



ЦНИИПСК
им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



Н.И. Пресняков

«21» 07 2015 г.

**Экспертное заключение по несущей способности каркаса
фасадной системы «KRAUSS» от сейсмических воздействий**

(Договор № 03 – 99 от 25.03.2015 г.)

Выпуск № 11-3446

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

Москва 2015

1 Общие данные

Для разработки экспертного заключения по несущей способности фасадной системы профилей из алюминиевых сплавов «KRAUSS» серии KRF-50 (F-50) (далее по тексту «фасадной системы KRAUSS»), производителем системы, АО «Системный Алюминий», были представлены институту на рассмотрение следующие документы:

1. Технический каталог фасадной системы KRAUSS серии KRF-50 «KRAUSS профильные системы».
2. Технический каталог системы алюминиевых профилей «KRAUSS» серии F-50 (развитие серии KRF-50).
3. Чертеж типового кронштейна универсального К-1, (спецификация монтажного узла) производимый фирмой АО «Системный Алюминий».

2 Краткое описание системы

Фасадная система KRAUSS предназначена для создания самонесущих ограждающих светопрозрачных конструкций, как сплошных стен, так и заполнения проёмов витражей каркасных зданий с железобетонными перекрытиями. Фасадная система KRAUSS выполняет все обычные функции самонесущей наружной стены, может применяться для зданий различного назначения, а также для зданий повышенной этажности и эксплуатироваться в интервале температур от минус 50 °С до плюс 80 °С.

Заявленные для рассмотрения конструкции KRAUSS представляют собой навесные стеновые ограждения стоечно-ригельного типа со светопрозрачным или непрозрачным заполнением. Каркас стен выполнен из алюминиевых профилей фасадной системы KRAUSS (стойки, ригели, прижимные планки, декоративные крышки). К плитам перекрытий стойки стен крепятся при помощи стальных кронштейнов. Техническое описание фасадной системы KRAUSS приведено в техническом каталоге фасадной системы KRAUSS серии KRF-50 (F-50).

Стойки каркаса представляют собой прессованные профили из алюминиевого сплава коробчатого сечения размером не менее 47x50 мм. К стойкам при помощи соединительных П – образных закладных деталей крепят горизонтально расположенные профили (ригели) коробчатого сечения размером не менее 34x50 мм. Несущие и опорные кронштейны, изготовленные из стали толщиной не менее 4 мм, крепят к торцам плит перекрытий при помощи стальных анкерных болтов не менее 10x100 мм. Стойки каркаса соединяются с несущими кронштейнами при помощи болтов не менее M8x80, втулок, шайб и гаек.

В системе предусмотрено два способа монтажа: отдельными деталями или укрупнёнными блоками. Для крепления стоек каркаса применяются несколько схем крепления:

- однопролётная схема крепления стоек к верху и низу перекрытия с неподвижной нижней опорой;
- однопролётная схема крепления навесного витража к торцам перекрытия с неподвижной нижней опорой (несущий кронштейн) и подвижной верхней опорой (опорный кронштейн).

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

11-3446

Лист

2

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

Соединение стоек по вертикали выполняется с помощью вставных профилей длиной не менее 250 мм, которое позволяет, в том числе компенсировать температурные деформации стоек.

Профили для стоек и ригелей коробчатого сечения имеют видимую ширину 50 мм и монтажную глубину для стоек KRF-50 – от 47 до 147 мм, для ригелей – от 34 до 153 мм. и от 35 до 195 мм по стойкам и 5,5 до 180 мм по ригелям серии F-50.

Системный ассортимент профилей приведен в технической документации АО «Системный Алюминий», каталогах профильных систем KRAUSS серии KRF-50 и F-50. В случае необходимости повышения несущей способности стоек их профили могут усиливаться на всю длину внутренними вкладышами из стали или алюминиевых сплавов.

Фасадная система KRAUSS позволяет изготавливать витражи с поворотом ригеля в горизонтальной плоскости на различные углы (внутренние, наружные) с применением одной стойки и двух стоек с использованием угловых адаптеров.

В настоящий момент в соответствии с действующей технической документацией для системного ассортимента KRAUSS при установке навесных светопрозрачных конструкций снаружи торцов перекрытия в системе применяется стальные кронштейны.

Кронштейны в виде пластин применяются при монтаже стоек на перекрытии и под перекрытием.

Закрепление витража в проем осуществляется, как приваркой стальных пластин витража к закладным деталям проема, так и креплением к основанию анкерами в соответствии с расчетом. Стойки витража устанавливаются на перекрытии при помощи стальных пластин PZ, прикрепленных к неподвижной закладной детали, которая установлена в плоскости профиля (нижний узел); верхний монтажный узел выполнен также на основе стальной пластины PZ, подвижным для выборки зазоров по проему и для компенсации температурных расширений.

При монтаже навесного витража монтажная секция навешивается на четыре монтажных узла К-1, которые предварительно устанавливаются на перекрытии (стене) здания. Нижние монтажные узлы неподвижные, верхние – подвижные для компенсации температурных расширений..

Кронштейны К-1 представляет собой два уголкового элемента соединенных между собой перемычкой, шириной 52 мм., с замковым соединением проваренное с внешней стороны точечной сваркой. В готовом виде площадь опоры пяты кронштейна составляет 170x116 мм. Пята уголкового элемента размером 59×76 (106 и 136)(h)×4 с выносом консоли от 80 до 140 мм; 59×165 (195 и 225)(h)×5 с выносом консоли от 70 до 230 мм, далее с большим консольным выносом (по индивидуальному заказу потребителей) из стали толщиной от 6 мм по расчету. На пяте уголкового элемента кронштейна имеется два горизонтальных паза 31×11(h) мм и одно вертикальное отверстие 13×17(h) под анкерные элементы, на консолях – по два горизонтальных овальных отверстия 39×9 мм и одно вертикальное отверстие 24×9 мм для крепления стоек.

Крепление стоек к кронштейнам выполняется болтами М8 с втулками из труб Ø10×52 мм, крепление кронштейнов к перекрытиям – анкерными элементами. Втулки изготавливаются из

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

тех же алюминиевых сплавов, что и профили. При использовании кронштейна в качестве несущей, стойка должна закрепляться двумя болтами, установленными в горизонтальное и вертикальное овальные отверстия для восприятия вертикальной и горизонтальной нагрузок.

При использовании кронштейна в качестве опорной стойка должна закрепляться одним болтом, установленным в вертикальное овальное отверстие для восприятия горизонтальной нагрузки.

В фасадной системе KRAUSS применяются светопрозрачное заполнение из одно- или двухкамерных стеклопакетов, состоящих из стекла по ГОСТ 111, закалённого стекла по ГОСТ 30698, триплекса по ГОСТ 30826 и ГОСТ Р 5113. В качестве светопрозрачного заполнения используют различные типы стекол и стеклопакетов, которые подбирают в зависимости от условий эксплуатации и с учетом рекомендаций изготовителя стеклопакетов. Выбор допустимых типоразмеров стекол и стеклопакетов определяется с учетом требований и рекомендаций каталога KRAUSS серии KRF-50 (F-50) «KRAUSS профильные системы».

Непрозрачное заполнение располагается в зоне перекрытий. Оно представляет собой многослойную панель, состоящую из наружного декоративного слоя (закаленное стекло, стеклопакет, триплекс, окрашенные стальные листы и т.п.), короба из стальных оцинкованных листов толщиной не менее 0,7 мм или внутренней однослойной облицовки из гипсокартонных листов огнестойкого (ГКЛО) толщиной не менее 12,5 мм. Короб заполняется негорючим минераловатным утеплителем плотностью не менее 80 кг/м³ и общей толщиной не менее 100 мм. Тип крепления короба должен учитывать термические деформации алюминиевого стоечно-ригельного каркаса стен. Конструкция и материалы заполнений определяются при проектировании конкретного объекта.

3 Материал несущих конструкций системы

Элементы конструкции фасадной системы KRAUSS выполняются из алюминиевых сплавов 6063 T6 по ГОСТ 22233-2001 (Сертификат соответствия №РОСС RU.АЮ31. Н15386) Стальные кронштейны выполняются из углеродистой стали С245 по ГОСТ 27772-88. Расчетные сопротивления сплавов и марок стали, применяемых в системе, в зависимости от минимальной толщины стенки профилей, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Марка сплава, марка стали	Толщина стенки, мм	Значения, гарантированные ГОСТ		Расчётные сопротивления		
		σ_b Н/мм ²	$\sigma_{0,2}$ Н/мм ²	R Н/мм ²	R _s Н/мм ²	R _{bp} Н/мм ²
Al Mg 0,7Si 6063 T6	до 10 включ.	215	170	135	80	216
C245	до 20 включ.	370	245	240	140	485

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

$\sigma_b = R_{un}$ – нормативный предел прочности по государственным стандартам.

$\sigma_{0,2} = R_{yn}$ – условный, нормативный предел текучести по государственным стандартам.

При изготовлении и монтаже конструкций фасадной системы KRAUSS применяются соединительные и крепёжные детали компании KRAUSS, изготовленные из алюминиевых сплавов, коррозионностойкой стали и стали с антикоррозионным покрытием. Крепёжные элементы (винты, саморезы и т.п.), находящиеся с внешней стороны и подвергающиеся воздействию внешних климатических факторов, выполняются из стали А4, а находящиеся с внутренней стороны навесной стены – из стали А2 согласно DIN 7981, DIN 7982, DIN 7976.

Для антикоррозионной защиты под кронштейны устанавливаются изолирующие паронитовые прокладки.

Для крепления кронштейнов к перекрытиям зданий используют анкерные болты с распорным элементом производства фирм «MUNGO», «Hilti», «Fischerwerke», а также других фирм, имеющих сертификат соответствия или тех. свидетельство ФЦС в установленном законом порядке.

4 Расчётные схемы стоечно-ригельной светопрозрачной системы KRAUSS и её расчёт

В соответствии с техническим заданием производится расчет несущих способностей для следующих элементов каркаса системы

- стойки артикулы KRF-047; KRF-077, KRF-107, KRF-127, KRF-147, F0101, F0102, F0103; F0104, F0105, F0106, F0107, F0108, F0109; F0120, F0121, F0122, F0123;

- ригель-стойка KRF-007;

- ригели KRF-034; KRF-054, KRF-084, KRF-113, KRF-133, KRF-153, F0131, F0132, F0133, F0134, F0135, F0136, F0137, F0138, F0139, F0140;

- кронштейны стальные К-1.

Шаг стоек принят 800мм, 1500 мм; пролет ригелей принят 800мм, 1500 мм.

Расчетные схемы стоек:

- однопролетная балка с пролетами равными: 3,0; 3,3; 3,6; 3,9 м;

В зависимости от расположения жесткого узла крепления стойки к кронштейну стойки испытывают сжато-изгибаемое состояние (при жестком креплении нижней части стойки) и растянуто-изгибаемое состояние (при жестком креплении верхней части стойки).

Расчетная схема ригеля – однопролетная балка, изгибаемая в двух плоскостях вертикальными и горизонтальными нагрузками. Максимальный шаг ригелей определяется несущей способностью стеклопакета, архитектурным решением фасада и допускаемой гибкостью стойки из плоскости действия момента.

Требуемые значения пролета стоек и шага ригелей в зависимости от предельной гибкости сечения стоек приведены в таблице 2.

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3446

Лист

5

Таблица 2

Артикул стойки	Сжатие (крайние и угловые стойки витражей)		Сжатие (симметрично нагруженные: средние стойки витражей)	
	Максимальный пролет, м	Максимальный шаг ригелей, м	Максимальный пролет, м	Максимальный шаг ригелей, м
KRF-047	1,5	1,1	2,1	1,6
KRF-077	2,3	1,25	3,3	1,8
KRF-107	3,0	1,3	4,3	1,9
KRF-127	3,5	1,35	4,9	1,9
KRF-147	3,9	1,4	5,5	2,0
F0101	1,1	1,1	1,5	1,5
F0102	1,5	1,2	2,2	1,7
F0103	2,0	1,25	2,9	1,8
F0104	2,5	1,3	3,6	1,8
F0105	3,0	1,35	4,3	1,9
F0106	3,5	1,35	5,1	1,9
F0107	4,0	1,40	5,7	2,0
F0108	4,4	1,4	6,3	2,0
F0109	4,85	1,45	6,9	2,1

В соответствии с данной таблицей принимаем расчет стоек со следующими параметрами:

- артикул KRF-047: шаг 800 мм, пролеты 1,5м; 2,0 м;
- артикул KRF-077: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 2,0 м; 3,0 м; 3,3 м;
- артикул KRF-107: шаг 800 мм, 1500 мм; пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул KRF-127: шаг 800 мм, 1500 мм; пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул KRF-147: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул F0101: шаг 800 мм, пролет 1,5м;
- артикул F0102: шаг 800 мм, пролеты 1,5 м; 2,0 м;
- артикул F0103: шаг 800 мм, пролет 1,5 м; 2,0 м;
- артикул F0104: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м;
- артикул F0105: шаг 800 мм, 1500 мм; пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул F0106: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул F0107: шаг 800 мм, 1500 мм; пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул F0108: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;
- артикул F0109: шаг 800 мм, 1500 мм пролеты 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; 3,9 м;

Расчет ригелей со следующими параметрами:

- артикул KRF-34: шаг 600 мм; пролеты 600 мм;

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

11-3446

Лист

6

- артикул KRF-84: шаг 1200 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул KRF-113: шаг 1300 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул KRF-133: шаг 1300 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул KRF-153: шаг 1400 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0131: шаг 600 мм; пролеты 600 мм;
- артикул F0132: шаг 600 мм; пролеты 600 мм;
- артикул F0133: шаг 600 мм; пролеты 600 мм;
- артикул F0134: шаг 1200 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0135: шаг 1200 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0136: шаг 1200 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0137: шаг 1300 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0138: шаг 1300 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0139: шаг 1400 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;
- артикул F0140: шаг 1400 мм; пролеты 800 мм,1500 мм;

При проведении поверочного расчёта были учтены требования, изложенные в документах:

- СП 20.13330-2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»;
- СП 14.13330-2014 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах»;
- СП 128.13330-2012 «СНиП 2.03.06-85 Аллюминиевые конструкции»;
- СП 16.13330-2011 «СНиП II.23-81* Стальные конструкции».

Заполнение принято двух видов: стеклопакет СПО 32 мм (6-20-6); СПД 50 мм (8-16-4-16-6); непрозрачное заполнение – стекло 6 мм, два стальных оцинкованных листа $t=0,7$ мм, утеплитель $\gamma=120,0$ кг/м³ $t=140$ мм, гипсокартонный лист $t=12,5$ мм.

Материал несущих конструкций принят алюминевый сплав AlMg0,7Si 6063 T6 по ГОСТ 22233-2001.

При расчёте собственный вес конструкций принимался максимальный в соответствии с данными таблицы 3.

Таблица 3

Наименование элемента	Толщина, мм	Размерность	Масса элемента		
			Нормативная	Коэфф. безопасности, γ_f	Расчётная
Профиль арт KRF-147	–	кг/м	3,09	1,05	3,20
Профиль арт. KRF-153	–	кг/м	2,48	1,05	2,6
Оцинкованный стальной лист	2x0,7	кг/м ²	1,93	1,05	2,03
Стеклопакет	8-4-6	кг/м ²	45,0	1,1	49,5
Стекло	6	кг/м ²	15,0	1,1	16,5
Утеплитель	140	кг/м ²	21,0	1,2	25,2
Гипсокартонный лист	12,5	кг/м ²	9,7	1,2	11,64

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

11-3446

Лист

7

Несущие конструкции проверялись на **основное** и **особое** сочетание нагрузок. В **основном сочетании** нагрузок учитывались: постоянная (собственный вес ограждения) и кратковременная (ветровая) нагрузки.

В **особом сочетании** нагрузок учитывались: постоянная нагрузка с коэффициентом сочетания $\psi_p=0,9$, особая (сейсмическая) нагрузка с $\psi_s=1,0$.

При расчёте на основное сочетание нагрузок стойки рассчитывались по прочности и деформации как однопролётные балки.

Геометрические характеристики профилей стоек приняты по каталогу фирмы KRAUSS, приведены в таблице 4

Таблица 4

Артикул стойки	A, см ²	J _x , см ⁴	J _y , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³	i _x , см	i _y , см	G, кг/м
KRF-047	6,0	27,7	15,93	11,08	6,37	2,14	1,63	1,62
KRF-077	7,2	77,76	22,84	14,14	9,14	3,28	1,78	1,945
KRF-107	8,4	160,21	29,76	23,21	11,9	4,37	1,88	2,268
KRF-127	8,73	215,07	34,1	28,29	13,64	4,96	1,97	2,356
KRF-147	11,46	350,3	46,66	40,73	18,66	5,53	2,01	3,094
F0101	4,74	11,94	10,93	3,74	4,38	1,58	1,52	1,281
F0102	5,43	26,57	15,91	6,76	6,37	2,21	1,71	1,465
F0103	6,11	52,44	19,88	10,97	7,96	2,93	1,8	1,649
F0104	6,79	90,09	23,85	15,15	9,54	3,64	1,87	1,833
F0105	7,70	146,54	28,57	21,06	11,43	4,36	1,93	2,078
F0106	8,47	219,66	32,71	27,49	13,09	5,09	1,96	2,286
F0107	9,59	316,67	38,55	35,11	15,42	5,74	2,0	2,589
F0108	11,1	447,48	46,77	45,11	18,71	6,35	2,05	2,997
F0109	12,74	613,32	55,61	56,53	22,25	6,94	2,08	3,439

Несущую способность однопролётной стойки определяет расчёт стойки по второму предельному состоянию. Предельный прогиб принят равным L/300 (табл. 42 СНиП 2.03.06-85 «Алюминиевые конструкции»).

Расчетная ветровая нагрузка, кПа, воспринимаемая однопролётными стойками, приведена в таблице 5.

Таблица 5

Артикул стойки	Шаг стоек 800 мм						Шаг стоек 1500 мм				
	Пролет, м										
	1,5	2,0	3,0	3,3	3,6	3,9	2,0	3,0	3,3	3,6	3,9
KRF-047	2,52	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KRF-077	-	2,99	0,88	0,67	-	-	1,60	0,47	0,35	-	-
KRF-107	-	-	1,82	1,37	1,06	0,83	-	0,97	0,74	0,56	0,44

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

11-3446

Лист

8

Артикул стойки	Шаг стоек 800 мм						Шаг стоек 1500 мм				
	Пролет, м										
	1,5	2,0	3,0	3,3	3,6	3,9	2,0	3,0	3,3	3,6	3,9
KRF-127	-	-	2,45	1,84	1,42	1,12	-	1,30	0,98	0,76	0,60
KRF-147	-	-	3,99	3,00	2,31	1,81	-	2,13	1,60	1,23	0,97
F0101	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F0102	2,42	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F0103	4,78	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F0104	-	-	1,03	0,77	0,59	-	-	0,55	0,41	0,32	-
F0105	-	-	1,67	1,25	0,97	0,76	-	0,89	0,67	0,52	0,41
F0106	-	-	2,50	1,88	1,45	1,14	-	1,33	1,00	0,77	0,61
F0107	-	-	3,61	2,71	2,09	1,64	-	1,92	1,45	1,11	0,88
F0108	-	-	5,10	3,83	2,95	2,32	-	2,72	2,04	1,57	1,24
F0109	-	-	6,99	5,25	4,04	3,18	-	3,73	2,80	2,16	1,70

При расчёте на основное сочетание нагрузок ригели рассчитывались по прочности и деформации как однопролётные балки. Ригели проверялись на действие собственного веса, веса стекла и ветровой нагрузки.

Геометрические характеристики профилей ригелей приняты по каталогу фирмы KRAUSS, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Артикул ригелей	A, см ²	J _x , см ⁴	J _y , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³	i _x , см	i _y , см	G, кг/м
KRF-34	4,26	8,76	10,81	3,65	4,32	1,43	1,6	1,15
KRF-54	5,01	23,83	15,16	7,0	6,06	2,18	1,74	1,355
KRF-84	6,52	74,17	22,77	15,07	9,10	3,37	1,87	1,76
KRF-113	7,39	134,57	28,74	20,45	11,49	4,27	1,97	1,996
KRF-133	8,14	198,84	33,07	26,0	13,23	4,94	2,01	2,199
KRF-153	9,19	293,11	34,33	39,36	15,74	5,65	1,93	2,481
F0131	2,15	0,56	3,32	0,39	1,33	0,51	1,24	0,581
F0132	3,5	2,9	7,95	1,39	3,18	0,91	1,51	0,946
F0133	4,21	11,79	12,04	4,13	4,82	1,67	1,69	1,136
F0134	4,89	28,8	16,01	7,79	6,41	2,42	1,81	1,32
F0135	5,65	56,17	20,41	11,78	8,17	3,15	1,9	1,526
F0136	6,33	94,44	24,37	16,14	9,75	3,86	1,96	1,71
F0137	7,01	145,32	28,34	21,00	11,34	4,55	2,01	1,893
F0138	7,75	225,77	36,21	28,95	14,49	5,4	2,16	2,093
F0139	8,71	322,52	42,50	36,82	17,00	6,08	2,21	2,353
F0140	10,45	431,84	47,32	44,16	18,93	6,43	2,13	2,822

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

11-3446

Лист

9

Изм. Кол.уч. Лист №Док Подпись Дата

Несущую способность ригеля определяет расчёт ригеля по второму предельному состоянию. Расчетное сопротивление $R=135$ МПа для сплава AlMg0,7Si 6063 T6 по ГОСТ 22233-2001.

Расчетная ветровая нагрузка, кПа, воспринимаемая ригелями, приведена в таблице 7.

Таблица 7

Артикул ригеля	Пролет, м						
	0,6	0,8			1,5		
	Шаг, м						
	0,6	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4
KRF-34	16,6	5,26	5,26	5,26	0,53	0,49	0,46
KRF-54	-	14,3	14,3	14,3	1,45	1,34	1,24
KRF-84	-	36,9	36,8	36,7	4,51	4,16	3,86
KRF-113	-	50,5	50,3	50,2	8,18	7,55	7,01
KRF-133	-	64,4	64,3	64,1	11,94	10,98	10,16
KRF-153	-	97,9	97,7	97,5	17,81	16,44	15,27
F0131	1,1	-	-	-	-	-	-
F0132	5,5	1,74	1,74	1,74	-	-	-
F0133	-	7,08	7,08	7,08	0,72	0,66	0,61
F0134	-	17,3	17,3	17,3	1,75	1,62	1,5
F0135	-	28,73	28,63	28,54	3,41	3,15	2,93
F0136	-	39,62	39,51	39,40	5,74	5,3	4,92
F0137	-	51,79	51,67	51,55	8,83	8,15	7,57
F0138	-	71,85	71,72	71,58	13,35	12,28	11,36
F0139	-	91,68	91,54	91,39	17,09	15,73	14,56
F0140	-	110,1	110,0	109,9	20,57	18,94	17,54

Несущие кронштейны рассчитываются в вертикальной плоскости как консоль на действие изгибающего момента от веса конструкций и продольной силы от ветра, а в горизонтальной плоскости – на момент от эксцентричного приложения ветровой нагрузки.

Опорные кронштейны рассчитываются в горизонтальной плоскости – на момент от эксцентричного приложения ветровой нагрузки.

Для кронштейна определяющим несущую способность является вертикальное сечение, расположенное на опорной плите на расстоянии 10 мм (при диаметре круглой шайбы 20 мм) от оси анкерного крепления расположенного в овальном отверстии на максимальном расстоянии от центра приложения нагрузки.

Расчетная ветровая нагрузка, кПа, воспринимаемая кронштейнами при закреплении навесного фасада двумя кронштейнами (однопролетная схема стоек) приведена в таблице 8

Согласовано

Взагл. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

11-3446

Лист

10

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

Таблица 8 – Расчетная ветровая нагрузка, кПа

Марка кронштейна	Шаг стоек 800 мм				Шаг стоек 1500 мм			
	Пролет, м							
	3,0	3,3	3,6	3,9	3,0	3,3	3,6	3,9
К-1 t=4 мм	3,12	2,84	2,6	2,4	1,67	1,5	1,4	1,28
К-1 t=5 мм	4,87	4,43	4,06	3,75	2,6	2,36	2,16	2,0

Максимально возможная область применения фасадной системы «KRAUSS», по ветровым районам страны отображена в таблицах 9, 10. Несущую способность каркаса фасадной системы «KRAUSS», определяют кронштейны. В комплекте системы имеется большой выбор вертикальных направляющих, что позволяет подобрать направляющую наиболее соответствующую действующей нагрузке.

Для определения допустимой высоты здания, рассмотрено здание прямоугольное в плане с наружными светопрозрачными стенами, расположенное в городской черте, местность тип В.

Расчетная пиковая ветровая нагрузка определена по формуле СП 20.13330.2011

$$w_{+(-)} = w_0 * k(z_e) * [1 + \zeta(z_e)] c_{p,+(-)} * v_{+(-)} * \gamma_f \quad \text{кПа}$$

Таблица 9

Допустимая высота здания для возможного применения кронштейнов, м при шаге стоек 800 мм

Артикул стойки	Пролет стоек, м	Зона здания	Ветровые районы						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
К-1 t=4 мм	3,0	угловая	150	150	100	45	20	10	5
		рядовая	150	150	150	150	150	85	55
	3,3	угловая	150	150	75	35	15	5	-
		рядовая	150	150	150	150	110	65	40
	3,6	угловая	150	110	55	25	10	5	-
		рядовая	150	150	150	150	90	50	30
	3,9	угловая	150	90	45	20	5	-	-
		рядовая	150	150	150	130	70	35	20
К-1 t=5 мм	3,0	угловая	150	150	150	150	95	50	30
		рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	3,3	угловая	150	150	150	140	70	35	20
		рядовая	150	150	150	150	150	150	150
	3,6	угловая	150	150	150	110	55	25	15
		рядовая	150	150	150	150	150	150	120
	3,9	угловая	150	150	150	85	40	20	10
		рядовая	150	150	150	150	150	140	95

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

11-3446

Лист

11

Изм. Кол.уч. Лист №Док. Подпись Дата

Таблица 10

Допустимая высота здания для возможного применения кронштейнов, м при шаге стоек 1500 мм									
Арти- кул стойки	Пролет стоек, м	Зона здания	Ветровые районы						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
К-1 t=4 мм	3,0	угловая	70	30	10	5	-	-	-
		рядовая	150	150	95	45	20	10	5
	3,3	угловая	50	20	5	-	-	-	-
		рядовая	150	140	70	30	15	5	-
	3,6	угловая	40	15	5	-	-	-	-
		рядовая	150	110	55	25	10	5	-
	3,9	угловая	30	10	5	-	-	-	-
		рядовая	150	85	40	15	5	-	-
К-1 t=5 мм	3,0	угловая	150	110	55	25	10	5	-
		рядовая	150	150	150	150	90	50	30
	3,3	угловая	150	90	40	15	5	-	-
		рядовая	150	150	150	130	65	35	20
	3,6	угловая	140	65	30	10	5	-	-
		рядовая	150	150	150	100	50	25	15
	3,9	угловая	110	50	20	10	-	-	-
		рядовая	150	150	150	80	40	20	10

Расчет на особое сочетание нагрузок проведен для максимальных размеров фрагмента: 1,5×3,9 м на постоянные нагрузки, приведенные в таблице 3.

Расчётная горизонтальная инерционная сейсмическая нагрузка, приложенная в k-ой точке конструкции, и отвечающая колебаниям по i-той собственной форме вычисляется по формуле:

$$S_{ik} = K_0 K_J S_{0ik},$$

где $S_{0ik} = m_k A \beta_i K_\psi \eta_{ik}$;

$K_0=1,1$ – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл. 3 СП 14.13330.2014);

$K_J=0,35$ – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений (табл. 4 СП 14.13330.2014);

m_k – масса фрагмента ограждения;

A – значение ускорения в уровне основания, принимаемое равным 1,0; 2,0 и 4,0 для расчетной сейсмичности 7, 8, и 9 баллов соответственно;

$K_\psi=1,3$ – коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии (табл. 5 СП 14.13330.2014);

β_i – коэффициент динамичности;

η_{ik} – коэффициент, зависящий от формы деформации сооружения, для консольных систем

$\beta_i \times \eta_{ik} = 5,0$ (см. п. 5.13 СП 14.13330.2014);

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

11-3446

Лист

12

Расчётная вертикальная, инерционная, сейсмическая нагрузка, приложенная в k-ой точке конструкции, и отвечающая колебаниям по i-той собственной форме вычисляется по формуле:

$$S_{ik} = 0,75K_0K_1S_{0ik},$$

где $S_{0ik} = m_k A \beta_i \eta_{ik}$.

Расчётная сейсмическая нагрузка в горизонтальном направлении от собственного веса фрагмента 1,5×3,9 м (максимальная постоянная нагрузка) приведена в таблице 11.

Таблица 11

Расчётная горизонтальная сейсмическая нагрузка в кПа для районов с сейсмичностью		
7 баллов	8 баллов	9 баллов
0,14	0,28	0,56

Расчётная сейсмическая нагрузка в вертикальном направлении от собственного веса конструкций для различных сейсмических районов приведена в таблице 12.

Таблица 12

Расчётная вертикальная сейсмическая нагрузка в кПа для районов с сейсмичностью		
7 баллов	8 баллов	9 баллов
0,058	0,116	0,23

Для рассматриваемых фрагментов фасадной системы KRAUSS определяющим несущую способность является расчёт на горизонтальную сейсмическую нагрузку.

Значения допустимых расчётных ветровых нагрузок на конструкции фрагмента 1,5×3,9 м и расчётной горизонтальной сейсмической нагрузки приведены в таблице 13.

Таблица 13

Расчётная горизонтальная сейсмическая нагрузка, кПа			Допустимая минимальная расчётная ветровая нагрузка (по прочности), кПа	
7 баллов	8 баллов	9 баллов	Фрагмент 1,5×3,9	
			стойка	Кронштейн
0,14	0,28	0,56	0,98	1,28

Согласно табл. 13 значения предельно допустимых минимальных ветровых нагрузок на стойки и кронштейны фрагментов 1,5×3,9 м, посчитанные для основного сочетания нагрузок, превышают значения горизонтальных сейсмических нагрузок полученных при максимальных значениях коэффициентов K_0 , K_1 , K_ψ . На этом основании можно сделать вывод, что для светопрозрачной стоечно-ригельной фасадной системы «KRAUSS» определяющим несущую способность является расчёт на основное сочетание нагрузок.

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

Следует отметить определённую условность проведённых расчётов, так как принятые в поверочных расчётах размеры и схемы, позволяют только очертить возможную область применения данной фасадной системы. При проектировании конкретных объектов эти данные могут рассматриваться только как ориентировочные, и должны обязательно проверяться расчётами при проектировании реальной фасадной системы.

Согласовано	

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3446

Выводы:

1. Рассматриваемая стоечно - ригельная фасадная система профилей из алюминиевых сплавов «KRAUSS» изготавливаемая фирмой АО «Системный Алюминий» предназначена для облицовки фасадов зданий светопрозрачными стенами. Элементы системы могут применяться для зданий высотой до 150 м в соответствии с таблицами 9, 10.

2. Расширенная номенклатура элементов каркаса позволяет использовать систему для ветровых районов с высотами превышающими приведенные в таблицах 9,10. Для увеличения области применения стоек и кронштейнов в системе предусмотрено изменение шага стоек и усиление их вкладышами, а также увеличение толщины стенок кронштейна.

3. Применение фасадной системы KRAUSS допускается в районах с расчетной сейсмичностью 7, 8, 9 баллов до отметки 75 метров.

4. При облицовке зданий высотой более 75 метров в сейсмически опасных районах согласно требованиям СП 14.13330.2014 следует разработать специальные технические условия.

4. Широкий выбор сечений стоек с соответствующими ригелями, типов кронштейнов позволяет рационально использовать конструкции с высокой степенью надёжности.

5. При реальном проектировании системы особое внимание обратить на определение расчетного усилия вырыва анкерного дюбеля из стены строящегося здания. Проверка крепления кронштейна к основанию должна производиться:

- на основное сочетание, включающее в себя нагрузку от веса конструкций и опорную реакцию от ветровой нагрузки;

- на особое сочетание нагрузок, включающее в себя суммарную нагрузку от веса конструкций и вертикальной сейсмической силы.

Нач. отдела ОПГС, к.т.н.



В.Ф. Беляев

Зав. группы
ОПГС



Н.Ю. Ладзь

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

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

11-3446