



ООО «МЕТТЭМ-СТ»

Ассоциация "СРО "Совет Проектировщиков" СРО-П-011-16072009

**Расчет крепления фасадной системы к панели
«МЕТТЭМ» винтами самонарезающими**

№ ТУ 5284-002-90627429-2012

Генеральный директор

Ведущий инженер



С.А. Власкин

А.Г. Солдатенков

г. Москва, 2018

Изм.	№ док.	Подпись	Дата

Взаим. инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Расчет выполнен по СТО 0065-2014.

Исходные данные:

Навесная фасадная сэндвич-панель (НСП), состоящая из вертикальных стоечных профилей марки АИ ТС 200-45-1,2 с шагом 600мм, и горизонтальных направляющих профилей марки АИ ТН 200-50-1,5 по верху и низу панели. Навесная фасадная система, состоящая из вертикальных и горизонтальных стальных профилей компании «Арсенал СТ» толщиной 1,2мм, шаг горизонтальных профилей 600мм. Крепление фасадных профилей осуществляется саморезами кровельными HD-R 4,8x25 с пресс-шайбой, шаг крепления саморезов 350 – 1200мм. На фасадные профили крепятся стальные кляммеры толщиной 1,0мм, шаг кляммеров 600мм. Крепление кляммеров осуществляется саморезами оконными 3,9x25, по два на кляммер. На кляммеры крепятся плиты из керамогранита размером 600x600мм (плотн.2700кг/м³).

1. Расчет крепления фасадного профиля к панелям НСП.

1) Определение прочности на смятие по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_b = 0,8 \times 1,6 \times \frac{3600}{1,25} \times 0,48 \times 0,12 = 212,3\text{кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014 при $0,7\text{мм} < t < 2\text{мм}$;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$d = 4,8\text{мм}$ - номинальный диаметр винта (0,48см);

$t = 1,2\text{мм}$ – толщина более тонкого из соединяемых элементов (0,12см);

$$\alpha = 3,2 \sqrt{\frac{0,12}{0,48}} = 1,6, \text{ при } t = t_1, \alpha \leq 2,1;$$

$R_{\text{ун}} = 3600\text{кг/см}^2$ - временное сопротивление разрыву базового материала, в котором установлен винт по табл.В.5 СП16.13330.2011;

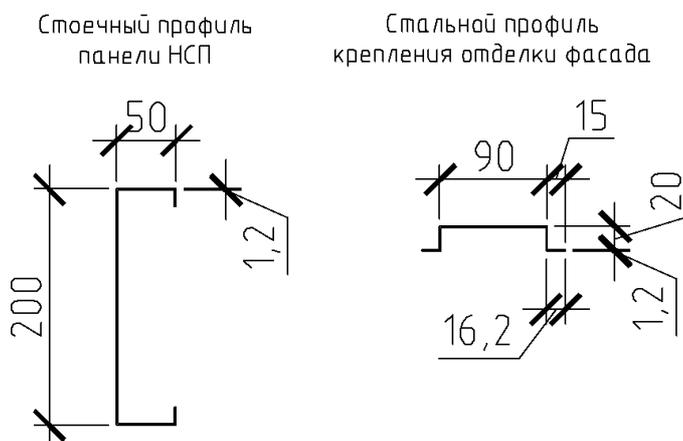
2) Определение прочности сечения на разрыв соединяемых элементов по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_t = 0,9 \times \frac{2350}{1,25} \times 0,6792 = 1149,2\text{кг}$$

$\gamma_c = 0,9$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$R_{\text{yn}} = 2350\text{кг/см}^2$ - предел текучести материала, в котором установлен винт по табл.В.5 СП16.13330.2011;

$A_{\text{netto}} = (5 \times 0,12 - 0,48 \times 0,12) + (1,62 \times 0,12 - 0,48 \times 0,12) = 0,6792\text{см}^2$ - площадь сечения нетто соединяемых элементов



3) Определение прочности на срез по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_v = 0,8 \times \frac{473,8}{1,3} = 291,5\text{кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$F_{vn} = 4738\text{Н}$ (473,8кг)- прочность винта $\varnothing 4,8\text{мм}$ на срез по табл.30 СТО 0065-2014.

4) Определение расчетной нагрузки, приходящейся на один винт при срезе.

Определим нагрузку от фасадной системы, приходящуюся на одно соединение (пара винтов):

$$1,2 \times 0,6 \times 0,01 \times 2700 \times 1,3 / 2 = 12,64\text{кг} - \text{нагрузка на срез на один винт}$$

1,2м – шаг крепления фасадного профиля по горизонтали;

0,6м – шаг расположения фасадного профиля по вертикали (размер плиты керамогранита);

0,01м – толщина плиты керамогранита;

2700кг/м³ – плотность материала – керамогранита;

1,3 – коэф. надежности по нагрузки для построечных условий;

2шт. – кол-во винтов в одном соединении

Сравнивая результаты получим: $12,64\text{кг} < F_b = 212,3\text{кг}$;

$$12,64\text{кг} < F_t = 1149,2\text{кг}$$

$$12,64\text{кг} < F_v = 291,5\text{кг};$$

4) Прочность на отрыв через пресс-шайбу:

- для винтов под действием ветровых и сочетания ветровых и статических нагрузок:

$$F_p = 0,5 \times 0,8 \times 1,4 \times 0,12 \times 3600 / 1,25 = 193,5\text{кг} < 0,5 \times 0,8 \times 512,16 / 1,3 = 157,58\text{кг} - \text{условие не выполняется}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для левой части неравенства;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для правой части неравенства;

$d_w = 14,0\text{мм}$ (1,4см) – диаметр пресс-шайбы по табл.1 СТО 0065-2014 для диаметра отверстия под винт 5,3мм;

$F_{pn} = 5121,6\text{Н}$ (512,16кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при разрушении присоединяемого листа в месте контакта с головкой винта по табл.31 СТО 0065-2014. Интерполируя значение для толщины листа 1,0мм.

5) Прочность на вырыв из листа:

$$\text{так как } 0,12 / 0,159 = 0,7547 < 1, \text{ то } F_0 = 0,45 \times 0,48 \times 0,12 \times 3600 / 1,25 = 74,65\text{кг} <$$

$$< 0,9 \times 163,2 / 1,3 = 112,98\text{кг} - \text{условие выполняется.}$$

$t_{sup} = 0,12\text{см}$ – толщина базового материала, к которому крепится винт;

$s = 0,159\text{см}$ – шаг резьбы винта по табл.4 СТО 0065-2014;

$\gamma_c = 0,9$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$F_{0n} = 1632\text{Н}$ (163,2кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при вырыве винта из материала конструкции по табл.32 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для левой части неравенства;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для правой части неравенства;

6) Прочность на разрыв винта:

$$F_t = 0,8 \times 1208 / 1,3 = 743,38\text{кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$F_{tn} = 12080\text{Н}$ (1208кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при растяжении винта по табл.30 СТО 0065-2014.

7) Определение расчётной нагрузки, приходящейся на один винт при растяжении.

Определим нагрузку от фасадной системы, приходящуюся на одно соединение (пара винтов):

$$1,2 \times 0,6 \times 47,8 / 2 = 17,21\text{кг} - \text{нагрузка на растяжении на один винт}$$

1,2м – шаг крепления фасадного профиля по горизонтали;

0,6м – шаг расположения фасадного профиля по вертикали (размер плиты керамогранита);

$W_p = 47,8 \text{ кг/м}^2$ – расчётная ветровая нагрузка (ветровой отсос);

2шт. – кол-во винтов в одном соединении

Сравнивая результаты получим: $17,21\text{кг} < F_p = 193,5\text{кг}$;

$$17,21\text{кг} < F_0 = 74,65\text{кг};$$

$$17,21\text{кг} < F_t = 743,38\text{кг};$$

2. Расчет крепления кляммера к фасадному профилю.

1) Определение прочности на смятие по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_b = 0,8 \times 1,83 \times 3600 / 1,25 \times 0,32 \times 0,1 = 134,9\text{кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014 при $0,7\text{мм} < t < 2\text{мм}$;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$d = 3,2\text{мм}$ - номинальный диаметр винта (0,32см);

$t = 1,0\text{мм}$ – толщина более тонкого из соединяемых элементов (0,1см);

$t_1 = 1,2\text{мм}$ – толщина более толстого из соединяемых элементов (0,12см);

так как $t < t_1 < 2,5t$, то α принимаем по линейной интерполяции между значениями

$$\alpha = 3,2 \sqrt{0,1 / 0,32} = 1,788 \text{ при } t = t_1, \text{ и } \alpha = 2,1 \text{ при } t_1 \geq 2,5t \Rightarrow \alpha = 1,83;$$

$R_{un} = 3600 \text{ кг/см}^2$ - временное сопротивление разрыву базового материала, в котором установлен винт по табл.В.5 СП16.13330.2011.

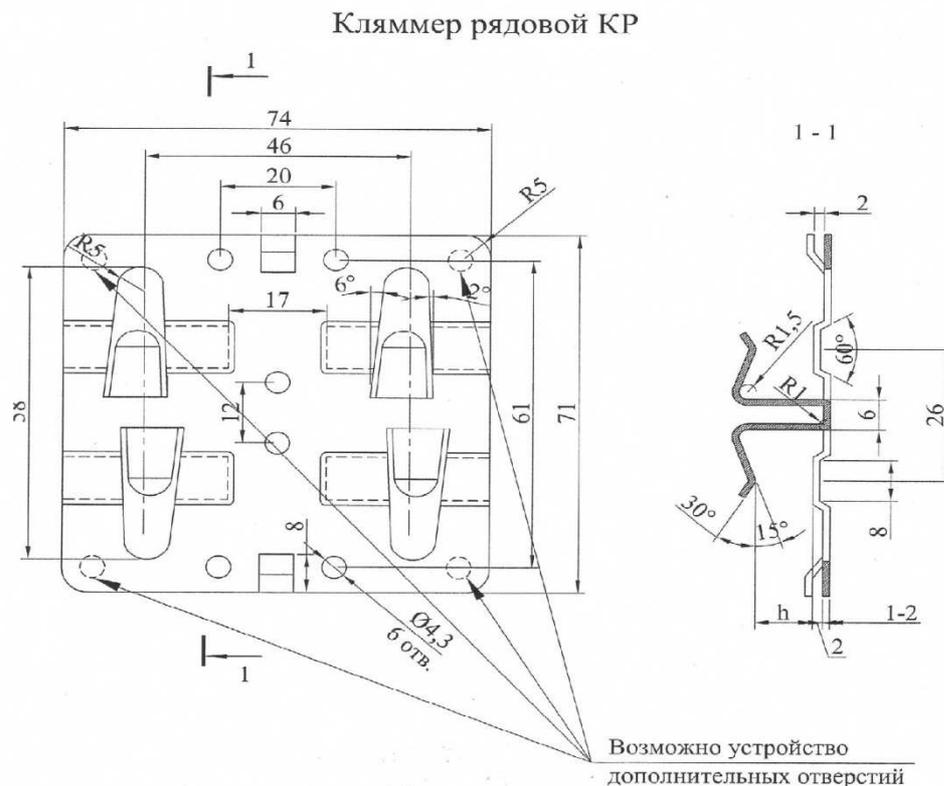
2) Определение прочности сечения на разрыв соединяемых элементов по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_t = 0,9 \times 2350 / 1,25 \times 1,5496 = 2621,9 \text{ кг}$$

$\gamma_c = 0,9$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$R_{yn} = 2350 \text{ кг/см}^2$ - предел текучести материала, в котором установлен винт по табл.В.5 СП16.13330.2011;

$A_{netto} = (9 \times 0,12 - 0,32 \times 0,12) + (7,4 \times 0,1 - 0,32 \times 0,1 - 1 \times 0,1 \times 2) = 1,5496 \text{ см}^2$ - площадь сечения нетто соединяемых элементов;



3) Определение прочности на срез по формуле из табл.37 СТО 0065-2014:

$$F_v = 0,8 \times 151,95 / 1,3 = 93,5 \text{ кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$F_{vn} = N_{bs} = 2100 \times 0,0804 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 151,95 \text{ кг}$ - нормативное значение разрушающей нагрузки при срезе винта по табл.30 СТО 0065-2014.

$R_{bs} = 2100 \text{ кг/см}^2$ – расчётное сопротивление одноболтового соединения срезу по табл.Г.5 СП16.13330.2011;

$A_b = 3,14 \times 0,16^2 = 0,0804 \text{ см}^2$ – площадь сечения винта брутто;

$n_s = 1$ – число расчётных срезов одного винта;

$\gamma_b = 1$ – коэф. условий работы соединения по табл.41 СП16.13330.2011;

$\gamma_c = 0,9$ – коэф. условий работы по табл.1 СП16.13330.2011.

4) Определение расчетной нагрузки, приходящейся на один винт при срезе.

Определим нагрузку от фасадной системы, приходящуюся на одно соединение (пара винтов):

$$0,6 \times 0,6 \times 0,01 \times 2700 \times 1,3 / 2 = 6,32 \text{ кг} - \text{нагрузка на срез на один винт}$$

0,6м – шаг крепления кляммеров по горизонтали;

0,6м – шаг крепления кляммеров по вертикали;

0,01м – толщина плиты керамогранита;

2700кг/м³ – плотность материала – керамогранита;

1,3 – коэф. надежности по нагрузке для построечных условий;

2шт. – кол-во винтов в одном соединении

Сравнивая результаты получим: $6,32 \text{ кг} < F_b = 134,9 \text{ кг}$;

$$6,32 \text{ кг} < F_t = 2621,9 \text{ кг};$$

$$6,32 \text{ кг} < F_v = 93,5 \text{ кг};$$

5) Прочность на отрыв через пресс-шайбу:

- для винтов под действием ветровых и сочетания ветровых и статических нагрузок:

$$F_p = 0,5 \times 0,8 \times 0,75 \times 0,1 \times 3600 / 1,25 = 86,4 \text{ кг} < 0,5 \times 0,8 \times 428,34 / 1,3 = 131,8 \text{ кг} \quad - \quad \text{условие выполняется}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для левой части неравенства;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для правой части неравенства;

$d_w = 7,5 \text{ мм}$ (0,75см) – диаметр шляпки винта;

$F_{pn} = 4283,4 \text{ Н}$ (428,34кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при разрушении присоединяемого листа в месте контакта с головкой винта по табл.31 СТО 0065-2014. Интерполируя значение для толщины листа 1,0мм.

6) Прочность на вырыв из листа:

$$\text{так как } 0,12 / 0,138 = 0,869 < 1, \text{ то } F_0 = 0,45 \times 0,32 \times 0,12 \times 3600 / 1,25 = 49,76 \text{ кг} < 0,9 \times 107,42 / 1,3 = 74,36 \text{ кг} - \text{условие выполняется}$$

$t_{sup} = 0,12 \text{ см}$ – толщина базового материала, к которому крепится винт;

$s = 0,138 \text{ см}$ – шаг резьбы винта;

$\gamma_c = 0,9$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$F_{0n} = 1074,2 \text{ Н}$ (107,42кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при вырыве винта из материала конструкции по табл.32 СТО 0065-2014. Интерполируя значение для толщины листа 1,2мм;

$\gamma_m = 1,25$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для левой части неравенства;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014 для правой части неравенства;

7) Прочность на разрыв винта:

$$F_t = 0,8 \times 721,6 / 1,3 = 444,06 \text{ кг}$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэф. по табл.38 СТО 0065-2014;

$\gamma_m = 1,3$ – коэф. по табл.37 СТО 0065-2014;

$F_{tn} = 7216,76 \text{ Н}$ (721,6кг) - нормативное значение разрушающей нагрузки при растяжении винта по табл.30 СТО 0065-2014. Интерполирую значение для диаметра 3,2мм.

8) Определение расчётной нагрузки, приходящейся на один винт при растяжении.

Определим нагрузку от фасадной системы, приходящуюся на одно соединение (пара винтов):

$$0,6 \times 0,6 \times 47,8 / 2 = 8,6 \text{ кг} - \text{нагрузка на растяжении на один винт}$$

0,6м – шаг крепления кляммеров по горизонтали;

0,6м – шаг крепления кляммеров по вертикали;

$W_p = 47,8 \text{ кг/м}^2$ – расчётная ветровая нагрузка (ветровой отсос);

2шт. – кол-во винтов в одном соединении

Сравнивая результаты получим: $8,6 \text{ кг} < F_p = 86,4 \text{ кг}$;

$$8,6 \text{ кг} < F_0 = 49,76 \text{ кг};$$

$$8,6 \text{ кг} < F_t = 444,06 \text{ кг}.$$