



ЦНИИПСК
им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)



Б.В. Евдокимов

2010 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ
«РУСЭКСП» С ОБЛИЦОВКОЙ ЭЛЕМЕНТАМИ
КАССЕТНОГО ТИПА ИЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА,
ПРОИЗВОДСТВА ООО «АТЛАС МОСКВА».

Согласовано

Код № подл.	Подпись и дата	Взам. Изв. №

1. Общие данные.

ООО «Атлас Москва» г. Дубна, Московская обл. представило на рассмотрение институту для разработки экспертизного заключения по несущей способности фасадных систем альбомы технических решений:

1. ООО «Атлас Москва» Альбом технических решений. Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «РУСЭКСП» с облицовкой элементами кассетного типа из композитного материала и изделиями из него.

2. Краткое описание системы с облицовкой кассетными панелями из композита.

Фасадные системы «РУСЭКСП» предназначены для утепления и отделки фасадов вновь возводимых, ремонтируемых и реконструируемых зданий. В качестве облицовки в системе используется кассетные панели изготовленные из композитного листа с облицовками из алюминиевого сплава.

Монтаж фасадных систем «РУСЭКСП» осуществляется поэлементно на несущие и самонесущие стены зданий из самых разнообразных материалов: бетона, лёгкого бетона, керамического и силикатного кирпича полнотелого и щелевого, стеновых блоков и тому подобного, при условии, что объёмный вес материала стены не должен быть менее 600 кг/м³.

Системы предназначены для эксплуатации в I – VII ветровых районах с минимальной температурой минус 50⁰С и положительной температурой плюс 40⁰С при нагреве поверхности облицовки солнечной инсоляцией до плюс 80⁰С.

В каркасах фасадной системы «РУСЭКСП» применена схема с П-образными кронштейнами, стенки консолей которых размещают вертикально. Все кронштейны функционально одинаковы и воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки. К консолям кронштейнов вытяжными заклёпками или самонарезающими винтами из коррозионностойкой стали крепят удлинители кронштейнов, которые позволяют при строительстве выравнивать плоскость поверхности стены.

В системе используется один конструктивный тип кронштейна, обозначенный литерой В. Все конструкции каркаса фасадной системы изготавливают из холоднокатаного углеродистой или коррозионностойкой стали. В случае применения углеродистой стали лист защищён от коррозии цинковым покрытием или сочетанием цинка и лакокрасочного покрытия.

Кронштейн имеет П-образную форму. Высота кронштейна обычно равна 75, 100, 120, и 150 мм. Ширина кронштейна – 51 мм. Сверху и снизу плоскости консоли и пяты окаймлены отгибом кромок под углом 45⁰ шириной 8 мм. Толщина стального листа, из которого изготавливают кронштейн составляет 1,2; 1,5 мм. В пяте кронштейна образовано овальное отверстие 10,5×15 мм под анкерный болт. На каждой из консолей имеется как минимум два отверстия под самонарезающие винты/заклёпки для крепления удлинительной вставки.

Удлинительная вставка так же имеет П-образную форму. Ширина вставки 48,6, а высота подбирается так, что бы вставка входила в отгибы консоли кронштейна, где её положение фиксируется вытяжными заклёпками или саморезами. Удлинительные вставки выпускают длиной: 50, 70, 80, 90, 120 и 140 мм. Расчётные геометрические параметра консоли и пяты кронштейна, а так же консоли удлинителя, с учётом ослабления сечения отверстиями и коэффициентов

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3185

Лист

2

редукции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Элемент кронштейна	Толщина, мм	Высота кронштейна, мм	A_1 , см^2	A_2 , см^2	I_x , см^4	W_x , см^3
Консоли (суммарно две)	1,2	75	2,2	2,20	6,662	1,767
		100	2,79	2,79	28,682	5,737
		120	3,27	3,27	47,307	7,885
		150	3,78	3,56	78,782	9,821
	1,5	150	5,96	5,96	108,528	14,471
Пята	1,2	75	1,089	0,963	0,03740	0,05287
		100	1,389	1,263	0,03972	0,05478
		120	1,629	1,503	0,04101	0,05570
		150	2,089	1,863	0,04246	0,05679
	1,5	150	2,486	2,329	0,05453	0,07192
Стенка вставки (суммарно две)	1,2	73	1,752	1,224	2,653	1,059
		98	2,352	1,504	4,930	1,572
		118	2,832	1,752	8,104	2,190
		148	3,552	2,112	13,629	3,098
	1,5	148	4,440	2,730	18,839	4,140
А ₁ -полная площадь сечения						
А ₂ -ослабленная площадь сечения						

Согласовано

Взам. Изв. №

Подпись и дата

Изв. № подл.

Кронштейны крепят к стене здания с помощью одного (по требованию двух) анкерных элементов. Для повышения несущей способности пяты под головку анкерного болта кроме штатной шайбы устанавливается круглая, тарельчатой формы шайба штампованная из листа толщиной 1,2 мм. Диаметр шайбы 39,5 мм, в центре шайбы отверстие под болт диаметром 10,5 мм, высота шайбы ~ 4 мм. К кронштейну, через заранее просверленные отверстия, четырьмя заклёпками, по две с каждой стороны крепится удлинительная вставка П-образной формы. Минимальный переход основной и ответной части (вставки) составляет 30мм. На фланце вставки 2 заклёпками закрепляется вертикальная направляющая.

Вертикальные направляющие фасадной системы «РУСЭКСП» изготовлены из гнутых шляпных профилей, минимальные размеры профилей 11,5×18×57×1,2 максимальные 11,5×90×57×1,2. Стандартные размеры направляющих: 1) 11,5×18×57×1,2; 2) 11,5×40×57×1,2; 3) 11,5×75×57×1,2. Профили могут быть так же изготовлены из листа толщиной 1,5 мм. Вертикальные направляющие могут быть прикреплены к удлинителю кронштейна в двух

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата	Лист
						11-3185

ные направляющие могут быть прикреплены к удлинителю кронштейна в двух исполнениях: узкими полками наружу и узкими полками вовнутрь. В таблице 2 приведены геометрические характеристики поперечных сечений профилей. При расчёте геометрических характеристик учитывалась возможная потеря устойчивости тонкостенных сжатых элементов сечения. Учёт проводился с помощью редукционных коэффициентов, вычисленных в соответствии с Еврокодом.

Таблица 2

Обозначение профиля	Сжатая полка	I_x см ⁴	W_x^{\min} см ³	W_x^{\max} см ³	A см ²	$G_{\text{сп;чн}}$ кг/м.пог.
11,5×18× 57×1,2	Верх.	0,6480	0,5867	0,9316	1,262	1,05
	Нижн.	0,6759	0,5934	1,0224	1,333	
11,5×18× 57×1,5	Верх./нижн.	0,8248	1,228	0,7308	1,665	1,31
11,5×40× 57×1,2	Верх.	4,199	2,519	1,799	1,789	1,460
	Нижн.	4,378	2,728	1,827	1,861	
11,5×40× 57×1,5	Верх./нижн.	5,427	3,354	2,278	2,324	1,824
11,5×75× 57×1,2	Верх.	19,232	5,794	4,599	2,629	2,120
	Нижн.	19,976	6,181	4,680	2,701	
11,5×75× 57×1,5	Верх./нижн.	24,88	7,661	5,850	3,37	2,645

В фасадной системе «РУСЭКСП» применяют один тип кассет из алюминиевых композитных листов. Кассеты представляют собой квадратные, прямоугольные или радиусные панели, окаймлённые по периметру рёбрами жёсткости. Вертикальные рёбра жёсткости представляют собой простые отгибы высотой 33 мм. Горизонтальные рёбра жёсткости в форме L-профиля имеют высоту равную 32 мм для нижнего ребра и 37 мм для верхнего ребра, каждое ребро имеет и отгиб шириной 30 мм. Крепление панелей к вертикальным направляющим имеет два варианта крепления. Первый вариант крепления с помощью крепёжных уголков. Эти уголки гнут из заготовки толщиной 1÷1,2 мм, размеры уголка 20×20 мм, длина 30 мм. В каждой полке уголок про-делано по два отверстия Ø5,2 мм под вытяжные заклёпки, одной полкой уголок закрепляется на вертикальной направляющей, а к другой его полке крепится вертикальное ребро жёсткости кассетной панели. Длина уголка должна быть увеличена до 35 мм, с тем чтобы удовлетворить требованиям СНиП II-23-81*, таблица 39 (расстояние вдоль усилия до края элемента не менее – 2,5d).

Второй вариант крепления это крепление с помощью иклей и салазок. Салазка, изготовленная из заготовки толщиной 1÷2 мм, имеет сечение в виде скобы напоминающее сечение консоли кронштейна. Салазка крепится одной или двумя заклёпками к узким полкам направляющей (вариант крепления направляющей узкими полками наружу). К вертикальным рёбрам направ-

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата	Лист
						11-3185

ляющей прикрепляют двумя вытяжными заклёпками Ø5,0 мм икли, пластины 29,8(37,8) ×35÷45 мм в виде крючка, который зацепляется за стенку салазки. На чертеже икли должна быть обозначена ширина крючка по расчёту, но не менее 12 мм для толщины 1,0 мм и 15 мм для толщины 1,2 мм.

Возможно крепление листов из композитного материала на каркас системы с помощью самонарезающих винтов или заклёпок.

3. Материал конструкций каркаса фасадной системы «РУСЭКСП» с облицовкой кассетными панелями из композита и изделиями из него.

Элементы фасадных систем «РУСЭКСП» изготовлены из листовой, углеродистой, оцинкованной стали марки 08пс 08ю группы ХП и ПК, по ГОСТ 14918 – 80 или из листовой холоднокатаной горячее оцинкованной стали по ГОСТ52246-2003 марок 250, 280, 320 и 350. Оцинкованная сталь может применяться с лакокрасочным покрытием ПВДФ, полиэстр и др. по ГОСТ Р 52146 – 2003 или с порошковым покрытием.

Для условий слабо и средне агрессивной среды, а так же при гарантии длительных сроков эксплуатации для изготовления каркаса фасадной системы могут применяться коррозионностойкие стали 08Х17 12Х17 по ТУ РМО-001/05, 12Х18Н10Т и 08Х18Н10 по ГОСТ 5582-75, 12Х18Н10Т и 08Х18Н10 по ГОСТ 5582-75, или AISI 430, 304, 201.

Расчётные характеристики сталей приведены в таблице 3.

Таблица 3

Марка стали.	Значения гарантированные ГОСТ-ами и ТУ		Расчётные сопротивления		
	σ_u МПа (кгс/мм ²)	$\sigma_{0,2}$ МПа (кгс/мм ²)	R _y МПа (кгс/мм ²)	R _s МПа (кгс/мм ²)	R _{bp} МПа (кгс/мм ²)
08пс, 08ю ХП, ПК	330 (34)	225 (23)	220 (22,5)	125 (13)	475 (48)
250	330	250 (25,5)	245(25)	135 (14)	475 (48)
280	360	280 (28,5)	265 (27)	150 (15,5)	490 (50)
08Х17	400 (41)	240 (24,5)	230 (23,5)	130 (13,5)	505 (52)
12Х18Н10Т	530 (54)	205 (21)	195 (20)	120 (13)	780 (79,5)
12Х15Г9НД	580 (59)	280 (29)	265 (27,5)	160 (16,5)	1000 (104)
430-08Х17	400(41)	240(25)	230(23,5)	135(13,5)	505(52)

Для соединения элементов каркаса используются вытяжные заклёпки диаметром 4,0 со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали А2-1.4567 или 1.4301 или с корпусом и стержнем из оцинкованной стали. Фирма «BRALO» гарантирует среднее, полученное путём испытаний, значение усилия на срез и растяжение таких заклёпок. Нормативные и расчётные усилия, воспринимаемые вытяжными заклёпками приведены

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

в таблице 4. (в соответствии с BRALO Каталог 2009). Возможно применение для соединения элементов каркаса самонарезающих винтов Ø3,8; 4,2; 4,8.

Таблица 4

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 A2/ стержень сталь коррозионностойкая A2							
4,0	2,2	8,0	4,1	3500	4000	2800	3200
4,8	2,75	9,5 (14)	4,9	4500	5500	3600	4400
5,0	3,10	8,7	5,1	4500	5500	3600	4400
Корпус сталь оцинкованная/ стержень сталь оцинкованная							
4,0	2,2	8,0	4,1	2000	2400	1600	1920
4,8	2,75	9,5 (14)	4,9	3000	4100	2400	3280
5,0	3,10	8,7	5,1	3500	4800	2800	3840

Несущая способность основного металла детали в заклёпочном соединении:

Заклёпка сталь/сталь Ø4 мм толщина 1,2 мм – 2300Н, толщина 1,5 мм – 2880Н Ø5 мм толщина 1,2 мм – 2880 Н, толщина 1,5 мм – 3600 Н.

Минимальные требуемые механические свойства композитных листов с облицовками из алюминиевых сплавов при расчёте следует принимать в соответствии с данными технической документации на продукцию заводов – поставщиков, которые не должны быть ниже механических характеристик указанных в таблице 5.

Таблица 5

1	Толщина композитного листа, мм	4,0	4,0	6,0
2	Толщина алюминиевых облицовок	0,4	0,5	0,5
Геометрические и механические параметры композитных листов				
4	Вес панели (максимальный)	7,4	7,6	10,8
5	Момент инерции I (см ⁴ /м)	0,285	0,348	0,798
6	Момент сопротивления W (см ³ /м)	1,425	1,74	2,66
7	Модуль упругости облицовок Е (Н/мм ²)	70000		
8	Жёсткость при изгибе EI (кНсм ² /м)	2000	2400	5600
9	Предел прочности при растяжение облицовок R _{un} (Н/мм ²)	$R_{un} \geq 100$		
10	Предел текучести при растяжение облицовок R _y (Н/мм ²)	$R_y \geq 90$		
11	Расчётное сопротивление при изгибе композитных листов по прочности облицовок R _v (Н/мм ²)	$R_v \geq 60$		
12	Предел прочности при отслаивании облицовки от сердцевины R _{so} (Н/мм ²)	$R_{so} \geq 6,0$		
13	Коэффициент линейного расширения мм/м·град. С.	0,024		

Согласовано	

Взам. Инв. №	

Подпись и дата	

Инв. № титл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата	Лист	6
						11-3185	

Крепление кассетных панелей из композитного материала осуществляется вытяжными заклёпками или самонарезающими винтами.

Для крепления кронштейнов к стене используют распорные или клеевые дюбели производства фирм, имеющих сертификаты соответствия, выданные в Российской Федерации.

Термопрокладки под крепления кронштейнов изготовлены из паронита или стереорегулярного (изотактического) полипропилена с объёмным весом $0,9 \text{ г}/\text{см}^3$ и прочностью при $+20^\circ\text{C}$ равной 20 МПа, температура охрупчивания материала до -50°C .

4. Расчётные схемы системы «РУСЭКСП» с облицовкой кассетными панелями из композита и её расчёт.

Проведён поверочный расчёт, представленной на экспертное заключение системы «РУСЭКСП».

При разработке расчёта были использованы требования, изложенные в документах:

- Госстрой России. ФЦС. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов. Представляемых для технической оценки пригодности продукции. Москва, 2004 г.

- МДС 20-1.2006. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве.

- СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;
- СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».

Расчётный вес облицовочных материалов, применяемых в рассматриваемой фасадной системе (смотри таблицу 6).

Таблица 6

№	Вид облицовки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчётная нагрузка
1.	Алюминиевая композитная панель $t=4 (0,5+3,0+0,5)\text{мм}$	$\text{кг}/\text{м}^2$	7,6	1,1	8,36
2.	Профиль Вертикальный: $11,5 \times 18 \times 57 \times 1,2$ $11,5 \times 40 \times 57 \times 1,2$ $11,5 \times 75 \times 57 \times 1,2$	$\text{кг}/\text{м}$	1,05 1,460 2,120	1,05	1,10 1,53 2,23

Взам. Инв. №

Подпись к дата

Инв. № подл.

Лист

11-3185

Расчет крепления направляющей к кронштейну двумя вытяжными заклёпками показал надёжность этого узла. Проверялся так же прогиб вертикальной направляющей, который сопоставлялся с предельным прогибом равным 1/150 L.

На основании поверочного расчёта была определена несущая способность рядовых направляющих из стали 0,8пс и AISI 430, она приведена в таблице 7.1 и 7.2

Таблица 7.1 08пс

Тип профиля	11,5×18×57×1,2			11,5×40×57×1,2			11,5×75×57×1,2		
Шаг, мм	600			700			600		
Пролёт, м	2×1,3	3×0,87	5×0,52	3×1,3	4×0,87	5×0,52	1×4,0	1×3,6	1×3,2
Ветровая нагрузка, кПа	1,01	2,80	7,88	2,64	7,37	20,43	1,18	1,61	2,04

Таблица 7.2. AISI 430

Тип профиля	11,5×18×57×1,2			11,5×40×57×1,2			11,5×75×57×1,2		
Шаг, мм	600			700			600		
Пролёт, м	2×1,3	3×0,87	5×0,52	3×1,3	4×0,87	5×0,52	1×4,0	1×3,6	1×3,2
Ветер, кПа	1,05	2,91	8,19	2,74	7,66	21,2	1,22	1,67	2,12

В таблице 8.1 и 8.2 приведены результаты расчёта по прочности пяты кронштейнов шириной 75 и 150 мм из стали 0,8пс и AISI 430 системы «РУСЭКСП». При расчёте учитывалось влияние усиливающих шайб (УШ).

Таблица 8.1 08 пс.

Шаг направляющих	Высота и толщина	600 мм			700 мм		
		520	870	1300	520	870	1300
Значения ветровой нагрузки в кПа для кронштейнов	75×1,2	4,35	2,68	1,59	3,73	2,30	1,36
	150×1,2	4,74	2,90	1,75	4,06	2,49	1,50
	150×1,5	6,00	3,67	2,19	5,14	3,14	1,89

Таблица 8.2 AISI 430.

Шаг направляющих	Высота и	600 мм			700 мм		
		520	870	1300	520	870	1300
Значения ветровой нагрузки в кПа для кронштейнов	75×1,2	4,52	2,78	1,65	3,87	2,39	1,41
	150×1,2	4,92	3,01	1,82	4,22	2,58	1,56
	150×1,5	6,24	3,81	2,27	5,34	3,26	1,96

При применении композитных листов 0,5/3,0/0,5 мм с облицовками из алюминиевого

Изв.№ подл.	Подпись к дате	Взам. Изв. №	Согласовано	Лист			
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата	11-3185	8

сплава определена несущая способность кассетных панелей по ветровой нагрузке, при которой не требуется установка дополнительных укрепляющих ребер жёсткости. Эти данные приведены в таблице 9.

Таблица 9

Минимальный пролёт, в мм	Максимальная ветровая нагрузка, кПа при соотношении сторон пластиинки			
	1,0	1,4	1,8	2,0
600	5,65	3,82	3,57	3,50
700	4,15	2,81	2,62	2,57
800	3,18	2,15	2,00	1,97
900	2,54	1,72	1,60	1,57
1170	1,50	1,02	0,95	0,93

При креплении на направляющие вертикальных ребер панелей следует устанавливать крепёжные уголки или салазки крепления панелей не реже, чем через 500 мм.

При определении ориентировочной области применения фасадных систем «РУСЭКСП» с облицовкой кассетами из алюминиевого композита производства ООО «Атлас Москва» следует исходить из прочности кронштейнов и наиболее часто применяемых направляющих высотой 18 и 75 мм. Проведенные поверочные расчеты для определения области применения достаточно условны, так как проводились для здания прямоугольной формы, с абстрактной раскладкой элементов системы по фасаду, и поэтому они могут быть использованы лишь как оценочные для определения области применения данной фасадной системы. При проектировании конкретных зданий применение данной фасадной системы должны быть подтверждены расчетами.

Область применения системы приведена в таблице 10

Таблица 10

Зона здания	Ветровые районы						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Расстановка кронштейнов по схеме 520×600 мм						
Угловая	150	150	150	150	150	150	150
Прочая	150	150	150	150	150	150	150
Расстановка кронштейнов по схеме 870×600 мм							
Угловая	150	150	100	40	20	10	—
Прочая	150	150	150	150	140	70	45
Расстановка кронштейнов по схеме 1300×600 мм							
Угловая	20	10	5	—	—	—	—
Прочая	140	60	30	15	—	—	—

Согласовано

Бзак. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подп.

Лист

9

11-3185

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата
------	--------	------	------	---------	------

Расчеты, приведенные в данном экспертном заключении носят условный характер и поэтому они ни в коем случае не является методическими указаниями по расчету и проектированию, а параметры, указанные в таблице не должны быть напрямую без расчетной проверки использованы при проектировании реальных объектов и зданий.

Выводы:

1. Фасадные системы «РУСЭКСП» с облицовкой из композитных панелей, представленные ООО «Атлас Москва», могут применяться для облицовки в различных ветровых районах страны в зданиях с высотами, указанными в таблице 10. Эта система может применяться в зданиях высотой превышающей 75 метров, однако в этом случае требуется разработка технических условий на проектирование высотного здания или сооружения, при условии определения интенсивности ветровых нагрузок и аэродинамических коэффициентов для реальной формы здания путём использования специализированных программ для ЭВМ или продувки модели здания в аэродинамической трубе.
 2. В системе следует откорректировать длину крепёжных уголков кассетных панелей к направляющим, доведя их длину до 35 мм с расстановкой отверстий под заклёпки согласно требованиям СНиП.

Зав. отделом
ОТСП, к.т.н.

В.Ф. Беляев

Cornacovoiano

Инв. № порт. Порядок и дата Взам. Инв. №