

# "RF 50 БИС"

Фасадная серия на основе алюминиевых профилей,  
выпускаемых на заводе алюминиевых профилей  
группы компаний "REALIT"

2009 г.

## Содержание

№	Наименование раздела	Лист
1.	Содержание	1.01
2.	Описание серии	2.01
3.	Алюминиевые, уплотнительные и пластиковые профили:	3.01
	- уплотнительные профили	3.07
	- пластиковые профили	3.09
4.	Комплекующие изделия	4.01
5.	Сечения фасадных конструкций	5.01
6.	Схемы остекления	6.01
7.	Обработка и сборка конструкций	7.01
8.	Расчёты	8.01



## Описание серии.

Серия «**RF 50 БИС**» предназначена для изготовления вертикальных лёгких, навесных стеновых ограждений зданий. Особенностью серии является возможность остекления, а также установка панелей или оконных блоков, производить как снаружи так и изнутри здания, что снижает при эксплуатации расходы на замену пришедшего в негодность заполнения.

В состав несущей конструкции входят вертикальные и горизонтальные элементы, которые соединяются между собой методом стыка горизонтального элемента с вертикальным (так называемый ригель-ригельный способ соединения). В качестве стоек и ригелей с шириной 30 мм используются одни и те же профили, что в свою очередь уменьшает номенклатуру хранящихся на складе профилей. В зависимости от конструкции объекта и воздействующих на ограждающую конструкцию нагрузок проектировщик имеет возможность выбрать необходимые несущие элементы из набора стоек с моментами инерции  $I_x$  от 40 до 124 см<sup>4</sup>.

В серии имеется монтажная стойка, которая позволяет монтировать ограждающую конструкцию здания под плоским углами от 20° до 90°. Использование монтажной стойки позволяет, также, компенсировать горизонтальные изменения размеров элементов конструкции под воздействием колебания температуры. Вертикальные изменения размеров элементов конструкции компенсируются взаимным (телескопическим) соединением двух стоек при помощи закладного профиля.

Для получения необходимых теплофизических и звукоизоляционных свойств ограждающей конструкции в серии «**RF 50 БИС**» используется набор термовставок (термоизоляторов) из твёрдого, ударопрочного поливинилхлорида (ПВХ) с высокими теплоизолирующими параметрами и набор уплотнительных прокладок из EPDM. Использование имеющихся термовставок и уплотнительных прокладок позволяет устанавливать заполнение (стеклопакеты, теплоизоляционные панели) толщиной от 4 до 32 мм. Остекление, а также установка панелей или оконных блоков производится как снаружи так и изнутри здания. Заполнение снаружи фиксируется прижимными планками, которые, в свою очередь, крепятся винтами из нержавеющей стали (A2) к несущим профилям с шагом не более 250 мм, а изнутри штапиками, которые крепятся к несущим элементам с помощью поворотных кронштейнов.

В серии «**RF 50 БИС**» предусмотрена возможность удаления влаги и вентиляции области фальца стеклопакета.

Все элементы крепления изготовлены из нержавеющей стали (A2), что исключает процесс коррозии.

В серии «**RF 50 БИС**» используется набор накладных декоративных крышек, которые могут быть окрашены в любой цвет по шкале RAL. При этом фасад может быть двухцветным – внутренние элементы фасада (стойки и ригели) окрашены в один цвет, а наружные элементы (декоративные крышки) в другой.

В конструкцию фасада могут устанавливаться окна и двери любого типа открывания.

Указанные инерционные характеристики и периметры профилей – являются теоретическими и могут изменяться в зависимости от допусков на размеры профилей.

Прочностной расчёт каждой конкретной конструкции фасада производится при его проектировании. Инерционные характеристики профилей необходимые для прочностных расчётов приведены в данной публикации.

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

**Используемые материалы, сырьё и комплектующие.****- Аллюминиевые профили:**

Алюминиевые профили (стойки, ригели, прижимные планки, декоративные крышки и др.) изготовлены методом экструзии из сплава АД 31 по ГОСТ 22233-2001.

Поверхности профилей защищаются от коррозии при помощи защитно-декоративных покрытий в соответствии с ГОСТ 9.410-88. Цвет покрытия определяется заказчиком по шкале RAL.

**- Термоизолирующие профили:**

Термоизолирующие профили изготовлены методом экструзии из твёрдого, ударопрочного ПВХ с хорошими механическими и теплофизическими свойствами.

**- Уплотнительные прокладки:**

Уплотнительные прокладки для уплотнения стеклопакетов и панелей выполнены из резины на основе этиленпропиленовых каучуков (EPDM) по ГОСТ 30778-2001. Уплотнительные прокладки соединяются в углах при помощи клея на основе цианокрилата.

**- Остекление:**

Прозрачные части фасадной конструкции остекляются снаружи здания стеклом по ГОСТ 111-2001 или стеклопакетами по ГОСТ 24866-99. В непрозрачные части фасадной конструкции могут устанавливаться различного рода сэндвич-панели, либо слоённая конструкция состоящая, например, из набора - два окрашенных алюминиевых листа, между которыми располагается минераловатная плита или другой возможный набор – наружное закалённое стекло, затем минераловатная плита и изнутри окрашенный алюминиевый лист. Серия позволяет устанавливать заполнение толщиной от 4 до 50 мм, при этом возможны любые комбинации толщины (в указанном диапазоне) устанавливаемого на одну стойку или ригель заполнения (например: слева стойки устанавливается стекло толщиной 4 мм, а справа стеклопакет толщиной 50 мм и т.д.).

**- Листы из алюминия:**

Алюминиевые листы, используемые в качестве нащельников или элементов многослойного заполнения, должны иметь лакокрасочное покрытие и толщину не менее 1,5 мм.

**- Стальные листы:**

Листовая сталь, которая может быть использована в невидимой части конструкции, должна быть защищена от коррозии цинковым покрытием.

**- Утеплительные материалы:**

Используемые в конструкции фасада утеплители должны соответствовать требованиям нормативной документации.

**- Соединительные и крепёжные изделия:**

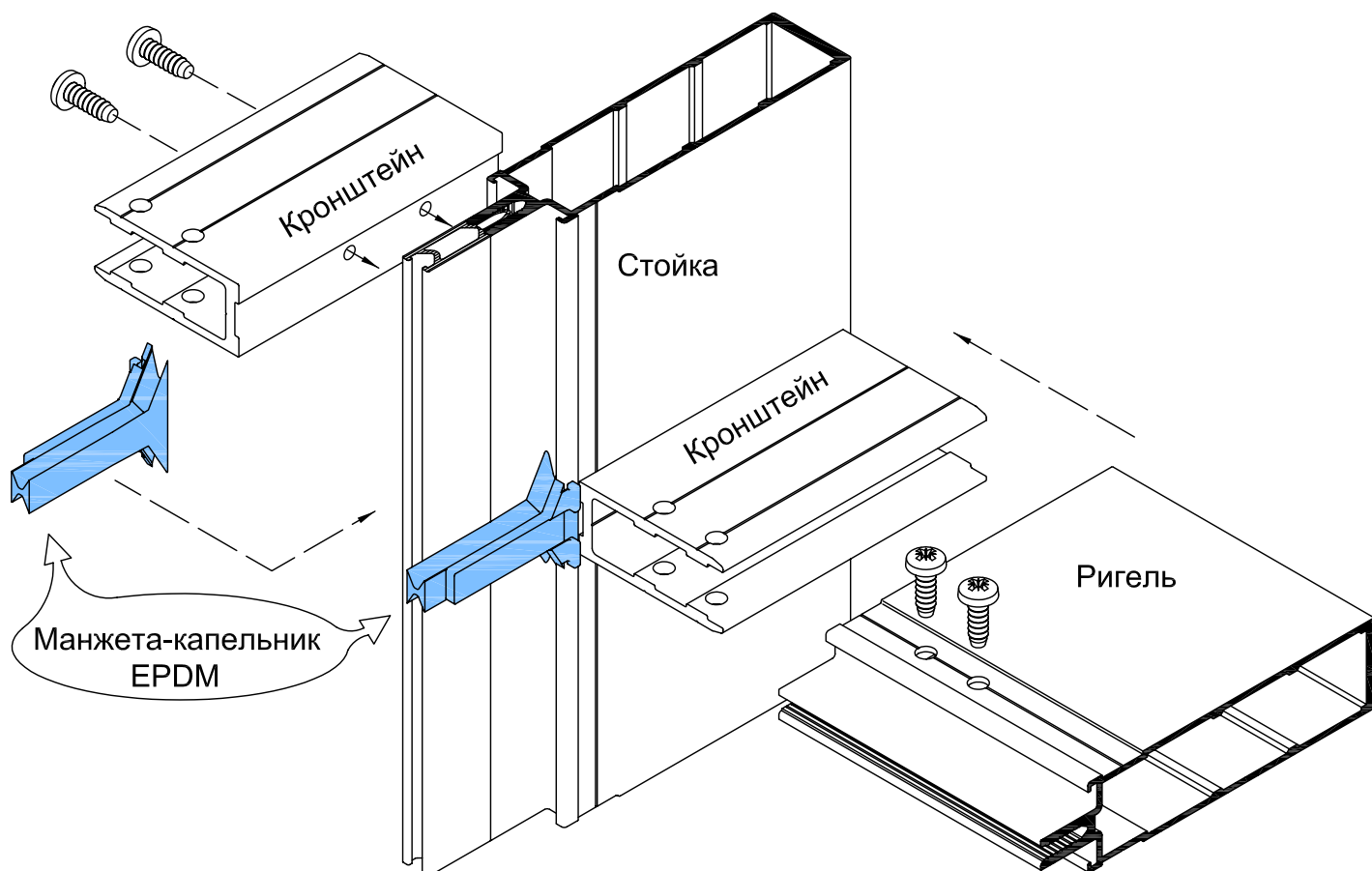
Используемые в конструкции фасада соединительные и крепёжные изделия (самонарезающие винты, болты, гайки и т.п.) должны быть изготовлены из нержавеющей стали (если есть контакт с алюминием), либо надёжно защищены от коррозии (если контакта с алюминием нет).

## Принцип сборки конструкции.

Сборка несущего каркаса фасадной конструкции серии «RF 50 БИС» осуществляется последовательным соединением ригелей со стойками.

Ригели крепятся к стойкам при помощи установленных на стойки кронштейнов и фиксируются винтами. Ригели отрезаются в размер под прямым углом и в них с двух сторон пробиваются отверстия для крепления.

В место соединения ригеля и стойки устанавливается уплотнительная манжета-капельник из EPDM.



**Принцип удаления влаги из области фальца стеклопакета.**

При креплении ригеля к стойке ригельный профиль плотно примыкает к резиновой манжете, тем самым, создавая уплотнение данного места соединения. Влага из стоечного и ригельного лотка по носику манжеты, через пазы в прижимной планке, отводится наружу – в пространство между прижимной планкой и крышкой.

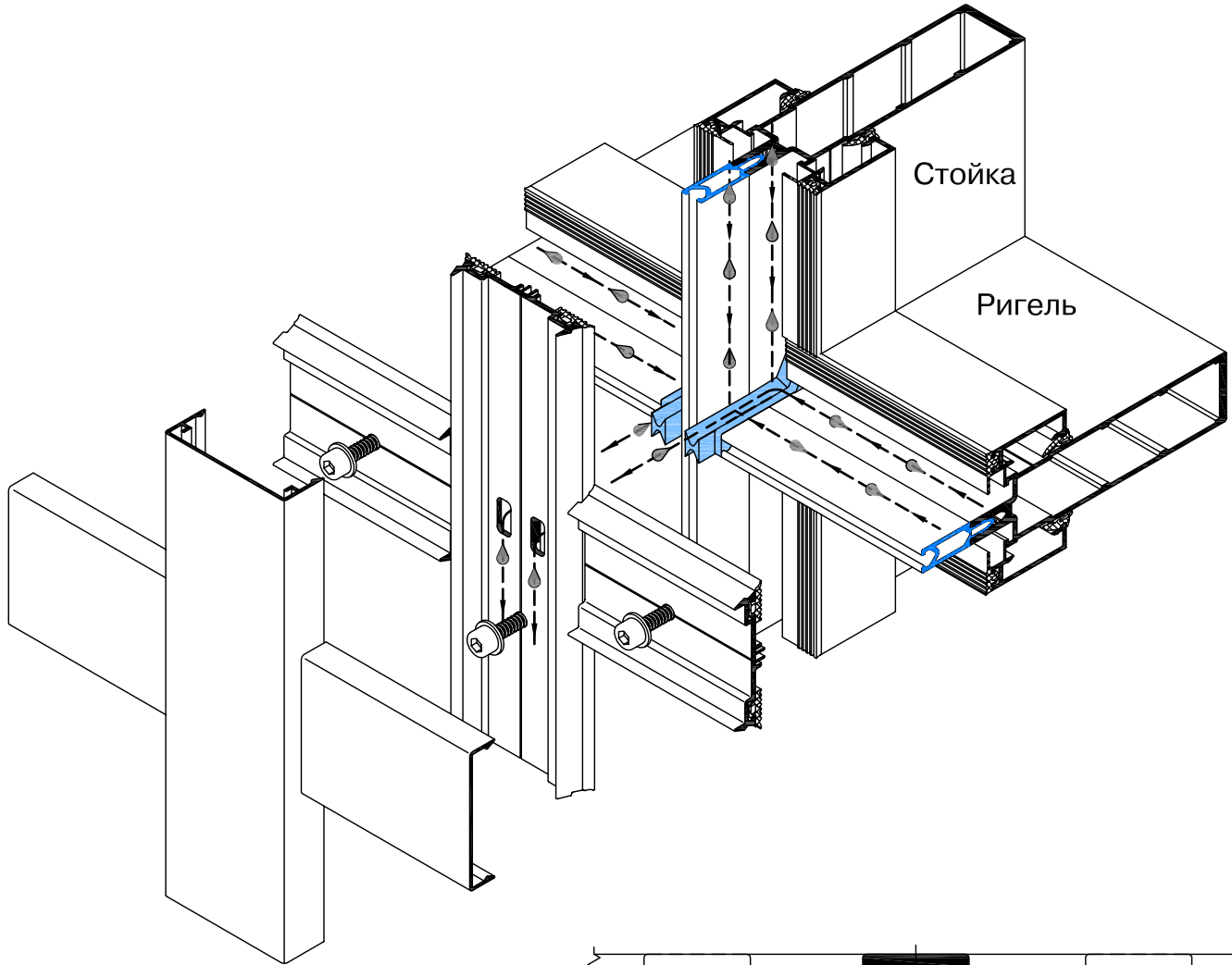
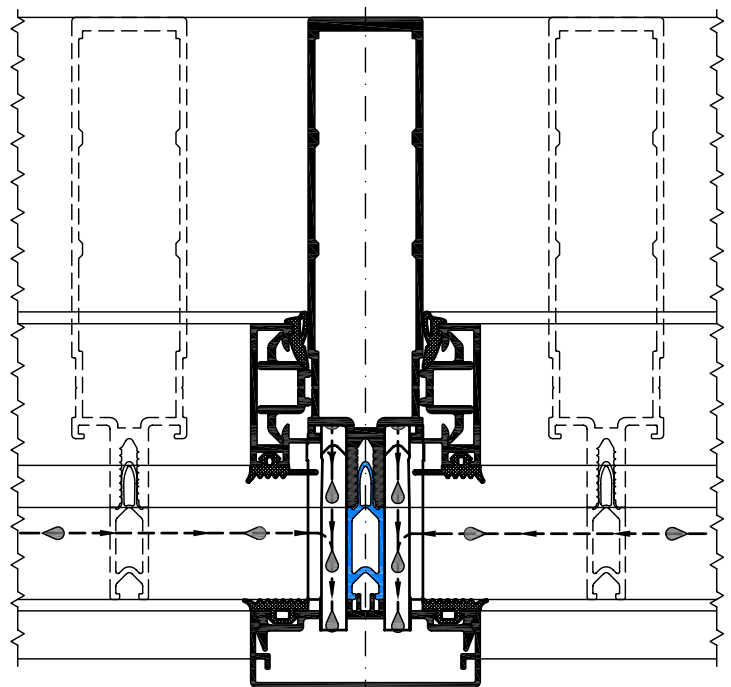
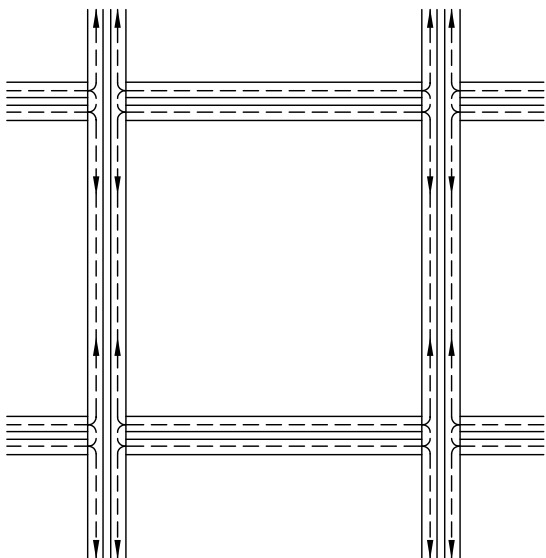


Схема удаления влаги и вентиляции

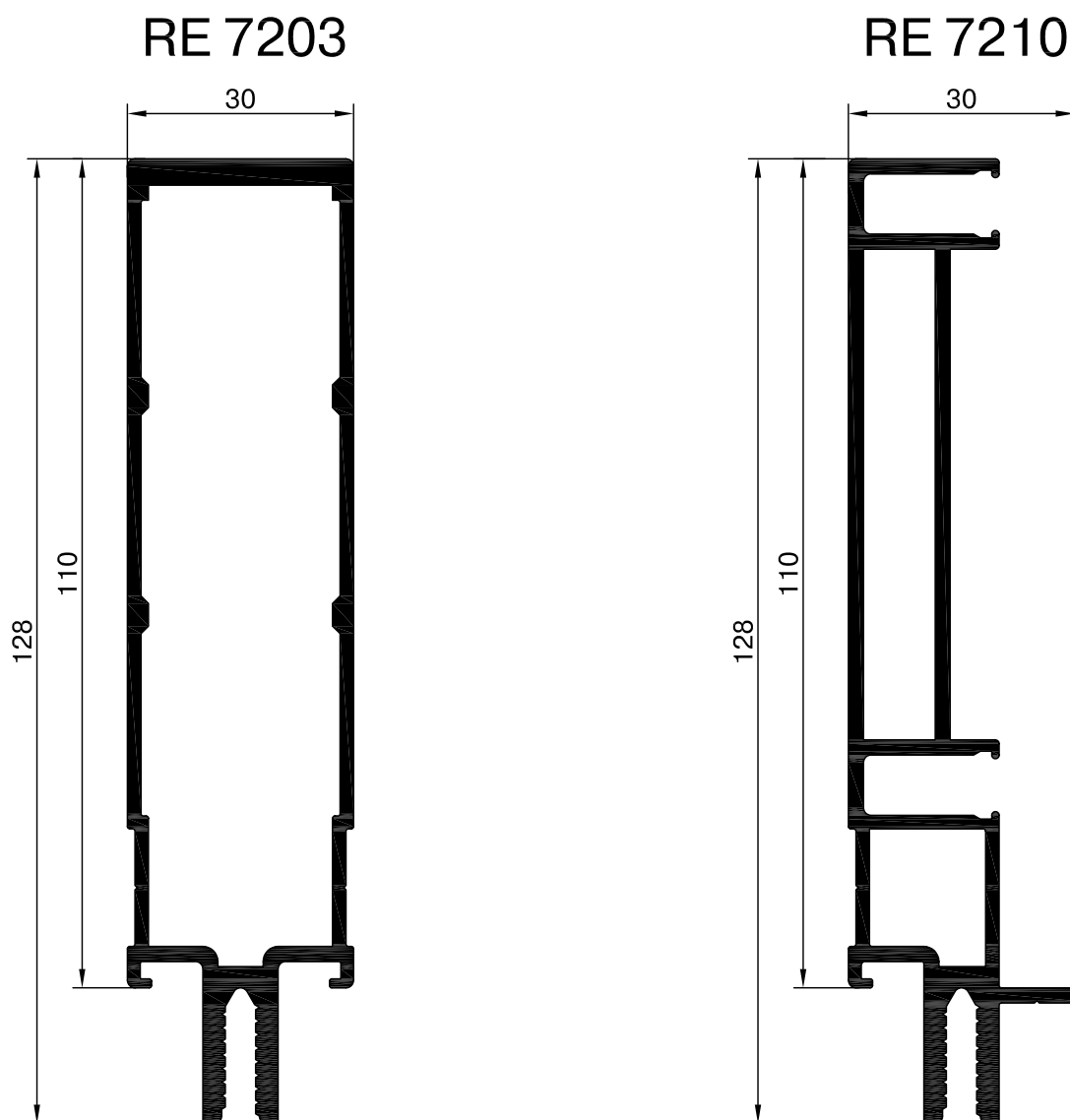


# Алюминиевые, уплотнительные и пластиковые профили



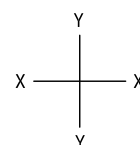
	Профиль №	$I_x$ [ см <sup>4</sup> ]	$W_x$ [ см <sup>3</sup> ]	$I_y$ [ см <sup>4</sup> ]	$W_y$ [ см <sup>3</sup> ]	Наружный периметр [ мм ]		Профиль №	$I_x$ [ см <sup>4</sup> ]	$W_x$ [ см <sup>3</sup> ]	$I_y$ [ см <sup>4</sup> ]	$W_y$ [ см <sup>3</sup> ]	Наружный периметр [ мм ]
	RE 7203	126,83	19,48	9,13	6,08	377		RE 6160	-	-	-	-	106
	RE 7210	108,6	16,04	3,45	1,69	454,3		RE 6161	-	-	-	-	923
	RE 7215	---	---	---	---	196		RE 6164	-	-	-	-	37
	RE 7220	---	---	---	---	165,84		RE 6165	-	-	-	-	47
	RE 7222	---	---	---	---	221,07							
	RE 7230	---	---	---	---	159,6							
	RE 7232	---	---	---	---	105,4							
	RE 7233	---	---	---	---	264,5							
	RE 7234	---	---	---	---	22,4							
	RE 7236	---	---	---	---	110,1							
	RE 6168	-	-	-	-	644							

## Профили стоек

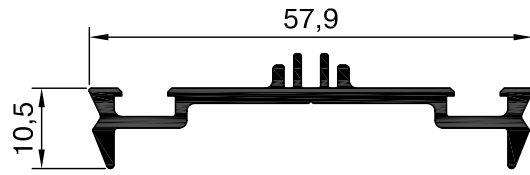


Профиль	$I_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$I_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$R_H, \text{мм}$
RE 7203	126,83	19,48	9,13	6,08	377
RE 7210	108,6	16,04	3,45	1,69	454,3

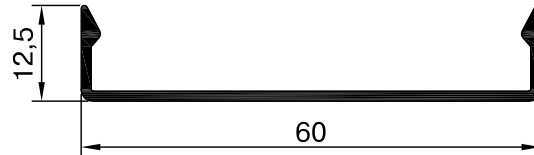
M 1:1



Профили прижимных планок и декоративных крышек

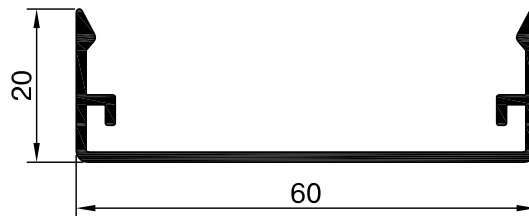


RE 7215



RE 7220

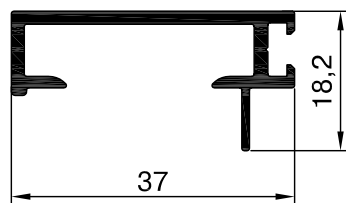
Периметр - 165,84 мм



RE 7222

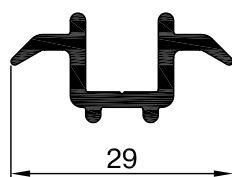
Периметр - 221 мм

Профили для установки заполнения



RE 7230

Периметр - 159,6 мм

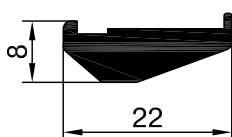


RE 7232

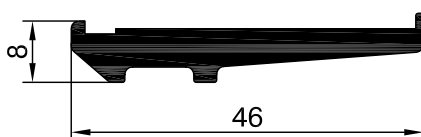
Профиль для соединения ригелей со стойками



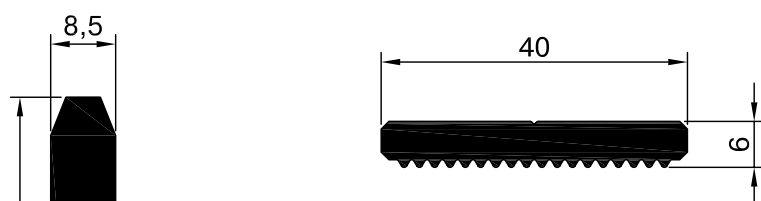
Профили для опорных подкладок под заполнение



RE 7234



RE 7236



RE 6160

Профиль для кронштейнов под монтажные стойки



RE 6168

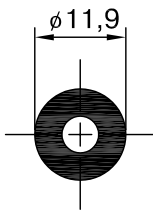
M 1:1

Профили кронштейнов для крепления стоек.

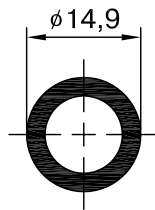
RE 6161



Профили для дистанционных  
втулок и накладок

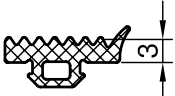
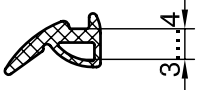
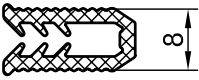
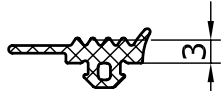
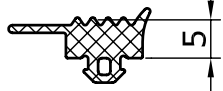

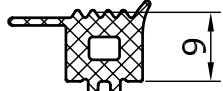




RE 6164



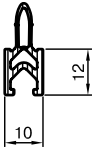
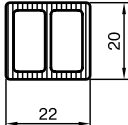
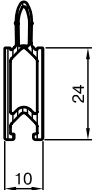
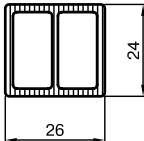
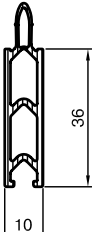
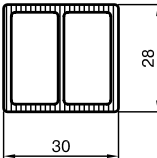
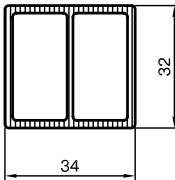
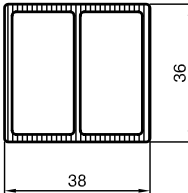
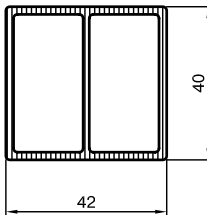
RE 6165

## Уплотнительные профили

Сечение	Уплотнитель	Сечение	Уплотнитель
	REG 007		
	REG 014		
	REG 028		
	REG 058		
	REG 059		
	REG 060		
	REG 061		
	REG 062		
	REG 063		



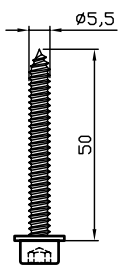
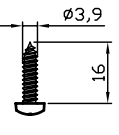
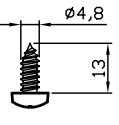
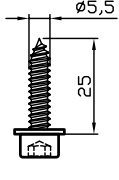
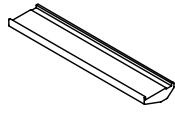
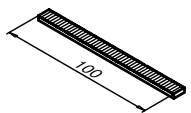
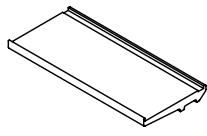
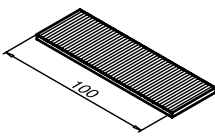
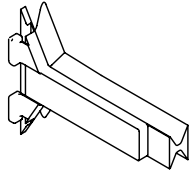
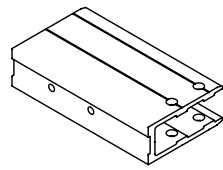
## Пластиковые профили

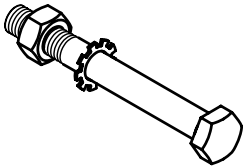
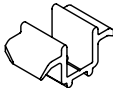
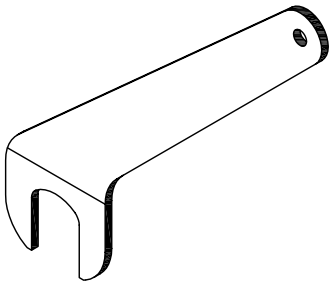
Сечение	Пластиковый профиль	Сечение	Пластиковый профиль
	REP 004		REP 010
	REP 006		REP 011
	REP 008		REP 012
			REP 013
			REP 014
			REP 015



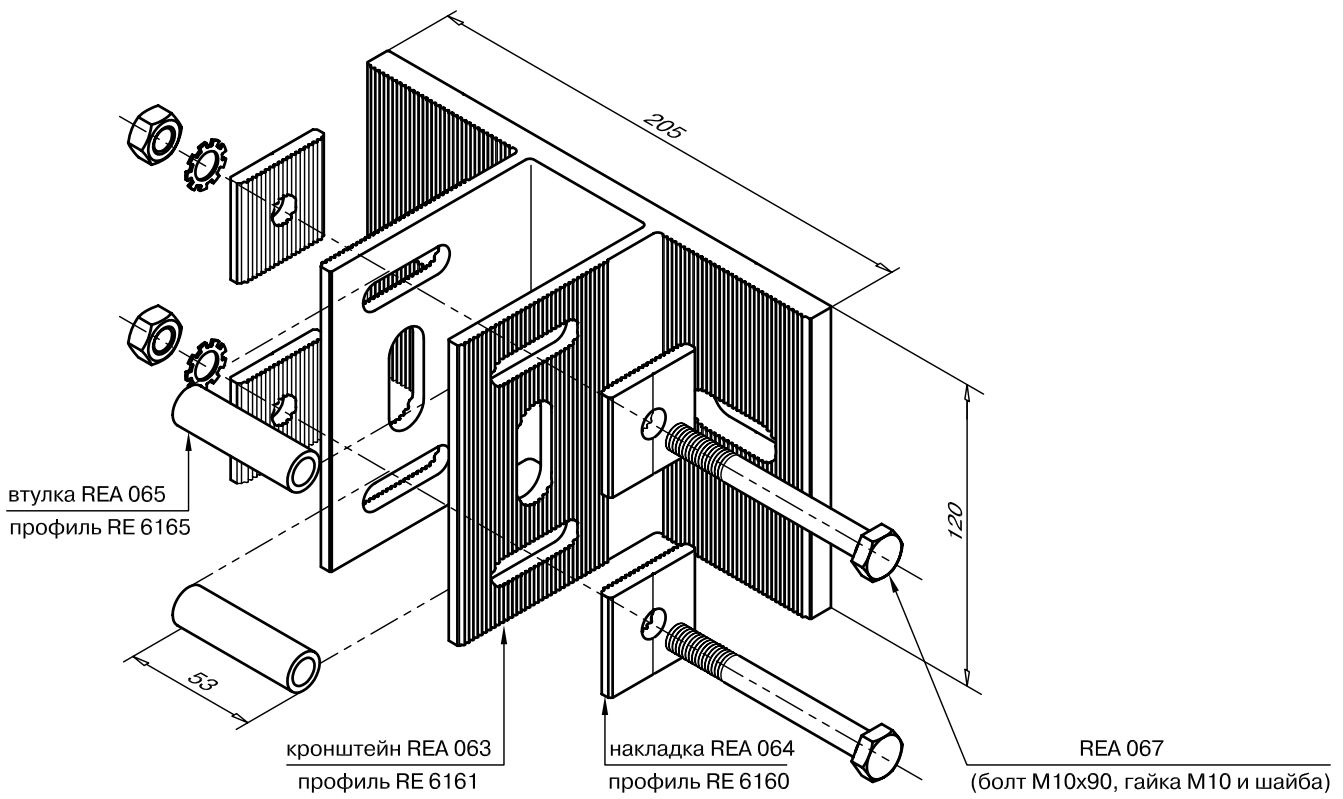


# Комплекующие изделия

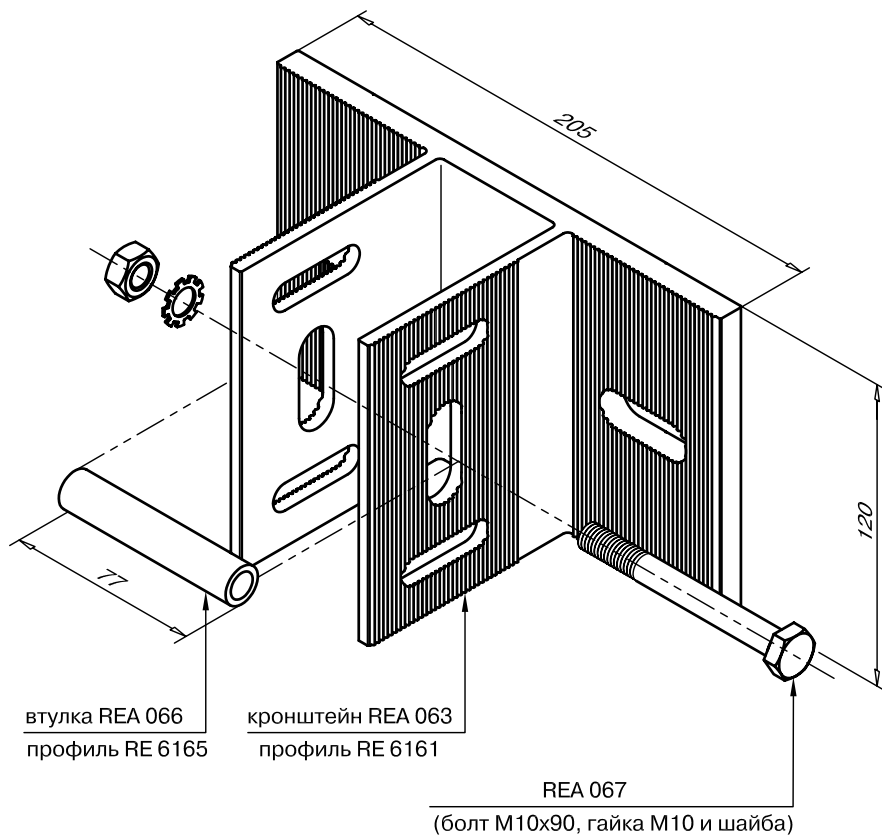
Общий вид	Обозначение	Материал
	REA 014	Винт из нержавеющей стали (A2) + пластиковая шайба
	REA 018	Винт из нержавеющей стали (A2), DIN 7981
	REA 019	Винт из нержавеющей стали (A2), DIN 7981
	REA 151	Винт из нержавеющей стали (A2) + пластиковая шайба
	REA 308	Алюминиевая опорная подкладка из профиля RE 7234
	REA 463	Пластиковая дистанционная подкладка
	REA 310	Алюминиевая опорная подкладка из профиля RE 7236
	REA 465	Пластиковая дистанционная подкладка
	REA 406	Уплотняющая манжета-капельник из EPDM. Устанавливается в место соединения ригеля со стойкой. Используется для отвода влаги.
	REA 445	Кронштейн из профиля RE 7233 для ригеля к стойке

Общий вид	Обозначение	Материал
	<p>REA 067</p>	<p>Болт М10х90, гайка М10 и шайба из нержавеющей стали (А2), DIN 933</p>
	<p>REA 446</p>	<p>Фиксатор для крепления штапиков RE 7230 к стойкам и ригелям Изготавливается из профиля RE 7232 Длина порезки - 15 мм</p>
	<p>REA 447</p>	<p>Специальный ключ для закручивания фиксатора REA 446</p>

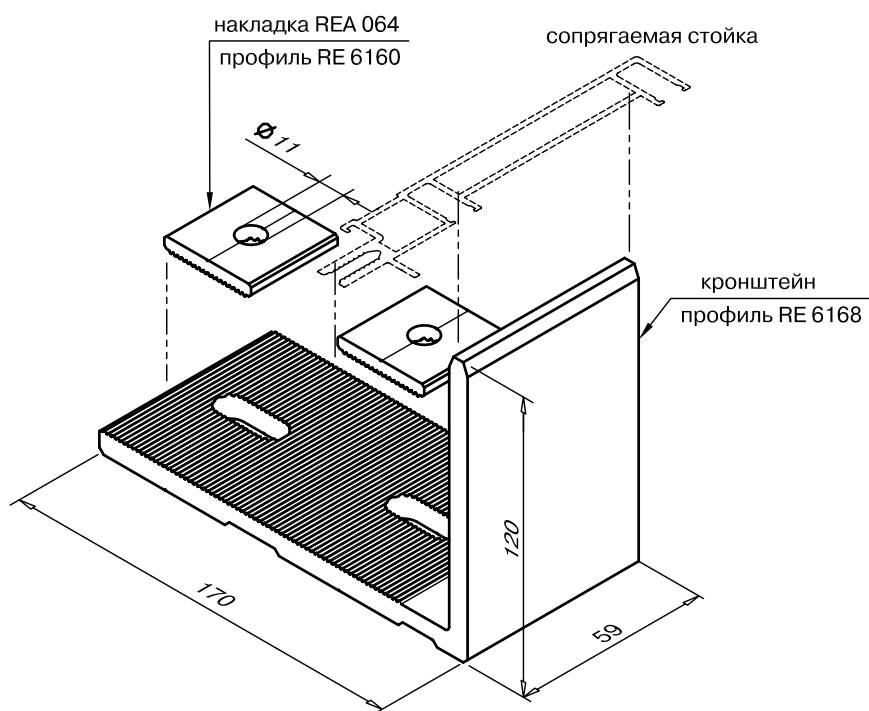
## Фиксирующий кронштейн (крепление стоек к перекрытиям зданий)



## Поддерживающий кронштейн (крепление стоек к перекрытиям зданий)



## Фиксирующий кронштейн REA 177

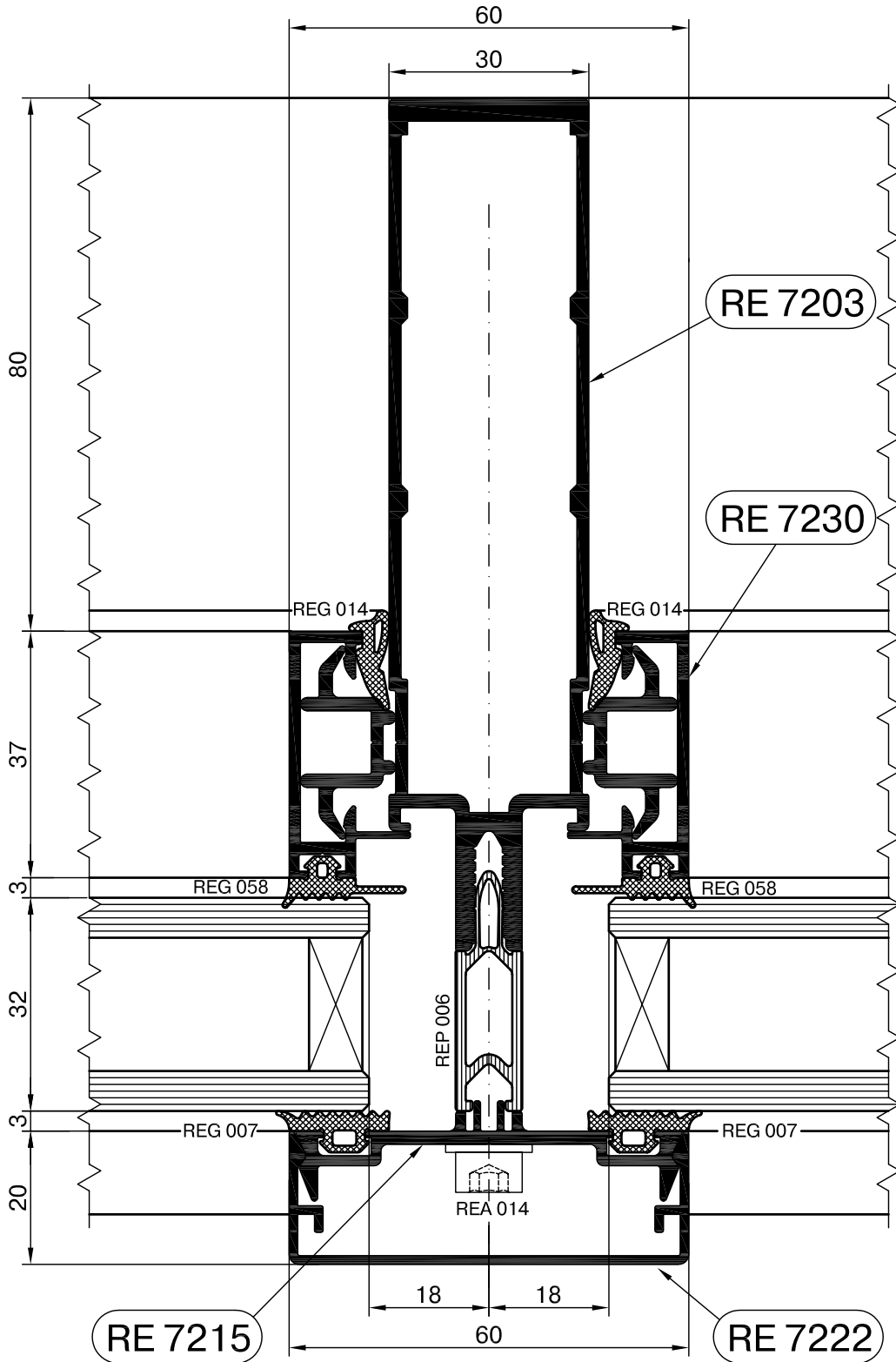
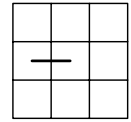




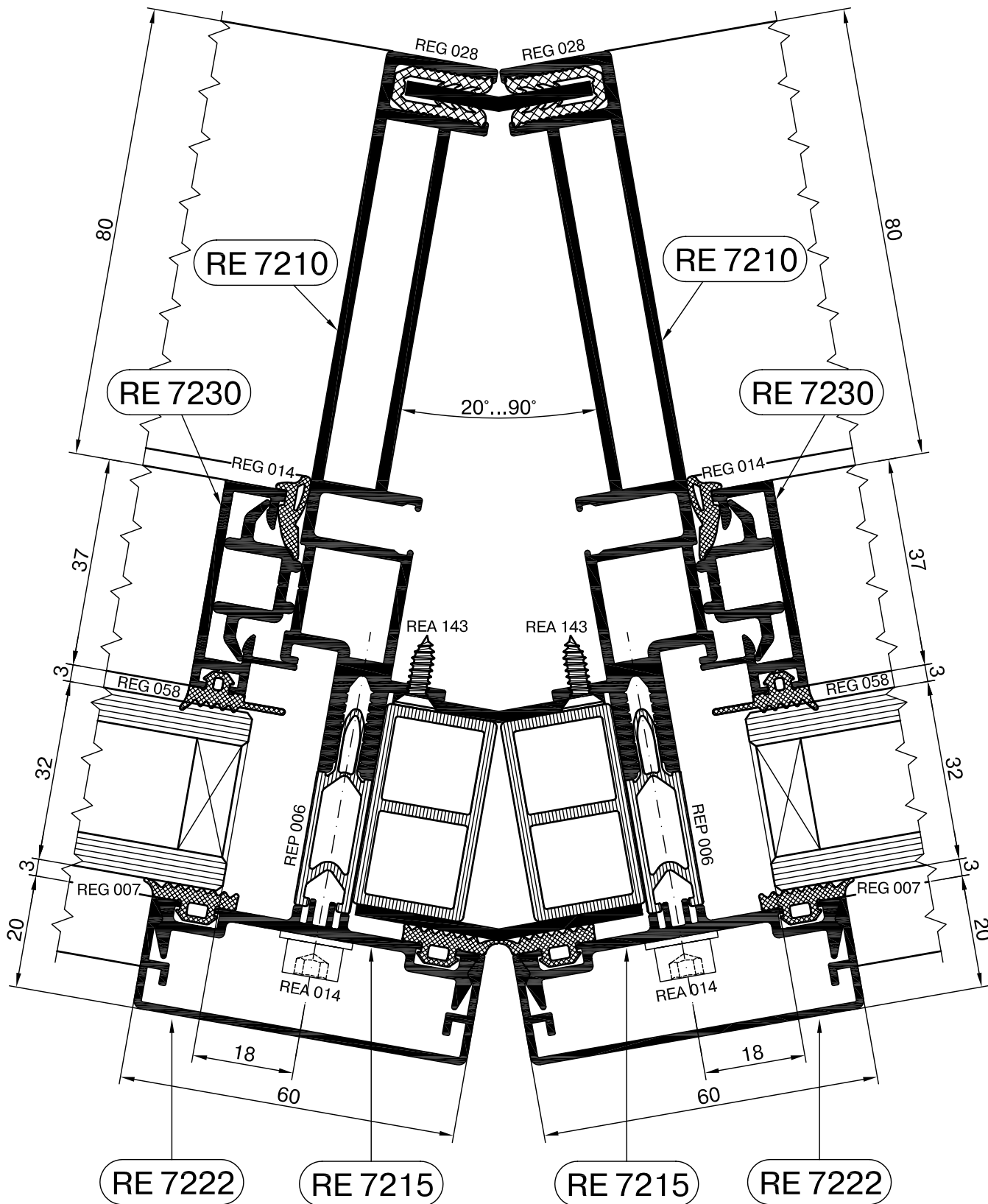
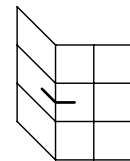
# Сечения фасадных конструкций



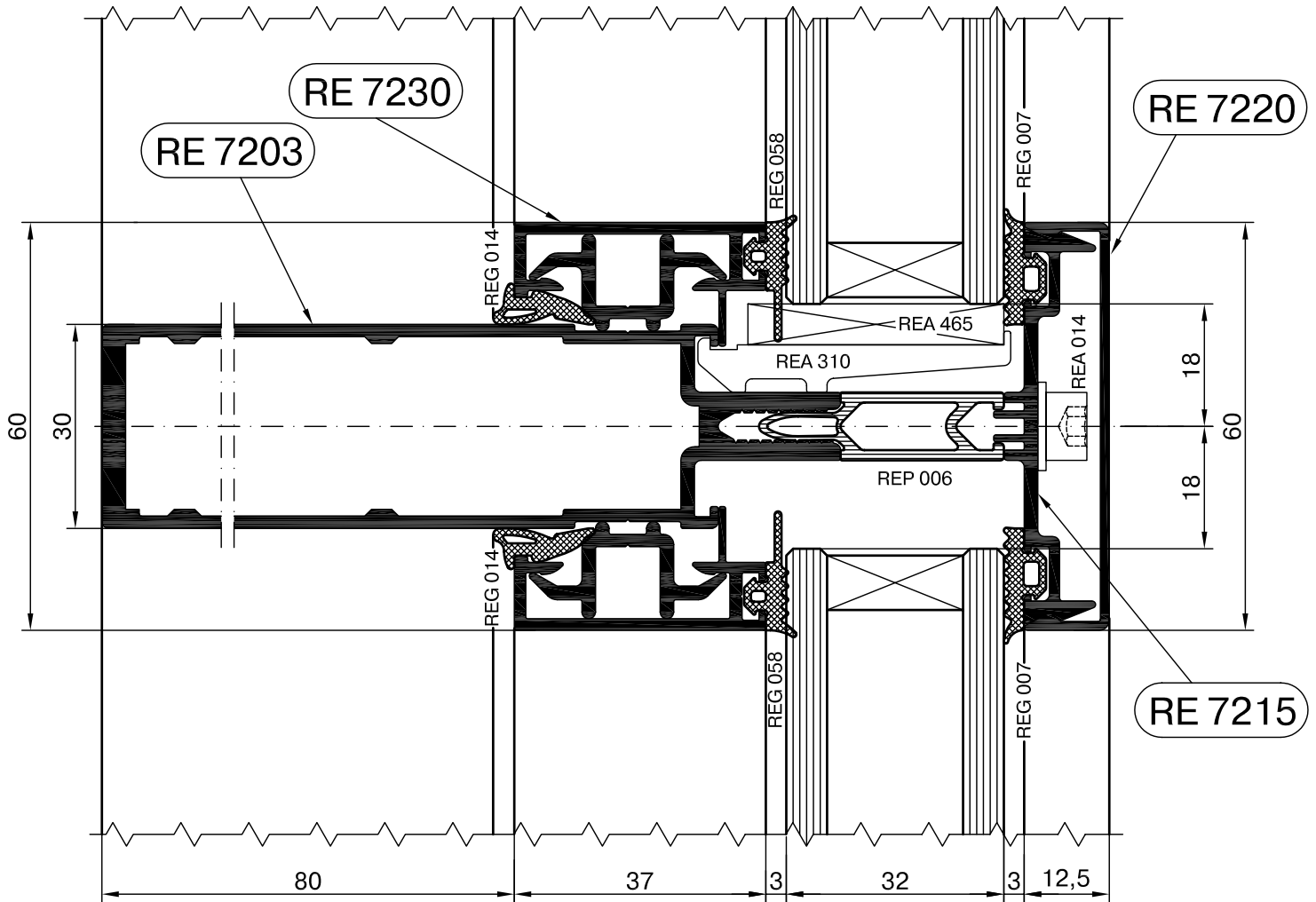
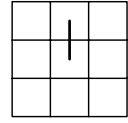
Сечение стойки



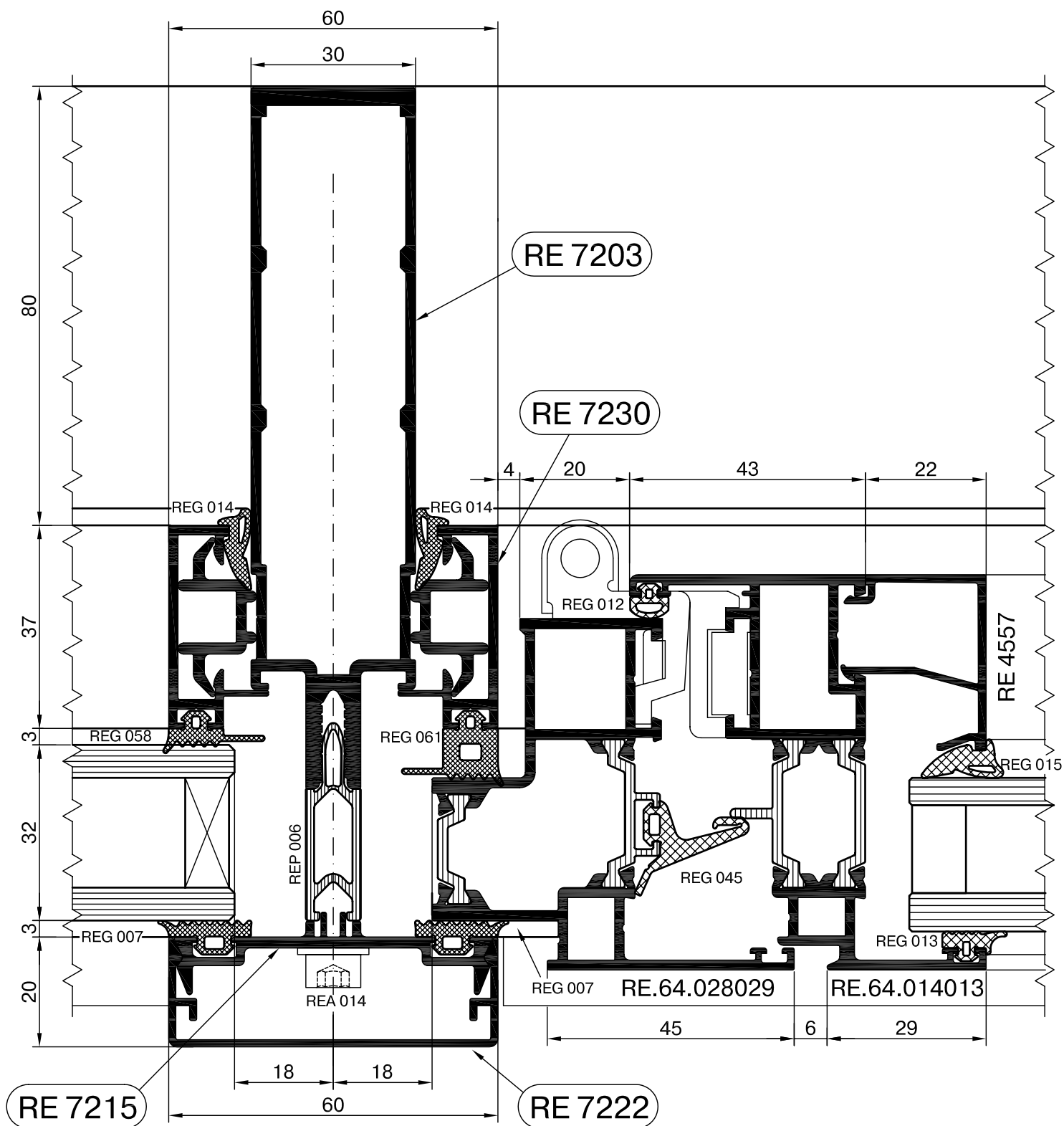
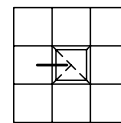
## Сечение стойки на переменный угол



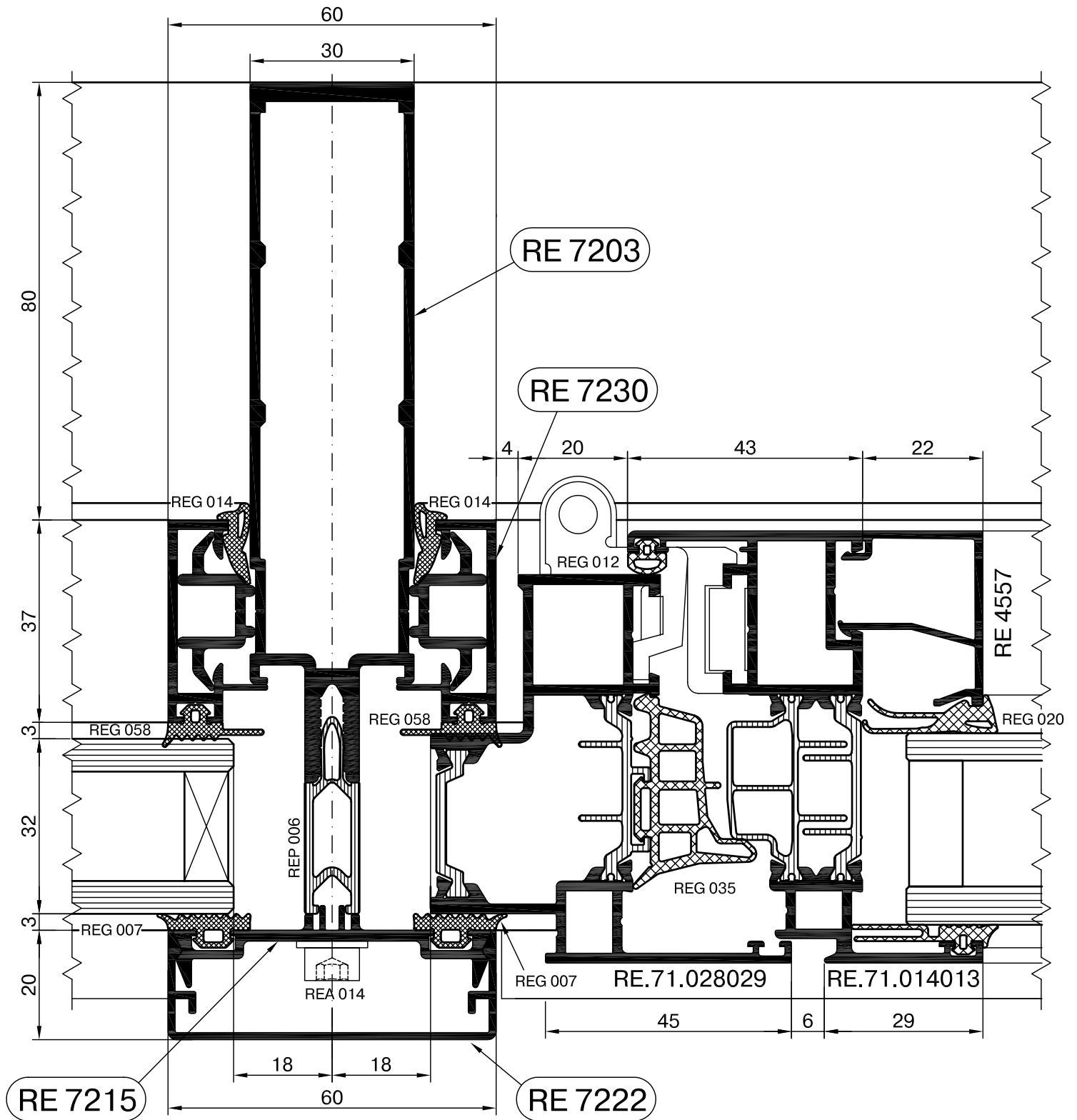
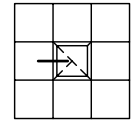
Сечение ригеля



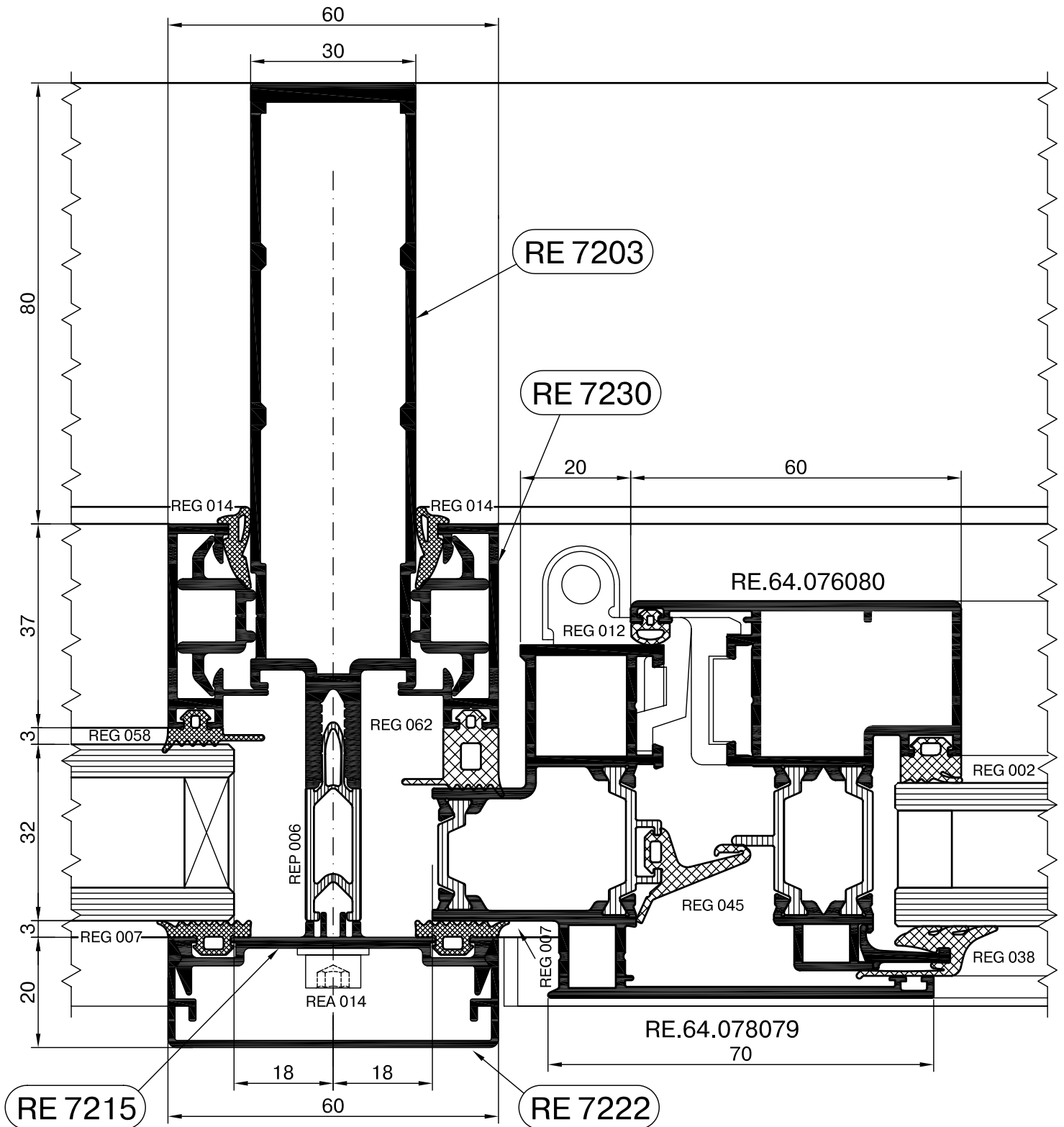
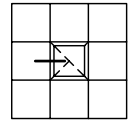
Сечение стойки со встраиваемым окном серии RW 64



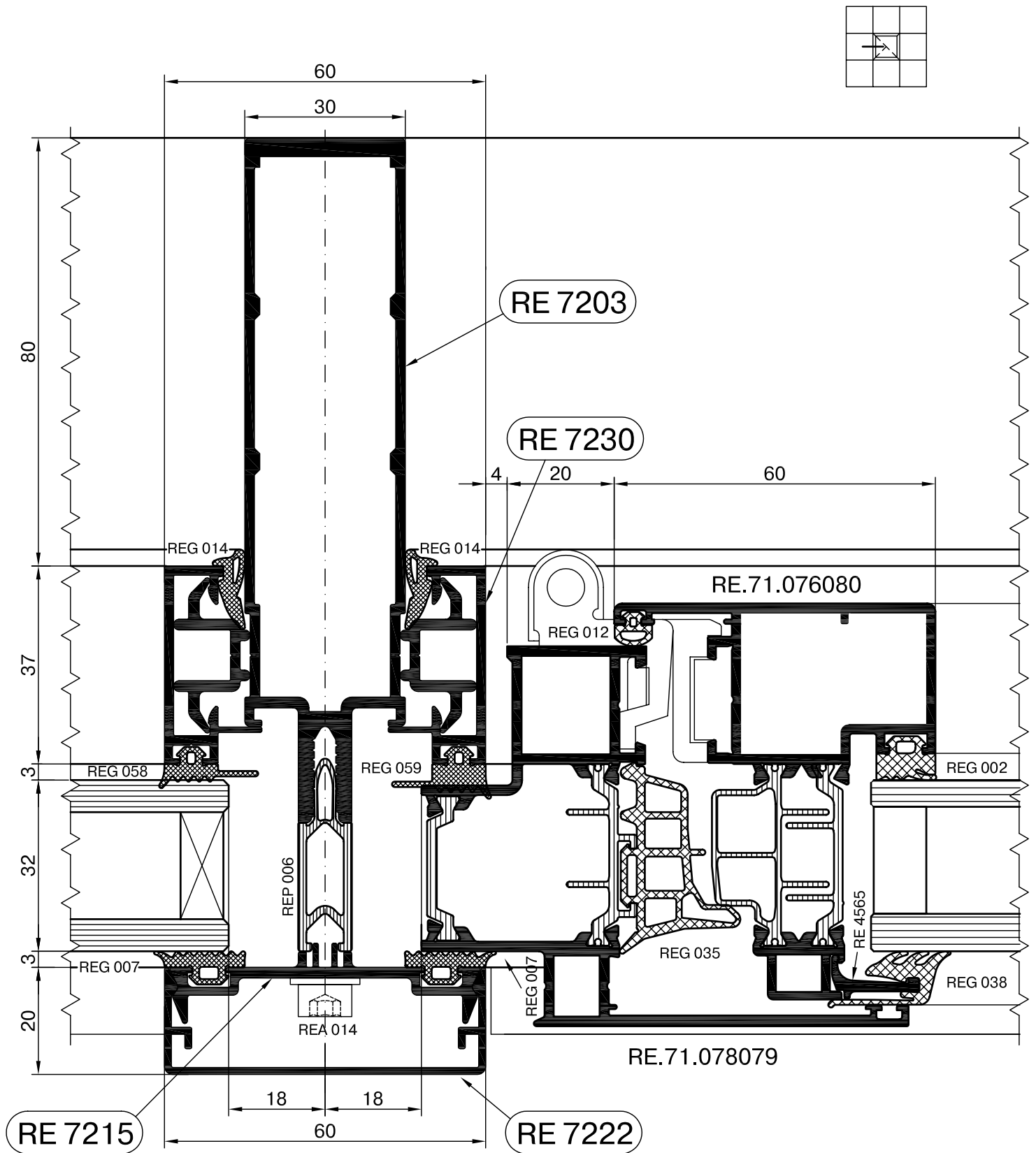
Сечение стойки со встраиваемым окном серии RW 71



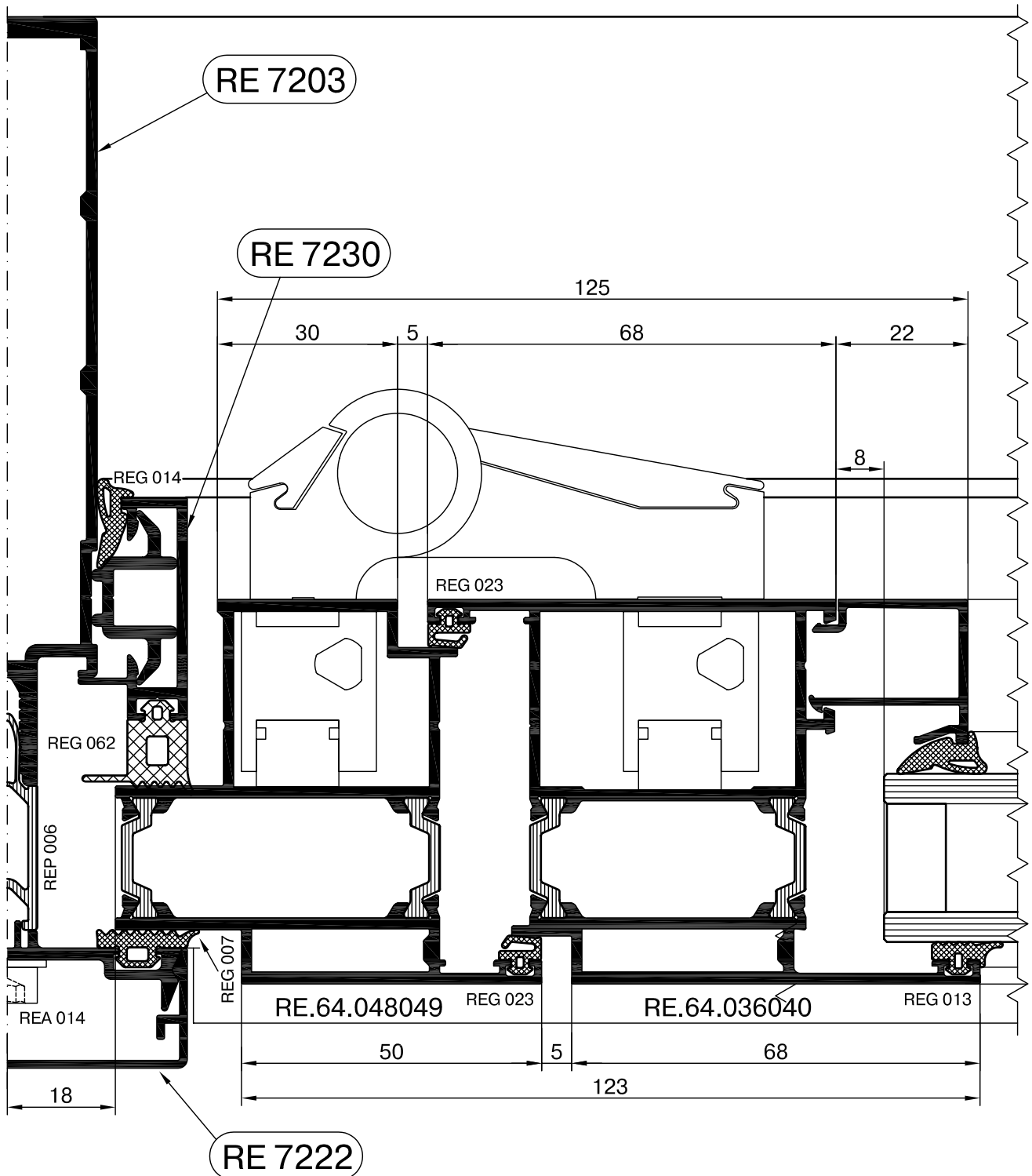
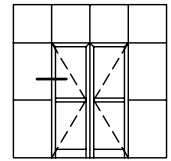
## Встраиваемое в фасад окно (серии RW 64) со скрытой створкой



Встраиваемое в фасад окно серии RW 71 со скрытой створкой

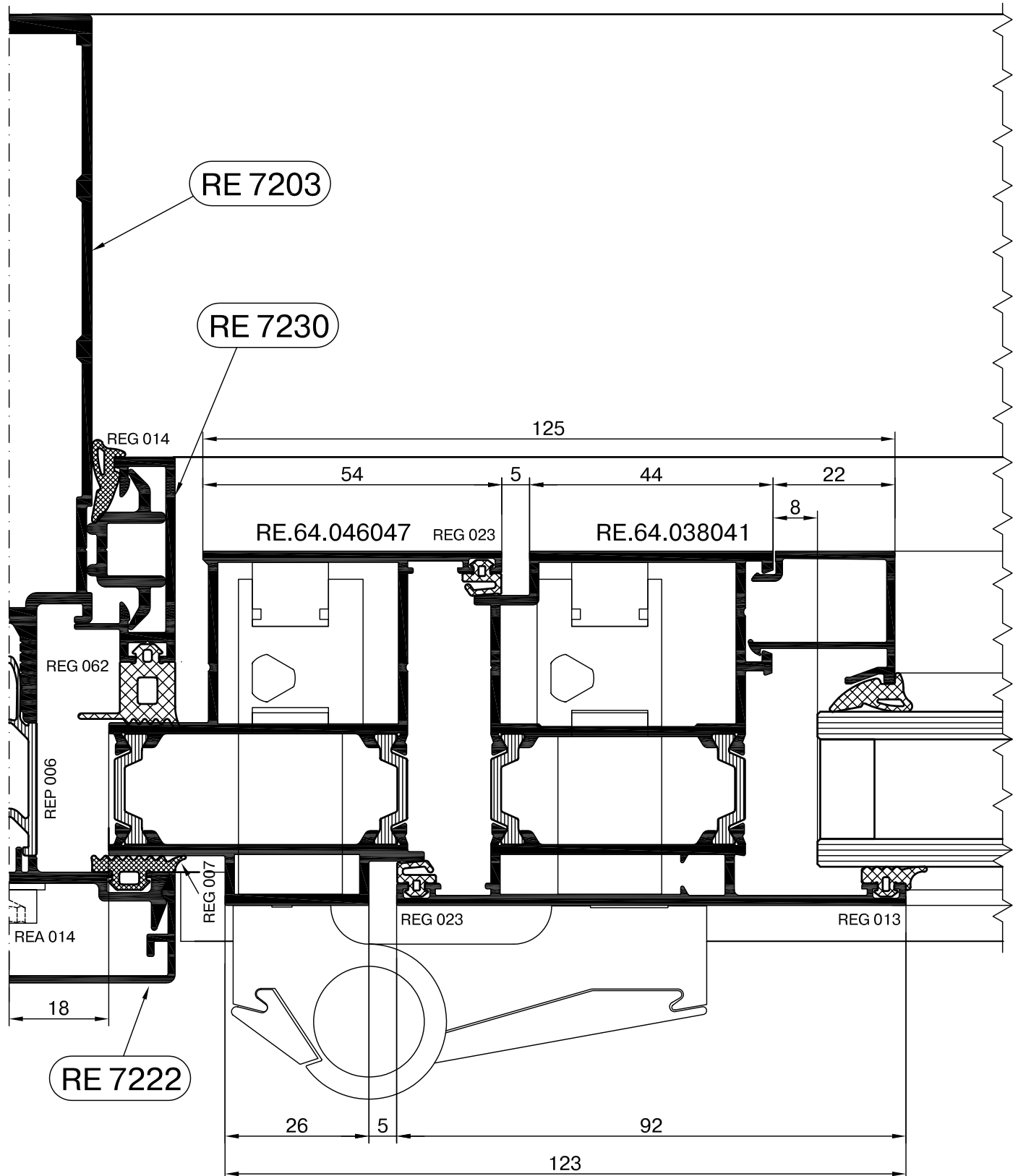
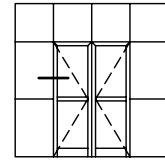


Встраиваемая в фасад, открывающаяся внутрь помещения дверь серии RW 64

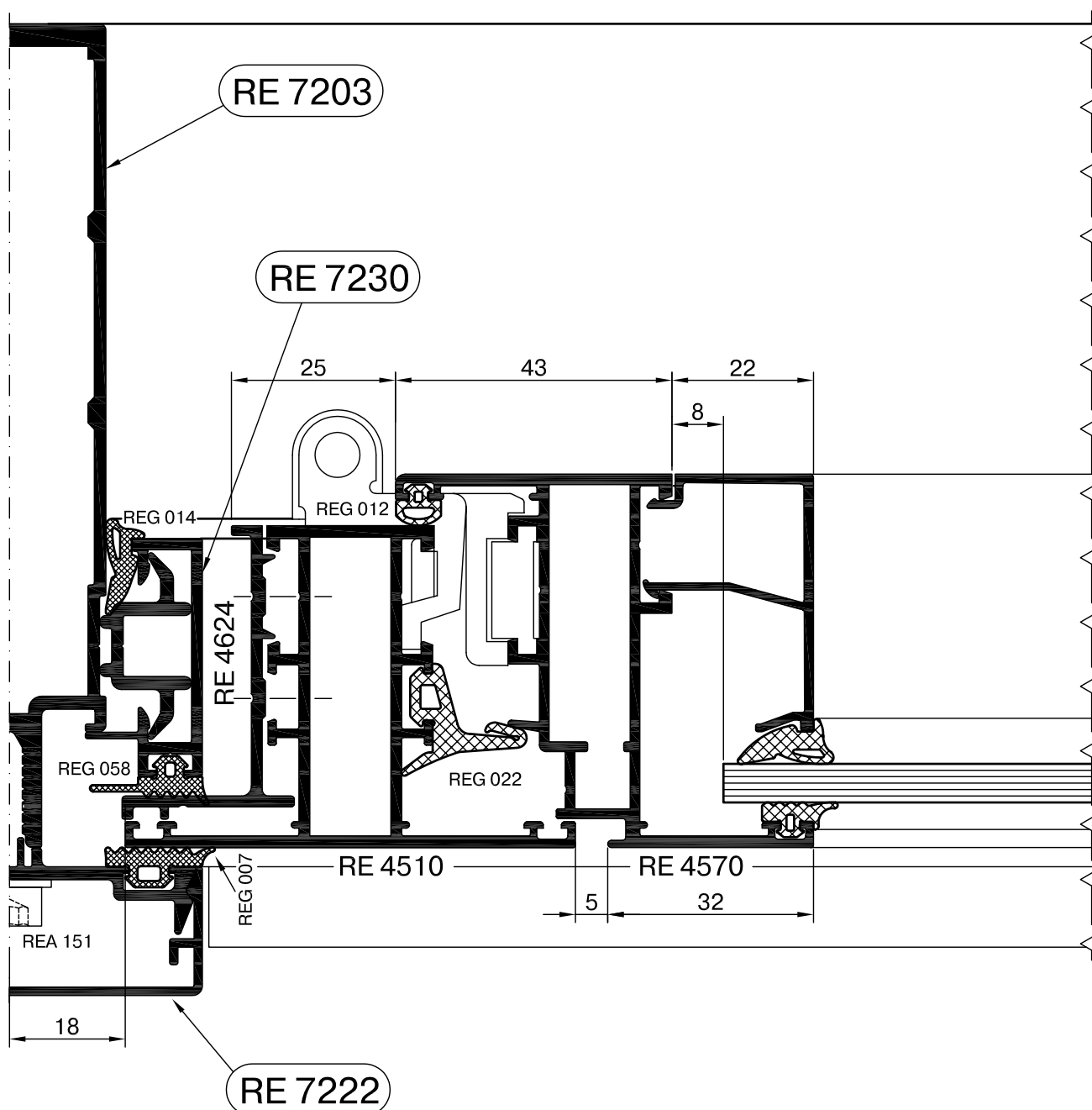
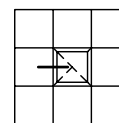




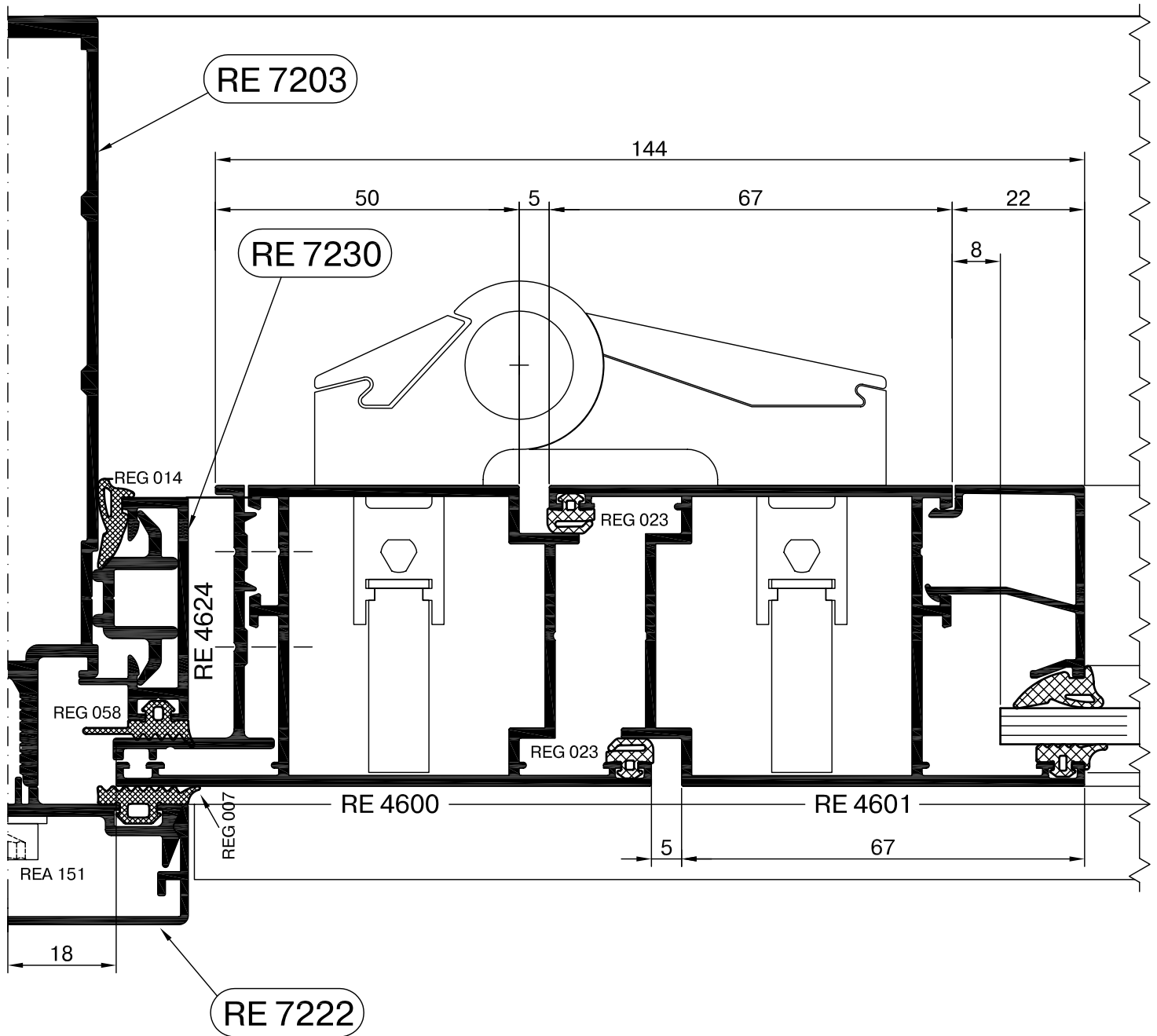
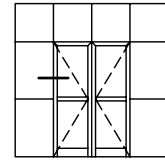
Встраиваемая в фасад, открывающаяся наружу дверь  
серии RW 64



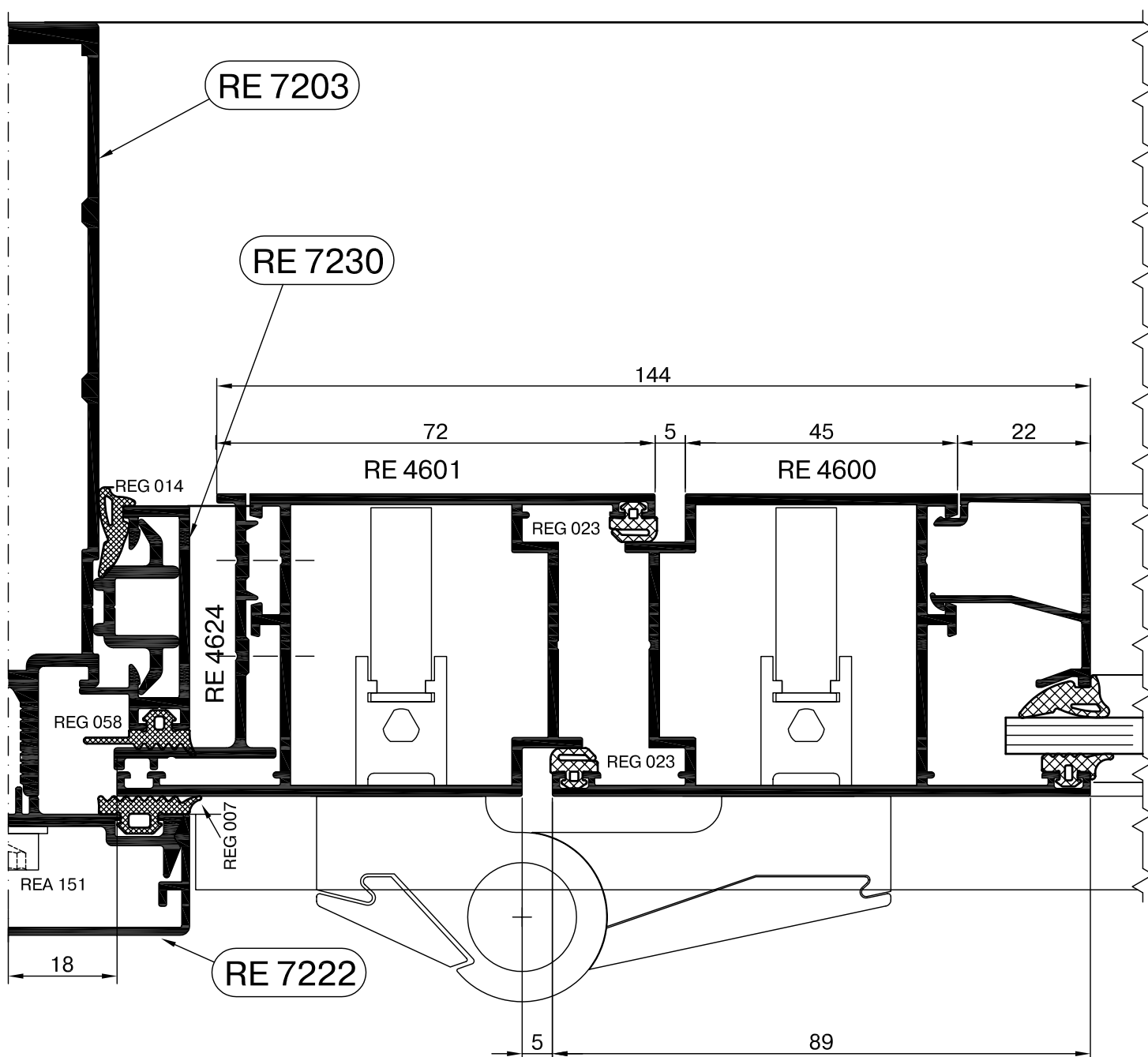
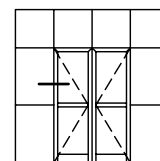
## Сечение стойки со встраиваемым окном серии RI 50



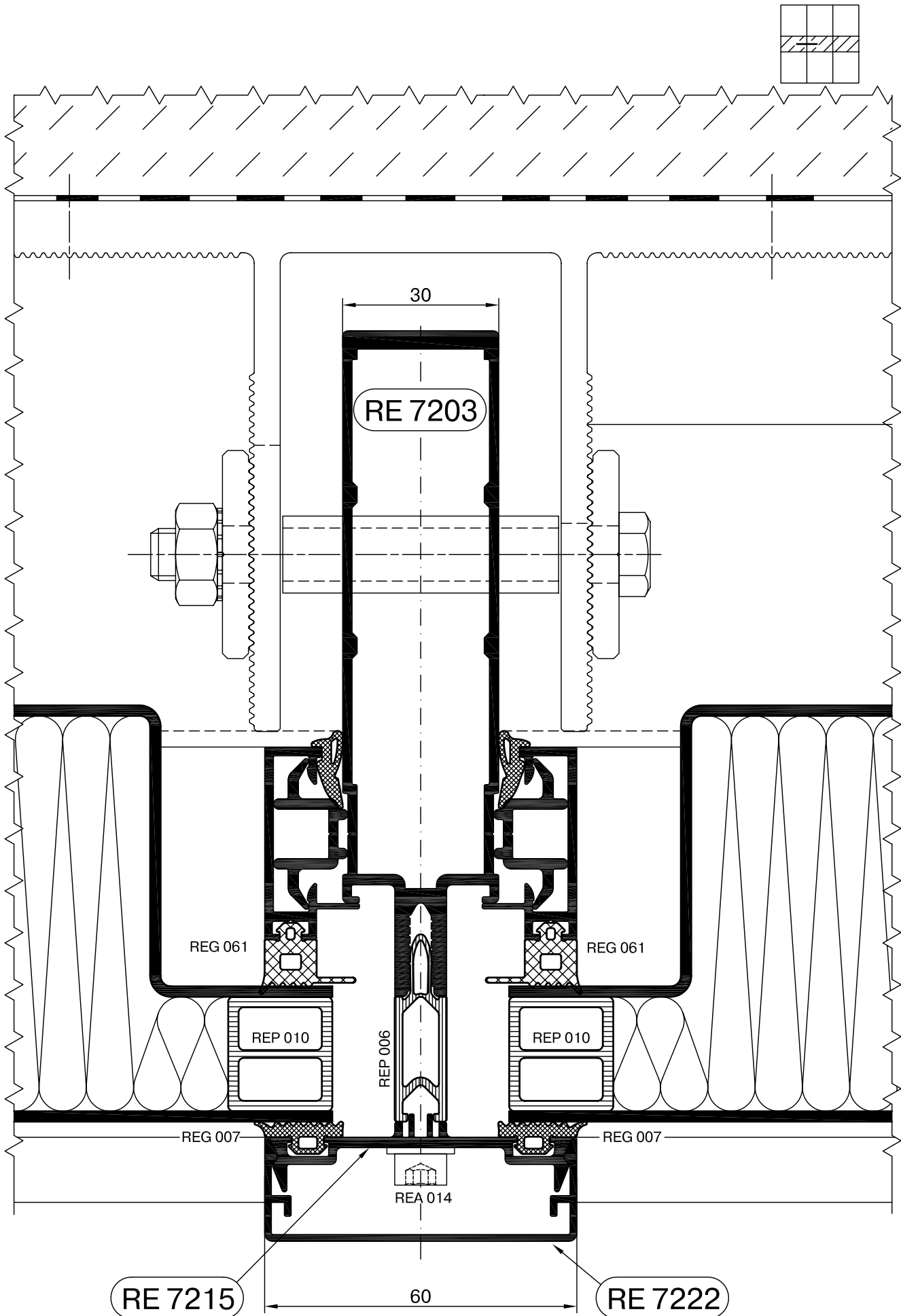
Встраиваемая в фасад, открывающаяся внутрь помещения дверь серии RI 50



Встраиваемая в фасад, открывающаяся наружу дверь  
серии RI 50

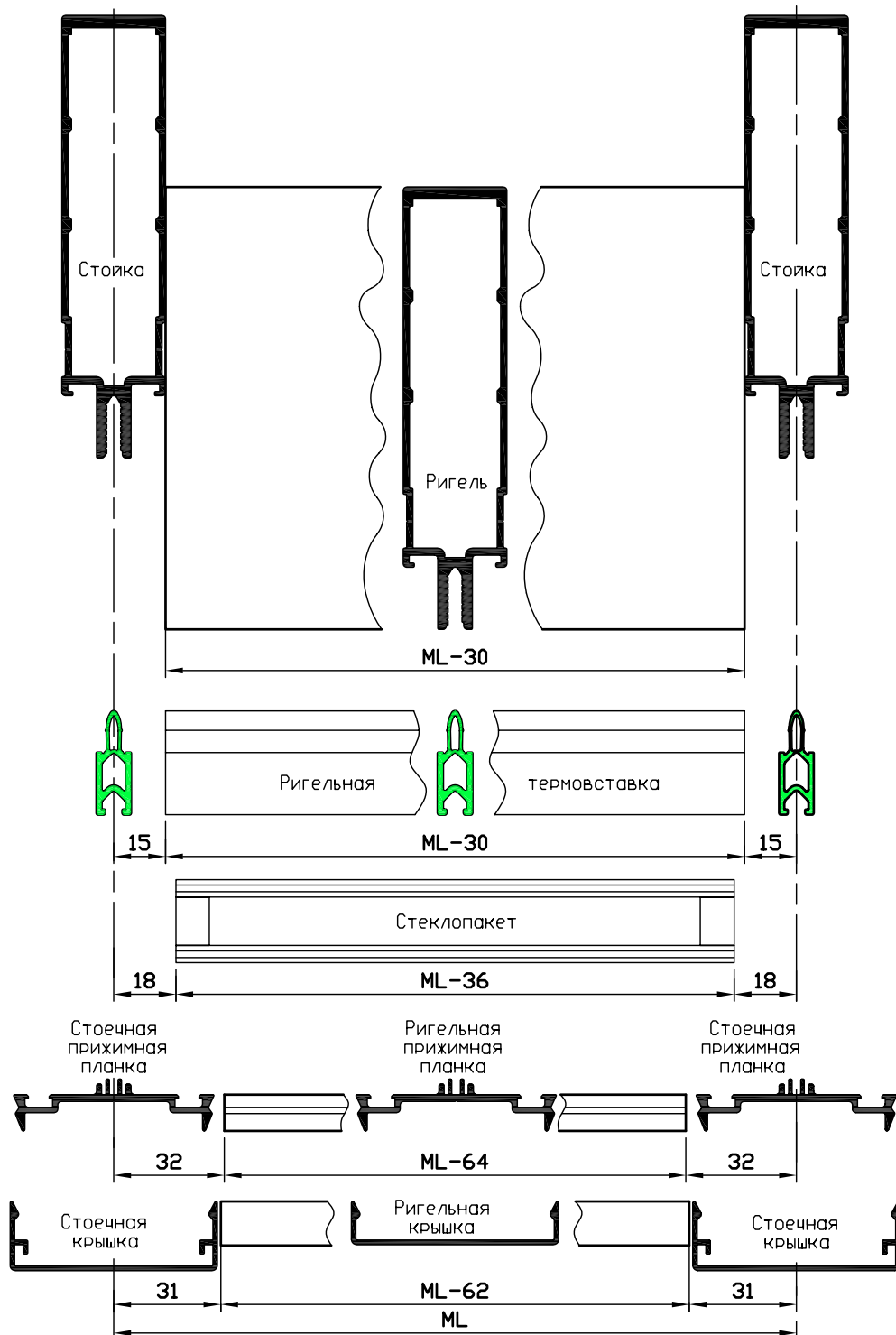
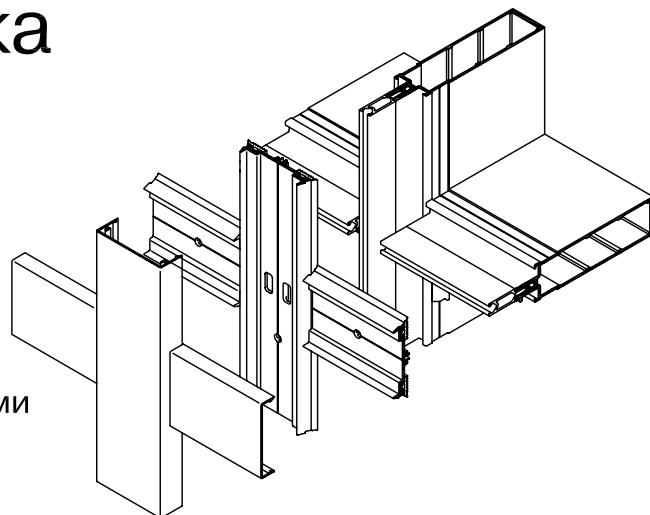


Сечение стойки в области межэтажного перекрытия

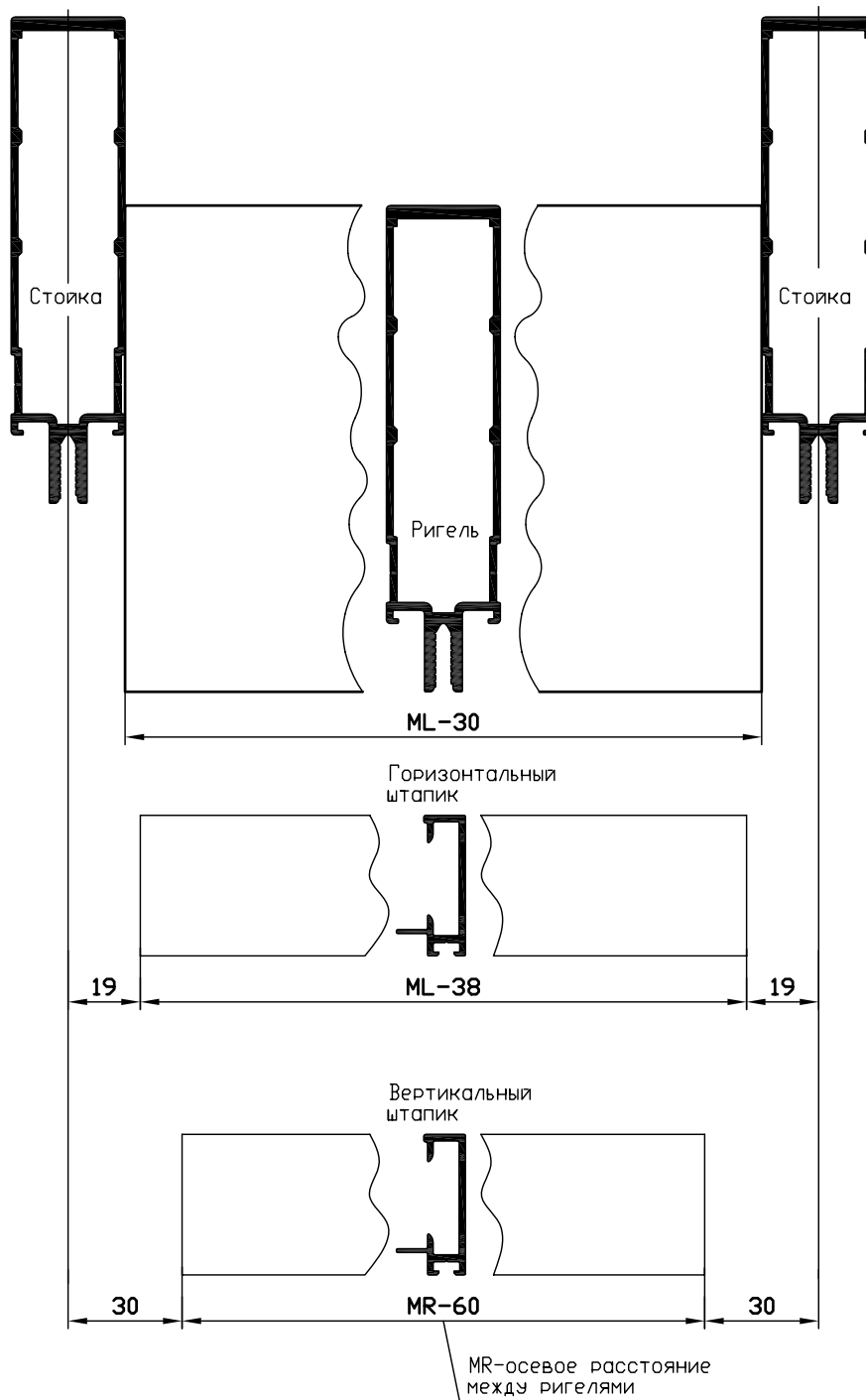
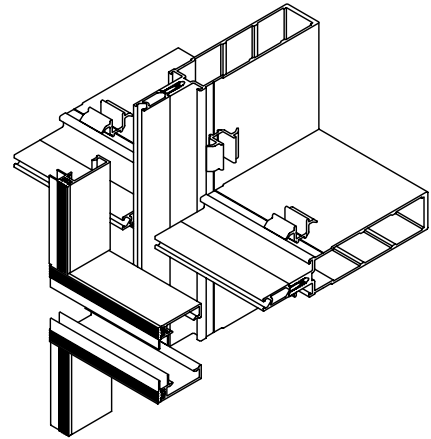


# Сборка и обработка конструкций

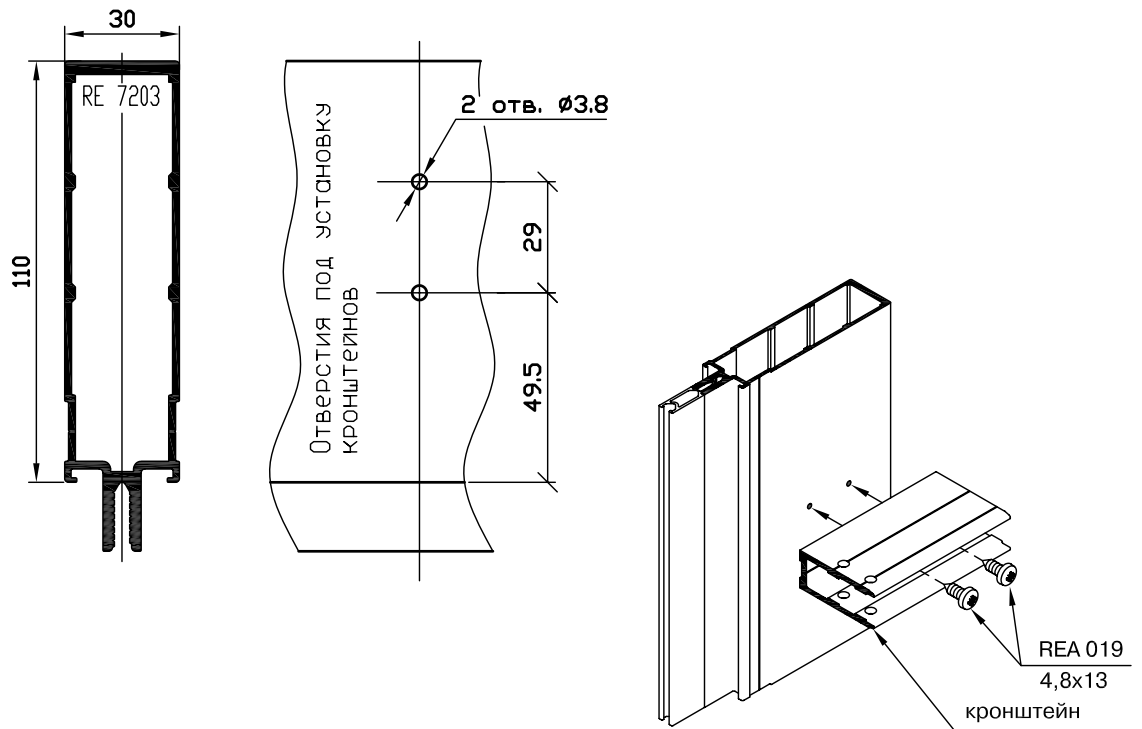
Длина ригелей, термовставок ригельных прижимных планок и крышек в зависимости от расстояния между стойками



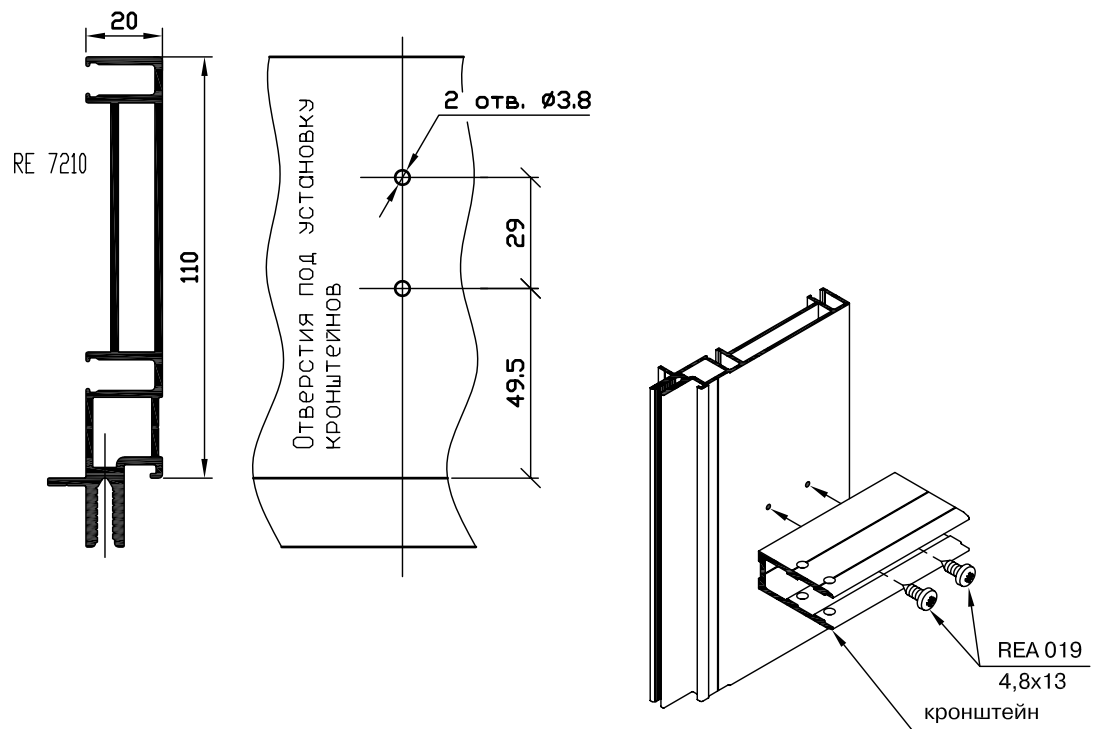
Длина штапиков горизонтальных и вертикальных  
в зависимости от расстояния между стойками и ригелями



## Обработка стойки под установку ригельного кронштейна

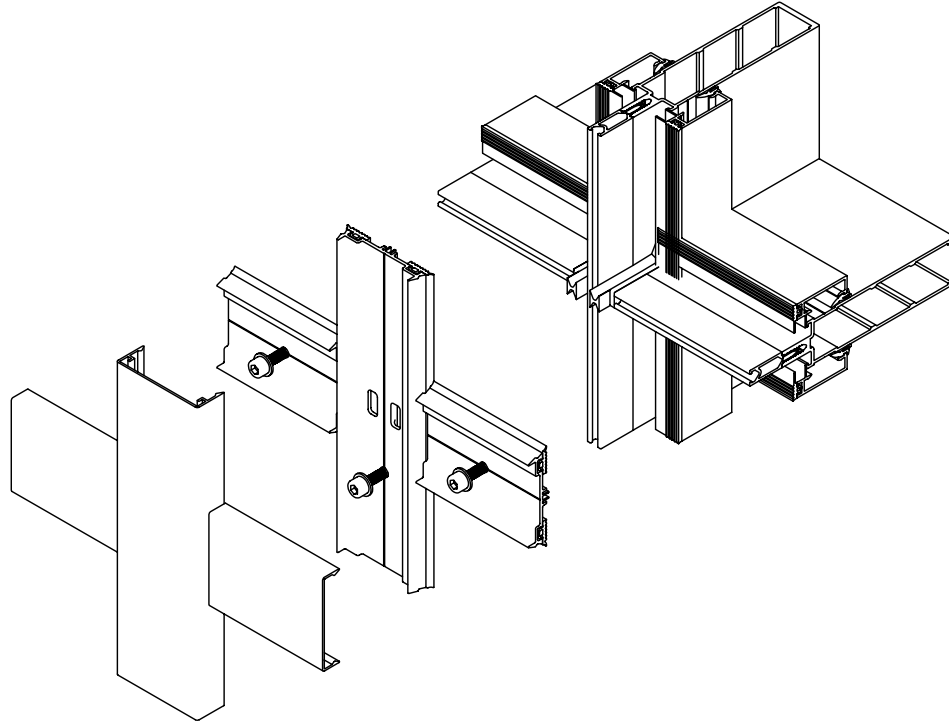


## Обработка монтажной стойки под установку ригельного кронштейна

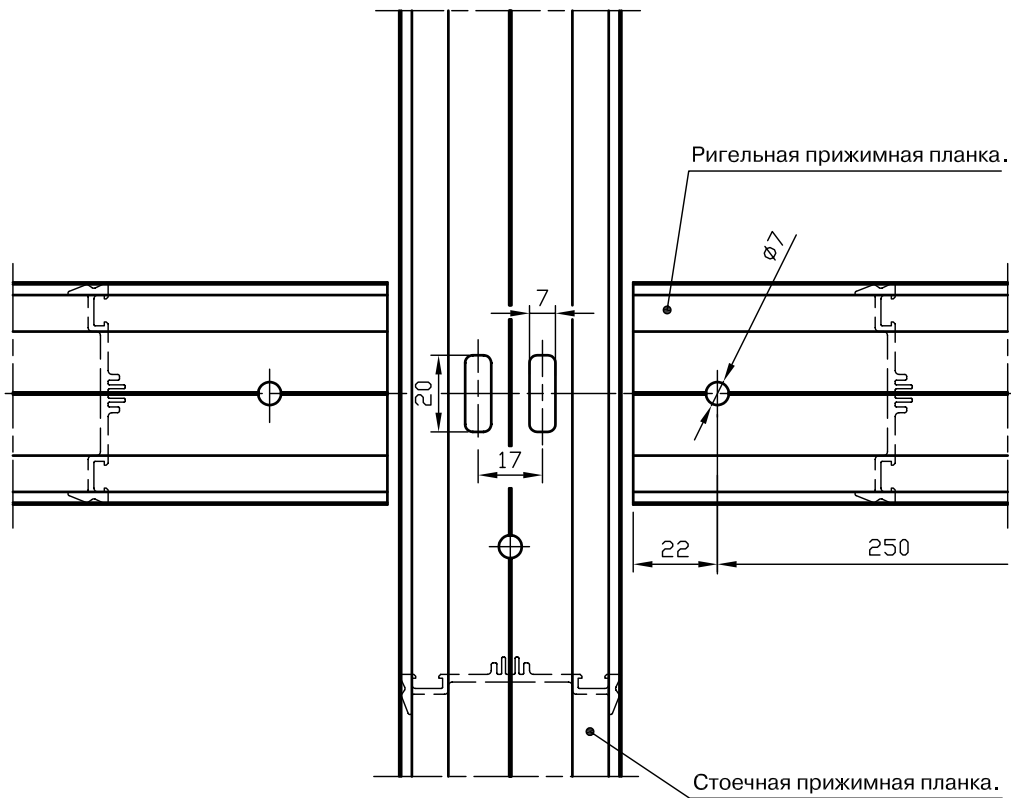




Установка прижимных планок и декоративных крышек.

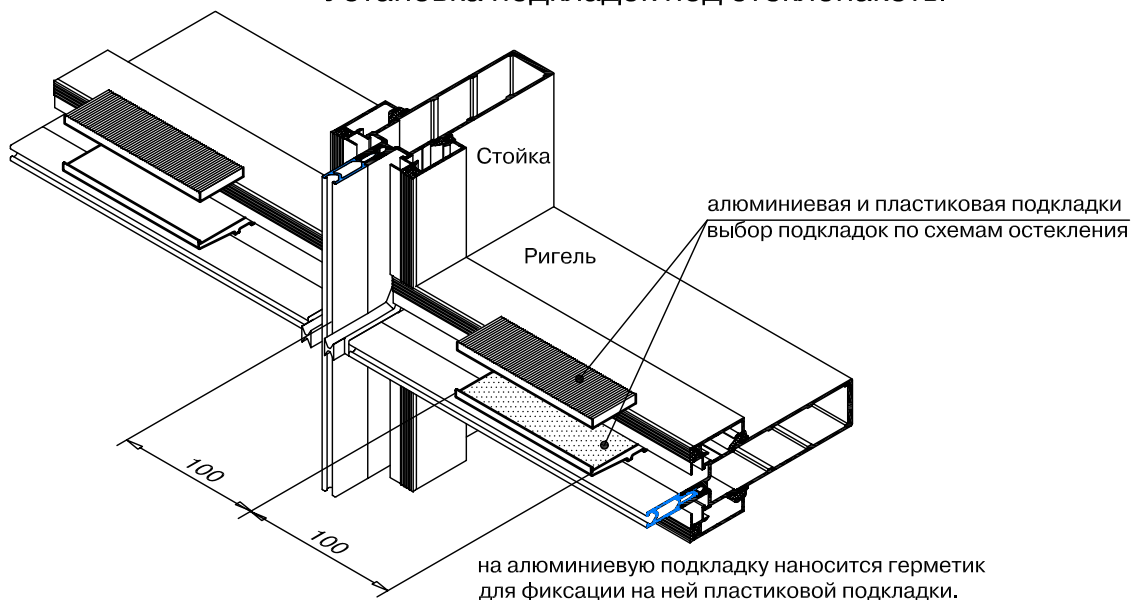


Обработка прижимных планок (профиль RE 7215).



## Установка заполнения (стеклопакетов, панелей)

### Установка подкладок под стеклопакеты





# Схемы остекления

## Остекление прямого фасада

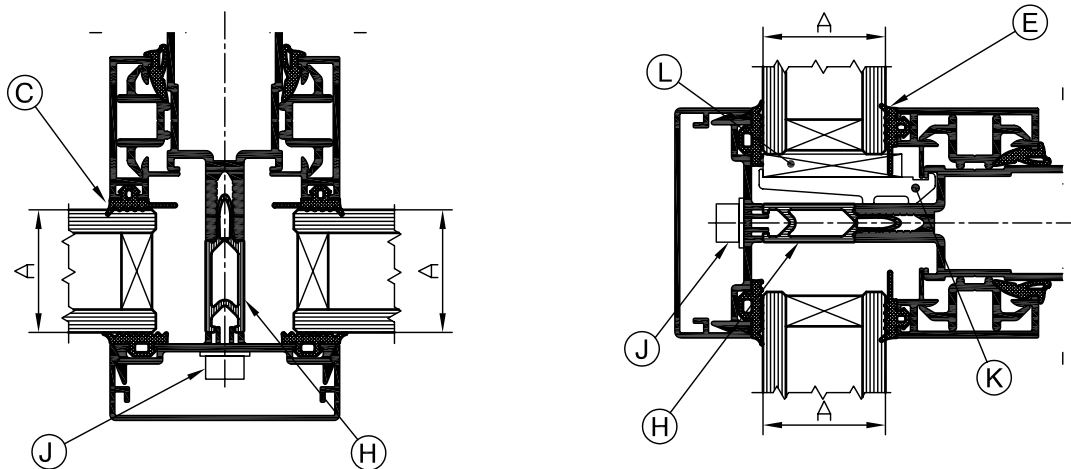


Таблица 1.

Толщина заполнения	Уплотнитель на стойке и ригеле	Термовставка	Прижимной винт	Подкладки под стеклопакет	
				Алюминиевая	Пластиковая
A, (мм.)	C	H	J	K	L
4	REG 060	нет	REA 151	REA 308	REA 463
6	REG 059				
8	REG 058				
22	REG 063	REP 006	REA 014	REA 310	REA 465
24	REG 062				
26	REG 061				
28	REG 060				
30	REG 059				
32	REG 058				

- Возможна установка 2-х заполнений различной толщины на одну стойку (ригель), при условии если эти заполнения находятся в одной группе (в пределах установки одного конкретного прижимного винта).



## Расчёты.

### Статические расчёты.

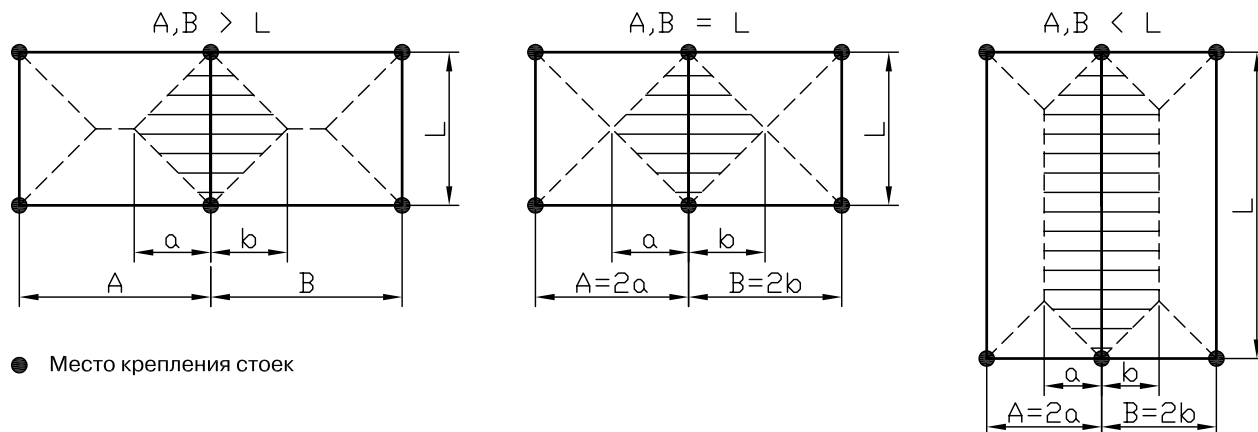
Методика расчёта основывается на данных, приведённых в СНиП 2.01.07-85 и СНиП 2.03.06-85. Данные, полученные в результате проведённых расчётов, должны быть проверены и утверждены специалистом по расчёту конструкций на стадии проектирования сооружения, т.к. приведённая методика является упрощённой и не может учесть все особенности реальной конструкции.

В данной методике приведены статические расчёты на прогиб ригелей и стоек под воздействием различных нагрузок. Основой для расчётов служат статические параметры профилей указанные в данном каталоге (см. разделы 3 и 7).

Элементы конструкции, закреплённые в проеме здания, как правило, не требуют расчёта. При этом расстояние между точками крепления не должно превышать 80 см.

### Расчёт параметров стоек и ригелей на прогиб под воздействием ветровой нагрузки.

Ветер воздействует на площадь поверхности стекла, при этом стекло закреплено в конструкции, следовательно, нагрузка передаётся на элементы конструкции. На рисунках показана область остекления, которая передаёт воздействующую на неё нагрузку на стойку.



Под воздействием ветровой нагрузки элементы конструкции изгибаются. Расчёт элементов фасада сводится к выбору стоек и ригелей с моментом инерции  $J_x$ , который удовлетворял бы условию:

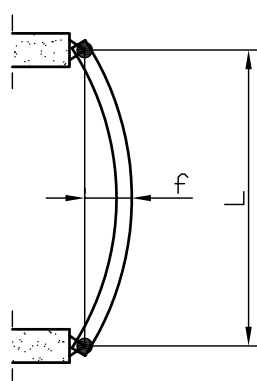
$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}}$$

$f_{\text{доп}}$  – максимально допустимый прогиб стойки или ригеля. Определяется по СНиП 2.03.06-85.

При заполнении одинарным стеклом -  $f_{\text{доп}} = L/200$ , при заполнения стеклопакетом -  $f_{\text{доп}} = L/300$

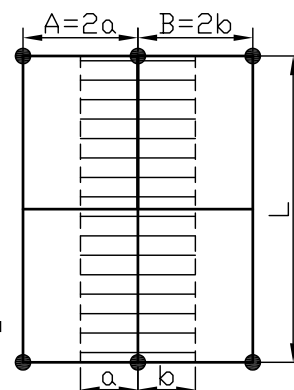
$f_{\text{факт}}$  – фактический прогиб элемента конструкции под воздействием равномерно распределённой нагрузки (см.рис.).

Учитывая, то что в фасадных конструкциях расстояние между точками крепления стоек к несущим конструкциям ( $L$ ), как правило больше чем расстояние между двумя соседними стойками ( $A, B$ ), то для расчёта используем всю прямоугольную площадь поверхности остекления (см. рис.)



$$D = a + b$$

Ширина расчётной площади, на которую действует ветровая нагрузка



## Выбор вертикальной стойки в зависимости от ветровой нагрузки.

Производим выбор стойки исходя из расчёта необходимого момента инерции -  $J_x$ .

$$J_x > \frac{5 \cdot q_{\text{расч}} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

Где:

- $q_{\text{расч}} = q \cdot y$  - расчётная нагрузка на единицу поверхности (кгс/м);  
 $y = 1,4$  - коэффициент надёжности по ветровой нагрузке (СНиП 2.01.07-85);
- $q = W_m \cdot D$  - интенсивность распределённой нагрузки (кгс/м);  
 $D$  - ширина расчётной площади на которую действует ветровая нагрузка (м);
- $W_m = W_0 \cdot k \cdot c$  - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки (кгс/м<sup>2</sup>);  
 $W_0$  - нормативное значение ветрового давления (кгс/м<sup>2</sup>) (см. таблицу 1);  
 $k$  - коэффициент учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. таблицу 2);  
 $c$  - аэродинамический коэффициент (п.6.6 СНиП 2.01.07-85);
- $L$  - расстояние между точками крепления стойки к несущим конструкциям (см);  
 $E = 7,1 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2$  - модуль упругости для алюминиевых сплавов;  
 $f_{\text{доп}}$  - максимально допустимый прогиб стойки (см);  
 $k_1$  - коэффициент корректировки учитывающий размеры стеклопакета (см. таблицу 3);  
 $k_2$  - коэффициент корректировки учитывающий прогиб по кромке стекла (см. таблицу 4); .

Таблица 1 (СНиП 2.01.07-85)

Ветровые районы (принимаются по карте 3, обязательного приложения к СНиП 2.01.07-85)	I <sub>a</sub>	I	II	III	IV	V	VI	VII
$W_0$ (кгс/м <sup>2</sup> )	17	23	30	38	48	60	73	85

Таблица 2 (СНиП 2.01.07-85)

Высота крепления элемента, м	Коэффициент К для различных типов местности		
	A	B	C
до 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25

В таблице 2:

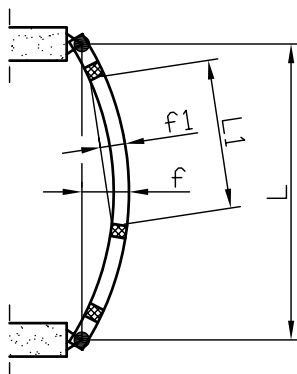
- A - открытые побережья морей, озёр и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра;  
 B - городские территории, лесные массивы и т.п.;  
 C - городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

В случае если остекление производится стеклопакетами высотой более 240 см., то момент инерции стойки необходимо умножить на повышающий коэффициент -  $k_1$ :

Таблица 3

Высота стеклопакета, см	250	260	270	280	290	300	325	350	375	400
Коэффициент корректировки - $k_1$	1,04	1,08	1,12	1,17	1,21	1,25	1,35	1,46	1,56	1,67

При определении момента инерции стойки необходимо учитывать, что при прогибе стойки ( $f$ ) под воздействием нагрузок, прогиб стекла ( $f_1$ ) не должен быть больше 8 мм.



На рисунке показан вариант, когда на стойку закреплённую с шагом -  $L$  устанавливаются несколько стеклопакетов.  $L1$  - размер стеклопакета.

Полученное значение момента инерции стойки -  $J_x$  необходимо умножить на коэффициент -  $K_2$  учитывающий прогиб по кромке стекла.

Таблица 4

L, см.	L1/L			
	1,0	0,75	0,66	0,5
250	1,04	1	1	1
300	1,24	1	1	1
350	1,45	1	1	1
400	1,66	1	1	1
450	1,87	1,05	1	1
500	2,08	1,17	1	1
550	2,29	1,28	1,01	1
600	2,49	1,4	1,11	1

## Пример расчёта стойки на ветровую нагрузку.

- Стойка закреплена в средней части здания на высоте 30 м.
- Расстояние между точками крепления стойки к перекрытиям здания - 3,3 м.
- Стойки в витраже расположены равномерно с шагом - 1,2 м.
- Максимальная высота стеклопакета устанавливаемого в витраж - 2,5 м.
- Здание расположено в городе Саратове.

В нашем случае допустимый прогиб стойки  $f_{доп} = 330 \text{ (см)}/300 = 1,1 \text{ см}$ .

Саратов расположен в III ветровом районе, ветровое давление для этого района -  $W_0 = 38 \text{ кгс/м}^2$

С учётом высоты здания и типа местности определяем коэффициенты -  $K = 1,1$  и  $C = 0,8$ .

Получаем  $W_m = 38 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 33,44 \text{ кгс/м}^2$ .

Интенсивность распределённой нагрузки равна -  $q = 33,44 \cdot 1,2 = 40,13 \text{ кгс/м} = 0,4013 \text{ кгс/см}$ .

Определяем расчетную нагрузку на единицу поверхности -  $q_{расч} = 0,4013 \cdot 1,4 = 0,562 \text{ кгс/см}$ .

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета -  $K_1 = 1,04$ .

Исходя из отношения высоты устанавливаемого стеклопакета к расстоянию между точками крепления стойки -  $L1/L = 250/330 = 0,76$ , по таблице 4 определяем коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла -  $K_2 = 1,0$ .

На основании полученных данных определяем минимальный момент инерции стойки -  $J_x$ .

$$J_x > \frac{5 \cdot q_{расч} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{доп}} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{5 \cdot 0,562 \cdot 330^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 1,1} \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 115,56 \text{ см}^4.$$

Выбираем стойку с моментом инерции  $J_x > 115,56 \text{ см}^4$ , в нашем случае это стойка - RE 6002, с моментом инерции  $J_x = 144,19 \text{ см}^4$ .

Расчет фактического прогиба данной стойки производим по формуле:

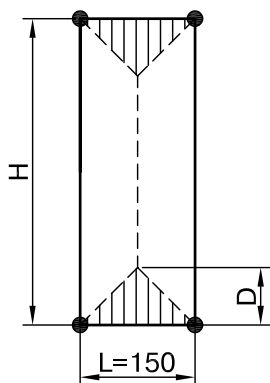
$$f_{факт} = \frac{5 \cdot q_{расч} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot J_x} = \frac{5 \cdot 0,562 \cdot 330^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 144,19} = 0,85 \text{ см}.$$

Соблюдается условие соотношения фактического прогиба стойки к допустимому прогибу -  $f_{факт} < f_{доп} = 0,85 \text{ см} < 1,1 \text{ см}$ .



## Пример расчёта ригеля на ветровую нагрузку.

Расчёт необходимого момента инерции ригеля  $J_x$  на воздействие ветровой нагрузки производим по формуле, которая использовалась для расчёта момента инерции стойки.



На рисунке показана схема установки ригеля в витраж  
 $L$  - расстояние между точками крепления ригеля к стойкам условно считаем, что это расстояние равно расстоянию между осями стоек.  
 $H$  - расстояние между ригелями.  
 $D$  - ширина расчетной площади, на которую действует ветровая нагрузка.

$$D = L / 2$$

Производим выбор стойки исходя из расчета необходимого момента инерции -  $J_x$

$$J_x > \frac{q_{\text{расч}} \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

- Ригель закреплен в соответствии со схемой приведённой на рисунке, в средней части здания на высоте 18 м.
- Стойки в витраже расположены равномерно с шагом 1,5 м.
- Здание расположено в городе Москве.

В нашем случае допустимый прогиб стойки  $f_{\text{доп}} = 150 \text{ (см)} / 300 = 0,5 \text{ см}$ .

Москва расположена в I ветровом районе, ветровое давление для этого района  $W_0 = 23 \text{ кгс/м}^2$ .

С учётом высоты здания и типа местности определяем коэффициенты:  $k = 0,85$  и  $c = 0,8$ .

Получаем  $W_m = 23 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 15,64 \text{ кгс/м}^2$ .

Интенсивность распределённой нагрузки равна  $q = W_m \cdot D$

Получаем  $q = 15,64 \cdot 1,5 / 2 = 11,73 \text{ кгс/м} = 0,1173 \text{ кгс/см}$ .

Определяем расчетную нагрузку на единицу поверхности  $q_{\text{расч}} = 0,1173 \cdot 1,4 = 0,164 \text{ кгс/см}$ .

Коэффициент корректировки, учитывающий размеры стеклопакета  $k_1 = 1,0$ .

Коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла  $k_2 = 1,0$ .

На основании полученных данных определяем минимальный момент инерции стойки  $J_x$ .

$$J_x > \frac{q_{\text{расч}} \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{0,164 \cdot 150^4}{120 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,5} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,95 \text{ см}^4.$$

Выбираем ригель с моментом инерции  $J_x > 1,95 \text{ см}^4$ , в нашем случае это ригель RE 6020, с моментом инерции  $J_x = 2,57 \text{ см}^4$ .

Расчет фактического прогиба данного ригеля производим по формуле:

$$f_{\text{факт}} = \frac{q_{\text{расч}} \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot J_x} = \frac{0,164 \cdot 150^4}{120 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 2,57} = 0,38 \text{ см}.$$

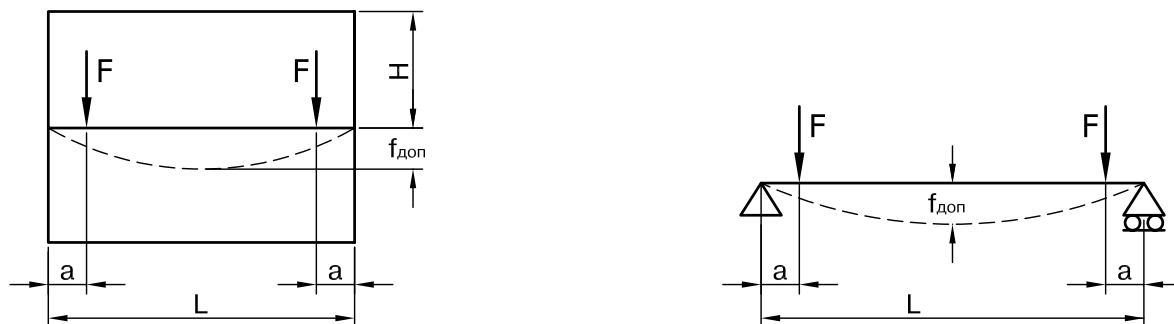
Соблюдается условие соотношения фактического прогиба ригеля к допустимому прогибу:

$$f_{\text{факт}} < f_{\text{доп}} = 0,38 \text{ см} < 0,5 \text{ см}.$$

## Расчёт параметров ригелей на воздействие нагрузки от веса стекла.

Помимо того, что ригели должны быть устойчивы к воздействию ветровых нагрузок, они должны выдерживать нагрузку от веса стекла и от собственного веса.

Нарисуем схему воздействия нагрузки от веса стекла на ригель.



Под воздействием нагрузки от веса стекла и собственного веса ригель изгибается. Расчёт сводится к выбору ригеля с моментом инерции  $J_y$ , который удовлетворял бы условию:

$$f_{\text{факт.}} < f_{\text{доп.}}$$

$f_{\text{доп}}$  – максимально допустимый прогиб ригеля. Определяется по СНиП 2.03.06-85.

При заполнении одинарным стеклом -  $f_{\text{доп}} = L/200$ , при заполнения стеклопакетом -  $f_{\text{доп}} = L/300$ . При этом допустимый прогиб не должен превышать 0,3 см.

$f_{\text{факт}}$  – фактический прогиб для однопролётной балки со свободными опорами и сосредоточенной нагрузкой (см.рис.).

Фактический прогиб ригеля под воздействием нагрузки от стекла вычисляем по формуле:

$$f_{\text{факт}} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot J_y}$$

Где:

$$F = H \cdot L \cdot S \cdot \gamma - \text{нагрузка на ригель от веса стекла}$$

- $L$  - расстояние между стойками (см);
- $H$  - расстояние между ригелями или высота стекла (см);
- $S$  - толщина стекла (в стеклопакете толщина стекол суммируется) (см);
- $\gamma = 0,0025 \text{ кгс/см}^2$  - плотность стекла (в стеклопакете толщина стекол суммируется) (см);
- $a$  - расстояние от оси стойки до оси установки подкладки под стекло (см), условно принимается -  $a = 15 \text{ см}$ ;
- $E = 7,1 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2$  - модуль упругости для алюминиевых сплавов;
- $f_{\text{факт}}$  - фактический прогиб ригеля (см);
- $J_y$  - момент инерции ригеля.

Момент инерции ригеля для нагрузки от веса стекла определяем по формуле:

$$J_{y1} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}}$$

Момент инерции ригеля для нагрузки от собственного веса определяем по формуле:

$$J_{y2} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot (L/300)}$$

Где:

- $q = A \cdot \rho$  - вес ригеля (кгс/см);
- $A$  - площадь поперечного сечения ригельного профиля (см<sup>2</sup>);
- $\rho = 0,00271 \text{ (кг/см}^3)$  - плотность алюминия

Суммарный момент инерции ригеля определяется, как сумма двух моментов.

$$J_v = J_{y1} + J_{y2}$$

## Пример расчёта ригеля на нагрузку от веса стекла.

Произведём расчёт ригеля исходя из условий описанных на стр. 11.4 (пример расчёта ригеля на ветровую нагрузку):

- расстояние между стойками (условно принимаем как ширину стекла) –  $L = 150$  см;
- расстояние между ригелями (условно принимаем как высоту стекла) –  $H = 170$  см;
- в качестве заполнения используется стеклопакет с формулой 6-12-6 мм.

Определяем вес стекла (стеклопакета):

$$F = H \cdot L \cdot S \cdot \gamma = 170 \cdot 150 \cdot 1,2 \cdot 0,0025 = 76,5 \text{ (кгс)}$$

Допустимый прогиб ригеля -  $f_{\text{доп}}$  не должен превышать 0,3 см.

Расчёт необходимого момента инерции ригеля  $J_y$  на воздействие нагрузки от веса стекла и собственного веса определяем как сумму двух моментов инерции:

$$J_y = J_{y1} + J_{y2}$$

Минимально допустимый момент инерции ригеля для нагрузки от веса стекла, при  $a = 15$  см:

$$J_{y1} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot f_{\text{доп}}} = \frac{76,5 \cdot 15 \cdot (3 \cdot 150^2 - 4 \cdot 15^2)}{48 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,3} = 7,48 \text{ см}^4$$

Выбираем ригель с большим моментом инерции, в нашем случае это ригель - RE 6020. Вес ригеля RE 6020 равен:

$$q = A \cdot \rho = 3,8 \cdot 0,00271 = 0,0103 \text{ (кгс/см)}$$

Момент инерции ригеля для нагрузки от собственного веса определяем по формуле:

$$J_{y2} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot (L/300)} = \frac{5 \cdot 0,0103 \cdot 150^4}{384 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 0,5} = 0,2 \text{ см}^4$$

Суммарный момент инерции ригеля определяем, как сумму двух моментов инерции:

$$J_y = J_{y1} + J_{y2} = 7,48 + 0,2 = 7,68 \text{ см}^4$$

Ригель - RE 6020 имеет момент инерции  $J_y = 8,21 \text{ см}^4$

Проверим выбранный ригель на прогиб под воздействием нагрузки от стекла:

$$f_{\text{факт}} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot J_y} = \frac{76,5 \cdot 15 \cdot (3 \cdot 150^2 - 4 \cdot 15^2)}{48 \cdot 7,1 \cdot 10^5 \cdot 8,21} = 0,27 \text{ см}$$

$$f_{\text{факт}} < f_{\text{доп}} = 0,27 \text{ см} < 0,3 \text{ см.}$$

Условие выполняется, следовательно, ригель выбран правильно.