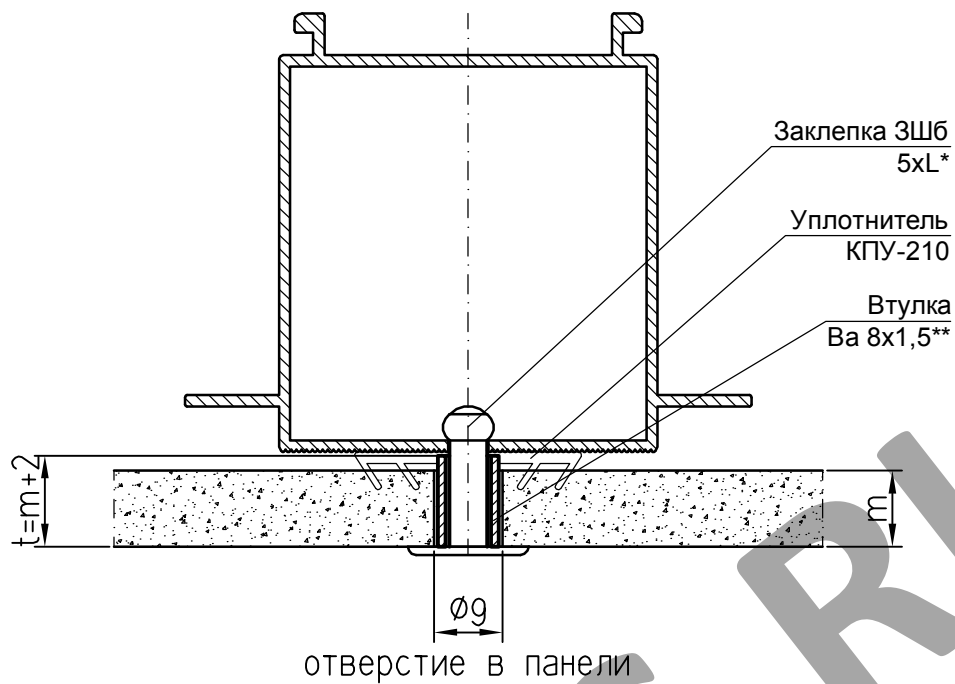


- ⊗ - узел неподвижного крепления панелей.
- ⊙ - узел подвижного крепления панелей.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Размеры  $a$ ,  $h$ ,  $h1$  и  $h2$  выбираются по рекомендациям производителей панелей. Каждая облицовочная панель в зависимости от размеров имеет от 1 до 2 узлов неподвижного крепления.

# НЕПОДВИЖНЫЕ УЗЛЫ КРЕПЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

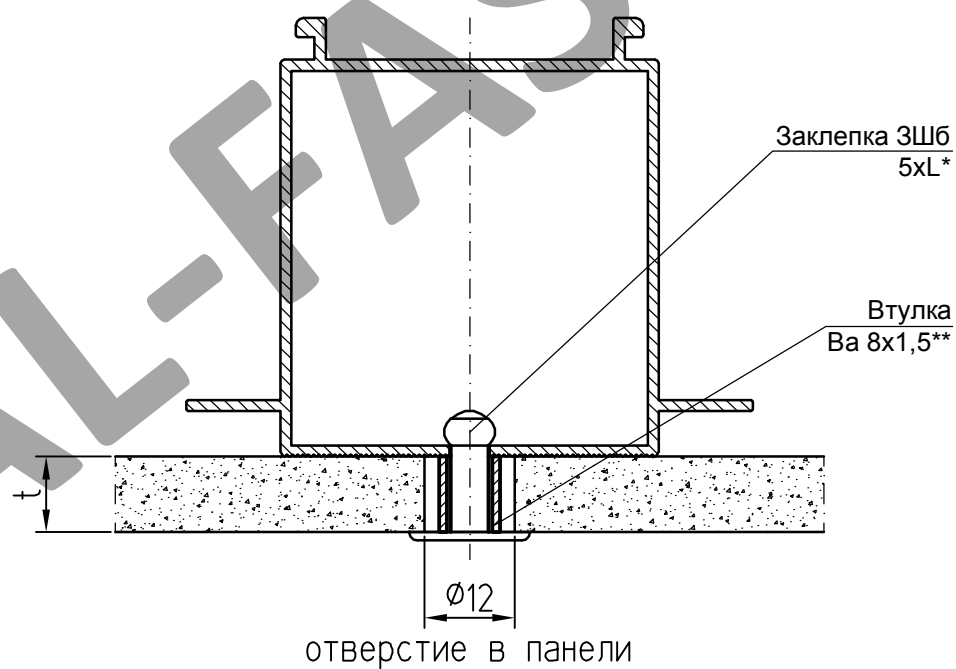
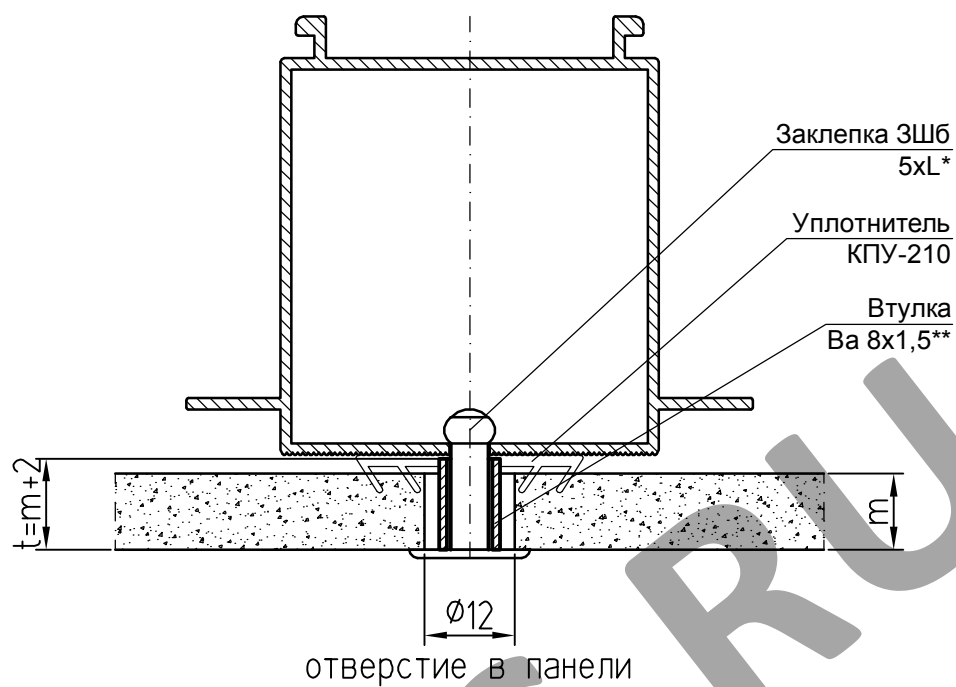


## ПРИМЕЧАНИЕ

\* в пожароопасных зонах применять заклепки 3Шсб (А2/А2), длину заклепок L мм выбирать в зависимости от толщины панели по рекомендации производителей заклепок.

\*\* - длина втулки t мм превышает толщину панели на 2 мм при использовании уплотнителя КПУ-210, и равна толщине панели без применения уплотнителя.

# ПОДВИЖНЫЕ УЗЛЫ КРЕПЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

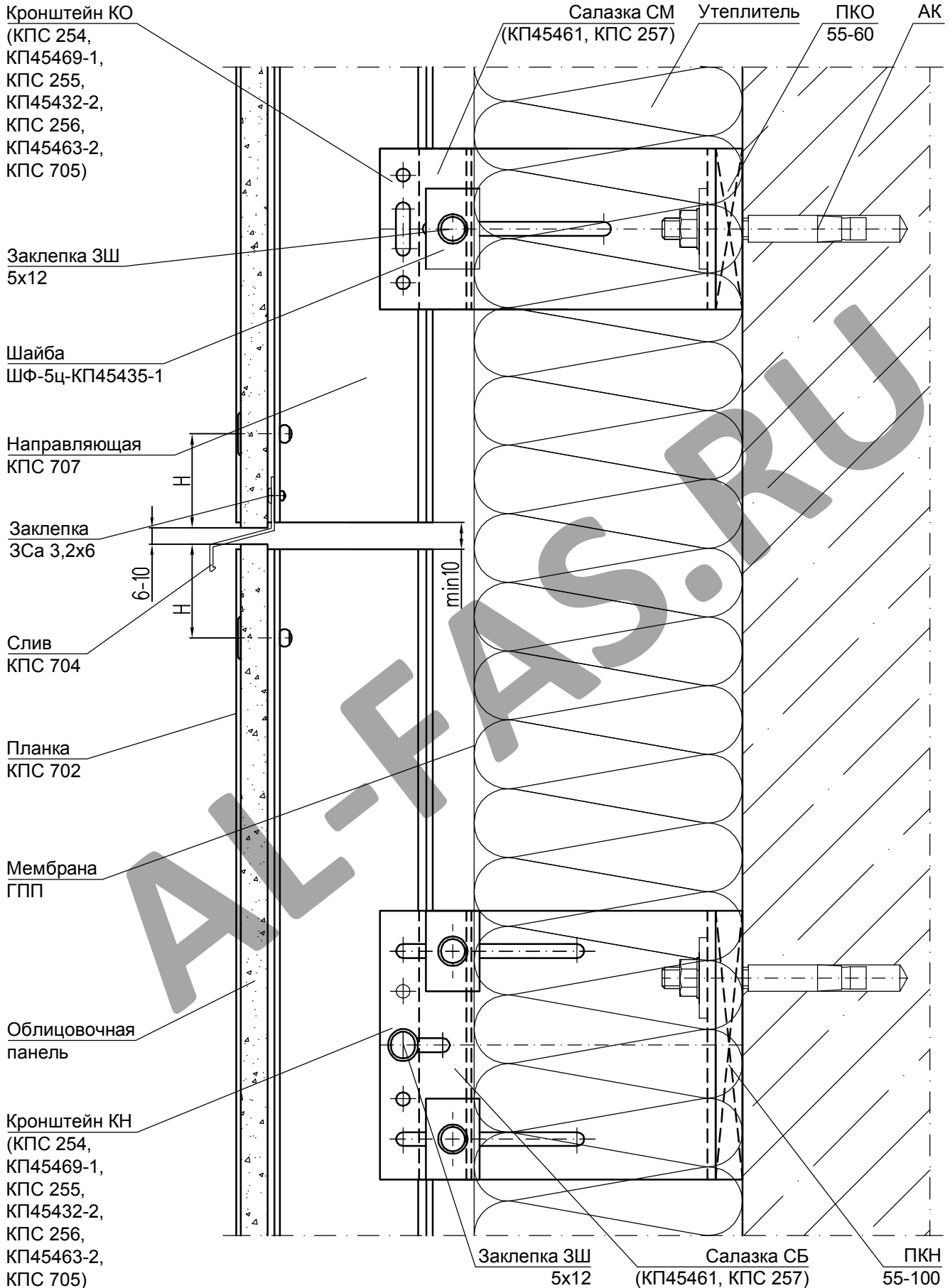


## ПРИМЕЧАНИЕ

\* в пожароопасных зонах применять заклепки 3Шсб (А2/А2), длину заклепок L мм выбирать в зависимости от толщины панели по рекомендации производителей заклепок .

\*\* - длина втулки t мм превышает толщину панели на 2 мм при использовании уплотнителя КПУ-210, и равна толщине панели без применения уплотнителя .

## УЗЕЛ 2.1 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 707)



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

Лист

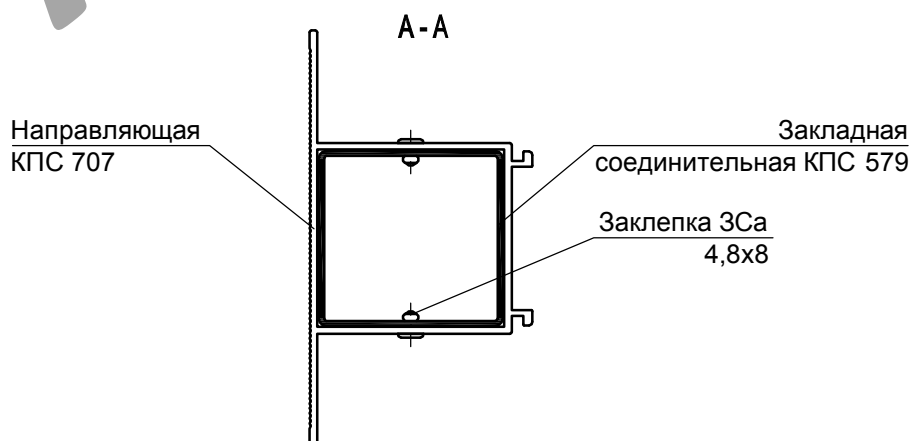
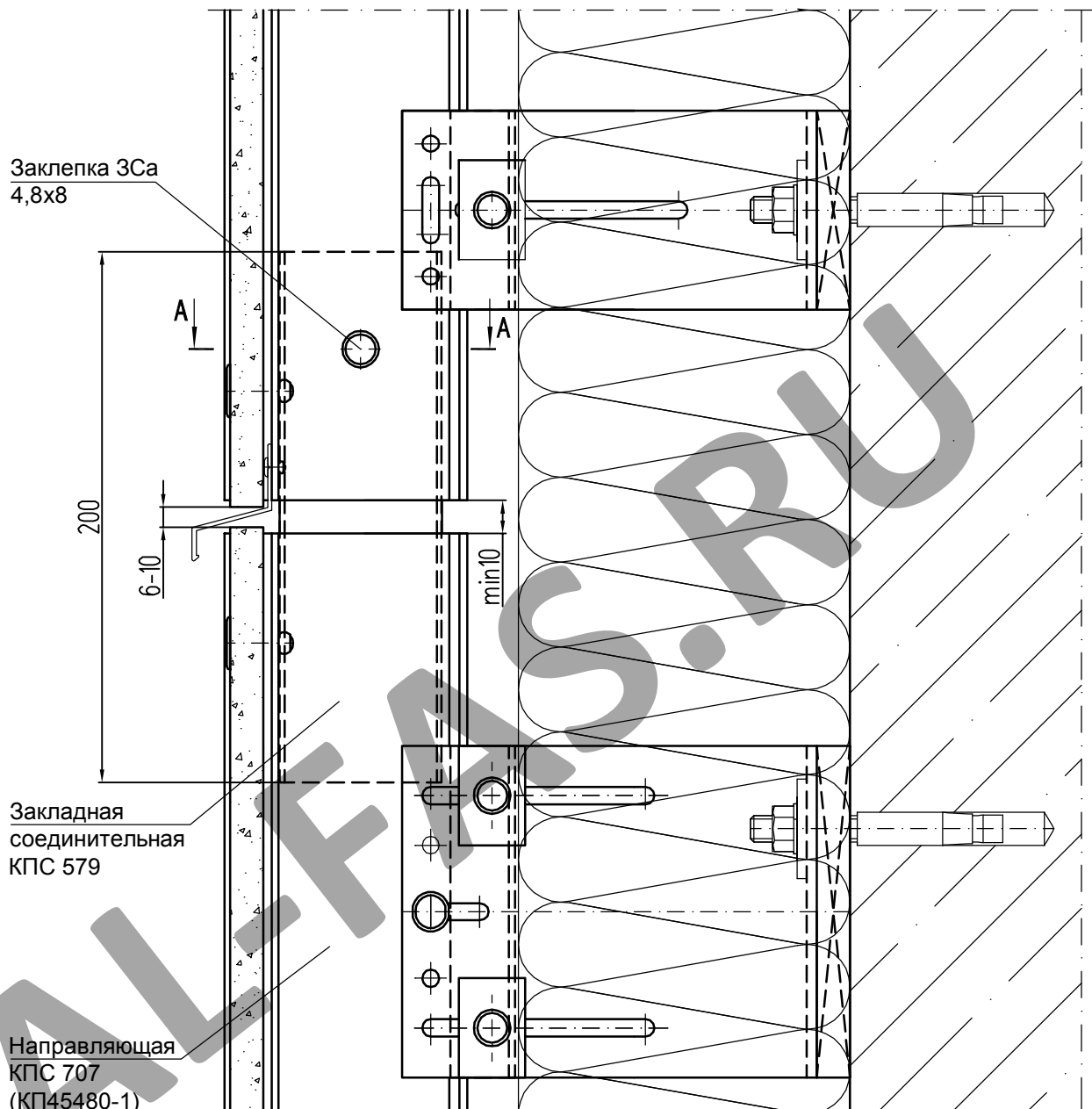
4.29

СИАЛ

Навесная фасадная система



УЗЕЛ 2.2 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  
 (применение направляющих КПС 707 и КП45480-1  
 с закладной соединительной КПС 579)



## УЗЕЛ 2.3 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 701)

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

Заклепка ЗШ  
5x12

Заклепка  
ЗСа 3,2x6

Слив  
КПС 704

Планка  
КПС 702

Мембрана  
ГПП

Облицовочная  
панель

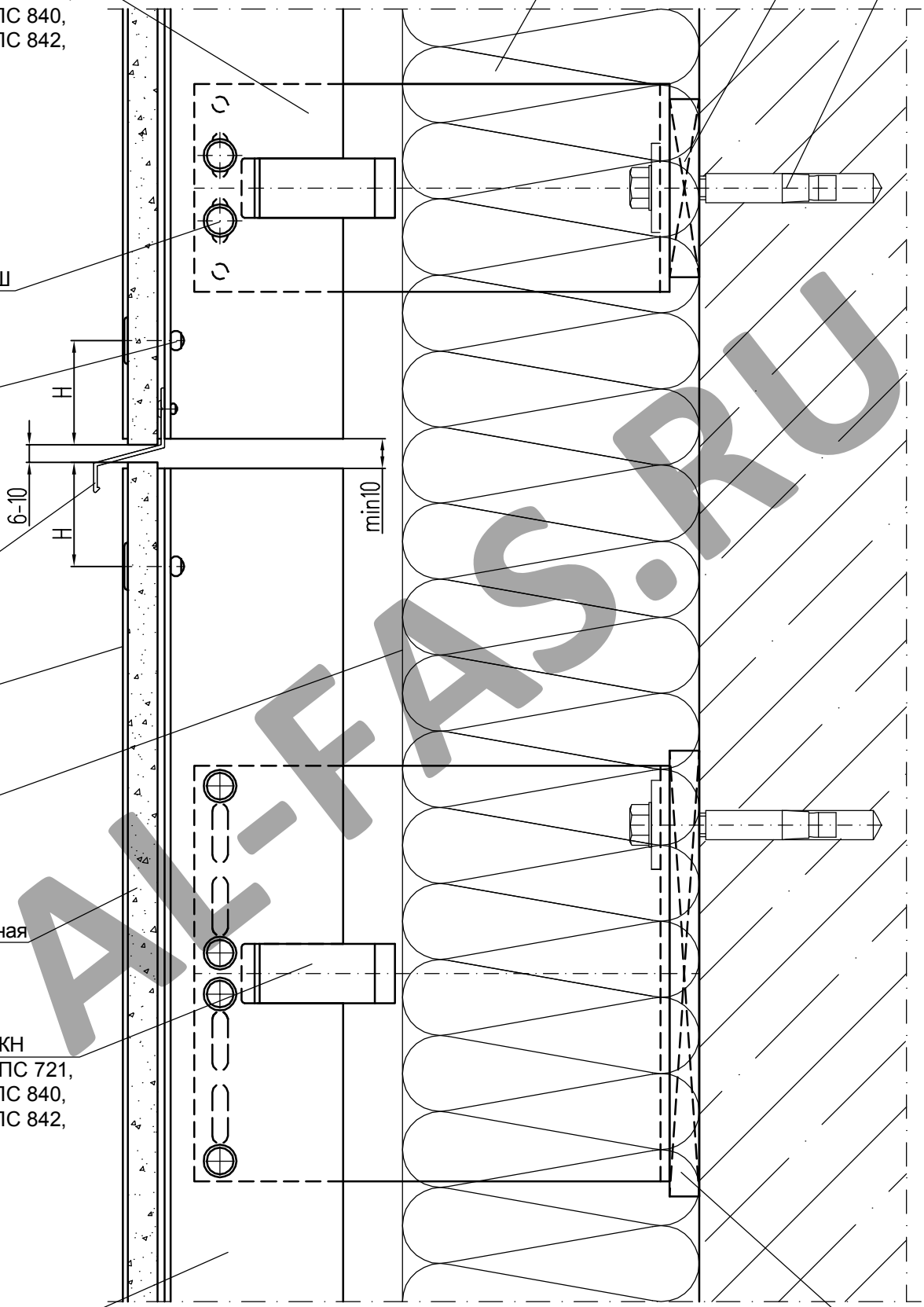
Кронштейн КН  
(КПС 720, КПС 721,  
КПС 722, КПС 840,  
КПС 841, КПС 842,  
КПС 300-1,  
КПС 301-1,  
КПС 302-1,  
КПС 303-1,  
КПС 304-1,  
КПС 305-1)

Направляющая  
КПС 701

Утеплитель

ПКО  
55-60

АК



ПК  
55-150

ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

Лист

4.31

**СИАЛ** Навесная фасадная система

## УЗЕЛ 2.4 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение направляющей КПС 701)

установка несущего кронштейна в качестве опорного

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

Планка  
КПС 702

Мембрана  
ГПП

Заклепка  
ЗСа 3,2x6

Слив  
КПС 704

Заклепка ЗШ  
5x12

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

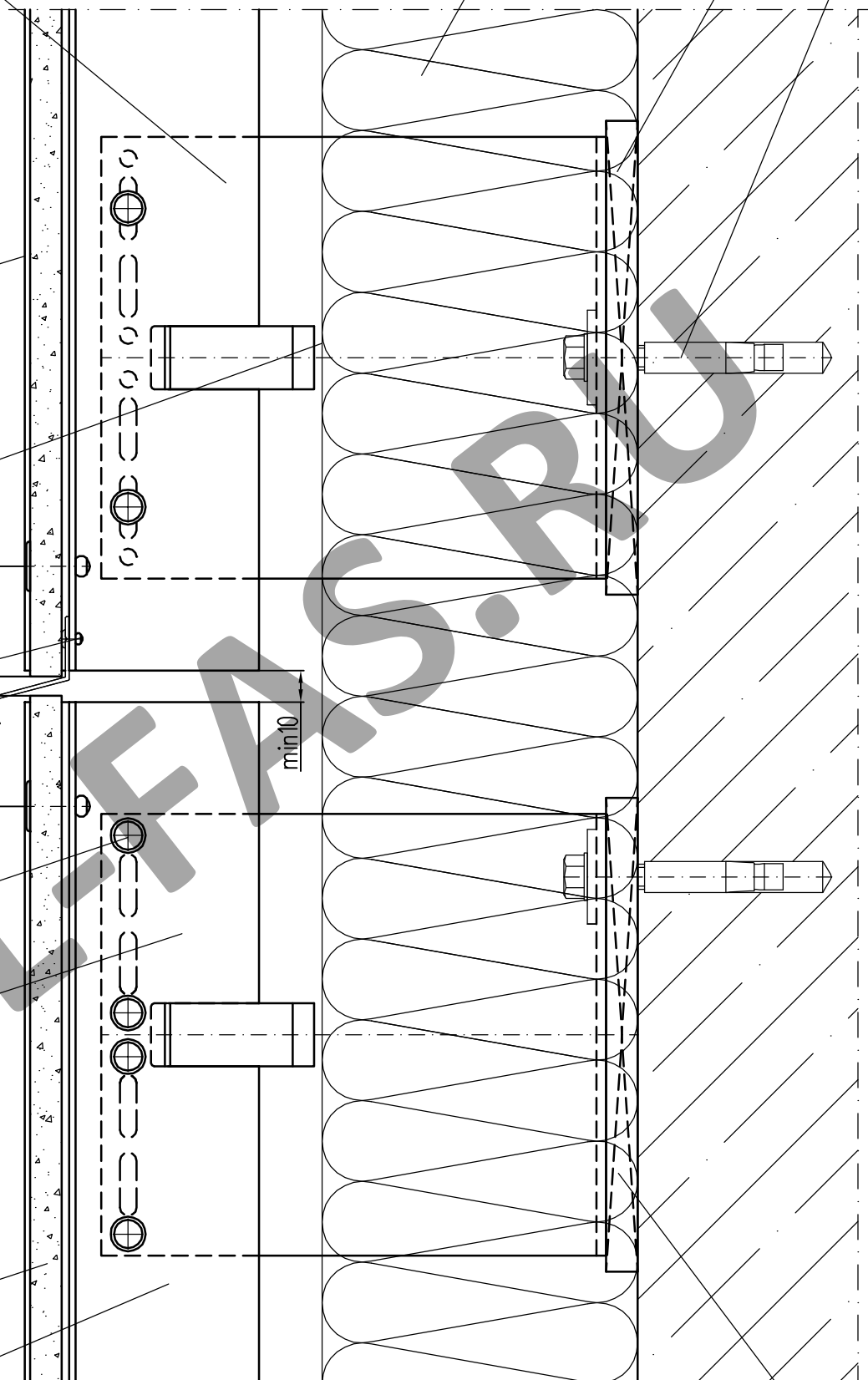
Облицовочная  
панель

Направляющая  
КПС 701

Утеплитель

ПК  
55-150

АК

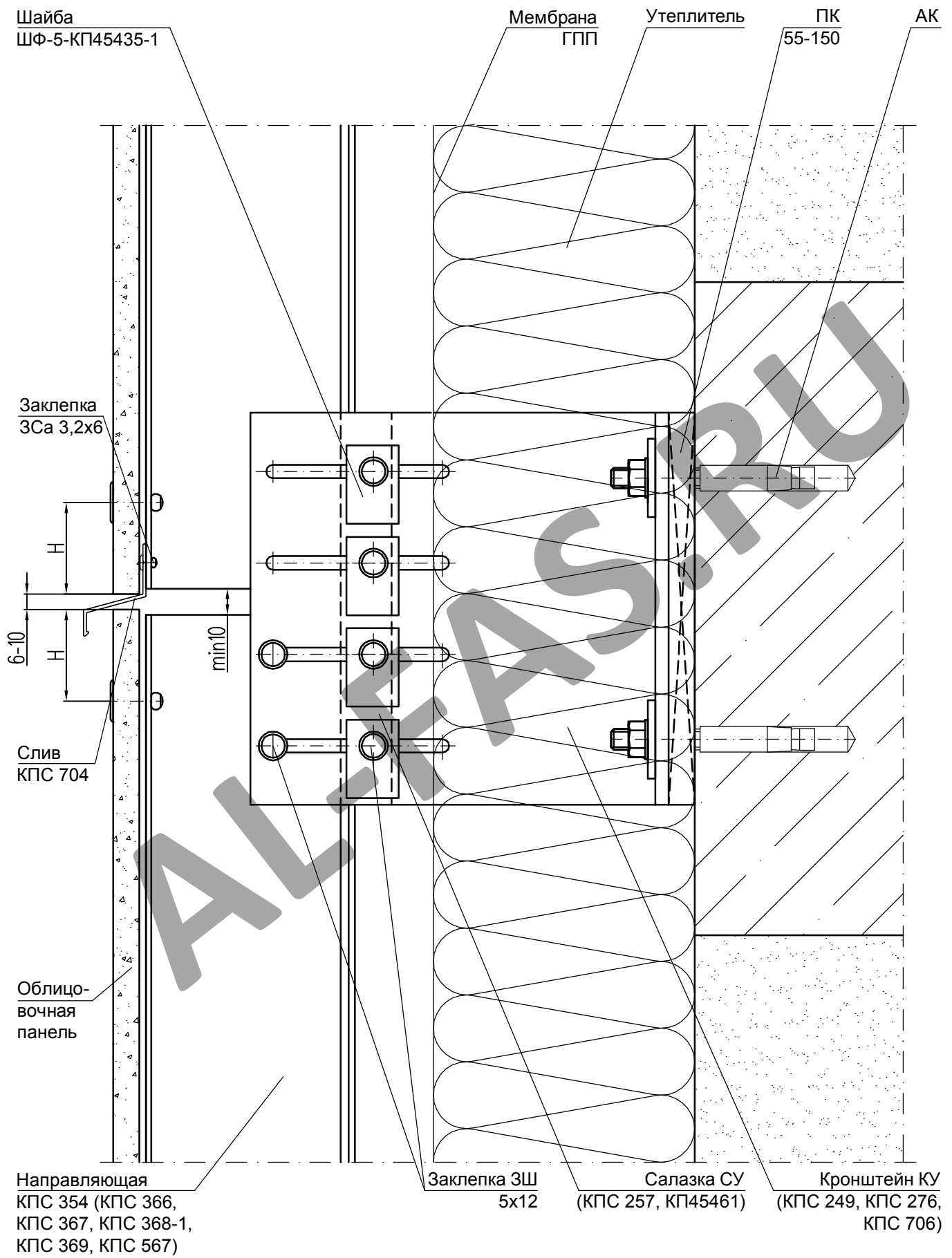


ПК  
55-150

ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

## УЗЕЛ 2.5 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение усиленных кронштейнов)



ПРИМЕЧАНИЕ

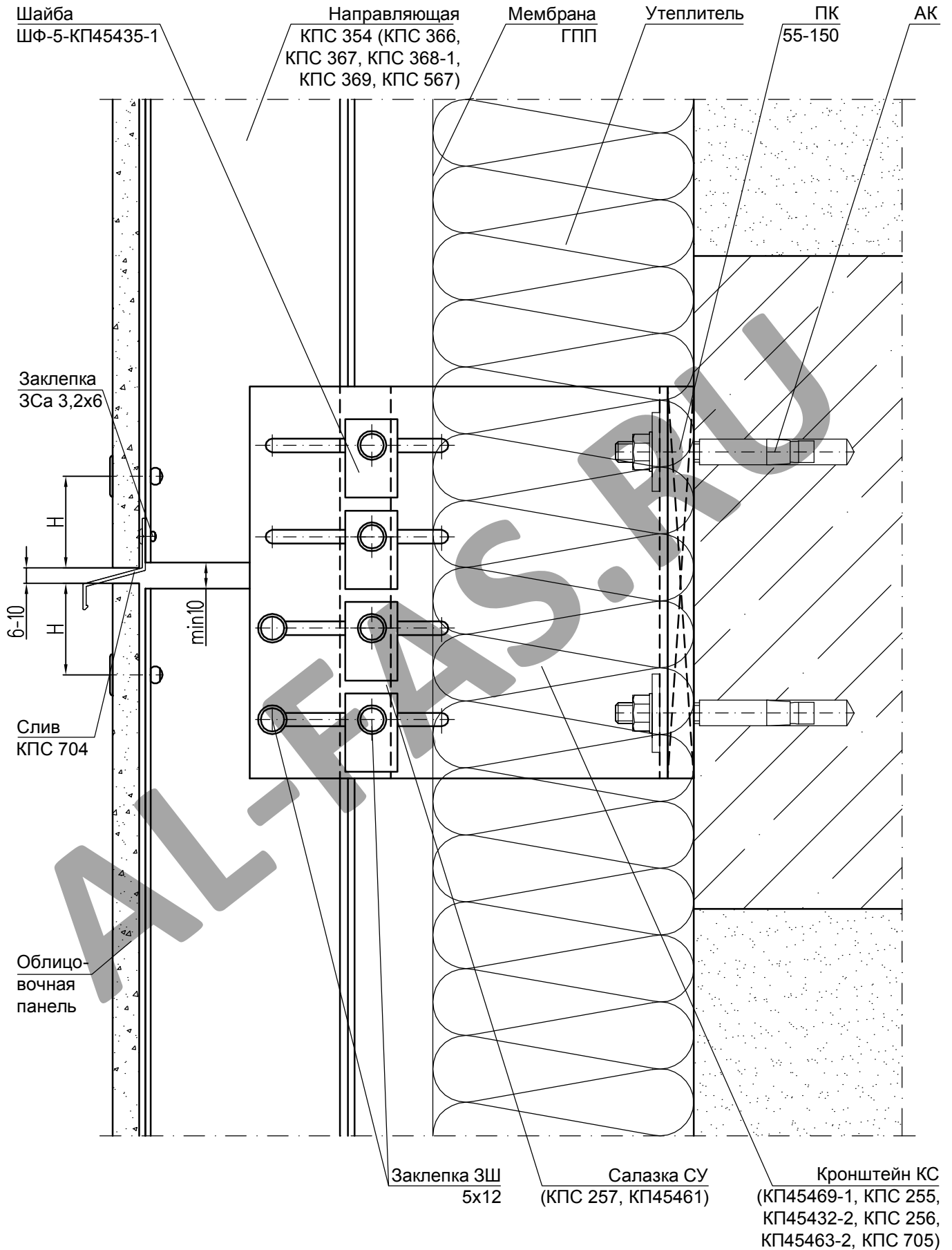
Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

Лист

4.33

**СИАЛ** Навесная фасадная система

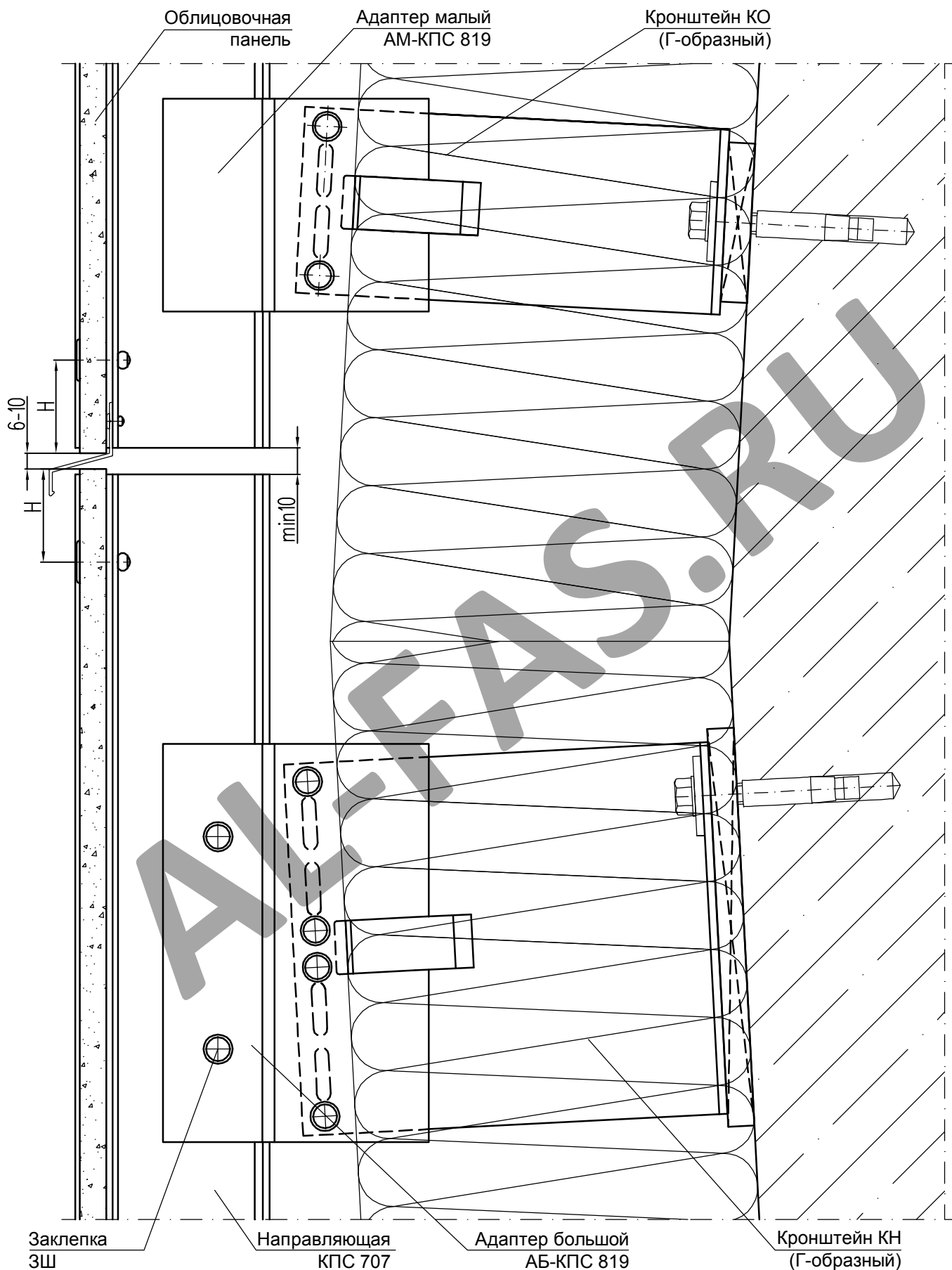
## УЗЕЛ 2.6 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение кронштейнов спаренных)



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

## УЗЕЛ 2.7 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ (применение адаптера КПС 819)



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей.

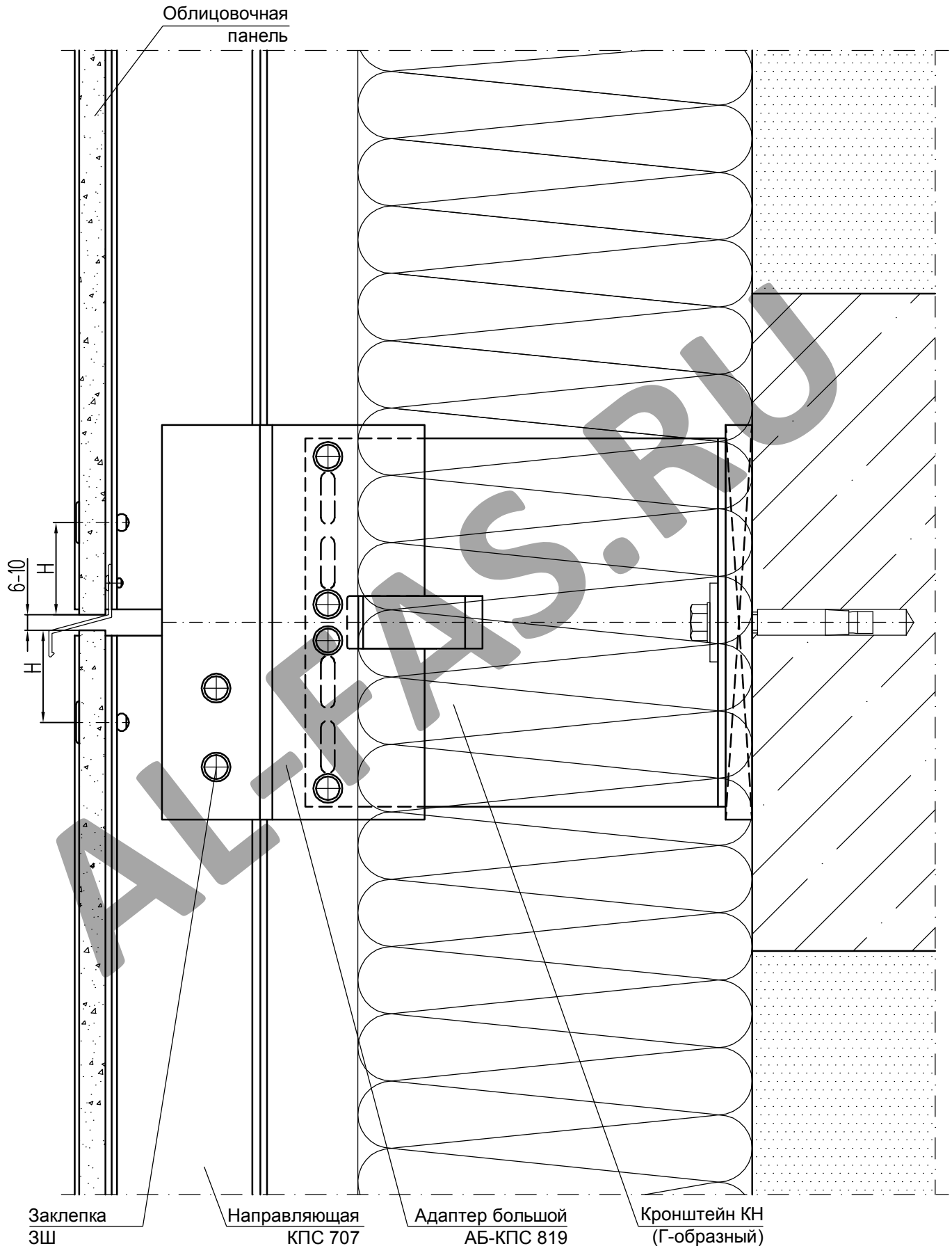
Лист

4.35

СИАЛ

Навесная фасадная система

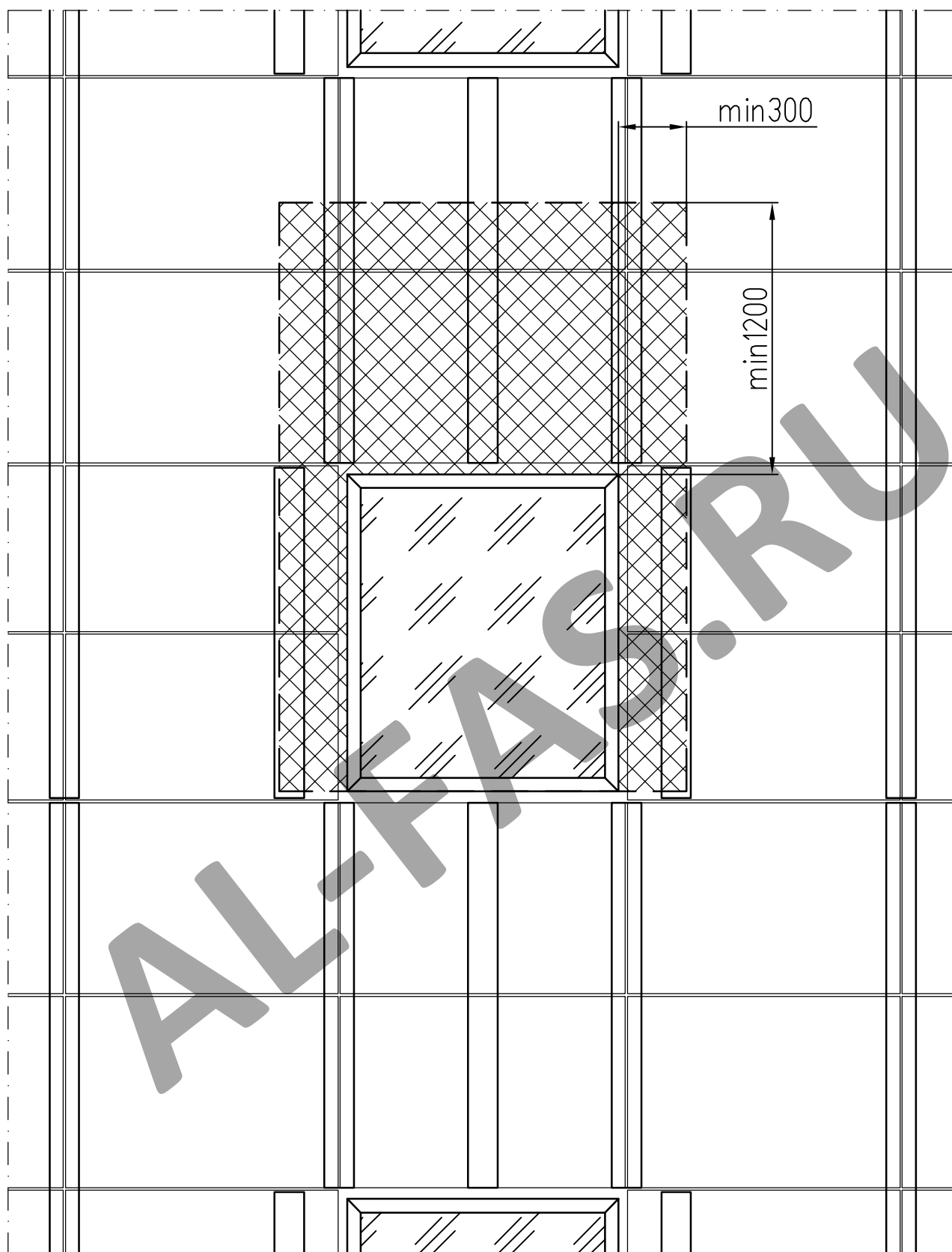
УЗЕЛ 2.8 - ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  
 (применение адаптера КПС 819  
 при креплении к плитам перекрытий )



ПРИМЕЧАНИЕ

Размер Н выбирается по рекомендациям производителей панелей .

# ОБЛАСТЬ ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ



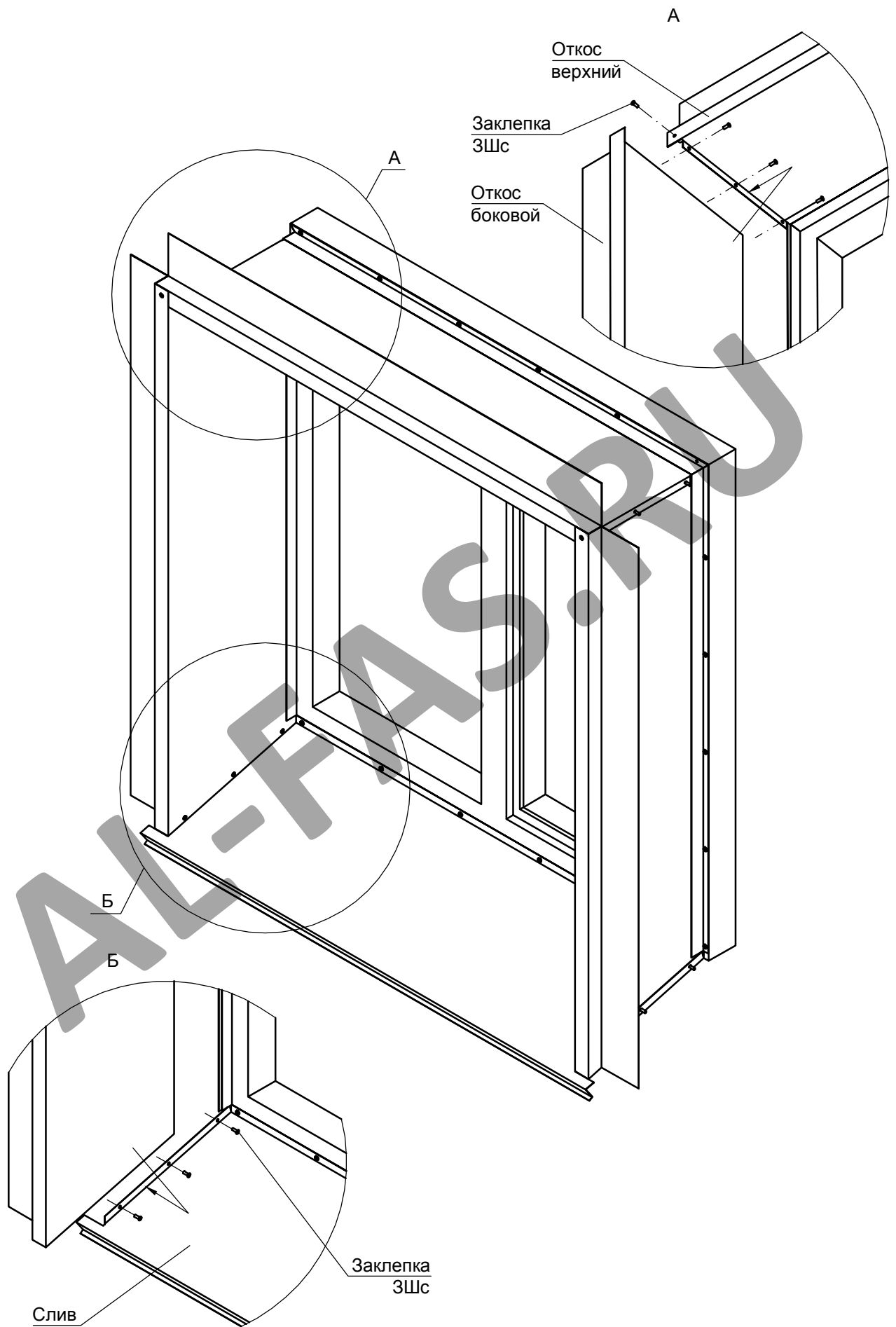
- область повышенной пожарной опасности

## ПРИМЕЧАНИЕ

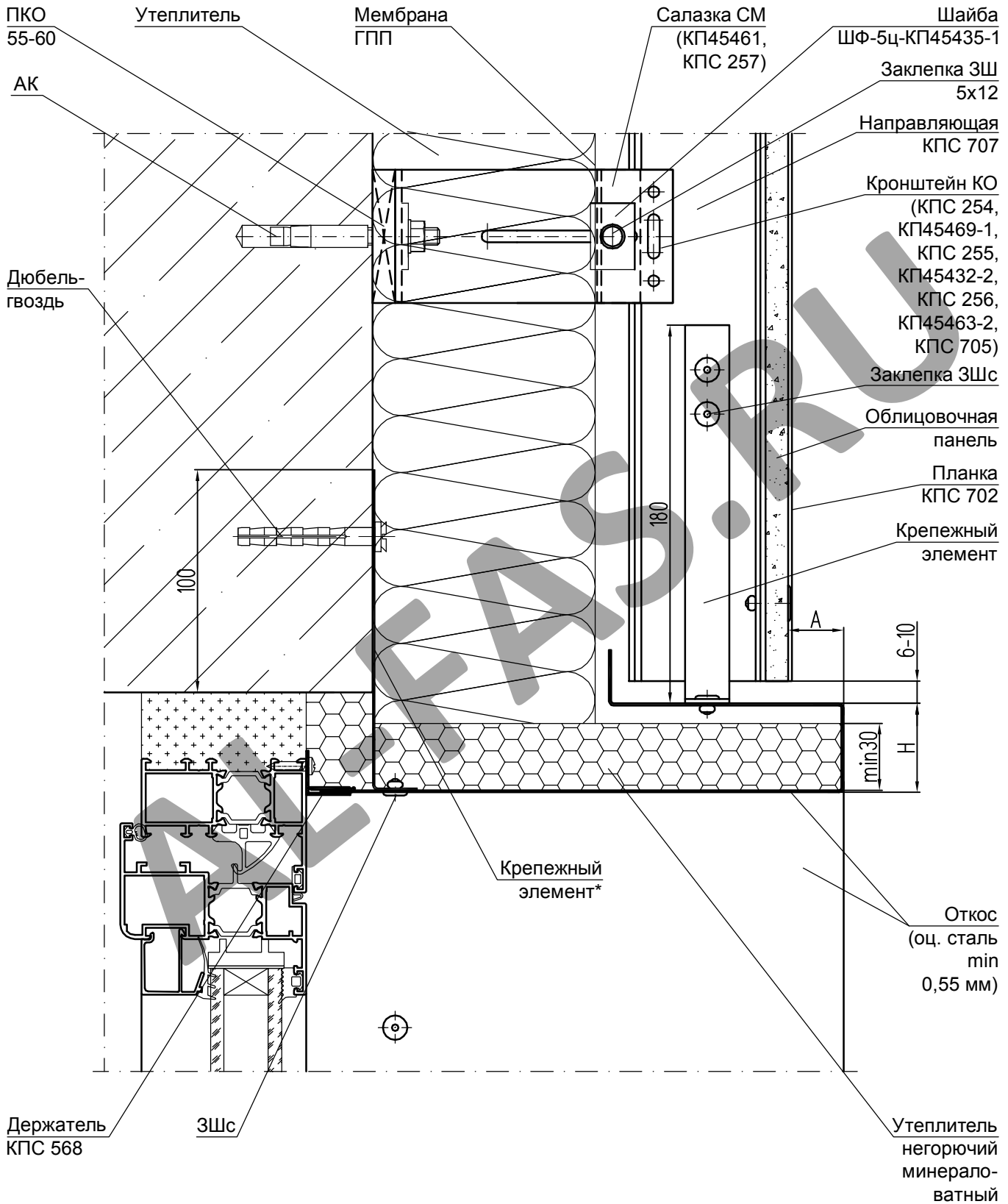
В области повышенной пожарной опасности облицовочные панели крепятся при помощи заклепок ЗШсб А2/А2. Все метизы в этой области должны быть стальными.



# КОНСТРУКЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО КОРОБА



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



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

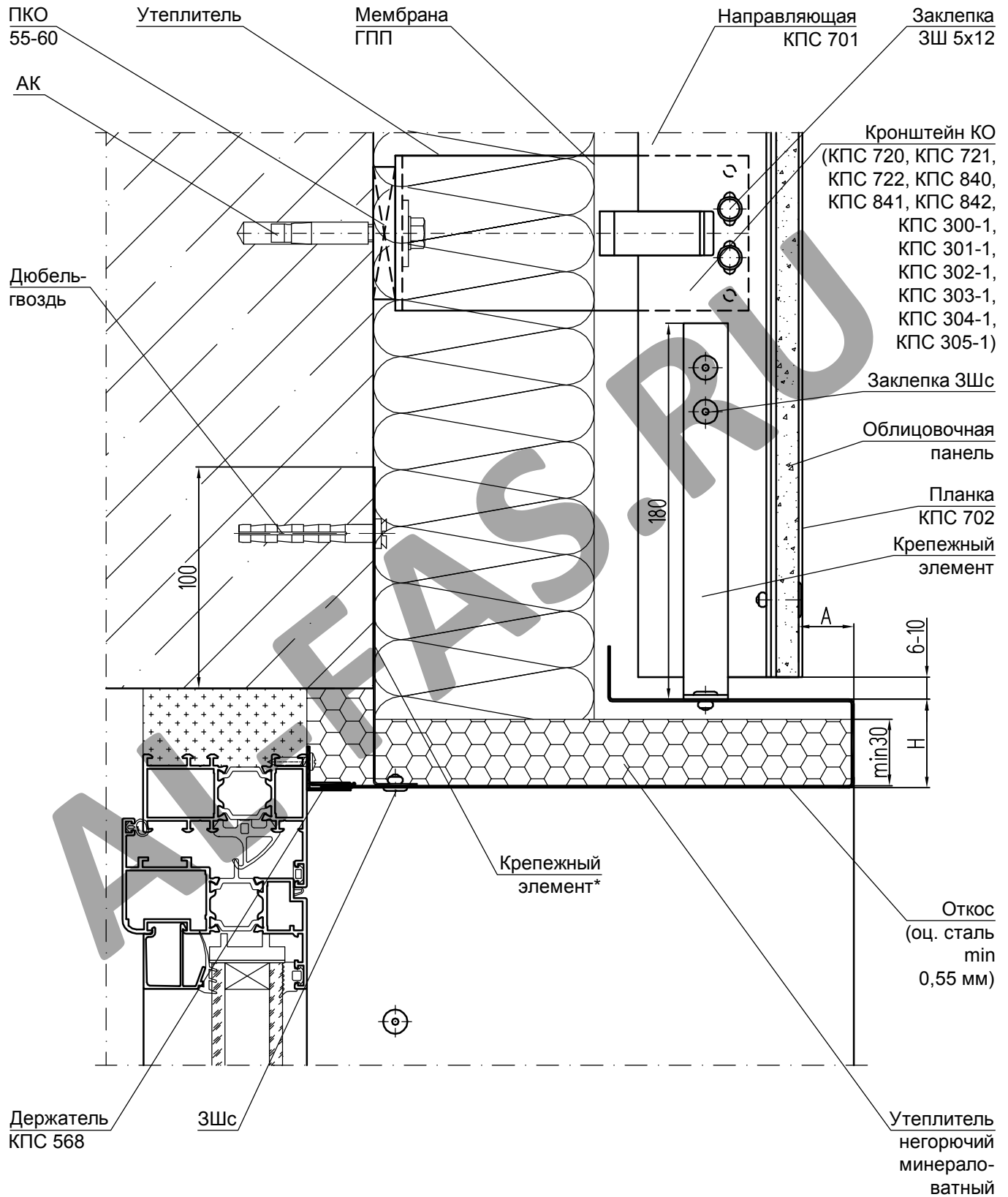
A, H - в соответствии с экспертным заключением ЦНИИИСК им. В. А. Кучеренко.

Лист

4.39

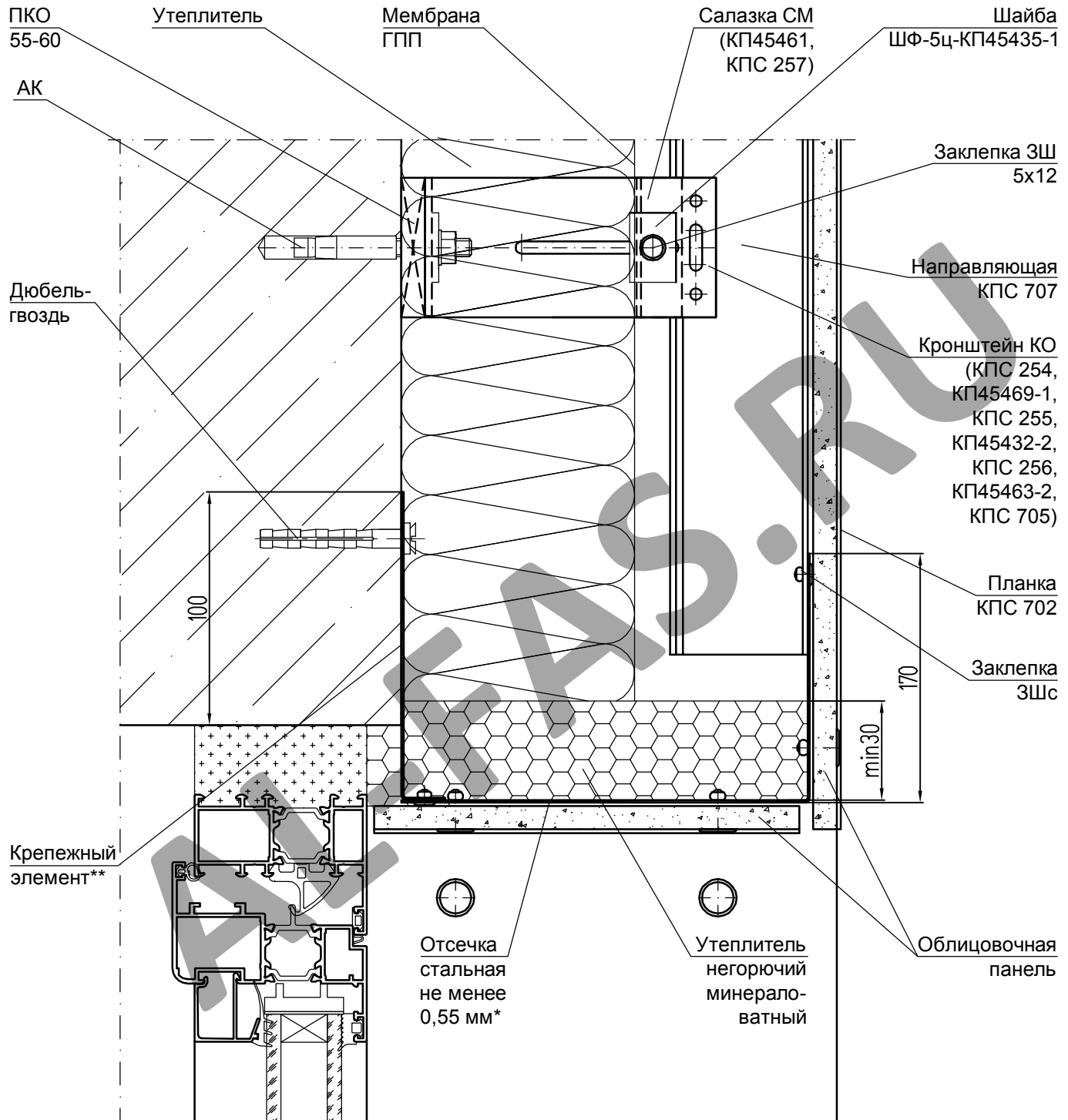
**СИАЛ** Навесная фасадная система

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



\* - элемент из стали сплошной по ширине верхнего откоса.  
 А, Н - в соответствии с экспертным заключением ЦНИИИСК им. В. А. Кучеренко.

## УЗЕЛ 3.3 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА (откос из облицовочных панелей, с применением П-образных кронштейнов)



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

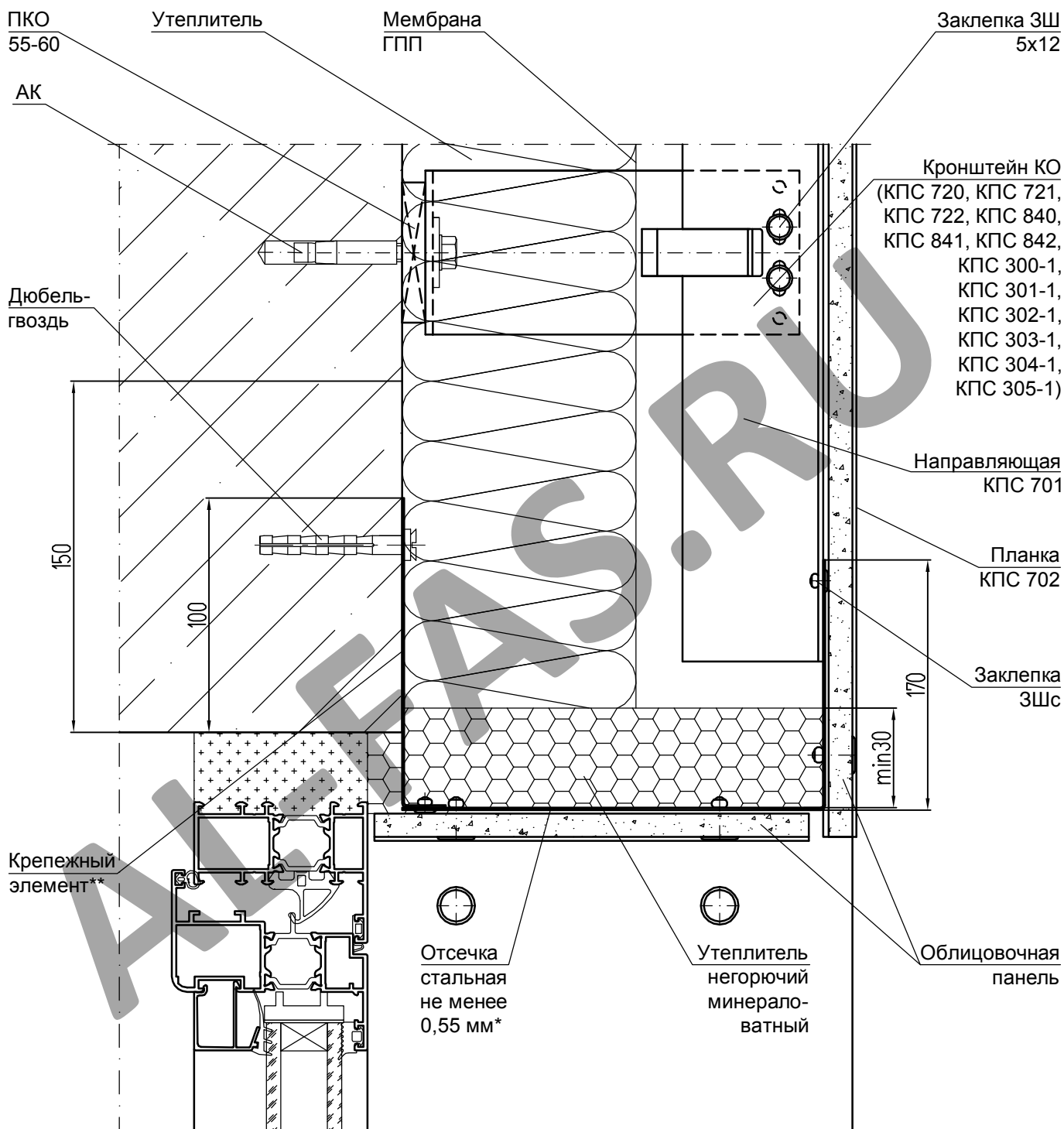
\*\* - элемент из стали сплошной по ширине верхнего откоса.

Лист

4.41

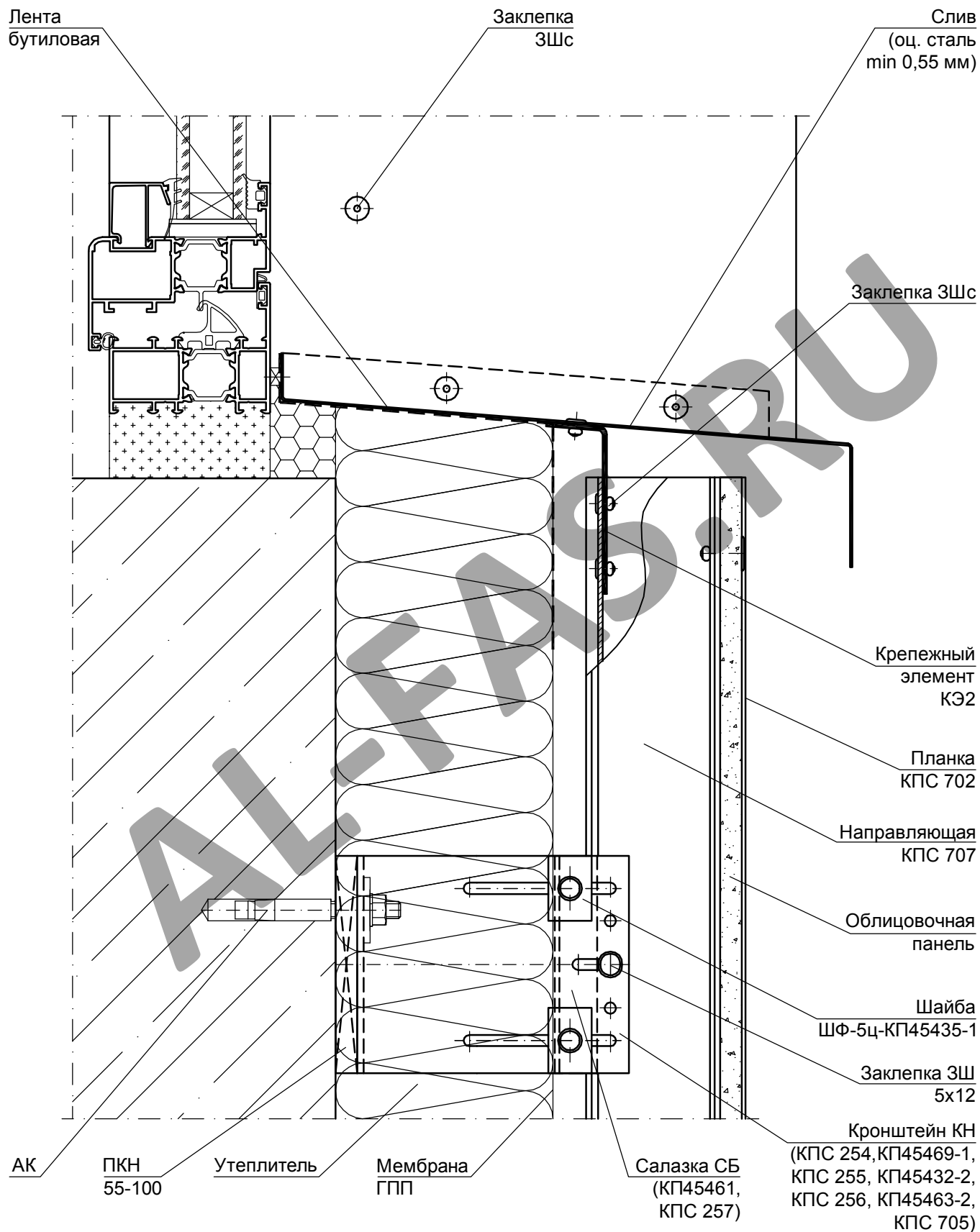
СИАЛ Навесная фасадная система

**УЗЕЛ 3.4 - ВЕРХНИЙ ОТКОС ОКНА**  
 (откос из облицовочных панелей, с применением  
 Г-образных кронштейнов)

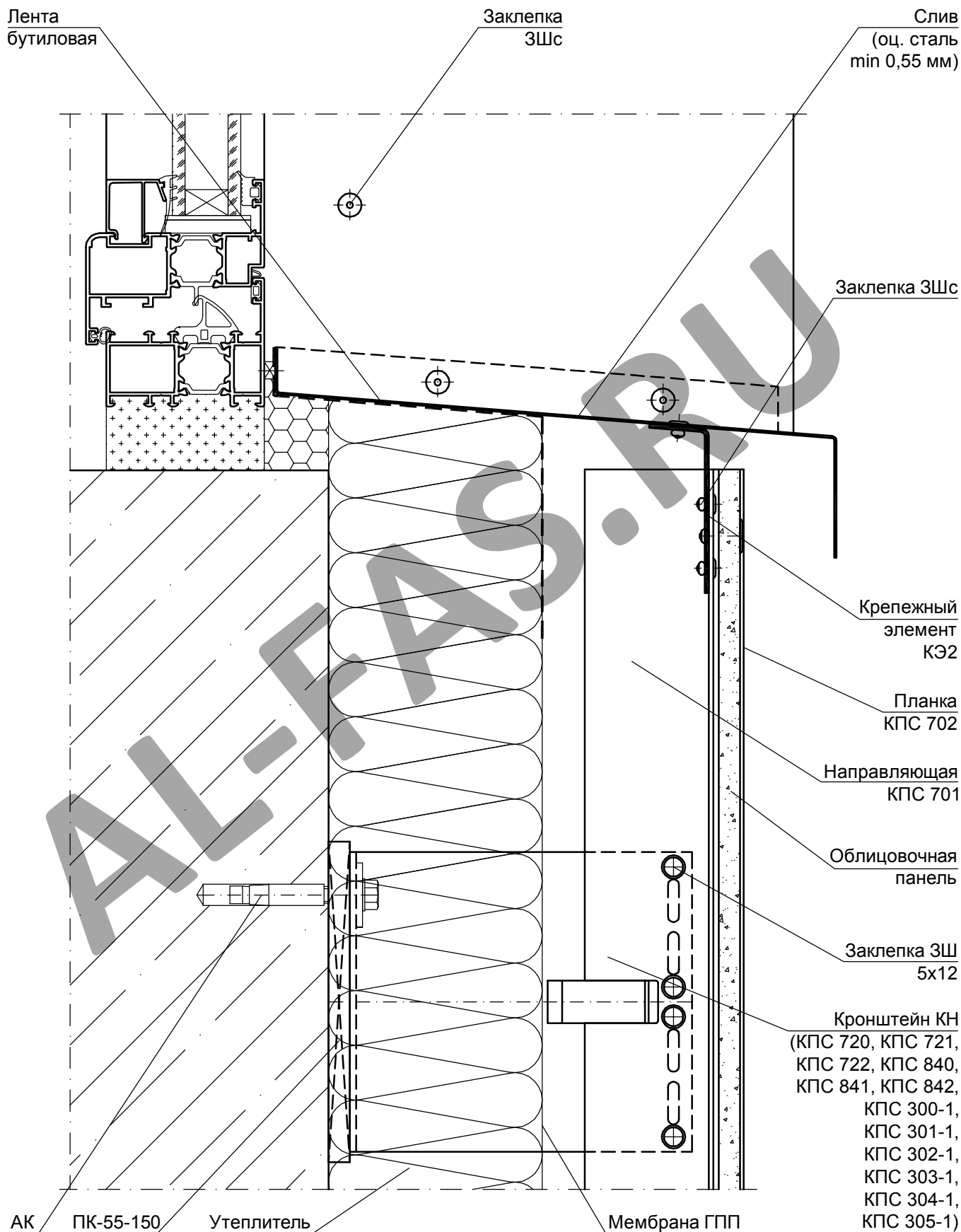


\* - длина отсечки равна ширине оконного проема с припуском 80 мм в обе стороны.  
 \*\* - элемент из стали сплошной по ширине верхнего откоса.

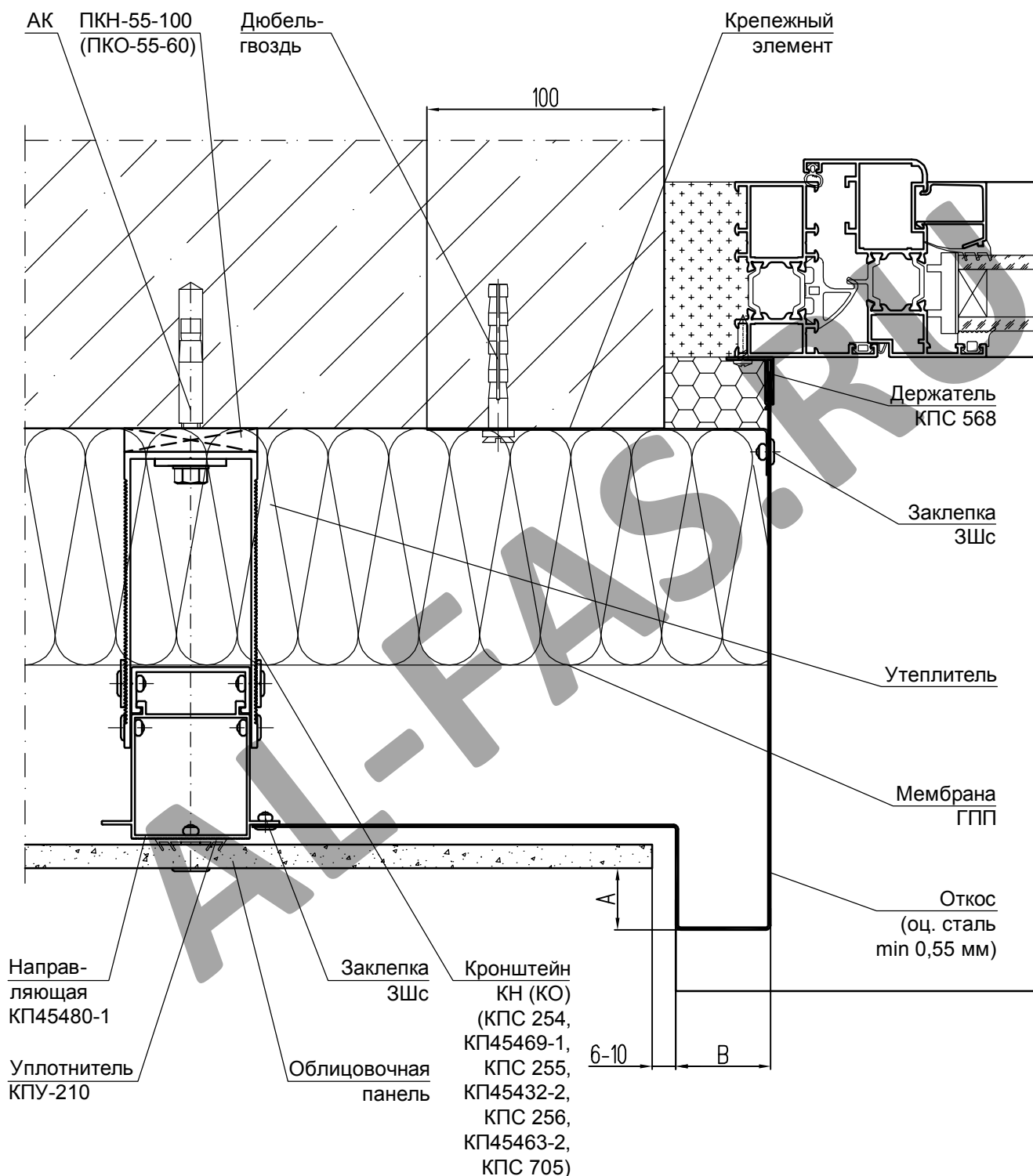
**УЗЕЛ 4.1 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ОКНУ**  
 (оконный слив из оц. стали с применением  
 П-образных кронштейнов)



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



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



А, В - в соответствии с экспертным заключением ЦНИИИСК им. В. А. Кучеренко.

Лист

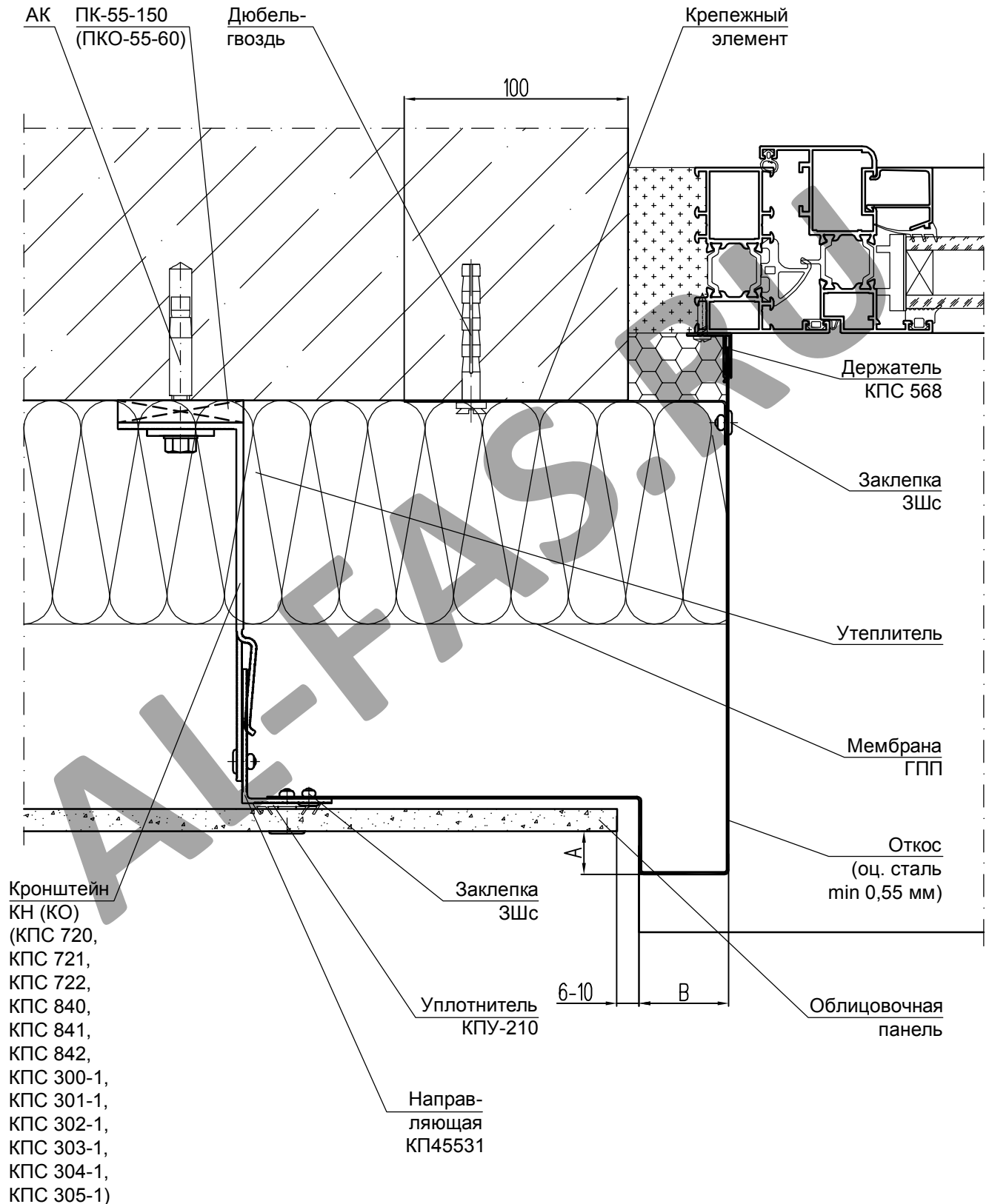
4.45

СИАЛ

Навесная фасадная система



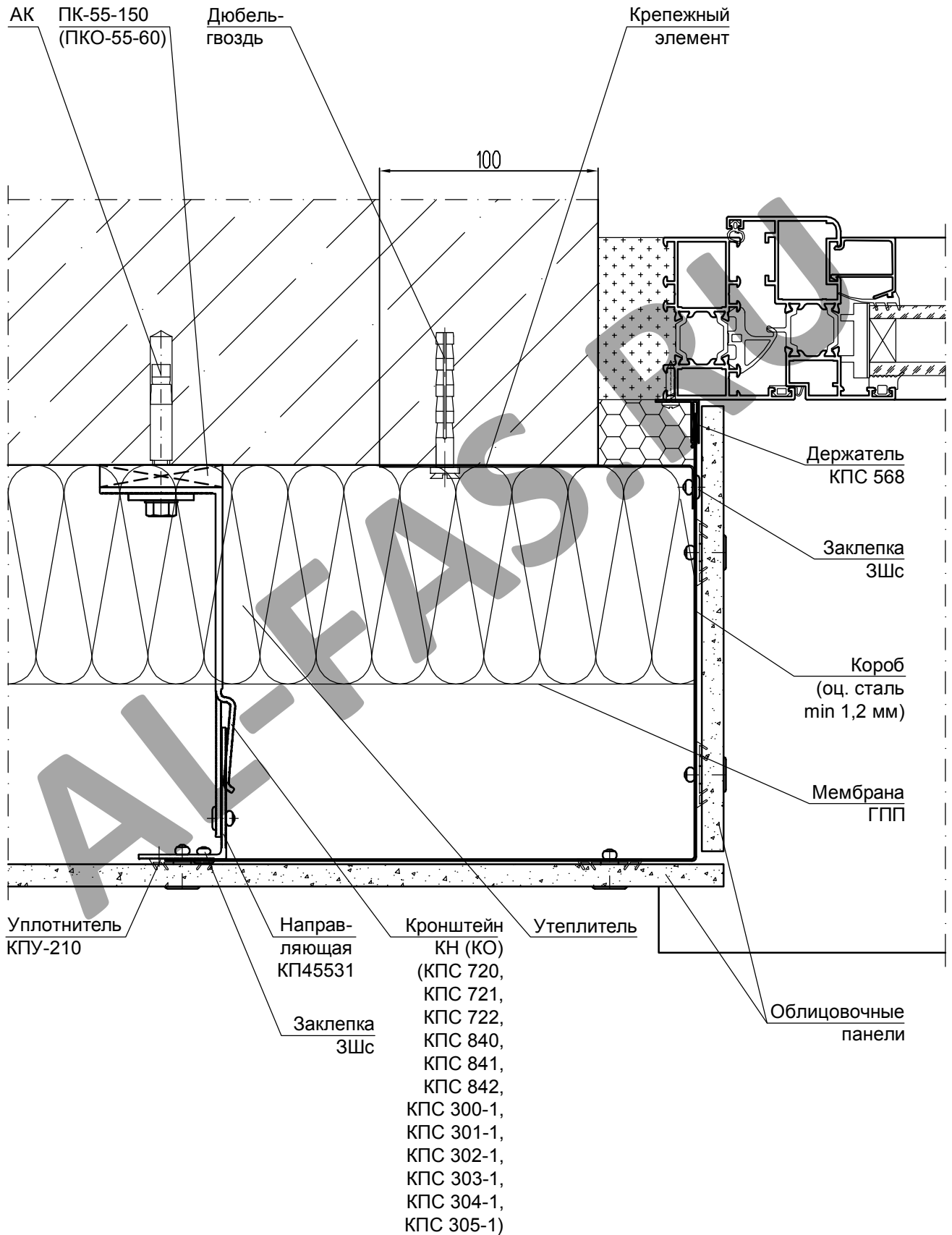
## УЗЕЛ 5.2 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА (откос из оц. стали, с применением Г-образных кронштейнов)



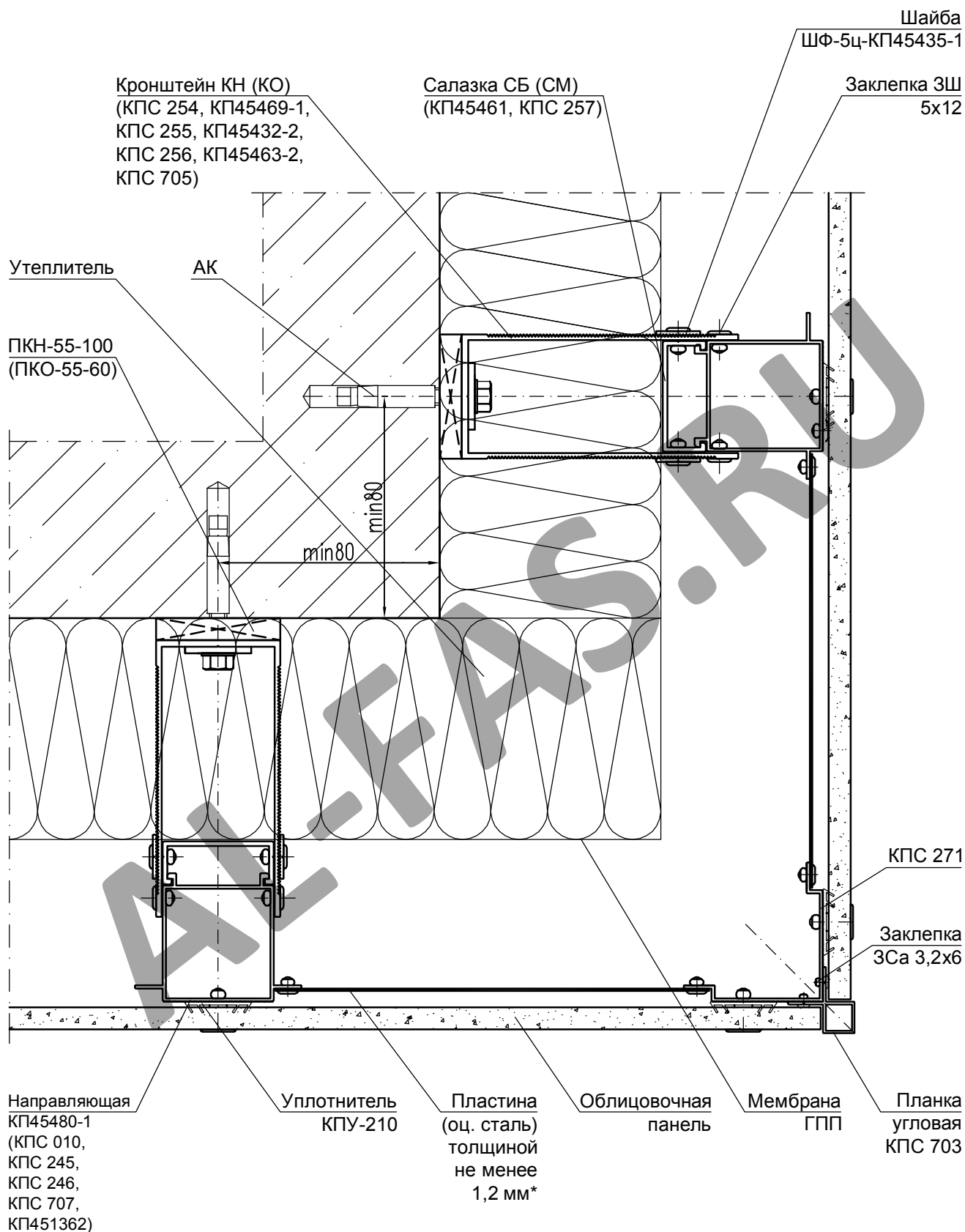
А, В - в соответствии с экспертным заключением ЦНИИИСК им. В. А. Кучеренко.



**УЗЕЛ 5.4 - БОКОВОЙ ОТКОС ОКНА**  
 (откос из облицовочных панелей , с применением  
 Г-образных кронштейнов )



# УЗЕЛ 6.1 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение П-образных кронштейнов и направляющей КПС 271)



## ПРИМЕЧАНИЕ

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

\* ширина пластин 80 мм.

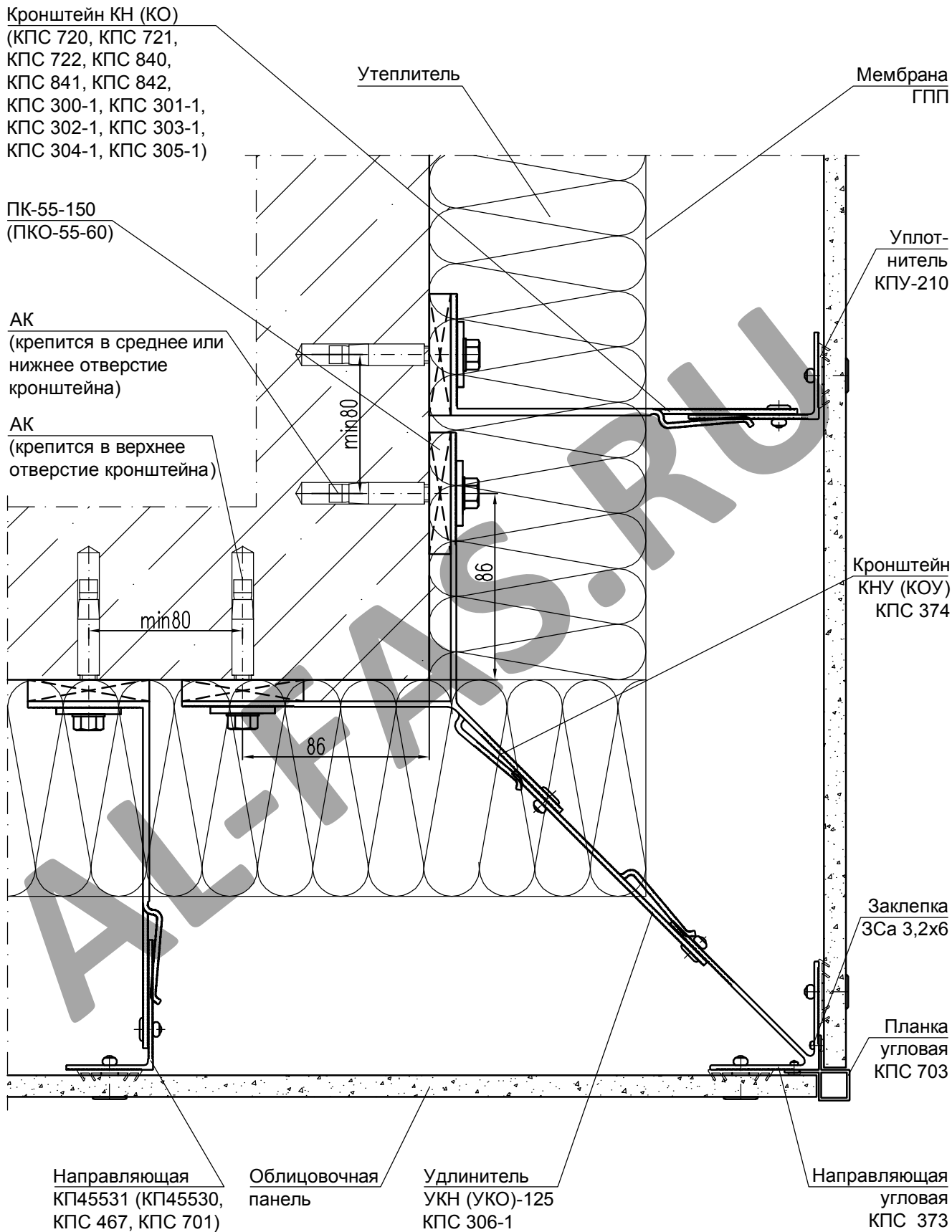
Лист

4.49

СИАЛ

Навесная фасадная система

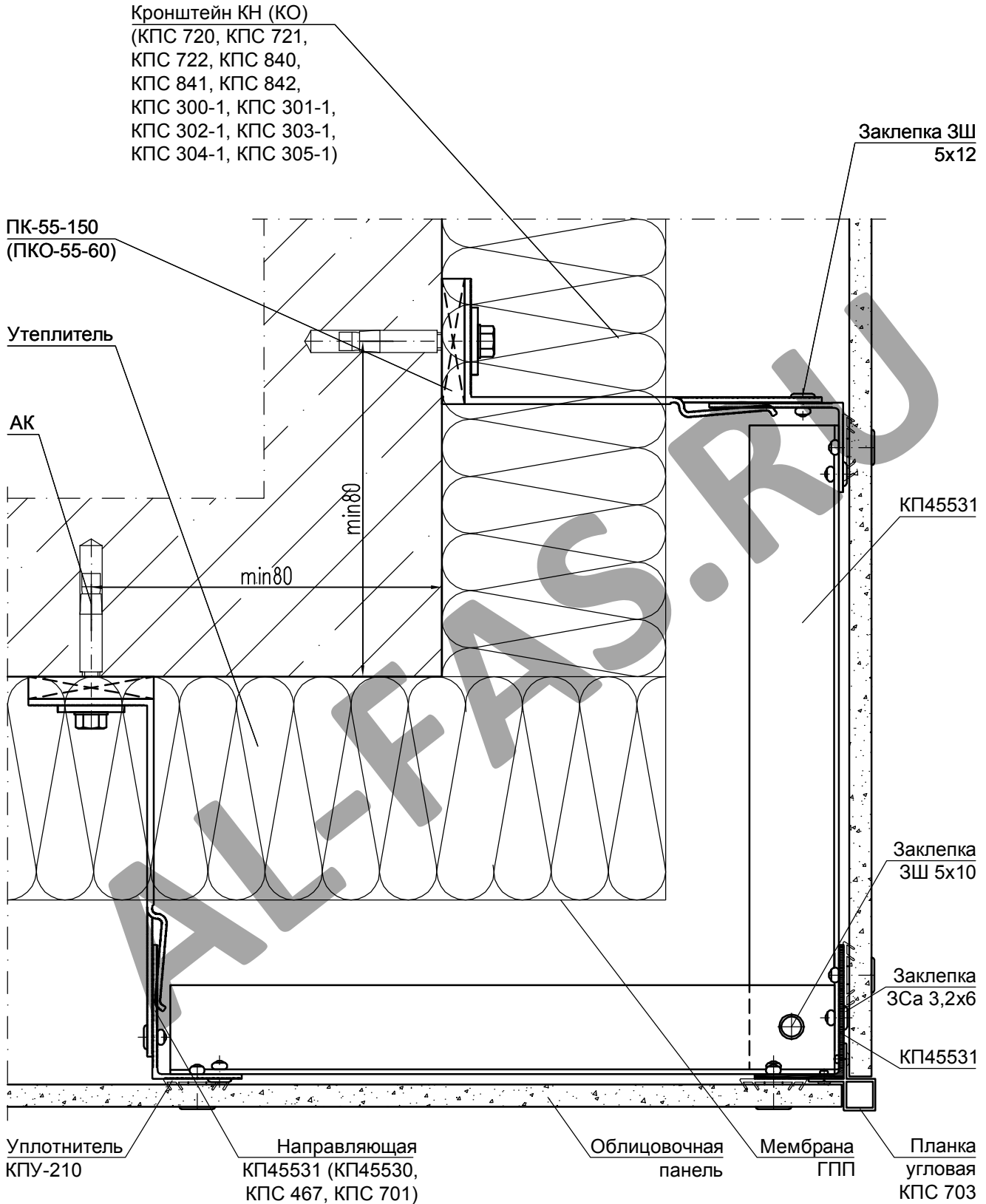
## УЗЕЛ 6.2 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение Г-образных и угловых кронштейнов)



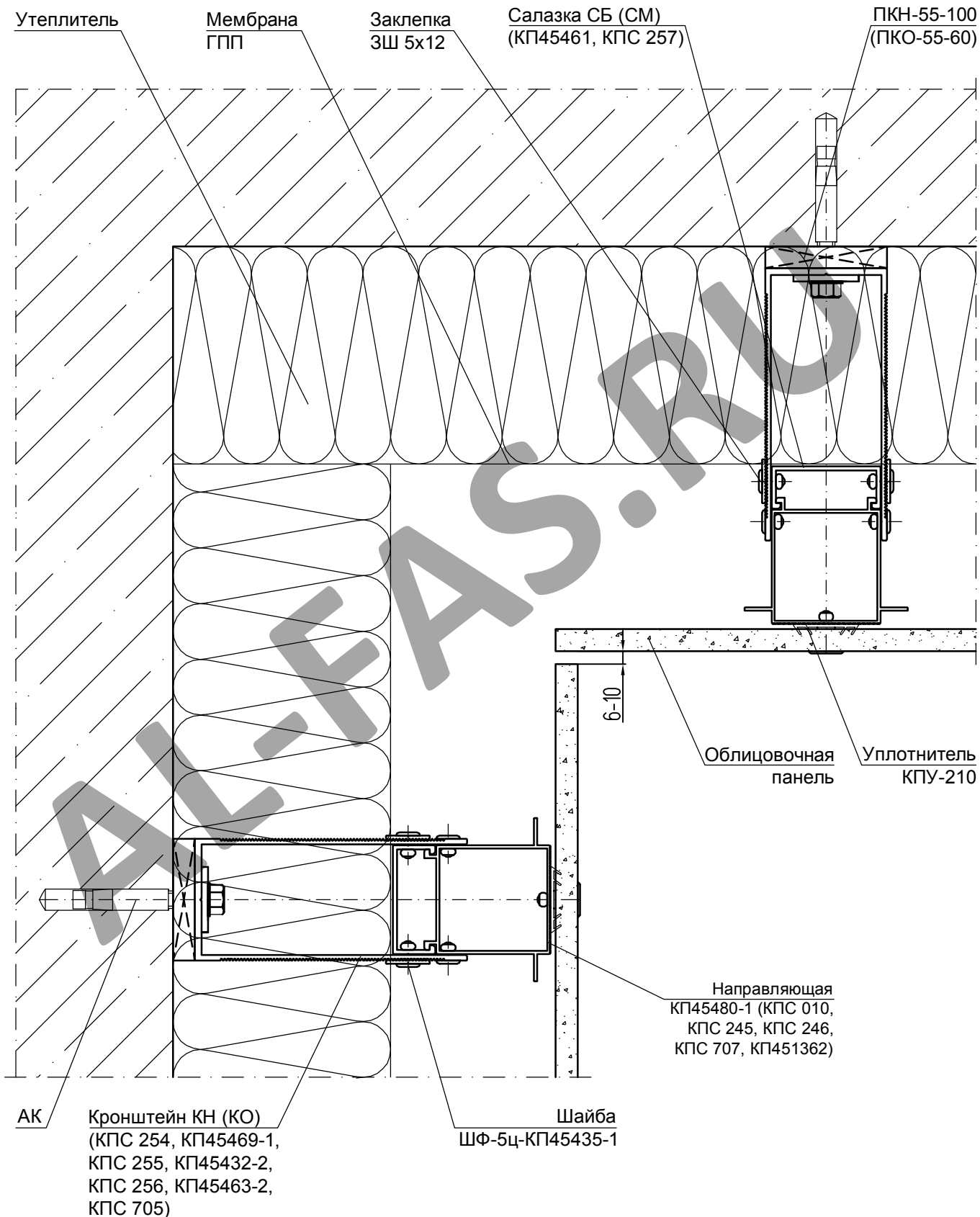
ПРИМЕЧАНИЕ

Узел применяется для стен из монолитного железобетона или кирпича.

# УЗЕЛ 6.3 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение Г-образных кронштейнов)

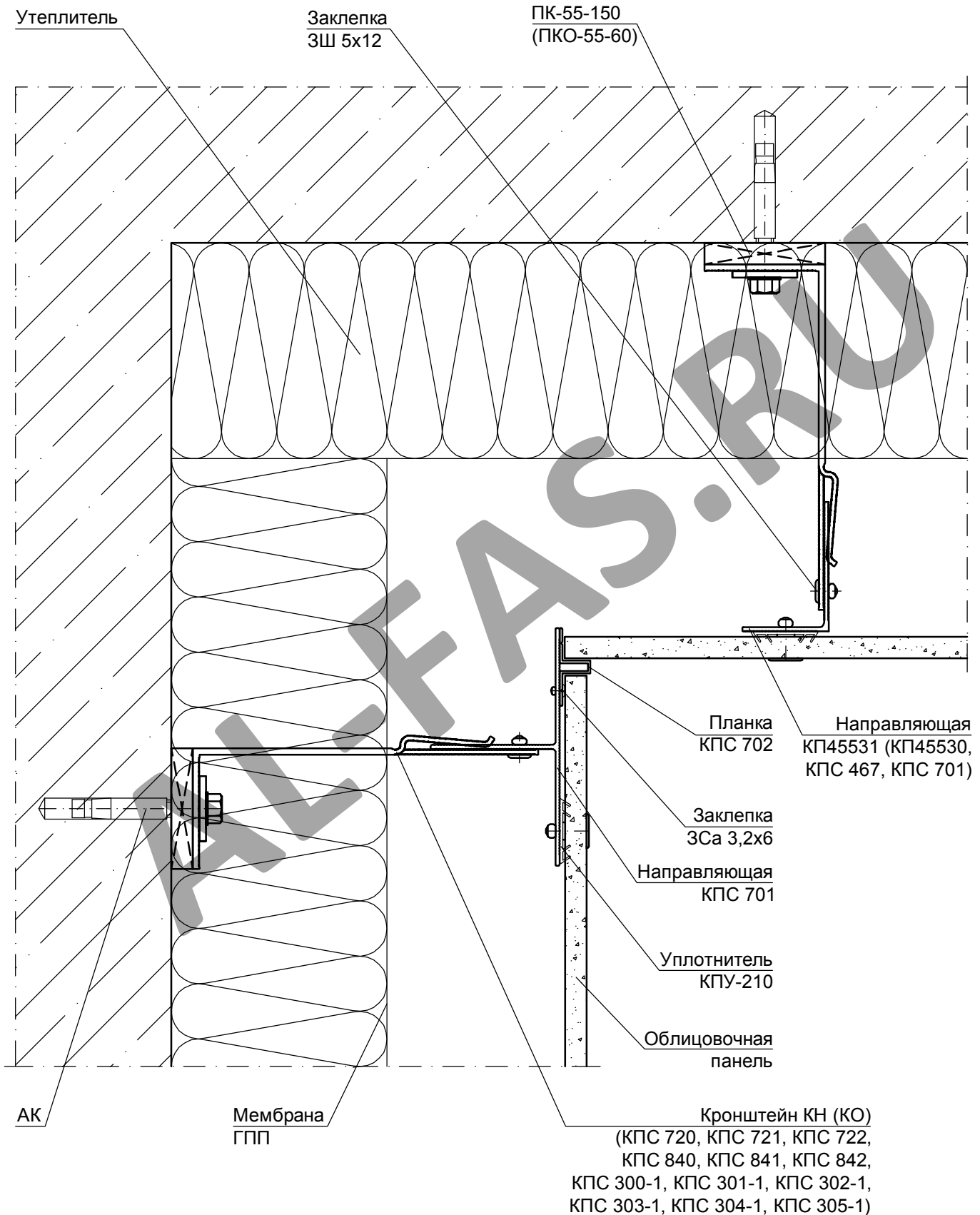


# УЗЕЛ 7.1 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение П-образных кронштейнов)



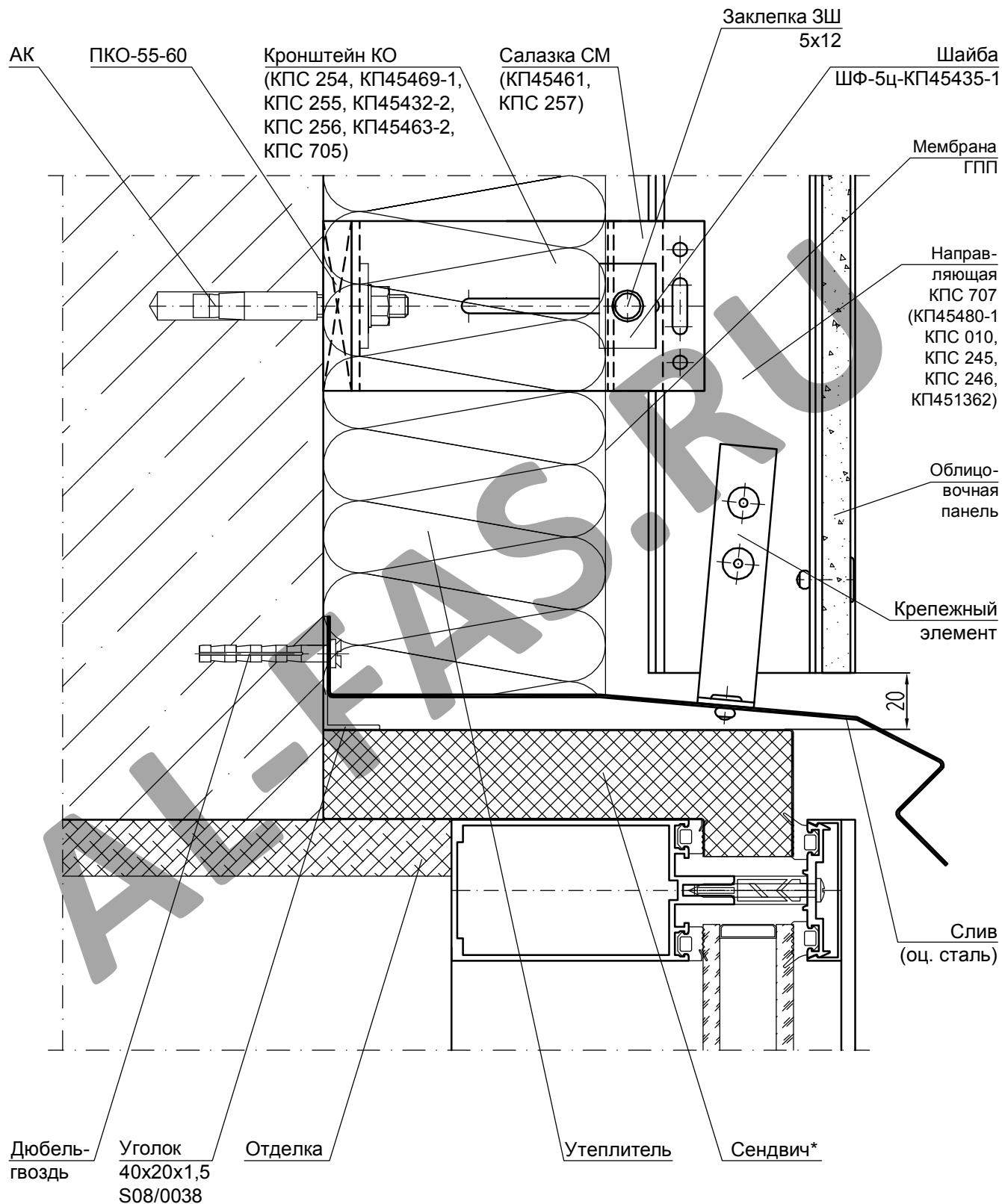
ПРИМЕЧАНИЕ  
Исполнение с планкой КПС 702 смотреть на узле 7.2.

# УЗЕЛ 7.2 - ОБРАМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО УГЛА ЗДАНИЯ (применение Г-образных кронштейнов)



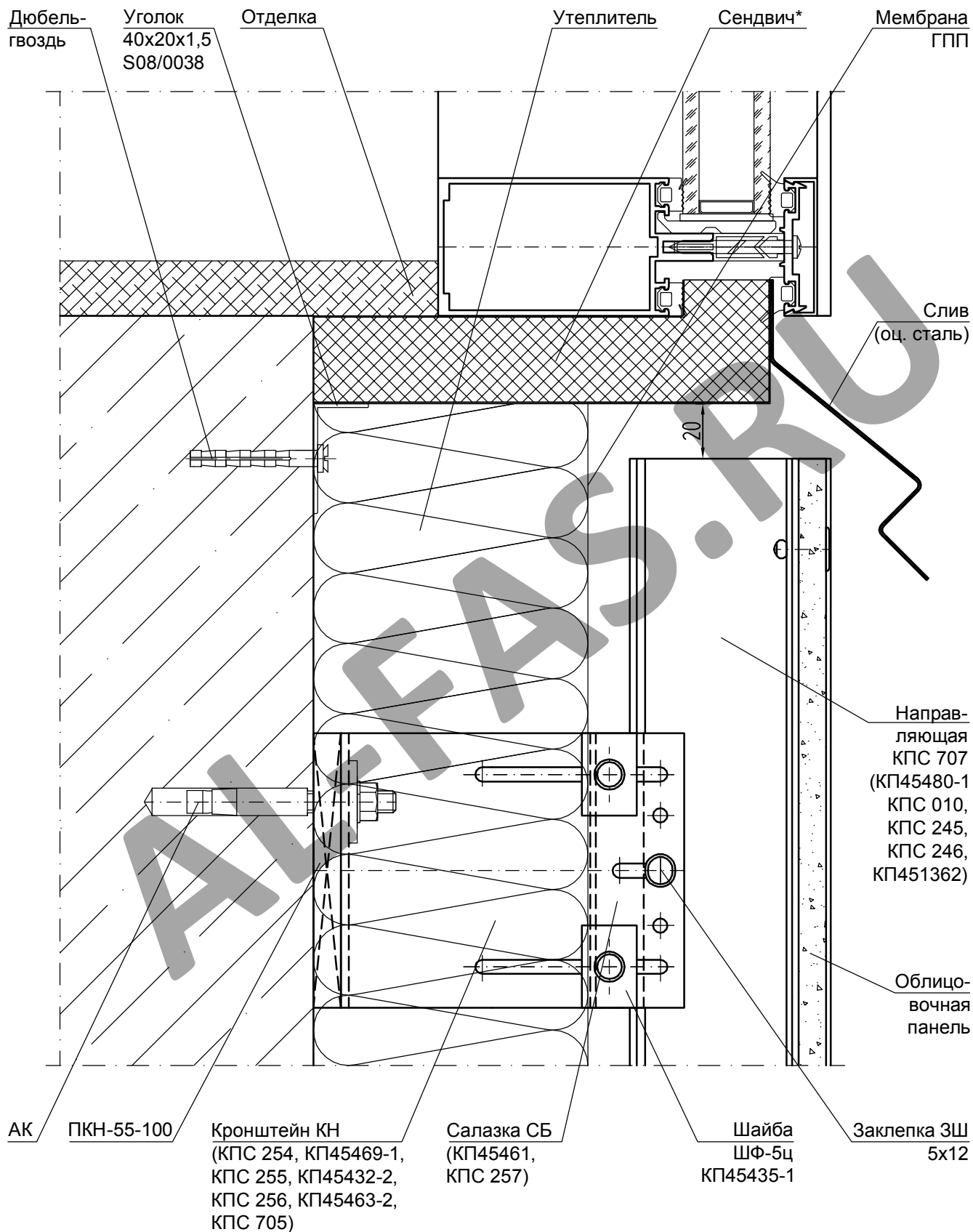


# УЗЕЛ 8 - ВЕРХНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ (на примере использования П-образных кронштейнов)



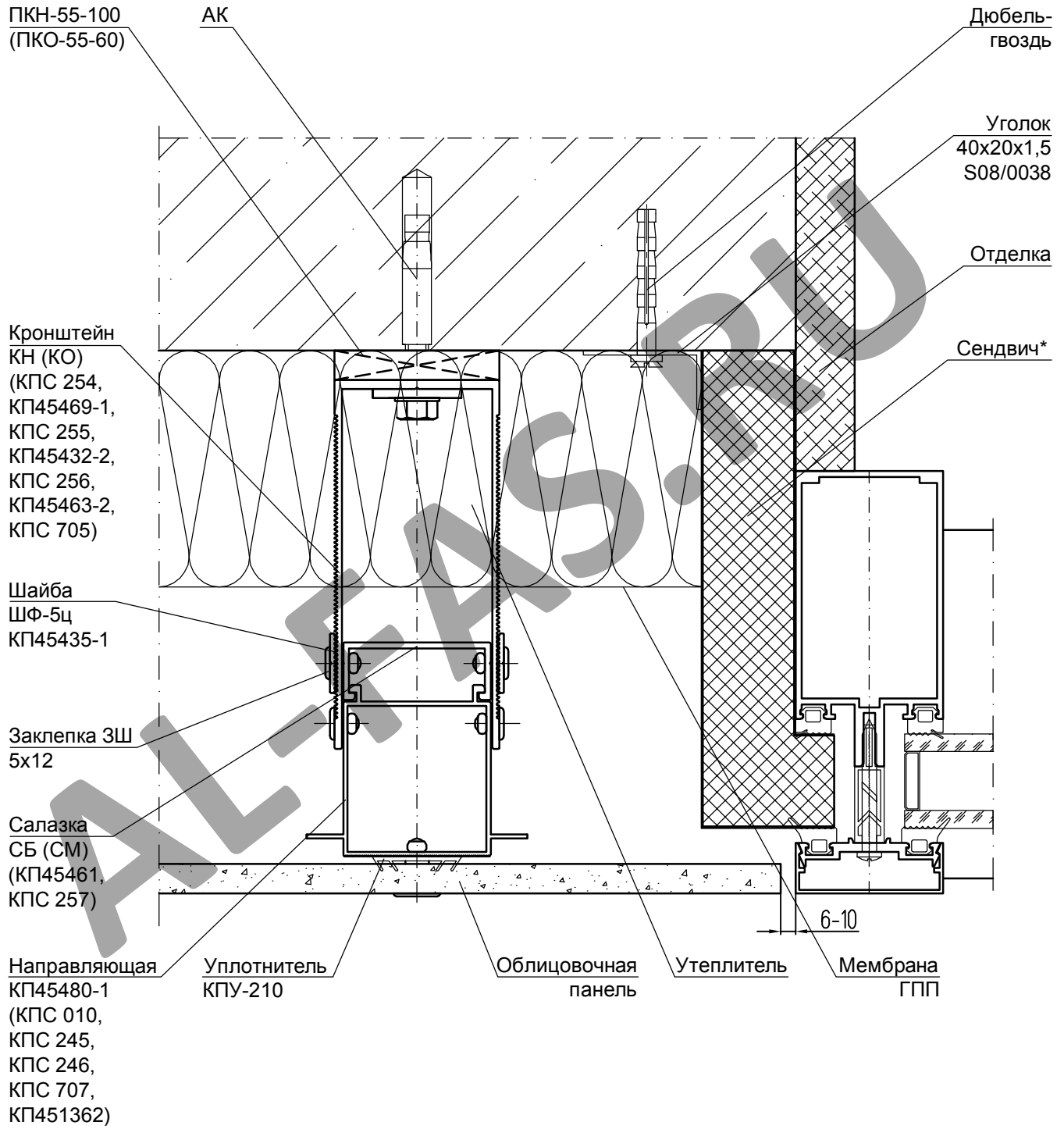
\* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

# УЗЕЛ 9 - НИЖНЕЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ (на примере использования П-образных кронштейнов)



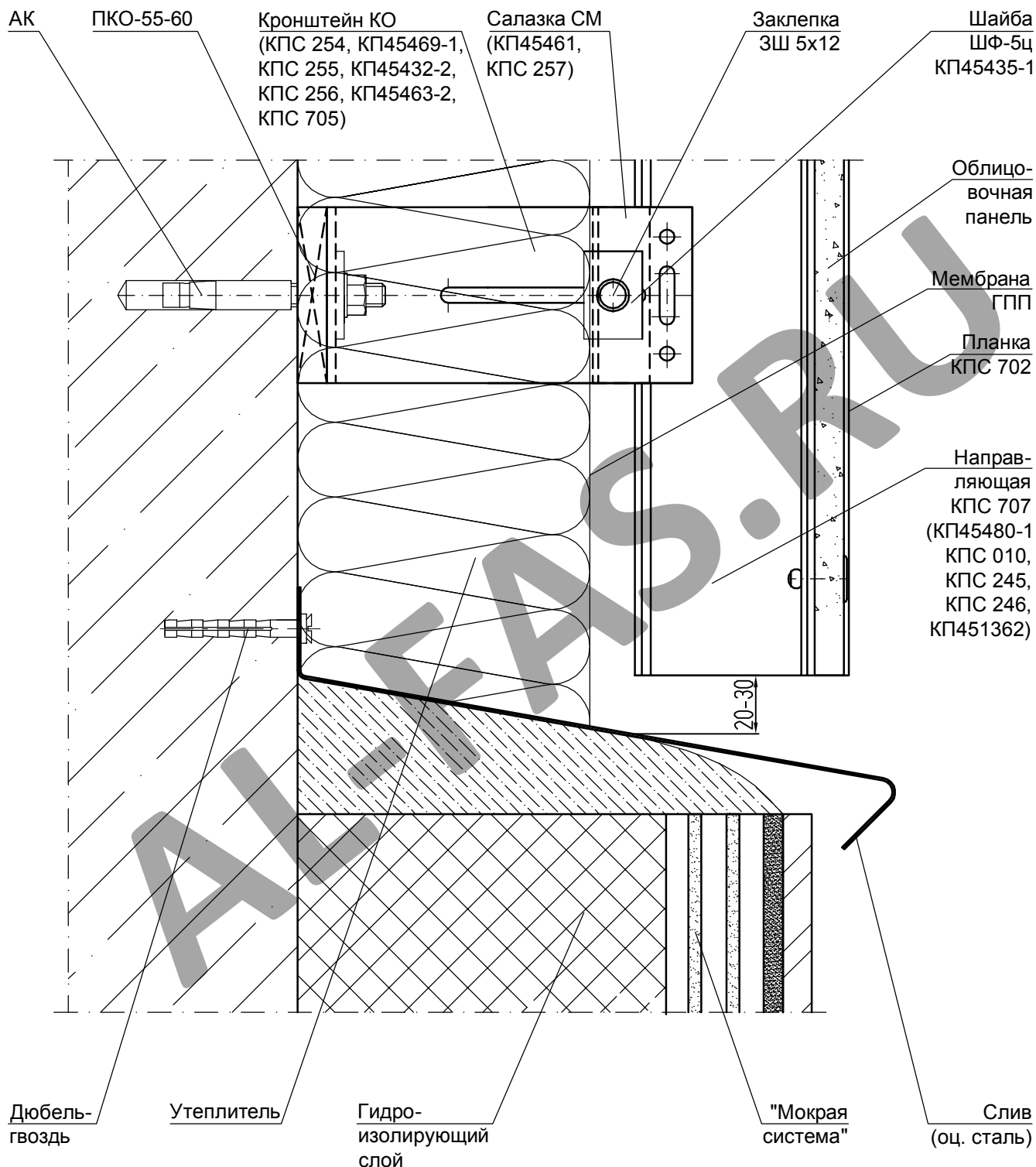
\* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

# УЗЕЛ 10 - БОКОВОЕ ПРИМЫКАНИЕ К ВИТРАЖУ (на примере использования П-образных кронштейнов)

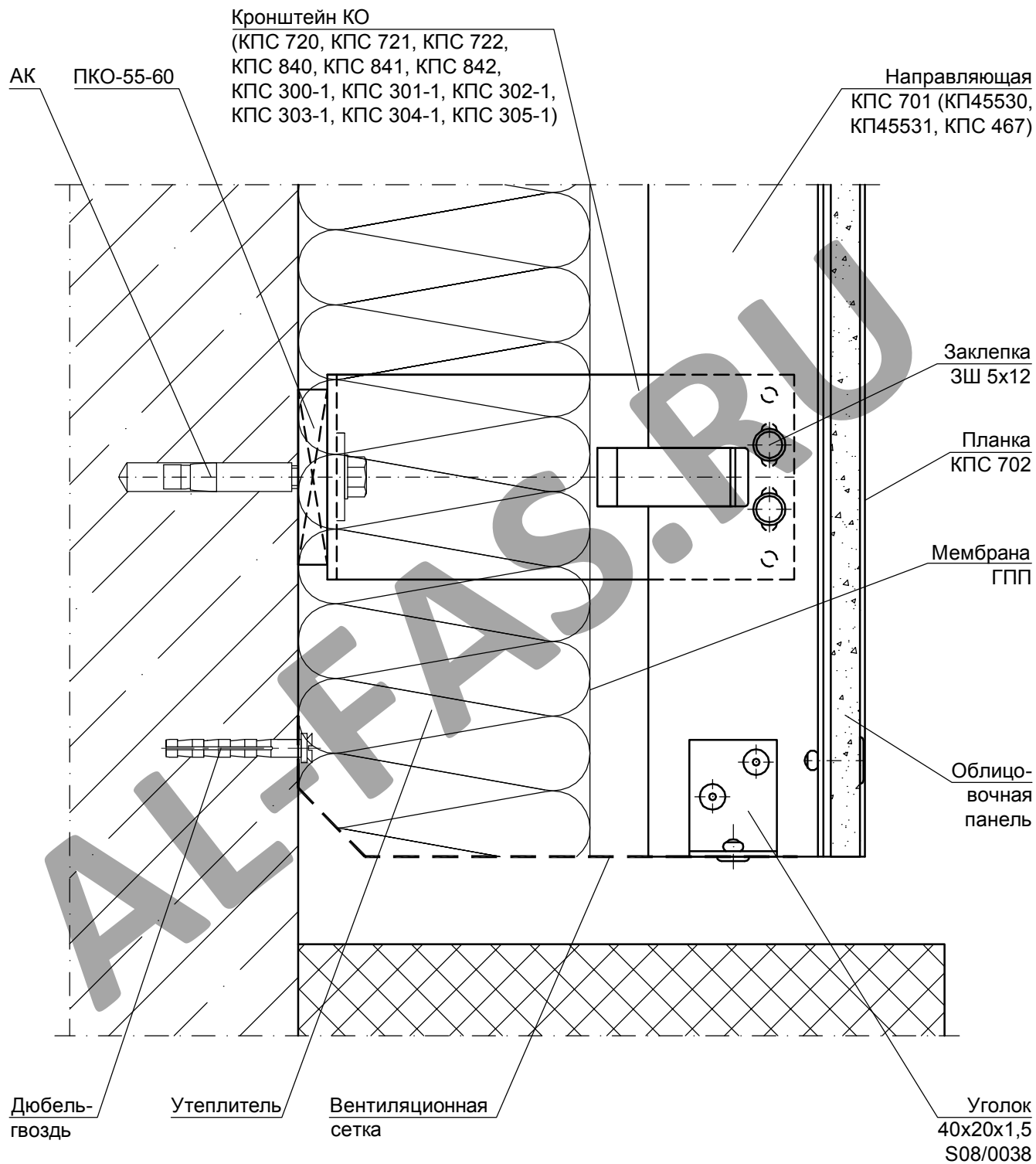


\* - сендвич (оц. сталь + пеноплекс + оц. сталь).

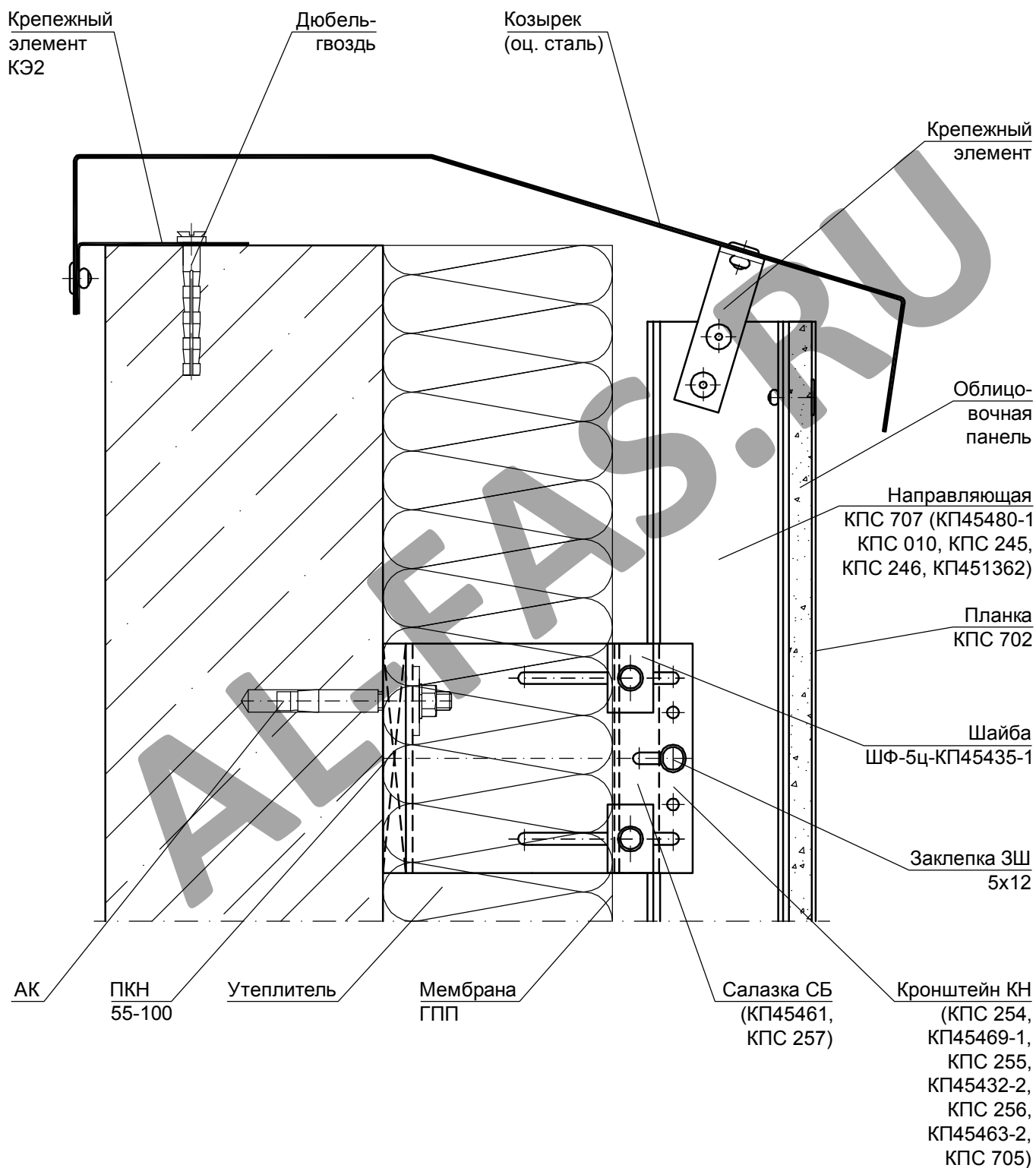
# УЗЕЛ 11.1 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ



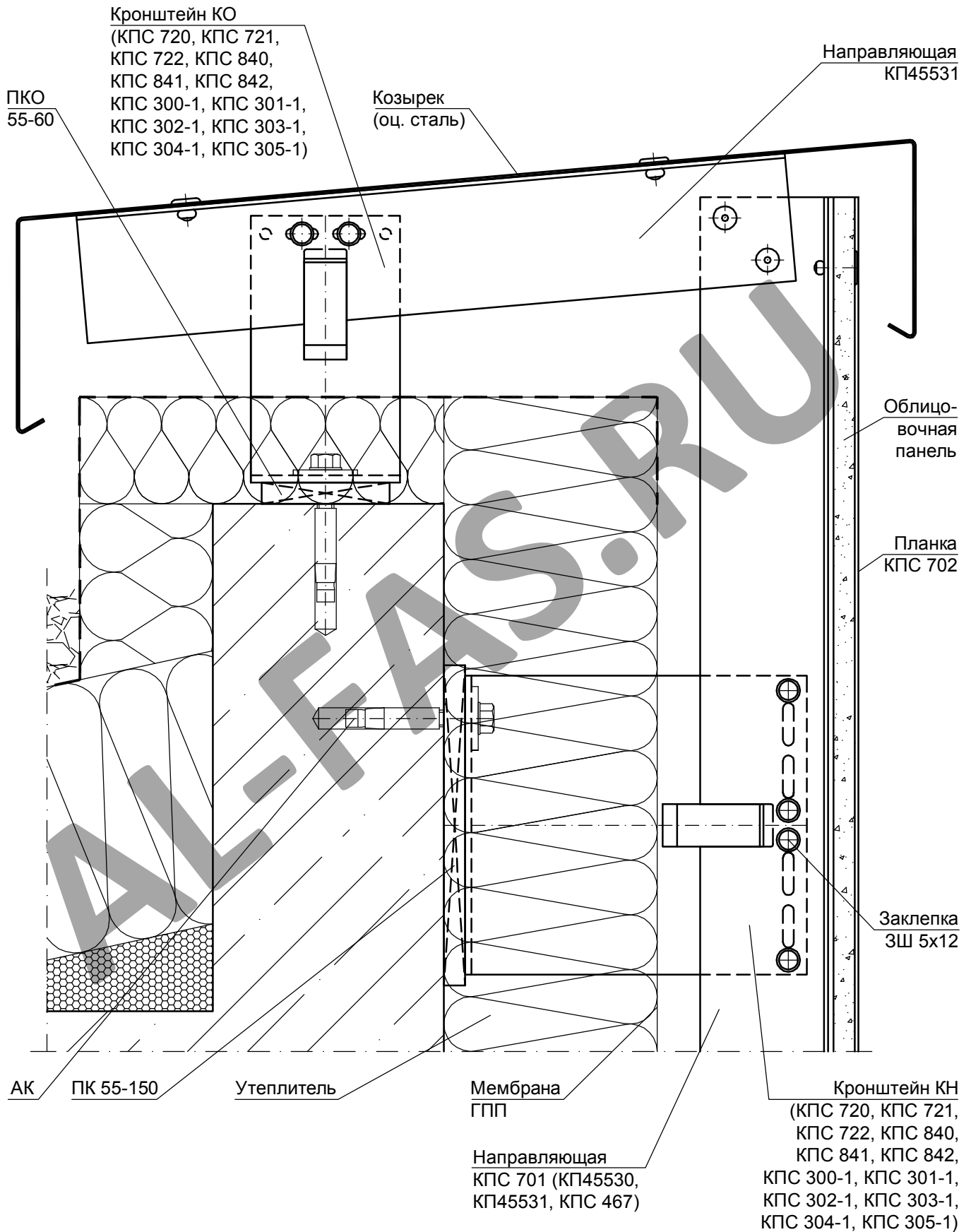
# УЗЕЛ 11.2 - ПРИМЫКАНИЕ К ЦОКОЛЮ



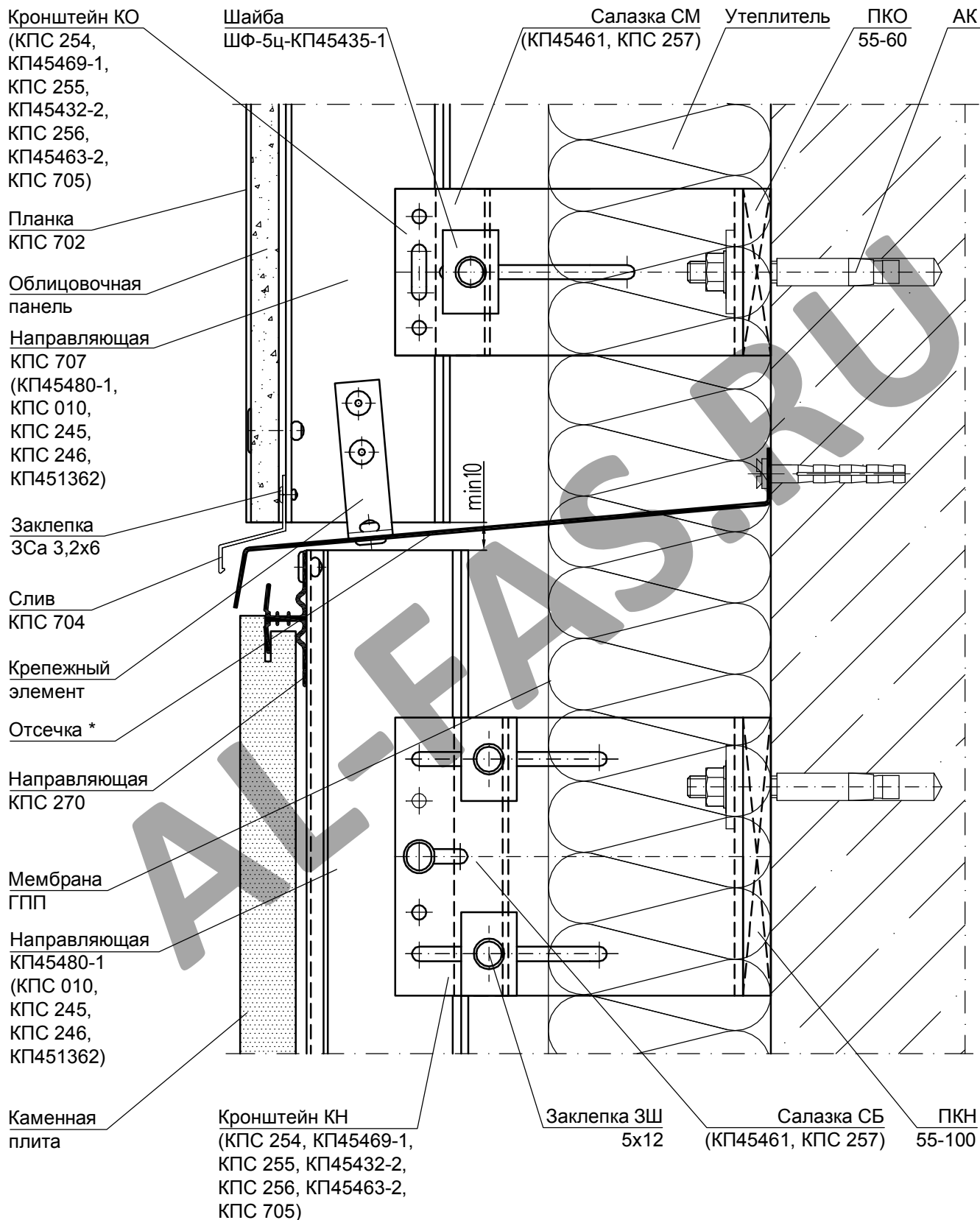
# УЗЕЛ 12.1 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ



# УЗЕЛ 12.2 - ПРИМЫКАНИЕ К КРОВЛЕ



# УЗЕЛ 13 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ



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

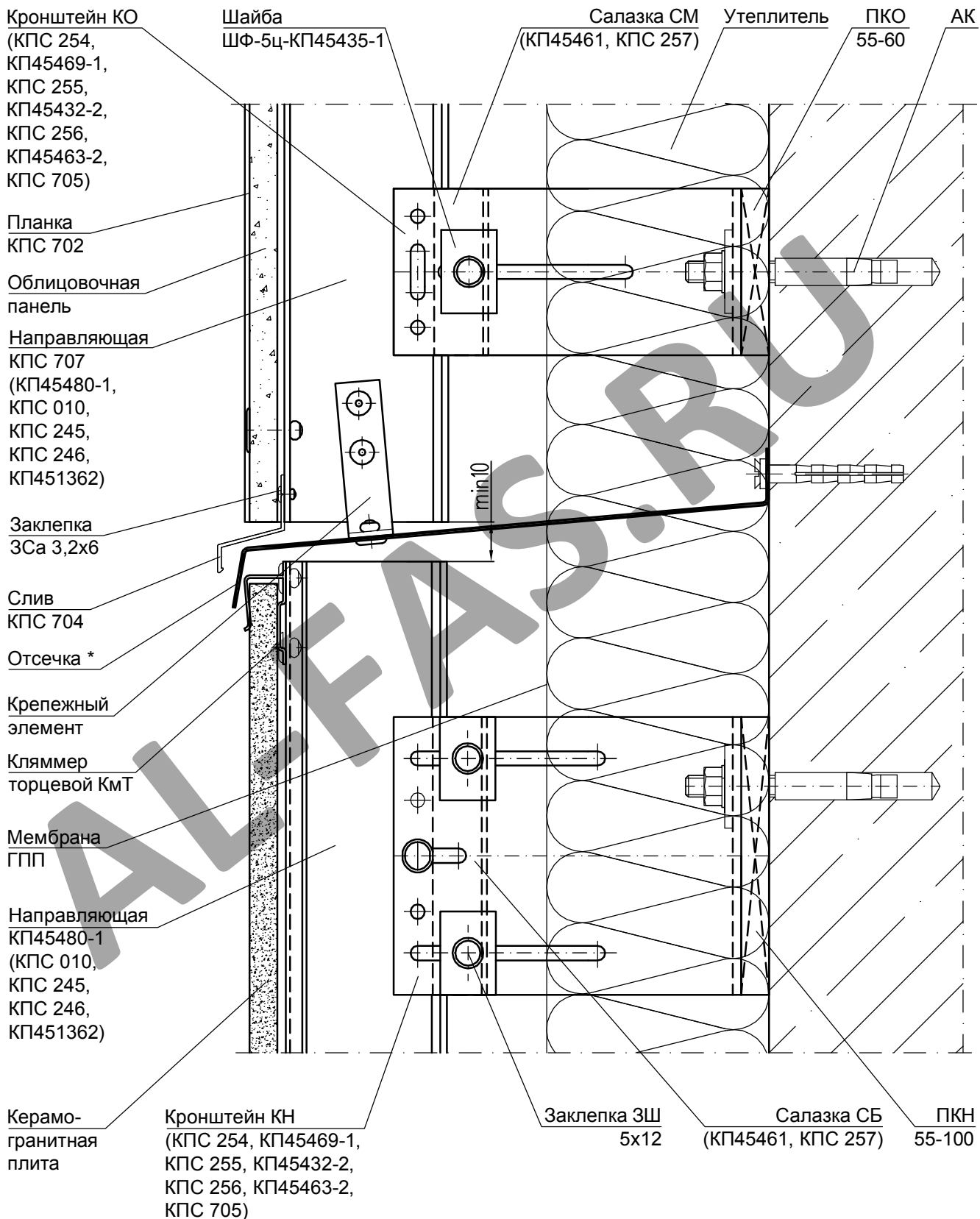
Лист

4.61

**СИАЛ** Навесная фасадная система

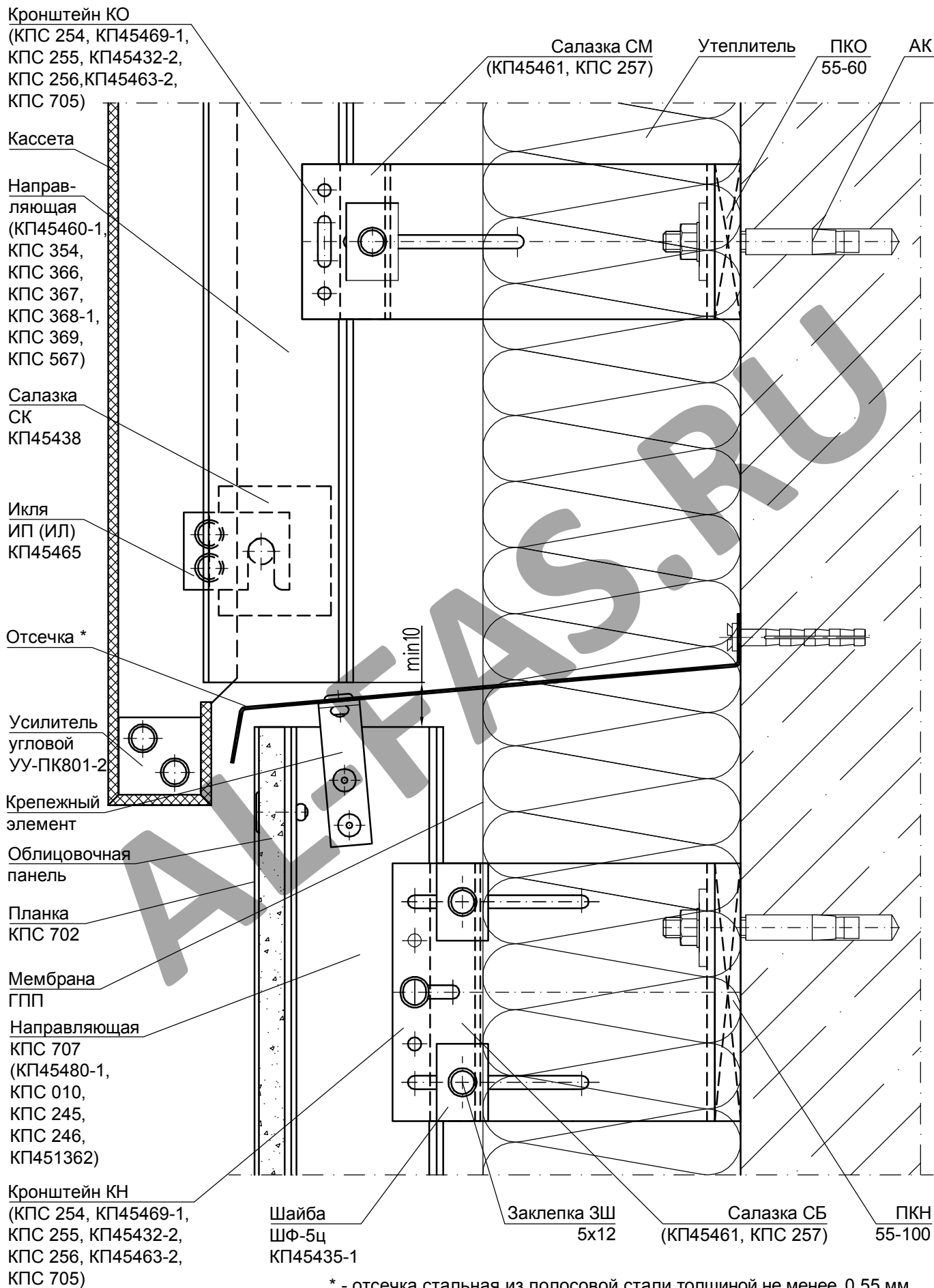


## УЗЕЛ 14 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ КЕРАМОГРАНИТНЫХ ПЛИТ



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

# УЗЕЛ 15 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ КАССЕТ



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

Лист

4.63

СИАЛ

Навесная фасадная система

## УЗЕЛ 16 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО САЙДИНГА

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

Направляющая  
КПС 596

Утеплитель

ПКО  
55-60

АК

Облицовочный  
профиль  
(КПС 603,  
КПС 604,  
КПС 605,  
КПС 606)

Заклепка ЗСа  
3,2x8

Уплотнитель  
КПУ-209

Стартовый  
профиль  
КПС 602

Уголок  
40x20x1,5  
S08/0038

Крепежный  
элемент

Отсечка \*

Направляющая  
КПС 701 (КП45530,  
КП45531, КПС 467)

Заклепка ЗШ  
5x12

Облицовочная  
панель

Планка  
КПС 702

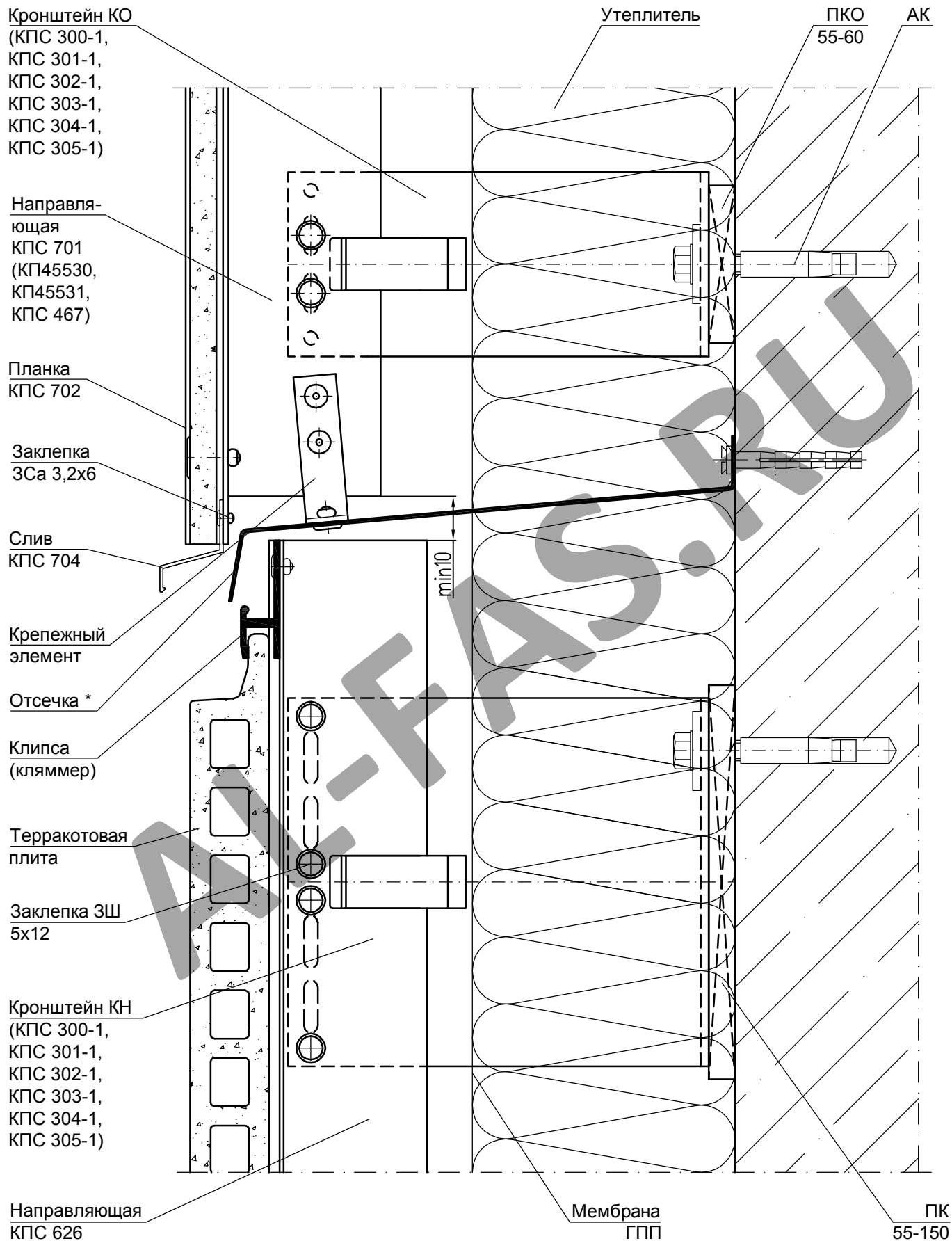
Кронштейн КН  
(КПС 300-1,  
КПС 301-1,  
КПС 302-1,  
КПС 303-1,  
КПС 304-1,  
КПС 305-1)

Мембрана  
ГПП

ПК  
55-150

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

# УЗЕЛ 17 - ПРИМЫКАНИЕ К ФАСАДУ ИЗ ТЕРРАКОТОВЫХ ПЛИТ



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

Лист

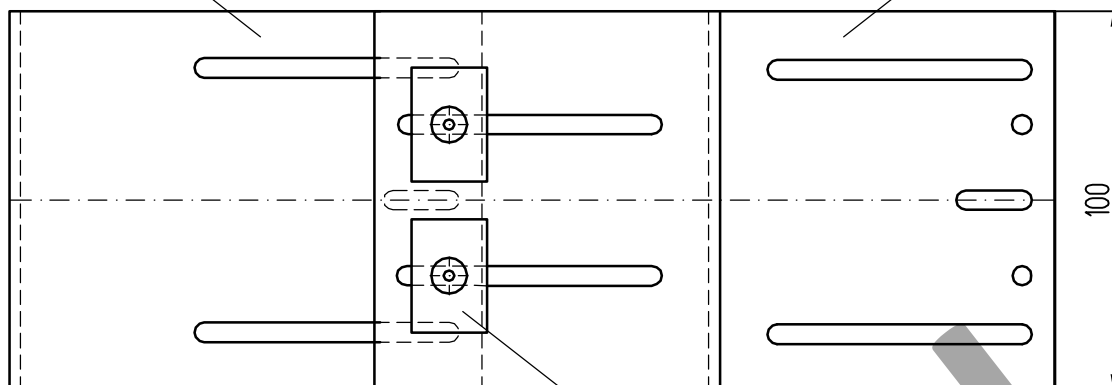
4.65

СИАЛ Навесная фасадная система

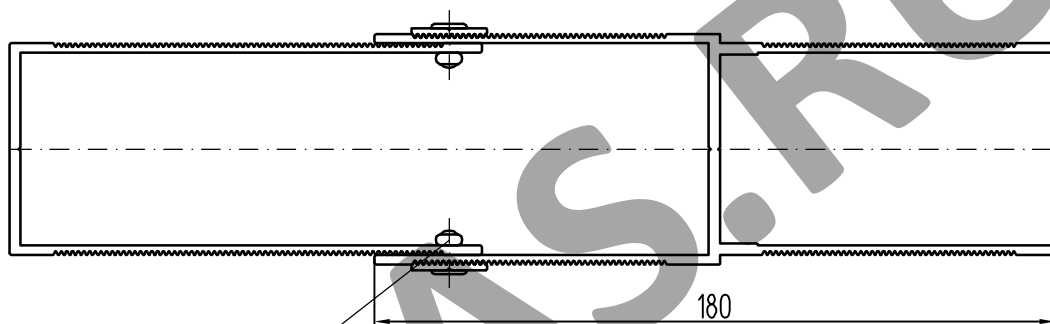
# СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ П-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНОВ

Кронштейн несущий  
КН

Удлинитель  
УКН-180-КП45449-1



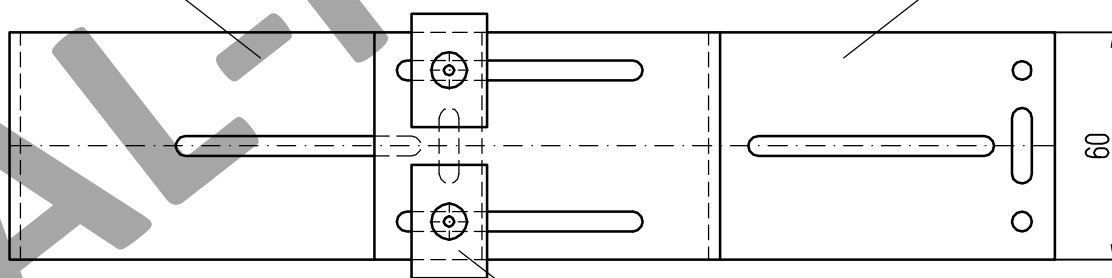
Шайба  
ШФ-5ц-КП45435-1



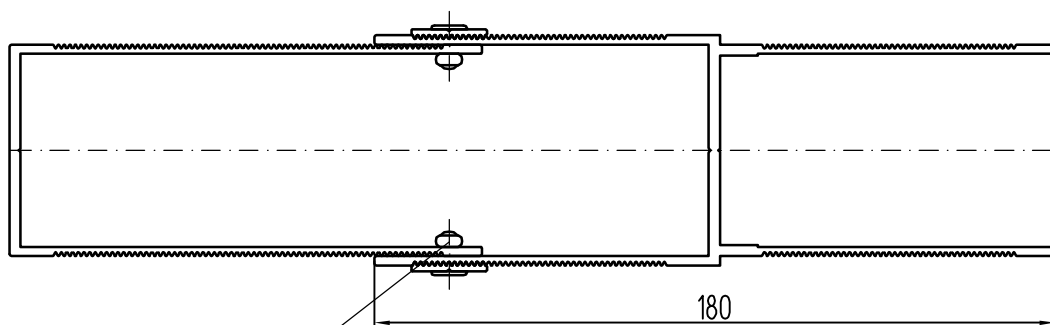
Заклепка 3Ш  
5x12

Кронштейн опорный  
КО

Удлинитель  
УКО-180-КП45449-1



Шайба  
ШФ-5ц-КП45435-1

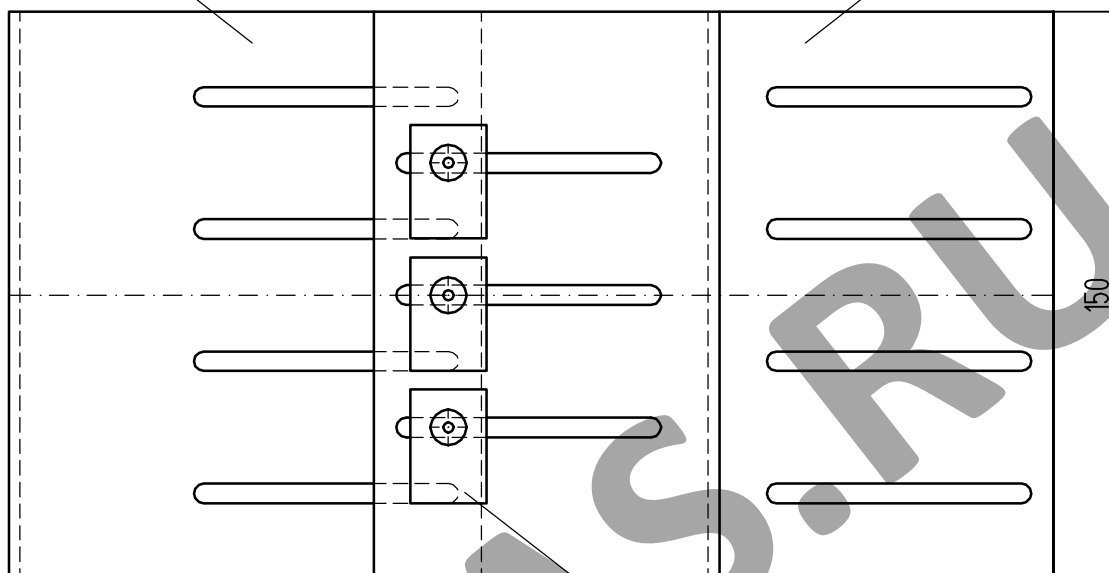


Заклепка 3Ш  
5x12

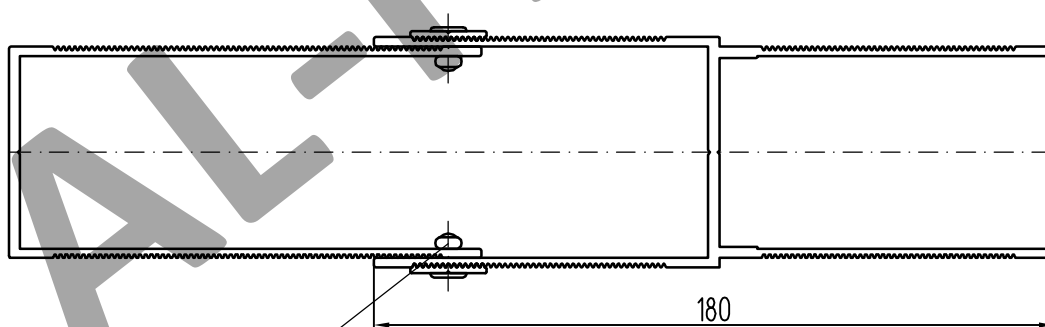
# СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ СПАРЕННЫХ КРОНШТЕЙНОВ

Кронштейн спаренный  
КС

Удлинитель  
УКС-180-КП45449-1



Шайба  
ШФ-5-КП45435-1

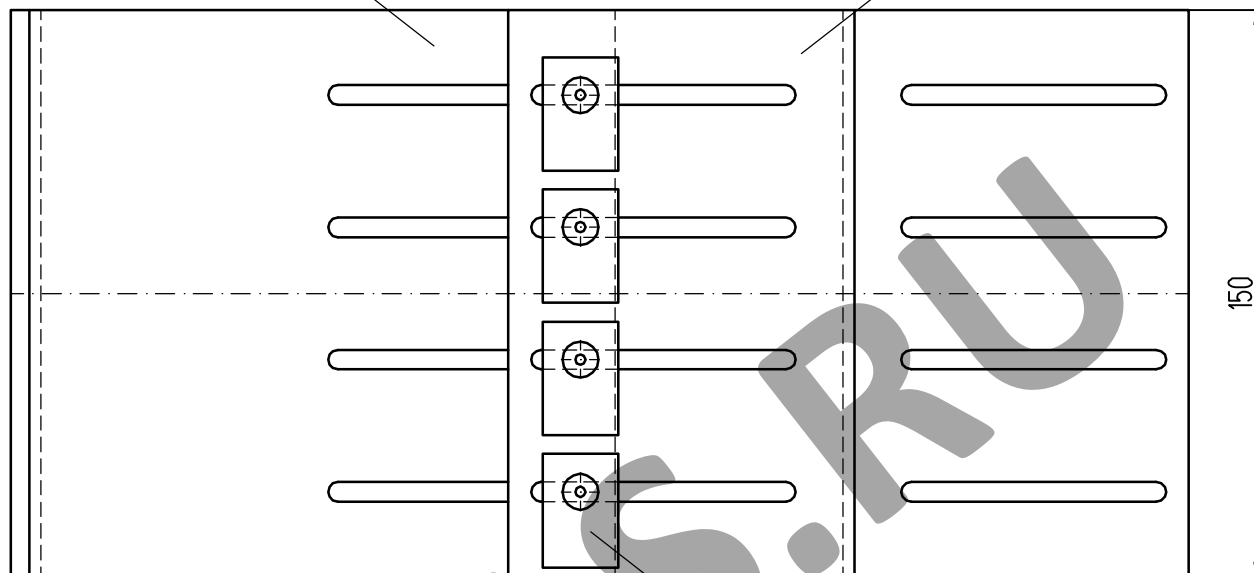


Заклепка 3Ш  
5x12

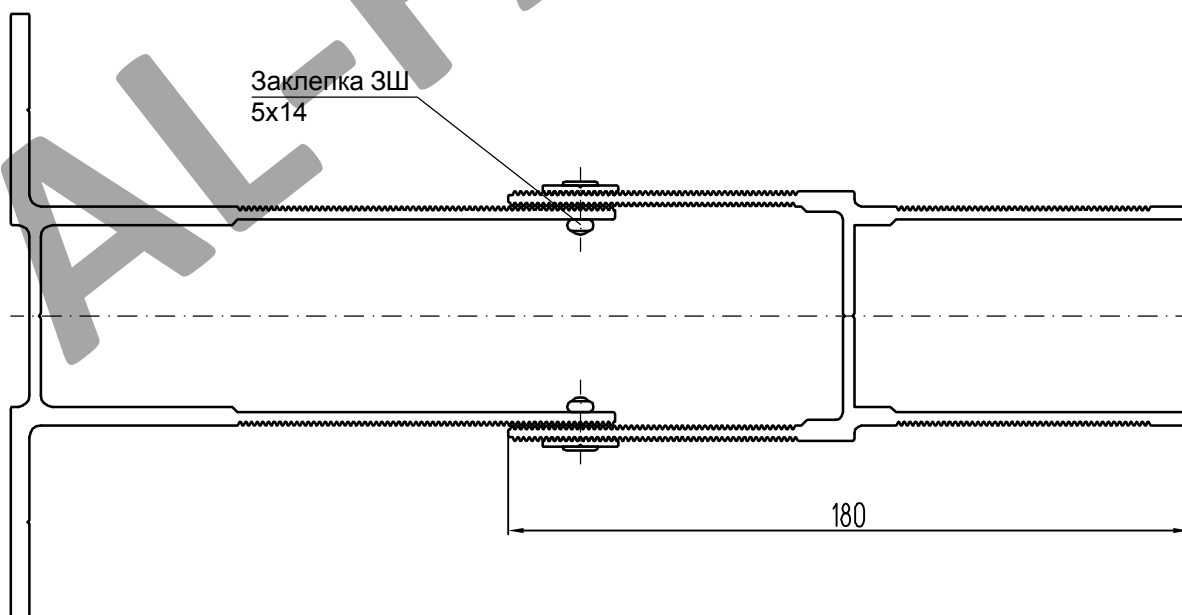
# СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ УСИЛЕННЫХ КРОНШТЕЙНОВ

Кронштейн усиленный  
КУ

Удлинитель  
УКУ-180-КПС 580



Шайба  
ШФ-5-КП45435-1



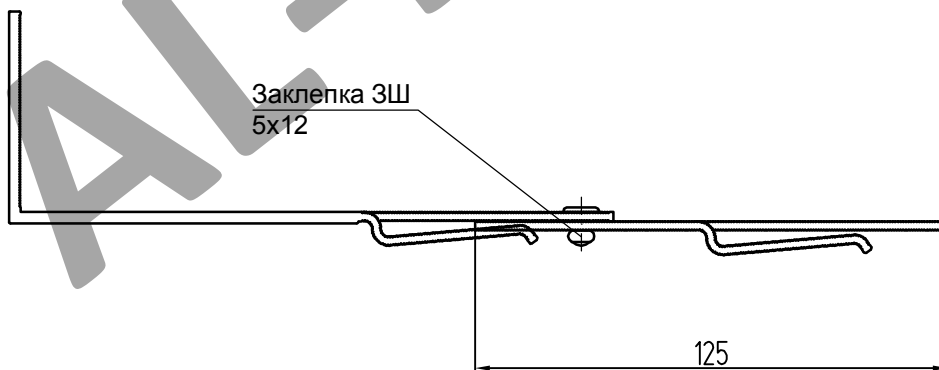
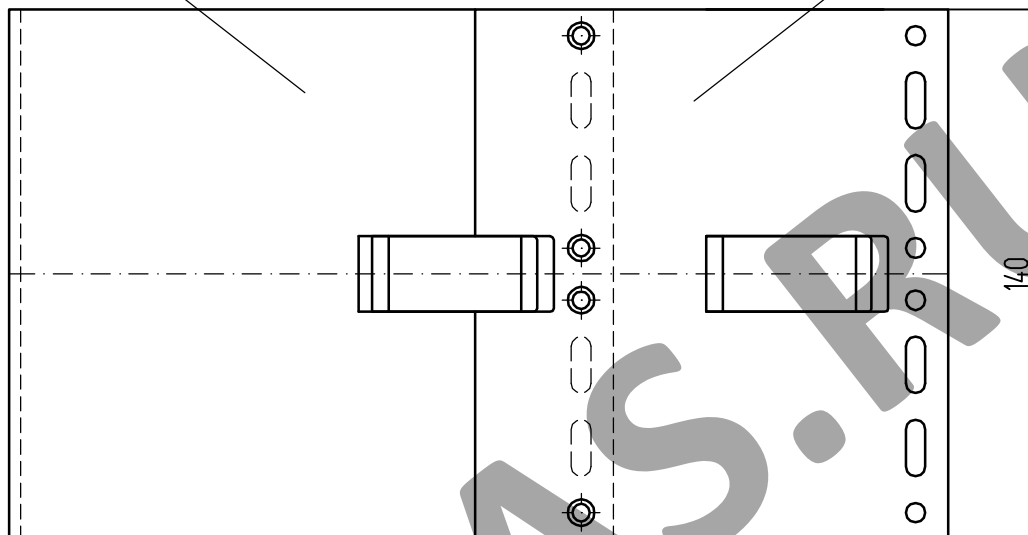
Заклепка ЗШ  
5x14

180

# СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ УДЛИНИТЕЛЕЙ Г-ОБРАЗНЫХ КРОНШТЕЙНОВ

Кронштейн несущий  
КН

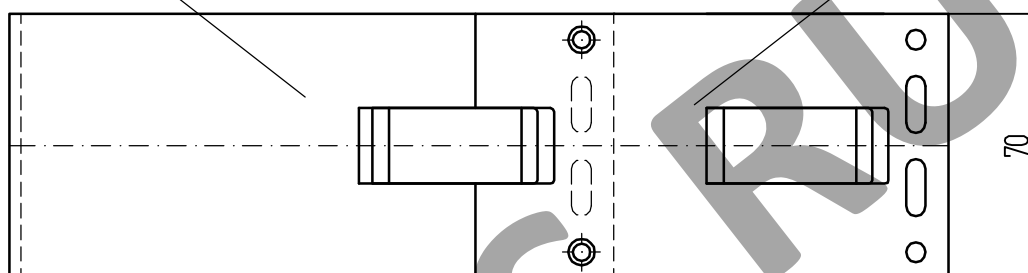
Удлинитель  
УКН-125-КПС 306-1



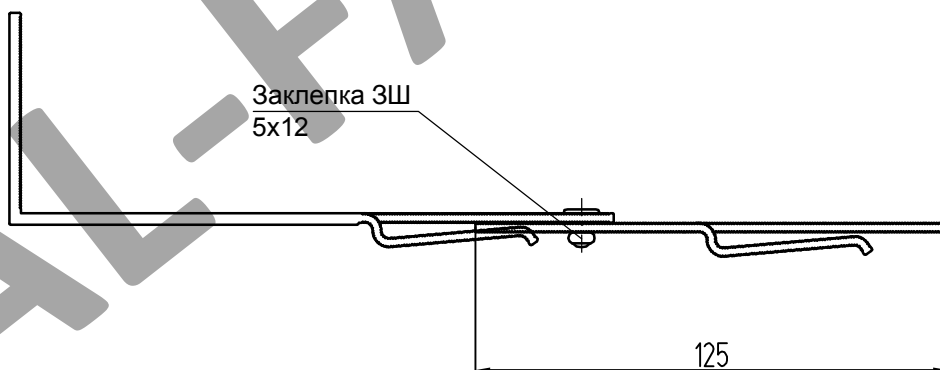


Кронштейн опорный  
КО

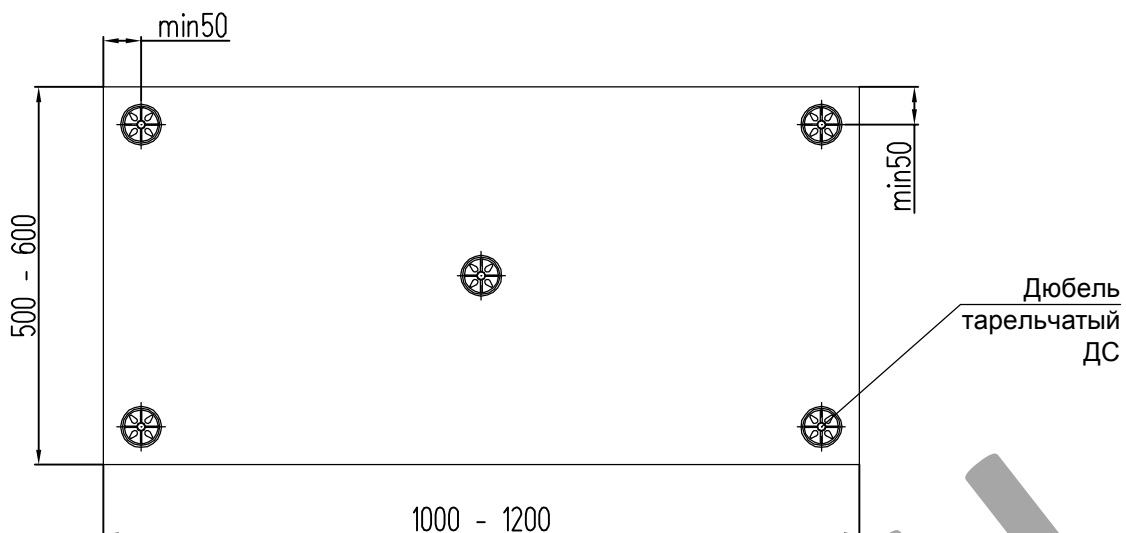
Удлинитель  
УКО-125-КПС 306-1



Заклепка 3Ш  
5x12



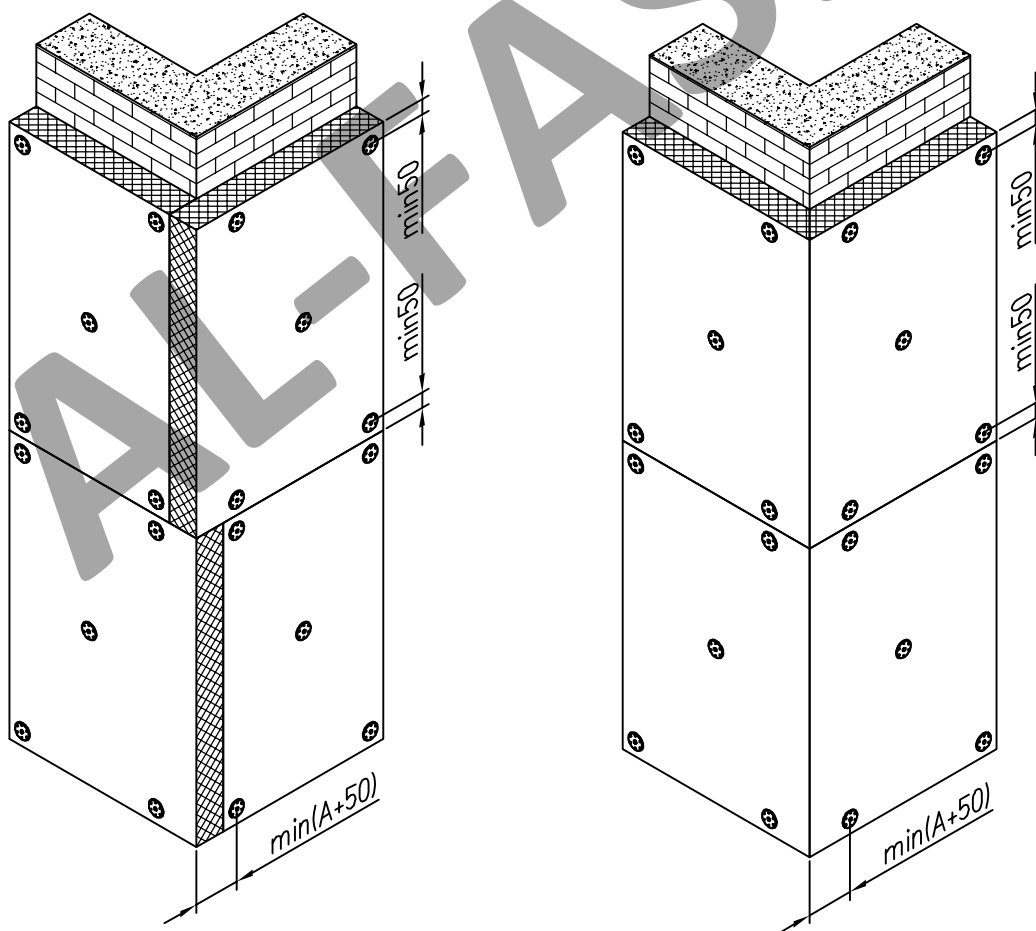
## СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ



## СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ НА УГЛУ ЗДАНИЯ

вариант I

вариант II



A - толщина утеплителя.

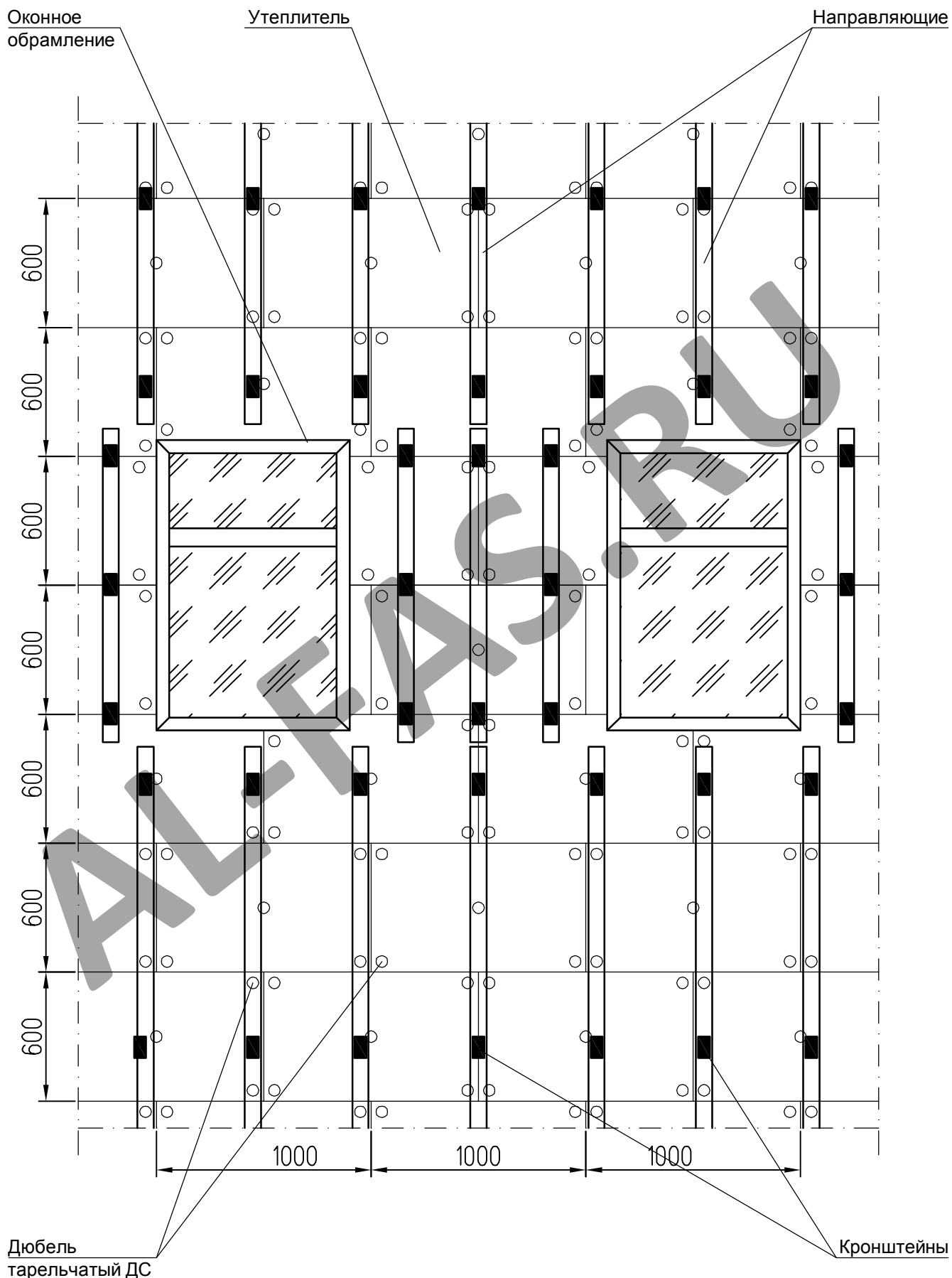
Лист

4.71

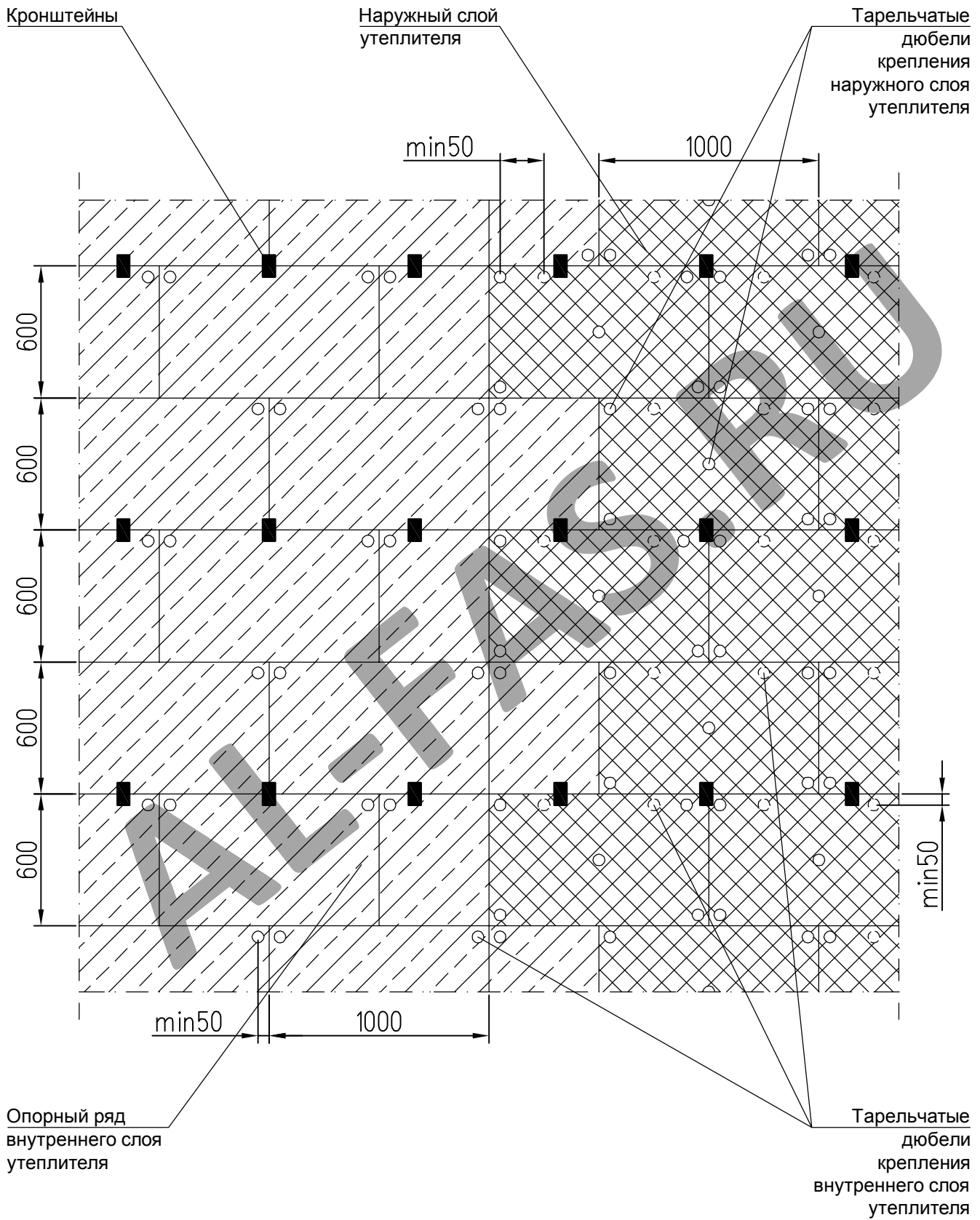
СИАЛ

Навесная фасадная система

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ УТЕПЛИТЕЛЯ



# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ДВУХСЛОЙНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ



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

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

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

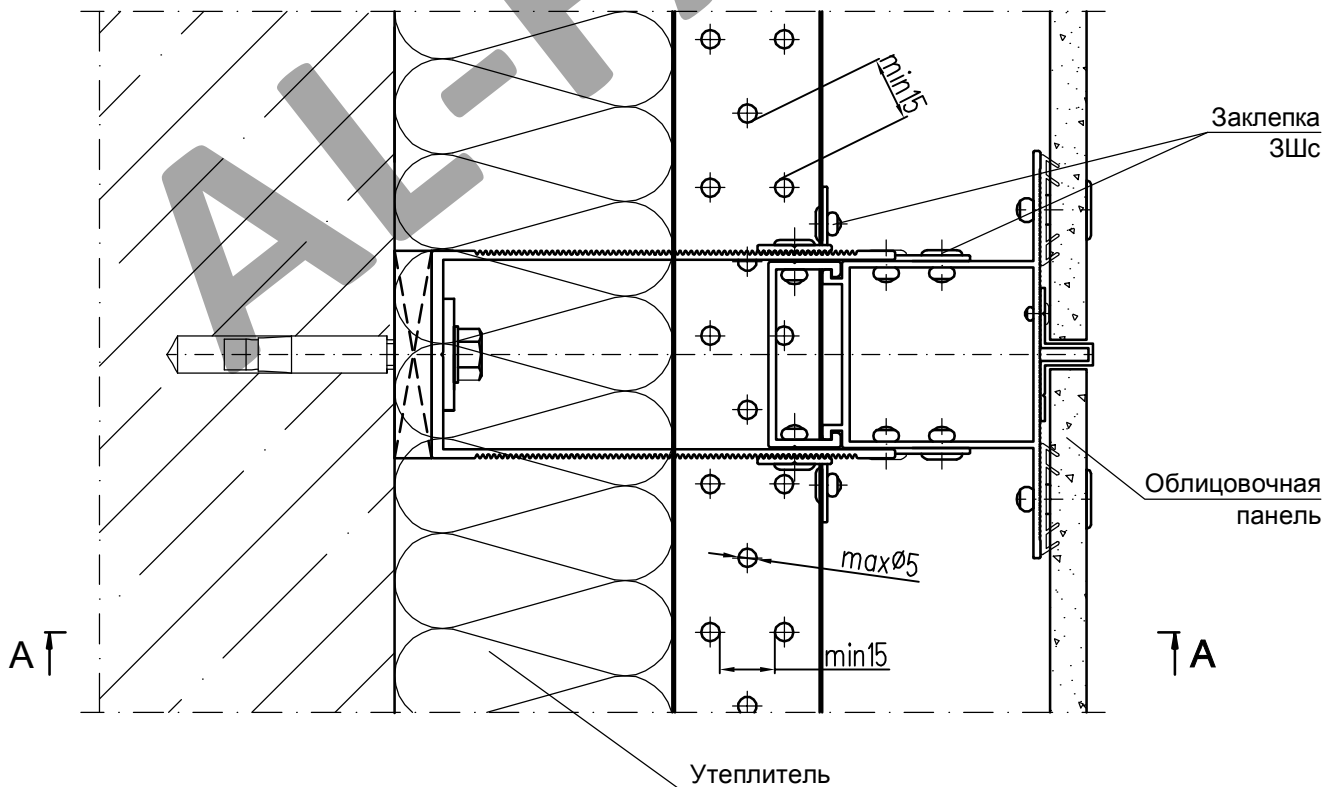
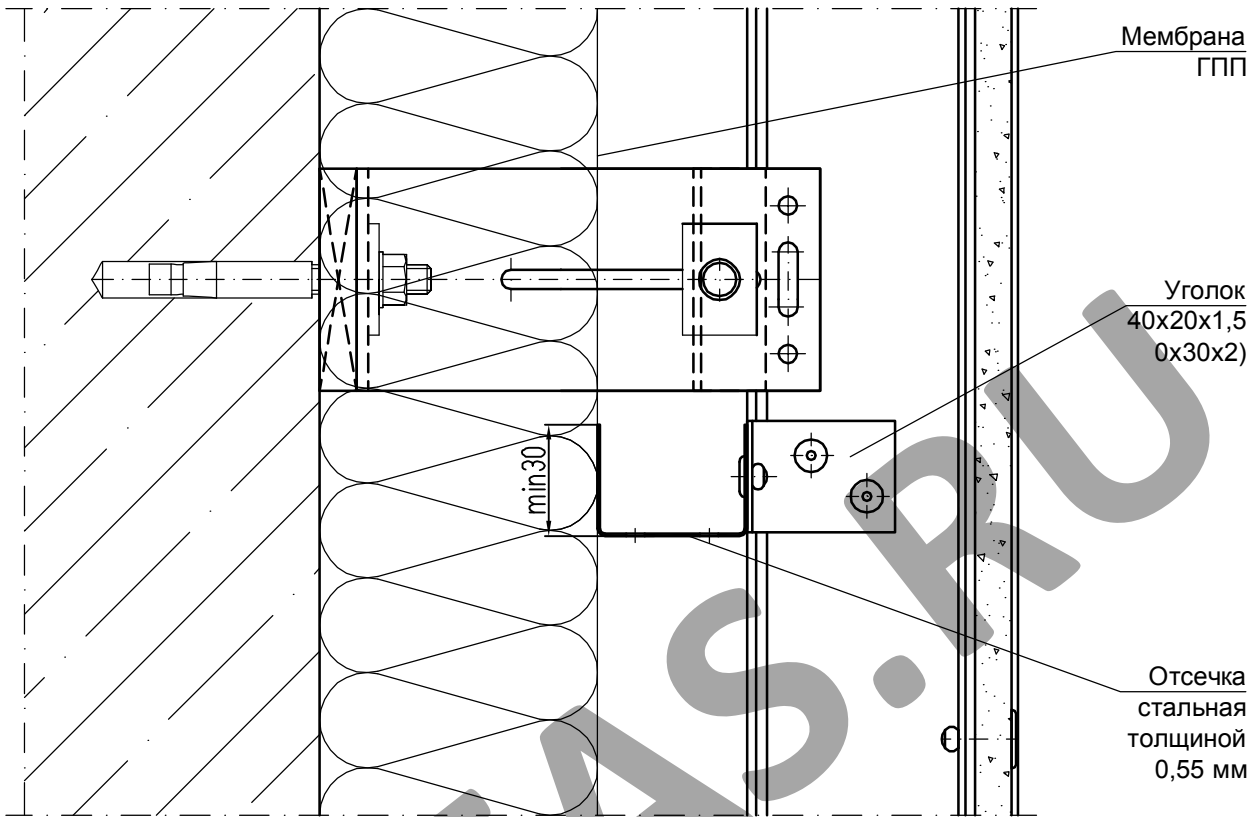
AL-FAS.RU

AL-FAS.RU

5. ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ  
СТАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ОТСЕЧЕК

ВАРИАНТ I  
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ  
(П-образные кронштейны)

A-A



Лист

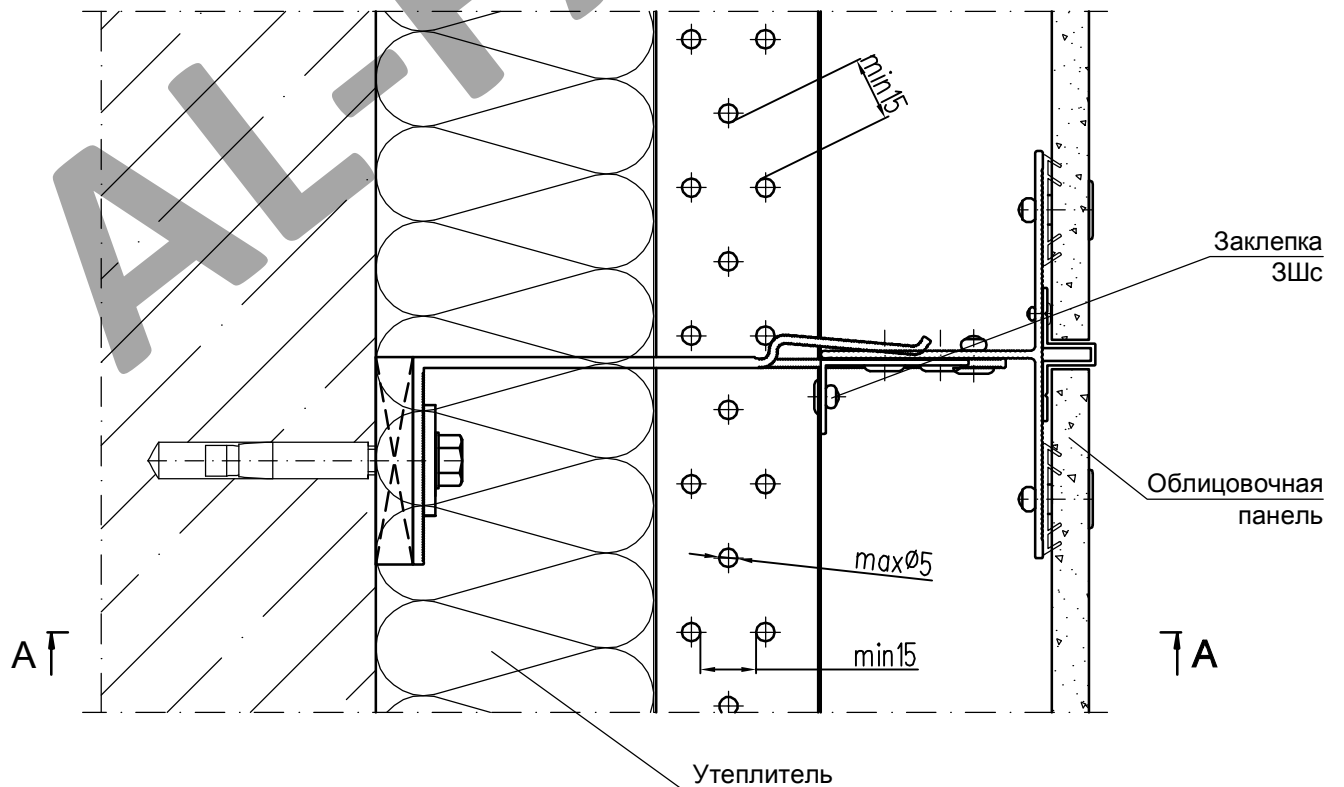
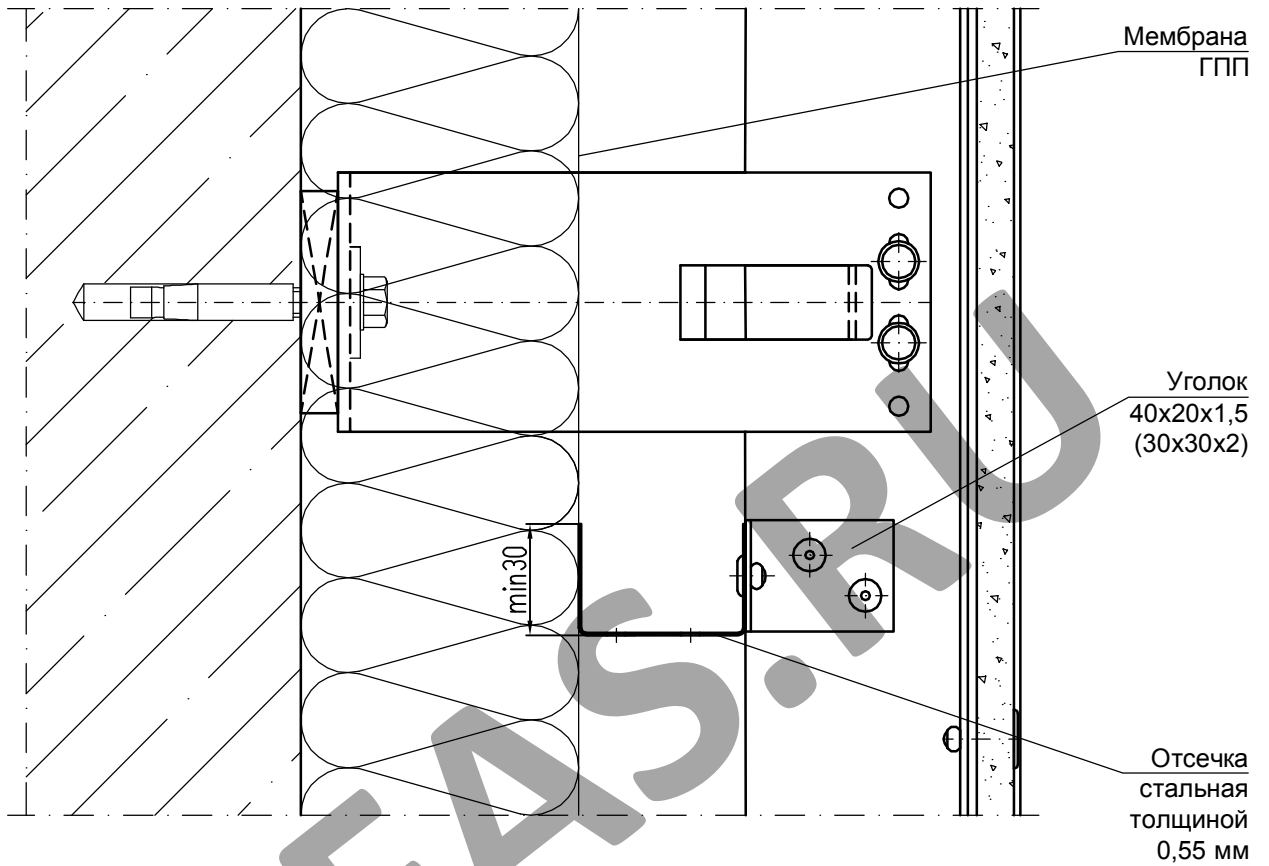
5.1

СИАЛ Навесная фасадная система



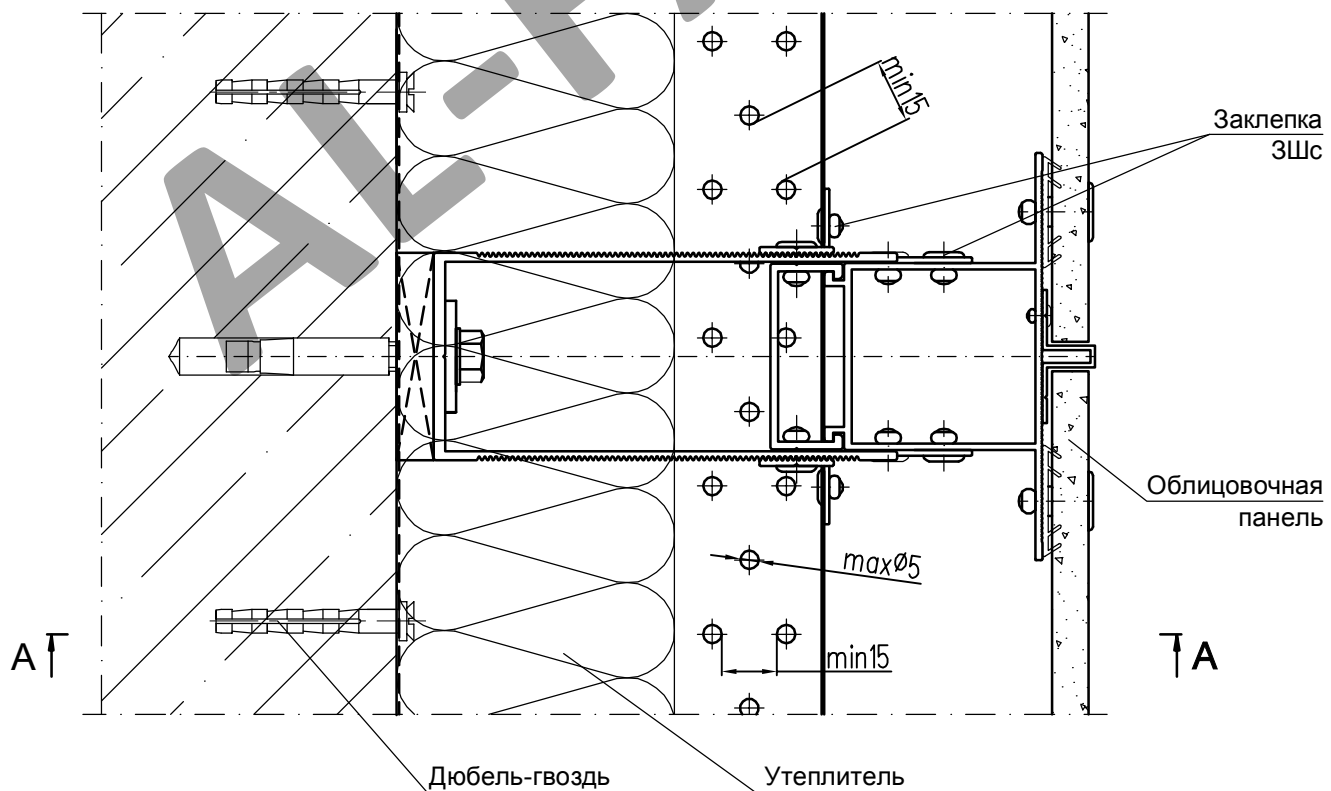
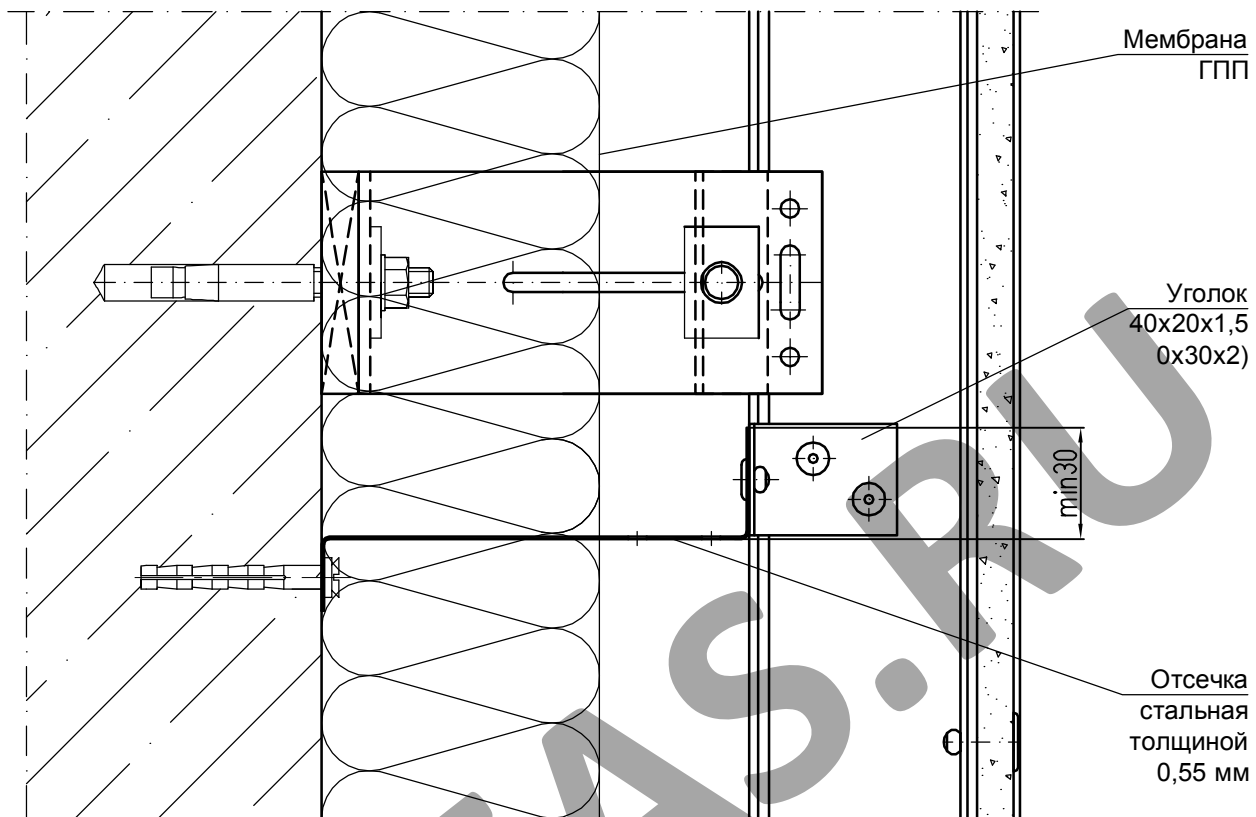
ВАРИАНТ I  
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ  
(Г-образные кронштейны)

A-A



ВАРИАНТ II  
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ  
(П-образные кронштейны)

A-A

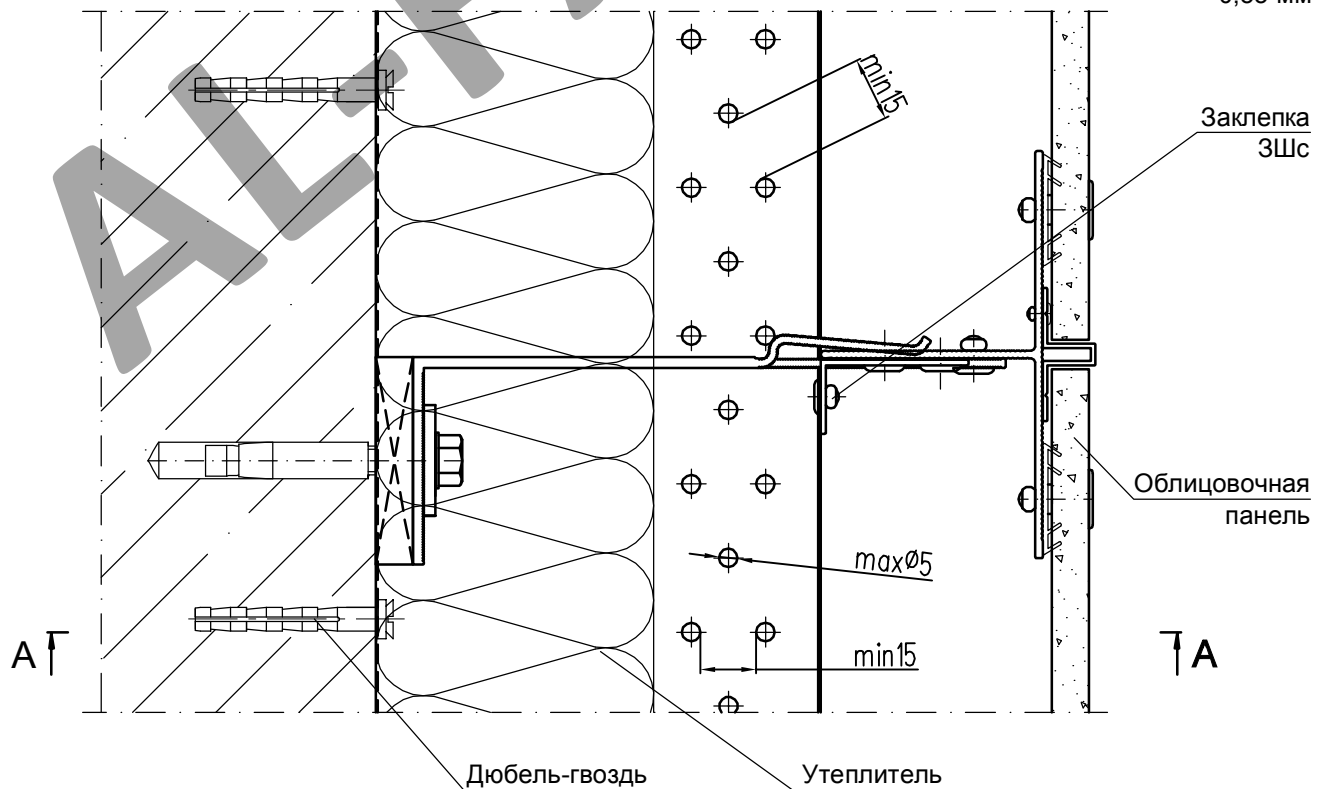
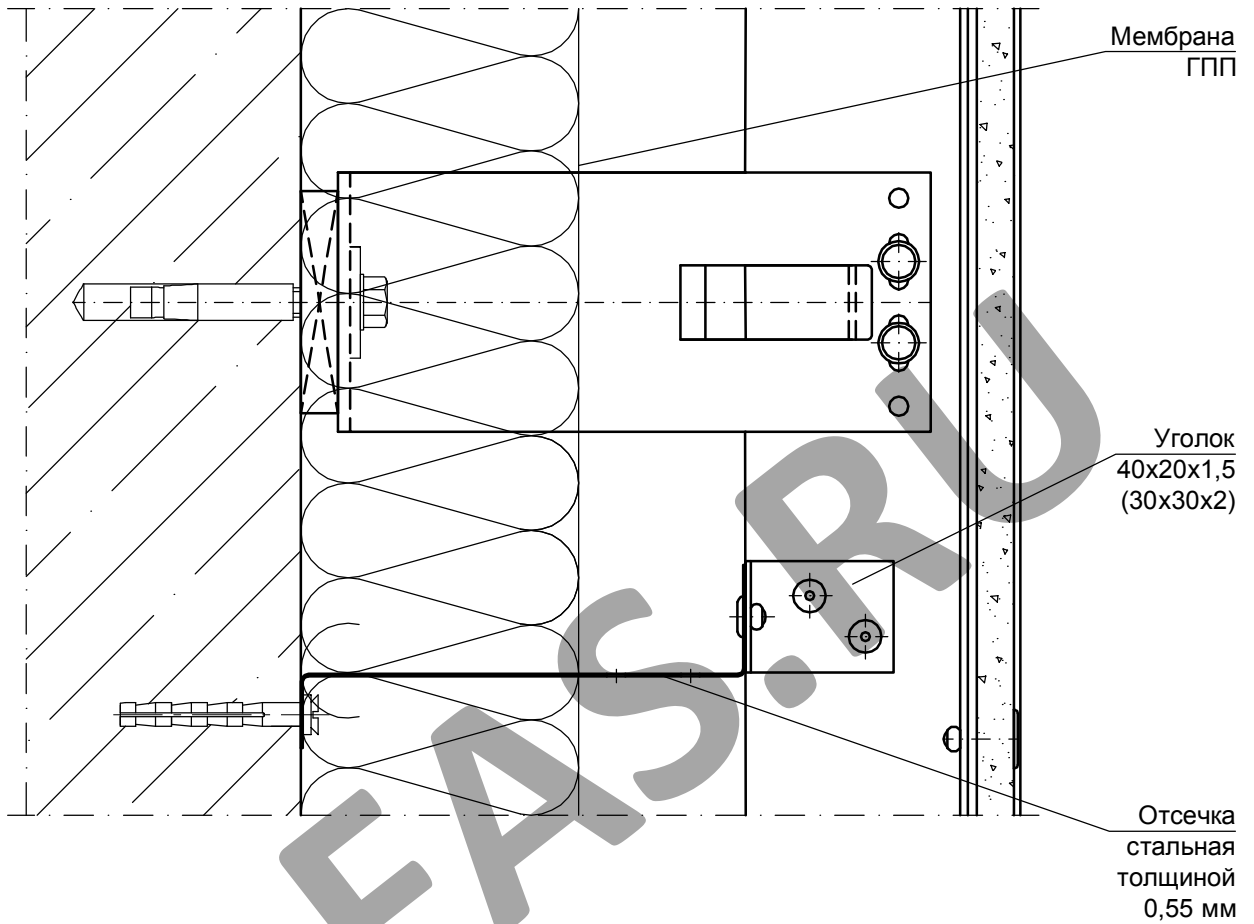


Лист  
5.3

СИАЛ Навесная фасадная система

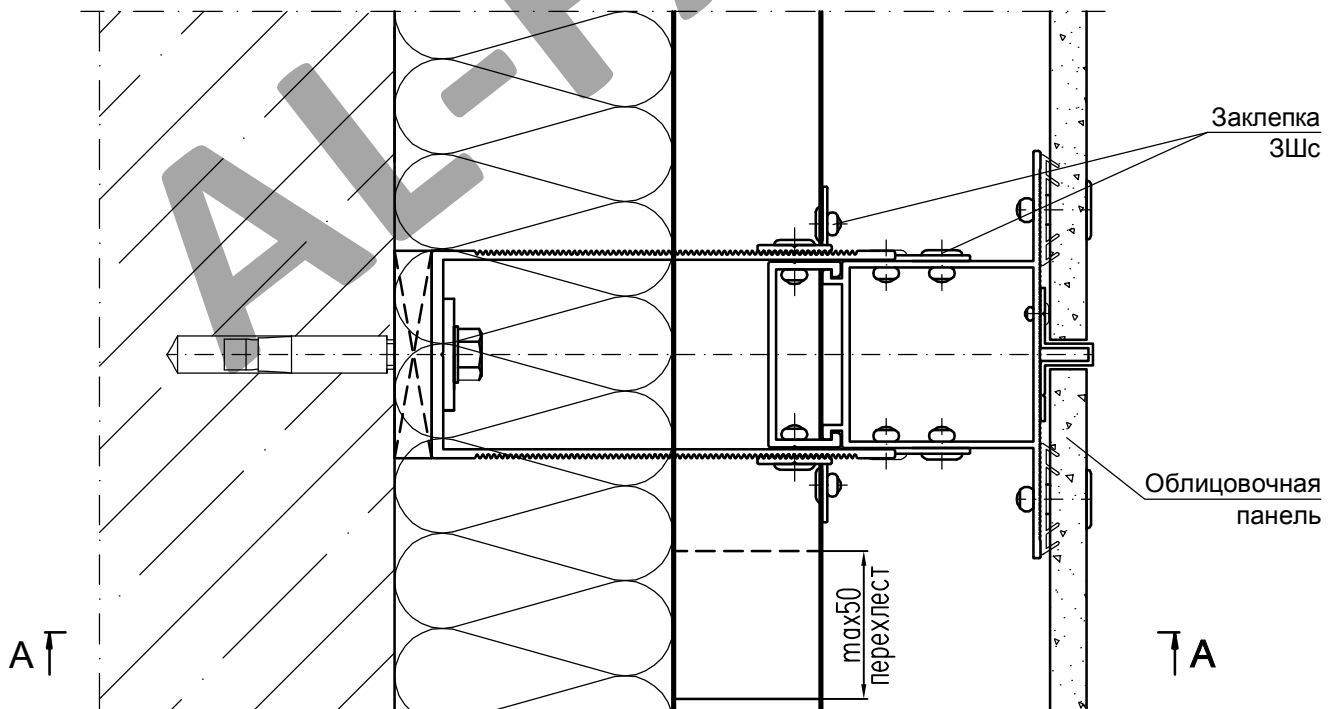
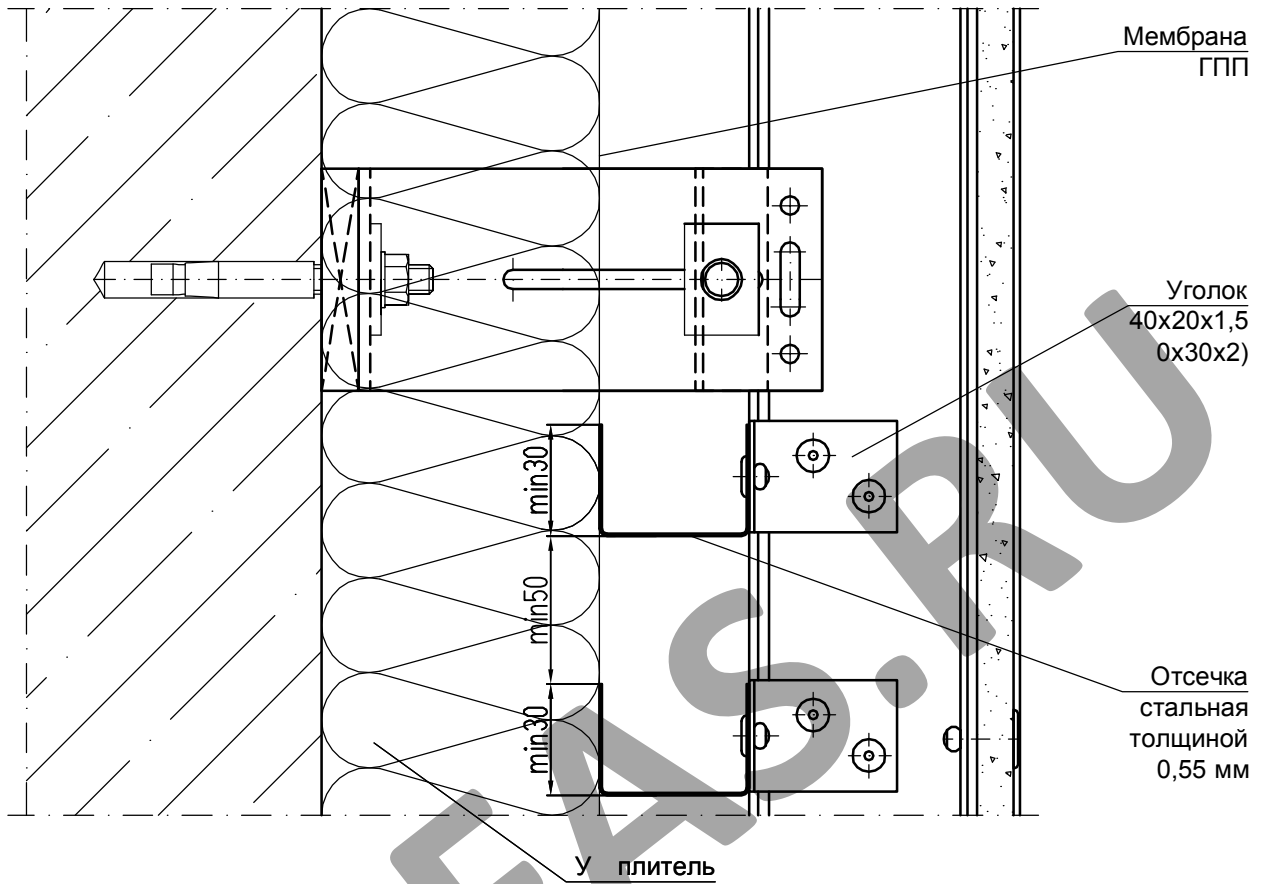
ВАРИАНТ II  
С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ОТСЕЧКАМИ  
(Г-образные кронштейны)

A-A



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

A-A



ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

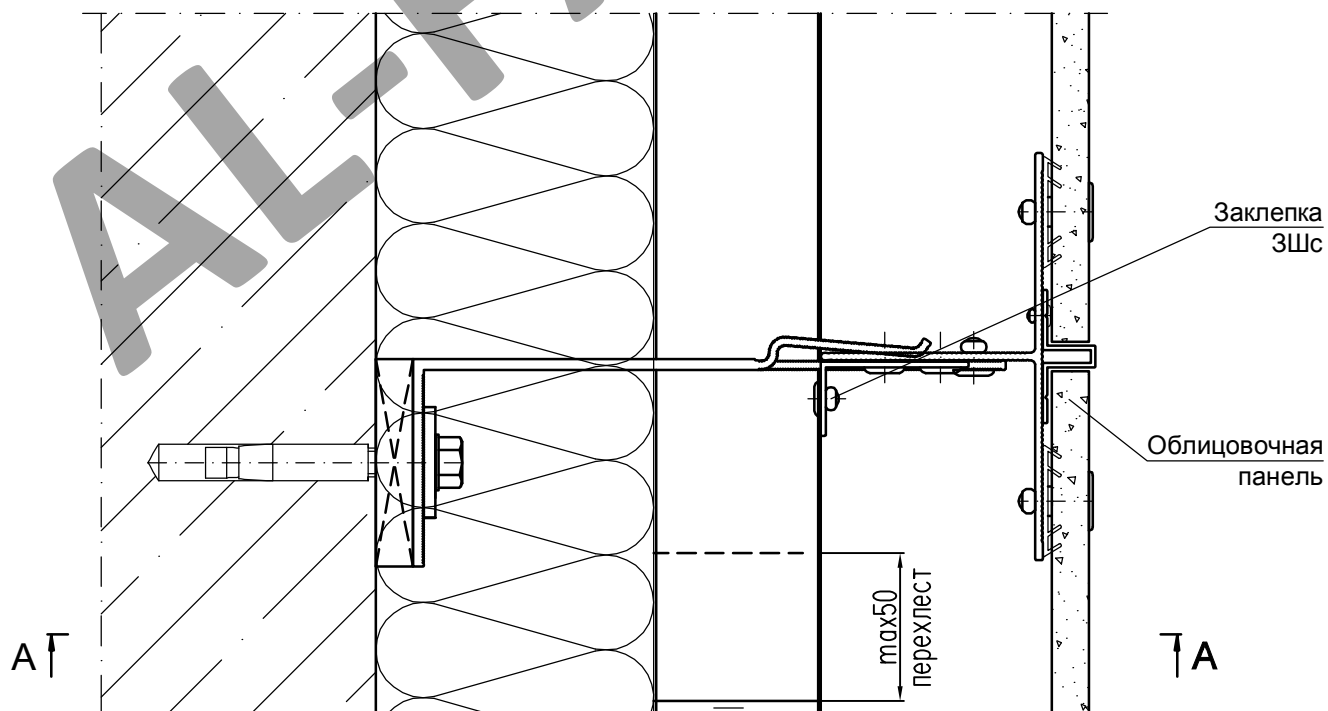
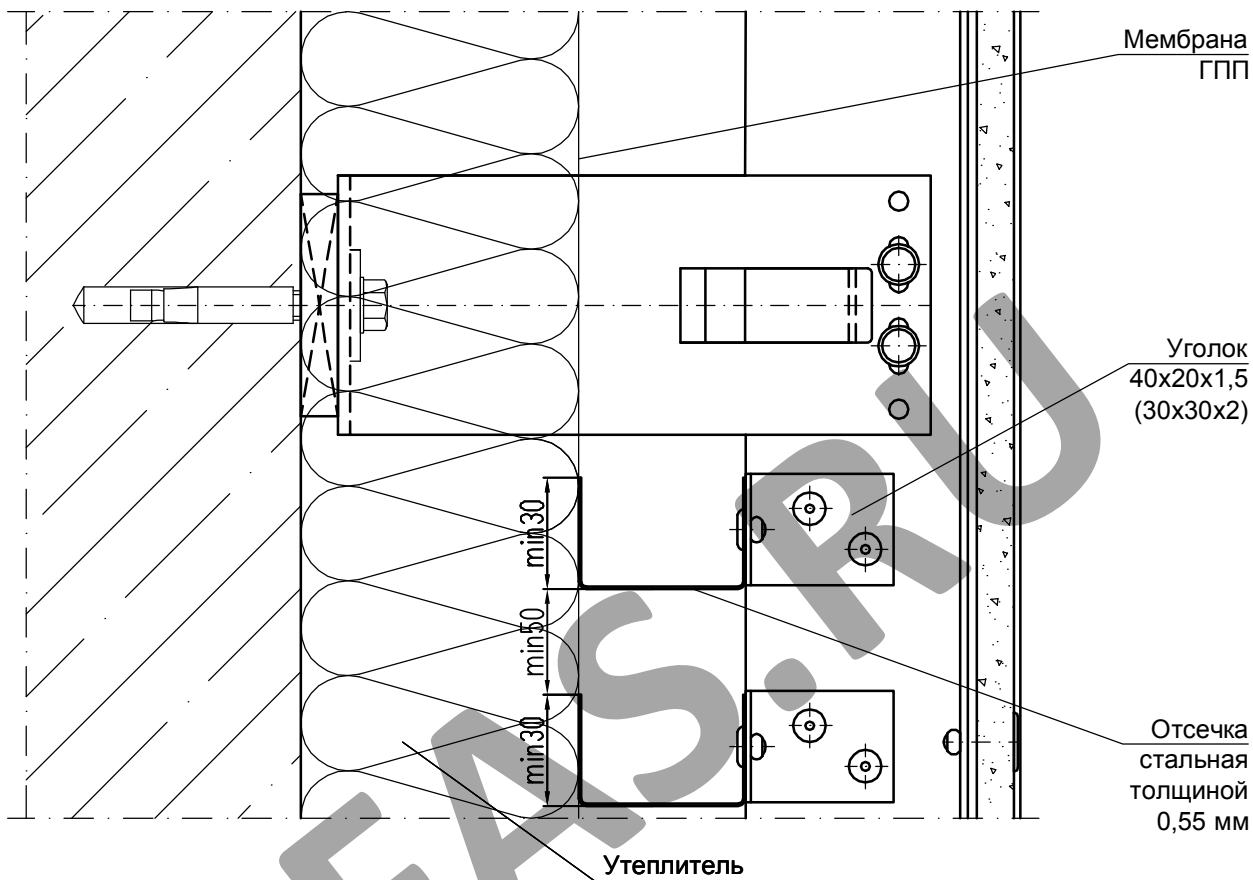
Лист

5.5

СИАЛ Навесная фасадная система

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

A-A

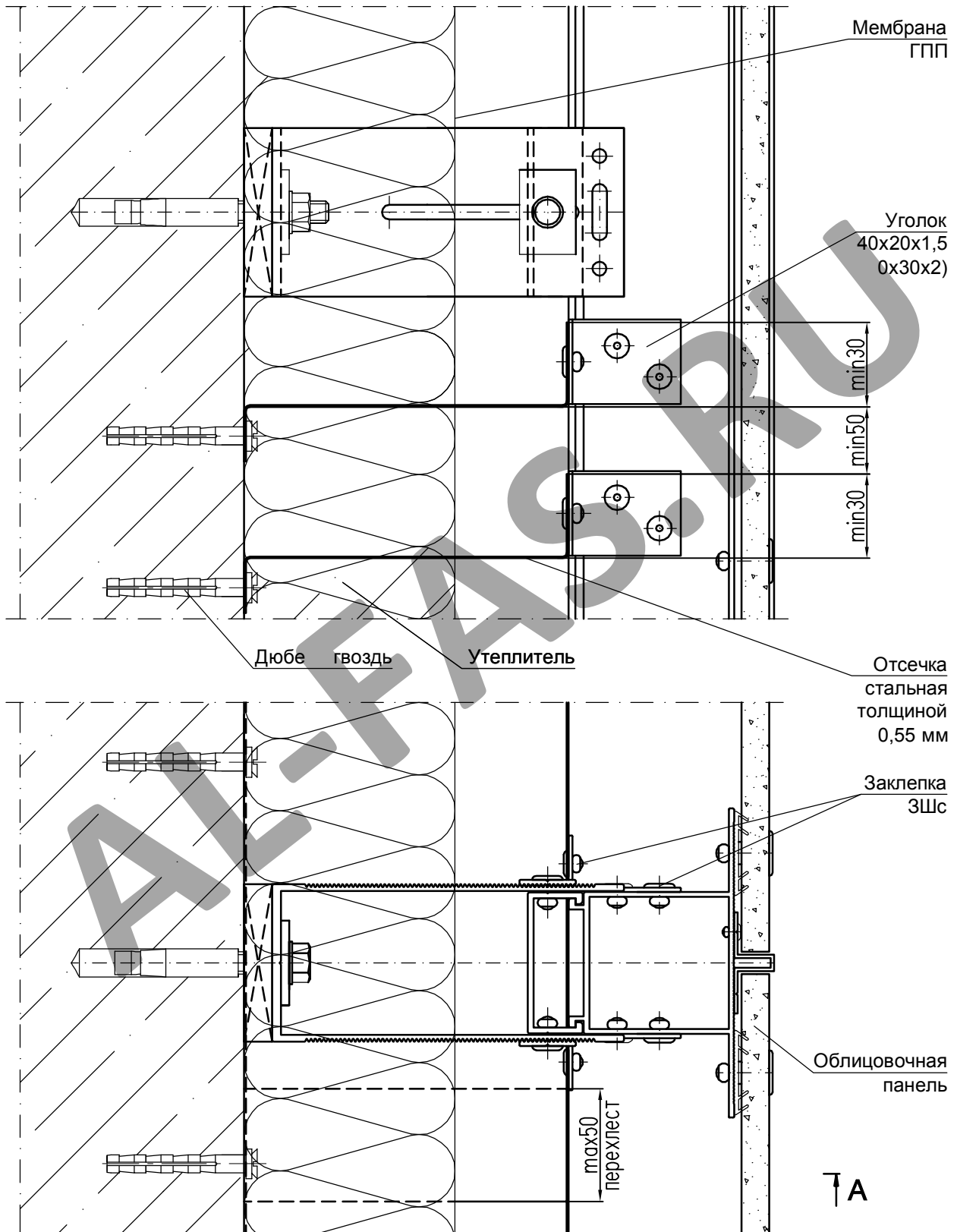


ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

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

A-A



ПРИМЕЧАНИЕ

Отсечки устанавливаются по высоте в шахматном порядке для обеспечения вентиляции .

Лист

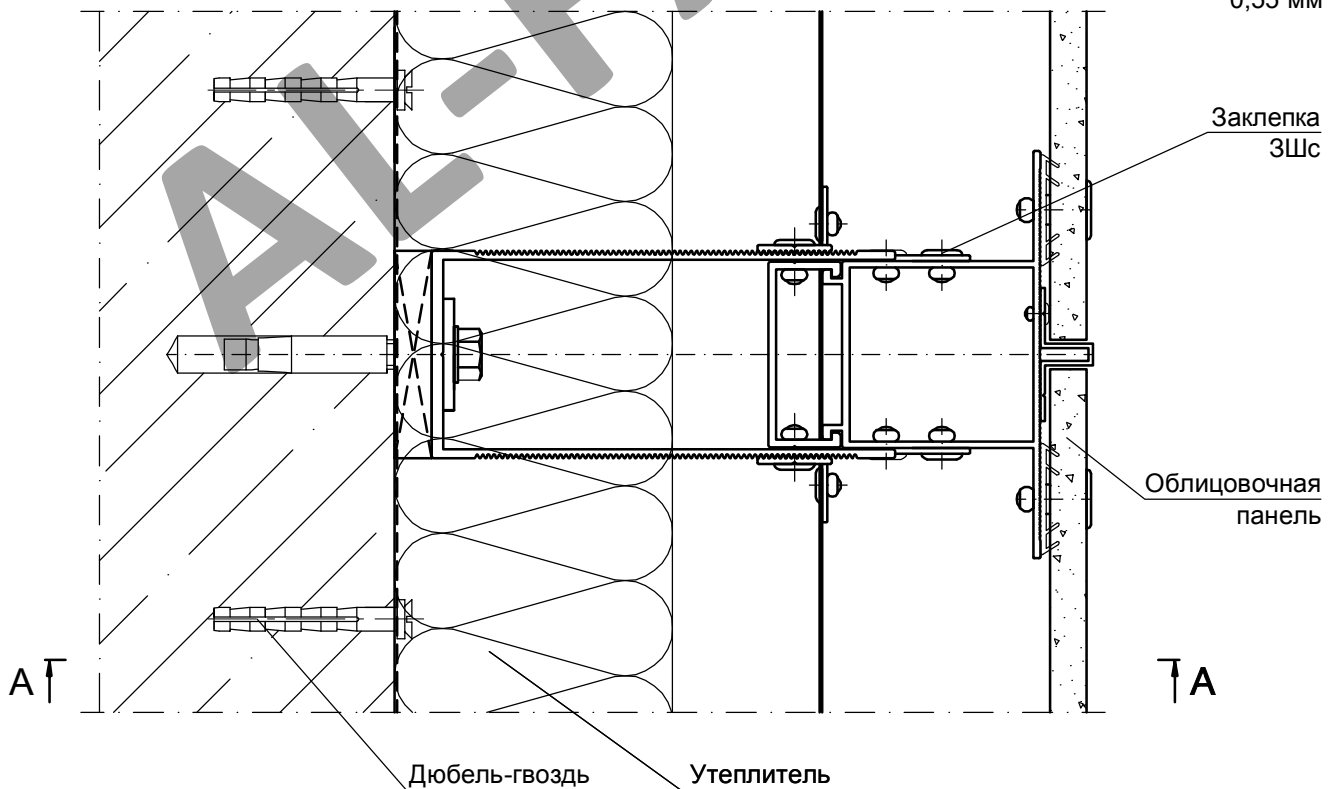
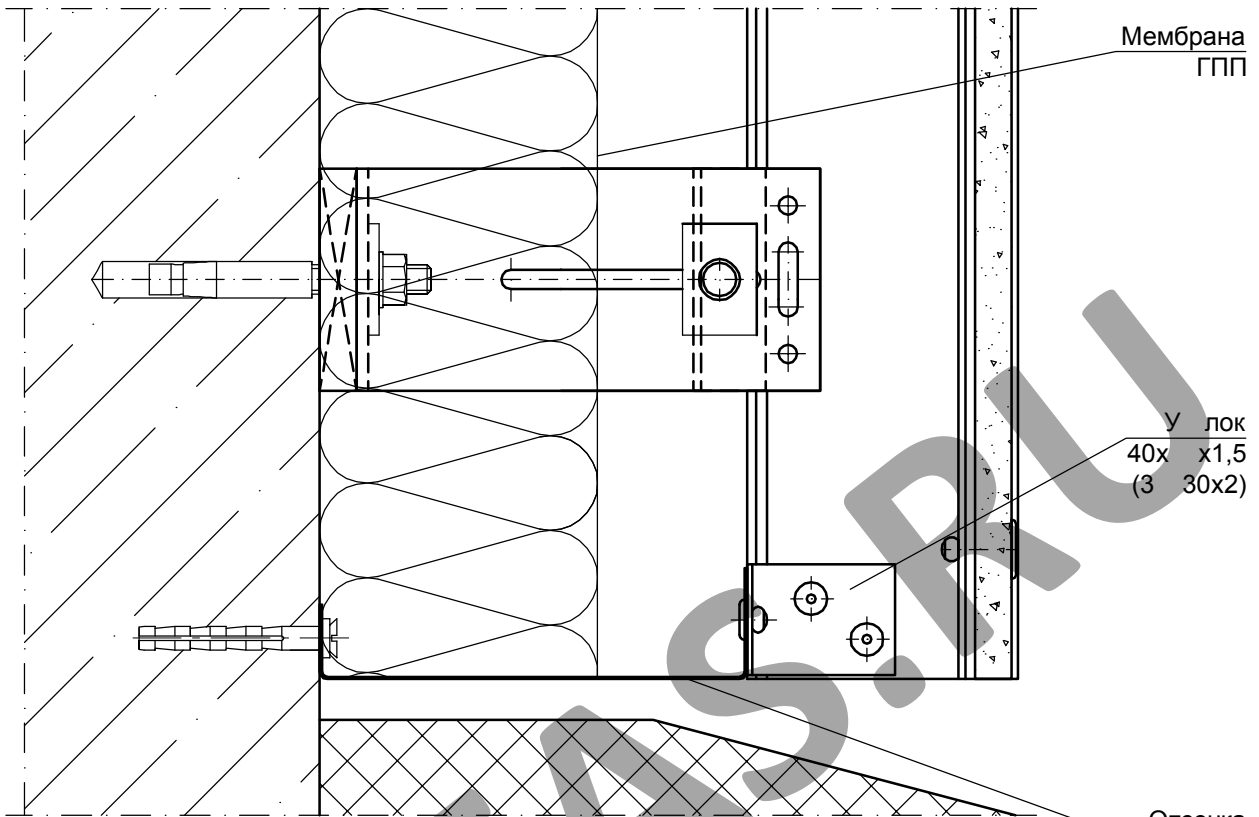
5.7

СИАЛ Навесная фасадная система



ВАРИАНТ  
УСТАНОВКИ НИЖНЕЙ ОТСЕЧКИ  
(П-образные кронштейны)

А-А



Лист

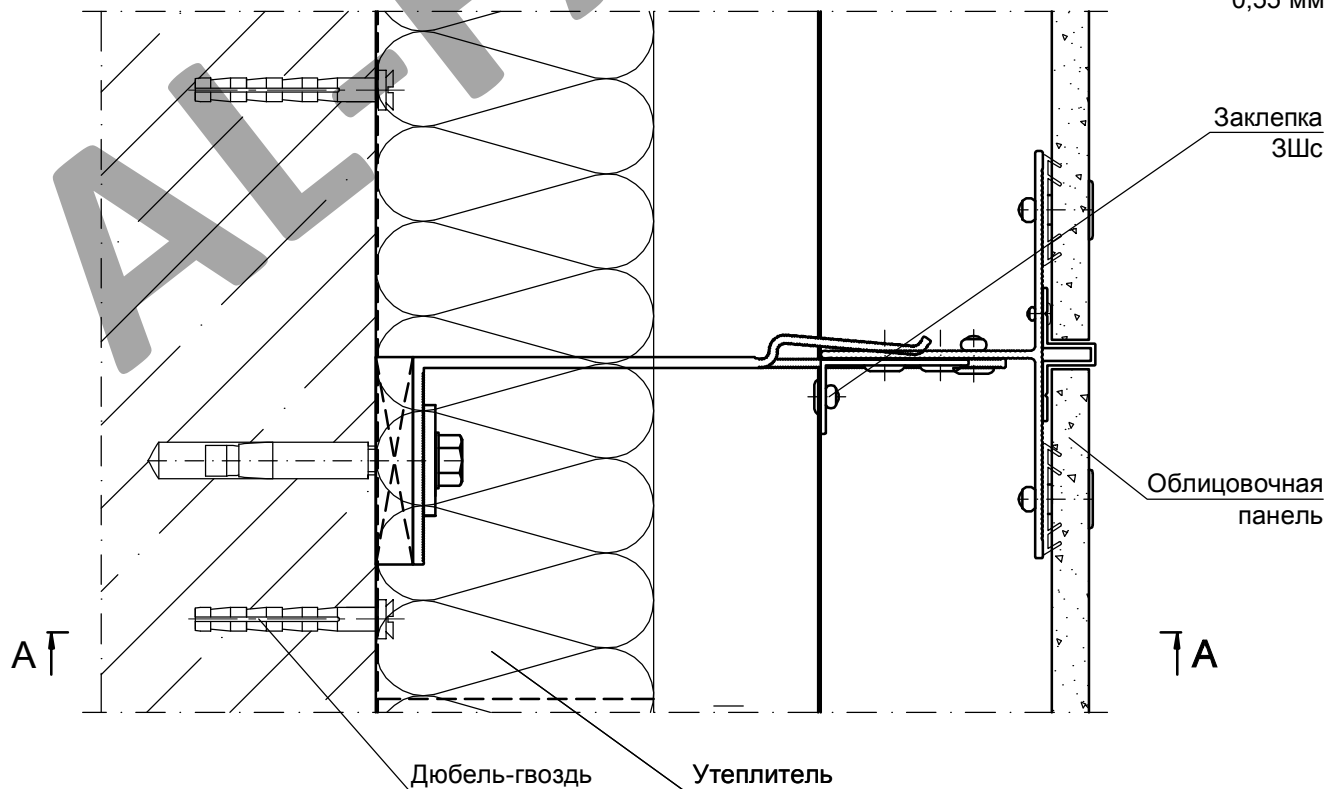
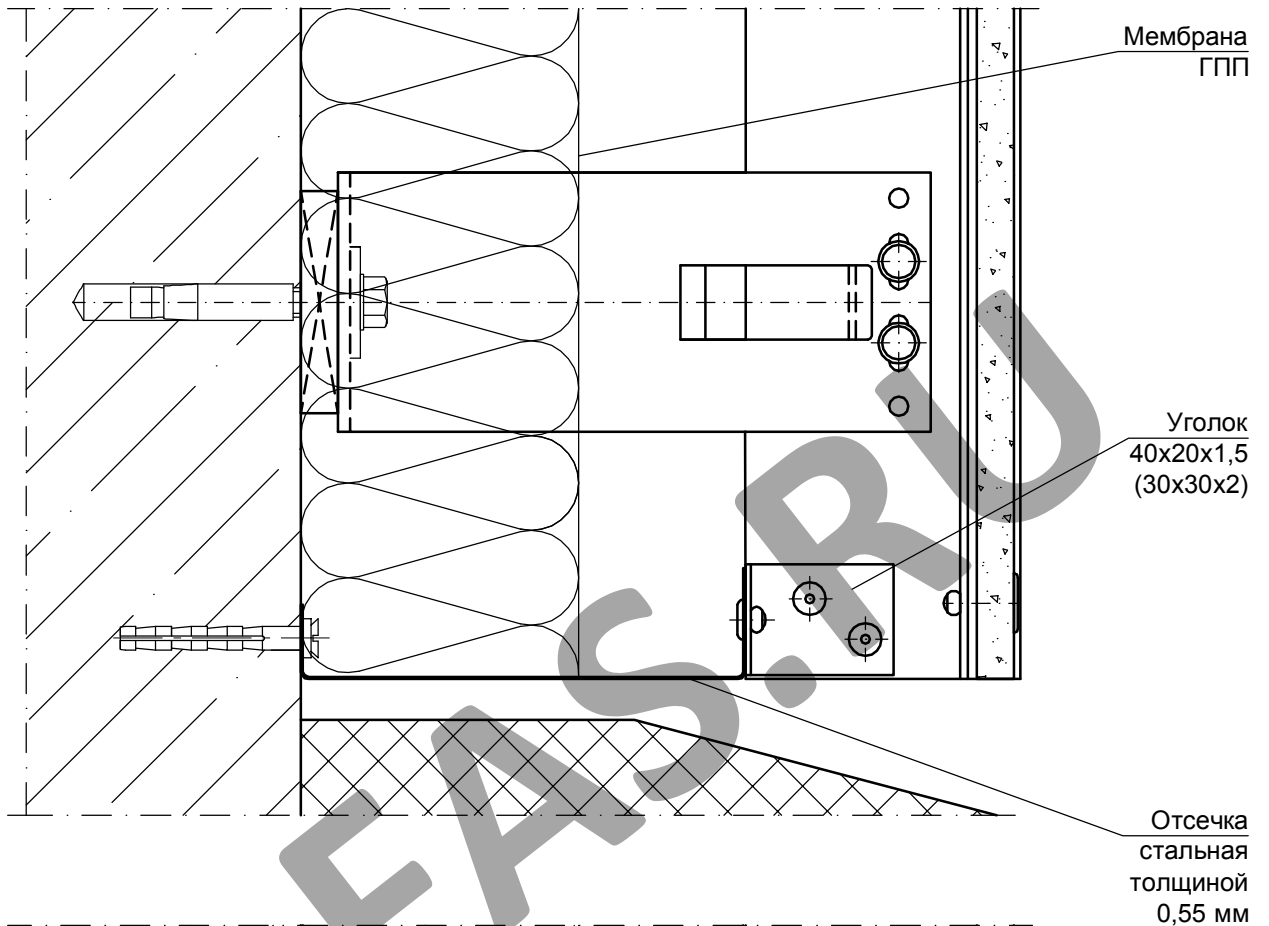
5.9

СИАЛ Навесная фасадная система



ВАРИАНТ  
УСТАНОВКИ НИЖНЕЙ ОТСЕЧКИ  
(Г-образные кронштейны)

А-А



AL-FAS.RU

## 6. Расчеты

AL-FAS.RU

## 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-Г-Пл с облицовкой плоскими листами (типа фиброцементная плита).

Расчеты №1, №2 на основе облегченной системы СИАЛ (Г -обр.) с вертикальным расположением облицовочной плиты;

Расчеты №3, №4 на основе облегченной системы СИАЛ (Г -обр.) с горизонтальным расположением облицовочной плиты;

Расчеты №5, №6 на основе системы СИАЛ (П -обр.) с вертикальным расположением облицовочной плиты;

Расчеты №7, №8 на основе системы СИАЛ (П -обр.) с горизонтальным расположением облицовочной плиты;

Прочностные расчеты включают проверку прочности и деформаций металлических 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

Приведенные расчеты выполнены для рядовой зоны здания, для угловой зоны расчеты выполняются по аналогии с учетом пикового значения аэродинамического коэффициента:  $c_p = -2,2$

При разработке расчетов были использованы следующие документы:

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия;
2. СНиП 2.03.06-85 Аллюминиевые конструкции;
3. ГОСТ 22233-2001 Профили пресованные из аллюминиевых 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-Г-Пл с Г обр. кронштейнами и облицовкой плоскими листами типа фиброцементная плита  
Расчет вспомогательной (промежуточной) направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с вертикальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

Расчетная схема:

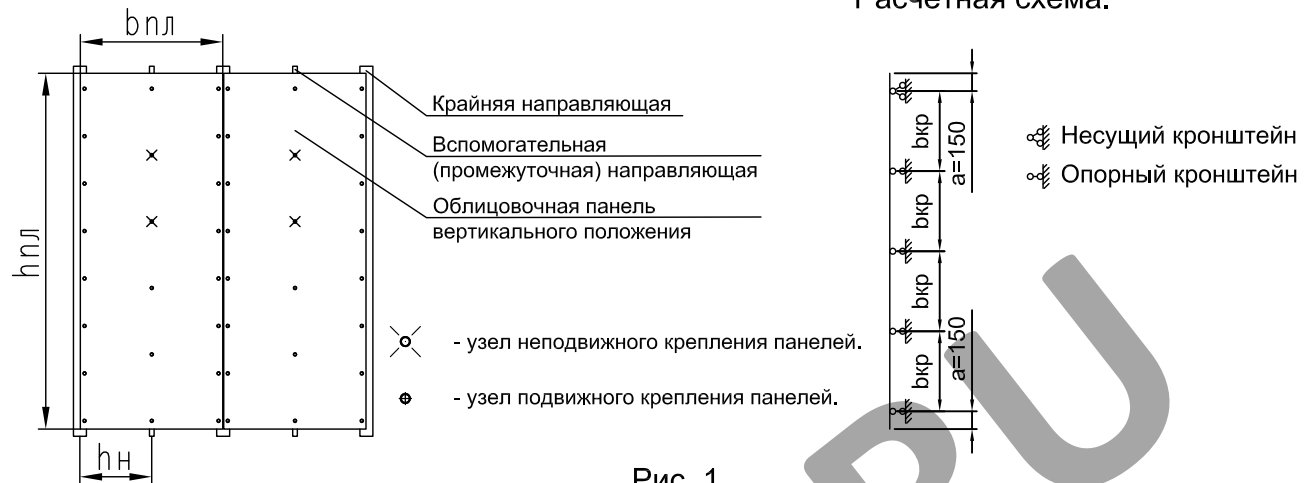


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75м.

Расчетная высота от поверхности земли,  $z$ : 75м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9м.

Направляющая: КП45531

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС303-1

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600мм

Ширина панели,  $b_{пл}$ : 1200мм

Высота панели,  $h_{пл}$ : 3000мм

Толщина панели,  $t_{пл}$ : 11мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

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

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,529 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 0,555$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 19 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 22,8$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

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

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^D \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 * k_{(ze)} * [1 + \zeta_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} * \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

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

$k_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,4125;

$\zeta_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,71;

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

$z_e$  - эквивалентная высота: 75 м.

Расчет средней направляющей при работе плиты по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}} = 600 \text{ мм}$ ;

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}} = 675 \text{ мм}$ ;

Консоль,  $a = 150 \text{ мм}$ ;

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

Удельная плотность алюминия,  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ ;

Коэффициент неразрезности для опорной реакции,  $k_n = 1,25$ .

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} * k_n = 0,826 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n = 1,157 \text{ кН/м}$$

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

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к.норм.}} * b_{\text{пл}} = 22,8 \text{ кг/м}$$

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

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к.расч.}} * b_{\text{пл}} = 27,36 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} = 82,08 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = (q_{\text{п.расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 83,746 \text{ кг}$$

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

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 1,56 \text{ кН см}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 1,9 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,107 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,056 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 5,6 \text{ кН см}$$

$$\text{Сумма моментов } M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{q_w} = 7,16 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\sigma = ((N/A_1) + (M_{\text{сум.}}/W_{x1})) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{45 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A_1$  - площадь сечения с учетом редукиции: 1,7 см<sup>2</sup>;

$W_{x1}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 1,79 см<sup>3</sup>;

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\sigma = ((N/A_2) + (M_{\text{сум.}}/W_{x2})) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{55 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

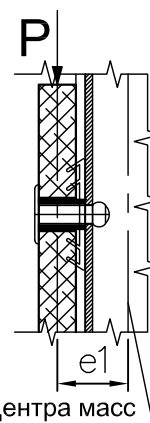


Рис. 2

,где:  $A_2$  - площадь сечения с учетом редукии: 1,59 см<sup>2</sup>;  
 $W_{x2}$  - момент сопротивления с учетом редукии: 1,44 см<sup>3</sup>;  
 $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1;  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1;  
 $R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

### Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

С учетом редукии сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x1} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{7 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

,где:  $J_{x1}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукии: 6,59 см<sup>4</sup>

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x2} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{14 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

,где:  $J_{x2}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукии: 3 см<sup>4</sup>;

$$Q_y = 0,607 * q_w * b_{кр},$$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,5 кг;

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 2,0 см<sup>3</sup>;

$t$  - толщина стенки профиля: 2,2 мм;

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

С учетом редукии сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$f = (0,0063 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x1}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,0 \text{ см} \leq 0,3 \text{ см}}$$

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$f = (0,0063 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x2}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,1 \text{ см} \leq 0,3 \text{ см}}$$

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

### Условия деформативности профиля обеспечиваются

Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

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

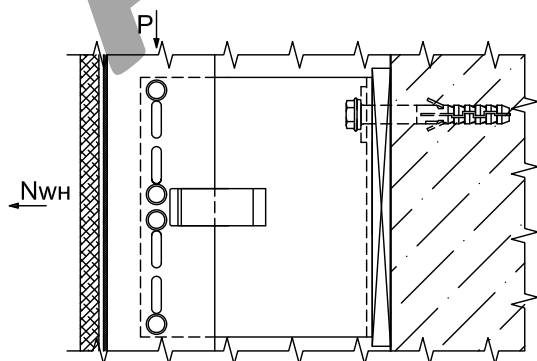


Рис. 3

Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак} = \sqrt{((N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2)} = 200 \text{ Н}$$

где,  $N_{wh}$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_{WH} = q_w * (b_{кр}/2 + a) * \gamma_m = 677 \text{ Н}$$

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

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

$$P = q_{к.расч.} * b_{пл} * L_{напр} + q_{п.расч.} * L_{напр} = 42,7 \text{ кг}$$

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{((N_{WH}/4)^2 + (P/4)^2}) * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad 200 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

, где:  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак./A} = (\sqrt{((N_{WH}/4)^2 + (P/4)^2})/A * \gamma_n \leq R_{rp} * \gamma_c: \quad 18 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

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

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

где,  $R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13

СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

#### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна, H: 140 мм

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

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

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

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$  (сеч. 1-1): 148 мм<sup>2</sup>

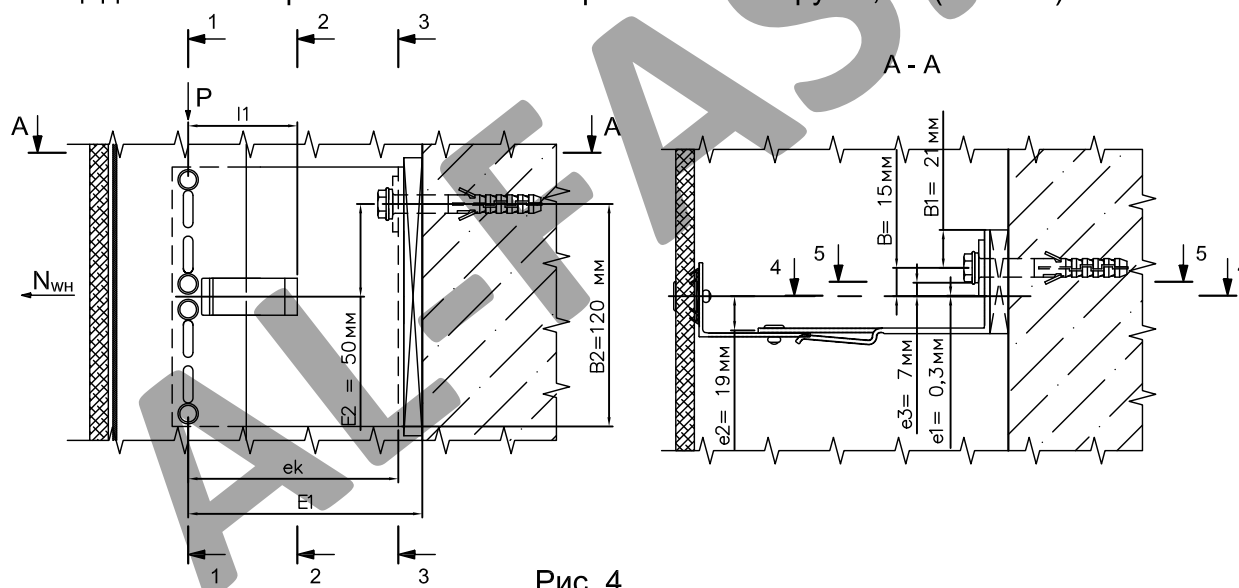


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{WH} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 480 \text{ Н}$$

, где:  $K_{нк}$  - коэффициент неразрезности крайнее положение: 0,393

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля: P = 42,7 кг

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

$$P/(h1*s) \leq R_s * \gamma_c: \quad 3 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

$$N_{WH}/(h1*s) \leq R_y * \gamma_c: \quad 3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{WH} * e2 = 9 \text{ Н}$$

где, e2- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм



Ослабленное сечение кронштейна (2-2):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{P_{c.v.}}^0 = P \cdot l_1 = 21,777 \text{ Н*м}$$

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

Момент сопротивления ослабленного сечения кронштейна:

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

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

Неослабленное сечение кронштейна (3-3):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{P_{c.v.}}^P = P \cdot e_k = 63,196 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления неослабленного сечения кронштейна:

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

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы (4-4):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} \cdot e_1 = 0 \text{ Н*м}$$

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

0,3 мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы анкера (5-5):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} \cdot e_3 = 3 \text{ Н*м}$$

, где:  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по шайбе анкера:

7 мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 \cdot 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

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

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_y^o + M_{P_{c.v.}}^0 / W_x^o : \quad \mathbf{60 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A^o$  - площадь ослабленного сечения кронштейна: 3 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y + M_{P_{c.v.}}^0 / W_x : \quad \mathbf{50 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A$  - площадь ослабленного сечения кронштейна: 4 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4} : \quad \mathbf{0 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5} : \quad \mathbf{15 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot E_1 = 68,747 \text{ Н*м};$$

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

, где  $E_1$  - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

$E_2$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{wh} \cdot B = 7,2 \text{ Н*м}$$

, где  $B$  - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 15 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 > M_2$

$$N_{ан} = N_{wh} \cdot (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = 1196 \text{ Н}$$

где  $B_1$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

$B_2$  - расстояние от оси верхнего анкерного болта по вертикали до центра тяжести

площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 120 мм

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $J_k$ :

$$J_k = h_1^3 * s / 12 = 43224 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h_1/2) * s) * h_1 / 4 = 1095 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P$ : 42,7 кг

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_k / (J_k * s)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c: \quad \mathbf{4 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где  $\gamma_n$  коэффициент надежности по назначению: 1

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

#### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 70 мм

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

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

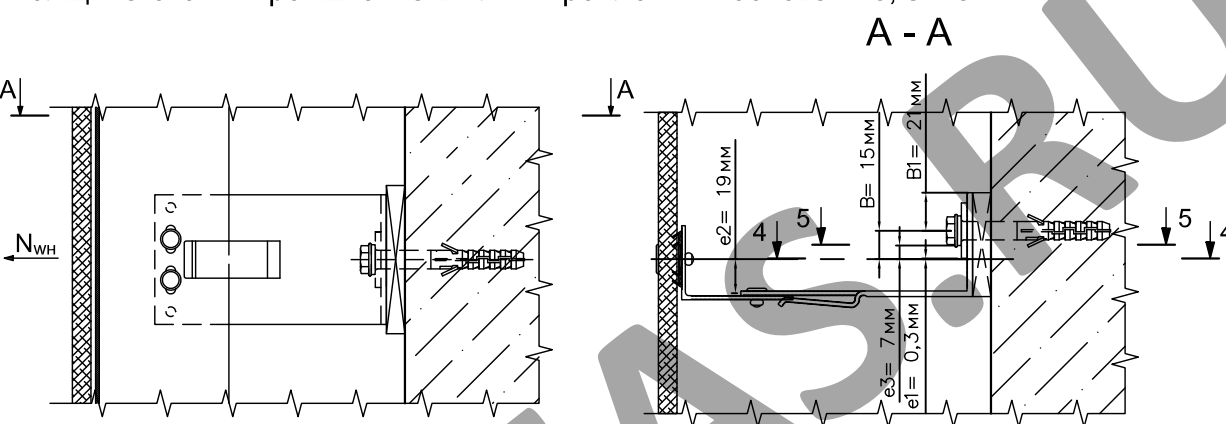


Рис. 5

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 893 \text{ Н}$$

где,  $K_{nc}$ - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,143

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e_3 = 6,251 \text{ Н*м}$$

, где  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкера: 7 мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e_1 = 0,268 \text{ Н*м}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани алюминиевой шайбы: 0,3 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e_2 = 16,967 \text{ Н*м}$$

, где  $e_2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 134 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh}/A^o + M_{гор}^K/W_{4-4}: \quad \mathbf{198 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wh}/A + M_{гор}^K/W_y: \quad \mathbf{166 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4}/W_{4-4}: \quad \mathbf{3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5}/W_{5-5}: \quad \mathbf{47 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B = 2143 \text{ Н}$$

, где B-расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 15 мм

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

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

Рассмотрим вариант замены опорного кронштейна на несущий с функцией опорного кронштейна - без жесткого крепления направляющей к кронштейну.

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 140 мм

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

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

A - A

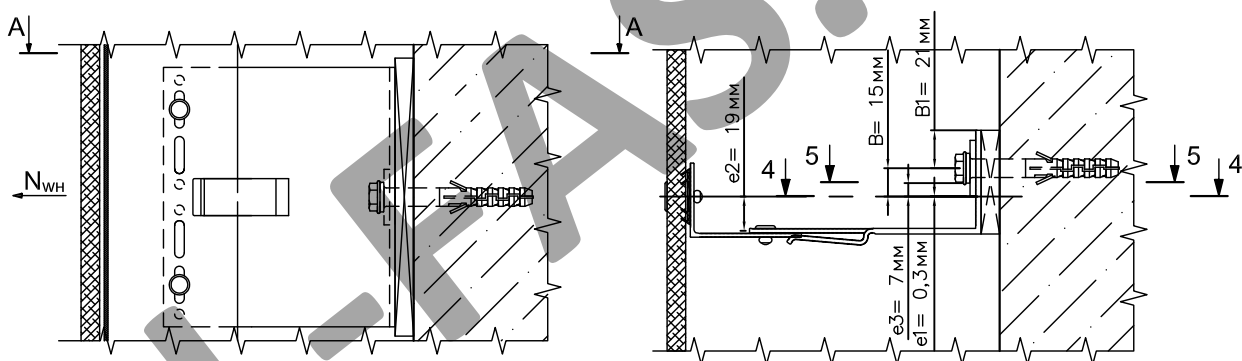


Рис. 6

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{нс} = 893 \text{ Н}$

где,  $K_{нс}$ - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,143

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 6,251 \text{ Н*м}$$

где, e3- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайба анкера: 7 мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 0,268 \text{ Н*м}$$

где, e1- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани алюминиевой шайбы: 0,3 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 16,967 \text{ Н}$$

где, e2- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 \cdot 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{113 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{85 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{30 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} \cdot (B + B_1) / B = 2143 \text{ Н}$$

где B - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 15 мм

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

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

Расчет крепления панелей к направляющим

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки, d<sub>z</sub>: 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей, n<sub>1</sub>: 6 шт

Количество неподвижных узлов крепления панели, n<sub>2</sub>: 2 шт

Предел прочности заклепки на срез, N<sub>ср</sub>: 4500 Н

Предел прочности заклепки на разрыв, N<sub>p</sub>: 5500 Н

Расчетное усилие на срез заклепки, R<sub>ср</sub><sup>p</sup> = N<sub>ср</sub> / 1,25 = 3600 Н

Расчетное усилие на разрыв заклепки, R<sub>p</sub><sup>p</sup> = N<sub>p</sub> / 1,25 = 4400 Н

Усилие приходящееся на одну заклепку по срезу от веса панели,

$$R_{ср} = q_{к,расч.} \cdot b_{пл} \cdot L_{напр.} / n_2: \quad \mathbf{410 \text{ Н} < 3600 \text{ Н}}$$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра, R<sub>p</sub> = q<sub>w</sub> \* h<sub>пл</sub> / n<sub>1</sub>:

$$\mathbf{579 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}}$$

Проверка соединения на смятие профиля, R<sub>см</sub> = R<sub>ср</sub> / A<sub>см</sub> ≤ R<sub>гр</sub> \* γ<sub>c</sub>: **37 МПа ≤ 195 МПа**

где A<sub>см</sub> - площадь смятия, A<sub>см</sub> = d<sub>z</sub> \* t = 11 мм<sup>2</sup>

### **Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается**

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 4 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1196 Н в несущем кронштейне и 2143 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-Г-Пл, на Г обр кронштейне,  
с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет крайней направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с вертикальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

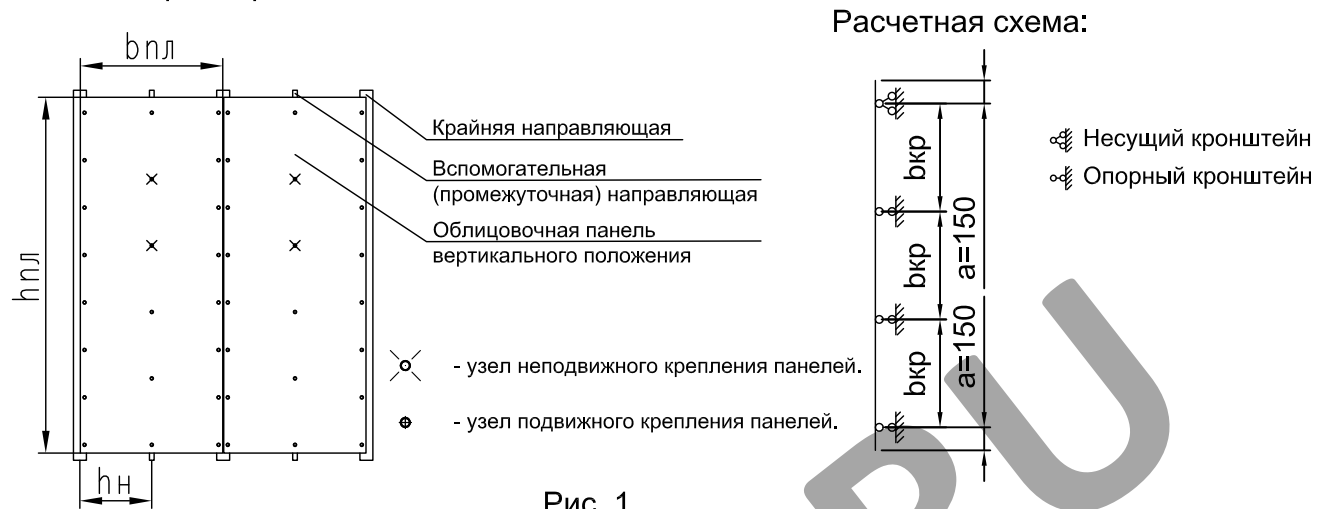


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75 м.

Высота от поверхности земли,  $z$ : 75 м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9 м.

Направляющая: КПС 701

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС303-1

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600 мм

Ширина панели,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Высота панели,  $h_{пл}$ : 3000 мм

Толщина панели,  $t_{пл}$ : 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

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

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

В виду того что крепление облицовки на крайней направляющей только подвижное следовательно направляющая воспринимает только ветровую нагрузку, а несущий кронштейн к ветровой воспринимает вертикальную нагрузку от веса направляющей.

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,869 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 0,912$  кг/м

### Ветровая нагрузка

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

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + c_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 * k_{(ze)} * [1 + \zeta_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} * \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

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

$k_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,4125;

$\zeta_{(ze)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ :

$$\zeta_{(ze)} = 0,71;$$

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

$z_e$  - эквивалентная высота: 75 м.

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

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}} = 600$  мм

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

Консоль,  $a = 150$  мм

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

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

Коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки, как с многопролетной балки, на крайнюю направляющую,  $k_n = 0,375$

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 0,495 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 0,694 \text{ кН/м}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = q_{\text{п.расч.}} * L_{\text{напр}} = 2,737 \text{ кг}$$

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,056 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 5,6 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\sigma = (M_{q_w} / W_{x1}) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad 33 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где:  $W_{x1}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 1,7 см<sup>3</sup>;

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\sigma = (M_{q_w} / W_{x2}) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad 84 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где:  $W_{x2}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 0,67 см<sup>3</sup>;

$\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1;

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x1} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad 4 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

, где:  $J_{x1}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукиции: 7,33 см<sup>4</sup>

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x2} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad 16 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

, где:  $J_{x2}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукции:  $2,04 \text{ см}^4$ ;

$Q_y$  - поперечная сила:

$$Q_y = 0,6 * q_w * b_{кр} = 0,4 \text{ кг}$$

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля:  $1,9 \text{ см}^3$

$t$  - толщина стенки профиля:  $2,2 \text{ мм}$

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг:  $75 \text{ МПа}$

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

С учетом редукции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x1}) \leq (b_{кр} / 200): \quad 0,1 \text{ см} \leq 0,5 \text{ см}$$

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x2}) \leq (b_{кр} / 200): \quad 0,2 \text{ см} \leq 0,5 \text{ см}$$

, где:  $E$  - модуль Юнга для алюминия:  $710000 \text{ кг/см}^2$

### Условия деформативности профиля обеспечиваются

Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

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

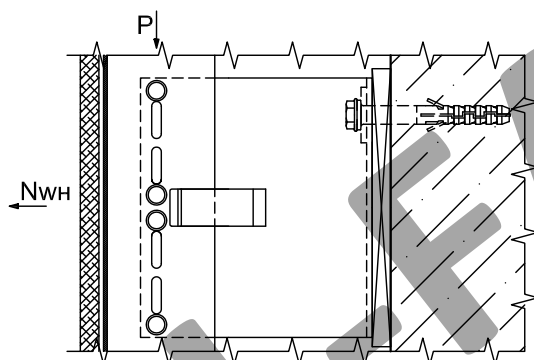


Рис. 2

Максимальное усилие, приходящееся на одну заклепку:

$$N_{зак} = \sqrt{((N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2)} = 125 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_{wh} = q_w * (b_{кр}/2 + a) * \gamma_m = 500 \text{ Н}$$

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

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

$$P = q_{п.расч} * L_{напр} = 2,7 \text{ кг}$$

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак.ср} = (\sqrt{((N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2)}) * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad 125 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки:  $1120 \text{ Н}$

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак}/A = ((\sqrt{((N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2)})/A) * \gamma_n \leq R_{тр} * \gamma_c: \quad 11 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

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

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

$R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13 СНиП  
2.03.06-85: 195 МПа

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

#### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

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

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

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

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

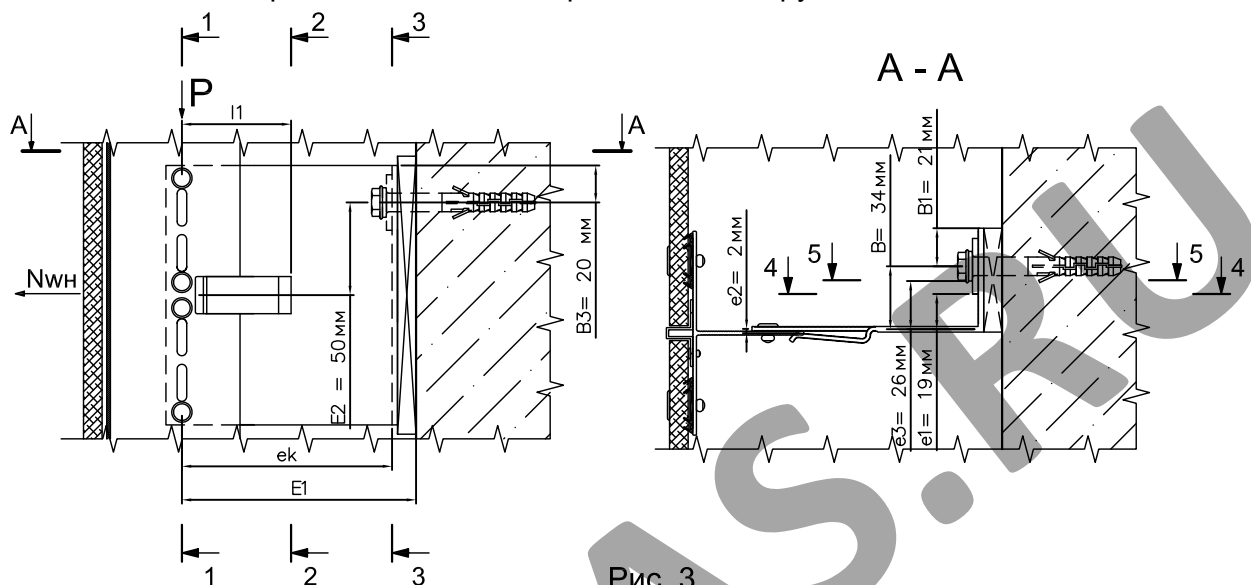


Рис. 3

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 354 \text{ Н}$$

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

Усилие на кронштейн от веса профиля,  $P$ : 2,7 кг

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

$$P / (h_1 * s) \leq R_s * \gamma_c: \quad 0 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

$$N_{wh} / (h_1 * s) \leq R_y * \gamma_c: \quad 2 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

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

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

Ослабленное сечение кронштейна (2-2):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{п.с.в.}^0 = P * l_1 = 1,377 \text{ Н*м}$$

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

Момент сопротивления ослабленного сечения кронштейна:

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

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

Неослабленное сечение кронштейна (3-3):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{п.с.в.}^P = P * e_k = 3,996 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления неослабленного сечения кронштейна:

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

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



Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы (4-4):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{\text{гор}}^{4-4} = N_{\text{вн}} * e_1 = 7 \text{ Н*м}$$

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

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы анкера (5-5):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{\text{гор}}^{5-5} = N_{\text{вн}} * e_3 = 9 \text{ Н*м}$$

, где  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по шайбе анкера: 26мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{\text{ш}} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

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

$$\sigma_o = N_{\text{вн}} / A^o + M_{\text{гор}}^K / W_y^o + M_{\text{Р с.в.}}^o / W_x^o : \quad \mathbf{8 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A^o$  - площадь ослабленного сечения кронштейна: 3 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{но}} = N_{\text{вн}} / A + M_{\text{гор}}^K / W_y + M_{\text{Р с.в.}} / W_x : \quad \mathbf{6 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A$  - площадь неослабленного сечения кронштейна: 4 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{п}}^{4-4} = M_{\text{гор}}^{4-4} / W_{4-4} : \quad \mathbf{44 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{\text{п}}^{5-5} = M_{\text{гор}}^{5-5} / W_{5-5} : \quad \mathbf{44 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P * E_1 = 4,347 \text{ Н*м};$$

$$M_2 = N_{\text{вн}} * E_2 = 17,7 \text{ Н*м}$$

, где  $E_1$  - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

$E_2$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{\text{вн}} * B = 12,036 \text{ Н*м}$$

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

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 < M_2$

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{вн}} + (M_2 - M_1) / B_3 + M_3 / B_1 = 1595 \text{ Н}$$

где  $B_1$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

$B_3$  - расстояние от оси верхнего анкерного болта по вертикали до центра тяжести

площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 20 мм

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $J_k$ :

$$J_k = h_1^3 * s / 12 = 43224 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h_1 / 2) * s) * h_1 / 4 = 1095 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P$ : 2,7 кг

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_k / (J_k * s)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{0 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где  $\gamma_n$  коэффициент надежности по назначению: 1

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом обеспечивается**

Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 70мм

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

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

A - A

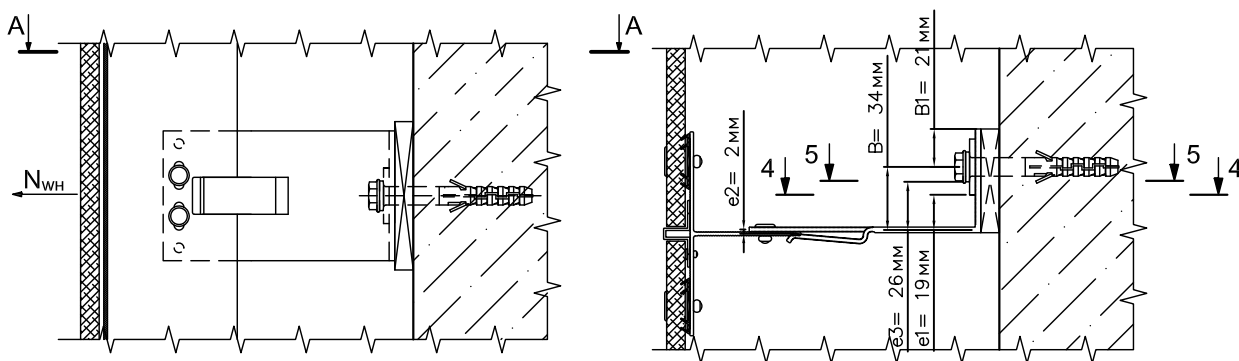


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{nc} = 687 \text{ Н}$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} \cdot e_3 = 17,862 \text{ Н*м}$$

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

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} \cdot e_1 = 13,053 \text{ Н*м}$$

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

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} \cdot e_2 = 1,374 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

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

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 \cdot 3^2 / 6 = 134 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{21 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{16 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{147 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{133 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} \cdot (B + B1) / B = 1111 \text{ Н}$$

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

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

**ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ**

Лист

6.15

**СИАЛ      Навесная фасадная система**

Рассмотрим вариант замены опорного кронштейна на несущий с функцией опорного кронштейна - без жесткого крепления направляющей к кронштейну.

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна,  $H: 140 \text{ мм}$

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

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $s1: 3 \text{ мм}$

A - A

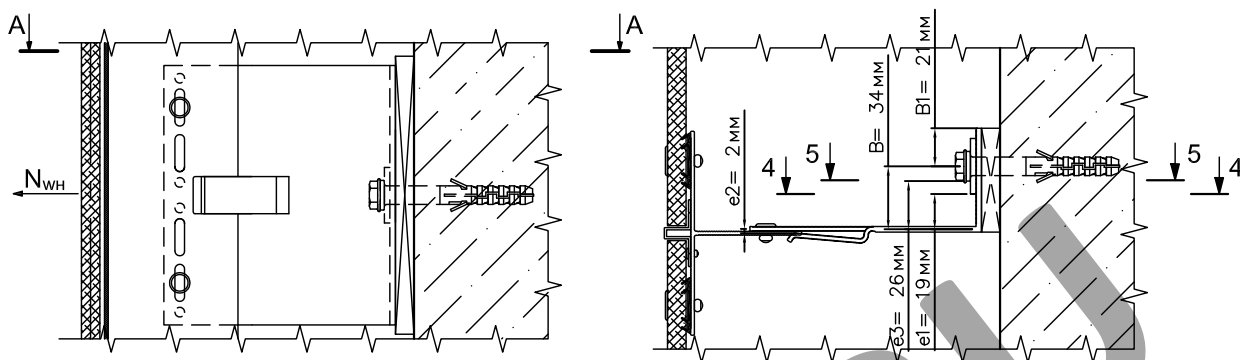


Рис. 5

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 687 \text{ Н}$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 17,862 \text{ Н*м}$$

где,  $e3$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайба анкера: 26 мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 13,053 \text{ Н*м}$$

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

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,374 \text{ Н}$$

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

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{14 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{10 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{81 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{87 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{a0} = N_{wh} * (B + B1) / B = 1111 \text{ Н}$$

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

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

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

#### Расчет крепления панелей к направляющим

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к крайней направляющей,  $n_1$ : 16 шт

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400$  Н

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,  $R_p = q_w * h_{пл} / n_1$ :

$$130 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}$$

### **Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается**

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей КПС 701 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей.. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1595 Н в несущем кронштейне и 1111 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-Г-Пл, на Г обр кронштейне, с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет вспомогательной (промежуточной) направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с горизонтальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

Расчетная схема:



Рис. 1

#### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 75 м.

Высота от поверхности земли, z: 75 м.

Поперечный размер здания, d: 9 м.

Направляющая: КП45531

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС303-1

Шаг направляющих, hн: 600 мм

Ширина панели, bпл: 3000 мм

Высота панели, hпл: 1200 мм

Толщина панели, tпл: 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

Длина направляющей, L<sub>напр.</sub>: 2,41 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c<sub>p</sub>: -1,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, γ<sub>fn</sub>: 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, γ<sub>fo</sub>: 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ<sub>f</sub>: 1,4

#### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, q<sub>п. норм.</sub>: 0,529 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля, q<sub>п. расч.</sub> = q<sub>п. норм.</sub> \* γ<sub>fn</sub> = 0,555 кг/м

Нормативная нагрузка от плитки, q<sub>к. норм.</sub>: 19 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки, q<sub>к. расч.</sub> = q<sub>к. норм.</sub> \* γ<sub>fo</sub> = 22,8 кг/м<sup>2</sup>

#### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны согласно

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{+(-)}^n = w_0 * k_{(ze)} * [1 + \zeta_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 * k_{(ze)} * [1 + \zeta_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} * \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра:

$$w_0 = 0,38 \text{ кПа}$$

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

$$k_{(z_e)} = 1,4125$$

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

$$S_{(z_e)} = 0,71$$

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

$$v_{+(-)} = 1$$

$z_e$  - эквивалентная высота:

$$z_e = 75 \text{ м.}$$

### Расчет средней направляющей при работе плиты по балочной схеме как пятипролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 600 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}}$ : 703 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

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

Удельная плотность алюминия  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$

Коэффициент неразрезности для опорной реакции,  $k_n$ : 1,132

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} * k_n = 0,748 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n = 1,047 \text{ кН/м}$$

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

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к,норм.}} * b_{\text{пл}}/2 = 28,5 \text{ кг/м}$$

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

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к,расч.}} * b_{\text{пл}}/2 = 34,2 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} = 82,422 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = (q_{\text{п,расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 83,761 \text{ кг}$$

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

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 1,566 \text{ кН см}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 1,9 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,052 \text{ кН м} = 5,2 \text{ кН см}$$

Сумма моментов  $M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{q_w} = 6,766 \text{ кН см}$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\sigma = ((N/A_1) + (M_{\text{сум}}/W_{x1})) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{43 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A_1$  - площадь сечения с учетом редукиции: 1,7 см<sup>2</sup>;

$W_{x1}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 1,79 см<sup>3</sup>;

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\sigma = ((N/A_2) + (M_{\text{сум}}/W_{x2})) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{52 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A_2$  - площадь сечения с учетом редукиции: 1,59 см<sup>2</sup>;

$W_{x2}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 1,44 см<sup>3</sup>;

$\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение 120 МПа

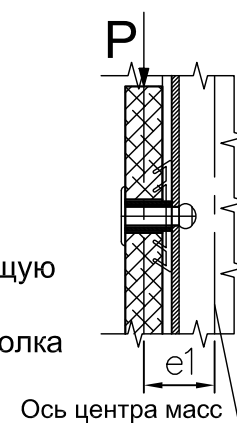


Рис. 2

## Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x1} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{6 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где:  $J_{x1}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукиции:  $6,59 \text{ см}^4$

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x2} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{13 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где:  $J_{x2}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукиции:  $3 \text{ см}^4$ ;

$$Q_y = 0,6 * q_w * b_{кр},$$

$Q_y$  - поперечная сила:  $0,4 \text{ кг}$ ;

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля:  $2,0 \text{ см}^3$ ;

$t$  - толщина стенки профиля:  $2,2 \text{ мм}$ ;

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг:  $75 \text{ МПа}$

## Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x1}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,0 \text{ см} \leq 0,4 \text{ см}}$$

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

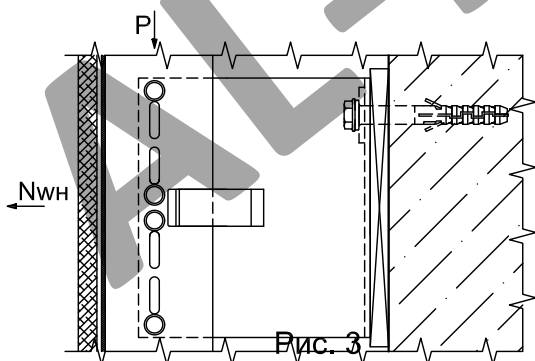
$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x2}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,1 \text{ см} \leq 0,4 \text{ см}}$$

, где:  $E$  - модуль Юнга для алюминия:  $710000 \text{ кг/см}^2$

## Условия деформативности профиля обеспечиваются

Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

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



Максимальное усилие, приходящееся на одну крайнюю заклепку:

$$N_{зак.} = \sqrt{(N_w / 4)^2 + (P / 4)^2} = 262 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_w = q_w * (b_{кр} / 2 + a) * \gamma_m = 630 \text{ Н}$$

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

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

$$P = q_{к.расч.} * (b_{пл} / 2) * L_{напр} + q_{п.расч.} * L_{напр} = 83,8 \text{ кг}$$

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{\text{зак.ср}} = (\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2}) * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad \mathbf{262 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}}$$

где,  $N_{sz}$ - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{\text{зак.}/A} = ((\sqrt{(N_w/4)^2 + (P/4)^2})/A) * \gamma_n \leq R_{rp} * \gamma_c: \quad \mathbf{24 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}}$$

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

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

где,  $R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13 СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

#### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

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

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

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

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

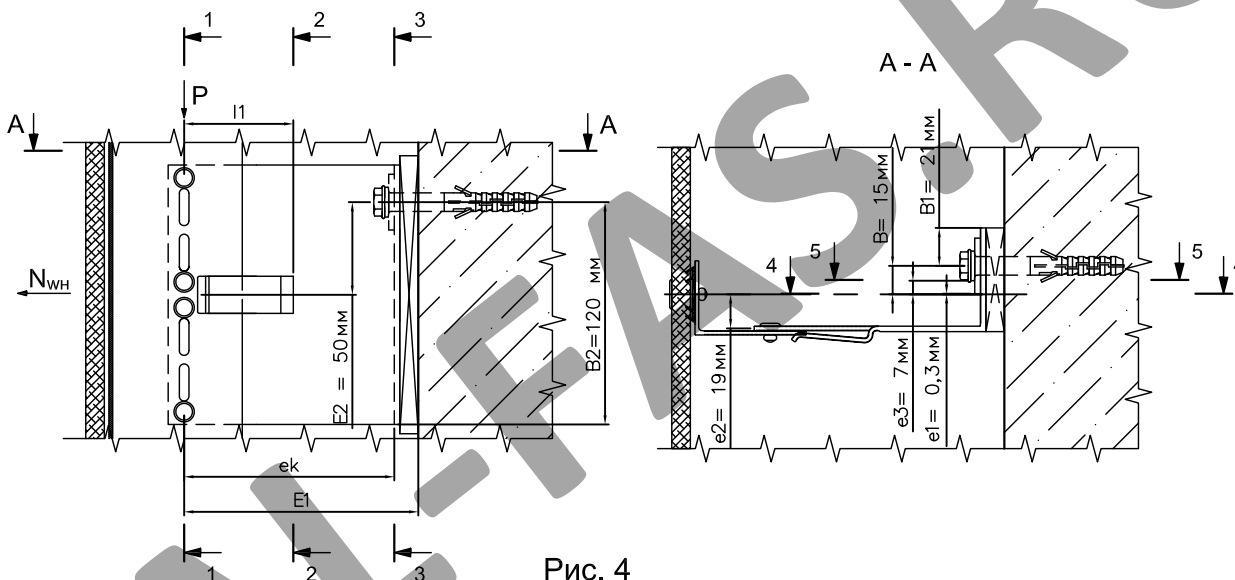


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{чк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 451 \text{ Н}$$

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

Усилие на кронштейн от веса облицовки и профиля:  $P = 83,8 \text{ кг}$

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

$$P/(h1*s) \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{6 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

$$N_{wh}/(h1*s) \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 9 \text{ Н}$$

где,  $e2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм

Ослабленное сечение кронштейна (2-2):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{р.с.в.}^0 = P * l1 = 42,738 \text{ Н*м}$$

где,  $l1$ - плечо вертикальной нагрузки: 51 мм

Момент сопротивления ослабленного сечения кронштейна:



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

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

Неослабленное сечение кронштейна (3-3):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{\text{с.в.}}^P = P * e_k = 124,024 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления неослабленного сечения кронштейна:

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

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы (4-4):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{\text{гор}}^{П4-4} = N_{\text{вн}} * e_1 = 0 \text{ Н*м}$$

, где:  $e_1$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы: 0,3 мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы анкера (5-5):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{\text{гор}}^{П5-5} = N_{\text{вн}} * e_3 = 3 \text{ Н*м}$$

, где:  $e_3$  - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по шайбе анкера: 7 мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{\text{ш}} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

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

$$\sigma_o = N_{\text{вн}} / A^o + M_{\text{гор}}^K / W_y^o + M_{\text{р.с.в.}}^o / W_x^o : \quad \mathbf{63 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A^o$  - площадь ослабленного сечения кронштейна: 3 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{но}} = N_{\text{вн}} / A + M_{\text{гор}}^K / W_y + M_{\text{р.с.в.}} / W_x : \quad \mathbf{57 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $A$  - площадь ослабленного сечения кронштейна: 4 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{п}}^{4-4} = M_{\text{гор}}^{П4-4} / W_{4-4} : \quad \mathbf{0 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{\text{п}}^{5-5} = M_{\text{гор}}^{П5-5} / W_{5-5} : \quad \mathbf{15 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P * E_1 = 134,918 \text{ Н*м};$$

$$M_2 = N_{\text{вн}} * E_2 = 22,55 \text{ Н*м}$$

, где  $E_1$  - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

$E_2$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{\text{вн}} * B = 6,765 \text{ Н*м}$$

, где  $B$  - плечо от горизонтальной нагрузки на анкер: 15 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 > M_2$

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{вн}} * (M_1 - M_2) / B_2 + M_3 / B_1 = 1710 \text{ Н}$$

где  $B_1$  - расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до края кронштейна: 21 мм

$B_2$  - расстояние от оси верхнего анкерного болта по вертикали до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 120 мм

Момент инерции сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $J_k$ :

$$J_k = h_1^3 * s / 12 = 43224 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h_1 / 2) * s) * h_1 / 4 = 1095 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P: 83,8 кг

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P \cdot S_k / (J_k \cdot s)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{8 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где  $\gamma_n$  коэффициент надежности по назначению: 1

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

#### Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70 мм

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

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

A - A

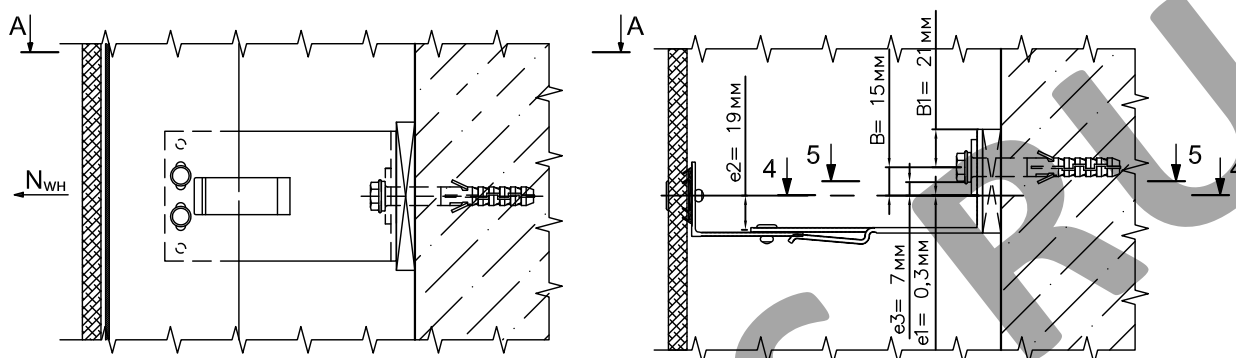


Рис. 5

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wH} = q_w \cdot b_{кр} \cdot K_{HC} = 810 \text{ Н}$$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wH} \cdot e3 = 5,67 \text{ Н*м}$$

, где e3 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайбы анкера: 7мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wH} \cdot e1 = 0,243 \text{ Н*м}$$

, где e1 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани алюминиевой шайбы: 0,3 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wH} \cdot e2 = 15,39 \text{ Н*м}$$

, где e2- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 \cdot 3^2 / 6 = 134 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wH} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{179 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wH} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{150 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{42 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ао} = N_{wh} * (B + B1) / B = 1944 \text{ Н}$$

, где В-расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 15 мм

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

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, Н: 140 мм

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

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

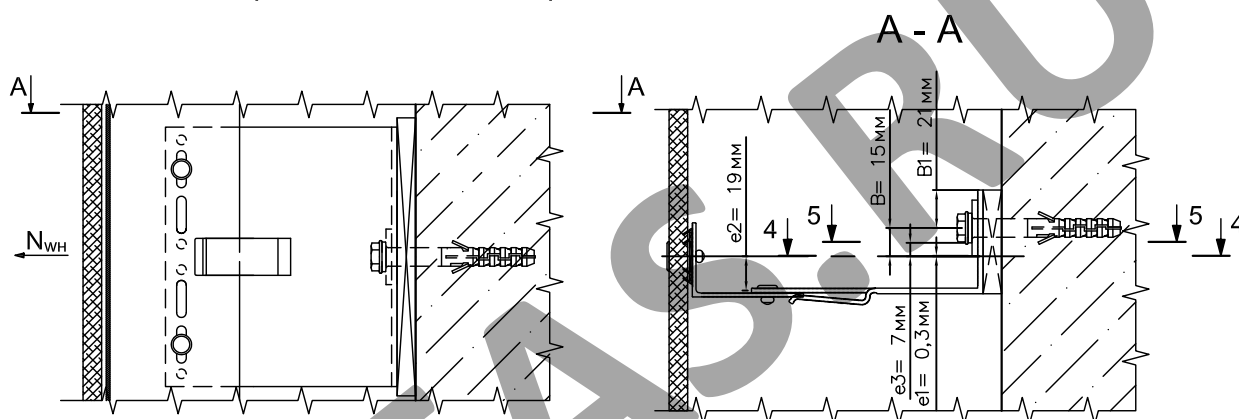


Рис. 6

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{нс} = 810 \text{ Н}$$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 5,67 \text{ Н*м}$$

где,  $e3$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайба анкера: 7 мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 0,243 \text{ Н*м}$$

где,  $e1$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани алюминиевой шайбы: 0,3 мм

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 15,39 \text{ Н}$$

где,  $e2$ - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки в консоли кронштейна: 19 мм

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh}/A^o + M_{гор}^k/W_{4-4}: \quad \mathbf{102 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wh}/A + M_{гор}^k/W_y: \quad \mathbf{77 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{п4-4}/W_{4-4}: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{п5-5}/W_{5-5}: \quad \mathbf{28 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B = 1944 \text{ Н}$$

где B-расстояние по горизонтали от оси анкерного болта до центра тяжести площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 15 мм

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

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

Расчет крепления панелей к направляющим

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей,  $n1$ :  
3шт

Количество неподвижных узлов крепления панели,  $n2$ : 1 шт

Предел прочности заклепки на срез,  $N_{ср}$ : 4500 Н

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на срез заклепки,  $R_{ср}^p = N_{ср} / 1,25 = 3600 \text{ Н}$

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400 \text{ Н}$

Усилие приходящееся на одну заклепку по срезу от веса панели,

$$R_{ср} = q_{к.расч.} * b_{пл} * L_{напр.} / n2 : \quad \mathbf{410 \text{ Н} < 3600 \text{ Н}}$$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,  $R_p = q_w * h_{пл} / n1$ :

$$\mathbf{419 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}}$$

Проверка соединения на смятие профиля,  $R_{см} = R_{ср} / A_{см} \leq R_{гр} * \gamma_c$ :  $\mathbf{37 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}}$

где  $A_{см}$ -площадь смятия,  $A_{см} = d_z * t = 11 \text{ мм}^2$

### **Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается**

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1710 Н в несущем кронштейне и 1944 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-Г-Пл, на Г обр кронштейне,  
с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет крайней направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с горизонтальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

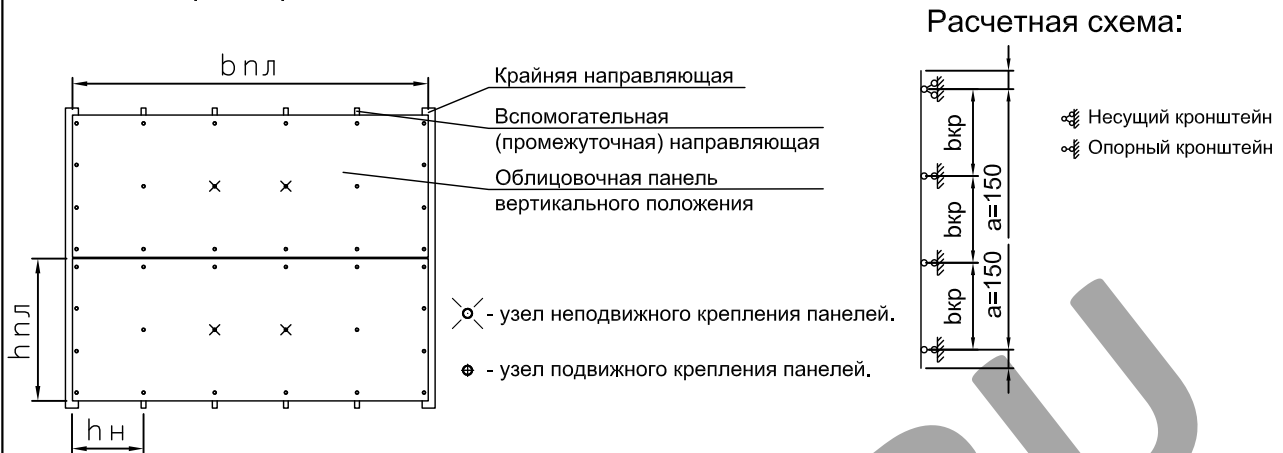


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75 м.

Высота от поверхности земли,  $z$ : 75 м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9 м.

Направляющая: КПС701

Кронштейн, КН(КО)-160: КПС303-1

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600 мм

Ширина панели,  $b_{пл}$ : 3000 мм

Высота панели,  $h_{пл}$ : 1200 мм

Толщина панели,  $t_{пл}$ : 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 2,41 м

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

В виду того что крепление облицовки на крайней направляющей только подвижное следовательно направляющая воспринимает только ветровую нагрузку, а несущий кронштейн к ветровой воспринимает вертикальную нагрузку от веса направляющей.

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,869 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 0,912$  кг/м

### Ветровая нагрузка

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

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + c_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + c_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

где:  $w_0$  - нормативное значение давления ветра:

$$w_0 = 0,38 \text{ кПа}$$

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

$$K_{(ze)} = 1,4125$$

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

$$S_{(ze)} = 0,71$$

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

$$V_{+(-)} = 1$$

$z_e$  - эквивалентная высота:

$$z_e = 75 \text{ м.}$$

### Расчет крайней направляющей при работе плиты по балочной схеме как пятипролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : = 600 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{кр}$ : 703 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $A_{кр}$ : 160 мм

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

Коэффициент неразрезности для опорной реакции,  $k_n$ : 0,395

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{напр} * k_n * 2 = 0,522 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{напр} * k_n * 2 = 0,731 \text{ кН/м}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = q_{п.расч.} * L_{напр} = 2,199 \text{ кг}$$

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{кр}^2 = 0,036 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 3,6 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\sigma = (M_{q_w} / W_{x1}) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{21 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $W_{x1}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 1,7 см<sup>3</sup>;

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\sigma = (M_{q_w} / W_{x2}) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{54 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $W_{x2}$  - момент сопротивления с учетом редукиции: 0,67 см<sup>3</sup>;

$\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1;

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

### **Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

С учетом редукиции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x1} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{4 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где:  $J_{x1}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукиции: 7,33 см<sup>4</sup>

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_{x2} * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{13 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где:  $J_{x2}$  - осевой момент инерции профиля с учетом редукции:  $2,04 \text{ см}^4$ ;  
 $Q_y$  - поперечная сила:  
 $Q_y = 0,6 * q_w * b_{кр} = 0,3 \text{ кг}$   
 $S_x$  - статический момент площади сечения профиля:  $1,9 \text{ см}^3$   
 $t$  - толщина стенки профиля:  $2,2 \text{ мм}$   
 $R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг:  $75 \text{ МПа}$

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

С учетом редукции сжатых элементов профиля проверяем направляющую по двум сечениям:

При действии реактивного ветрового давления на опоре будет сжата полка

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x1}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,0 \text{ см} \leq 0,4 \text{ см}}$$

При действии активного ветрового давления на опоре будет сжата стенка

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{кр}^4) / (E * J_{x2}) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,1 \text{ см} \leq 0,4 \text{ см}}$$

, где:  $E$  - модуль Юнга для алюминия:  $710000 \text{ кг/см}^2$

### Условия деформативности профиля обеспечиваются

Проверка прочности крепления направляющей к несущему кронштейну:

Горизонтальная нагрузка  $N_w$  воспринимается фиксирующими заклепками диаметром  $d_{зак} = 5 \text{ мм}$ , в количестве 4 шт.

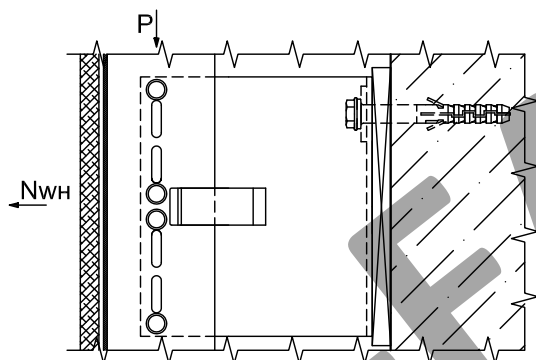


Рис. 2

Максимальное усилие, приходящееся на одну заклепку:

$$N_{зак} = \sqrt{((N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2)} = 110 \text{ Н}$$

где,  $N_w$  - реакция от ветровой нагрузки:

$$N_{wh} = q_w * (b_{кр} / 2 + a) * \gamma_m = 440 \text{ Н}$$

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

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

$$P = q_{п.расч} * L_{напр} = 2,2 \text{ кг}$$

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак,ср} = (\sqrt{(N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2}) * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad \mathbf{110 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}}$$

где,  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$N_{зак} / A = (\sqrt{(N_{wh}/4)^2 + (P/4)^2}) / A * \gamma_n \leq R_{rp} * \gamma_c: \quad \mathbf{10 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}}$$

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

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

$R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, таб. 13 СНиП 2.03.06-85: 195 МПа

## Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $H$ : 140 мм

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

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

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

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

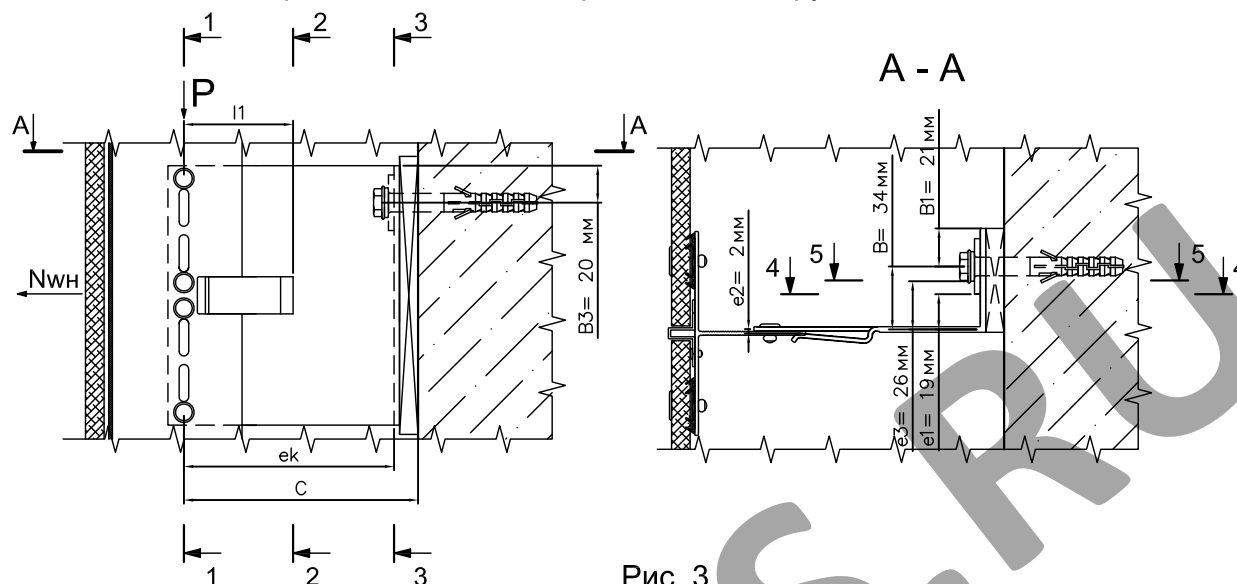


Рис. 3

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{чк} \cdot q_w \cdot b_{кр} + a \cdot q_w = 315 \text{ Н}$$

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

Усилие на кронштейн от веса профиля,  $P$ : 2,2 кг

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

$$P / (h_1 \cdot s) \leq R_s \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{0 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

$$N_{wh} / (h_1 \cdot s) \leq R_y \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} \cdot e_2 = 1 \text{ Н}$$

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

Ослабленное сечение кронштейна (2-2):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{с.в.}^0 = P \cdot l_1 = 1,122 \text{ Н*м}$$

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

Момент сопротивления ослабленного сечения кронштейна:

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

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

Неослабленное сечение кронштейна (3-3):

Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_{с.в.}^P = P \cdot e_k = 3,256 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления неослабленного сечения кронштейна:

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

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы (4-4):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:



$$M_{\text{гор}}^{\text{П4-4}} = N_{\text{вн}} * e1 = 6 \text{ Н*м}$$

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

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна по грани шайбы анкера (5-5):

Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки:

$$M_{\text{гор}}^{\text{П5-5}} = N_{\text{вн}} * e3 = 8 \text{ Н*м}$$

, где e3 - эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по шайбе анкера: 26мм

Момент сопротивления ослабленного сечения пяты кронштейна:

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{\text{ш}} = W_{4-4} + 30*3^2/6 = 206 \text{ мм}^3$$

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

$$\sigma_o = N_{\text{вн}}/A^o + M_{\text{гор}}^{\text{К}}/W_y^o + M_{\text{Р с.в.}}^o/W_x^o : \quad \mathbf{7 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где: A<sup>o</sup> - площадь ослабленного сечения кронштейна: 3 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{но}} = N_{\text{вн}}/A + M_{\text{гор}}^{\text{К}}/W_y + M_{\text{Р с.в.}}/W_x : \quad \mathbf{6 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где: A - площадь неослабленного сечения кронштейна: 4 см<sup>2</sup>

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

$$\sigma_{\text{п}}^{4-4} = M_{\text{гор}}^{\text{П4-4}}/W_{4-4} : \quad \mathbf{37 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{\text{п}}^{5-5} = M_{\text{гор}}^{\text{П5-5}}/W_{5-5} : \quad \mathbf{39 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P * E1 = 3,542 \text{ Н*м};$$

$$M_2 = N_{\text{вн}} * E2 = 15,75 \text{ Н*м}$$

, где E1 - плечо от вертикально приложенной нагрузки на анкер: 161 мм;

E2 - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 50 мм

Момент в горизонтальной плоскости:

$$M_3 = N_{\text{вн}} * B = 10,71 \text{ Н*м}$$

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

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

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{вн}} + (M_2 - M_1) / B_3 + M_3 / B_1 = 1435 \text{ Н}$$

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

B<sub>3</sub> - расстояние от оси верхнего анкерного болта по вертикали до центра тяжести

площадки смятия термоизолирующей прокладки под пятой кронштейна: 20 мм

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

$$J_k = h_1^3 * s / 12 = 43224 \text{ мм}^4$$

$$S_k = ((h_1/2) * s) * h_1 / 4 = 1095 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки, P: 2,2 кг

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_k / (J_k * s)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{0 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где  $\gamma_n$  коэффициент надежности по назначению: 1

**Прочность несущего кронштейна на растяжение с изгибом обеспечивается**

Расчет опорного кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 70мм

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

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

A - A

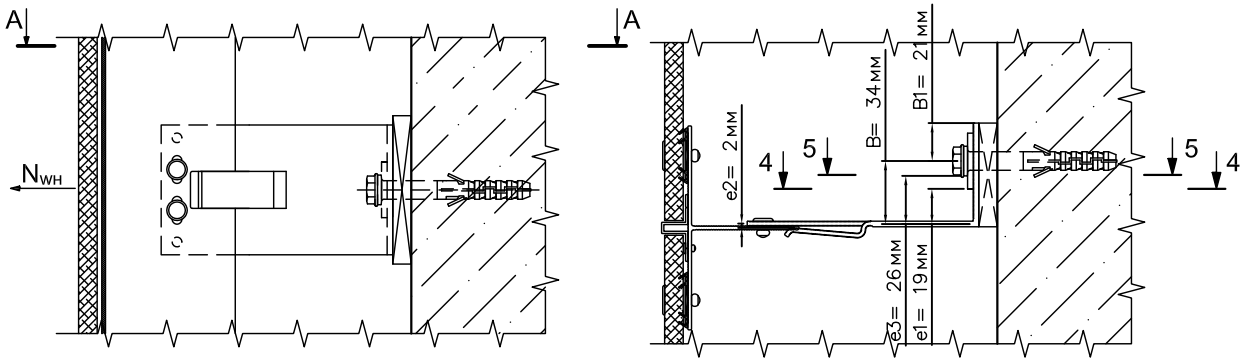


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{hc} = 565 \text{ Н}$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 14,69 \text{ Н*м}$$

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

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 10,735 \text{ Н*м}$$

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

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,13 \text{ Н*м}$$

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

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

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

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 134 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{17 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o^H = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{13 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{121 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{110 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B = 914 \text{ Н}$$

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

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

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

Рассмотрим вариант замены опорного кронштейна на несущий с функцией опорного кронштейна - без жесткого крепления направляющей к кронштейну.

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного

Геометрические характеристики поперечного сечения опорного кронштейна:

Высота кронштейна, H: 140 мм

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

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

A - A

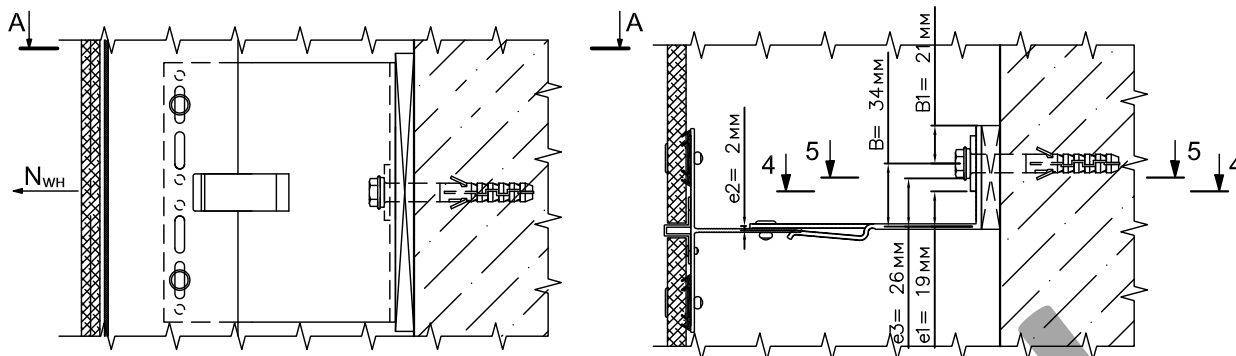


Рис. 5

Усилие на кронштейн от ветра составит:  $N_{wh} = q_w * b_{кр} * K_{nc} = 565 \text{ Н}$

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

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

$$M_{гор}^{П5-5} = N_{wh} * e3 = 14,69 \text{ Н*м}$$

где, e3- эксцентриситет приложения реакции от ветровой нагрузки по грани шайба анкера: 26 мм

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

$$M_{гор}^{П4-4} = N_{wh} * e1 = 10,735 \text{ Н*м}$$

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

Момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости в консоли кронштейна:

$$M_{гор}^K = N_{wh} * e2 = 1,13 \text{ Н}$$

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

Моменты сопротивления сечений кронштейна

Неослабленное сечение консоли:

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (4-4):

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

Ослабленное сечение пяты кронштейна (5-5):

$$W_{5-5} = W_{4-4} + W_{ш} = W_{4-4} + 30 * 3^2 / 6 = 206 \text{ мм}^3$$

Напряжения от изгиба в ослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_o = N_{wh} / A^o + M_{гор}^K / W_{4-4}: \quad \mathbf{12 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Напряжения от изгиба в неослабленном сечении консоли опорного кронштейна:

$$\sigma_{но} = N_{wh} / A + M_{гор}^K / W_y: \quad \mathbf{8 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{4-4} = M_{гор}^{П4-4} / W_{4-4}: \quad \mathbf{67 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

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

$$\sigma_{п}^{5-5} = M_{гор}^{П5-5} / W_{5-5}: \quad \mathbf{71 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

Определение усилий в анкерном элементе:

$$N_{ao} = N_{wh} * (B + B1) / B = 914 \text{ Н}$$

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

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

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

### Расчет крепления панелей к направляющим

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к крайней направляющей,  $n_1$ : 16 шт

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400$  Н

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,  $R_p = q_w * h_{пл} / n_1$ :

$$55 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}$$

## Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей КПС 701 выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей.. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 1435 Н в несущем кронштейне и 914 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.

AL-FAS.RU

## Расчет №5

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Г-Пл, на П обр кронштейне, с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет вспомогательной (промежуточной) направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с вертикальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

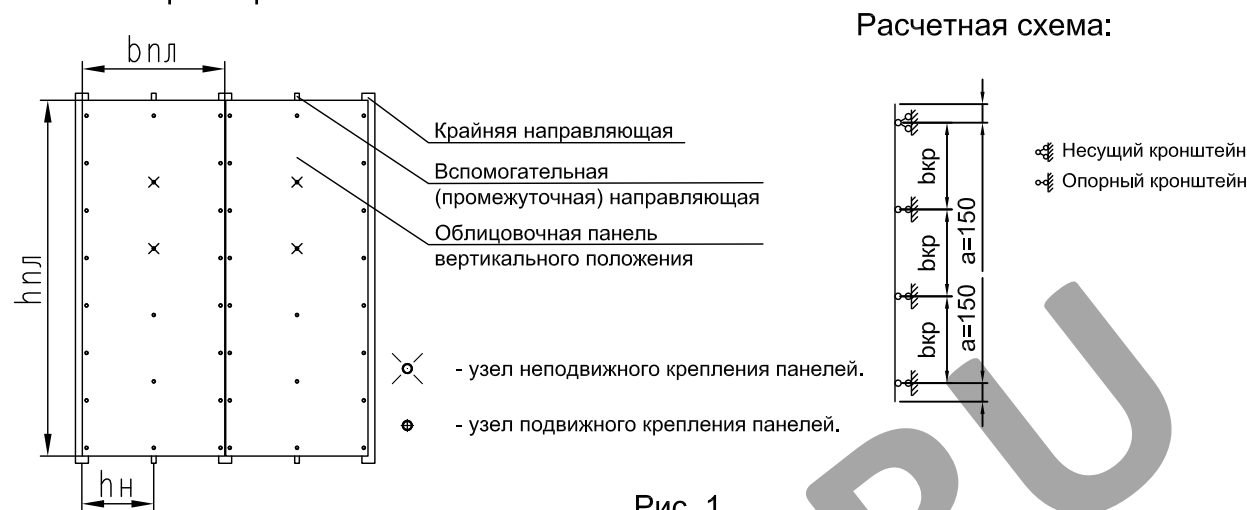


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75 м.

Высота от поверхности земли,  $z$ : 75 м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9 м.

Направляющая: КП45480-1

Кронштейн, КН(КО)-160: КП45432-2

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600 мм

Ширина плитки,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Высота плитки,  $h_{пл}$ : 3000 мм

Толщина плитки,  $t_{пл}$ : 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

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

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,947 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 0,994$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 19 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 22,8$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

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

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + c_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + c_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

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

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

$$k_{(z_e)} = 1,4125$$

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

$$S_{(z_e)} = 0,71$$

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

$$V_{+(-)} = 1$$

$z_e$  - эквивалентная высота:

$$z_e = 75 \text{ м.}$$

### Расчет средней направляющей при работе плиты по балочной схеме как двухпролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 600 мм

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

Консоль,  $a$ : 150 мм

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

Площадь сечения профиля  $A = 3,497 \text{ см}^2$

Момент сопротивления профиля  $W_x = 5,2 \text{ см}^3$

Удельная плотность алюминия  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$

Коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки, как с многопролетной балки, на среднюю направляющую,  $k_n$ : 1,25

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} * k_n = 0,826 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n = 1,157 \text{ кН/м}$$

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

$$q_{\text{обл}}^n = q_{\text{к,норм.}} * b_{\text{пл}} = 22,8 \text{ кг/м}$$

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

$$q_{\text{обл}} = q_{\text{к,расч.}} * b_{\text{пл}} = 27,36 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{\text{с.вес.обл.}} = q_{\text{обл}} * L_{\text{напр}} \quad P_{\text{с.вес.обл.}} = 82,08 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$N = (q_{\text{п,расч.}} + q_{\text{обл}}) * L_{\text{напр}} = 85,063 \text{ кг}$$

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

$$M_{\text{с.вес.обл.}} = P_{\text{с.вес.обл.}} * e_1 = 2,955 \text{ кН см}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 3,6 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,094 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 9,372 \text{ кН см}$$

Сумма моментов:

$$M_{\text{сум}} = M_{\text{с.вес.обл.}} + M_{q_w} = 12,327 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((N/A) + (M_{\text{сум.}}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{26 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

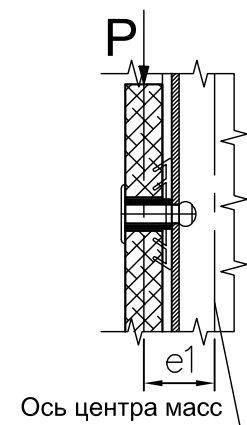


Рис. 2

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{7 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

Лист

6.35

**СИАЛ      Навесная фасадная система**

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

$Q_y$  - поперечная сила: 0,6 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 4,7 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 16,17 см<sup>4</sup>

$t$  - ширина продольного сечения профиля,  $t = 2 \cdot t_{ст}$ : 0,28 см

$t_{ст}$  - толщина стенки профиля: 1,4 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

$$f = (0,00675 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200): \quad 0,0 \text{ см} \leq 0,5 \text{ см}$$

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

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Проверка прочности крепления направляющей к кронштейну:

Вертикальную нагрузку воспринимают две заклепки Ал./Нерж. ст. 5x12 и горизонтальную нагрузку воспринимают четыре заклепки 5x12 Ал./Нерж. ст.

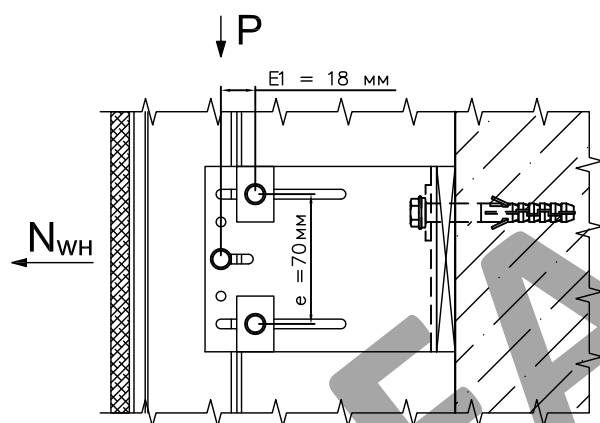


Рис. 3

Нагрузка от веса облицовки и профиля на одну заклепку:

$$P_{зак1} = P/2 = 425 \text{ Н}$$

Нагрузка от ветра на одну заклепку:

$$P_{зак2} = N_{wn}/4 + M_p/(2 \cdot e) = 318 \text{ Н}$$

, где:  $N_{wn} = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 833 \text{ Н}$

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

$M_p$  - момент от собственного веса конструкции:

$$M_p = N \cdot E1 = 15,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$E1$  - расстояние от точки приложения нагрузки до заклепок: 0,018 м

$e$  - расстояние между заклепками: 0,07 м

$$\text{Расчет соединения на срез заклепки: } N_{зак1} \cdot \gamma_n \leq N_{sz} \cdot \gamma_c: \quad 425 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

$$425 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

$$N_{зак2} \cdot \gamma_n \leq N_{sz} \cdot \gamma_c: \quad 318 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

$$318 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$(N_{зак1}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_c: \quad 61 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

$$61 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

$$(N_{зак2}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_c: \quad 45 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

$$45 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

, где  $R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций: 195 МПа

$$A = t_{min} \cdot d_{зак} = 7 \text{ мм}^2$$

$t_{min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 1,4 мм

$d_{зак}$  - диаметр заклепки: 5 мм

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

#### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $h$ : 100 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h_1$ : 90 мм

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

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $t_1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 450 мм<sup>2</sup>

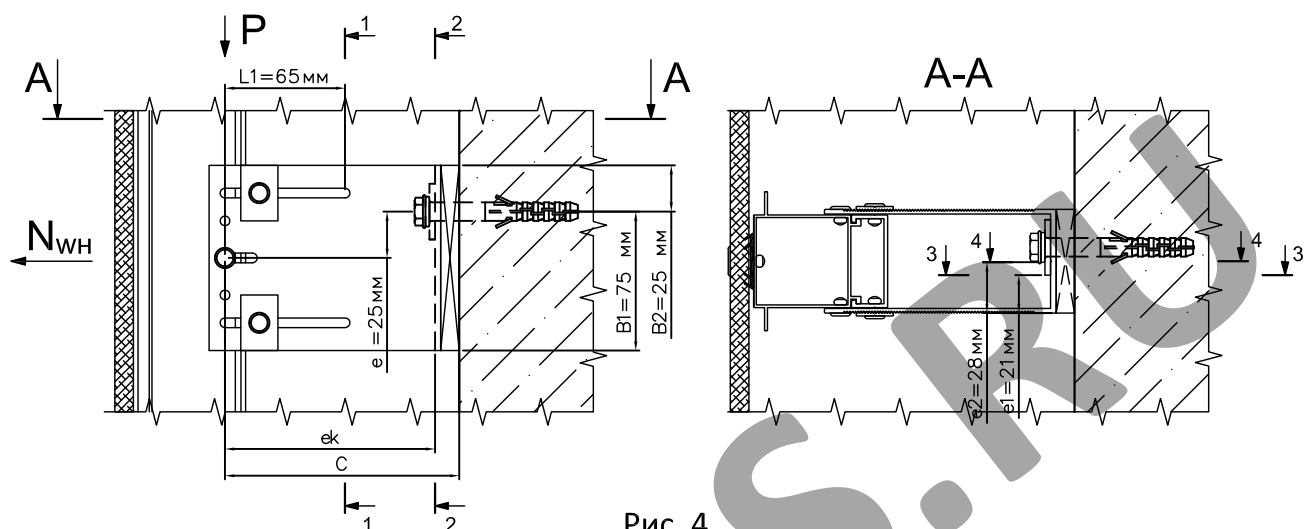


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составит:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 585 \text{ Н}$$

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

Проверка кронштейна по сечению (1-1):

$$\text{Момент сопротивления сечения кронштейна, } W_{x1-1} = 7060 \text{ мм}^3$$

$$\text{Момент инерции сечения кронштейна, } J_{x1-1} = 352800 \text{ мм}^4$$

$$\text{Статический момент инерции сечения кронштейна, } S_{x1-1} = 5063 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 85,063 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y1} = w_{+(-)} * b_{напр} * (b_{кр}/2 + a) + M/b_{кр} = 617 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P * L_1 = 55,291 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $L_1 = 65 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по

формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{1-1} = (P * L_1 / W_{x1-1}) + N_{y1} / A_{1-1} : \quad \mathbf{11 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{1-1}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 1-1:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x1-1} / (J_{x1-1} * 2 * t)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{24 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (2-2):

$$\text{Момент сопротивления сечения кронштейна, } W_{x2-2} = 8470 \text{ мм}^3$$

$$\text{Момент инерции сечения кронштейна, } J_{x2-2} = 423400 \text{ мм}^4$$

$$\text{Статический момент инерции сечения кронштейна, } S_{x2-2} = 7500 \text{ мм}^3$$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 85,063 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y2} = w_{+(-)} * b_{напр} * (b_{кр}/2 + a) + M/b_{кр} = 698 \text{ Н}$$

Лист

6.37

СИАЛ

Навесная фасадная система



, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P \cdot e_k = 128,445 \text{ Н*м}$   
плечо вертикальной нагрузки,  $e_k = 151 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{2-2} = (P \cdot L_1 / W_{x2-2}) + N_{y2} / A_{2-2} : \quad \mathbf{17 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{2-2}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 2-2:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P \cdot S_{x2-2} / (J_{x2-2} \cdot 2 \cdot t_1)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c : \quad \mathbf{25 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (3-3):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{3-3} = (M_{3-3} / W_y^{3-3}) : \quad \mathbf{58 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент кронштейна по сечению 3-3:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

$b$  - высота пяты кронштейна за вычетом отверстий под анкер: 6,7 см

$h$  - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wH} \cdot e_1) / 2 = 5,829 \text{ Н*м}$$

$S_{wH}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,36 м<sup>2</sup>

$e_1$  - размер до грани шайбы: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению (4-4):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{4-4} = (M_{4-4} / W_y^{4-4}) : \quad \mathbf{53 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент кронштейна по сечению 4-4:

$$W_y^{4-4} = W_y^{3-3} + W_{ш} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wH} \cdot e_2) / 2 = 7,772 \text{ Н*м}$$

$S_{wH}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,36 м<sup>2</sup>

$e_2$  - размер до грани шайбы: 2,8 см

### Прочность несущего кронштейна обеспечивается

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 139,503 \text{ Н*м}$$

$$M_2 = N_{wH} \cdot E_2 = 14,625 \text{ Н*м}$$

, где  $C$  - плечо от вертикальной нагрузки на анкер: 164 мм

$E_2$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 > M_2$

$$N_{ан} = N_{wH} + (M_1 - M_2) / B_1 = 2250 \text{ Н}$$

### Расчет опорного кронштейна

Опорные кронштейны воспринимают только продольные усилия от горизонтальной ветровой нагрузки; наиболее нагруженным является кронштейн на средней опоре, на который действует усилие:

$$N_{wO} = K_{HC} \cdot q_w \cdot b_{кр} = 1145 \text{ Н}$$

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

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{3-3} / W_y^{3-3} : \quad \mathbf{131 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

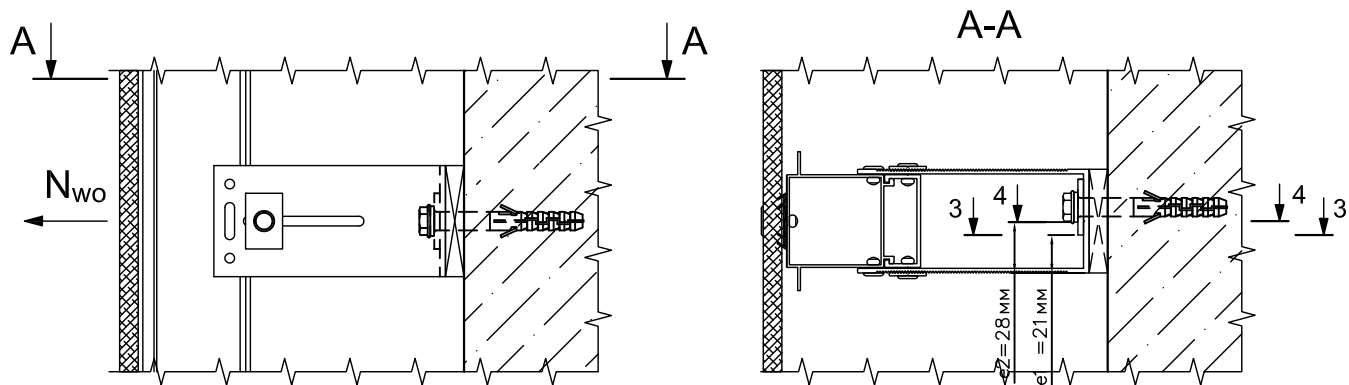


Рис. 5

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,07 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 4,9 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{гор}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{гор}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e1) / 2 = 0,96 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e1 - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{п} = M_{гор}^{П4-4} / W_y^{4-4} :$$

$$108 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{ш} = 0,12 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{гор}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{гор}^{П4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e2) / 2 = 1,282 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e2 - размер до анкерного болта: 2,8 см

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{ан} = N_{wn} = 1145 \text{ Н}$$

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного кронштейна

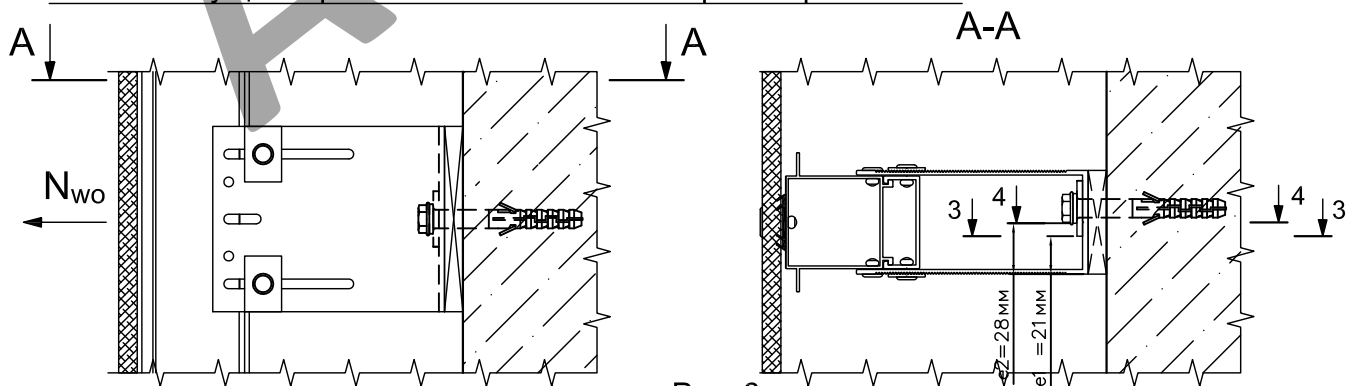


Рис. 6

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{п} = M_{гор}^{П3-3} / W_y^{3-3} :$$

$$96 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

Лист

6.39

СИАЛ Навесная фасадная система

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 6,7 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{\text{гор}}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{\text{гор}}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{wo}} \cdot K_{\text{НК}} \cdot e1) / 2 = 0,962 \text{ кг*м}$$

$S_{\text{wo}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e1 - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{\text{п}} = M_{\text{гор}}^{П4-4} / W_y^{4-4} :$$

$$88 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{\text{ш}} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{\text{ш}}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{\text{гор}}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{\text{гор}}^{П4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{wo}} \cdot K_{\text{НК}} \cdot e2) / 2 = 1,282 \text{ кг*м}$$

$S_{\text{wo}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e2 - размер до анкерного болта: 2,8 см

### Прочность кронштейна обеспечивается

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{wn}} = 1145 \text{ Н}$$

Расчет крепления панели к направляющей

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей, n1:

6 шт

Количество неподвижных узлов крепления панели, n2: 2 шт

Предел прочности заклепки на срез,  $N_{\text{ср}}$ : 4500 Н

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на срез заклепки,  $R_{\text{ср}}^p = N_{\text{ср}} / 1,25 = 3600 \text{ Н}$

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400 \text{ Н}$

Усилие приходящееся на одну заклепку по срезу от веса панели,

$$R_{\text{ср}} = q_{\text{к.расч.}} \cdot b_{\text{пл}} \cdot L_{\text{напр.}} / n2:$$

$$410 \text{ Н} < 3600 \text{ Н}$$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,  $R_p = q_w \cdot h_{\text{пл}} / n1:$

$$579 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}$$

Проверка соединения на смятие профиля,  $R_{\text{см}} = R_{\text{ср}} / A_{\text{см}} \leq R_{\text{гр}} \cdot \gamma_c:$

$$55 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где  $A_{\text{см}}$  - площадь смятия,  $A_{\text{см}} = d_z \cdot t = 8 \text{ мм}^2$

t - толщина стенки направляющей: 1,5 мм

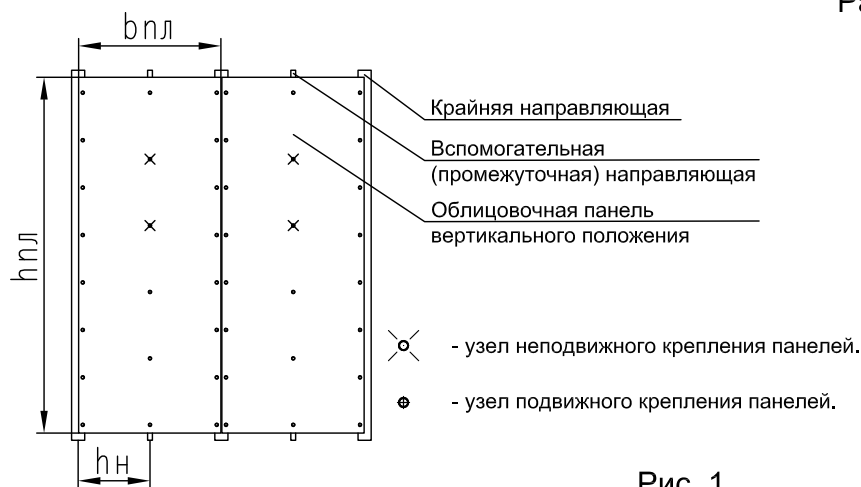
### Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 2250 Н в несущем кронштейне и 1145 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 №6

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Г-Пл, на П обр кронштейне,  
с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет крайней направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с вертикальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.



Расчетная схема:



Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75 м.

Высота от поверхности земли,  $z$ : 75 м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9 м.

Направляющая: КПС 707

Кронштейн, КН(КО)-160: КП45432-2

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600 мм

Ширина панели,  $b_{пл}$ : 1200 мм

Высота панели,  $h_{пл}$ : 3000 мм

Толщина панели,  $t_{пл}$ : 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

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

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 1,394 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 1,464$  кг/м

В виду того что направляющая имеет только подвижные узлы крепления - направляющая воспринимает только ветровую нагрузку, а несущий кронштейн к ветровой воспринимает вертикальную нагрузку от веса направляющей.

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны согласно

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + S_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + S_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

Лист

6.41

СИАЛ Навесная фасадная система

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

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,4125

$\zeta_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ :  
0,71

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

$z_e$  - эквивалентная высота: 75 м.

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

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : 600 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{кр}$ : 900 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $A_{кр}$ : 160 мм

Площадь сечения профиля  $A = 5,15 \text{ см}^2$

Момент сопротивления профиля  $W_x = 7,23 \text{ см}^3$

Удельная плотность алюминия  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$

Коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки, как с многопролетной балки, на крайнюю направляющую,  $k_n$ : 0,375

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n \cdot b_{напр} \cdot k_n \cdot 2 = 0,495 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} \cdot b_{напр} \cdot k_n \cdot 2 = 0,694 \text{ кН/м}$$

Так как жесткое крепление облицовки выполняется на средней направляющей то вес облицовки на крайней направляющей не учитывается, следовательно вертикальная нагрузка на кронштейн равна весу направляющей:

$$P = q_{п.расч.} \cdot L_{напр} = 4,391 \text{ кг}$$

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{qw} = 0,1 \cdot q_w \cdot b_{кр}^2 = 0,056 \text{ кН м}$$

$$M_{qw} = 5,621 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((P/A) + (M_{qw}/W_x)) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{8 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

### **Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

$$\tau_y = ((Q_y \cdot S_x) / (J_x \cdot t)) \cdot \gamma_n \leq R_s \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

$Q_y$  - поперечная сила: 0,4 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 5,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 25,93 см<sup>4</sup>

$t$  - ширина продольного сечения профиля,  $t = 2 \cdot t_{ст}$ : 0,36 см

$t_{ст}$  - толщина стенки профиля: 1,8 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

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

Проверка профиля на прогиб:

$$f = (0,00675 \cdot q_w^n \cdot b_{кр}^4) / (E \cdot J_x) \leq (b_{кр} / 200): \quad \mathbf{0,0 \text{ см} \leq 0,5 \text{ см}}$$

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

## Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Проверка прочности крепления направляющей к кронштейну:

Вертикальную нагрузку воспринимают две заклепки Ал/Нерж. ст. 5x12 и горизонтальную нагрузку воспринимают четыре заклепки 5x12 Ал./Нерж. ст.

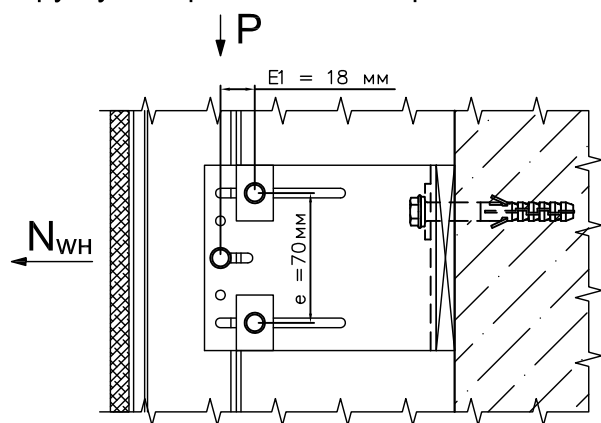


Рис. 2

Нагрузка от веса профиля на одну заклепку:

$$P_{\text{зак1}} = P/2 = 22 \text{ Н}$$

Нагрузка от ветра на одну заклепку:

$$P_{\text{зак2}} = N_{\text{wh}}/4 + M_p/(2 \cdot e) = 131 \text{ Н}$$

$$\text{, где } N_{\text{wh}} = q_w \cdot (b_{\text{кр}}/2 + a) \cdot \gamma_m = 500 \text{ Н}$$

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

$M_p$  - момент от веса профиля:

$$M_p = P \cdot E1 = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$E1$  - расстояние от точки приложения нагрузки до заклепок: 0,018 м

$e$  - расстояние между заклепками: 0,07 м

Расчет соединения на срез заклепки:

$$P_{\text{зак1}} \cdot \gamma_n \leq N_{\text{sz}} \cdot \gamma_c: \quad 22 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

$$P_{\text{зак2}} \cdot \gamma_n \leq N_{\text{sz}} \cdot \gamma_c: \quad 131 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_{\text{sz}}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$(P_{\text{зак1}}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{\text{rp}} \cdot \gamma_c: \quad 2 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

$$(P_{\text{зак2}}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{\text{rp}} \cdot \gamma_c: \quad 15 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где,  $R_{\text{rp}}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций: 195 МПа

$$A = t_{\text{min}} \cdot d_{\text{зак}} = 9 \text{ мм}^2$$

$t_{\text{min}}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 1,8 мм

$d_{\text{зак}}$  - диаметр заклепки: 5 мм

## Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $h$ : 100 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h1$ : 90 мм

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

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $t1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 450 мм<sup>2</sup>

Усилие на кронштейн от ветра составляет:

$$N_{\text{wh}} = K_{\text{нк}} \cdot q_w \cdot b_{\text{кр}} + a \cdot q_w = 351 \text{ Н}$$

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

Лист

6.43

СИАЛ

Навесная фасадная система

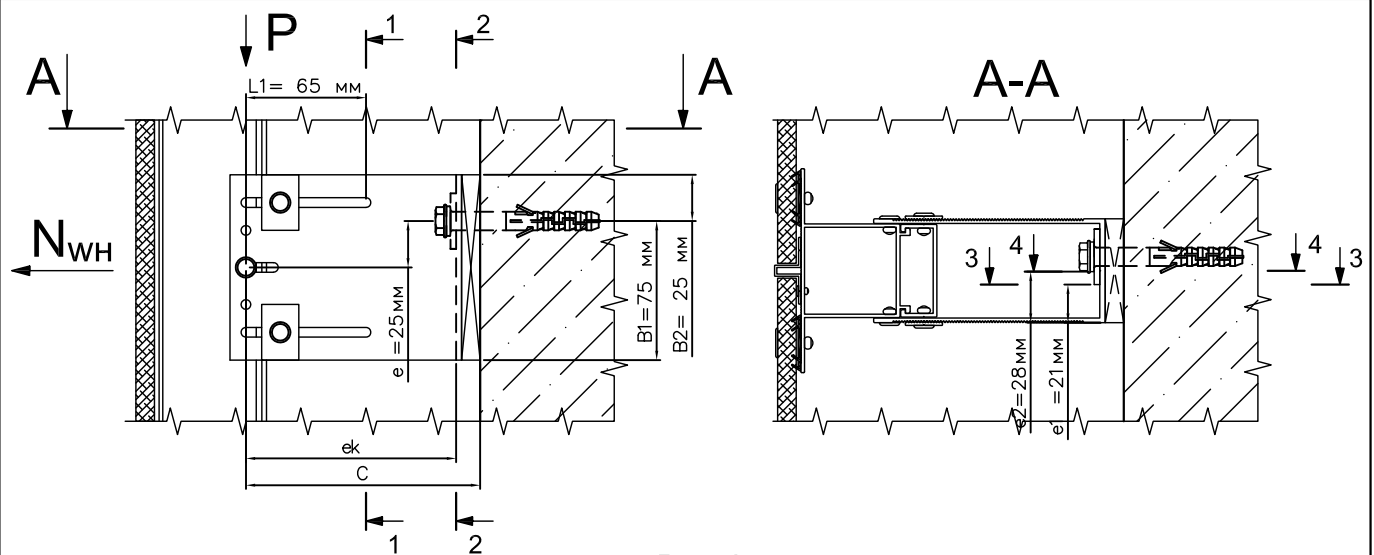


Рис. 3

Проверка кронштейна по сечению (1-1):

Момент сопротивления сечения кронштейна,  $W_{x1-1} = 7060 \text{ мм}^3$

Момент инерции сечения кронштейна,  $J_{x1-1} = 352800 \text{ мм}^4$

Статический момент инерции сечения кронштейна,  $S_{x1-1} = 5063 \text{ мм}^3$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 4,391 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y1} = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * (b_{\text{кр}}/2 + a) + M/b_{\text{кр}} = 558 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P * L1 = 2,854 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $L1 = 65 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{1-1} = (P * L1 / W_{x1-1}) + N_{y1} / A_{1-1} : \quad \mathbf{3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{1-1}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 1-1:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x1-1} / (J_{x1-1} * 2 * t)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (2-2):

Момент сопротивления сечения кронштейна,  $W_{x2-2} = 8470 \text{ мм}^3$

Момент инерции сечения кронштейна,  $J_{x2-2} = 423400 \text{ мм}^4$

Статический момент инерции сечения кронштейна,  $S_{x2-2} = 7500 \text{ мм}^3$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 4,391 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y2} = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * (b_{\text{кр}}/2 + a) + M/b_{\text{кр}} = 562 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P * e_k = 6,63 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $e_k = 151 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{2-2} = (P * L1 / W_{x2-2}) + N_{y2} / A_{2-2} : \quad \mathbf{3 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{2-2}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 2-2:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x2-2} / (J_{x2-2} * 2 * t_1)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (3-3):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{3-3} = (M_{3-3} / W_y^{3-3}) : \quad \mathbf{58 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент кронштейна по сечению 3-3:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстий под анкер: 6,7 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{вн}} \cdot e_1) / 2 = 5,829 \text{ Н*м}$$

$S_{\text{вн}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,36 м<sup>2</sup>

$e_1$  - размер до грани шайбы: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению (4-4):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{4-4} = (M_{4-4} / W_y^{4-4}):$$

$$53 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент кронштейна по сечению 4-4:

$$W_y^{4-4} = W_y^{3-3} + W_{\text{ш}} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{\text{ш}}$  = момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{вн}} \cdot e_2) / 2 = 7,772 \text{ Н*м}$$

$S_{\text{вн}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,36 м<sup>2</sup>

$e_2$  - размер до грани шайбы: 2,8 см

**Прочность несущего кронштейна обеспечивается**

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 7,201 \text{ Н*м}$$

$$M_2 = N_{\text{вн}} \cdot e = 8,775 \text{ Н*м}$$

, где C - плечо от вертикальной нагрузки на анкер: 164 мм

e - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 < M_2$

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{вн}} + (M_2 - M_1) / B_2 = 414 \text{ Н}$$

Расчет опорного кронштейна

Опорные кронштейны воспринимают только продольные усилия от горизонтальной ветровой нагрузки; наиболее нагруженным является кронштейн на средней опоре, на который действует усилие:

$$N_{\text{WO}} = K_{\text{НС}} \cdot q_w \cdot b_{\text{кр}} = 687 \text{ Н}$$

где,  $K_{\text{НС}}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

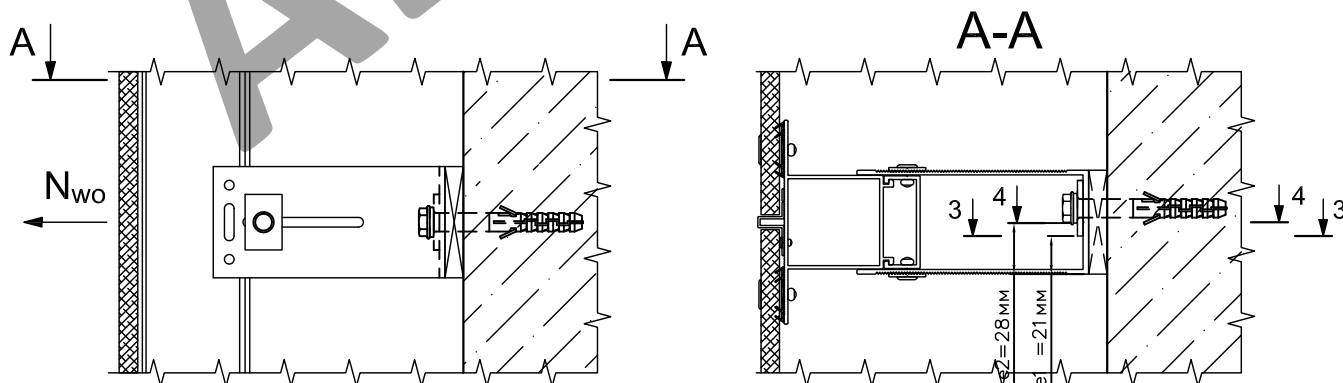


Рис. 4

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{\text{п}} = M_{\text{гор}}^{3-3} / W_y^{3-3} :$$

$$131 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

Лист

6.45

**СИАЛ** Навесная фасадная система



$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,07 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 4,9 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{гор}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{гор}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e1) / 2 = 0,96 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e1 - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{П4-4} / W_y^{4-4} : \quad \mathbf{108 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{ш} = 0,12 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{гор}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{гор}^{П4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e2) / 2 = 1,282 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e2 - размер до анкерного болта: 2,8 см

### ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОГО КРОНШТЕЙНА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{ан} = N_{wn} = 687 \text{ Н}$$

Расчет несущего кронштейна в качестве опорного кронштейна

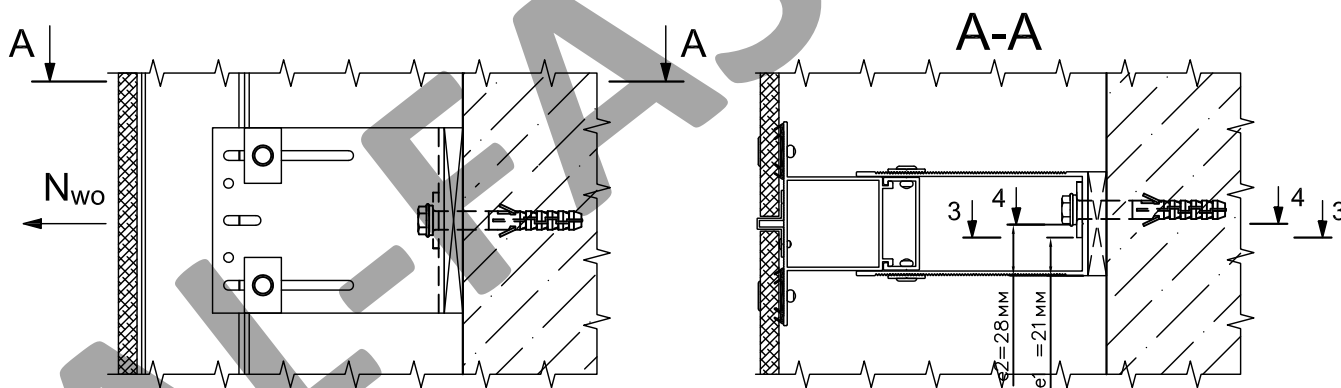


Рис. 5

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{П3-3} / W_y^{3-3} : \quad \mathbf{96 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 6,7 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{гор}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{гор}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e1) / 2 = 0,962 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

e1 - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{П4-4} / W_y^{4-4} : \quad \mathbf{88 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{ш} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{гор}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{гор}^{П4-4} = (w_{+(-)} * S_{wo} * K_{НК} * e2) / 2 = 1,282 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,54 м<sup>2</sup>

$e2$  - размер до анкерного болта: 2,8 см

### Прочность кронштейна обеспечивается

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{ан} = N_{wn} = 687 \text{ Н}$$

### Расчет крепления панели к направляющей

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей,  $n1$ :

6 шт

Количество неподвижных узлов крепления панели,  $n2$ : 2 шт

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400 \text{ Н}$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,

$$R_p = q_w * h_{пл} / n1: \quad \mathbf{347 \text{ Н} < 4400 \text{ Н}}$$

### Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных, в виду недостаточной прочности опорного кронштейна необходимо использовать несущий кронштейн без жесткого крепления к направляющей. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 414 Н в несущем кронштейне и 687 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 №7

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Г-Пл, на П обр кронштейне,  
с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет вспомогательной (промежуточной) направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с горизонтальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

Расчетная схема:

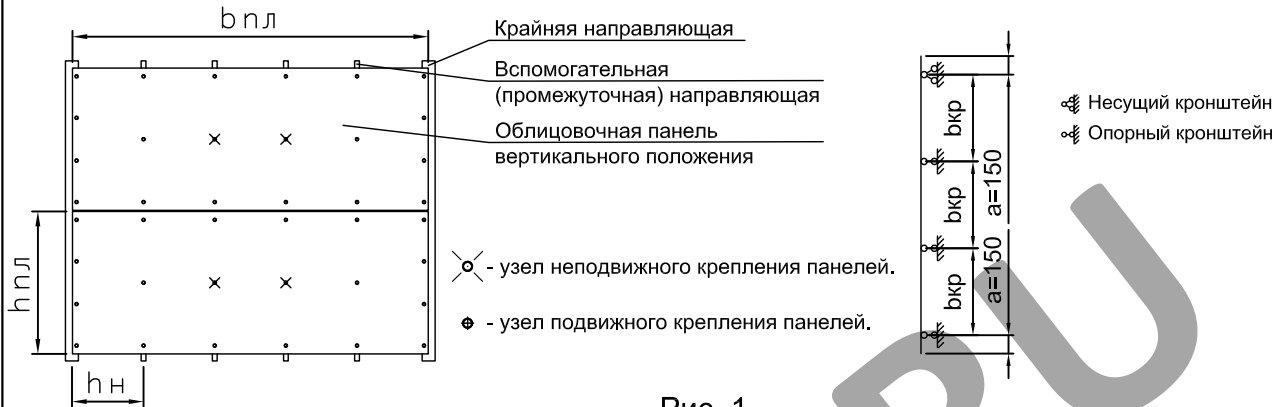


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания,  $h$ : 75 м.

Высота от поверхности земли,  $z$ : 75 м.

Поперечный размер здания,  $d$ : 9 м.

Направляющая: КП45480-1

Кронштейн, КН(КО)-160: КП45432-2

Шаг направляющих,  $h_n$ : 600 мм

Ширина панели,  $b_{пл}$ : 3000 мм

Высота панели,  $h_{пл}$ : 1200 мм

Толщина панели,  $t_{пл}$ : 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

Длина направляющей,  $L_{напр.}$ : 2,41 м

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

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

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

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

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля,  $q_{п. норм.}$ : 0,947 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля,  $q_{п. расч.} = q_{п. норм.} \cdot \gamma_{fn} = 0,994$  кг/м

Нормативная нагрузка от плитки,  $q_{к. норм.}$ : 19 кг/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка от плитки,  $q_{к. расч.} = q_{к. норм.} \cdot \gamma_{fo} = 22,8$  кг/м<sup>2</sup>

### Ветровая нагрузка

Нормативную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны согласно

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия по формуле:

$$w_{+(-)}^n = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 \cdot k_{(ze)} \cdot [1 + \zeta_{(ze)}] \cdot c_{+(-)}^p \cdot v_{+(-)} \cdot \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

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

$k_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,4125

$\zeta_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,71

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

$z_e$  - эквивалентная высота: 75 м.

### Расчет средней направляющей при работе плиты по балочной схеме как пятипролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{напр}$ : 600 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{кр}$ : 703 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

Плечо кронштейна,  $Акр$ : 160 мм

Площадь сечения профиля  $A = 3,497 \text{ см}^2$

Момент сопротивления профиля  $W_x = 5,2 \text{ см}^3$

Удельная плотность алюминия  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$

Коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки, как с многопролетной балки, на промежуточную направляющую,  $k_n$ : 1,132

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{напр} * k_n = 0,748 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{напр} * k_n * \gamma_{fc} = 1,047 \text{ кН/м}$$

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

$$q_{обл}^n = q_{к.норм.} * b_{пл}/2 = 28,5 \text{ кг/м}$$

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

$$q_{обл} = q_{к.расч.} * b_{пл}/2 = 34,2 \text{ кг/м}$$

Общий вес облицовки, действующий на направляющую:

$$P_{с.вес.обл.} = q_{обл} * L_{напр} = 82,422 \text{ кг}$$

Вертикальная сила, на верхней опоре:

$$P = (q_{п.расч.} + q_{обл}) * L_{напр} = 84,818 \text{ кг}$$

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

$$M_{с.вес.обл.} = P_{с.вес.обл.} * e_1 = 2,967 \text{ кН см}$$

, где  $e_1$  - эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки: 3,6 см

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w^n * b_{кр}^2 = 0,052 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 5,174 \text{ кН см}$$

Сумма моментов:

$$M_{сум} = M_{с.вес.обл.} + M_{q_w} = 8,141 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((N/A) + (M_{сум.}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c \quad \mathbf{18 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где:  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

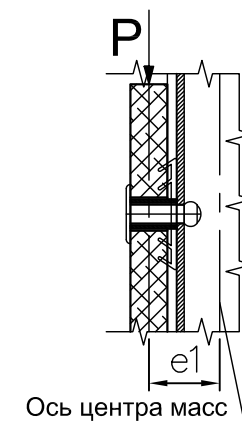


Рис. 2

### Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c \quad \mathbf{5 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

, где:  $Q_y = 0,6 * q_w * b_{кр}$

$Q_y$  - поперечная сила: 0,4 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 4,7 см<sup>3</sup>

Лист

6.49

СИАЛ Навесная фасадная система

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 16,17 см<sup>4</sup>  
 $t$  - ширина продольного сечения профиля,  $t=2*t_{ст} = 0,28$  м  
 $t_{ст}$  - толщина стенки профиля: 1,4 мм  
 $R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75М Па

### Прочность профиля на сдвиг (срез) обеспечивается

Проверка профиля на прогиб:

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

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

### Прочность профиля на прогиб обеспечивается

Проверка прочности крепления направляющей к кронштейну:

Вертикальную нагрузку воспринимают две заклепки Ал/Нерж. ст. 5x12 и горизонтальную нагрузку воспринимают четыре заклепки 5x12 Ал./Нерж. ст.

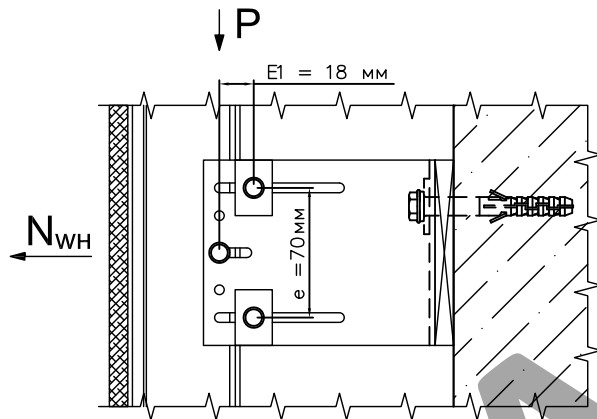


Рис. 3

Нагрузка от веса облицовки и профиля на одну заклепку:

$$P_{зак1} = P/2 = 424 \text{ Н}$$

Нагрузка от ветра на одну заклепку:

$$P_{зак2} = N_{wn}/4 + M_p / (2 * e) = 267 \text{ Н}$$

$$N_{wn} = q_w * (b_{кр} / 2 + a) * \gamma_m = 630 \text{ Н}$$

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

$M_p$  - момент от собственного веса конструкции:

$$M_p = N * E1 = 15,3 \text{ Н*м}$$

$E1$  - расстояние от точки приложения нагрузки до заклепок: 0,018 м

$e$  - расстояние между заклепками: 0,07 м

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак1} * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad 424 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

$$N_{зак2} * \gamma_n \leq N_{sz} * \gamma_c: \quad 267 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}$$

где,  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$(N_{зак1} / A) * \gamma_n \leq R_{rp} * \gamma_c: \quad 61 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

$$(N_{зак2} / A) * \gamma_n \leq R_{rp} * \gamma_c: \quad 38 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$

где,  $R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций: 195 МПа

$$A = t_{min} * d_{зак} = 7 \text{ мм}^2$$

$t_{min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 1,4 мм

$d_{зак}$  - диаметр заклепки: 5 мм

## Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $h$ : 100 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h_1$ : 90 мм

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

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $t_1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 450 мм<sup>2</sup>

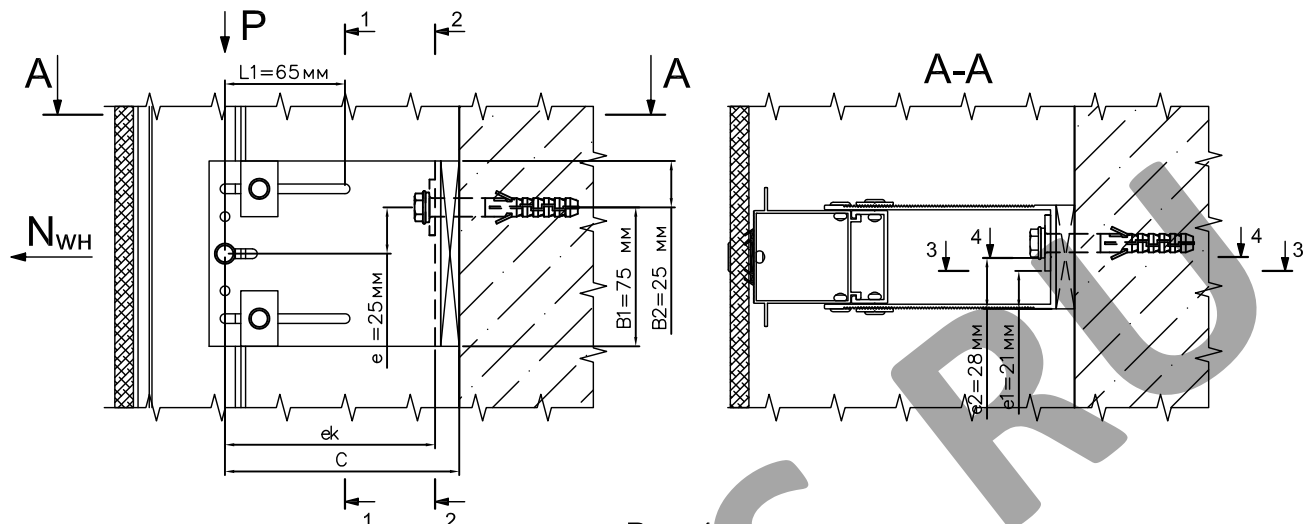


Рис. 4

Усилие на кронштейн от ветра составляет:

$$N_{wh} = K_{нк} * q_w * b_{кр} + a * q_w = 448 \text{ Н}$$

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

Проверка кронштейна по сечению (1-1):

$$\text{Момент сопротивления сечения кронштейна, } W_{x1-1} = 7060 \text{ мм}^3$$

$$\text{Момент инерции сечения кронштейна, } J_{x1-1} = 352800 \text{ мм}^4$$

$$\text{Статический момент инерции сечения кронштейна, } S_{x1-1} = 5063 \text{ мм}^3$$

$$\text{Усилие от вертикальной нагрузки, } P = 84,818 \text{ кг}$$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y1} = w_{+(-)} * b_{напр} * (b_{кр}/2 + a) + M/b_{кр} = 542 \text{ Н}$$

$$\text{, где } M \text{ - момент от вертикальной нагрузки: } M = P * L1 = 55,132 \text{ Н*м}$$

$$\text{плечо вертикальной нагрузки, } L1 = 65 \text{ мм}$$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{1-1} = (P * L1 / W_{x1-1}) + N_{y1} / A_{1-1} : \quad \mathbf{10 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{1-1}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 1-1:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x1-1} / (J_{x1-1} * 2 * t)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{24 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (2-2):

$$\text{Момент сопротивления сечения кронштейна, } W_{x2-2} = 8470 \text{ мм}^3$$

$$\text{Момент инерции сечения кронштейна, } J_{x2-2} = 423400 \text{ мм}^4$$

$$\text{Статический момент инерции сечения кронштейна, } S_{x2-2} = 7500 \text{ мм}^3$$

$$\text{Усилие от вертикальной нагрузки, } P = 84,818 \text{ кг}$$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y2} = w_{+(-)} * b_{напр} * (b_{кр}/2 + a) + M/b_{кр} = 646 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P \cdot e_k = 128,075 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $e_k = 151 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{2-2} = (P \cdot L_1 / W_{x2-2}) + N_{y2} / A_{2-2} : \quad \mathbf{17 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{2-2}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 2-2:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P \cdot S_{x2-2} / (J_{x2-2} \cdot 2 \cdot t_1)) \cdot \gamma_n \leq R_c \cdot \gamma_c : \quad \mathbf{25 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (3-3):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{3-3} = (M_{3-3} / W_y^{3-3}) : \quad \mathbf{48 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент кронштейна по сечению 3-3:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

$b$  - высота пяты кронштейна за вычетом отверстий под анкер: 6,7 см

$h$  - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wh} \cdot e_1) / 2 = 4,873 \text{ Н*м}$$

$S_{wh}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,301 м<sup>2</sup>

$e_1$  - размер до грани шайбы: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению (4-4):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{4-4} = (M_{4-4} / W_y^{4-4}) : \quad \mathbf{45 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент кронштейна по сечению 4-4:

$$W_y^{4-4} = W_y^{3-3} + W_{ш} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wh} \cdot e_2) / 2 = 6,498 \text{ Н*м}$$

$S_{wh}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,301 м<sup>2</sup>

$e_2$  - размер до грани шайбы: 2,8 см

### Прочность несущего кронштейна обеспечивается

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 139,102 \text{ Н*м}$$

$$M_2 = N_{wh} \cdot e = 11,2 \text{ Н*м}$$

, где  $C$  - плечо от вертикальной нагрузки на анкер: 164 мм

$e$  - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 > M_2$

$$N_{ан} = N_{wh} + (M_1 - M_2) / B_1 = 2153 \text{ Н}$$

### Расчет опорного кронштейна

Опорные кронштейны воспринимают только продольные усилия от горизонтальной ветровой нагрузки; наиболее нагруженным является кронштейн на средней опоре, на который действует усилие:

$$N_{wo} = K_{nc} \cdot q_w \cdot b_{кр} = 810 \text{ Н}$$

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

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{3-3} / W_y^{3-3} : \quad \mathbf{102 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

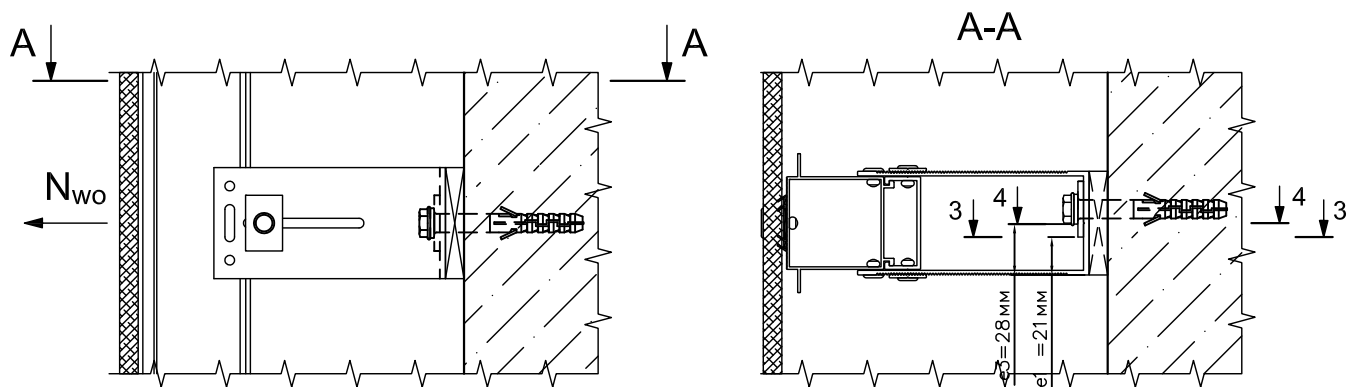


Рис. 5

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,07 \text{ см}^3$$

$b$  - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 4,9 см

$h$  - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{гор}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{гор}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e1) / 2 = 0,75 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,42 м<sup>2</sup>

$e1$  - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{п} = M_{гор}^{П4-4} / W_y^{4-4} :$$

$$85 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{ш} = 0,12 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{гор}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{гор}^{П4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e2) / 2 = 1,002 \text{ кг*м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,42 м<sup>2</sup>

$e2$  - размер до анкерного болта: 2,8 см

### Прочность опорного кронштейна обеспечивается

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{ан} = N_{wn} = 810 \text{ Н}$$

Расчет крепления панели к направляющей

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей,  $n1$ :

3 шт

Количество неподвижных узлов крепления панели,  $n2$ : 1 шт

Предел прочности заклепки на срез,  $N_{ср}$ : 4500 Н

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на срез заклепки,  $R_{ср}^p = N_{ср} / 1,25 = 3600 \text{ Н}$

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400 \text{ Н}$

Усилие приходящееся на одну заклепку по срезу от веса панели,

$$R_{ср} = q_{к,расч} \cdot b_{пл} \cdot L_{напр} / n2: \quad 410 \text{ Н} \leq 3600 \text{ Н}$$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,  $R_p = q_w \cdot h_{пл} / n1$ :

$$419 \text{ Н} \leq 4400 \text{ Н}$$

Проверка соединения на смятие профиля,  $R_{см} = R_{ср} / A_{см} \leq R_{тр} \cdot \gamma_c$ :

$$55 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}$$



где  $A_{см}$ -площадь смятия,  $A_{см}=d_z*t = 8 \text{ мм}^2$   
t- толщина стенки направляющей: 1,5 мм

**Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается**

Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 2153 Н в несущем кронштейне и 810 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.

AL-FAS.RU

## Расчет №8

Типовой расчет конструкции системы СИАЛ П-Г-Пл, на П обр кронштейне,  
с облицовкой плоским листом типа фиброцементная плита  
Расчет крайней направляющей и кронштейнов

Рассмотрим на примере рядовой участок здания с горизонтальным расположением панелей с размером 1200x3000 мм.

Расчетная схема:

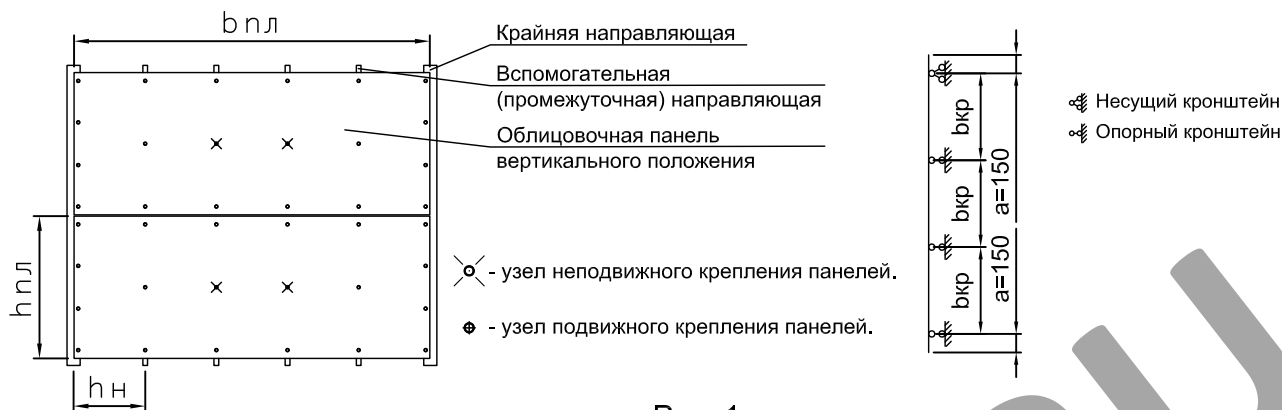


Рис. 1

### Исходные данные для расчета:

Ветровой район: 3

Тип местности: В

Высота здания, h: 75 м.

Высота от поверхности земли, z: 75 м.

Поперечный размер здания, d: 9 м.

Направляющая: КПС707

Кронштейн, КН(КО)-160: КП45432-2

Шаг направляющих, hn: 600 мм

Ширина панели, bпл: 3000 мм

Высота панели, hпл: 1200 мм

Толщина панели, tпл: 11 мм

Вес панели: 19 кг/м<sup>2</sup>

Длина направляющей, L<sub>напр.</sub>: 2,41 м

Пиковое значение аэродинамического коэффициента, c<sub>p</sub>: -1,2

Коэффициент надежности по нагрузке для направляющей, γ<sub>fn</sub>: 1,05

Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки, γ<sub>fo</sub>: 1,2

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке, γ<sub>f</sub>: 1,4

### Постоянная нагрузка:

Нормативная нагрузка от профиля, q<sub>п. норм.</sub>: 1,394 кг/м

Расчетная нагрузка от профиля, q<sub>п. расч.</sub> = q<sub>п. норм.</sub> \* γ<sub>fn</sub> = 1,464 кг/м

В виду того что направляющая имеет только подвижные узлы крепления - направляющая воспринимает только ветровую нагрузку, а несущий кронштейн к ветровой воспринимает вертикальную нагрузку от веса направляющей.

### Ветровая нагрузка

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

$$w_{+(-)}^n = w_0 * k_{(ze)} * [1 + c_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} = 1,101 \text{ кПа}$$

Расчетную пиковую ветровую нагрузку рассчитываем для рядовой зоны по формуле:

$$w_{+(-)}^p = w_0 * k_{(ze)} * [1 + c_{(ze)}] * c_{+(-)}^p * v_{+(-)} * \gamma_f = 1,542 \text{ кПа}$$

, где w<sub>0</sub> - нормативное значение давления ветра: 0,38 кПа

Лист

6.55

СИАЛ Навесная фасадная система

$K_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение давления ветра на высоте  $z_e$ : 1,4125  
 $S_{(z_e)}$  - коэффициент учитывающий изменение пульсаций давления ветра на высоте  $z_e$ : 0,71  
 $V_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки: 1  
 $z_e$  - эквивалентная высота: 75 м.

Расчет крайней направляющей при работе плиты по балочной схеме как пятипролетной неразрезной балки

Шаг направляющих,  $b_{\text{напр}}$ : 600 мм

Шаг кронштейнов,  $b_{\text{кр}}$ : 703 мм

Консоль,  $a$ : 150 мм

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

Площадь сечения профиля  $A = 5,15 \text{ см}^2$

Момент сопротивления профиля  $W_x = 7,23 \text{ см}^3$

Удельная плотность алюминия  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$

Коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки, как с многопролетной балки, на крайнюю направляющую,  $k_n$ : 0,395

Нормативная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w^n = w_{+(-)}^n * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 0,522 \text{ кН/м}$$

Расчетная ветровая нагрузка на направляющую:

$$q_w = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * k_n * 2 = 0,731 \text{ кН/м}$$

Так как жесткое крепление облицовки выполняется на средней направляющей то вес облицовки на крайней направляющей не учитывается, следовательно вертикальная нагрузка на кронштейн равна весу направляющей:

$$P = q_{\text{п.расч.}} * L_{\text{напр}} = 3,528 \text{ кг}$$

Момент от ветровой нагрузки:

$$M_{q_w} = 0,1 * q_w * b_{\text{кр}}^2 = 0,036 \text{ кН м}$$

$$M_{q_w} = 3,613 \text{ кН см}$$

Проверка прочности профиля на растяжение с изгибом:

$$\sigma = ((P/A) + (M_{q_w}/W_x)) * \gamma_n \leq R_y * \gamma_c: \quad \mathbf{5 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $\gamma_n$  - единый коэффициент надежности по ответственности: 1

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы: 1

$R_y$  - расчетное сопротивление на растяжение: 120 МПа

**Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается**

Проверка прочности профиля на сдвиг (срез):

$$\tau_y = ((Q_y * S_x) / (J_x * t)) * \gamma_n \leq R_s * \gamma_c: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

$Q_y$  - поперечная сила: 0,3 кг

$S_x$  - статический момент площади сечения профиля: 5,9 см<sup>3</sup>

$J_x$  - осевой момент инерции профиля: 25,93 см<sup>4</sup>

$t$  - ширина продольного сечения профиля,  $t = 2 * t_{\text{ст}}$ : 0,36 см

$t_{\text{ст}}$  - толщина стенки профиля: 1,8 мм

$R_s$  - расчетное сопротивление на сдвиг: 75 МПа

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

Проверка профиля на прогиб:

$$f = (0,00675 * q_w^n * b_{\text{кр}}^4) / (E * J_x) \leq (b_{\text{кр}} / 200): \quad \mathbf{0,0 \text{ см} \leq 0,4 \text{ см}}$$

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

**Прочность профиля на прогиб обеспечивается**

Проверка прочности крепления направляющей к кронштейну:  
 Вертикальную нагрузку воспринимают две заклепки Ал/Нерж. ст. 5x12 и горизонтальную нагрузку воспринимают четыре заклепки 5x12 Ал./Нерж. ст.

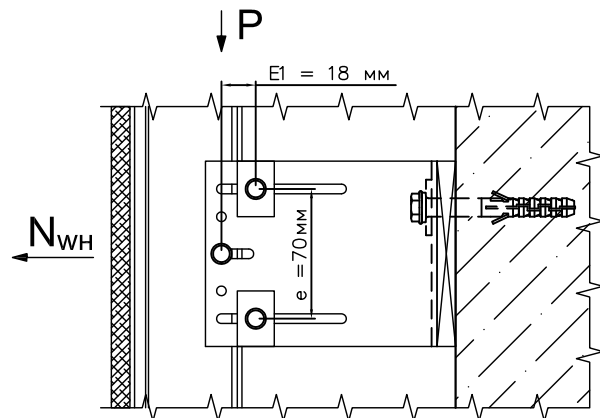


Рис. 2

Нагрузка от веса профиля на одну заклепку:

$$P_{зак1} = P/2 = 18 \text{ Н}$$

Нагрузка от ветра на одну заклепку:

$$P_{зак2} = N_{wh}/4 + M_p/(2 \cdot e) = 115 \text{ Н}$$

$$N_{wh} = q_w \cdot (b_{кр}/2 + a) \cdot \gamma_m = 440 \text{ Н}$$

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

$M_p$  - момент от собственного веса конструкции:

$$M_p = N \cdot E1 = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$E1$  - расстояние от точки приложения нагрузки до заклепок: 0,018 м

$e$  - расстояние между заклепками: 0,07 м

Расчет соединения на срез заклепки:

$$N_{зак1} \cdot \gamma_n \leq N_{sz} \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{18 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}}$$

$$N_{зак2} \cdot \gamma_n \leq N_{sz} \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{115 \text{ Н} \leq 1120 \text{ Н}}$$

где,  $N_{sz}$  - допускаемое усилие на срез заклепки: 1120 Н

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

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

Расчет соединения на смятие соединяемых элементов конструкций:

$$(N_{зак1}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{2 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}}$$

$$(N_{зак2}/A) \cdot \gamma_n \leq R_{rp} \cdot \gamma_c: \quad \mathbf{13 \text{ МПа} \leq 195 \text{ МПа}}$$

где,  $R_{rp}$  - расчетное сопротивление смятию элементов конструкций: 195 МПа

$$A = t_{\min} \cdot d_{зак} = 9 \text{ мм}^2$$

$t_{\min}$  - наименьшая толщина сминаемого элемента: 1,8 мм

$d_{зак}$  - диаметр заклепки: 5 мм

### Прочность соединения направляющей с кронштейном обеспечивается

#### Расчет несущего кронштейна

Геометрические характеристики поперечного сечения несущего кронштейна:

Высота кронштейна,  $h$ : 100 мм

Высота кронштейна за вычетом отверстий,  $h1$ : 90 мм

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

Толщина стенки кронштейна в пл-ти крепления к основанию,  $t1$ : 3 мм

Площадь сечения кронштейна в пл-ти приложения нагрузки,  $A_k$ : 450 мм<sup>2</sup>

Усилие на кронштейн от ветра составляет:

$$N_{wh} = K_{чк} \cdot q_w \cdot b_{кр} + a \cdot q_w = 315 \text{ Н}$$

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

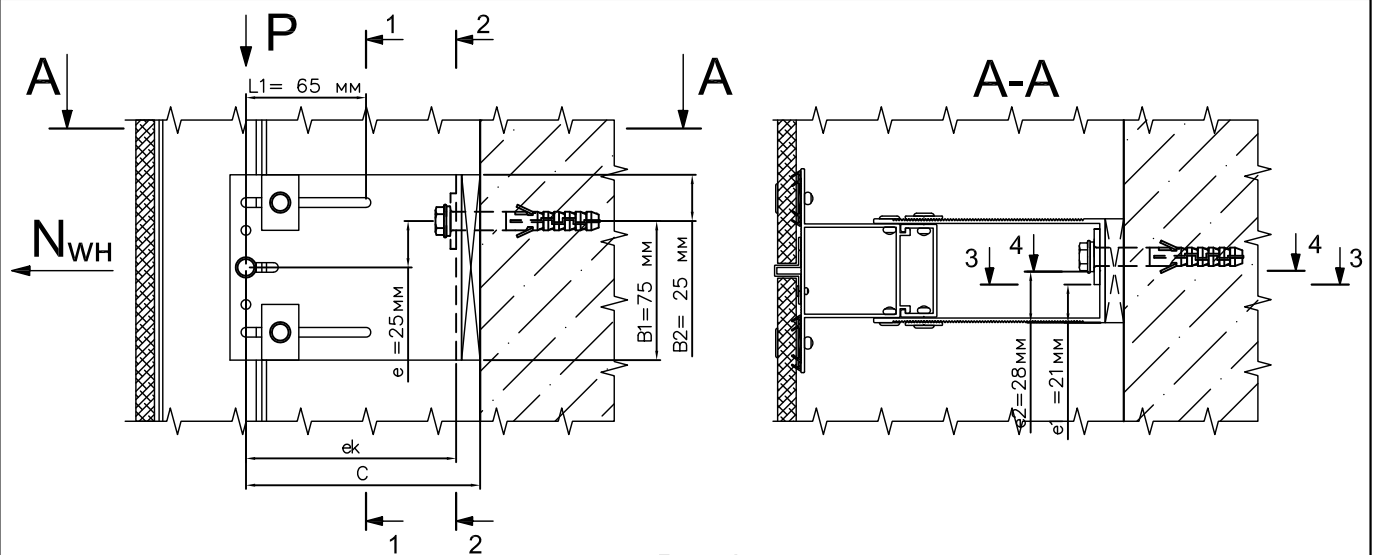


Рис. 3

Проверка кронштейна по сечению (1-1):

Момент сопротивления сечения кронштейна,  $W_{x1-1} = 7060 \text{ мм}^3$

Момент инерции сечения кронштейна,  $J_{x1-1} = 352800 \text{ мм}^4$

Статический момент инерции сечения кронштейна,  $S_{x1-1} = 5063 \text{ мм}^3$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 3,528 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y1} = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * (b_{\text{кр}}/2 + a) + M/b_{\text{кр}} = 467 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P * L1 = 2,293 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $L1 = 65 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{1-1} = (P * L1 / W_{x1-1}) + N_{y1} / A_{1-1} : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{1-1}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 1-1:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x1-1} / (J_{x1-1} * 2 * t)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (2-2):

Момент сопротивления сечения кронштейна,  $W_{x2-2} = 8470 \text{ мм}^3$

Момент инерции сечения кронштейна,  $J_{x2-2} = 423400 \text{ мм}^4$

Статический момент инерции сечения кронштейна,  $S_{x2-2} = 7500 \text{ мм}^3$

Усилие от вертикальной нагрузки,  $P = 3,528 \text{ кг}$

Усилие от вертикальной и горизонтальной нагрузки:

$$N_{y2} = w_{+(-)} * b_{\text{напр}} * (b_{\text{кр}}/2 + a) + M/b_{\text{кр}} = 472 \text{ Н}$$

, где  $M$  - момент от вертикальной нагрузки:  $M = P * e_k = 5,327 \text{ Н*м}$

плечо вертикальной нагрузки,  $e_k = 151 \text{ мм}$

Проверка прочности поперечного сечения на растяжение с изгибом и сдвигом (срез) по формуле на растяжение с изгибом:

$$\sigma_{2-2} = (P * L1 / W_{x2-2}) + N_{y2} / A_{2-2} : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $A_{2-2}$  - площадь сечения кронштейна по сечению 2-2:

По формуле на сдвиг (срез) от вертикальной нагрузки:

$$\tau = (P * S_{x2-2} / (J_{x2-2} * 2 * t_1)) * \gamma_n \leq R_c * \gamma_c : \quad \mathbf{1 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}}$$

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

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

Проверка кронштейна по сечению (3-3):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{3-3} = (M_{3-3} / W_y^{3-3}) : \quad \mathbf{48 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент кронштейна по сечению 3-3:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,101 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстий под анкер: 6,7 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{вн}} \cdot e_1) / 2 = 4,873 \text{ Н*м}$$

$S_{\text{вн}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,301 м<sup>2</sup>

$e_1$  - размер до грани шайбы: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению (4-4):

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_{4-4} = (M_{4-4} / W_y^{4-4}):$$

$$45 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент кронштейна по сечению 4-4:

$$W_y^{4-4} = W_y^{3-3} + W_{\text{ш}} = 0,146 \text{ см}^3$$

$W_{\text{ш}}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{\text{вн}} \cdot e_2) / 2 = 6,498 \text{ Н*м}$$

$S_{\text{вн}}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на несущий кронштейн: 0,301 м<sup>2</sup>

$e_2$  - размер до грани шайбы: 2,8 см

### Прочность несущего кронштейна обеспечивается

Определение усилий в анкерном элементе:

Моменты в вертикальной плоскости:

$$M_1 = P \cdot C = 5,786 \text{ Н*м}$$

$$M_2 = N_{\text{вн}} \cdot e = 7,875 \text{ Н*м}$$

, где C - плечо от вертикальной нагрузки на анкер: 164 мм

e - плечо горизонтальной ветровой нагрузки на анкер: 25 мм

Определяем усилие вырыва анкера из соотношения моментов  $M_1$  и  $M_2$ :  $M_1 < M_2$

$$N_{\text{ан}} = N_{\text{вн}} + (M_2 - M_1) / B_2 = 399 \text{ Н}$$

### Расчет опорного кронштейна

Опорные кронштейны воспринимают только продольные усилия от горизонтальной ветровой нагрузки; наиболее нагруженным является кронштейн на средней опоре, на который действует усилие:

$$N_{\text{WO}} = K_{\text{НС}} \cdot q_w \cdot b_{\text{кр}} = 565 \text{ Н}$$

где,  $K_{\text{НС}}$  - коэффициент неразрезности среднее положение: 1,1

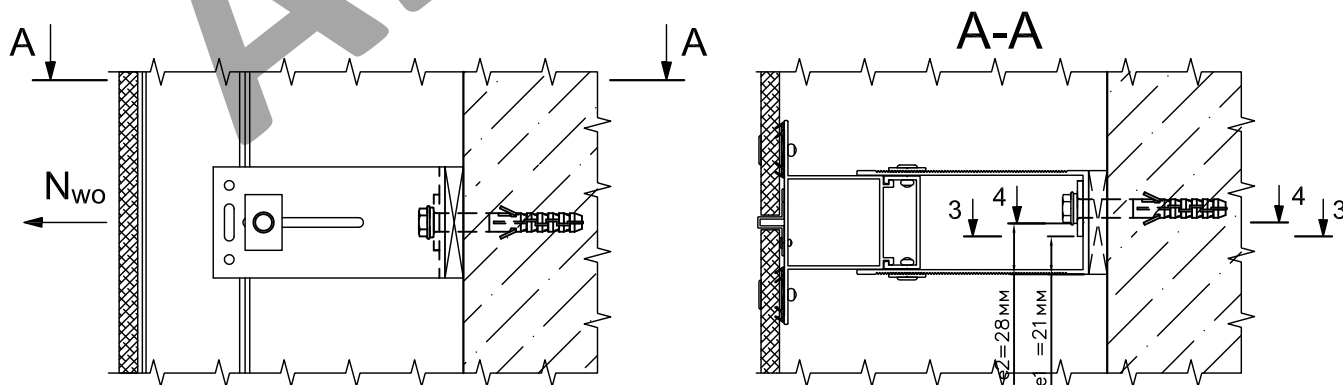


Рис. 4

Проверка кронштейна по сечению 3-3:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_{\text{п}} = M_{\text{гор}}^{3-3} / W_y^{3-3} :$$

$$102 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

, где  $W_y^{3-3}$  - момент ослабленного сечения кронштейна:

$$W_y^{3-3} = b \cdot h^2 / 6 = 0,07 \text{ см}^3$$

b - высота пяты кронштейна за вычетом отверстия под анкер: 4,9 см

h - толщина пяты кронштейна: 0,3 см

$M_{гор}^{П3-3}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы:

$$M_{гор}^{П3-3} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e1) / 2 = 0,75 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,42 м<sup>2</sup>

e1 - размер до анкерного болта: 2,1 см

Проверка кронштейна по сечению 4-4:

Напряжение от изгиба в пяте кронштейна:

$$\sigma_n = M_{гор}^{П4-4} / W_y^{4-4} : \quad \mathbf{85 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}}$$

, где  $W_y^{4-4}$  - момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$W_y^{4-4} + W_{ш} = 0,12 \text{ см}^3$$

$W_{ш}$  - момент сечения шайбы по сечению 4-4: 0,045 см<sup>3</sup>

$M_{гор}^{П4-4}$  - максимальный момент от ветра в пяте кронштейна по грани шайбы анкера:

$$M_{гор}^{П4-4} = (w_{+(-)} \cdot S_{wo} \cdot K_{НК} \cdot e2) / 2 = 1,002 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$S_{wo}$  - площадь сбора ветровой нагрузки на опорный кронштейн: 0,42 м<sup>2</sup>

e2 - размер до анкерного болта: 2,8 см

### Прочность опорного кронштейна обеспечивается

Определение усилия вырыва в анкерном элементе:

$$N_{ан} = N_{wn} = 565 \text{ Н}$$

Расчет крепления панели к направляющей

Крепление панели выполняется вытяжными заклепками в комплекте с втулками

Диаметр заклепки,  $d_z$ : 5 мм

Общее количество заклепок крепящих панель к вспомогательной направляющей, n1:  
4 шт

Предел прочности заклепки на разрыв,  $N_p$ : 5500 Н

Расчетное усилие на разрыв заклепки,  $R_p^p = N_p / 1,25 = 4400 \text{ Н}$

Усилие приходящееся на одну заклепку по растяжению от ветра,

$$R_p = q_w \cdot h_{пл} / n1 : \quad \mathbf{219 \text{ Н} \leq 4400 \text{ Н}}$$

### Прочность соединения панели с направляющей обеспечивается

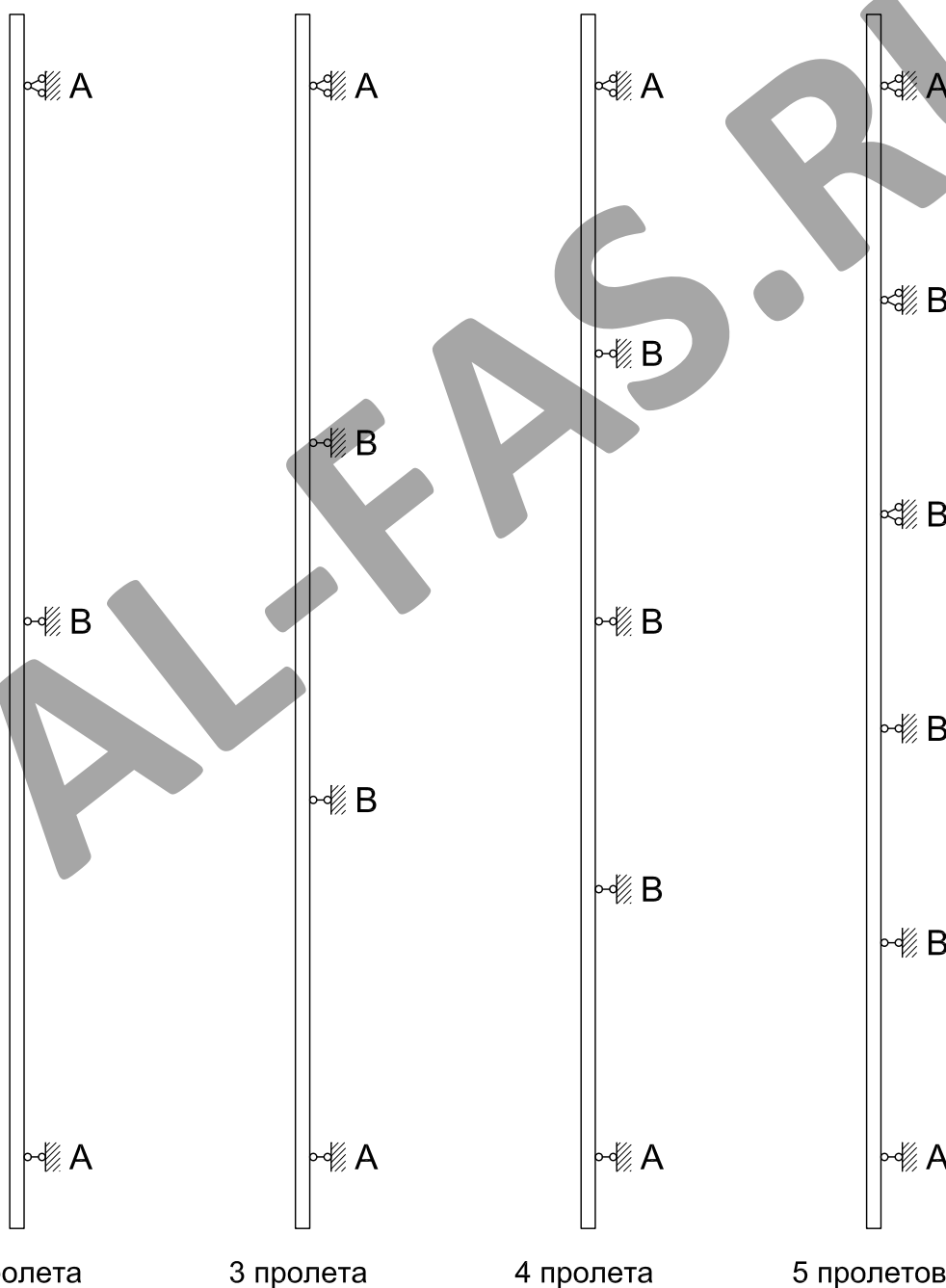
Вывод: Согласно выполненного расчета крепление направляющей выполняется по следующей схеме: 1 несущий кронштейн и 3 опорных. Согласно найденным расчетным усилиям на вырыв 399 Н в несущем кронштейне и 565 Н в опорном подбирается анкер. Окончательное решение о применении анкера принимается по результатам натурных испытаний по методике приведенной в ТО на соответствующий анкер согласно СТО ФЦС-44416204-010-2010.

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Коэффициенты неразрезности направляющей (вертикального несущего элемента) при вычислении ветровой нагрузки на кронштейн

Место расположения кронштейна	Количество пролетов направляющей			
	2	3	4	5
С краю (опора А)	0,375	0,4	0,393	0,395
Вторая опора (опора В)	1,25	1,1	1,143	1,132

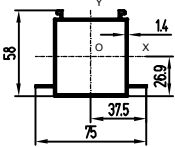
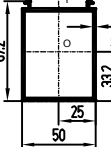
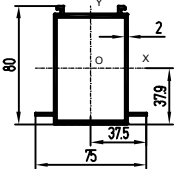
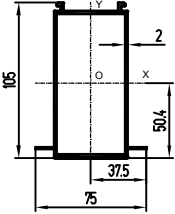
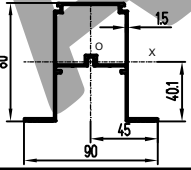
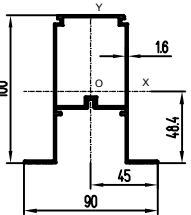
### СХЕМЫ



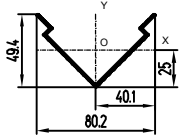
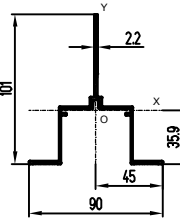
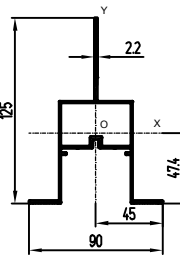
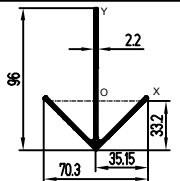
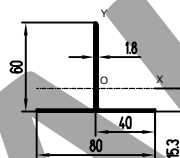
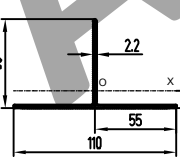


AL-FAS.RU

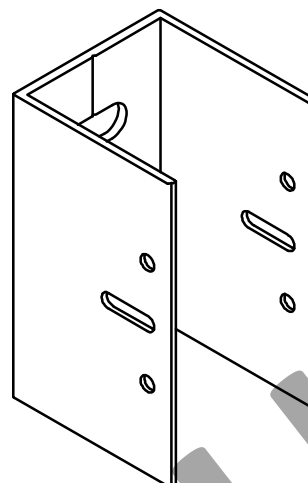
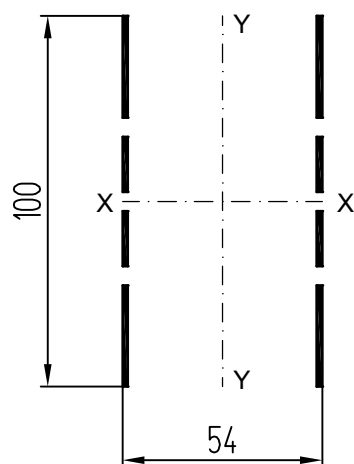
7. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Статические моменты		Радиус инерции	
				Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Sx, см <sup>3</sup>	Sy, см <sup>3</sup>	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	2,1
КПС 245		1,881	6,947	102,23	31,99	17,71	8,53	17	4,52	3,84	2,15
КПС 246		2,098	7,7	157,9	36,6	24,41	9,76	23,36	5,04	4,52	2,17
КПС 354		1,368	5,051	36,1	26,93	9	5,98	10,1	9,85	2,67	2,31
КПС 366		1,611	5,95	66,5	31,97	12,9	7,1	14,4	11,6	3,34	2,32

Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Статические моменты		Радиус инерции	
				J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см
КПС 367		1,871	6,91	131,4	37,59	19,15	8,35	21,21	13,47	4,36	2,33
КПС 368-1		2,282	8,43	229,4	44,24	27,4	9,83	16	18,97	5,22	2,29
КПС 369		2,559	45	99,4	4	33,47	10,82	40,73	18,43	5,76	2,27
КПС 567		1,218	4,5	19,28	24,65	6,31	5,48	6,86	8,78	2,07	2,34
КПС 7		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
КП45531		0,529	1,95	7,49	2,68	1,83	0,85	3,71	2,25	1,96	1,17

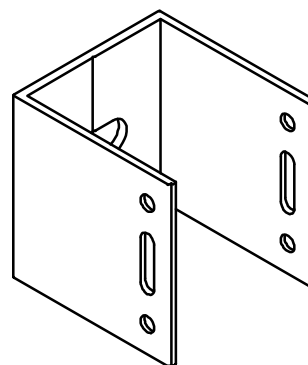
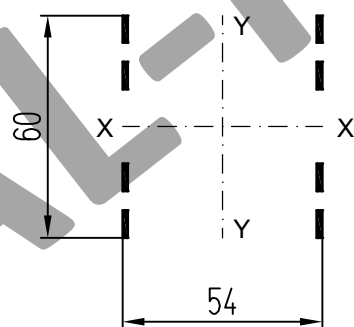
Обозначение	Эскиз элемента	Масса, кг/м	Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Статические моменты		Радиус инерции	
				Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Sx, см <sup>3</sup>	Sy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
КПС 271		0,522	1,929	3,73	11,98	1,49	2,99	0,73	1,74	1,39	2,49
КПС 364		1,137	4,2	33,06	18,48	5,08	4,11	7,54	8,19	2,81	2,1
КПС 365		1,576	5,82	63,72	25,16	21	5,59	13,	11,35	3,31	2,08
КПС 373		1,078	3,98	25,7	7,57	4,11	2,15	3,18	3,58	2,55	1,38
КПС 467		0,502	1,86	6,75	5,02	1,51	1,26	1,4	3,72	1,91	1,64
КПС 701		0,869	3,21	9,69	21,06	2	3,83	1,86	6,26	1,74	2,56

Геометрические характеристики сечения кронштейна несущего КН-60-КПС 254



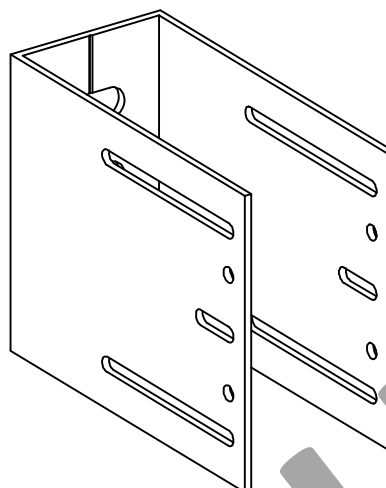
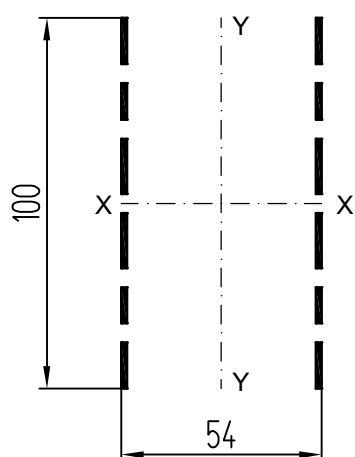
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		радиус	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, с	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
2,53	23,74	17,45	75	6 46	3 0	2,63

Геометрические характеристики сечения кронштейна опорного КО-60-КПС 254



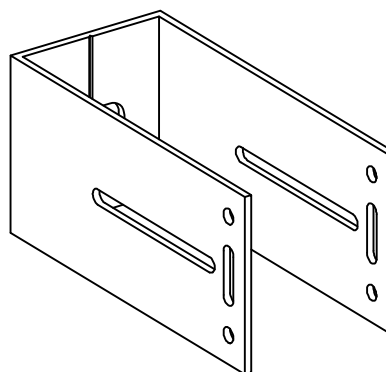
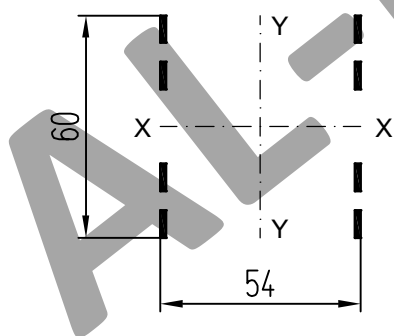
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	Jx, см <sup>4</sup>	Jy, см <sup>4</sup>	Wx, см <sup>3</sup>	Wy, см <sup>3</sup>	Ix, см	Iy, см
0,89	3,94	6,12	1,31	2,27	2,1	2,62

## Геометрические характеристики сечения кронштейнов несущих КН



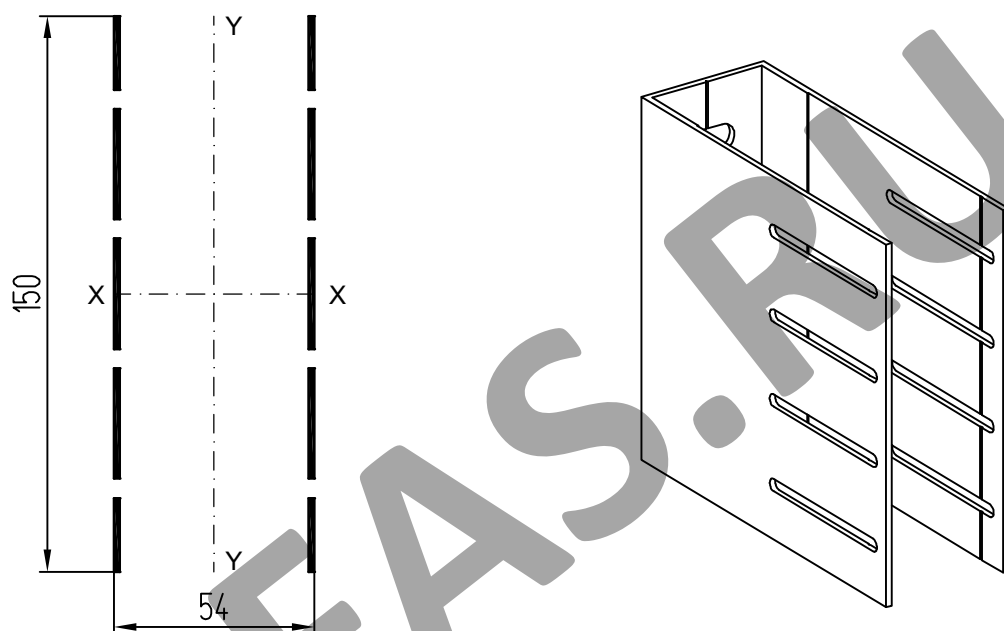
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см
2,22	19,91	15,3	3,98	5,7	3	2,63

## Геометрические характеристики сечения кронштейнов опорных КО



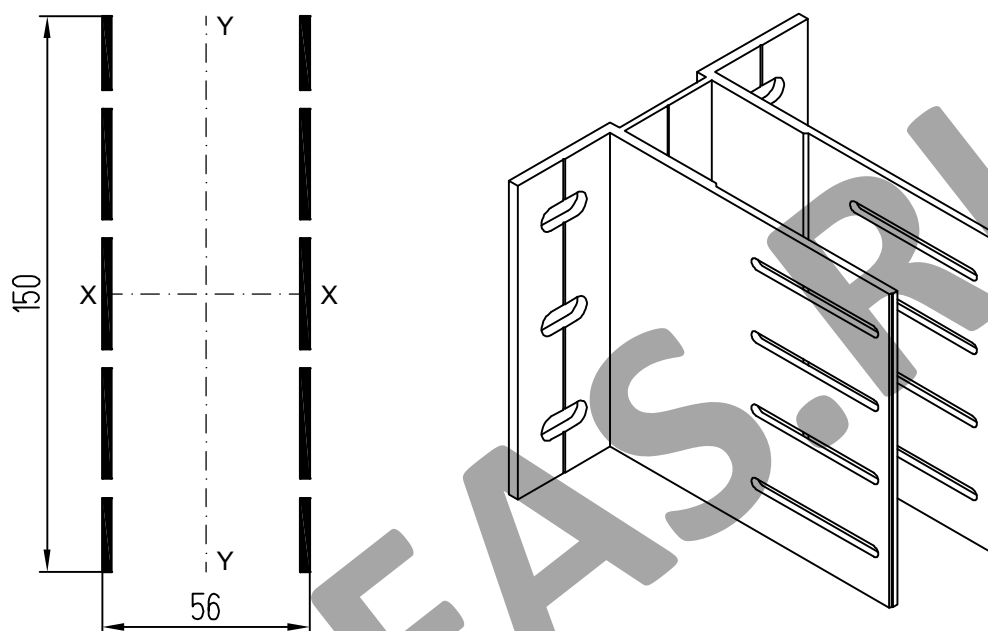
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см
0,89	3,94	6,12	1,31	2,27	2,1	2,62

## Геометрические характеристики сечения кронштейнов спаренных КС



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

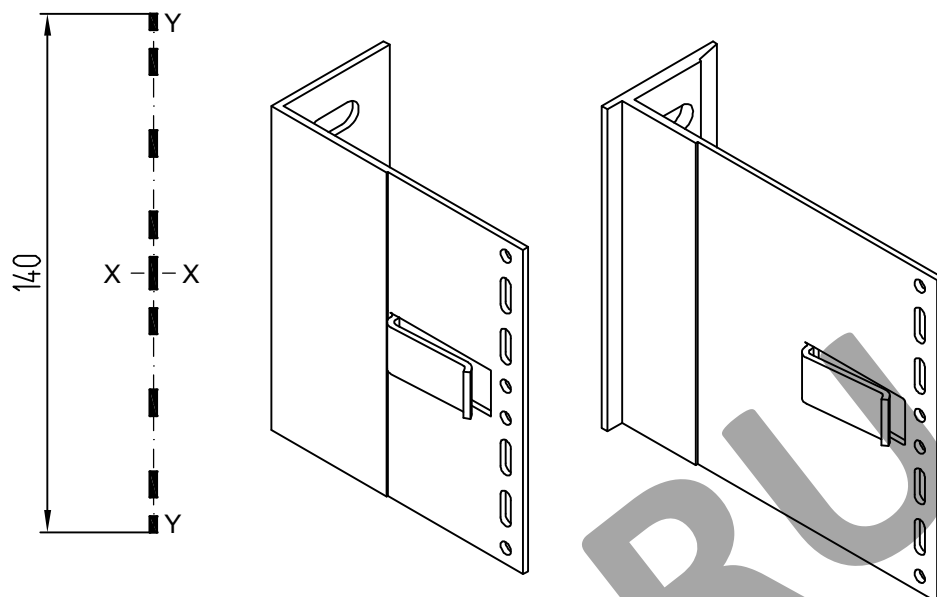
Геометрические характеристики сечения кронштейнов усиленных КУ



П ад	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	$J_x,$ см <sup>4</sup>	$J_y,$ см <sup>4</sup>	$W_x,$ см <sup>3</sup>	$W_y,$ см <sup>3</sup>	$I_x,$ см	$I_y,$ см
6,46	124,68	46,26	16,62	16,52	4,39	2,68

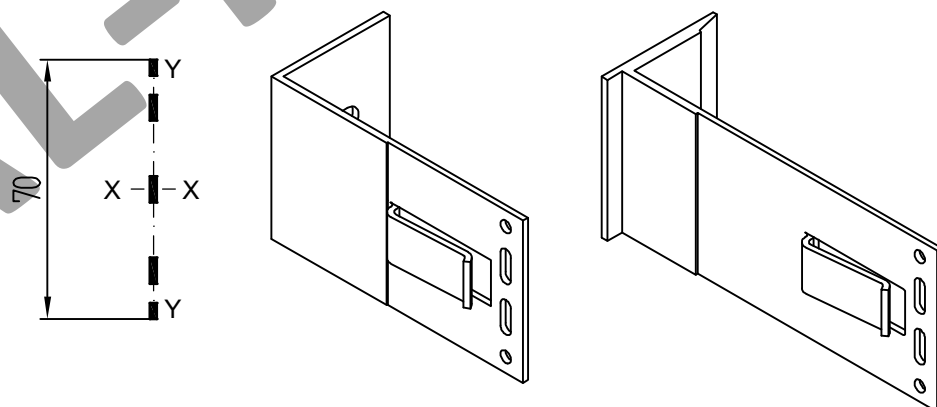


## Геометрические характеристики сечения кронштейнов несущих КН



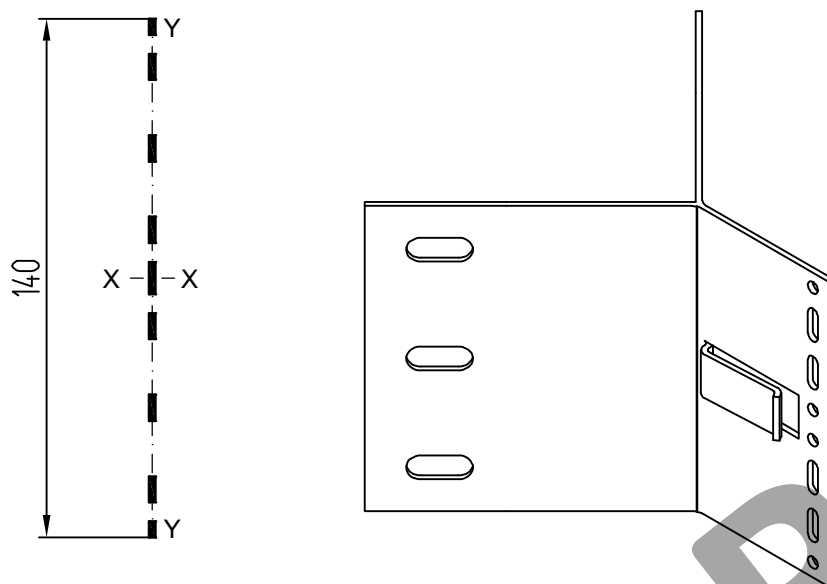
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	x	c	i	l <sub>y</sub> , см
1,12	19,7	0,	2,83	0	4,2	0,05

## Геометрические характеристики сечения кронштейнов опорных КО



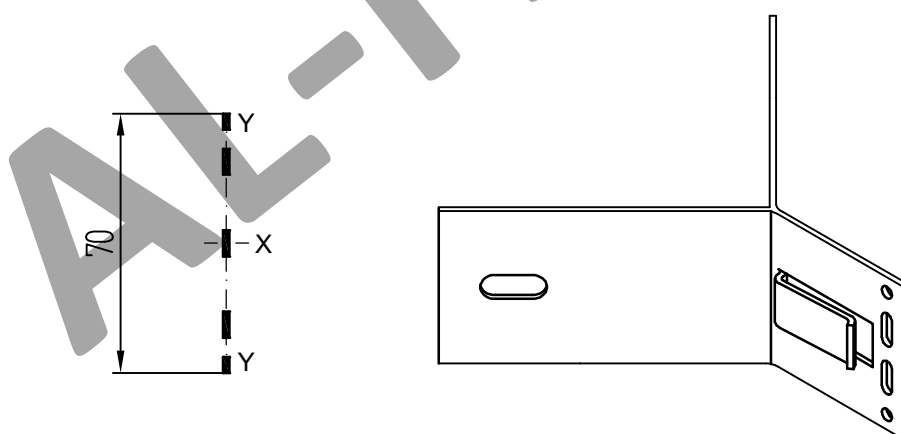
Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	l <sub>y</sub> , см
0,56	3,05	0,002	0,87	0,02	2,33	0,06

Геометрические характеристики сечения кронштейна несущего углового КНУ-КПС 374



Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	см	см	l <sub>y</sub> см
1,07	18,87	0,003	2,7	0,03	4,2	0,05

Геометрические характеристики сечения кронштейна опорного углового КОУ-КПС 374



Площадь, см <sup>2</sup>	Моменты инерции		Моменты сопротивления		Радиус инерции	
	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	l <sub>x</sub> , см	l <sub>y</sub> , см
0,53	2,91	0,001	0,83	0,02	2,34	0,04