

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАВЕСНОЙ
ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ
«ТЕРМОМАКС» V-10 С ОБЛИЦОВКОЙ
КЕРАМОГРАНИТНЫМИ, ФИБРОЦЕМЕНТНЫМИ
И АСБОЦЕМЕНТНЫМИ ПЛИТАМИ.**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Для получения экспертизы для получения экспертного заключения ООО «Строй Групп» были представлены следующие документы:

1. ООО «Строй Групп» Альбом технических решений. Часть 1. Навесная фасадная система с воздушным зазором «ТЕРМОМАКС» V-10 (облицовка керамогранитными плитами, фиброцементными и асбоцементными плитами). Москва 2011.

2. ООО «Технополис». Расчёт на прочность элементов конструкции навесной фасадной системы с воздушным зазором «ТЕРМОМАКС» V-10 (с облицовкой фиброцементными плитами с базовой и упрощённой несущими конструкциями). МОСКВА 2011.

3. ООО «Технополис». Расчёт на прочность элементов конструкции навесной фасадной системы с воздушным зазором «ТЕРМОМАКС» V-10 (с облицовкой керамогранитными плитами с облегчённой несущей конструкцией). МОСКВА 2011.

4. ООО «Технополис». Протокол лабораторных испытаний направляющей (профиль ПТ 40×60) НФС «Termomax» V-10 поперечной нагрузкой № 002 от 31 января 2012 г. Москва 2012 г.

5. ООО «Технополис». Протокол лабораторных испытаний направляющей (профиль ПТ 80×60) НФС «Termomax» V-10 поперечной нагрузкой № 002 от 31 января 2012 г. Москва 2011 г.

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.

Каркас фасадной системы «Termomax» V-10, изготовленный из алюминиевых сплавов предназначен для крепления наружной облицовки зданий и сооружений в виде плит из керамогранита, фиброцементных и асбоцементных плит. Конструкции каркаса системы изготавливают из алюминиевых сплавов, что позволяет эксплуатировать систему в условиях

расчётных температур окружающей среды от $+40^{\circ}\text{C}$ до -60°C . Монтаж системы «Termotax» V-10 ведётся методом поэлементной сборки с закреплением через кронштейны на несущие и самонесущие стены зданий. Стены могут быть возведены из самых разнообразных материалов: бетона тяжёлого и лёгкого, стеновых блоков, кирпича полнотелого и щелевого и тому подобного при условии, что объёмный вес материала стена должен быть более $600 \text{ кгс}/\text{м}^3$.

В состав несущего каркаса системы «Termotax» V 10 входят следующие основные элементы: кронштейны тавровой формы несущие и стыковочные (KC10 и KC10); кронштейны уголковой формы несущие и опорные (KH10 и KO17); удлинители консоли кронштейна (УК10, УФ10 и Ф10); вертикальные направляющие с тавровой формой сечения (НВ10); горизонтальные направляющие (из профиля $25\times20\times75\times20\times25\times2$) и кляммерные пластины. В состав несущих элементов входят также вкладыши (ВК10) из алюминиевого сплава и опора (О10) из полиэтилена или полиамида.

Фасадная система «Termotax» V-10 является облегчённым и упрощённым вариантом системы «Termotax» V. Основным элементом крепления рассматриваемой системы являются кронштейны, изготавливаемые из прессованных неравнополочных уголков. Для изготовления кронштейнов использованы три типа профилей 60×50 , 60×75 и 60×110 мм. Полки шириной 60 мм имеют толщину от 6 до 2 мм и в кронштейнах выполняют роль пяток кронштейнов. Полки шириной от 50 до 110 мм имеют толщину 3 мм. Эти полки выполняют в кронштейнах роль консолей.

Несущий кронштейн системы имеет высоту 140 мм. В пяте кронштейна образованы два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты. На консоли отверстия под болт M8 для крепления удлинителей кронштейна. Удлинители кронштейна представляют собой две пластины переменной толщины, охватывающие консоль кронштейна с двух сторон. В середине пролёта пластин имеются выступы с нанесёнными на них вертикальными насечками, которые обеспечивают зазор между пластинами равный 3 мм.

В зазор вставляют вертикальные направляющие таврового сечения и крепят к удлинителем двумя или четырьмя вытяжными заклёпками A2/A2 и A1/A2.

Стыковочный кронштейн так же имеет высоту 140 мм, на этом кронштейне стыкуется направляющая, верхним концом закрепляемая для передачи вертикальных и горизонтальных сил, верхним для передачи только горизонтальных.

Опорные кронштейны имеют высоту 60 мм, удлинители крепятся к ним одной вытяжной заклёпкой.

Удлинители консоли кронштейна имеют длину 120 и 145 мм. Удлинители высотой 40 мм применяют для опорных кронштейнов, а удлинители высотой 120 мм для несущих кронштейнов.

В системе «Termomax» V-10 предусмотрено применение трёх типов вертикальных направляющих ПТ 40×60, ПТ 80×60 и ПТ 100×600. Высота стенки всех профилей одинакова и равна 60 мм. В верхней части стенка имеет высоту толщину 2 мм, нижняя часть стенки на высоте 26 мм имеет толщину 3 мм. Верхняя поверхность полки у всех профилей имеет полукруглые продольные насечки высотой 0,3 мм. Толщина полок составляет 2,3 мм. Справочные геометрические параметры тавровых профилей 40×60 и 80×60 приведены в таблице 1. Справочные величины посчитаны с учётом местной потери устойчивости части полки профиля при её общей ширине более 48 мм.

Таблица 1.

Тип профиля	Сжатый элемент	A см ²	I_x см ⁴	W_x^{\min} см ³	W_x^{\max} см ³	I_y см ⁴	W_y см ³
40×60	стенка	2,15	9,312	2,399	4,395	1,073	0,5336
	полка						
40×80	стенка	2,96	11,84	2,696	7,372	8.54	2,135
	полка						

Монтаж облицовки панелями из фибропементных плит ведётся снизу вверх. При этом рекомендуется для плит автоклавной сушки осуществлять крепление каждой плиты к полкам направляющих вытяжными заклёпками А2/A2 5×14, установленными в плите через втулки с зазором. Из общего числа заклёпок, необходимых для крепления плиты к направляющим, две заклёпки устанавливают неподвижно без втулок. Для фибропементных плит атмосферной сушки только две заклёпки устанавливают подвижно, через втулки, все остальные заклёпки устанавливают неподвижно.

Монтаж керамогранитных плит ведётся снизу вверх. Для крепления керамогранитных в системе используют кляммерные пластины, которые с помощью пазов надеваются на полку таврового профиля 40×60, при использовании других профилей (80×60 и 100×60) кляммеры крепят непосредственно к полке. Для крепления керамогранитных плит в системе используют два типа кляммеров: рядовые и концевые.

3. МАТЕРИАЛ КАРКАСА ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ.

Профили для фасадной системы «Termomax» V 10 изготовлены с применением алюминиевых сплавов АД 31Т1, 6063 Т6 и Т66 и 6060 Т6 и Т66. Кляммеры для крепления керамогранитных плит изготовлены из тонколистовой коррозионностойкой стали марки 12Х18Н10Т или 08Х18Р10Т по ГОСТ5582-75 или из стали 12Х15Г9НД по ТУ РМО-006/05. Расчётные характеристики сплавов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Марка сплава,	Толщина проката, мм	Значения гарантированные ГОСТ		Расчётные сопротивления		
		σ_u МПа (кгс/мм ²)	$\sigma_{0,2}$ МПа (кгс/мм ²)	R МПа (кгс/мм ²)	R_s МПа (кгс/мм ²)	R_{bp} МПа (кгс/мм ²)
АД31 Т1	До 10 включ.	196,0	147,0	125	75	180
AlMgSi6060 T6	До 3 включ. Св.3 до 25 вкл.	190,0 170,0	150,0 140,0	120 105	72 64	175 150
AlMgSi6060 T66	До 3 включ. Св.3 до 25 вкл.	215,0 195,0	160,0 150,0	135 120	80 72	190 175
AlMg0,7Si6063 T6	До 10 включ.	215,0	170,0	135	80	190
AlMg0,7Si6063 T66	До 6 включ.	245,0	200,0	154	92	240
12Х18Н10Т	До 3,9 включ.	530	205	195	110	690
08Х18Н10Т	До 3,9 включ.	530	205	195	110	690
12Х15Г9НД	До 3,9 включ.	580	280	265	150	760

Для соединения элементов каркаса используются вытяжные заклёпки по ISO 15983 диаметром 4,0 и 5,0 (6,0) мм со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали A2/A2 в соответствии с ISO 3506-1 и заклёпки с корпусом из алюминиевого сплава и стержнем из коррозионностойкой стали AlA/A2 Несущая способность заклёпок на срез и растяжение приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Диаметр заклёпки, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр бортика, мм	Диаметр отверстия под заклёпку, мм	Нормативные усилия		Расчётные усилия	
				срез N_z^s , Н	растяжение N_z^y , Н	срез N_{zn}^s , Н	растяжение N_{zn}^y , Н
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус сталь коррозионностойкая А2/ стержень сталь коррозионностойкая А2							
4,0	2,2	8,4	4,1	2700	3500	2160	2800
5,0	2,75	9,5 (14)	5,1	4700	5800	3760	4640
Корпус из алюминиевого сплава/ стержень сталь коррозионностойкая А2							
6,0	3,4	12,6	6,1	3200	4600	2500	3700
5,0	2,95	10,5	5,1	2150	3100	1700	2500

4 ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ «TERMOMAX»V 10.

Для обоснования области применения фасадной системы, был проведён расчёт навесной фасадной системы прямоугольного в плане здания высотой до 150 метров. Материал конструкций алюминиевый сплав АД31 Т1.

В расчёте, приведённом в методике, заложены следующие исходные положения:

- 1.Размер плиты облицовки $600 \times 600 \times 8$ мм;
- 2.Вертикальный и горизонтальный зазоры между плитами облицовки – 6,0 мм;
3. Основные направляющие 40×60 и 80×60 ;
4. Шаг направляющих 600 мм.;
- 5.Длина отправочной марки направляющей равна 3000 мм. Зазор в стыке направляющих по вертикали 10 мм.
- 6.Кронштейн несущий КН10.02-110 высотой 140 мм.
- 7.Удлинитель консоли кронштейна УК10.01-120-145.

Собственный вес облицовки в виде керамогранитных плит и вес каркаса приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кг/м ² при шаге направляющих в мм		γ_c	Расчётная нагрузка кг/м ² при шаге направляющих в мм	
	600	800		600	800
Керамогранитная плита $t=8$ мм	20,0		1,1	22,0	
Верт. направляющая 40×60	2,83	2,12	1,05	2,97	2,23
Верт. направляющая 40×80	3,83	3,87	1,05	4,02	4,06
Погонная постоянная нагрузка на направляющую: 40×60	22,8	22,1		25,0	24,2
40×80	23,8	23,9		26,0	26,1

Расчёт конструкций фасадной системы «Termomax»V 10 проводился в соответствии с указаниями и требованиями следующих глав Свода Правил:

-СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

-СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*..

-СП 35.13330.2011. Алюминиевые конструкции.. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85.

Горизонтальные нагрузки, действующие на систему «Termotax»V 10 определены для пиковых ветровых нагрузок для зданий высотой до 150 метров. для всех ветровых районов, для местности типа В. В расчёте учитывались как статическая, так и динамическая (пульсационная) составляющие ветровой нагрузки. Значения ветровой нагрузки принималась для условий местности типа В.

Наиболее напряжённым сечением кронштейна при воздействии максимальной ветровой нагрузки являются сечения в месте перехода в плане от консоли к пяте кронштейна и в пяте кронштейна в месте крепления консоли к стене анкерным болтом. При расчёте кронштейна положение анкерного болта в овальном отверстии пяты принималось в крайнем от консоли кронштейна положении, которое возможно при рихтовке положения кронштейна относительно просверленных отверстий под анкерные болты. Нагрузка от плит облицовки передаётся на вертикальную направляющую по разрезной схеме для плит размерами 600×600 мм и по неразрезной схеме для керамогранитных плит 600×1200 мм и фиброцементных панелей. Результаты расчёта несущей способности опорного кронштейна по ветровой нагрузке приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Схема направляющей	Шаг направляющих, мм	Ветровая нагрузка на кронштейн в кПа, при пролёте направляющей в мм				
		1500	1350	1000	800	600
Для плит шириной 600 мм						
Двухпролётная, крайняя опора	800	4,44	4,93	6,66	8,33	11,11
	600	6,29	6,99	9,44	11,80	15,74
Двухпролётная, средняя опора	800	1,42	1,58	2,13	2,66	3,55
	600	2,01	2,23	3,02	3,78	5,04
Трёхпролётная, средняя опора	800	1,61	1,79	2,42	3,02	4,04
	600	2,28	2,54	3,43	4,29	5,72
Для плит шириной 1200 мм						
Двухпролётная, крайняя опора	800	3,55	3,94	5,33	6,66	8,89
	600	5,03	5,59	7,55	9,44	12,59
Двухпролётная, средняя опора	800	1,14	1,26	1,70	2,13	2,84
	600	1,61	1,79	2,42	3,02	4,04
Трёхпролётная, средняя опора	800	1,05	1,43	1,93	2,41	3,23
	600	1,45	2,03	2,74	3,43	4,57

Ветровая нагрузка, которую воспринимает несущий кронштейн, более чем в два раза выше, чем у опорного.

Вертикальные направляющие рассчитывались как балочные системы с защемлением на несущем кронштейне. При этом сопротивление направляющей из профиля 80×60 активному и

отрицательному ветру различно, из за того, что широкая полка профиля в сжатой зоне по кромкам теряет местную устойчивость и выключается из работы сечения. Несущая способность направляющих приведена в таблице 6. Несущая способность направляющей в таблице 6. определена по сечению в опорной зоне, где возникают максимальные изгибающие моменты.

Таблица 6

Схема направляющей	Шаг направляющих, мм	Сечение	ветер	Ветровая нагрузка на направляющую в кПа, при пролёте направляющей в мм				
				1500	1350	1000	800	600
Двухпролётная,	800	40×60	+(-)	1,27	1,57	2,88	4.99	7,99
	600			1,70	2,10	3,83	5,99	10,65
Трёхпролётная	800	40×60	+(-)	1,58	1,96	2,30	6,23	9,98
	600			2,12	2,62	4,78	7,48	13,31
Двухпролётная,	800	80×60	+	1,61	1,98	3,62	5,65	10,05
	600			2,13	2,64	4,82	7,30	13,39
Двухпролётная	800	80×60	-	1,49	1,83	3,34	5,23	12,41
	600			1,98	2,44	4,46	6,99	9,31
Трёхпролётная	800	80×60	+	1,83	2,25	4.11	6,42	11,42
	600			2,43	3,00	5,48	8,30	15,22
Трёхпролётная	800	80×60	-	1,69	2.08	3.80	5,95	14,10
	600			2,25	2.78	5,07	7,93	10,58

Несущая способность по изгибающему моменту крепления направляющей к удлинителю кронштейна при удлинителе высотой 120 мм и расстоянии между крайними заклёпками Ø4,0 мм не менее 95 мм составляет по ветровой нагрузке 4,12 кПа и 8,36 кПа при четырёх заклёпках. При определении несущей способности заклёпочного соединения рассмотрена расчётная схема в которой несущий кронштейна расположен на месте средней опоры двухпролётной направляющей по схеме III альбома технических решений.

Несущая способность лапок кляммеров, изготовленных из коррозионностойкой стали марки 12Х18Н10Т и 12Х15Г9НД для плит размером 600×600×12 и приведена в таблице 7. Крепление плиты 600×600 мм осуществляется на 4 кляммера.

Таблица 7.

Марка стали	Толщина лапки, мм	Несущая способность лапки кляммера по ветровой нагрузке в кПа при плитке толщиной в мм	
		12	8
12Х18Н 10Т	1,0	1,10	1,30
	1,2	1,96	2.30
12Х15Г9НД	1,0	1.78	2,10
	1,2	2,70	3,20

Несущую способность кляммерных соединений можно увеличить установкой дополнительных кляммеров крепления плит облицовки.

При прочих равных условиях несущую способность фасадной системы определяет прочность опорных или несущих кронштейнов в зависимости от расчётной схемы и мест установки опорных и несущих кронштейнов. В расчёте рассмотрены следующие схемы: двухпролётная, неразрезная с установкой несущего кронштейна на месте верхней или средней опоры и многопролётная схема с установкой несущего кронштейна в верхнем положении.

Необходимо отметить определённую условность проведённых расчётов, так как принятые в поверочных расчётах размеры и схемы раскладки элементов по фасаду, позволяют только очертить возможную область применения данной фасадной системы. При проектировании конкретных объектов эти данные могут рассматриваться только как ориентировочные, и должны обязательно проверяться расчётами для параметров и нагрузок реальной фасадной системы.

В таблице 8 приведена несущая способность двухпролётной фасадной системы «Termomax»V 10 установленной на прямоугольном в плане здании с облицовкой плитами 600×600×10 мм с шагом вертикальных направляющих 600 мм и пролетами 2×1500 мм с консолями 150 мм с верхним расположением несущего кронштейна.

Таблица 8.

Зона здания	Высота здания при сетке кронштейнов 600×1500мм, с направляющей 80×60 мм. по краям.						
	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
угловая	150	150	150	150	150	150	80
остальная	150	150	150	150	150	150	150

В таблице 9 приведена несущая способность фасадной системы «Termomax»V 10 установленной на прямоугольном в плане здании с облицовкой плитами 600×600×10 мм с шагом вертикальных направляющих 600 мм и пролетами 2×1500 мм с консолями 150 мм со средним расположением несущего кронштейна и по схеме 2×600 мм и консолями 55 мм.

Таблица 9.

Зона здания	Высота здания при сетке кронштейнов 600×1500мм, с направляющей 80×60 мм. Опорные кронштейны второй и третий.						
	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
угловая	150	75	35	150	15	10	□
остальная	150	150	150	110	55	30	15
To же при сетке кронштейнов 600×600							
угловая	150	150	150	150	150	50	30
остальная	150	150	150	150	150	150	150

В таблице 10 приведена несущая способность фасадной системы «Termomax»V 10 установленная на прямоугольном в плане здании с облицовкой плитами 600×600×10 мм с шагом вертикальных направляющих 600 мм, установленных по схеме с тремя и более пролётами по 1500 мм и по 600 мм.

Таблица 10.

Зона здания	Высота здания при сетке кронштейнов 600×1500мм, с направляющей 80×60 мм. Опорные кронштейны второй и третий.						
	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
угловая	150	110	50	25	10	5	□
остальная	150	150	150	150	85	45	25
To же при сетке кронштейнов 600×600							
угловая	150	150	150	150	150	85	50
остальная	150	150	150	150	150	150	150

ВЫВОДЫ:

- Каркас фасадной теплоизоляционной системы с воздушным зазором «Termomax»V 10 производства ООО «СтройГрупп», изготавливаемой из алюминиевых сплавов АД31Т1, 6060 или 6063 является системой, обеспечивающей надёжное крепление фасадной облицовки в виде керамогранитных плит. Система может использоваться для облицовки фасадов с видимым креплением керамогранитных плит в зависимости от ветровых районов страны в зданиях высотой, указанной в таблицах 8, 9 и 10.
- Рекомендуется откорректировать расчёт на прочность элементов конструкции навесной фасадной системы с учетом вышедших в 2011 году глав сводов правил СП 16.13330.2011, СП 20.13330.2011 и 35.13330.2011.

Эксперт, к.т.н.

Б.Ф. Беляев

