



**ЦНИИПСК**  
им. МЕЛЬНИКОВА  
(Основан в 1880 г.)



**УТВЕРЖДАЮ:**

*Директор института*



Н.И. Пресняков

2013 г.

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО НЕСУЩЕЙ  
СПОСОБНОСТИ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ С ВОЗДУШНЫМ  
ЗАЗОРОМ ALU-150-КГНК С ОБЛИЦОВКОЙ  
КЕРАМОГРАНИТНЫМИ ПЛИТАМИ, ПРИРОДНЫМ И  
ИСКУССТВЕННЫМ КАМНЕМ.**

(Договор 13/02-02-05/00739/03-545)

(Выпуск 11-3339)

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

Москва 2013 г.







правляющих приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Расчётное состояние сечения	A см <sup>2</sup>	G кгс/м. пог	I <sub>x</sub> см <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>x</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> см <sup>3</sup>
Направляющая АУРС. 150.0101								
полное	2,37	0,641	4,84	3,18	1,67	3,723	1,06	1,06
ослабленное	2,12		4,51	2,97	1,56	3,443	0,99	0,99
Направляющая АУРС. 150.0102								
полное	2,31	0,62	8,11	5,138	1,783	5,597	1,468	1,468
ослабленное	2,08		7,00	4,91	1,525	4,96	1,403	1,403
редукция полки	1,88		7,122	1,463	1,682	4,033	0,636	0,636
редукция полки осл.	1,64		6,046	1,236	1,425	3,439	0,537	0,537
редукция стенки	1,95		2,62	5,137	0,817	3,296	1,467	1,467
редукция стенки осл.	1,72		1,967	4,91	0,60	2,72	1,402	1,402
Направляющая АУРС. 150.0104								
полное	1,77	0,48	6,80	2,52	1,64	3,656	0,804	2,915
ослабленное	1,61		5,95	2,39	1,41	3,324	0,76	2,779
редукция полки	1,48		5,73	0,587	1,509	2,60	0,293	1,411
редукция полки осл.	1,32		4,93	0,405	1,285	2,279	0,199	1,151
редукция стенки	1,44		2,49	2,272	0,822	2,228	0,768	2,178
редукция стенки осл.	1,28		1,927	2,136	0,615	1,897	0,727	2,011
АУРС.150.0105								
полное	2,76	0,74	13,55	2,0	4,033	4,771	1,282	2,0
ослабленное	2,66		13,53	1,95	4,007	4,790	1,27	1,902
АУРС.150.0106								
полное	1,46	0,39	1,553	0,715	0,642	0,849	0,688	0,953

#### 2.4 Элементы крепления облицовки.

В фасадной системе ALT 150-КГНК используется скрытое крепление плитных облицовочных материалов. Применяется два основных типа крепления. Скрытое точечное крепление с помощью анкеров «Keil» и «Fisher», которые устанавливаются на внутренней плоскости облицовочной плиты. К анкеру крепится аграф, который зацепляется за горизонтальную направляющую типа АУРС.150.0105. Положение плиты относительно направляющей устанавливается с помощью регулировочного винта М5×18 на верхней паре аграф.

Плиты из натурального и искусственного камня крепят к каркасу с помощью профиля горизонтальной направляющей АУРС.150.0106, отгибы полки, которого вставляются в пропилены горизонтальных торцов плит.

### 3. Материал каркаса фасадной системы.

Профили для фасадной системы ALT-150 изготовлены из алюминиевых прессованных профилей, поставляемых по ГОСТ 22333-2001 из алюминиевых сплавов марок 6063 Т6 и 6060 Т.

Согласовано				
Изм. №	Изм.	Колуч	Лист	№ Док
	Подпись	и дата		
Изм. №	Изм.	Колуч	Лист	№ Док
	Подпись	и дата		

11-3339

Лист

5

Механические свойства алюминиевых сплавов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Тип сплава и состояние поставки материала	t, мм	Гарантированные пределы прочности материала		Значения расчётных сопротивлений		
		Временное сопротивл. $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ , МПа	$R_y = \sigma_{0,2}/\gamma_m$ МПа	$R_u = \sigma_{0,2}/\gamma_m \gamma_u$ МПа	$R_{pi=0,7} = 5R_u$ МПа
AlMgSi 6063T6	До 10 включ.	215	170	154	<b>134</b>	100
AlMgSi 6060 T5	до 5 включ.	160	120	105	<b>100</b>	75

Расчётные сопротивления для алюминиевых сплавов определены в соответствии с СП 128.13330-2012 СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции, п. 3.1.  $\gamma_m = 1,1$ ;  $\gamma_u = 1,45$

В качестве крепёжных элементов в конструкции ALT 150-КГНК применяются вытяжные заклёпки с гильзами из алюминиевого сплава AlMg 35% и стержнем из коррозионностойкой стали AISI 304. Диаметр заклёпок 4,0 и 5,0 мм.

Для соединения элементов каркаса ALT-150 используются вытяжные заклёпки по ISO 15983 диаметром 4,0 и 5,0 мм со стандартной или уширенной головкой с корпусом и стержнем из коррозионностойкой стали A2 в соответствии с ISO 15983 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.

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 A2/ стержень сталь коррозионностойкая A2							
4,0	2,75	8,4	4,1	2700	3500	2150	2800
5,0	3,25	10,5 (14,0)	5,1	4700	5800	3760	4640
Корпус из алюминиевого сплава AlA/ стержень сталь коррозионностойкая A2.							
4,0	2,45	8,4	4,1	1250	1800	1000	1200
5,0	2,95	10,5 (14,0)	5,1	2150	3100	1700	2500

### 3. Расчётные схемы системы ALT 150-КГНК и её расчёт

В альбоме технических решений два больших раздела: седьмой «Нагрузки» и восьмой «Расчётные схемы и статические расчёты», посвящены расчёту системы ALT 150-КГНК.

В разделе «Нагрузки» определены ветровые нагрузки и порядок определения гололёдных нагрузок. Ветровые нагрузки определены для высоты сооружения включая 150 метров в соответствии с требованиями и приведены в таблицах на странице 7.03 для местности типа А и на

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№Док.	Подпись	Дата

11-3339

Лист

6



Кроме того при определении напряжений на листе 8.20 для опоры В качестве момента инерции принято значения  $I_x$  для полного сечения профиля с ослаблением отверстиями, в то же время, если полка тавра сжата, её свесы также склонны к потере местной устойчивости и должны быть редуцированы.

Для пластинки со свободным свесом 34,1 мм и толщиной 1,8 мм, как это имеет место в полке рассматриваемого тавра, критическое напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \frac{\pi^2 E t^2}{12(1 - \nu^2) b^2};$$

Для алюминиевых сплавов при  $E$  равным 70000Н/мм<sup>2</sup> и  $k_{\sigma}$  равным 0,46 (Справочник проектировщика. Расчётно-теоретический. Стройиздат 1960г. стр. 813)  $\sigma_{cr} = 75,7$  Н/мм<sup>2</sup>.

Кроме того, в соответствии с СП 128.13330.2012 п. 7.5.14, 7.5.15 гибкость свеса поясного листа не окаймлённой полки изгибаемого тавра должна составлять:

$$\bar{\lambda}_f = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{R}{E}} \leq \frac{14}{\sqrt{\frac{E}{R} + 507}};$$

Для сплавов AlMgSi 6060 T5 и AlMgSi 6063T6 это неравенство составляет соответственно: 0,716 > 0,403 и 0,828 > 0,436. Местная устойчивость свеса полки по выше приведённым методикам не обеспечена и полку следует считать с уменьшенной шириной свеса, используя например рекомендации Еврокода.

При проверке области применения фасадной системы были использованы таблицы и положения методики расчёта фасадной системы ALT 150-КГНК. В данном случае рассматривалась система ALT 150-КГНК с облицовкой гранитными плитами 600×600×20 мм

Расстояние между кронштейнами в угловой зоне здания приняты в двух вариантах: первый вариант, 600 мм по горизонтали и 1200 мм по вертикали и второй вариант, для климатических зон с большим ветровым напором 600 мм × 600 мм.

Нагрузки на фасадную систему приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Вид нагрузки	Ед. измер.	Нормативная нагрузка	$\gamma_c$	Расчётная нагрузка.
Гранитная плита t=20 мм	кг/м <sup>2</sup> .	54	1,1	59,4
Керамогранит $\delta=12$ мм	кг/м <sup>2</sup>	30	1,1	33,0
Вертикальная направляющая	кг/м пог	0,62	1,05	0,65
Горизонтальная направляющая	кг/м пог	0,74		0,78
Горизонтальная направляющая	кг/м пог	0,39		0,41

Несущая способность вертикальных направляющих от ветровой нагрузки приведена в таблице 5.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата

11-3339

Лист

8



Таблица 5.

Пролёт в мм	Несущая способность неразрезной направляющей от ветровой нагрузки в кПа							
	Тавровое сечение АУРС. 150.0102				Уголковое сечение АУРС. 150.0104			
	Два пролёта		Три пролёта		Два пролёта		Три пролёта	
	пролёт	опора	пролёт	опора	пролёт	опора	пролёт	опора
600	6,93	7,33	6,22	8,73	6,99	6,18	6,28	7,35
1200	1,73	1,83	1,51	2,29	1,75	1,54	1,53	1,91

Несущая способность опорных кронштейнов от ветровой нагрузки при шаге вертикальных направляющих приведена в таблице 6.

Таблица 6.

Высота кронштейна в мм.	Наличие усиливающего кронштейна	Несущая способность опорных кронштейнов от ветра в кПа при неразрезных направляющих с числом пролётов			
		Пролёт направляющей 1200 мм		Пролёт направляющей 600 мм	
		Два пролёта		Три пролёта	
		Два пролёта	Три пролёта	Два пролёта	Три пролёта
60	нет	0,91	1,04	1,83	2,08
	есть	1,69	1,92	3,38	3,58
100	нет	1,53	1,74	3,06	3,48
	есть	2,83	3,22	5,66	6,44

Ветровая нагрузка, которую воспринимают несущие кронштейны с облицовкой из натурального гранита толщиной 20 мм приведена в таблице 7.

Таблица 7.

Высота кронштейна, мм	Длина направляющей, мм	Наличие усиливающего кронштейна	Ветровая нагрузка в кПа на несущий кронштейн при шаге направляющих 600 мм	
			Пролёт направляющих, мм	
			600	1200 (1000)
100	3600	нет	6,50	3,30
		есть	11,60	5,89
	3000	нет	7,00	(5,10)
		есть	12,50	(9,10)
150 (стыкочный)	3600	нет	5,50	2,70
		есть	9,82	4,82
	3000	нет	5,70	(3,40)
		есть	10,15	(6,07)


Несущая способность соединения на верхней и нижней аграфах АУРС.150.0718 и АУРС.150.0719 при передаче усилия от веса гранитной плиты толщиной 20 мм составляет 8,9

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

11-3339

Лист

9

кПа по ветровой нагрузке

На основании проведённых поверочных расчётов область применения фасадной системы ALT 150-КГНК производства ООО «АлюминТехно» по предельной высоте зданий в ветровых районах Российской Федерации приведена в таблицах 8 и 9. Несущая способность системы в целом определялась несущей способностью опорных кронштейнов высотой 100 мм при их расстановке 600×600 мм, и несущей способностью направляющей при шаге направляющих 600 мм и пролёте 1200 мм..

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 для определения области применения данной фасадной системы. При проектировании реальных зданий применение данной фасадной системы должно быть подтверждено расчетами, тем более что в альбоме технических решений содержится достаточно подробная методика расчёта.

Таблица 8.

Шаг кронштейнов на фасаде здания 600 мм на 1200 мм							
Высота здания в метрах	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Угловая зона здания						
	80	35	15	5	-	-	-
	Прочие зоны фасада здания						
150	150	100	50	25	10	5	

Таблица 9.

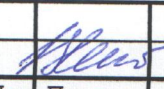
Шаг кронштейнов на фасаде здания 600 мм на 600 мм								
Высота здания в метрах	Тип кронштейна	ВЕТРОВЫЕ РАЙОНЫ						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
	Угловая зона здания							
	Обычный	150	150	130	65	30	15	10
	усиленный	150	150	150	150	150	120	80
Прочие зоны фасада здания								
Обычный	150	150	150	150	150	120	75	
усиленный	150	150	150	150	150	150	150	

Согласовано

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№Док	Подпись	Дата
					

11-3339

Лист

10

