



ЦНИИПСК
им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Н.Г. Силина

2017 г.

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНЫХ
ФАСАДНЫХ СИСТЕМ «ФСМ-1», «ФСМ-2», «ФСМ-3» И «ФСМ-4»,
ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ООО «ПО «МЕТАЛИСТ»**

ВЫПУСК 11-3586

(Договор № 03-206 от 16 июня 2017г.)

Согласовано	
Имя, № подл.	Подпись и дата
Взам. Имя, №	

Москва 2017 г.

1. Общие данные

Для разработки экспертного заключения по несущей способности навесных фасадных систем «ФСМ-1», «ФСМ-2», «ФСМ-3» и «ФСМ-4» ООО «ПО Металлист» (г. Обнинск) представило следующие документы:

1. Альбом технических решений навесной фасадной системы «ФСМ-1» с облицовкой керамогранитными плитами открытым способом крепления. Ярцево 2017 г.
2. Альбом технических решений навесной фасадной системы «ФСМ-2» с облицовкой фиброцементными, цементоволокнистыми и асбестоцементными плитами. Ярцево 2017 г.
3. Альбом технических решений навесной фасадной системы «ФСМ-3» с облицовкой плитами из натурального (искусственного камня) и плитами объемной керамики. Ярцево 2017 г.
4. Альбом технических решений навесной фасадной системы «ФСМ-4» с облицовкой металлокассетами (в т.ч. алюминиевые композитные панели, кассеты из оцинкованной стали с полимерным покрытием, алюминевые кассеты с полимерным покрытием, металлический сайдинг, профилированный лист). Ярцево 2017 г.

2. Краткое описание фасадных систем «ФСМ»

Конструкция навесной фасадной системы «ФСМ» с воздушным зазором предназначена для облицовки фасадов и утепления с наружной стороны вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений. Здания и сооружения могут быть различного назначения, всех уровней ответственности, степеней огнестойкости и классов функциональной и конструктивной пожарной опасности. Местности, в которых ведется строительство, относятся к различным ветровым районам с различными геологическими и геофизическими условиями, а также к районам с различными температурно-климатическими условиями и к районам с неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной внешней средой.

Все несущие элементы подконструкций изготавливаются из тонколистовой холоднокатаной коррозионно-стойкой стали или оцинкованной углеродистой стали. Каркас фасадной системы состоит из кронштейнов КС, КСУ, КСУ-Пр и КСУМ; удлинителей консолей кронштейнов УКС, УКС-2, УКС-3; вертикальных направляющих из гнутых профилей с формой поперечного сечения П-, Z-, T-образной и профилей МЭП (межэтажный), горизонтальной направляющей из Г-образного профиля, соединительных и перестыковочных элементов для зон температурных швов.

НФС «ФСМ» применяются как для крепления в стены, так и для крепления в торцы плит межэтажных перекрытий. Системы могут быть использованы во всех ветровых районах РФ.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

11-3586

Лист

2

НФС «ФСМ» могут эксплуатироваться при наружной температуре воздуха до плюс 45°C и нагреве поверхности стены не выше 80°C. Расчетная отрицательная температура эксплуатации не ниже минус 55°C.

НФС «ФСМ» состоят из четырех видов подсистем, базирующихся на единой элементной базе и отличающихся друг от друга только видом облицовки и крепления облицовки к каркасу. Все подсистемы допускают крепление, как в несущие стены зданий, так и в торцы плит межэтажных перекрытий:

- «ФСМ-1» предназначена для облицовки фасада керамогранитными плитами. Крепление плит к каркасу - видимое с помощью кляммерных пластин.

- «ФСМ-2» предназначена для облицовки фасада фиброцементными, цементоволокнистыми и асбестоцементными плитами.

- «ФСМ-3» предназначена для облицовки фасада плитами из натурального (искусственного) камня и плитами объемной керамики.

- «ФСМ-4» предназначена для облицовки фасада металлокассетами (в т.ч. алюминиевыми композитными панелями, кассетами из оцинкованной стали с полимерным покрытием, алюминиевыми кассетами с полимерным покрытием, металлическим сайдингом, профилированным листом).

В НФС «ФСМ» предусмотрено применение нескольких типов кронштейнов.

Легкие кронштейны типа КС (крепление стеновое) (AR П АхНхВ). В обозначении кронштейнов:

- А- вылет консоли изменяется от 50 мм до 250 мм;
- Н-высота пяты кронштейна, которая равна 50 мм;
- В- ширина профиля изменяется от 50 мм до 80 мм.

Толщина листа, из которого штампуется кронштейн, составляет 2 мм. Пята и консоль кронштейна усилена по краям двумя полукруглыми гофрами высотой 5 мм. На пяте кронштейна на расстоянии 25 мм от наружной поверхности консоли имеется круглое отверстие Ø 10 мм.

В НФС «ФСМ» используется 72 типоразмера кронштейнов КС.

Усиленные кронштейны КСУ (AR П LxHx105). В обозначении кронштейнов:

- L - вылет консоли кронштейна (90, 100, 120, 130, 150, 160, 170, 180, 200, 210, 230, 240, 250 и 260 мм);
- Н-высота пяты кронштейна, которая равна 80 или 90мм;
- 105 мм - ширина плоской части консоли и ширина пяты и консоли в месте расположения гофров - 90 мм.

Пята и консоль кронштейна усилена по краям двумя полукруглыми гофрами высотой 12 мм.

Согласовано	

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

11-3586

Лист

3

Высота гофра в угловой части кронштейна 21мм. На консоли на расстоянии 40 мм от края гофра обрываются, и консоль заканчивается плоской поверхностью. Толщина листа, из которого штампуется кронштейн, составляет 2,0 мм. На пяте кронштейна по средней вертикальной оси имеются два отверстия – круглое Ø10,5мм, на расстоянии 45 мм от наружной поверхности пяты и овальное 10,5x15,5 мм. В НФС «ФСМ» используется 14 типоразмеров кронштейнов (крепление стеновое усиленное) КСУ.

Усиленные кронштейны КСУ-Пр (AR П LxHx105 Пр) имеют те же параметры, что и кронштейны КСУ. Отличие этих кронштейнов заключается в том, что на консоли кронштейна между усиливающими гофрами образован прижим для фиксации, прикрепляемого к кронштейну элемента, и на плоской части кронштейна имеются два отверстия под заклепки Ø 4,1 мм на расстоянии 70 мм друг от друга.

Усиленные кронштейны КСУМ, КСУ (AR ПН LxHx90) также, как и все предыдущие, имеют Г-образную форму в виде уголка. Ширина консоли и пяты кронштейна постоянная и равна 90 мм. По краям консоли и пяты по всей их длине кронштейн усилен двумя полукруглыми гофрами высотой 12 мм. Кронштейны имеют вылет консоли L 50, 100, 150, 200 и 250 мм. Высота пяты Н может составлять 100, 150 и 200 мм. На консоли кронштейна, на среднем плоском участке образовано три отверстия, два Ø 4,1 мм и одно Ø 9 мм. На пяте консоли по средней вертикальной оси образовано круглое отверстие Ø 10,5 мм на расстоянии 30 мм от наружной поверхности консоли. Геометрические характеристики сечений кронштейнов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип кронштейна	Сечение	A, см ²	I _x , см ⁴	W _x ^{min} , см ³	I _y , см ⁴	W _y ^{min} , см ³
КС	Полное	1,15	0,0315	0,084	2,454	0,98
	ослабленное	1,05	0,0290	0,080	2,20	0,788
КСУ	Полное	2,10	0,33	0,42	14,94	3,32
	ослабленное	1,89	0,30	0,40	14,92	3,31
КСУМ	Полное	1,99	0,103	0,189	13,47	2,99
	ослабленное	1,88	0,100	0,184	13,45	2,98

Для кронштейнов КС и КСУМ используется удлинитель консоли УКС (AR УКС 150-2), который представляет собой пластинку толщиной 1,5 мм, укрепленную по продольным краям Z-образными ребрами общей высотой 9 мм. Ширина удлинителя 95 мм, длина составляет 150 мм по оси пластины прорезано щелевое отверстие 9×80 мм.

Для удлинения консолей кронштейнов КСУ и КСУ-Пр используется удлинители УКС (AR УКС 150) и УКС-3 (AR УКС 150-3). Удлинитель консоли УКС представляет собой пла-

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3586

Лист

4

стинку толщиной 1,5 мм, укрепленную по продольным краям Z-образными ребрами общей высотой 12 мм. На внутреннем конце удлинителя образован вырез 15×20 мм, для свободы продольного смещения удлинителя относительно прижима на консоли кронштейна, на наружном конце выштампован **прижим** и имеются два отверстия Ø 4,1 мм на расстоянии 70 мм друг от друга.

Удлинитель консоли УКС -3 представляет собой пластинку толщиной 1,5 мм, укрепленную по одному продольному краю Z-образным ребром общей высотой 12 мм. По другому краю ребро высотой 12 мм заменено отгибом высотой 35 мм. На внутреннем конце удлинителя образован вырез 15×20 мм, для свободы продольного смещения удлинителя относительно зажима на консоли кронштейна (исполнение 1); вырез 15×55 мм (исполнение 2); без выреза (исполнение 3).

Для кронштейнов КСУМ используется удлинитель консоли УКС-2.

Удлинительная вставка УВ (AR УВ) для увеличения пяты кронштейна представляет собой пластинку толщиной 1,5 мм и длиной 150, 200 и 250 мм, укрепленную по продольным краям Z-образными ребрами общей высотой 12 мм. Ширина удлинителя 95 мм. По оси пластины на расстоянии 15 мм от плоского края образовано отверстие Ø 10,5 мм и через 25 мм ещё 2 отверстия Ø 4,1 мм. Удлинитель УВ используется для увеличения пяты кронштейнов КСУ, КСУ-Пр.

Для НФС «ФСМ» с креплением в несущие стены здания используют три типа профилей: шляпный П-профиль AR BO A×20×B×S (48 типоразмеров), Z-образный (11 типоразмеров) и тавровый Т-образный (2 типоразмера 80 и 69мм). Кроме того в системе «ФСМ» используется Г-образный уголкового профиля для горизонтальной направляющей (31 типоразмер). Геометрические характеристики основных профилей, используемых в фасадной системе «ФСМ» при креплении в стены приведены в таблице 2. Геометрические характеристики этих профилей подсчитаны с учётом редуцированной (уменьшенной) площади сжатых элементов сечения, связанной с потерей местной устойчивости сжатой пластинки.

Таблица 2

Тип сечения	Потеря местной устойчивости части сечения	A, мм ²	I _x см ⁴	W _x ^{min} см ⁴	W _y ^{max} см ⁴
Профили типа П					
BO60×20×20×1,2	Отсутствует	1,61	1,14	1,05	1,32
	Верхняя полка	1,53	1,074	0,986	1,178
	Нижние полки	1,53	1,021	0,846	1,287
BO60×20×20×1,5	Отсутствует	2,01	1,371	1,204	1,590
	Верхняя полка	1,98	1,352	1,20	1,547
	Нижние полки	2,01	1,371	1,204	1,590
BO60×20×40×1,2	Отсутствует	2,10	1,570	1,419	1,760
	Верхняя полка	2,01	1,461	1,262	1,734

Согласовано	

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Тип сечения	Потеря местной устойчивости части сечения	A, мм ²	I _x см ⁴	W _x ^{min} см ⁴	W _y ^{max} см ⁴
	Нижние полки	1,60	1,111	0,962	1,315
BO60×20×40×1,5	Отсутствует	2,61	1,894	1,712	2,119
	Верхняя полка	2,58	1,862	1,665	2,112
	Нижние полки	2,1	1,468	1,344	1,618
BO80×20×40×1,2	Отсутствует	2,34	1,808	1,808	1,808
	Верхняя полка	2,04	1,503	1,321	1,744
	Нижние полки	1,84	1,240	0,986	1,670
BO80×20×40×1,5	Отсутствует	2,91	2,181	2,181	2,181
	Верхняя полка	2,685	1,962	1,830	2,137
	Нижние полки	2,4	1,651	1,38	2,055
BO80×20×20×1,2	Отсутствует	1,86	1,274	1,025	1,681
	Верхняя полка	1,56	1,099	0,992	1,233
	Нижние полки	1,76	0,931	0,876	1,633
BO80×20×20×1,5	Отсутствует	2,31	1,533	1,236	2,018
	Верхняя полка	2,08	1,416	1,214	1,698
	Нижние полки	2,31	1,533	1,236	2,018
BO100×20×20×1,2	Отсутствует	2,10	1,378	1,042	2,032
	Верхняя полка	1,59	1,124	0,997	1,287
	Нижние полки	2,00	1,217	0,881	1,971
BO100×20×20×1,5	Отсутствует	2,61	1,504	1,257	2,435
	Верхняя полка	2,145	1,449	1,22	1,784
	Нижние полки	2,61	1,504	1,257	2,435
Профили типа Z					
ВП 30×20×30×1,2	Отсутствует	0,93	0,692	0,196	0,196
	Одна из полок	0,799	0,556	0,162	0,195
ВП 30×20×30×1,5	Отсутствует	1,155	0,833	0,236	0,236
	Одна из полок	1,035	0,718	0,201	0,230
ВП 40×20×40×1,2	Отсутствует	1,171	0,904	0,256	0,256
	Одна из полок	0,931	0,637	0,208	0,257
ВП 40×20×40×1,5	Отсутствует	1,455	1,09	0,308	0,308
	Одна из полок	1,215	0,844	0,254	0,304
Профили типа T					
BT 69×50×1,2T	Отсутствует	2,21	5,313	1,504	3,943
BT 80×50×1,2T	Отсутствует	2,799	6,883	1,908	4,946
Профили типа Г					
ГО 50×50×2,0	Отсутствует	1,96	4,908	1,051	1,092
	Верхняя полка	1,64	4,333	0,515	0,688
	Нижние полки	1,96	4,908	1,051	1,092
ГО 63×63×2,0	Отсутствует	2,48	9,938	1,707	1,760
	Верхняя полка	1,88	8,035	0,507	0,821
	Нижние полки	2,42	8,692	1,597	1,622
ГО 40×40×1,2	Отсутствует	0,946	1,530	0,415	0,427
	Верхняя полка	0,706	1,218	0,113	0,189
	Нижние полки	0,907	1,217	0,362	0,380
ГО 40×40×1,5	Отсутствует	1,177	1,892	0,508	0,526
	Верхняя полка	0,937	0,455	0,196	0,287

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3586

Лист

6

Тип сечения	Потеря местной устойчивости части сечения	A, мм ²	I _x см ⁴	W _x ^{min} см ⁴	W _y ^{max} см ⁴
	Нижние полки	1,177	1,892	0,508	0,526
ГО 40×40×2,0	Отсутствует	1,56	2,476	0,655	0,686
	Верхняя полка	1,374	1,184	0,408	0,49
	Нижние полки	1,56	2,476	0,655	0,686

Для НФС «ФСМ» с креплением в межэтажные перекрытия в качестве вертикальных направляющих используются гнутые П-образные, Ω(омега)-образные межэтажные профили типа AR МП А×В×S. Геометрические параметры этих профилей приведены в таблице 3.

Таблица 3

Тип сечения	Потеря местной устойчивости части сечения	A, мм ²	I _x см ⁴	W _x ^{min} см ⁴	W _y ^{max} см ⁴
МП 80×50×1,5	Отсутствует	4,065	16,233	6,453	6,534
	Верхняя полка	3,84	14,814	5,572	6,327
МП 80×50×2,0	Отсутствует	5,36	20,987	8,365	8,425
	Верхняя полка	5,32	20,753	8,212	8,392
МП 100×50×2,0	Отсутствует	5,76	23,148	8,708	9,885
	Верхняя полка	5,48	21,669	8,518	8,822
МП 60×80×1,5	Отсутствует	3,81	34,161	7,928	9,255
	Верхняя полка	3,78	33,765	7,888	9,078
МП 100×80×1,5	Отсутствует	4,41	40,939	8,527	12,798
	Верхняя полка	3,96	36,048	8,108	10,143

Для расширения области применения НФС «ФСМ» с креплением в межэтажные перекрытия могут применяться составные сечения вертикальных направляющих.

Геометрические параметры составного сечения из двух П-образных профилей ВП 60×20×20×1,5 мм и ВП 60×80×20×1,5 мм в таблице 4

Таблица 4

Тип сечения	Потеря местной устойчивости части сечения	A, мм ²	I _x см ⁴	W _x ^{min} см ⁴	W _y ^{max} см ⁴
ВО 60×20×20×1,5 + МП 60×80×20×1,5	Полка ВП 60×20×20×1,5	5,79	73,929	13,296	16,650
	Полка ВП 60×80×20×1,5	5,79	73,684	13,157	16,746

НФС «ФСМ» при креплении кронштейнов в стены здания применяется в трёх вариантах в зависимости от установки направляющих и кронштейнов:

1. **Горизонтально-вертикальная система.** Перекрёстная система каркаса с вертикальными направляющими из шляпных П- и Z-образных профилей и горизонтальными направ-

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №Док. Подпись Дата

11-3586

Лист

7

ляющими из уголковых Г-образных профилей. Кронштейны устанавливаются на несущие стены. Консоли кронштейнов расположены горизонтально, на них крепят Г-образные горизонтальные направляющие, к вертикальным полкам горизонтальных направляющих крепят вертикальные направляющие. Рекомендуется вертикальные направляющие прикреплять к Г-образному профилю в зоне не более 150 мм в каждую сторону от крепления горизонтального профиля к кронштейну. В системе используют кронштейны КСУ-Пр, Г-профиль, П-профиль и Z-профиль. При необходимости вылет консоли кронштейна может быть увеличен за счёт удлинителя. Кроме того, в системе предусмотрено увеличение длины пяты кронштейна за счёт удлинителя УВ, что позволяет снизить усилие в анкерном креплении. Стыковка вертикальных направляющих по вертикали осуществляется вставкой СЭ-П и накладкой СП, это соединение не препятствует вертикальным перемещениям направляющей. Z-образные профили стыкуются с помощью накладки СЭ-Z.

2. **Вертикальная система.** Система может состоять из вертикальных профилей Г-образного и Г-образного сечения, прикрепляемых к кронштейнам КС, КСУ и КСУ-Пр, устанавливаемым на стене так, чтобы плоскости консолей кронштейнов были вертикальны. При необходимости пята кронштейна, для уменьшения силы, действующей на анкерное крепление, усиливается Г-профилем расчетной длины.

3. **Межэтажная система.** Система состоит из кронштейнов, прикрепляемых к торцам плит межэтажных перекрытий. Как вариант кронштейны могут быть закреплены на плите так, чтобы плоскости их консолей были горизонтальны. В этом случае горизонтальные Г-профили крепят к полкам консолей кронштейнов и на них устанавливаются соединительные С-образные элементы СЭ-П. Вертикальные направляющие опирают на элементы СЭ-П через перestyковочные крышки ПК. Соединение допускает вертикальное перемещение направляющих относительно друг друга.

В случае установки кронштейна с консольными плоскостями, расположенными вертикально, на консоль кронштейна предварительно устанавливается удлинитель УКС-3, на плоский отгиб которого крепится Г-образный горизонтальный профиль, к которому, в указанной выше последовательности устанавливают вертикальные направляющие. При необходимости вертикальная направляющая может быть усилена вторым П-профилем. В этом случае образуется профиль коробчатого сечения с повышенной несущей способностью. Соединение профилей с помощью заклёпок или саморезов должно проверяться на сдвиговое усилие, возникающее по границе соединения профилей.

Крепление облицовки к каркасу фасадной системы осуществляется с помощью различных крепёжных элементов:

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

							11-3586	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата			8

- **керамогранитные плиты.** Способ крепления – видимый, с помощью кляммерных пластин трех видов (рядовая, стартовая и вертикальная). Пластина кляммерная крепится вытяжными заклёпками к поясу вертикальной направляющей.

- **фиброцементные, цементоволокнистые и асбоцементные плиты** крепятся с помощью вытяжных заклёпок или саморезов. Плиты крепят к поясам направляющих, вытяжными заклёпками. часть заклёпок ставится неподвижно, а часть подвижно через втулки. Наличие уплотнительной ленты (EPDM) между поясами направляющих и плитами обязательно. В альбоме технических решений отображена схема установки заклёпок по полю плиты;

- **плиты из натурального камня, искусственного камня и плиты объёмной керамики.** Способ крепления – невидимый. Крепятся к каркасу фасадной системы с помощью кляммерных горизонтальных профилей (планок) или пластин, вертикальная полка которых входит в щелевой пропил в горизонтальных торцах плит.

- **сайдинг, профлист, и другие металлические листовые материалы** крепятся к поясу вертикальной (горизонтальной) направляющей вытяжными заклёпками или саморезами.

-**кассетные панели из алюминиевого композитного листа из оцинкованной стали с полимерным покрытием.** Крепятся с помощью системы из трёх компонентов: икли, ползуна и салазки.

3. Материал конструкций

Все несущие элементы подконструкций могут быть выполнены двух типов:

- изделия изготавливаются из стального тонколистового, холоднокатаного проката, из углеродистой стали 08кп по ГОСТ 9045-93 с защитным цинковым покрытием I-го или II-го класса.
- изделия каркаса может быть также изготовлен из холоднокатанного листа коррозионностойких сталей отечественных марок или, в скобках, их зарубежных аналогов: 08X17 по ТУ РМО)-001/05 (AISI 430); 08X17Т по ГОСТ 5582-75 (AISI 439); 12X17 по ГОСТ 5582-75 (AISI 430); 04-12X18H10 по ГОСТ 5582-75 (AISI 394); 08-12X18H10Т ГОСТ 5582-75 (AISI 321); 10X17H13M2Т ГОСТ 5582-75; 12X15Г9НД (AISI 201 и 202) ГОСТ 5582-75. Механические свойства и расчётные сопротивления сталей приведены в таблице 5.

Таблица 5

Марка стали	ГОСТ, ТУ	Значения по ГОСТ, ТУ		Расчётные характеристики		
		R_{un} , МПа	R_{up} , МПа	R_y , МПа	R , МПа	R_{bp} , МПа
08КП	ГОСТ 9045-93	250 - 380	205	200	110	440
08X17	ТУ РМО-001/05	400 - 630	240	230	125	530
08X18H10	ГОСТ 5582-75	510	185	180	100	670

Согласовано					
Вуз. Инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

12X18H10T	ГОСТ 5582-75	530	205	200	115	780
10X17H13M2T	ГОСТ 5582-75	530	225	215	120	780

Для соединения элементов подконструкции системы применяются вытяжные заклепки со стандартной головкой производства фирм Bralo S.A., EFA Handel und Management GmbH и других, имеющих технические свидетельства на свою продукцию или самонарезающие винты диаметром 4,0 мм. Вытяжные заклёпки по своим параметрам и несущей способности должны отвечать требованиям, изложенным в международном стандарте ISO 15977.

Расчетные усилия, воспринимаемые вытяжными заклепками в соответствии с требованиями данного стандарта, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Диаметр заклепки, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр бортика, мм	Диаметр отверстия под заклепку, мм	Нормативные усилия		Расчетные усилия	
				срез, $N_{zn}^s, Н$	растяжение, $N_{zn}^y, Н$	срез, $N_z^s, Н$	растяжение, $N_z^y, Н$
Корпус сталь коррозионностойкая А2/ стержень сталь коррозионностойкая А2							
4,0	2,75	8,4	4,1	2700	3500	2160	2800
3,2	2,15	6,7	3,3	1900	2500	1520	2000

Требуемые минимальные 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 7.

Таблица 7

1	Толщина композитного листа, мм	4,0
2	Толщина алюминиевых облицовок	0,5
3	Геометрические и механические параметры композитных листов	
4	Вес панели (максимальный)	7,6
5	Момент инерции $I (см^4/м)$	0,348
6	Момент сопротивления $W (см^3/м)$	1,74
7	Модуль упругости облицовок $E (Н/мм^2)$	70000
8	Жёсткость при изгибе $EI (кНсм^2/м)$	2400
9	Предел прочности при растяжении облицовок $R_{un} (Н/мм^2)$	$R_{un} \geq 100$
10	Предел текучести при растяжении облицовок $R_{yn} (Н/мм^2)$	$R_{yn} \geq 90$
11	Расчётное сопротивление при изгибе композитных листов по прочности облицовок $R_y (Н/мм^2)$	$R_y \geq 60$
12	Предел прочности при отслаивании облицовки от сердцевины $R_{s0} (Н/мм^2)$	$R_{s0} \geq 6,0$
13	Коэффициент линейного расширения мм/м·град. С.	0,024

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

11-3586

Лист

10

4. Нагрузки, расчётные схемы систем «ФСМ» и их расчёт

При проведении поверочного 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.
- СП 20.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;
- СП 16.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».

Для определения области применения НФС «ФСМ» в расчётах рассматривалось здание высотой до 150 метров включительно, прямоугольное в плане.

Относ поверхности наружной полки вертикальной направляющей от поверхности стены был принят равным 230 мм, тип кронштейна КСУ и КСУ-Пр с вылетом консоли 210 мм. Кронштейны рассматривались как с горизонтальной, так и вертикальной ориентацией плоскости консоли.

В качестве горизонтальных направляющих рассматривались гнутые уголки, Г-образные профили (см.таблицу 2). В зависимости от шага установки кронштейнов, размещения вертикальных направляющих, ветровой и постоянной нагрузок они могут быть использованы в качестве направляющих разной толщины (1,2 – 2,0 мм) по расчету. Применение Г-образных профилей меньшей толщины (от 0,9мм) в малоэтажном строительстве должны дополнительно подтверждаться прочностным расчетом.

Длина основных вертикальных направляющих В080×20×40×1,5; ВТ 80×50×1,2Т; П 100×80×1,5; МП 100×50×2,0 и МП 60×80×1,5 + В060×20×20×1,5 равна высоте этажа.

Рассмотрено три расчетные схемы вертикальных направляющих: двухпролётная с пролётами по 1200 мм и консолями по 300 мм, трёхпролётная с пролётами по 1000 мм и с пролётами по 800 мм консолями по 300 м и пятипролётная с пролётами по 600 мм.

Расчет конструкций производился на максимальное значение усилий или деформаций, полученных при расчёте на сочетания нагрузок.

В качестве материала конструкции принята коррозионностойкая сталь 08Х17 по ТУ РМО-001/05 с расчётным сопротивлением R_y равным 230 МПа.

При расчёте собственный вес конструкций каркаса и облицовки принимался в соответствии с данными таблицы 8. Нагрузка от собственного веса системы и гололёда действует вдоль

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

оси вертикальной направляющей и передаётся на кронштейн, выполняющий роль несущего.

Таблица 8

Наименование нагрузки	Размерность	Масса элемента		
		Нормативная	Кoeff. безопасности, γ_f	Расчётная
Направляющая вертикальная: ВО80×20×40×1,5 ВТ 80×50×1,2Т МП 100×80×1,5 МП 100×50×2,0 МП 60×80×1,5 + ВО60×20×20×1,5.	кг/м	1,14	1,05	1,20
		1,83		1,92
		3,46		3,63
		4,52		4,75
		5,88		6,17
Панель из композита 0,5/3,0/0,5 мм	кг/м ²	7,6	1,1	8,4
Керамогранитная плита t=10 мм	кг/м ²	25,0	1,1	27,5
Фиброцементная панель t=8 мм	кг/м ²	14,0	1,1	15,4
Кассетная панель из композита 0,5/3,5/0,5	кг/м ²	9,0	1,1	9,9
Гранитная плита t=20 мм	кг/м ²	57	1,1	62,7
Окрашен. и оцинкован. профлист t=0,5 мм	кг/м ²	4,8	1,05	5,0

На стержень вертикальной направляющей действует также изгибающий момент от ветра и эксцентричного приложения веса облицовки и гололёда. Кронштейны рассчитывались как консоли в вертикальной плоскости на изгиб от собственного веса конструкции и гололёда и на центральное растяжение (сжатие) и от ветровой нагрузки. Изгибающий момент от ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости не учитывался, так как направляющие в данной фасадной системе крепятся к кронштейнам симметрично относительно своей продольной оси.

Несущая способность направляющих по прочности в системе, предназначенной для крепления кронштейнов в стены и изготовленных из холоднокатаной листовой стали 08Х17 приведена в таблице 9.

Таблица 9

Тип направляющей	Шаг направляющих	Несущая способность вертикальной направляющей по ветровой нагрузке в кПа, при расчётной схеме			
		5×600 мм	3×800 мм	3×1000 мм	2×1200 мм
ВО 60×20×40×1,5	600	8,66	4,87	3,11	2,16
	800	6,49	3,64	2,33	1,62
ВО 80×20×40×1,5	600	11,78	6,63	4,24	2,94
	800	8,84	4,97	3,18	2,21
ВП 40×20×40×1,5	600	2,16	1,22	0,78	0,54
	800	1,62	0,91	0,584	0,40
ВТ 80×50×1,2Т	600	16,25	9,14	5,84	4,06
	800	12,19	6,85	4,39	3,04

Несущая способность направляющих по прочности в системе, предназначенной для креп-

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док	Подпись	Дата	11-3586	Лист 12

ления кронштейнов в плиты межэтажных перекрытий и изготовленных из холоднокатаной листовой стали 08X17 приведена в таблице 10.

Таблица 10

Тип направляющей	Шаг направляющих	Несущая способность вертикальной направляющей по прочности от ветровой нагрузки в кПа, при пролёте в мм.					
		3000	3300	3600	3900	4200	4500
ВО 60×20×20×1,5 + МП 60×80×20×1,5	600	4,48	3,70	3,11	2,65	2,29	1,99
	800	3,36	2,78	2,33	1,99	1,71	1,49
МП 100×80×1,5	600	2,76	2,28	1,92	1,63	1,41	1,23
	800	2,07	1,71	1,44	1,22	1,06	0,92
МП 100×50×2,0	600	2,97	2,45	2,06	1,76	1,52	1,32
	800	2,22	1,84	1,54	1,31	1,11	0,99

Несущая способность направляющих по деформативности при допуске прогиба $< L/200$ в системе, предназначенной для крепления кронштейнов в плиты межэтажных перекрытий и изготовленных из холоднокатаной листовой стали 08X17 приведена в таблице 11.

В таблице нормативная ветровая нагрузка приведена к расчётной

Таблица 11

Тип направляющей	Шаг направляющих	Несущая способность вертикальной направляющей по деформативности от ветровой нагрузки в кПа, при пролёте в мм.					
		3000	3300	3600	3900	4200	4500
ВО 60×20×20×1,5 + МП 60×80×20×1,5	600	5,13	3,85	2,97	2,33	1,87	1,69
	800	3,85	2,89	2,23	1,74	1,33	1,01
МП 100×80×1,5	600	2,56	1,92	1,47	1,15	0,93	0,84
	800	1,92	1,44	1,10	0,86	0,70	0,63

Несущая способность кронштейнов рассматривалась в предположении, что расчетная схема кронштейна представляет собой консоль, заделанную в стене. Наиболее опасное сечение кронштейна по сечению пяты в месте расположения анкерного болта, поставленного в круглое отверстие на пяте кронштейна. Опасное сечение принималось по грани шайбы под головкой болта. Расчёт велся на два основных сочетания нагрузок: постоянная нагрузка + максимальный ветер; постоянная нагрузка + гололёд + ветер равный 25% от нормативной нагрузки. Рассматривалось два варианта крепления кронштейна к стене вертикальное и горизонтальное.

Несущая способность кронштейнов КСУ и КСУ-Пр по ветровой нагрузке в зависимости от пролётов и шага вертикальных направляющих приведена в таблицах 12 (для подсистем закрепляемых на стене и таблице 13 (для подсистем, закрепляемых на межэтажных перекрытиях). Применение горизонтального положения кронштейна в межэтажной системе не рационально, так как в этом положении кронштейн обладает невысокой несущей способностью.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	11-3586	Лист
							13

Несущая способность вертикального ребра жёсткости при максимальном расстоянии между элементами крепления (салазки) равном 500 мм без учёта влияния консолей приведена в таблице 15.

Таблица 15

Число точек опоры вертикального ребра панели	Высота ребра панели, мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа. на панель при её ширине, мм				
		600	700	800	900	1000
2	30	2,65	2,33	2,02	1,92	1,61
3		2,65	2,33	2,02	1,92	1,61
4 и более		3,36	2,94	2,52	2,19	2,02
2	40	4,30	3,81	3,33	2,86	2,58
3		4,30	3,81	3,33	2,86	2,58
4 и более		5,38	4,70	4,03	3,57	3,23
2	50	6,57	6,24	5,91	4,37	3,94
3		6,57	6,24	5,91	4,37	3,94
4 и более		8,17	7,13	6,10	4,66	4,91

Следует также отметить определённую условность проведённых расчётов, изложенных в таблицах 9 – 15 данного заключения, так как принятые в поверочных расчётах размеры и схемы раскладки элементов каркаса и панелей облицовки по фасаду, позволяют только очертить возможную область применения данной фасадной системы. При проектировании конкретных объектов эти данные могут рассматриваться только как ориентировочные, для предварительного назначения параметров системы и должны обязательно проверяться расчётами при проектировании реальной фасадной системы.

Поверочные расчеты 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 реальных зданий применение данной фасадной системы должно быть подтверждено расчетами с учётом конкретных климатических условий, формы здания и раскладки элементов фасадной системы по фасаду.

Область применения фасадных систем «ФСМ-1», «ФСМ-2», «ФСМ-3», и «ФСМ-4» приведена в таблицах 16 – 18.

Согласовано					
Взам. Инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

Таблица 16.

Горизонтально-вертикальная система							
Тип системы	Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 600x600мм.						
	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
«ФСМ-1», «ФСМ-2»	150	150	150	150	150	150	110
«ФСМ-3»	150	150	150	150	110	60	40
«ФСМ-4»	150	150	150	150	150	150	150
Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 600x800мм							
«ФСМ-1» и «ФСМ-2»	150	150	150	150	100	55	35
«ФСМ-3»	150	120	60	30	10	5	
«ФСМ-4»	150	150	150	150	150	130	85

Таблица 17.

Вертикальная система							
Зона фасада	Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 600x900мм.						
	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
«ФСМ-1», «ФСМ-2» и «ФСМ-4»	150	150	150	150	150	150	150
«ФСМ-3»	150	150	150	150	150	150	150
Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 600x800мм.							
«ФСМ-1», «ФСМ-2» и «ФСМ-4»	150	150	150	150	150	150	110
«ФСМ-3»	150	150	150	150	150	150	95

Таблица 18.

Межэтажное крепление кронштейнов							
Тип системы	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 600x3300мм.							
«ФСМ-1», «ФСМ-2»	95	40	16	6	-	-	-
«ФСМ-3»	80	35	15	5	-	-	-
«ФСМ-4»	100	45	20	7	-	-	-
Высота здания в метрах при сетке кронштейнов 300x3300мм.							
«ФСМ-1», «ФСМ-2»	150	150	150	85	40	20	10
«ФСМ-3»	150	150	130	65	30	15	5
«ФСМ-4»	150	150	150	90	45	20	10

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №Док Подпись Дата

11-3586

Лист

16

Выводы:

1. Фасадные системы «ФСМ-1», «ФСМ-2», «ФСМ-3» и «ФСМ-4» производства ООО «ПО Металлист» состоят из широкого набора элементов каркаса, позволяющих применять их при облицовке зданий различными видами облицовочных материалов. Рекомендуемые максимальные высоты зданий для различных ветровых районов страны приведены в таблицах 16 – 18.

2. Область применения рассматриваемых фасадных систем при креплении их в межэтажные перекрытия может быть существенно расширена при уменьшении шага установки кронштейнов КСУ в горизонтальном положении. Желательно использовать вариант установки кронштейнов в вертикальном положении с использованием удлинителя УКС-3.

Начальник ОПГС

Главный специалист, к.т.н.

Инженер ЛОК ОПГС



Д.Е. Голубев

В.Ф. Беляев

В.С. Шуваева

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	11-3586	Лист
							17