

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



1896



1900

ЦНИИПСК

ИМ. МЕЛЬНИКОВА

(Основан в 1880 г.)



1971



1990

УТВЕРЖДАЮ:



Исполнительный директор

Н.Г. Силина

» июня 2021 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАРКАСА НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ «REVENTAL-RLS-HIS-V-105»

Выпуск 11- 3728

(Договор № 03-387 от 21 апреля 2021 г.)

Москва 2021 г.

1. Общие данные

ООО «ИНТЕРНОВА» были представлены для разработки экспертного заключения по несущей способности навесной фасадной системы с воздушным зазором «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» для облицовки со скрытым способом крепления изделиями из стеклофибробетона, следующие документы:

- Заявка на оказание экспертных услуг;
- «REVENTAL-RLS-HIS-V-105». Альбом технических решений. Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором для облицовки со скрытым способом крепления изделиями из стеклофибробетона, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения.

Разработчиком системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» является компания OÜ Hebrool, reg.no.: 10570945, VATno.: EE100745333, Address: Väike – Amerika 19-404, 10129, Tallinn, Estonia.

Компания ООО "ИНТЕРНОВА" является Заявителем или Заказчиком.

При проведении расчетов были учтены требования, изложенные в документах:

- СП 20.13330-2016 СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»;
- СП 16.13330-2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»;
- СП 128.13330-2016 «СНиП 2.03.06-85 Аллюминиевые конструкции».

2. Краткое описание системы

Навесная фасадная система «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» представляет собой конструкцию, разработанную на принципе навесных фасадов с вентилируемым воздушным зазором, образованным между облицовочным материалом и теплоизоляцией. Конструкция для устройства навесной фасадной системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» предназначена для облицовки фасадов строительных сооружений изделиями, в том числе плитами из стеклофибробетона со скрытым способом крепления и утепления стен с наружной стороны в соответствии с требованиями действующих норм по тепловой защите зданий. Конструктивное разнообразие номенклатуры изделий позволяет использовать систему «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» как в конструкциях со стандартными стенами, так и в каркасном исполнении с использованием в качестве заполнения штучных материалов из легких бетонов. Фасадная система «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» предназначена для дополнительного утепления и облицовки внешних ограждающих конструкций, как для существующих объектов, так и новостроек в жилищном, гражданском, промышленном и индивидуальном строительстве. Система монтируется поэлементно к каркасу здания, к несущим и самонесущим стенам здания, либо межэтажным перекрытиям, объёмный вес которых должен быть более 600кг/м^3 . Также система может крепиться к металлокаркасу

Ц Н И П С К

(колонны, связи, ригели и т.д.). Долговечность системы во многом зависит от правильного подбора анкерных элементов, от материала и качества стен, на которые крепится система. 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.

Несущая конструкция представляет собой каркас из алюминиевого сплава 6060 (Т66) или 6063 (Т6), устанавливаемый на стене здания или в плиты межэтажного перекрытия и закрепленные на нем элементы облицовки.

Конструкция состоит из:

- кронштейнов(несущих и опорных), предназначенных для установки на несущих стенах и перекрытиях с помощью фасадных анкерных дюбелей;
- горизонтальных и вертикальных направляющих, прикрепляемых к кронштейнам с помощью вытяжных заклепок из коррозионностойкой стали или алюминиевого сплава с сердечником из коррозионностойкой стали;
- теплоизоляционных изделий (при наличии требований по теплоизоляции), закрепляемых на основании с помощью тарельчатых дюбелей;
- защитной паропроницаемой негорючей мембраны (при необходимости), плотно закрепляемой при монтаже конструкций теми же тарельчатыми дюбелями на внешней поверхности слоя теплоизоляции;
- облицовочного материала, который крепится к горизонтальным направляющим с помощью специальных крепежных изделий (аграф). Аграфы крепятся на тыльной стороне облицовки коррозионностойкими стальными шпильками, имеющими анкерное крепление к закладным элементам стеклофибробетонного изделия.

2.1 Кронштейны системы

Кронштейны системы изготавливают из пресованных алюминиевых профилей по ГОСТ 22233-2018. Функционально кронштейны делятся на несущие и опорные. Несущие кронштейны служат для жёсткого закрепления направляющей, опорные – для подвижного закрепления направляющей.

L-образные кронштейны S высотой 50 мм предназначены, в основном, для восприятия горизонтальных усилий от ветровой нагрузки и применяются в качестве опорных кронштейнов при креплении каркаса в стены. При незначительных вертикальных нагрузках и малом отnose облицовки от несущей стены эти кронштейны могут выполнять роль несущих

Ц Н И И П С К

кронштейнов, используемых в шарнирно-рамных схемах. Кронштейны имеют на консоли два овальных вертикальных отверстия 5×15 мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 12$ для крепления к консоли кронштейна вертикальной направляющей. Вылет консоли опорных кронштейнов составляет 60, 80, 120, 140, 170, 220, 240, 270 мм. Толщина полки консоли 3,5-2,5 мм. Ширина опорной полки (пяты) – 40 мм, толщина - 4,0 мм. В пяте опорных кронштейнов предусмотрено одно овальное отверстие длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерного крепежа.

Кронштейны высотой М 75 мм имеют на консоли два овальных вертикальных отверстия 5×15 мм и два круглых отверстия $d = 5,0$ мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 12$ для крепления к консоли кронштейна вертикальной направляющей. Вылет консоли опорных кронштейнов составляет 60, 80, 120, 140, 170, 220, 240, 270 мм. Толщина полки консоли 3,5-2,5 мм. Ширина опорной полки (пяты) – 40 мм, толщина - 4,0 мм. В пяте опорных кронштейнов предусмотрено одно овальное отверстие длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерного крепежа.

L-образные кронштейны L высотой 125 мм выполняют роль несущих кронштейнов. На консоли имеются два овальных вертикальных отверстия 5×15 мм и четыре круглых отверстия $d = 5,0$ мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 12$ для крепления к консоли кронштейна вертикальной направляющей. Вылет консоли несущих кронштейнов составляет 60, 80, 120, 140, 170, 220, 240, 270 мм. Толщина полки консоли 3,5-2,0 мм. Ширина опорной полки (пяты) – 40 мм, толщина - 4,0 мм. В пяте несущих кронштейнов предусмотрены два овальных отверстия длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерных крепежей.

L-образные кронштейны XL высотой 150 мм выполняют роль несущих кронштейнов. На консоли имеются четыре овальных вертикальных отверстия 5×15 мм и четыре круглых отверстия $d = 5,0$ мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 12$ для крепления к консоли кронштейна вертикальной направляющей. Вылет консоли несущих кронштейнов составляет 60, 80, 120, 140, 170, 220, 240, 270 мм. Толщина полки консоли 3,5-2,0 мм. Ширина опорной полки (пяты) – 40 мм, толщина - 4,0 мм. В пяте несущих кронштейнов предусмотрены три овальных отверстия длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерных крепежей.

Каркас с применением П-образных кронштейнов устанавливается в межэтажные перекрытия, а также и по основной плоскости фасада при больших нагрузках.

П-образные кронштейны применяются также высотой 50, 75 мм и 150 мм. Вылет консоли кронштейнов составляет 170, 190 и 240 мм. Толщина полки консоли 4,0-2,5 мм. На консолях П-образного кронштейна высотой 50 мм - два овальных вертикальных отверстия 5×15 мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 10$ для крепления к консолям кронштейна стенок вертикальной направляющей. Ширина пяты – 55,5 мм, толщина - 3,6 мм. В пяте кронштей-

Ц Н И И П С К

нов высотой 50 мм предусмотрено одно овальное отверстие длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерного крепежа. На консолях П-образного кронштейна высотой 75 мм - два овальных вертикальных отверстия 5×15 мм и два круглых отверстия $d = 5,0$ мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 10$ для крепления к консолям кронштейна стенок вертикальной направляющей. Ширина пяты – 55,5 мм, толщина - 3,6 мм. В пяте кронштейнов высотой 150 мм предусмотрено три овальных отверстия длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания или межэтажного перекрытия с помощью анкерных крепежей.

Для крепления в межэтажные перекрытия применяется кронштейн усиленный XL высотой 150 мм. Вылет консоли кронштейнов составляет 160, 210 и 230 мм. Толщина полки консоли равна 4-3,5 мм. На консоли имеются четыре овальных вертикальных отверстия 5×15 мм и четыре круглых отверстия $d = 5,0$ мм под вытяжные заклёпки $4,8 \times 12$ для крепления к консоли кронштейна вертикальной направляющей. Ширина каждой опорной полки 50 мм, толщина – 4,0 мм. В каждой пяте несущих кронштейнов XL предусмотрены три овальных отверстия длиной 22 мм, $d=11$ мм для крепления к стене здания с помощью анкерных крепежей.

2.2 Удлинитель кронштейнов.

Удлинители кронштейнов применяются для обеспечения необходимого отступа облицовки относительно стены здания, если заданный отступ не может быть обеспечен применяемым кронштейном.

Удлинители L-образных кронштейнов: M, L и XL.

Удлинители П-образных кронштейнов M и XL.

Геометрические параметры сечений кронштейнов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование кронштейна	Артикул	Сечение профиля	A см ²	I _x см ⁴	I _y см ⁴	W _x ^{min} см ³	W _y ^{min} см ³
L-образный опорный	RLS-BR-S-50	консоль t=3,5мм	1,75	3,65	0,018	1,46	0,102
		пята t=4,0мм	2,00	4,17	0,027	1,67	0,133
		пята (осл.) t=4,0 мм	1,56	4,12	0,021	1,65	0,104
	RLS-BR-M-75	консоль t=3,5мм	2,63	12,3	0,027	3,28	0,153
		пята t=4,0мм	3,00	14,1	0,04	3,75	0,20
		пята (осл.) t=4,0 мм	2,56	14,0	0,034	3,74	0,171
L-образный несущий	RLS-BR-L-125	консоль t=3,5мм	4,38	57,0	0,045	9,11	0,255
		пята t=4,0мм	5,00	65,1	0,067	10,4	0,333
		пята (осл.) t=4,0 мм	4,12	52,6	0,055	8,48	0,275
	RLS-BR-XL-150	консоль t=3,5мм	5,25	98,4	0,054	13,1	0,306
		пята t=4,0мм	6,00	113	0,080	15,0	0,40

Ц Н И П С К

П-образный опорный*)	HIS-BR-S-50	пята (осл.) $t=4,0$ мм	4,68	90,4	0,062	12,1	0,312
		консоль $t=4,0$ мм	2,00	4,17	0,027	1,67	0,133
		пята $t=3,6$ мм	1,80	3,75	0,019	1,50	0,108
	HIS-BR-M-75	пята (осл.) $t=3,6$ мм	1,40	3,71	0,015	1,48	0,084
		консоль $t=4,0$ мм	3,00	14,1	0,04	3,75	0,20
		пята $t=3,6$ мм	2,70	12,7	0,029	3,38	0,162
П-образный несущий *)	HIS-BR-L-150	пята (осл.) $t=3,6$ мм	2,30	12,6	0,025	3,36	0,138
		консоль $t=4,0$ мм	6,00	113	0,080	15,0	0,40
		пята $t=3,6$ мм	5,40	101	0,058	13,5	0,324
	HIS-BR-XL-150	пята (осл.) $t=3,6$ мм	4,21	81,3	0,045	10,8	0,253
		консоль $t=4,0$ мм	6,00	113	0,080	15,0	0,40
		пята $t=4,0$ мм	6,00	113	0,080	15,0	0,40
		пята (осл.) $t=4,0$ мм	4,68	90,4	0,062	12,1	0,312

*) Для П-образных кронштейнов геометрические характеристики даны на одну ветвь

2.3 Направляющие

Вертикальный каркас с L-образными кронштейнами предусматривает применение вертикальных несущих профилей следующих типов:

- профили, несущие T-образного сечения RLS-GU-T-408218, RLS-GU-T-507018, RLS-GU-T-608218, RLS-GU-T-6010018, RLS-GU-T-608222;

- профили, несущие L-образного сечения RLS-GU-L-404018, RLS-GU-L-503518, RLS-GU-L-603818, RLS-GU-L-604022;

Вертикальный каркас с П-образными кронштейнами предусматривает применение вертикальных несущих профилей следующих типов:

- профили П-образные несущие HIS-GU-57, HIS-GU-75, HIS-GU-95, HIS-GU-125;

Геометрические характеристики сечения некоторых профилей вертикальных направляющих приведены в таблице 2.

Таблица 2

Расчётное состояние сечения	A см ²	G кгс/м. пог	I _x см ⁴	I _y см ⁴	W _x ^{min} см ³	W _x ^{max} см ³	W _y ^{min} см ³	W _y ^{max} см ³
Направляющая RLS-GU-T-408218								
полное	1,95	0,529	2,36	7,60	0,71	3,47	1,85	1,85
сжата полка	1,38		2,07	1,50	0,67	3,04	0,63	0,63
сжата стенка	1,77		0,90	7,59	0,37	2,17	1,85	1,85
Направляющая RLS-GU-T-507018								
полное	1,83	0,494	4,41	4,25	1,14	3,88	1,21	1,21
сжата полка	1,39		3,77	0,82	1,07	2,56	0,41	0,41
сжата стенка	1,56		1,31	4,25	0,48	2,21	1,21	1,21
Направляющая RLS-GU-T-608218								
полное	2,13	0,577	7,48	6,82	1,63	5,40	1,67	1,67
сжата полка	1,50		6,02	0,763	1,48	3,13	0,38	0,38
сжата стенка	1,70		1,48	6,82	0,52	2,55	1,67	1,67
Направляющая RLS-GU-T-608222								

ЦНИИПСК

Расчётное состояние сечения	A см ²	G кгс/м. пог	I _x см ⁴	I _y см ⁴	W _x ^{min} см ³	W _x ^{max} см ³	W _y ^{min} см ³	W _y ^{max} см ³
полное	2,45	0,664	8,30	7,47	1,80	6,01	1,82	1,82
сжата полка	1,88		7,08	1,36	1,67	2,29	0,58	0,58
сжата стенка	2,09		2,66	7,47	0,82	2,56	1,82	1,82
Направляющая RLS-GU-T-6010018								
полное	2,58	0,70	8,14	13,8	1,68	7,08	2,76	2,76
сжата полка	1,61		6,33	0,94	1,51	3,50	0,46	0,46
сжата стенка	2,19		1,64	13,8	0,55	3,35	2,76	2,76
Направляющая HIS-GU-57								
полное	3,78	1,02	19,2	19,8	5,92	7,71	4,82	4,82
сжата полка	3,78		19,2	19,8	5,92	7,71	4,82	4,82
сжата стенка	3,78		19,2	19,8	5,92	7,71	4,82	4,82
Направляющая HIS-GU-75								
полное	6,20	1,68	51,2	27,5	13,0	14,4	6,71	6,71
сжата полка	6,20		51,2	27,5	13,0	14,4	6,71	6,71
сжата стенка	6,20		51,2	27,5	13,0	14,4	6,71	6,71
Направляющая HIS-GU-95								
полное	6,92	1,88	86,0	31,7	17,7	18,4	7,73	7,73
сжата полка	6,92		86,0	31,7	17,7	18,4	7,73	7,73
сжата стенка	6,92		86,0	31,7	17,7	18,4	7,73	7,73
Направляющая HIS-GU-125								
полное	8,00	2,17	164	38,0	26,1	26,5	9,27	9,27
сжата полка	8,00		164	38,0	26,1	26,5	9,27	9,27
сжата стенка	8,00		164	38,0	26,1	26,5	9,27	9,27
Направляющая RLS-GU-L-404018								
полное	1,24	0,33	1,96	2,01	0,66	1,92	0,70	1,83
сжата полка	0,95		1,63	0,40	0,61	1,25	0,23	0,81
сжата стенка	1,07		0,80	1,81	0,35	1,25	0,66	1,44
Направляющая RLS-GU-L-503518								
полное	1,28	0,35	1,32	3,55	0,48	1,78	1,04	2,25
сжата полка	1,09		1,69	0,54	0,62	1,34	0,28	0,95
сжата стенка	1,11		0,40	3,11	0,21	0,98	0,98	1,73
Направляющая RLS-GU-L-603818								
полное	1,47	0,40	1,73	5,93	0,57	2,31	1,47	3,03
сжата полка	1,24		0,32	4,94	0,18	0,97	1,34	2,13
сжата стенка	1,06		1,48	1,24	0,53	1,48	0,48	1,39
Направляющая RLS-GU-L-604022								
полное	1,80	0,49	2,49	6,83	0,80	2,88	1,64	3,71
сжата полка	1,59		0,90	6,09	0,40	1,73	1,55	2,94
сжата стенка	1,43		2,23	2,14	0,76	2,10	0,74	2,08
Аграфный профиль EQ-AG								
полное	2,86	0,773	12,9	1,70	3,80	-	1,25	-

2.4 Соединители направляющих

Соединители направляющих для профилей П-образного типа HIS-GU-57, HIS-GU-75, HIS-GU-95, HIS-GU-125 – вставка соединительная EQ-HIS-CN-54;

2.5 Элементы крепления облицовки

В фасадной системе «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» в качестве облицовки используются изделия из стеклофибробетона со скрытым способом крепления. Облицовочный слой надежно крепится на горизонтальные профили при скрытом способе крепления при помощи крепежных элементов - аграфный профиль EQ-AG, используемый для изготовления горизонтальных направляющих и элементов крепления (аграф).

2.6 Постоянные нагрузки, действующие на каркас фасадной системы

Таблица 3

№№	Вид облицовки	Единица измерения	Нормативная нагрузка, G_n	γ_f	Расчётная нагрузка, G_{f1}
1	2	3	4	5	6
1	Панель СФБ без каркаса $t=18$ мм	кг/м ²	36,0	1,1	39,6
2	Аграфный профиль EQ-AG	кг/м	0,773	1,05	0,812
3	Направляющая HIS -GU-125		2,17		2,28

3. Материал каркаса фасадной системы

Профили для навесной фасадной системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», изготовлены из алюминиевых прессованных профилей, поставляемых по ГОСТ 22233-20018 из алюминиевых сплавов марок: 6060 (Т66), 6063 (Т6).

Механические свойства алюминиевых сплавов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип сплава и состояние поставки материала	t, мм	Нормативное сопротивление, МПа		Расчётное сопротивление, МПа		
		R_{un}	R_{up}	R	R_s	R_{bp}
6060 Т66	$t \leq 3$	215	160	135	80	190
	$3 < t \leq 25$	195	150	120	70	175
6063 Т6	$t \leq 10$	215	170	135	80	190

Расчётные сопротивления для алюминиевых сплавов определены в соответствии с СП 128.13330.2016 п. 6.1. $\gamma_m = 1,1$; $\gamma_u = 1,45$

В конструкции «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» в качестве крепежных элементов применяются вытяжные заклепки диаметром 4,8 мм и диаметром 3,2 мм - для крепления вспомогательных элементов.

Ц Н И И П С К

Для соединения элементов каркаса используются вытяжные заклёпки в двух модификациях:

- стержнем (сердечником) из коррозионностойкой стали AISI 304 и телом заклепки из алюминиевого сплава AlMg 3,5% (A2/A1A);

- стержнем (сердечником) и телом заклепки из коррозионностойкой стали AISI 304 (A2/A2);

Несущая способность заклёпок на срез и растяжение приведена в таблице 5

Таблица 5

Диаметр заклёпки, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр бортика тах, мм	Диаметр отверстия под заклёпку min, мм	Нормативные усилия		Расчётные усилия	
				срез N_{zn}^s , Н	растяжение N_{zn}^r , Н	срез N_z^s , Н	растяжение N_z^r , Н
1	2	3	4	5	6	7	8
стержень – сталь коррозионностойкая A2/ тело заклёпки – сталь коррозионностойкая A2							
4,8	3,2	8,4 (14,0)	4,9	5000	8500	4000	6800
3,2	2,10	6,2	3,3	1900	2500	1500	2000
стержень - сталь коррозионностойкая A2/ тело заклёпки - из алюминиевого сплава A1A							
4,8	2,95	10,1 (14,0)	4,9	1850	2600	1480	2080

При креплении кронштейнов к (основанию здания или сооружения) стене применяются фасадные анкеры, имеющие сертификаты соответствия, выданные в Российской Федерации.

4. Расчётные схемы системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105»

4.1 Поверочный расчёт системы проводился на примере условного, прямоугольного в плане здания, расположенного в городской черте, местность тип В. Расчет проводился на основании следующих нормативных документов:

- 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 20.13330.2016 СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция.
- СП 128.13330.2016 «СНиП 2.03.06-85 «Алюминиевые конструкции».

В расчете, положенном в основу данного заключения, приведены нагрузки, действующие на систему для условий I-VII ветровых районов.

Ц Н И П С К

Относ поверхности облицовки от внешней грани стены – 170 мм.

Максимальная высота здания принималась 150 м.

Для варианта с креплением каркаса в перекрытие расстояние между кронштейнами (высота этажа) принята 3,0 м; 3,2 м; 3,6 м.

В расчете учитывались как статическая, так и динамическая (пульсационная) составляющие ветровой нагрузки.

4.2 При расчёте собственный вес облицовки принимался в соответствии с данными таблицы 3.

Закладные элементы облицовки передают нагрузки на горизонтальный профиль – аграфный профиль EQ-AG. При креплении горизонтальных профилей на две направляющие – по однопролетной схеме, на три и более - по многопролетной схеме.

Панели облицовки в зависимости от ширины панели передают ветровую нагрузку на вертикальную направляющую с учетом коэффициента неразрезности.

$k_{нр}$ – коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки как с многопролетной балки (при опирании облицовки на три и более направляющих). Если облицовка опирается на две направляющие $k_{нр}=1,0$. Значения $k_{нр}$ для промежуточной и основной направляющей даны в табл. 6.

Таблица 6

Расчётная схема плиты облицовки	Максимальное значение $k_{нр}$	
	Промежуточная направляющая (промежуточная опора)	Основная направляющая (крайняя опора)
2 пр	1,250	$k_1*0,375$
3 пр	1,100	$k_1*0,400$
4 пр	1,143	$k_1*0,393$
5 пр	1,132	$k_1*0,395$
≥ 6 пр	1,0	0,50

$k_1=1,0$ если на основную направляющую плиты опираются одной стороны
 $k_1=2,0$ если на основную направляющую плиты опираются двух сторон

4.3 Расчёт системы при креплении каркаса в несущие стены

4.3.1 Рассмотрено три схемы вертикальных направляющих при креплении каркаса в стены: двухпролетная с пролетами по 1200 мм и консолями по 300мм, трехпролетная с пролетами по 900 мм и консолями по 150 мм и четырехпролетная с пролетами по 600 мм и консолями по 300 мм. Шаг вертикальных направляющих принят 600мм.

Ц Н И И П С К

Для элементов ограждения и узлов их крепления учитывались пиковые положительные и отрицательные воздействия ветровой нагрузки. Ветровая нагрузка принималась для местности типа В, что соответствует по СП 20.13330-2016 «СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия» городским территориям, лесным массивам и другим местностям, равномерно покрытым препятствиями высотой более 10 метров.

В соответствии с данными по редуцированию поперечного сечения вертикальных направляющих была определена их несущая способность. При этом учитывалось, что при отрицательном воздействии ветра (отсос) полка профиля направляющей сжата в опорной зоне неразрезной балки.

Несущая способность вертикальных направляющих системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», от ветровой нагрузки при шаге направляющих 600 мм при креплении кронштейнов в стены приведена в таблице 7.

Таблица 7

Тип направляющей	Шаг направляющей, мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа при схеме пролётов					
		2×1200 мм		3×900 мм		4×600 мм	
		Ширина плиты, мм					
		600	1200	600	1200	600	1200
RLS-GU-T-408218	600	0,80	0,64	1,78	1,42	3,78	3,02
RLS-GU-T-507018		1,28	1,02	2,85	2,28	6,03	4,82
RLS-GU-T-608218		1,78	1,42	3,96	3,17	8,37	6,70
RLS-GU-T-608222		2,03	1,62	4,50	3,60	9,51	7,61
RLS-GU-T-6010018		1,82	1,46	4,05	3,24	8,70	6,96
RLS-GU-L-404018		0,72	0,58	1,60	1,28	3,37	2,70
RLS-GU-L-503518		0,74	0,59	1,63	1,30	3,45	2,76
RLS-GU-L-603818		1,60	1,28	3,56	2,85	7,51	6,00
RLS-GU-L-604022		1,87	1,50	4,16	3,33	8,78	7,02
HIS-GU-57		7,29	5,83	16,2	13,0	34,2	27,4

4.4 Расчет кронштейнов.

Расчётная схема несущего кронштейна принималась в виде стержня, жёстко закреплённого со стороны стены здания и жёстко-подвижного в вертикальном направлении с помощью крепления кронштейна к направляющей двумя вытяжными заклёпками. Проверялось также напряжённое состояние в наиболее опасных сечениях кронштейна для различных сочетаний нагрузок.

Ц Н И П С К

Опорный кронштейн рассчитывался как сжато-растянутый стержень с изгибом в горизонтальной плоскости от эксцентриситета приложения ветровой нагрузки в горизонтальной плоскости.

Несущая способность кронштейнов определялась для параметров их установки на стенах в соответствии с принятой раскладкой вертикальных направляющих. Несущая способность кронштейнов вертикальной распределительной системы определялась по зоне максимальных напряжений в пяте кронштейнов от ветровой нагрузки.

Результаты расчёта несущей способности кронштейнов при вертикальной распределительной системе крепления в стены приведены в таблице 8.

Несущая способность кронштейнов системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» от ветровой нагрузки при шаге направляющих 600 мм при креплении в стены (при отnose поверхности облицовки 170 мм).

Таблица 8

Тип направляющей (артикул)	Тип кронштейна (артикул)	Шаг направ- ляющей мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа при схеме пролётов						
			2x1200 мм		3x900 мм		4x600 мм		
			Ширина плиты, мм						
		600		1200		600		1200	
RLS-GU-T; RLS-GU-L	RLS-BR-S	600	1,85	1,48	2,80	2,24	4,07	3,26	
	RLS-BR-M		3,04	2,43	4,62	3,70	6,69	5,35	
	RLS-BR-L		4,88	3,90	7,43	5,94	10,8	8,64	
	RLS-BR-XL		5,54	4,43	8,42	6,74	12,4	9,92	
HIS-GU-57	HIS-BR-S		1,69	1,35	2,58	2,06	3,74	2,99	
	HIS-BR-M		2,78	2,22	4,23	3,38	6,15	4,92	
	HIS-BR-L		5,10	4,08	7,76	6,21	11,3	9,04	

4.5 Расчёт системы при креплении каркаса в плиты межэтажных перекрытий

4.5.1 В расчёте рассматривались здания прямоугольной формы в плане высотой до 150 метров, расположенные во всех ветровых районах страны. При расчёте направляющих принималась многопролётная схема с пролётами 3000, 3300 и 3600 мм.

Несущая способность направляющих по ветровой нагрузке при проверке на прочность для системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», закреплённой в плиты перекрытия зданий, приведена в таблице 9.

Таблица 9

Тип направляющей	Шаг направляющей, мм	Несущая способность вертикальных направляющих от расчётной ветровой нагрузки по прочности, кПа при высоте этажа в мм		
		3000	3300	3600

Ц Н И П С К

		Ширина плиты, мм					
		600	1200	600	1200	600	1200
HIS-GU-57	600	1,46	1,17	1,21	0,97	1,01	0,81
HIS-GU-75		3,22	2,58	2,66	2,13	2,24	1,79
HIS-GU-95		4,39	3,51	3,63	2,90	3,05	2,44
HIS-GU-125		6,47	5,18	5,35	4,28	4,49	3,59

Несущая способность направляющих по ветровой нагрузке при проверке на деформативность для системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», закреплённой в плиты перекрытия зданий, приведена в таблице 10.

Таблица 10

Тип направляющей	Шаг направляющей, мм	Несущая способность вертикальных направляющих от расчётной ветровой нагрузки по деформативности, кПа при высоте этажа в мм					
		3000		3300		3600 мм	
		Ширина плиты, мм					
		600	1200	600	1200	600	1200
HIS-GU-57	600	3,43	2,74	2,59	2,07	2,00	1,60
HIS-GU-75		9,14	7,31	6,91	5,53	5,32	4,26
HIS-GU-95		15,4	12,3	11,6	9,28	8,94	7,15
HIS-GU-125		29,3	23,4	22,1	17,7	17,1	13,7

Несущая способность направляющих для системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», закреплённой в плиты перекрытия зданий берется наименьшей из таблиц 9 и 10.

Несущая способность кронштейнов по ветровой нагрузке для системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», закреплённой в плиты перекрытия зданий, приведена в таблице 11.

Таблица 11

Тип кронштейна (артикул)	Шаг направляющей мм	Несущая способность кронштейнов от расчётной ветровой нагрузки по прочности, кПа при высоте этажа в мм					
		3000		3300		3600	
		Ширина плиты, мм					
		600	1200	600	1200	600	1200
HIS-BR-L-150	600	2,33	1,86	2,12	1,70	1,96	1,57
HIS-BR-XL-150		3,27	2,62	2,97	2,38	2,73	2,18

В таблице 12 приведена несущая способность аграфного профиля для скрытого крепления облицовочных панелей.

Ц Н И И П С К

Таблица 12

Обозначение профиля	Шаг по высоте, мм	Несущая способность профиля в кПа при ширине плиты, мм	
		600	1200
Аграфный профиль EQ-AG	600	6,25	5,00
	1200	3,13	2,50

Горизонтальные профили для скрытого крепления облицовочных плит работают только на горизонтальную ветровую нагрузку, поскольку собственная жёсткость стеклофибробетонных плит в вертикальной плоскости многократно выше жёсткости профилей. Профили работают на срез кромки, удерживающей аграф или панель, совместно с её изгибом и на изгиб профиля в горизонтальной плоскости.

5. Определение области применения системы.

На основании проведенных поверочных расчетов фасадной системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», определена область применения по наименьшей несущей способности элементов, из которых состоит система. Пример определения области применения системы с облицовкой фиброцементными плитами шириной 600 мм по ветровым районам России приведен в таблице 13.

Таблица 13

Область применения фасадной системы «REVENTAL-RLS-HIS-V-105»

Несущие элементы системы	Зона фасада	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Вертикальная система при креплении в стены Несущий кронштейн RLS-BR-M-17075 Вертикальная направляющая RLS-GU-T-608222; Аграфный профиль EQ-AG	Высота здания при сетке кронштейнов 600x600мм*)							
	Угловая	150	150	150	150	150	130	85
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x900мм **)							
	Угловая	150	150	150	150	75	40	25
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x1200мм**) Шаг направляющих рядовой зоне 600 мм; в угловой -300 мм							
	Угловая	150	150	150	110	55	30	15
	Рядовая	150	150	150	85	40	20	10
Вертикальная система при креплении в стены	Высота здания при сетке кронштейнов 600x600мм*)							
	Угловая	150	150	150	150	150	130	85

Ц Н И И П С К

RLS-BR-M-17075 Вертикальная направляющая RLS-GU-L-604022; Аграфный профиль EQ-AG	Высота здания при сетке кронштейнов 600x900мм **)							
	Угловая	150	150	150	110	60	30	15
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	130
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x1200мм **)							
	Шаг направляющих рядовой зоне 600 мм; в угловой -300 мм							
	Угловая	150	150	150	85	40	20	10
Рядовая	150	150	130	65	30	15	5	
Вертикальная система при креплении в стены Несущий кронштейн HIS-BR-L-170150 Вертикальная направляющая HIS-GU-57; Аграфный профиль EQ-AG	Высота здания при сетке кронштейнов 600x600мм*)							
	Угловая	150	150	150	150	150	150	150
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x900мм *)							
	Угловая	150	150	150	150	150	150	130
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x1200мм*)							
	Угловая	150	150	150	150	110	55	40
	Рядовая	150	150	150	150	150	150	150
Система крепления в межэтажные перекрытия Несущий кронштейн HIS-BR-XL-160150 ; Вертикальная направляющая HIS-GU-75; Соединительный элемент EQ-HIS-CN-54; Аграфный профиль EQ-AG	Высота здания при сетке кронштейнов 600x3000мм*)							
	Шаг направляющих рядовой зоне 600 мм; в угловой -300 мм							
	Угловая	150	150	150	150	150	130	85
	Рядовая	150	150	150	150	150	100	65
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x3300мм*)							
	Шаг направляющих рядовой зоне 600 мм; в угловой -300 мм							
	Угловая	150	150	150	150	150	95	60
	Рядовая	150	150	150	150	130	75	45
	Высота здания при сетке кронштейнов 600x3600мм*)							
	Шаг направляющих рядовой зоне 600 мм; в угловой -300 мм							
Угловая	150	150	150	150	130	75	45	
Рядовая	150	150	150	150	110	60	35	

*) несущая способность системы определяется несущей способностью кронштейна

**) несущая способность системы определяется несущей способностью вертикальных направляющих.

Проведенные поверочные расчеты 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 и предварительные для определения области применения данной фасадной системы.

При проектировании реальных зданий применение данной фасадной системы должно быть подтверждено уточненными расчетами. Данные, приведённые в таблице 13, очерчивают лишь возможную область применения системы в качестве примера. Они могут быть

Ц Н И И П С К

использованы в реальном проектировании только как рекомендательные при предварительном назначении параметров каркаса фасадной системы.

Все назначенные в проекте параметры каркаса (пролёты, вылеты консолей кронштейнов, крепления элементов каркаса друг к другу и к несущему поясу и пр.) должны быть обязательно проверены расчётом.

Выводы и замечания

1. В альбоме технических решений «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», представлены решения основных элементов и узлов фасадных систем из алюминиевых сплавов марок 6060 T66, 6063 T6 для облицовок зданий и сооружений со скрытым способом крепления изделиями из стеклофибробетона

2. Крепление облицовки осуществляется к горизонтальным направляющим с помощью специальных крепежных изделий (аграф). Аграфы крепятся на тыльной стороне облицовки коррозионностойкими стальными шпильками, имеющими анкерное крепление к закладным элементам стеклофиброцементного изделия.

3. Каркас фасадной теплоизоляционной системы с воздушным зазором «REVENTAL-RLS-HIS-V-105» под облицовку изделиями из стеклофибробетона является системой, обеспечивающей надёжное крепление фасадной облицовки в зависимости от ветровых районов страны для зданий высотой, указанной в таблице 13.

4. Для увеличения несущей способности кронштейнов при использовании вертикальных направляющих уголкового сечения (типа RLS-GU-L) желательно развернуть полку уголка в сторону анкерного крепления кронштейна. При таком положении значительно уменьшается эксцентриситет приложения нагрузки.

5. При проектировании конкретных объектов, особое внимание обратить на определение расчетного усилия вырыва анкерного дюбеля из основания строящегося здания, которое должно быть меньше расчетного допускаемого усилия, полученного при испытании на основании строящегося здания.

6. Фасадная система «REVENTAL-RLS-HIS-V-105», производства ООО «ИНТЕРНОВА», могут применяться в различных ветровых районах Российской Федерации.

Начальник ОПГС

Д.Е. Голубев

Главный специалист, к.т.н.

В.Ф. Беляев

Инженер ЛОК ОПГС

В.С. Шуваева