ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ИМЕНИ Н. П. МЕЛЬНИКОВА

ЦНИИПСК
им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)

STAKO

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
_____ А.Б.ПАВЛОВ
«___»_____

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
НА КОНСТРУКЦИЮ И РАСЧЁТФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ
С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ «АЛЬТ-ФАСАД-02» С ОБЛИЦОВКОЙ
ПЛИТАМИ ИЗ КЕРАМОГРАНИТА.
ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «АЛЬТЕРНАТИВА».

1. Общие данные.

ЗАО «Альтернатива», для получения экспертного заключения, были представлены следующие документы.

1. ЗАО «Альтернатива». Конструкция навесной теплоизоляционной фасадной системы «АЛЬТ-ФАСАД-02» для облицовки плитами из керамического гранита. Альбом технических решений г. Трёхгорный. 2008.

2. Краткое описание системы.

Фасадная система «Альт – Фасад-02», изготавливаемая из стального, оцинкованного, холоднокатаного листа предназначена отделки фасадов вновь возводимых и реконструируемых зданий керамической и керамогранитной плиткой, а так же для утепления фасадов зданий. Система монтируется на стены зданий из самых разнообразных материалов: бетона, ячеистого бетона, кирпича полнотелого и щелевого, стеновых блоков и тому подобного, при условии, что объёмный вес материала стены не должен быть менее 600 кг/м^3. Монтаж системы осуществляется поэлементно.

Силовой каркас фасадной системы относится к широко распространённому в нашей стране типу фасадных каркасов с уголковыми кронштейнами, горизонтальными уголковыми элементами и вертикальными тавровыми и угловыми профилями. Для облицовки системы используют керамогранитные и керамические плиты размерами 600×600 мм и 600×1200 мм тол-

Согласовано | Взам. Инв. № | Подпись и дата | Инв.№ подл.

Формат

щиной 8, 9 и 10 мм. Керамогранитные плиты к каркасу фасадной системы крепят открыто посредством кляммеров из стального, холоднокатаного, оцинкованного листа толщиной δ=1,2 мм.

Силовой каркас системы состоит из следующих элементов: кронштейны типа КР, которые применяют совместно с удлинителями кронштейна УД, кронштейны усиленные КРУ, вертикальные направляющие таврового сечения ТО и углового сечения ГО.

В фасадных системах данного типа используется расчётная схема, в которой все кронштейны равноценны и выполняют одинаковые конструктивные и расчётные функции. В системе применяют два типа кронштейнов КР и КРУ. Кронштейн типа КР системы «Альт – Фасад-02» представляет собой изделие уголковой формы, штампованное из стального, оцинкованного или коррозионностойкого холоднокатаного листа, толщиной равной 2мм. Кронштейны усилены двумя полукруглыми продольными гофрами. Полная высота гофра 6 мм. Основные параметры кронштейнов КР, применяемых в системе показаны в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение кронштейна	Длина (вылет консоли), мм	Ширина. мм	Высота пяты, мм
КР-3-1	50	50	50
КР-3-2	70	50	50
КР-3-3	100	50	50
КР-3-4	120	50	50
КР-3-5	130	50	50
КР-3-6	150	50	50
КР-3-16	150	60	60
КР-3-14	150	70	50
КР-3-7	170	50	50
КР-3-7	180	50	50
КР-3-8	200	50	50
КР-3-17	200	60	60
КР-3-15	200	70	50
КР-3-19	200	70	70
КР-3-10	210	50	50
КР-3-11	250	50	50
КР-3-18	250	60	60
КР-3-20	250	70	70
КР-3-12	300	50	50
КР-3-13	340	50	50

Эти кронштейны комплектуются удлинителями УД шириной 71 мм, усиленными двумя продольными, полукруглыми гофрами полной высотой 6 мм, расстояние между гофрами 30 мм, то же что и у основного кронштейна КР. В подошве кронштейна сделано круглое отверстие диаметром 11 мм, для установки анкерного элемента. На конце удлинителя выштампован пружинный зажим для временного крепления направляющей на монтаже. В удлинителе проделаны

также два продольных овальных отверстия 4,9×25 мм для крепления удлинителя к кронштейну. Длина удлинителя – 120 мм.

Усиленный кронштейн КРУ выполнен также в виде уголка, но оснащён более мощными, продольными гофрами. Каждый такой кронштейн усилен двумя продольными гофрами полукруглой формы высотой 10 мм, расстояние между гофрами 50 мм, ширина кронштейна 97 мм, кронштейн имеет подошву 97×80 мм. В подошве кронштейна предусмотрены два отверстия круглое диаметром 11 мм и овальное 11×15 мм для установки анкерных элементов. Кронштейны КРУ выпускаются с консолью, имеющей вылет от 100 до 400 мм, всего 18 типоразмеров кронштейнов. Геометрические параметры сечений кронштейнов и удлинительных вставок приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Тип кронштейна или удлинителя	Высота гофра, мм	Ширина консоли, мм	A, см	W_x, $см^3$	I_x, $см^4$
КР-3-18	6,0	60	1,320	0,0805	0,03207
КР-3-20	6,0	70	1,521	0,0837	0,03444
КРУ	10,0	97	2,264	0,6546	0,19653
УД	6,0	71	1,527	0,0897	0,03589

Кронштейны крепят к стене одним анкерным крепёжным элементом через термоизолирующую прокладку таким образом, чтобы плоскость консоли кронштейна располагалась горизонтально

На консоль кронштейна двумя вытяжными заклёпками крепится горизонтальный элемент из уголкового профиля ГО 40×40 мм и 50×50 мм, к которому двумя вытяжными заклёпками прикреплены вертикальные направляющие из шляпного профиля ТО или из Z-образного профиля 40×21×22×1,2÷1,5, устанавливаемого по краям проёмов и в углах здания.

Основные расчётные параметры гнутых профилей для вертикальных направляющих приведены в таблице 3, а гнутых уголков 50×50 мм в таблице 4. Геометрические характеристики посчитаны в соответствии с рекомендациями Еврокода 3.

Таблица 3.

Вид	Размер	δ	Сжата широкая полка				Сжата узкая полка			
			A, $см^2$	I_x, $см^4$	W_x^{min}, $см^2$	W_x^{max}, $см^2$	A, $см^2$	I_x, $см^4$	W_x^{min}, $см^2$	W_x^{max}, $см^2$
ПО-1-1	80	1,2	1,583	1,231	1,083	1,278	1,895	1,444	1,123	1,773
ПО-1-2	100	1,2	1,653	1,292	1,094	1,335	2,135	1.565	1,142	2,145
ПО-2-1	80	1,5	2,155	1,630	1,351	1,823	2,364	1,758	1,375	2,141
ПО-2-2	100	1,5	2,210	1,661	1,360	1,914	2,664	1,907	1,399	2,587
ZO	40	1,2	0,751	0,582	0,554	0,554	0,919	0,673	0,504	0,878
ZO	40	1,5	0,990	0,755	0,680	0,762	1,199	0,900	0,709	1,084

Таблица 4.

Толщина листа, мм	A, $см^2$	Моменты инерции относительно центральных осей		Моменты сопротивления относительно главных осей	
		I_y, $см^4$	I_z, $см^4$	W_u, $см^2$	W_v, $см^2$
1,2	1,006	2,111	1,585	0,9371	0,4305
1,5	1,403	3,616	2,797	1,461	0,6767

К полкам профилей вертикальных направляющих двумя вытяжными заклёпками крепят пластины кляммеров, изготовленные из коррозионностойкого, холоднокатаного листа. Лапки кляммеров обеспечивают видимое крепление керамогранитных плит облицовки.

3. Материал для каркаса фасадной системы.

Основные несущие элементы конструкций изготавливают из листовой холоднокатаной, горячеоцинкованной стали марки 08пс групп ХП, ПК и ХШ с цинковым покрытием 1 класса по ГОСТ 14918-80 с относительным удлинением не менее 22% и гарантированным пределом текучести не менее 230 МПа или из стали 250 с классом цинкового покрытия не ниже 275 по ГОСТ Р 52246-2004.

Кляммеры для открытого крепления керамогранитных плит изготавливаются из холоднокатаной, тонколистовая коррозионностойкой стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5582–75.

Таблица 2.

Марка стали	Значения гарантированные ГОСТ-ами		Расчётные сопротивления		
	σ_u $кгс/см^2$	$\sigma_{0,2}$ $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$	R_s $кгс/см^2$	R_{bp} $кгс/см^2$
08пс	3300	2300	2200	1300	4350
250	3300	2500	2400	1400	4350
12Х18Н10Т	5400	2000	1900	1100	7800

Для соединения элементов системы в альбомах технических решений предусмотрено применение вытяжных заклёпок типа н. сталь/н. сталь диаметром 4,8×10 мм производства «BRALO S.A.» или других фирм, имеющих технические свидетельства.

Расчётные усилия в заклёпке по срезу N_z^s и по продольному усилию N_z^y определялось по представленным фирмой «BRALO» значений усилий среза N_{zn}^s и продольного усилия вдоль стержня заклёпки N_{zn}^y . Расчётные значения усилий, воспринимаемых заклёпками из коррозионностойкой стали приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Диаметр заклёп, 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
Гильза сталь коррозионностойкая/ стержень сталь коррозионностойкая							
4,8	2,75	9,5	4,9	3000	4100	2300	3100

Для крепления кронштейнов к стенам зданий в системах используют анкерные элементы анкерные и рамные дюбели производства MUNGO, SORMAT Oy «EJOT», «HILTI».

4. Расчёт каркаса фасадной системы

Для определения области применения фасадной системы «Альт – Фасад-02» производства ЗАО «Альтернатива» был проведён расчёт фасадной системы. Расчёт выполнен на случай действия ветрового давления для условного, прямоугольного в плане здания высотой до 75 метров.

Каркасная система условного фасада сформированного по обычной схеме имеет следующие параметры:

- Вылет консоли кронштейна от стены 250 мм.
- Шаг кронштейнов по горизонтали фасад 600 мм.
- Шаг кронштейнов по вертикали 1200 (600) мм.
- Керамогранитная плита 600×600×10 мм.
- тип кронштейна КРУ-3-12
- тип вертикальной направляющей ПО-1-1.
- тип горизонтального элемента ГО (50×50×1,2)

При проверке несущей способности системы «Альт – Фасад-02» ветровая нагрузка определялась в соответствии с рекомендациями Госстроя России «Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Москва. ФЦС, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. 2004 г. и СНиП 2.03.07-85.

Вертикальная нормативная нагрузка от веса керамических плит $q_z^n = \gamma \cdot \delta = 2400 \cdot 0{,}01 = 24{,}0$ кг/м^2, расчетная $q_z = q_z^n \cdot \gamma_f' = 24{,}0 \cdot 1{,}2 = 28{,}8$ кг/м^2.

Вертикальная расчетная нагрузка от веса керамических плит на 1 м длины профиля $p_z = q_y \cdot l_x = 28{,}8 \cdot 0{,}6 = 17{,}3$ кг/м^2, прикладываемая с эксцентриситетом относительно центра тяжести профиля вертикальной направляющей $e_{yc} = 15$ мм.

Учитывая наличие постоянных зазоров между керамогранитными плитами с размерами 600×600 мм, гололёдной нагрузкой в угловой зоне здания при соответствующем обосновании

можно пренебречь.

Вертикальные направляющие рассчитывались как двухпролётная балка, шарнирно опертая на горизонтальные профили. Балка имеет консоли по концам в местах стыков. Шаги профилей по горизонтали приняты равными 0,6м, пролеты в вертикальном направлении 1,2м, вылеты консолей c_{zk}=0,3 м. К профилю приложена вертикальная нагрузка от керамогранитной плиты с эксцентриситетом относительно их центра тяжести сечения профиля $e_{y,c}$ = 0,015м, и горизонтальная ветровая нагрузка.

Расчетная схема кронштейна – консольная балка, прикрепляемая к стене одним анкерным крепёжным элементом. Кронштейн воспринимает нагрузку от горизонтального профиля: вертикальную с плечом e_y, зависящим от толщины слоя утеплителя при поверочном расчёте e_y = 250 мм и горизонтальную (ветровую нагрузку. Лапки кляммеров рассчитывались как консоли под воздействием горизонтальной нагрузки (ветер) и вертикальной (собственный вес и гололёд)

Как показал проведённый поверочный расчёт, наиболее слабым элементом каркасной системы типа «Альт – Фасад – 02» является кронштейн в сечении ослабленном отверстием под анкерное крепление. Другим слабым элементом системы является кляммер из стального нержавеющего листа толщиной 1,2 мм. Несущая способность кляммера толщиной 1,2 мм не превышает 90 кг/м^2 ветровой нагрузки. При большей интенсивности ветра в проекте облицовки здания для крепления одной плитки 600×600 мм следует ставить дополнительные кляммеры или кляммеры усиленной конструкции. Например, с более широкими лапками или изготовленные из листа толщиной 1,5 мм.

При определении области применения системы «Альт – Фасад – 02» сочетание нагрузок с гололёдом не являлось расчётным случаем и основной расчёт вёлся на сочетание ветровой нагрузки с постоянной нагрузкой. Кроме того, несущую способность фасадной системы определяет прочность лапок кляммера.

На основании проведённого анализа конструкции и расчёта системы область применения системы «Альт – Фасад – 02», исходя из прочности кронштейнов, при относе облицовки от несущей стены равном 250 мм может быть ограничена регионами по ветровой нагрузке, приведёнными в таблице 6.

Таблица 6.

Область применения фасадной системы «Альт – Фасад-01»с кронштейнами установленными по схеме 600 × 600 мм в углах с вылетом консоли 250 мм							
Высота здания в метрах	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
10	+	+	+	+	+	–	–
20	+	+	+	+	–	–	–
30	+	+	+	–	–	–	–
40	+	+	+	–	–	–	–
50	+	+	+	–	–	–	–
60	+	+	–	–	–	–	–
70	+	+	–	–	–	–	–
80	+	+	–	–	–	–	–

ВЫВОДЫ

1. Каркасы навесной фасадной системы с воздушным зазором «Альт – Фасад-01» производства ЗАО «Альтернатива», изготовленные из оцинкованных гнутых профилей, сталь 08пс-ХП или из стали С250 по ГОСТ Р 52246-2004 с кляммерами из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5582–75 относятся к широко распространённому в практике строительства конструктивному решению каркаса фасадных систем и могут быть использованы при возведении и реконструкции зданий, расположенных в ветровых районах в соответствии с таблицей 6.

2. Преимуществом рассматриваемой системы является широкий выбор элементов для каркаса фасадной системы, что позволяет получать более экономичные решения фасадной системы при реальном её использовании.

3. Для повышения надёжности работы системы можно рекомендовать осуществлять крепление вертикальных направляющих к уголковым горизонтальным элементам не далее 0,25 горизонтального шага установки кронштейнов. Это связано со склонностью уголкового сечения к косому изгибу и закручиванию, что существенно снижает его несущую способность.

Зав. отделом ОТСП, к.т.н. В.Ф. Беляев

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.