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

Н.И. Пресняков
2012 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАВЕСНОЙ
ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ SIRIUS 200
ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ КАССЕТНЫМИ ПАНЕЛЯМИ
ИЗ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТАЛЛА
С КРЕПЛЕНИЕМ КАРКАСА В СТЕНЫ И
В МЕЖЭТАЖНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ

1.Общие данные

Индивидуальным предпринимателем Коноваловым Н.А. для разработки экспертного заключения были представлены следующие документы:

1. SIRIUS вентилируемые системы. Альбом технических решений. Навесной фасадной системы серии Sirius 200 для облицовки кассетами из металлокомпозитных материалов и металла, а также утепления стен зданий и сооружений различного назначения.

2. Краткое описание фасадной системы.

Элементы каркаса фасадной системы Sirius 200 изготавливают из алюминиевых сплавов 6060,6063, либо АД31. Система предназначена для декоративной отделки фасадов кассетными панелями и утепления стен фасадов вновь возводимых и реконструируемых зданий. Система имеет большой набор несущих элементов каркаса, что позволяет использовать систему как для

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

Формат

крепления в несущие и самонесущие стены здания так и для крепления к фасадным торцевым поверхностям межэтажных перекрытий, если материал ограждающих стен здания обладает пониженной прочностью.

Система может использоваться для облицовки зданий высотой до 75 метров и выше, расположенных в I –VII ветровых районах. Допускается предельная отрицательная температура эксплуатации до – 60^0С и положительная температура окружающей среды до +40^0С в сочетании с температурой солнечной инсоляции на поверхности облицовки до +80^0С.

Несущий каркас системы состоит из следующих основных элементов:

- из вертикальных направляющих (SP-1.1, SP-1.2, SP-2.2, SP-2.4, SP-2.6, SP-2.8, SP-2.10);
- горизонтальных направляющих (SP-5.13);
-уголковых кронштейнов усиленных (KL-50У – KL-230У);
-уголковых кронштейнов больших (KL-50Б – KL-230Б);
-уголковых кронштейнов малых (KL-50М – KL-230М);
-кронштейнов ветровых (KL-50В – KL-230В);
-П-образных кронштейнов усиленных (KP-80У – KP-230У);
-П-образных кронштейнов больших (KP-80Б – KP-230Б);
-П-образных кронштейнов малых (KP-80М – KP-230М);
-П-образных кронштейнов ветровых (KP-80В – KP-230В);
-кронштейнов высотных (KH-150У – KH-230У);
-удлинителей консоли уголковых кронштейнов (KL-У, KL-Б и KL-М);
-удлинителей консоли П-образных кронштейнов (KP-У, KP-Б и KP-М);
-профиль усиления рёбер кассет (SP-5.15).
-универсальный крепитель панели (SD-7.1):
-внутренняя салазка со штифтом (SD-7.2);
-внешняя салазка со штифтом (SD-7.3).

В состав системы Sirius 200 входят четыре подсистемы:

-облегчённая система с L-образными кронштейнами и h-образной направляющей SP-1.2 Sirius SL-200 для крепления в несущие и самонесущие стены зданий,

-облегчённая система с L-образными кронштейнами и T-образной направляющей SP-1.1 Sirius SL-201 для крепления в несущие и самонесущие стены зданий,

-усиленная система с П-образными кронштейнами Sirius SP- 200 для крепления как в стены зданий, так и в межэтажные перекрытия;

-высотная система с кронштейнами KH-150У – KH-230У Sirius SH-200 для высотных зданий с креплением системы в межэтажные перекрытия.

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата	11-3262	Лист 2

2.1 Подсистема Sirius SL- 200.

В состав несущих элементов системы Sirius SL-200 входят элементы из алюминиевых сплавов: кронштейны серии KL, удлинители KL-У, KL-Б и KL-M, вертикальные направляющие SL-1.2; а так же профиль усиления рёбер кассет (SP-5.15).

Система состоит из несущих кронштейнов, роль которых могут выполнять для нагрузок разной величины усиленные кронштейны, большие кронштейны и в некоторых случаях малые кронштейны. Все эти кронштейны изготовлены из алюминиевого профиля в виде неравнополочного уголка.

Неравнополочные уголки предназначенные для изготовления кронштейнов имеют узкую полку, выполняющую роль пяты, шириной 45 мм и толщиной 3,5 мм и широкую полку, предназначенную выполнять роль консоли, высотой (вылетом) 50,80,110,150,190 и 230 мм. Толщина полок переменная от 3,0 до 2,4 мм для профиля высотой 50 мм и от 4,0 до 2,4 для профиля высотой 230 мм. Из этого профиля изготавливают: кронштейны усиленные (KL-50У – KL-230У), кронштейны большие (KL-50Б – KL-230Б), кронштейны малые (KL-50M – KL-230M) и кронштейны ветровые (KL-50B – KL-230B).

Кронштейны усиленные высотой 150мм имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 105 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется два зажима, выштампованных из плоскости консоли и предназначенных для фиксации направляющих на монтаже. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано восемь отверстий под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Большие кронштейны высотой 110мм также имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 85 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется два зажима, выштампованных из плоскости консоли и предназначенных для фиксации направляющих на монтаже. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано шесть отверстий под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Малые кронштейны имеют высоту равную 75мм. На пяте кронштейна образовано одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется один зажим, выштампованный из плоскости консоли. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано четыре отверстия под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и два круглых Ø5,1 мм.

Ветровые кронштейны имеют высоту равную 55мм. На пяте кронштейна образовано

Согласовано

Взам. Инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется один зажим, выштампованный из плоскости консоли. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано под вытяжные заклёпки два вертикальных овальных 18×5,1мм отверстия.

В систему Sirius SL-200 входят так же три типа удлинителей консолей кронштейнов (KL-У, KL-Б и KL-M). Удлинитель KL-У предназначен для удлинения консолей усиленных кронштейнов, имеет форму пластины с нанесёнными по одной из плоскостей насечками, высоту 110мм и оснащён по выступающему консольному краю двумя зажимами и восемью отверстиями под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм.

Удлинитель KL-Б предназначен для удлинения консоли больших кронштейнов и удлинитель KL-M для удлинения малых кронштейнов.

Относ наружной грани направляющей от стены при использовании подсистемы Sirius SL-100 составляет при отсутствии в конструкции удлинителей от 93 до 298 мм и при наличии удлинителей от 148 до 388 мм.

Таблица 1.

Тип профиля	Редукция элемента сечения	A, $см^2$	I_x, $см^4$	I_y, $см^4$	W_x^{min}, $см^3$	W_x^{max}, $см^3$	W_y^{min}, $см^3$
SP-1.2	Без редукции	3,13	13,52	9,313	2,532	5,502	2,517
	Сжата стенка	2,47	2,809	9,311	0,988	1,804	2,516
SP-5.15	Без редукции	2,63	1,78	5,94	1,24	–	2,86

К консолям кронштейнов или удлинителей вытяжными заклёпками крепят вертикальные h-образные направляющие SP-1.2. Профили имеют продольные волнистые насечки глубиной 0,4 мм, для фиксации крепления направляющей к кронштейну. Насечки сделаны по внутренней кромке полки и с обеих плоскостей стенки. Геометрические параметры направляющих подсчитаны при условии потери местной устойчивости частью сжатого элемента сечения профиля путём введения коэффициентов редукции. – возможно здесь нужно посчитать с учётом элементов жёсткости профиля SP-1.2 Параметры профилей приведены в таблице 1. Для усиления рёбер жёсткости панелей, при больших размерах кассет, в системе используют профили SP-5.15

Для крепления панелей в пазы вертикальных направляющих устанавливают подвижные салазки и фиксируют их положение по вертикали распорными винтами.

2.2 Подсистема Sirius SL- 201.

В состав несущих элементов системы Sirius SL-201 входят элементы из алюминиевых сплавов: кронштейны серии KL, удлинители KL-У, KL-Б и KL-M, вертикальные направляющие SL-1.1; а так же профиль усиления рёбер кассет (SP-5.15).

Система состоит из несущих кронштейнов, роль которых могут выполнять для нагрузок разной величины усиленные кронштейны, большие кронштейны и в некоторых случаях малые кронштейны. Все эти кронштейны изготовлены из алюминиевого профиля в виде неравнополочного уголка.

Неравнополочные уголки предназначенные для изготовления кронштейнов имеют узкую полку, выполняющую роль пяты, шириной 45 мм и толщиной 3,5 мм и широкую полку, предназначенную выполнять роль консоли, высотой (вылетом) 50,80,110,150,190 и 230 мм. Толщина полок переменная от 3,0 до 2,4 мм для профиля высотой 50 мм и от 4,0 до 2,4 для профиля высотой 230 мм. Из этого профиля изготавливают: кронштейны усиленные (KL-50У – KL-230У), кронштейны большие (KL-50Б – KL-230Б), кронштейны малые (KL-50M – KL-230M) и кронштейны ветровые (KL-50B – KL-230B).

Кронштейны усиленные высотой 150мм имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 105 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется два зажима, выштампованных из плоскости консоли и предназначенных для фиксации направляющих на монтаже. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано восемь отверстий под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Большие кронштейны высотой 110мм также имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 85 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется два зажима, выштампованных из плоскости консоли и предназначенных для фиксации направляющих на монтаже. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано шесть отверстий под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Малые кронштейны имеют высоту равную 75мм. На пяте кронштейна образовано одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. На плоскости консольной части кронштейна имеется один зажим, выштампованный из плоскости консоли. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано четыре отверстия под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и два круглых Ø5,1 мм.

Ветровые кронштейны имеют высоту равную 55мм. На пяте кронштейна образовано одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. На плоскости

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

консольной части кронштейна имеется один зажим, выштампованный из плоскости консоли. По вертикальной кромке консоли кронштейна образовано под вытяжные заклёпки два вертикальных овальных 18×5,1мм отверстия.

В систему Sirius SL-201 входят так же три типа удлинителей консолей кронштейнов (KL-У, KL-Б и KL-M). Удлинитель KL-У предназначен для удлинения консолей усиленных кронштейнов, имеет форму пластины с нанесёнными по одной из плоскостей насечками, высоту 110мм и оснащён по выступающему консольному краю двумя зажимами и восемью отверстиями под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм.

Удлинитель KL-Б предназначен для удлинения консоли больших кронштейнов и удлинитель KL-M для удлинения малых кронштейнов.

Относ наружной грани направляющей от стены при использовании подсистемы Sirius SL-100 составляет при отсутствии в конструкции удлинителей от 75 до 280 мм и при наличии удлинителей от 130 до 370 мм.

Таблица 1.

Тип профиля	Редукция элемента сечения	A, $см^2$	I_x, $см^4$	I_y, $см^4$	W_x^{min}, $см^3$	W_x^{max}, $см^3$	W_y^{min}, $см^3$
SP-1.1	Без редукции	2,44	8,35	6,085	1,803	6,097	1,645
	Сжата стенка	2,11	2,675	6,084	0,823	2,675	1,644
	Сжата полка	1,90	7,143	1,158	1,681	4,08	0,545
SP-5.15	Без редукции	2,63	1,78	5,94	1,24	–	2,86

К консолям кронштейнов или удлинителей вытяжными заклёпками крепят вертикальные направляющие в виде тавра SP-1.1. Профили имеют продольные волнистые насечки глубиной 0,4 мм, для фиксации крепления направляющей к кронштейну. Насечки сделаны по внутренней кромке полки и с обеих плоскостей стенки. Поскольку тавры не имеют элементов жёсткости по кромкам стенок и полок геометрические параметры направляющих подсчитаны при условии потери местной устойчивости частью сжатого элемента сечения профиля путём введения коэффициентов редукции. Параметры профилей приведены в таблице 1. Для усиления рёбер жёсткости панелей, при больших размерах кассет, в системе используют профили SP-5.15

Для крепления панелей на направляющие устанавливают внешние подвижные салаки со штифтом и фиксируют их положение по вертикали распорными винтами.

2.3 Подсистема Sirius SP-200.

В состав несущих элементов системы Sirius SP-100 входят элементы из алюминиевых сплавов: кронштейны серии КР, удлинители КР-У, КР-Б и КР-М, вертикальные направляющие SP-2.1, SP-2.3, SP-2.5, SP-2.7, SP-2.9, горизонтальные направляющие SP-5.13, профиль усиления рёбер кассетных панелей (SP-5.15) и система деталей, предназначенных для крепления кассетных панелей к направляющим.

Система состоит из несущих кронштейнов, роль которых могут выполнять для нагрузок разной величины усиленные кронштейны, большие кронштейны и в некоторых случаях малые кронштейны и опорных кронштейнов, в роли которых используют малые и ветровые кроштейны. Все эти кронштейны изготовлены из алюминиевого П-образного профиля.

Профили для изготовления кронштейнов имеют полку, предназначенную выполнять роль пяты, шириной 56 мм и толщиной 3,0 мм и две стенки, предназначенные выполнять роль консолей, высотой 80,110,150,190 и 230 мм.

Толщина полок переменная от 3,0 до 2,1 мм для профиля высотой 80 мм и от 3,7 до 2,1 для профиля высотой 230 мм. Из этого профиля изготавливают: кронштейны усиленные (КР-80У – КР-230У), кронштейны большие (КР-80Б – КР-230Б), кронштейны малые (КР-80М – КР-230М) и кронштейны ветровые (КР-80В – КР-230В).

Кронштейны усиленные высотой 150мм имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 105 мм. По вертикальной кромке консолей кронштейна образовано восемь отверстий под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Большие кронштейны высотой 110мм также имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 85 мм. По вертикальной кромке консолей кронштейна образовано шесть отверстий под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм

Малые кронштейны имеют высоту равную 75мм. На пяте кронштейна образовано одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. По вертикальной кромке консолей кронштейна образовано четыре отверстия под вытяжные заклёпки: два вертикальных овальных 18×5,1мм и два круглых Ø5,1 мм.

Ветровые кронштейны имеют высоту равную 55мм. На пяте кронштейна образовано одно горизонтальное овальных отверстие под анкерный болт размерами 22×11 мм. По вертикальной кромке консолей кронштейна образовано под вытяжные заклёпки два вертикальных овальных 18×5,1мм отверстия.

В систему Sirius SP- 200 входят так же три типа удлинителей консолей кронштейнов (КР-

У, КР-Б и КР-М). Удлинитель КР-У предназначен для удлинения консолей усиленных кронштейнов, имеет в сечении Н-образную форму с нанесёнными по одной из плоскостей стенок насечками, высота удлинителя 110 мм. По выступающим консольным краям стенки образовано восемь отверстий под вытяжные заклёпки: четыре вертикальных овальных 18×5,1мм и четыре круглых Ø5,1 мм.

Удлинитель КР-Б предназначен для удлинения консоли больших кронштейнов и удлинитель КР-М для удлинения малых кронштейнов.

Относ наружной грани направляющей от стены при использовании подсистемы Sirius SP-200 составляет при отсутствии в конструкции удлинителей от 93 до 345 мм и при наличии удлинителей от 193 до 435 мм.

Система Sirius SP-200 может также применятся для крепления каркаса в торцевые поверхности межэтажных плит перекрытия. В этом случае для облицовки фасада в межоконных зонах используются горизонтальные ригели из коробчатых профилей SP-5.13, который выполнен в виде квадратной трубы, в качестве горизонтальных ригелей могут использоваться также вертикальные профили SP-2.1, SP-2.3, SP-2.5, SP-2.7, SP-2.9. Горизонтальные профили крепят к вертикальным направляющим вытяжными заклёпками через уголки или П-образные большие кронштейны. К горизонтальным направляющим крепятся затем вертикальные.

К консолям кронштейнов или удлинителей вытяжными заклёпками крепят вертикальные направляющие SP-2.2, SP-2.4, SP-2.6, SP-2.8, SP-2.10 в виде коробчатых профилей с пазами для установки салазок. Профили имеют по наружным граням продольные волнистые насечки глубиной 0,4 мм для фиксации крепления направляющей к кронштейну в горизонтальном направлении. Параметры профилей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Тип профиля	A, $см^2$	I_x, $см^4$	I_y, $см^4$	W_x^{min}, $см^3$	W_y^{min}, $см^3$
SP-2.2	3,50	11,05	15,86	4,20	4,29
SP-2.4	6,14	39,78	30,78	10,72	8,32
SP-2.6	6,76	57,0	34,16	13,38	9,23
SP-2.8	8,29	93,77	39,46	17,53	10,66
SP-2.10	9,64	157,47	47,41	25,15	12,81
SP-5.13	3,67	13,71	13,71	5,48	5,48
SP-5.15	2,63	1,78	5,94	1,24	2,86

2.4 Подсистема Sirius SH- 200.

В состав несущих элементов системы Sirius SH-200 входят элементы изготовленные из алюминиевых сплавов: кронштейны высотные КН, удлинитель КР-У, вертикальные направляющие SP-2.4, SP-2.6, SP-2.8, SP-2.10, горизонтальные элементы в виде квадратных труб SP-

5.13, а так же профиль усиления рёбер кассетных панелей (SP-5.15) и система деталей предназначенных для крепления кассетных панелей к направляющим.

Система Sirius SH-200 предназначена для крепления кронштейнов в торцевые поверхности межэтажных перекрытий высотных зданий.

Кронштейны высотные КН изготовляют из П-образных профилей. Ширина опорной части 122,5 мм. Расстояния между внутренними гранями стенок составляет от 48 до 50 мм. Выступы полок составляют 38 мм при толщине 4 мм, толщина перемычки между стенками составляет 3 мм, от 3,5 до 2,4 мм для профиля высотой 150 мм и от 4,0 до 2,4 для профиля высотой 230 мм. Высота профилей составляет 150, 190 и 230 мм.

Кронштейны высотные КН высотой 150 мм имеют на пяте два горизонтальных овальных отверстия с каждой стороны под анкерные болты размерами 22×11 мм, пробитые на расстоянии друг от друга в осях 105мм.

В качестве вертикальных и горизонтальных направляющих в системе Sirius SH-200 используются те же профили, что и в системе Sirius SP-200.

3. Материал каркаса фасадной системы.

Профили для фасадной системы Sirius 200 изготовлены с применением алюминиевых сплавов 6063 Т6 и Т66, 6060 Т6 и Т66, либо АД31 Т1.

Таблица 2

Марка сплава,	Толщина проката, мм	Значения гарантированные ГОСТ		Расчётные сопротивления		
		σ_u МПа (кгс/мм^2)	$\sigma_{0,2}$ МПа (кгс/мм^2)	R МПа (кгс/мм^2)	R_s МПа (кгс/мм^2)	R_{bp} МПа (кгс/мм^2)
AlMgSi6060 T6	До 3 включ.	190,0	150,0	120	72	175
	Св.3 до25 вкл.	170,0	140,0	105	64	150
AlMgSi6060 T66	До 3 включ.	215,0	160,0	135	80	190
	Св.3 до25 вкл.	195,0	150,0	120	72	175
AlMg0,7Si6063 T6	До 10 включ.	215,0	170,0	135	80	190
AlMg0,7Si6063 T66	До 6 включ.	245,0	200,0	154	92	240

Для соединения элементов каркаса используются вытяжные заклёпки по ISO 15983 диаметром 3,2 и 5,0 мм со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали А2 в соответствии с ISO 3506-1 и заклёпки с корпусом из алюминиевого сплава и стержнем из коррозионностойкой стали AlA/A2 в соответствии с ISO 15977. Несущая способность заклёпок на срез и растяжение приведены в таблице 3.

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Таблица 3.

Диаметр заклёпки, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр бортика, мм	Диаметр отверстия под заклёпку, мм	Нормативные усилия		Расчётные усилия	
				срез N_z^s, Н	растяжение N_z^y, Н	срез N_{zn}^s, Н	растяжение N_{zn}^y, Н
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус сталь коррозионностойкая А2/ стержень сталь коррозионностойкая А2							
3,2	2,2	8,4	4,1	1900	2500	1500	2000
5,0	2,75	9,5 (14)	5,1	4700	5800	3760	4640
Корпус из алюминиевого сплава AlA/ стержень сталь коррозионностойкая А2.							
5,0	2,95	10,5	5,1	2150	3100	1700	2500

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 4.

Таблица 4.

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	Нормативный предел прочности при растяжение облицовок R_{un} ($Н/мм^2$)	$R_{un} \geq 110$
10	Нормативный предел текучести при растяжение облицовок R_{yn} ($Н/мм^2$)	$R_{yn} \geq 90$
11	Нормативно сопротивление при изгибе композитных листов по прочности облицовок R_{yn} ($Н/мм^2$)	$R_y \geq 60$
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

Расчёт системы «Sirius – 200».

Для обоснования области применения фасадной системы Sirius - 200, был проведён расчёт навесной фасадной системы прямоугольного в плане здания высотой до 150 метров. Материал конструкций алюминиевый сплав 6063 Т6.

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

1.Размер кассетных панелей облицовки 600×1200 мм вертикальной ориентации;

2.Вертикальный и горизонтальный зазоры между плитами облицовки – 6,0 мм;

3. Основные направляющие:

3.1 для системы Sirius SL-200 – SP-1.2;

3.2 для системы Sirius SL-201 – SP-1.1;

3.3 для системы Sirius SP- 200 и Sirius SH- 200 – SP-2.2 и SP-2.4 (при креплении в стены) и SP-2.6, SP-2.8, SP-2.10 для крепления в межэтажные перекрытия;

4.Горизонтальные элементы – квадратная труба SP-5.13;

5.Длина отправочной марки направляющей равна высоте этажа. Зазор в стыке направляющих по вертикали 10 мм.

6.Несущие кронштейны:

6.1 для системы Sirius SL-200 – KL-230У;

6.2 для системы Sirius SL-201 – KL-230У;

6.3 для системы Sirius SP-200 обычная - КР-230Б; межэтажная КР-230У;

6.4 Для системы Sirius SH-200 – КН-230;

7. Опорные кронштейны:

7.1 для системы Sirius SL-200 – KL-230М;

7.2 для системы Sirius SL-201 – KL-230М;

7.3 для системы Sirius SP-200 обычная - КР-230М.

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

Таблица 4.

Вид нагрузки	Ед. измер.	Нормативная нагрузка	γ_c	Расчётная нагрузка.
Кассетня панель t=4 мм	кг/м^2.	9,2	1,1	10,1
Верт. направляющая SP-1.1	кг/м пог.	0,69	1,05	0,66
Верт. направляющая SP-1.2		0,72		0,76
Верт. направляющая SP-2.4		1,47		1,54
верт. направляющая SP-2.6		1,62		1,70
верт. направляющая SP-2.10		2,31		2,42
Погонная постоянная нагрузка на направляющую при шаге направляющих 600 мм				
Тип подсистемы	Ед. измер.	Нормативная нагрузка		Расчётная нагрузка.
SL- 200	кг/м пог.	6,1		6,9
SL- 201		5,8		6.6
SP- 200 обычная		16,6		17,5
SP- 200 межэтажная		16,9		17,7
SH- 200		17,6		18,5

Расчётные ветровые нагрузки определялись в соответствии с требованиями СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

Расчёт конструкций проводился в соответствии с требованиями:

- СП 35.133320.2011. Алюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85.;

- СП 16.133320.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.

Для систем, кронштейны которых крепят непосредственно к стене здания (Sirius SL-200 и Sirius SP-200) направляющие рассчитывались по однопролётной и многопролётной схемам. Рассматривалась работа направляющих по однопролётной, двух пролётной и многопролётной схемам Результаты расчёта для направляющих, установленных с шагом 600 мм приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Несущая способность направляющей по ветровой нагрузке (трёхпролётная схема) в кПа						
Пролёт, мм	SP-1.2 Сжата стенка	SP-1.2 Сжата полка	SP-2.1	SP-2.2	SP-2.4	SP-2.6
600	6,13	14,82	*	*	*	*
800	4,62	8,07	*	*	*	*
1000	2,22	5,16	8,63	8,61	*	*
1200	1,53	3,58	6,00	5,98	*	*
1500	0,98	2,28	2,45	2,44	8,36	9,10
*- применение не рационально.						

Направляющие подсистем (Sirius SP- 200 и Sirius SH- 200), кронштейны которых крепят межэтажные перекрытия рассчитывались по однопролётной схеме и многопролётной консольно-балочной схеме.

По этой схеме первая нижняя направляющая закрепляется на кронштейнах установленных в соседние межэтажные перекрытия. На верхнем кронштейне нижней направляющей выпускается консоль с вылетом 100 – 700 мм. На эту консоль шарнирно, с помощью коробчатых вставок SD-7.20 и SD-7.21 крепится нижний конец очередной направляющей. Вставки закрепляются заклёпками на нижней направляющей и образуют шарнирное соединение между ними, передающее только поперечную силу.

В расчёте проверялись направляющие, используемые в фасадной системе здания с высотой этажа 3,0, 3,6 и 4,2 метра. Консоли направляющих были приняты равными 0,6 метра.

Несущая способность направляющих SP-2.3 SP-2.5 SP-2.7 и SP-2.9 по ветровой нагрузке

приведена в таблице 6.

Таблица 6.

Несущая способность направляющей для межэтажной схемы по ветровой нагрузке (однопролётная схема) в кПа				
Пролёт, мм	SP-2.3	SP-2.5	SP-2.7	SP-2.9
3000	1,69	1,89	2,18	2,66
3600	1,17	1,32	1,53	1,82
4200	*	*	1,12	1,33
Несущая способность направляющей по ветровой нагрузке (консольно-балочная схема с консолью 600 мм), в кПа				
3000	2,57	2,88	3,38	4,16
3600	1,69	1,86	2,15	2,67
4200	*	1.17	1,47	1,82
*- применение не рационально.				

Наиболее напряжённым сечением кронштейна при воздействии максимальной ветровой нагрузки является сечение в месте перехода в плане от консоли к пяте кронштейна. При расчёте кронштейна положение анкерного болта в овальном отверстии пяты принималось в крайнем от плоскости консоли кронштейна положении, которое возможно при рихтовке положения кронштейна относительно просверленных отверстий под анкерные болты. Нагрузка от плит облицовки передаётся на кронштейн равномерно в соответствии с грузовыми площадями. Величина ветровой нагрузки определяется как реакция на опоре от вертикальной направляющей в зависимости от расчётной схемы направляющей. Шаг вертикальных направляющих принят по ширине плит керамогранитной облицовки равным 600 мм. Результаты расчёта несущей способности кронштейнов по ветровой нагрузке для системы Sirius SL-200 приведены в таблице 7.

Таблица 7

Пролёт направляющих, мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа для кронштейнов типа:			
	KL-В	KL-М	KL-Б	KL-У
600	1.60	2,33	3,20	4,67
800	1,20	1,75	2,40	3,50
1000	0,96	1,40	1,92	2,80
1200	0,80	1,16	1,60	2,33
1500	0,64	0,93	1,28	1,87

Результаты расчёта несущей способности кронштейнов по ветровой нагрузке для системы Sirius SP-100 при креплении кронштейнов к несущим стенам и к межэтажным перекрытиям приведены в таблице 8.

Таблица 8.

Пролёт направляющих, мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа для кронштейнов типа:			
	КР-В	КР-М	КР-Б	КР-У
600	3,40	4,95	6,81	9,88
800	2,54	3,69	5,10	7,40
1000	2,04	2,96	4,07	5,90
1200	1,70	2,47	3,40	4,91
1500	1,35	1,95	2,72	3,90
Крепление в межэтажные перекрытия				
3000	*	0,98	1,36	1,91
3600	*	*	1,12	1,65
4200	*	*	*	1,41
*- применение не рационально.				

Результаты расчёта несущей способности кронштейнов КН-150, КН-190 и КН-230 по ветровой нагрузке для системы Sirius SH-100 при креплении кронштейнов к межэтажным перекрытиям приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Высота этажа, мм	3000	3600	4200
Ветер в кПа	5,11	4,26	3,65

При применении композитных листов 0,5/3,0/0,5 мм с облицовками из алюминиевого сплава несущая способность композитных листов окаймлённых рёбрами жёсткости по периметру в зависимости от интенсивности расчётной ветровой нагрузки и от их размеров пластинки приведена в таблице 10.

Таблица 10

Сторона а, мм	Несущая способность пластинки в кПа при соотношении сторон a/b						
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	∞
600	5,27	4,24	3,94	3,47	3,33	3,26	3,24
700	3,87	3,11	2,88	2.55	2,44	2,39	2,37
800	2,96	2,38	2.21	1,95	1,87	1,84	1,82
900	2,34	1,88	1,75	1,54	1,48	1,45	1,44
1000	1,90	1,52	1,42	1,25	1,20	1,18	1,17

Несущая способность вертикального ребра жёсткости при максимальном расстоянии между элементами крепления (салазки) равном 500 мм без учёта влияния консолей приведена в таблице 11.

Таблица 11.

Число точек опоры вертикального ребра	Высота ребра панели, мм	Расчётная ветровая нагрузка в кПа. при ширине панели, 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	470	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

Область применения фасадных подсистем Sirius SL-200, Sirius SL-201 и Sirius SP-200 при креплении кронштейнов в стены, в зависимости от высотности зданий и их размещения в различных ветровых районах показана в таблице 12. Несущая способность определялась по несущей способности опорных кронштейнов.

Область применения фасадных подсистем Sirius SP-200 и Sirius SH-200 при креплении кронштейнов в межэтажные плиты перекрытий, в зависимости от высотности зданий и их размещения в различных ветровых районах показана в таблице 13. Несущая способность определялась по несущей способности вертикальных направляющих.

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

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Таблица 12

Тип системы	Тип опорного кронштейна	Высота здания при сетке кронштейнов 600х600мм, в угловой зоне здания. ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Sirius SL-200	KL-M	150	85	40	15	5	–	–
	KL-Б	150	150	140	50	25	15	5
Sirius SL-201	KL-M	150	85	40	15	5	–	–
	KL-Б	150	150	140	50	25	15	5
Sirius SP-200	KP-M	150	150	150	150	100	55	35
	KP-Б	150	150	150	150	150	140	90

Таблица 13

Тип системы	Высота этажа, мм	Высота здания при шаге направляющих 600мм, в угловой зоне здания. ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Sirius SP-200 и Sirius SH-200	3000	150	150	150	115	55	25	15
	3600	150	120	60	30	10	5	–
	4200	90	40	15	5	–	–	–

Выводы:

1. Каркасы фасадной теплоизоляционной системы с воздушным зазором Sirius 200, состоящей из подсистем Sirius SL- 200, Sirius SL- 201, Sirius SP-200 и Sirius SH-200, изготавливаемых из алюминиевых сплавов 6060, 6063 или АД31 является системой, обеспечивающей надёжное крепление фасадной облицовки в виде керамогранитных плит. Система может использоваться для облицовки фасадов с видимым креплением керамогранитных плит в зависимости от ветровых районов страны в зданиях высотой, указанной в таблице 12 и 13.

Зав. отделом ОПГС. к.т.н. В.Ф. Беляев

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док.	Подпись	Дата