



1896



1900

ЦНИИПСК

им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)



1971



1990

УТВЕРЖДАЮ:

Н.И. Пресняков
Директор института
Н.И.ПРЕСНЯКОВ

«*12*» _____ 2012г



Расчет фасадных систем ООО «Компания Металл Профиль»

Руководитель работы

В.Ф. Беляев

В.Ф. Беляев

Руководитель бригады

Н.Ю. Ладзь

Н.Ю. Ладзь

Инженер

В.С. Шуваева

В.С. Шуваева

Содержание:

1. Введение	- 2
2. Исходные данные	- 3
3. Нагрузки и воздействия	- 7
4. Расчетные схемы элементов каркаса	- 17
5. Примеры расчета каркаса системы	- 60
6. Область применения облицовочных материалов	- 71
7. Применение систем «Металл Профиль» при материале стены с плотностью менее 600 кгс/м^3	- 125
8. Список литературы	- 131
9. Приложение 1 (справочный материал для предварительного подбора шагов и пролетов элементов каркаса)	- 136
10. Приложение 2 (геометрические характеристики сечений)	- 150



Методика расчета фасадных систем «Металл Профиль»

1. ВВЕДЕНИЕ

В данном отчёте представлен расчет конструктивных элементов навесных фасадных систем с воздушным зазором «Металл Профиль». Работа выполнена в соответствии с договором № 11-748 с ООО «ПК Металл Профиль-Лобня» и в соответствии с заданием выданным заказчиком и материалами предоставленными им.

Конструкция каркасов фасадных систем «Металл Профиль» представляет собой распространённое конструктивное решение с вертикальными или горизонтальными направляющими, шарнирно закреплёнными на кронштейнах. Все кронштейны системы равноценны и должны быть защемлены в несущей стене здания.

Системы предназначены для различных видов облицовки возводимых и реконструируемых зданий. Материал несущих стен зданий, предназначенных под облицовку, может быть самым разнообразным, это - монолитный и сборный бетон, лёгкий бетон, кирпич керамический и силикатный, блоки их легкого и пористого бетона и т.п. Непременным требованием к материалу стены является то, что объёмный вес материала стены не может быть меньше 600 кг/м^3 .

Особенно внимательно при проектировании фасадной системы из блоков лёгкого бетона следует относиться к несущей способности анкерных элементов, защемляющих кронштейн в стене. В этом случае рекомендуется для укрепления основания фасадной системы в зонах крепления кронштейнов системы устраивать железобетонные или бетонные пояса. В отдельных случаях при экономическом обосновании возможно применение стальных конструкций.

Расчет предназначен для специалистов, выполняющих разработку проектов систем с воздушным зазором для облицовки фасадов зданий и сооружений различного назначения.

Фасадные системы предназначены для отделки и утепления зданий и сооружений различного назначения при их возведении, капитальном ремонте и реконструкции, расположенных во всех ветровых районах.

Системы применяются для облицовки зданий высотой до 150 метров. Конструкция рассчитана на применение утеплителя толщиной от 40 до 240 мм.

Фасадная система может использоваться в I-VII ветровых районах с предельной отрицательной температурой выше минус $50 \text{ }^\circ\text{C}$ и при положительной температуре до плюс $40 \text{ }^\circ\text{C}$ в сочетании с температурой солнечной инсоляции на поверхности облицовки до плюс $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

2 Исходные данные

2.1 В данной методике рассматриваются пять фасадных систем.

2.1.1 Система 1(см. рисунок 1):

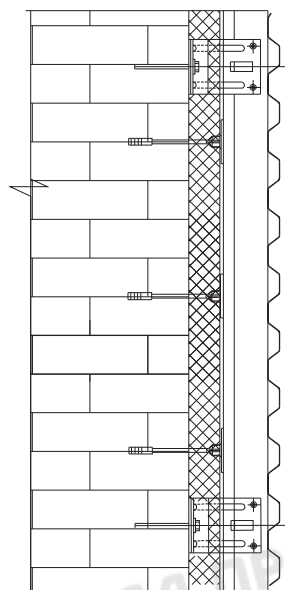


Рисунок 1

А) Облицовка:

-сайдинг МП СК-14х226 (t=0,4;0,5мм); сайдинг L брус -15х240, сайдинг Inlesco-28х330;
-линейные панели МП ЛП-24х197/20, МП ЛП-24х217/0(t=0,5мм), МП ЛП-24х300/20, МП ЛП-24х324/0, МП ЛП-24х384/20, МП ЛП-24х404/0 (t=0,7мм), primerpanel - O-B-24хC/R, primerpanel - T-Г-24хC/R;
-профилированный лист С-8х1150; МП-18х1100, МП-20х1100, С-21х1000, МП-35х1035, МП – 47х950, С-44х1000 (t=0,4;0,5; 0,7мм).

Б) Направляющие(вертикальное расположение):

- КППГ-60х44 (t=0,9мм; t=1,2мм);

В) Кронштейны:

- КК-(50 - 180)х50 мм (t=1,2мм; 2 мм);

- ККУ-(90 – 230)х80 мм (t=1,2; 2 мм);

2.1.2 Система 2 (см. рисунок 2):

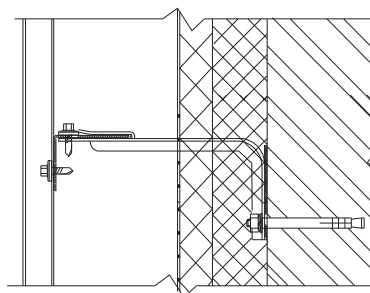


Рисунок 2

А) Облицовка:

- сайдинг МП СК-14х226 ($t=0,4;0,5\text{мм}$), сайдинг L брус -15х240, сайдинг Inleco-28х330;
- линейные панели МП ЛП-24х197/20, МП ЛП-24х217/0($t=0,5\text{мм}$), МП ЛП-24х300/20, МП ЛП-24х324/0, МП ЛП-24х384/20, МП ЛП-24х404/0 ($t=0,7\text{мм}$) primerpanel - О-В-24хС/Р, primerpanel - Т-Г-24хС/Р;
- профилированный лист С-8х1150; МП-18х1100, МП-20х1100, С-21х1000, МП-35х1035, МП-47х950, С-44х1000 ($t=0,4;0,5; 0,7\text{мм}$).

Б) Направляющие(горизонтальное расположение):

- КПГ-60х44 ($t=0,9\text{мм}; t=1,2\text{мм}$);

В) Кронштейны:

- КК-(50 - 180)х50 мм ($t=1,2\text{мм}; 2\text{ мм}$);
- ККУ-(90 – 230)х80 мм ($t=1,2; 2\text{ мм}$);

2.1.3 Система 3(см. рисунок 3):

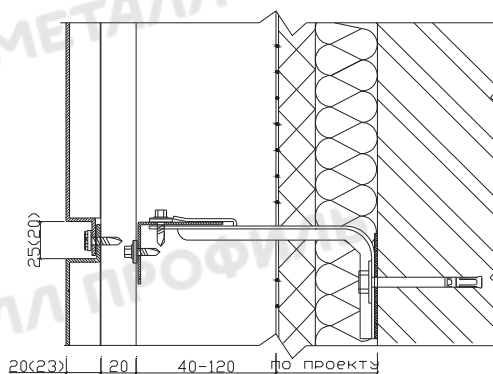


Рисунок 3

А) Облицовка:

- фасадные кассеты МП 1005, МП 2005

Б) Направляющие(горизонтальное расположение):

- КПГ-60х44 ($t=0,9\text{ мм}; t=1,2\text{ мм}$);

Направляющие(вертикальное расположение):

- КПШ-90х20 ($t=0,9\text{ мм}; 1,2\text{ мм}$) – на стыке кассет;
- КПШ-50х20 ($t=0,9\text{ мм}; 1,2\text{ мм}$) – по середине кассеты шириной более 700 мм

В) Кронштейны:

- ККУ-(90 – 230)х80 мм ($t=1,2; 2\text{ мм}$).

2.1.4 Система 4(см. рисунок 4):

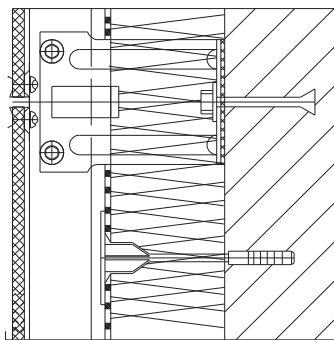


Рисунок 4

А) Облицовка:

-плитка керамогранитная 600х600 мм (или других размеров) t=10мм.

Б) Направляющие (вертикально расположение):

- КПГ-60х44 (t=0,9 мм; 1,2 мм);

- КПГ-60х81 (t=0,9 мм; 1,2мм).

В) Кронштейны:

- ККУ-(90 – 230)х80 мм (t=1,2; 2 мм);

- кляммер t=1,0 мм; t=1,2 мм

2.1.5 Система 5(см. рисунок 5)

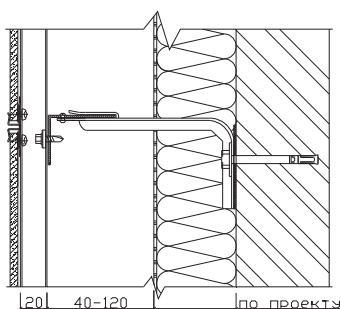


Рисунок 5

А) Облицовка:

-плитка керамогранитная 600х600 мм t=10 мм.

Б) Направляющие (горизонтальное расположение):

- КПГ-60х44 (t=0,9 мм; t=1,2 мм);

Направляющие (вертикальное расположение):

- КПШ-90х20 (t=0,9 мм; 1,2 мм) – на стыке плиток;

- КПШ-50х20 (t=0,9 мм; 1,2 мм) – по середине плитки.

В) Кронштейны:

- ККУ-(90 – 230)х80 мм (t=1,2; 2 мм);

- кляммер t=1,0 мм; t=1,2 мм.

2.2 Материал конструкции каркаса

Все основные несущие элементы каркаса системы «Металл Профиль» изготавливаются из тонкого металлического оцинкованного листа и коррозионностойкой стали. Механические свойства стали приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Гарантируемые мехсвойства			γ_m	Расчётные сопротивления		
Марка стали	R_{yn} , МПа	R_{un} , МПа		R_y , МПа	R_s , МПа	R_{bp} , МПа
Оцинкованная углеродистая сталь по ГОСТ 14918-80						
08Ю и 08ПС	230	355	1,05	220	125	455
Коррозионностойкая сталь по ГОСТ 5282-75						
12Х18Н10Т	216	550	1,05	205	120	707
08Х18Н10Т	185	510	1,05	175	105	655
12Х15Г9НД (ТУ РМО-006/05)	280	600	1,05	265	155	770
ASIS 304	205	515	1,1	185	105	635
ASIS 321	205	515	1,1	185	105	635

где:

- R_{yn} - нормативный предел текучести стали;

- R_{un} - нормативное временное сопротивление стали;

- γ_m – коэффициент надежности по материалу (табл. 2*[2]);

- $R_y = R_{yn} / \gamma_m$ – расчетное сопротивление по пределу текучести;

- $R_s = 0,58 * R_{yn} / \gamma_m$ – расчетное сопротивление сдвигу;

- $R_{bp} = 1,35 * R_u$ - расчетное сопротивление смятию соединяемых элементов;

- $E = 2,06 * 10^5$ МПа – модуль упругости

2.3 Поперечные сечения профилей и их основные геометрические характеристики приведены в таблицах 16, 17, 18, 19, 20.

2.4 Каркас фасадных систем состоит из следующих конструктивных элементов:

- вертикальная или горизонтальная направляющая;

- кронштейны несущие.

2.5 Кронштейны каркаса фасадов комплектуются дюбелями производства фирм, имеющих сертификат соответствия или техническое свидетельство, выданные Федеральным центром сертификации в установленном законом порядке.

2.5.1 Несущую способность анкерных дюбелей (анкеров) применительно к реальному основанию характеризуют допускаемым значением осевого усилия на дюбель или анкер. В качестве допускаемого осевого усилия принимается меньшее из двух значений:

- значение, полученное на основе обработки результатов испытаний или приведенное в ТС на основе данных поставщика для дюбеля (анкера) данной марки, вида;

- значение, полученное по прочности стенового материала.

2.6 Крепление направляющих друг к другу и направляющих к кронштейнам осуществляется самонарезающими винтами 4,8*28 с прокладкой из ЭПДМ – резины; или заклепками Ø4,8 мм из коррозионностойкой стали А2/А2.

2.7 Термопрокладки изготавливаются из паронита или изолонa объёмный вес – 0,9 г/см³, твердость при вдавливании шарика составляет 20МПа, температура охрупчивания до – 47⁰С.

3 Нагрузки и воздействия

3.1 На каркас навесных фасадов действуют следующие нагрузки:

- собственный вес облицовки и каркаса подконструкции;
- ветровые нагрузки;
- нагрузки от обледенения облицовки;
- температурные воздействия.

3.2 Собственный вес различного вида облицовок принимается по таблице 2.

Т а б л и ц а 2

№№	Вид облицовки	Единица измерения	Нормативная нагрузка, G_n^H	γ_f	Расчётная нагрузка, G_n
1	2	3	4	5	6
1	Сайдинг МП СК – 14x226; сайдинг L брус -15x240, сайдинг Inleco-28x330	кг/м ²	5,0	1,05	5,3
2	Профилированный настил С-8x1150, С-21x1000, МП-20x1100, МП-		4-8,4	1,05	4,2-8,8

	35x1035,МП-47x950, С-44x1000				
3	Линейные панели МП ЛП-24x384/20, МП ЛП-24x300/20,	кг/м ²	5,0-7,0	1,05	5,3-7,4

Продолжение таблицы 2

№№	Вид облицовки	Единица измерения	Нормативная нагрузка, $G_n^н$	γ_f	Расчётная нагрузка, G_n
1	2	3	4	5	6
	МП ЛП-24x197/20; МП ЛП-24x404/0; МП ЛП-24x320/0, МП ЛП-24x1217/0; primepanel - О-В-24xС/R, primepanel - Т-Г-24xС/R.	кг/м ²			
4	Фасадные кассеты МП 1005, МП 2005		12,0	1,05	12,6
5	Керамогранитные плитки: 10мм		25,0	1,1	27,5

где:

- γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по табл. 8.2 [1].

3.3 Не допускается передавать на каркасы фасадов, рассчитанные на крепление только фасадной облицовки, нагрузки от рекламы, осветительных приборов, обслуживающих площадок, дополнительного оборудования и т. п. При необходимости крепления подобного оборудования к фасаду, в соответствии с полученным от заказчика заданием на проектирование, разрабатывается специальный усиленный каркас, либо используют другие конструктивные решения.

3.4 Снеговые нагрузки следует учитывать тогда, когда возможно их отложение на элементах конструкций облицовки.

3.5 Для элементов ограждения и узлов их крепления необходимо учитывать пиковые положительные w_+ и отрицательные w_- воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения которых определяются по формуле

$$w_{+(-)} = w_0 * k(z_e) * [1 + \zeta(z_e)] * c_{p,+(-)} * v_{+(-)} * \gamma_f \quad \text{кПа (кгс/м}^2\text{)} \quad (1)$$

где w_0 – нормативное значение давления ветра принимается в зависимости от ветрового района по таблице 3 данных рекомендаций (таблица 11.1 [1]);

Т а б л и ц а 3

Ветровые районы по [1]	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 кПа (кгс/м ²)	0,17(17)	0,23(23)	0,30(30)	0,38(38)	0,48(48)	0,60(60)	0,73(73)	0,85(85)

z_e - эквивалентная высота

Эквивалентная высота z_e (м) для расчётных зон сооружений определяется следующим образом:

1. Для башенных сооружений, мачт, труб и т.п. сооружений

$$z_e = z$$

2. Для зданий:

а) при $h \leq d \rightarrow z_e = h$;

б) при $d < h \leq 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;

для $0 < z < h - d \rightarrow z_e = d$

в) при $h > 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;

для $d \leq z \leq h - d \rightarrow z_e = z$;

для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d$

Здесь z – высота от поверхности земли;

d – размер здания (без учета его стилобатной части) в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер);

h – высота здания.

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение средней составляющей давления ветра для высоты z_e на местности типа А, В, С.

Тип местности А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра.

Тип местности В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м.

Тип местности С – городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

$k(z_e)$ определяется по таблице 4 данных рекомендаций (таблица 11.2 [1]); или по формуле (2)

Т а б л и ц а 4

Высота z_e , м	Коэффициент k для типов местности		
	А	В	С
≤ 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2,0
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
≥ 480	2,75	2,75	2,75

$$k(z_e) = k_{10} (z_e/10)^{2\alpha} \quad (2)$$

Значения параметров k_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблице 5 данных рекомендаций (таблица 11.3 [1]);

Т а б л и ц а 5

Параметр	Тип местности		
	А	В	С
α	0,15	0,20	0,25
k_{10}	1,0	0,65	0,4
ζ_{10}	0,76	1,06	1,78

$\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6 данных рекомендаций (таблица 11.4 [1]); или по формуле 3 для эквивалентной высоты z_e

Т а б л и ц а 6

Высота z_e , м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ для типов местности		
	А	В	С
≤ 5	0,85	1,22	1,78
10	0,76	1,06	1,78
20	0,69	0,92	1,50
40	0,62	0,80	1,26
60	0,58	0,74	1,14
80	0,56	0,70	1,06
100	0,54	0,67	1,00

150	0,51	0,62	0,90
200	0,49	0,58	0,84
250	0,47	0,56	0,80
300	0,46	0,54	0,76
350	2,75	2,75	2,35
≥480	2,75	2,75	2,75

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} (z_e/10)^{-\alpha} \quad (3)$$

Значения параметров ζ_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблице 5.

$c_{p,+(-)}$ – пиковые значения аэродинамических коэффициентов положительного давления (+) или отсоса (-).

Для стен прямоугольных в плане зданий пиковое положительное значение аэродинамического коэффициента $c_{p,+} = 1,2$

Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента $c_{p,-}$ для стен и плоских покрытий (см. рисунок 6) приведены в таблице 7 данных рекомендаций (таблица Д.12 [1])

Т а б л и ц а 7

Участок	A	B	C	D	E
$c_{p,-}$	-2,2	-1,2	-3,4	-2,4	-1,5

$v_{+(-)}$ - коэффициенты корреляции ветровой нагрузки, соответствующие положительному давлению (+) и отсосу (-); значения этих коэффициентов приведены в таблице 8 данных рекомендаций (таблица 11.8 [1]) в зависимости от площади ограждения А, с которой собирается ветровая нагрузка.

Т а б л и ц а 8

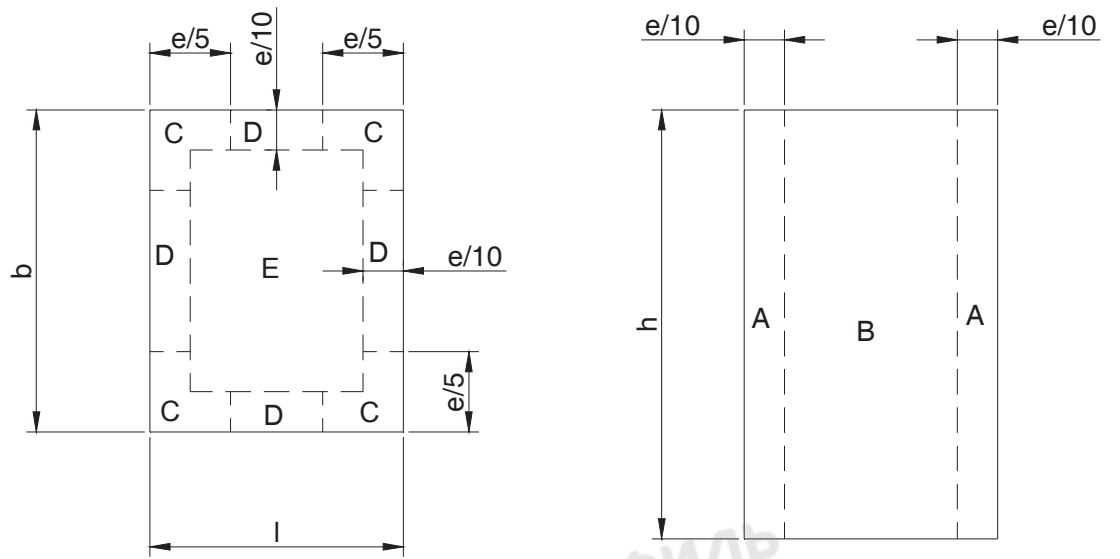
A, м ²	<2	5	10	>20
v_+	1,0	0,9	0,8	0,75
v_-	1,0	0,85	0,75	0,65

γ_f – коэффициент надёжности по нагрузке равный 1,4.

Расчетное значение ветровых нагрузок при $v_{+(-)} = 1$ приведено в таблицах 9...11.

План кровли

Стена



Величина e равна меньшему из b и l

Рисунок 6

МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ

Таблица 9

Расчетная ветровая нагрузка, кгс/м²

Высота, М	Ветровые районы, тип местности А																						
	I			II			III			IV			V			VI			VII				
	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр	угол	w_m^+	центр
5	53,6	53,6	98,3	69,9	69,9	88,6	88,6	162	112	112	205	140	140	256	170	170	312	198	198	363			
10	68,0	68,0	125	88,7	88,7	112	112	206	142	142	260	177	177	325	216	216	396	251	251	461			
15	75,0	75,0	137	97,8	97,8	124	124	227	156	156	287	196	196	359	238	238	436	277	277	508			
20	81,6	81,6	145	106	106	135	135	247	170	170	312	213	213	390	259	259	475	302	302	553			
25	84,7	84,7	155	110	110	140	140	256	177	177	324	221	221	405	269	269	493	313	313	574			
30	88,2	88,2	162	115	115	146	146	267	184	184	337	230	230	422	280	280	513	326	326	598			
35	91,1	91,1	167	119	119	150	150	276	190	190	348	238	238	436	289	289	530	337	337	617			
40	93,9	93,9	172	122	122	155	155	284	196	196	359	245	245	449	298	298	546	347	347	636			
45	96,4	96,4	177	126	126	159	159	292	201	201	369	251	251	461	306	306	561	356	356	653			
50	98,9	98,9	181	129	129	163	163	300	206	206	378	258	258	473	314	314	576	366	366	670			
55	101	101	186	132	132	167	167	307	212	212	388	264	264	484	322	322	590	375	375	687			
60	104	104	190	135	135	171	171	314	217	217	397	271	271	496	329	329	604	384	384	703			
65	106	106	194	138	138	175	175	320	221	221	405	276	276	506	336	336	615	391	391	716			
70	108	108	197	140	140	178	178	326	225	225	412	281	281	515	342	342	627	398	398	730			
75	110	110	201	143	143	181	181	332	229	229	419	286	286	524	348	348	638	405	405	743			
80	111	111	204	145	145	184	184	338	233	233	427	291	291	533	354	354	649	412	412	756			
85	113	113	208	148	148	187	187	343	237	237	434	296	296	542	360	360	660	419	419	768			
90	115	115	211	150	150	190	190	349	241	241	441	301	301	551	366	366	671	426	426	781			
95	117	117	215	153	153	194	194	355	245	245	448	306	306	560	372	372	682	433	433	794			
100	119	119	218	155	155	197	197	360	248	248	455	311	311	569	378	378	693	440	440	806			
110	121	121	223	158	158	201	201	368	254	254	465	317	317	581	386	386	707	449	449	823			
120	124	124	227	162	162	205	205	376	259	259	474	323	323	593	394	394	722	458	458	840			
130	126	126	232	165	165	209	209	383	264	264	484	330	330	605	401	401	736	467	467	856			
140	129	129	236	168	168	213	213	390	269	269	493	336	336	616	409	409	750	476	476	873			
150	131	131	241	171	171	217	217	398	274	274	502	343	343	628	417	417	764	485	485	889			

Таблица 10

Расчетная ветровая нагрузка, кгс/м²

Высота, м	Ветровые районы, тип местности В													
	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол
5	42,9	42,9 78,6	55,9	55,9 103	70,9	70,9 130	89,5	89,5 164	112	112 205	136	136 250	159	159 291
10	51,7	51,7 94,9	67,5	67,5 124	85,5	85,5 157	108	108 198	135	135 247	164	164 301	191	191 351
15	57,7	57,7 106	75,2	75,2 138	95,3	95,3 175	120	120 221	150	150 276	183	183 336	213	213 391
20	63,1	63,1 116	82,3	82,3 151	104	104 191	132	132 241	165	165 302	200	200 367	233	233 427
25	66,6	66,6 122	86,9	86,9 159	110	110 202	139	139 255	174	174 319	212	212 388	246	246 452
30	70,1	70,1 128	91,4	91,4 168	116	116 212	146	146 268	183	183 335	222	222 408	259	259 475
35	73,4	73,4 134	95,7	95,7 175	121	121 222	153	153 281	191	191 351	233	233 427	271	271 497
40	76,5	76,5 140	99,8	99,8 183	126	126 232	160	160 293	200	200 366	243	243 445	283	283 518
45	79,3	79,3 145	103	103 190	131	131 240	166	166 303	207	207 379	252	252 462	293	293 537
50	82,1	82,1 150	107	107 196	136	136 249	171	171 314	214	214 393	260	260 478	303	303 556
55	84,8	84,8 155	111	111 203	140	140 257	177	177 324	221	221 405	269	269 493	313	313 574
60	87,4	87,4 160	114	114 209	144	144 265	182	182 334	228	228 418	277	277 509	323	323 592
65	89,4	89,4 164	117	117 214	148	148 271	187	187 342	233	233 428	284	284 520	330	330 606
70	91,4	91,4 168	119	119 219	151	151 277	191	191 350	238	238 437	290	290 532	338	338 619
75	93,3	93,3 171	122	122 223	154	154 283	195	195 357	243	243 446	296	296 543	345	345 632
80	95,2	95,2 175	124	124 228	157	157 289	199	199 364	248	248 456	302	302 554	352	352 645
85	97,3	97,3 178	127	127 233	161	161 295	203	203 372	254	254 465	309	309 566	360	360 659
90	99,3	99,3 182	130	130 237	164	164 301	207	207 380	259	259 475	315	315 578	367	367 673
95	101	101 186	132	132 242	167	167 307	211	211 388	264	264 484	321	321 589	374	374 686
100	103	103 189	135	135 247	171	171 313	215	215 395	269	269 494	328	328 601	382	382 700
110	106	106 195	139	139 255	176	176 323	222	222 407	278	278 509	338	338 620	393	393 721
120	110	110 201	143	143 262	181	181 332	229	229 420	286	286 524	348	348 638	405	405 743
130	113	113 207	147	147 270	186	186 342	235	235 432	294	294 539	358	358 656	417	417 764
140	116	116 212	151	151 277	191	191 351	242	242 443	302	302 554	368	368 674	428	428 785
150	119	119 218	155	155 284	196	196 360	248	248 455	310	310 569	377	377 692	440	440 806

Таблица II

Расчетная ветровая нагрузка, кгс/м²

Высота, М	Ветровые районы, тип местности С													
	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол	w_m^+	w_m^- центр угол
5	43,0	43,0 78,8	56,0	56,0 103	71,0	71,0 130	89,7	89,7 164	112	112 205	136	136 250	159	159 291
10	43,0	43,0 78,8	56,0	56,0 103	71,0	71,0 130	89,7	89,7 164	112	112 205	136	136 250	159	159 291
15	48,5	48,5 88,8	63,2	63,2 116	80,1	80,1 147	101	101 185	126	126 232	154	154 282	179	179 328
20	53,1	53,1 97,4	69,3	69,3 127	87,8	87,8 161	111	111 203	139	139 254	169	169 309	196	196 360
25	57,7	57,7 106	75,3	75,3 138	95,4	95,4 175	121	121 221	151	151 276	183	183 336	213	213 391
30	62,1	62,1 114	81,0	81,0 148	103	103 188	130	130 238	162	162 297	197	197 361	229	229 421
35	66,1	66,1 121	86,2	86,2 158	109	109 200	138	138 253	172	172 316	210	210 385	244	244 448
40	69,9	69,9 128	91,1	91,1 167	115	115 212	146	146 267	182	182 334	222	222 407	258	258 473
45	73,2	73,2 134	95,5	95,5 175	121	121 222	153	153 280	191	191 350	232	232 426	271	271 496
50	76,5	76,5 140	99,8	99,8 183	126	126 232	160	160 293	200	200 366	243	243 445	283	283 518
55	79,7	79,7 146	104	104 190	132	132 241	166	166 305	208	208 381	253	253 464	294	294 540
60	82,7	82,7 152	108	108 198	137	137 250	173	173 316	216	216 395	262	262 481	306	306 560
65	85,0	85,0 156	111	111 203	140	140 257	177	177 325	222	222 406	270	270 495	314	314 576
70	87,2	87,2 160	114	114 209	144	144 264	182	182 334	228	228 417	277	277 508	322	322 591
75	89,4	89,4 164	117	117 214	148	148 271	187	187 342	233	233 428	284	284 520	330	330 606
80	91,5	91,5 168	119	119 219	151	151 277	191	191 350	239	239 438	291	291 533	338	338 620
85	92,8	92,8 170	121	121 222	153	153 281	194	194 355	242	242 444	295	295 540	343	343 629
90	94,1	94,1 173	123	123 225	156	156 285	196	196 360	246	246 450	299	299 548	348	348 638
95	95,4	95,4 175	124	124 228	158	158 289	199	199 365	249	249 456	303	303 555	352	352 646
100	96,6	96,6 177	126	126 231	160	160 293	202	202 370	252	252 462	307	307 562	357	357 655
110	100	100 184	131	131 240	166	166 304	209	209 383	261	261 479	318	318 583	370	370 679
120	104	104 190	135	135 248	171	171 314	217	217 397	271	271 496	329	329 604	383	383 703
130	107	107 197	140	140 256	177	177 325	224	224 410	280	280 513	340	340 624	396	396 726
140	111	111 203	144	144 264	183	183 335	231	231 423	288	288 529	351	351 643	409	409 749
150	114	114 209	148	148 272	188	188 345	237	237 435	297	297 544	361	361 662	421	421 771

3.6 Нагрузку от обледенения фасадных конструкций следует принимать по фактическим данным для соответствующей местности. В случае отсутствия таких данных и при прогнозировании возможности образования наледи величину нагрузки определяют в соответствии с [1] по формуле:

$$i = \gamma_f \times b \times k \times \mu_2 \times \rho \times g, \text{ Па} \quad (4)$$

где:

$\gamma_f = 1,3$ - коэффициент надёжности по гололёдной нагрузке принимается по п. 12.5 [1];

- b – толщина наледи в мм по таблицам 12 и 13 (в соответствии с таблицами 12.1, 12.2 и карты 4 приложения Ж [1])

- k – коэффициент по таблице 14 данных рекомендаций (в соответствии с таблицей 12.3 [1]);

- μ_2 – коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый равным 0,6;

- ρ – плотность льда, принимаемая $0,9 \text{ г/см}^3$;

- g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$.

3.7 При расчёте на гололёд ветровая нагрузка принимается равной 25% от нормативного значения ветрового давления w_0 , определяемого по пункту 3.5 настоящих рекомендаций.

Т а б л и ц а 12

Гололёдные районы [1]	I	II	III	IV	V
Толщина стенки гололёда b , мм	Не менее 3	5	10	15	Не менее 20

Т а б л и ц а 13

Высота над поверхностью земли	Толщина стенки гололёда b , мм для разных районов			
	I района гололёдности азиатской части России	V района гололёдности и горных районов	Северной части европейской территории России	Остальных
200	15	Принимается на основании специальных обследований То же То же	[1]	35
300	20		45	
400	25		60	

Т а б л и ц а 14

Высота над поверхностью земли, м	5	10	20	30	50	70	100
Коэффициент k	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

3.8 Расчетная гололедная нагрузка приведена в таблице 15

Т а б л и ц а 15

Гололедный район	Толщина гололеда, мм	Высота здания, м	
		50	75
		Расчетная гололедная нагрузка i , кгс/м ²	
I	3	3,4	3,9
II	5	5,6	6,4
III	10	11,2	12,9
IV	15	16,8	19,3
V	20	22,5	25,7

4 Расчётные схемы элементов каркаса

4.1 Расчет элементов подблицовочной конструкции производится в соответствии:

- СП20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»;
- СП16.13330.2011 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»;
- ISO 15983:2002(E) Вытяжные заклёпки с открытым торцом, отрывным стержнем и выступающим бортиком –A2/A2.
- ISO 15979:2002(E) Вытяжные заклёпки с открытым торцом, отрывным стержнем и выступающим бортиком – St /St.

- СТО 0065-2011 Винты самонарезающие и самосверлящие «HARPOON» для крепления стеновых и кровельных конструкций из стального оцинкованного холоднокатаного листа. Проектирование, изготовление, монтаж. ЗАО 2ЦНИИПСК им. Мельникова, Московский Государственный Строительный Университет, ООО «Глобал Ривет Инжиниринг».

- указаний настоящей методики расчета.

4.2 Расчет элементов каркаса выполнен на воздействие постоянных и временных нагрузок.

4.3 В качестве постоянных принимались нагрузки от собственного веса элементов каркаса и фасадных панелей.

4.4 В качестве временной нагрузки принята ветровая нагрузка по СП20.13330.2011 для двух вариантов:

- 1) в углах прямоугольных зданий;
- 2) в средних частях по фасадам здания.

4.5 Гололедная нагрузка учитывается в сочетании с ветровой нагрузкой, равной 25% от расчетной.

4.6 Прочностные расчеты включают проверку прочности и деформаций вертикального несущего профиля, кронштейнов, заклепочного соединения несущих нагрузки от их собственной массы, массы фасадных панелей, от давления ветра и гололедных нагрузок. Нагрузку от собственной массы профилей в случаях, когда она относительно мала, возможно, не учитывать. В связи с тем, что утеплитель крепится специальными тарельчатыми дюбелями непосредственно к стенам здания, в расчете каркаса его масса не учитывается.

4.7 Физико-механические характеристики материалов профилей, их соединений и крепежных элементов следует принимать по СП16.13330.2011 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции», Несущую способность вытяжных заклёпок и параметры соединений в соответствии с международными стандартами ISO 15983 и ISO 15979. Несущая способность самонарезающих и самосверлящих винтов по СТО 0065-20011.

4.8 Усилия: изгибающие моменты, поперечные и продольные силы, прогибы определяются с использованием основных положений сопротивления материалов.

4.9 При проверке прочности элементов и соединений коэффициенты надежности по нагрузкам γ_f , принимаются по СП20.13330.2011, единый коэффициент надежности по назначению γ_n принимается по МДС 20-1.2006.

4.10 При выполнении расчетов и выборе расчетных схем несущего каркаса, определении шага кронштейнов по вертикали необходимо учитывать результаты испытаний на усилия вырывания дюбелей из стены, проведенные для различных участков фасада конкретного здания.

4.11 Все ветровые нагрузки и аэродинамические коэффициенты, приведенные для фасадов в разделе 3, определены для зданий прямоугольных в плане. Для зданий других форм поперечного сечения и высотой более 150 метров значения этих величин следует устанавливать на основе данных соответствующих экспериментальных или численных исследований и с учётом опыта эксплуатации вентилируемых фасадов.

4.12 При проектировании каркаса облицовки зданий расчёт конструкций следует вести на максимальные нагрузки, действующие по фасаду здания. Для прямоугольных в плане зданий, фасад следует разбить на зоны. Горизонтальные границы зон должны располагаться примерно через 6 м или по высоте этажа. Вертикальные границы должны отделять угловые зоны от рядовой части фасадов.

4.13 Для крепления элементов облицовки используют направляющие. Длина типовой направляющей составляет 3,0 м. Расчетная схема направляющих - однопролетная или многопролетная балка с шарнирными опорами, загруженная ветровой нагрузкой и нагрузкой от собственного веса облицовки, гололедной нагрузки.

4.14 Шаг направляющих по горизонтали (система 1) или по вертикали (системы 2,3) соответствует расчетному пролету облицовочных элементов. Расчетный пролет облицовочных элементов приведен в разделе 6 данной методики. Шаг направляющих по горизонтали (система 4) соответствует ширине керамогранитной плитки. По вертикали (система 5) соответствует расчетному пролету вертикальных направляющих.

4.15 Пролеты по вертикали (расстояние между кронштейнами) определяются исходя из длины применяемых направляющих в соответствии с расчетными схемами приведенными ниже.

4.16 Расчетные схемы направляющей

4.16.1 Вертикальное положение направляющих. (Система 1; система 4)

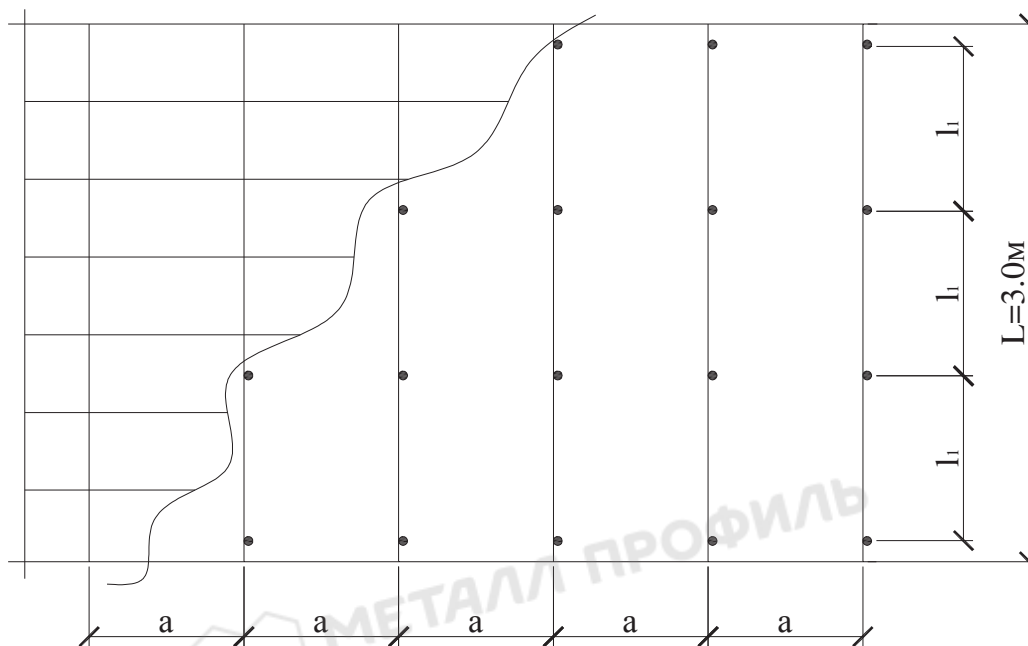


Рисунок 7

Где:

- a – шаг направляющих, м;
- l_1 – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м (на рисунке 7 условно приведена трехпролетная схема);
- L – длина направляющей, м (типовая равна 3 м, у проемов и между проемами может быть меньшей длины).

4.16.2 Для расчета сечения направляющей от действия внешних нагрузок (собственный вес облицовки, направляющей, гололедной нагрузки – P , кгс; ветрового давления q_w , кгс/м) определяются усилия в направляющей:

- $M_{пр.}$ - пролетный момент, кгс*м;
- $M_{оп.}$ – опорный момент, кгс*м;
- Q_w – максимальная опорная реакция, кгс;
- $N = \sum P$, кгс – нормальная сила в направляющей.

$M_{пр.}$, $M_{оп.}$, Q_w – усилия полученные от действия ветрового давления. Усилия определены по формулам, приведенным в расчетно-теоретическом справочнике, также могут быть определены расчетом балок по существующим программам ЭВМ.

4.16.3 Моменты и поперечные силы, возникающие в направляющей от действия вертикальной нагрузки P не учтены в виду малых значений.

4.16.4 На приведенных ниже схемах направление действия ветра условно показано для реактивного (отсос) воздействия ветра, при активном ветре направление ветрового давления меняет знак на противоположный и, соответственно, эпюры отображаются зеркально по отношению к приведенным на данных схемах.

4.16.5 В расчетах направляющих сочетание гололедной и ветровой нагрузок не является определяющей и поэтому на это сочетание нагрузок направляющую можно не проверять.

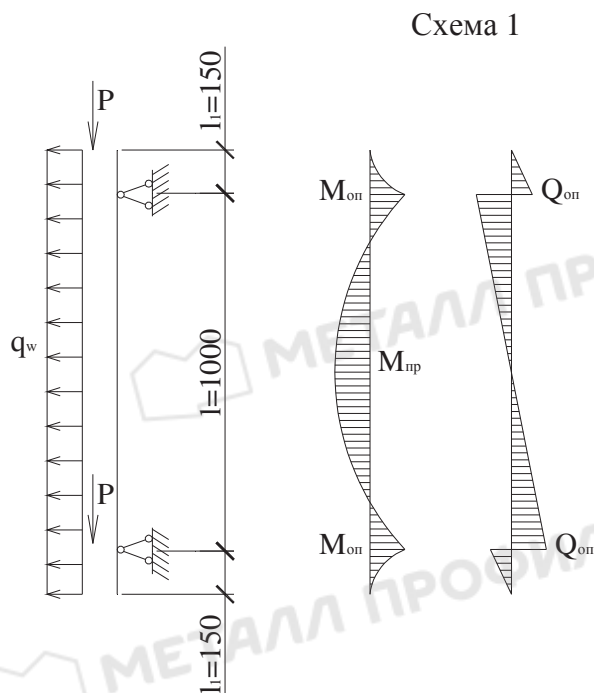


Рисунок 8

Применение направляющей $L = 1,3\text{ м}$ с максимально принятым пролетом $l = 1\text{ м}$ возможно между проемами.

$$M_{\text{пр}} = \frac{q_w l^2}{8} - q_w \times l_1^2 \times 0.5, \text{ кгс*м}; \quad (5)$$

$$Q_{\text{оп}} = \frac{q_w l}{2} + q_w \times l_1, \text{ кгс}; \quad (6)$$

где:

q_w - расчетная погонная ветровая нагрузка

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{нпр}}, \text{ кгс/м}; \quad (7)$$

где:

- W_m – расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки приведено в таблицах 9...11;

- a - шаг направляющих, м;

- $k_{нер}$ - коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки как с многопролетной балки (при длине облицовки большей, чем шаг направляющих) на направляющую принимаемый равным:

- при двухпролетной схеме $k_{нер}=1,25$;

- при трехпролетной схеме $k_{нер}=1,1$;

- при четырехпролетной схеме $k_{нер}=1,143$;

- при пяти и более пролетной схеме $k_{нер}=1,132$

$N=2*P_1$ – нормальная сила в направляющей от действия вертикальной силы P_1 .

$$P_1 = G_{п} * (0,5 \times l + l_1) * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times (0,5 \times l + l_1), \text{ кгс}; \quad (8)$$

Где:

- $G_{п}$ – нагрузка от собственного веса облицовки, кгс/м², принимаемая по табл. 2;

- a – шаг направляющих, м;

- $G_{напр.}$ – масса направляющей, кгс/м, принимаемый по табл. 16;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по табл.8.2 [1]

$$\gamma_f = 1,05$$

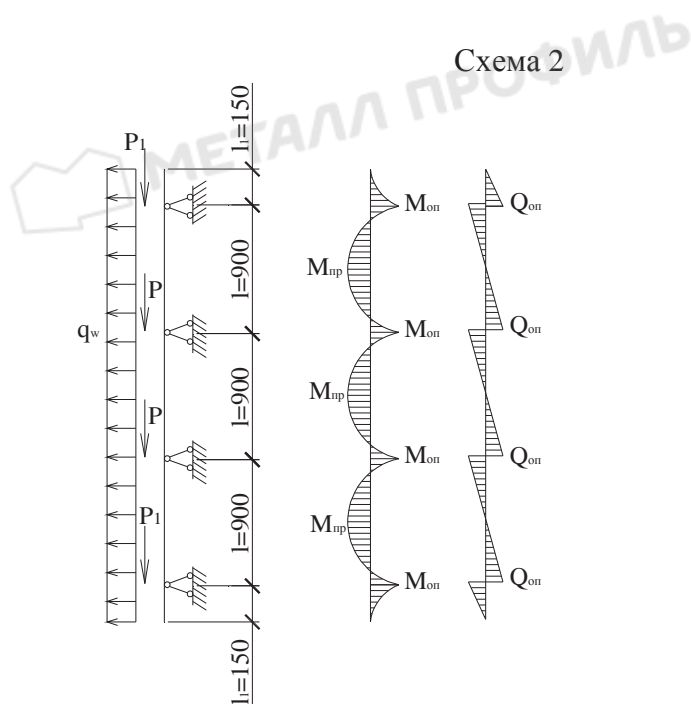


Рисунок 9

$$M_{пр} = 0,08 \times q_w \times l^2 \quad \text{кгс*м}; \quad (9)$$

$$M_{оп} = 0,1 \times q_w \times l^2 \quad \text{кгс*м}; \quad (10)$$

$$Q_{оп} = 1,1 \times q_w \times l, \text{ кгс} \quad (11)$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нер}, \text{ кгс/м}; \quad (12)$$

$N = 2 \times (P + P_1)$ (13) – нормальная сила внаправляющей то действия вертикальной силы P_1 .

$$P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l, \text{ кгс} \quad (14)$$

$$P_1 = G_{обл.} * (0,5 \times l + l_1) * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times (0,5 \times l + l_1), \text{ кгс} \quad (15)$$

Условные обозначения см. выше

Схема 3

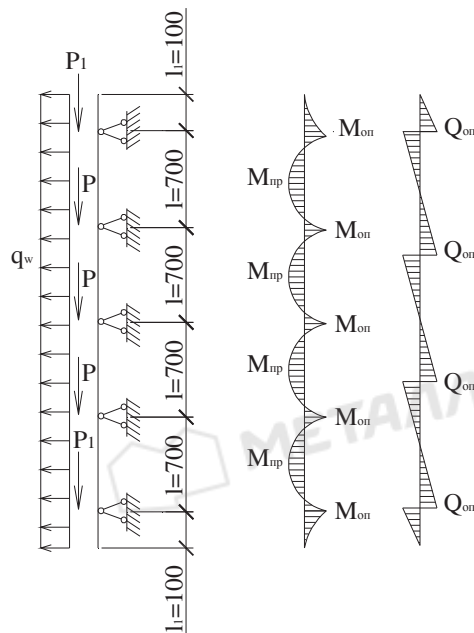


Рисунок 10

$$M_{пр} = 0,077 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м}; \quad (16)$$

$$M_{оп} = 0,107 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м}; \quad (17)$$

$$Q_{оп} = 1,143 \times q_w \times l, \text{ кгс}; \quad (18)$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нер}; \text{ кгс/м} \quad (19)$$

$N = 3 \times P + 2 \times P_1$ (20) – нормальная сила внаправляющей то действия вертикальной силы P .

$$P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l, \text{ кгс}; \quad (21)$$

$$P_1 = G_{обл.} * (0,5 \times l + l_1) * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times (0,5 \times l + l_1), \text{ кгс} \quad (22)$$

Условные обозначения см. выше

Схема 4

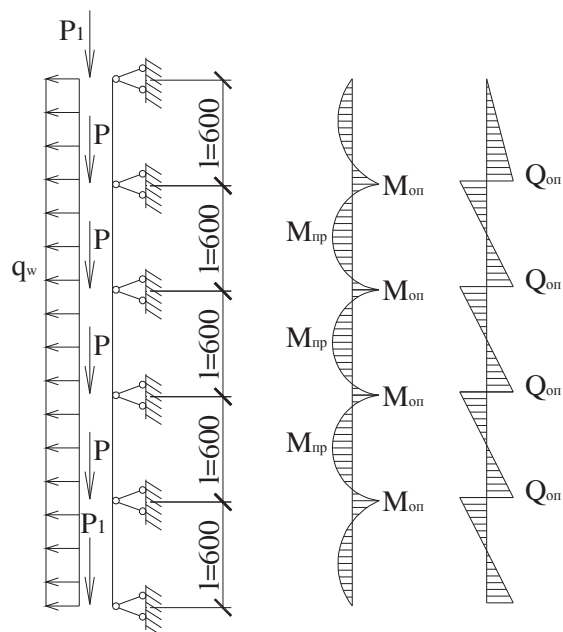


Рисунок 11

$$M_{пр} = 0,078 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м; (23)}$$

$$M_{оп} = 0,105 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м; (24)}$$

$$Q_{оп} = 1,132 \times q_w \times l, \text{ кгс; (25)}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нер}, \text{ кгс/м; (26)}$$

$N = 4 \times P + 2 \times P_1$ (27) – нормальная сила направленной то действия вертикальной силы P

$$P = G_{обл.} \times l \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l, \text{ кгс (28)}$$

$$P_1 = G_{обл.} \times 0,5 \times l \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times 0,5 \times l, \text{ кгс (29)}$$

Условные обозначения см. выше

4.17 Сечение направляющей КППГ-60х44х3000

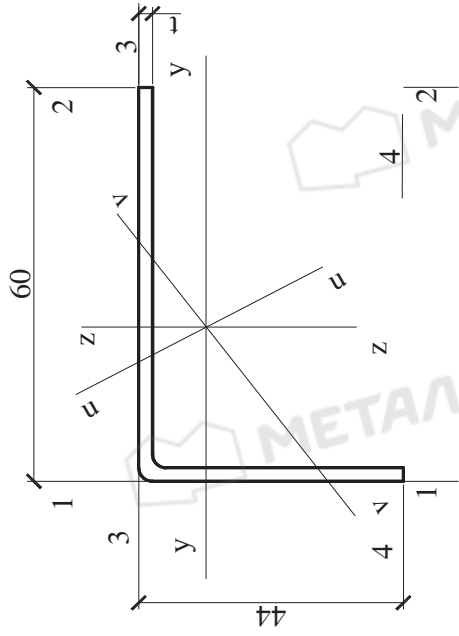


Рисунок 12

Таблица 16.1

Изгиб сечения относительно оси Z-Z.

Обозначение	t, мм	C _{напр} р кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 1-1						Сжата стенка по оси 2-2							
			J _{z1} см ⁴	J _{y1} см ⁴	W _{п1} см ³	W _{в1} см ³	W _{з1} см ³	A ₁ см ²	J _{z2} см ⁴	J _{y2} см ⁴	W _{п2} см ³	W _{в2} см ³	W _{з2} см ³	A ₂ см ²		
КПП-60x44	0,9	0,74	3,45	1,31	0,984	0,334	0,413	0,83	0,88	0,63	1,38	0,556	0,205	0,45	0,26	0,67
КПП-60x44	1,2	0,98	4,7	2,222	1,39	0,52	0,651	1,12	1,22	1,19	1,9	0,822	0,344	0,61	0,4	0,93
КПП-60x44	1,5	1,23	5,84	2,75	1,72	0,647	0,809	1,39	1,52	1,98	2,45	1,15	0,524	0,767	0,66	1,22

Таблица 16.2

Изгиб сечения относительно оси У-У

Обозначение	t, мм	С _{напр} , кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 3-3							Сжата стенка по оси 4-4						
			J _{z1} ⁴ см ⁴	J _{y1} ⁴ см ⁴	W _{z1} ³ см ³	W _{y1} ³ см ³	W _{z1} ³ см ³	A ₁ см ²	J _{z2} ⁴ см ⁴	J _{y2} ⁴ см ⁴	W _{z2} ³ см ³	W _{y2} ³ см ³	W _{z2} ³ см ³	A ₂ см ²		
КПГ-60x44	0,9	0,74	0,25	1,23	0,46	0,11	0,426	0,14	0,58	3,49	1,44	1,0	0,358	0,44	0,836	0,89
КПГ-60x44	1,2	0,98	0,62	1,75	0,68	0,22	0,585	0,28	0,84	4,7	2,22	1,39	0,523	0,65	1,12	1,21
КПГ-60x44	1,5	1,23	2,32	1,31	0,98	0,392	0,75	0,5	1,14	5,84	2,75	1,73	0,647	0,809	1,39	1,52

Сечение направляющей КПГШ-81

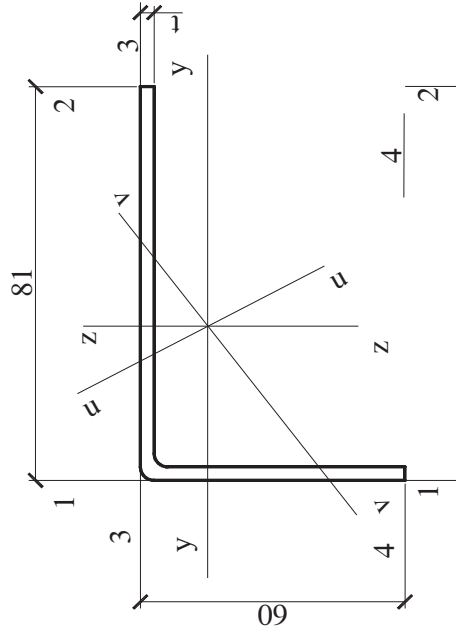


Рисунок 13

Таблица 16.3

Изгиб сечения относительно оси Z-Z

Обозначение	t, мм	G _{напр} кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 3-3							Сжата стенка по оси 4-4						
			J _{z1} ⁴ см ⁴	J _{y1} ⁴ см ⁴	W _{цп} см ³	W _{v1} см ³	W _{y1} см ³	W _{z1} см ³	A ₁ см ²	J _{z2} см ⁴	J _{y2} см ⁴	W _{v2} см ³	W _{y2} см ³	W _{z2} см ³	A ₂ см ²	
КПГШ-60x81	1,2	1,63	5,21	4,93	1,903	0,937	1,11	1,18	1,42	1,07	9,73	1,94	0,325	0,385	1,87	1,36

Таблица 16.4

Изгиб сечения относительно оси У-У

Обозначение	t, мм	G _{напр} кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 1-1							Сжата стенка по оси 2-2						
			J _{z1} ⁴ см ⁴	J _{y1} ⁴ см ⁴	W _{цп} см ³	W _{v1} см ³	W _{y1} см ³	W _{z1} см ³	A ₁ см ²	J _{z2} см ⁴	J _{y2} см ⁴	W _{v2} см ³	W _{y2} см ³	W _{z2} см ³	A ₂ см ²	
КПГШ-60x81	1,2	1,63	9,29	0,71	1,87	0,25	0,29	1,83	1,31	5,3	5,64	2,0	0,98	1,18	1,2	1,47

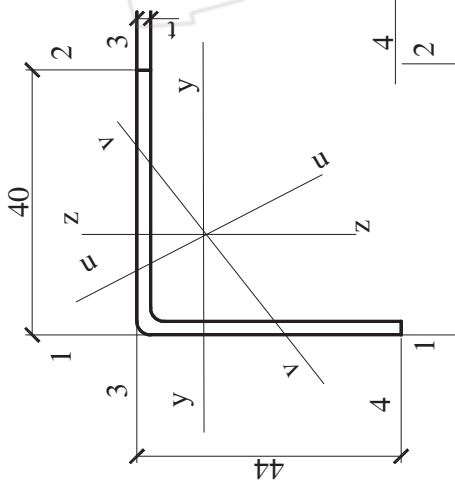


Рисунок 14

Таблица 16.5

Изгиб сечения относительно оси Z-Z

Обозначение	t, мм	G _{напр} кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 1-1						Сжата стенка по оси 2-2							
			J _{z1} см ⁴	J _{y1} см ⁴	W _{z1} см ³	W _{y1} см ³	A ₁ см ²	J _{z2} см ⁴	J _{y2} см ⁴	W _{z2} см ³	W _{y2} см ³	A ₂ см ²				
КПГ-40x40	0,9	0,58	0,84	0,09	0,055	0,502	0,041	0,34	0,48	0,26	1,23	0,461	0,111	0,469	0,087	0,58
КПГ-40x40	1,2	0,77	1,2	0,23	0,114	0,496	0,084	0,50	0,7	0,58	1,74	0,672	0,211	0,670	0,145	0,84

Таблица 16.6

Изгиб сечения относительно оси У-У

Обозначение	t, мм	G _{напр} кг/м	Геометрические характеристики сечения													
			Сжата полка по оси 3-3							Сжата стенка по оси 4-4						
			J _{z1} см ⁴	J _{y1} см ⁴	W _{u1} см ³	W _{v1} см ³	W _{y1} см ³	W _{z1} см ³	A ₁ см ²	J _{z2} см ⁴	J _{y2} см ⁴	W _{u2} см ³	W _{v2} см ³	W _{y2} см ³	W _{z2} см ³	A ₂ см ²
КПГ-40х40	0,9	0,58	0,08	1,07	0,406	0,054	0,406	0,04	0,52	0,97	0,29	0,12	0,409	0,076	0,408	0,56
КПГ-40х40	1,2	0,77	0,23	1,58	0,68	0,116	0,61	0,09	0,76	1,37	0,60	0,22	0,597	0,154	0,593	0,81

t – толщина направляющей;

G_{напр.} – масса 1 погонного метра направляющейJ_z, J_y – момент инерции сечения относительно осей z, y;W_u, W_v, W_y, W_z – момент сопротивления сечения относительно осей u, v, y, z;

A – площадь сечения

4.17.1 Геометрические характеристики сечений направляющих определены по программе SCAD Soft (см. приложение 2). Сечение направляющей принято с учетом редуцированного коэффициента сжатой стенки или сжатой полки (см. приложение 2).

4.17.2 Проверка сечения направляющих

а) по прочности

1) При реактивном ветре (отсос) в пролете сжата стенка

$$\sigma = \frac{N}{A_2} + \frac{M_{\text{пр}}}{W_{z2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (30)$$

2) При реактивном ветре (отсос) на опоре сжата полка

$$\sigma = \frac{N}{A_1} + \frac{M_{\text{оп}}}{W_{z1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (31)$$

3) При активном ветре в пролете сжата полка

$$\sigma = \frac{N}{A_1} + \frac{M_{\text{пр}}}{W_{z1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (32)$$

4) При активном ветре на опоре сжата стенка

$$\sigma = \frac{N}{A_2} + \frac{M_{\text{оп}}}{W_{z2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (33)$$

Материал: оцинкованная сталь 08пс.

$R_y=220 \text{ МПа}=2250 \text{ кгс/см}^2$ (см. табл.1)

γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]);

б) по деформациям

$$f = \frac{5 \times q_w^H \times l^4}{384 \times E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 1 (рис.7)} \quad (34)$$

$$f = \frac{0.00675 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 2 (рис.8)} \quad (35)$$

$$f = \frac{0.0063 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 3 (рис.9)} \quad (36)$$

$$f = \frac{0.006 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 4 (рис.10)} \quad (37)$$

Где: q_w^H - нормативная погонная ветровая нагрузка, кгс/м

$$q_w^H = \frac{q_w}{[1 + \zeta] \times \gamma_f} \quad (38)$$

- q_w - расчетная погонная нагрузка (определена выше), кгс/м

- ζ (z_e) – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1.4$;
 - l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м;
 - E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;
 - J_{z1} – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.16);
 - f прогиб, см
- $\frac{l}{200}$ – предельный прогиб (Е.2 [1]).

4.18 Горизонтальное положение направляющих

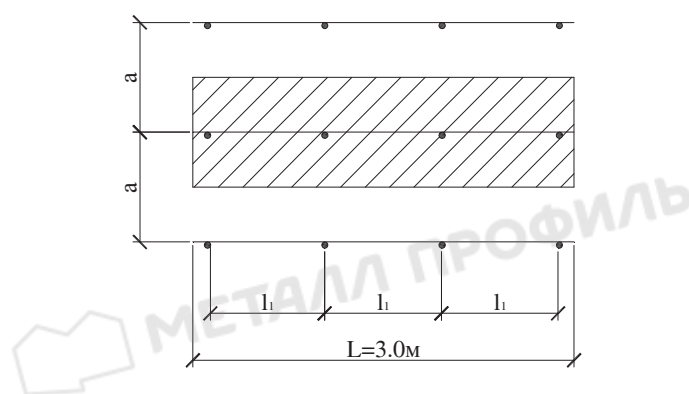


Рисунок 15

Где:

- a – шаг направляющих, м;
- l_1 – пролет направляющей, м (расстояние между кронштейнами) (на рисунке 15 условно приведена трехпролетная схема);
- L – длина направляющей, м (типовая равна 3 м).

Вертикальная направляющая (профиль КПШ) должна устанавливаться на горизонтальную направляющую в точках крепления горизонтальной направляющей к кронштейнам, с возможным максимальным отклонением 300мм.

4.18.1 Для расчета сечения горизонтальной направляющей от действия внешних нагрузок (собственный вес облицовки, направляющей, гололедной нагрузки – P , кгс действующей по оси Z ; ветрового давления P_w , кгс действующих по оси Y), определяются усилия в направляющей:

- $M_{пр.}$ - пролетный момент , кгс*м;
- $M_{оп.}$ – опорный момент, кгс*м;
- Q_w – максимальная опорная реакция, кгс.

4.18.2 Усилия в горизонтальной направляющей определены по формулам, приведенным в расчетно-теоретическом справочнике при расположении вертикальных направляющих (схема 3) с шагом 600мм - ширина керамогранитной плиты (схема 5).

4.18.3 Усилия в горизонтальной направляющей при отличном шаге вертикальных направляющих, определяются расчетом балок по существующим программам ЭВМ.

4.18.4 На приведенных ниже схемах направление действия ветра условно показано для реактивного (отсос) воздействия ветра, при активном ветре направление ветрового давления меняет знак на противоположный.

4.18.5 На схемах эпюры усилий приведены от действия вертикальных нагрузок, эпюры усилий от горизонтальных нагрузок находится в другой плоскости и аналогичны приведенным.

Системы 3,5

Схема 5 (для шага кронштейнов 900 мм)

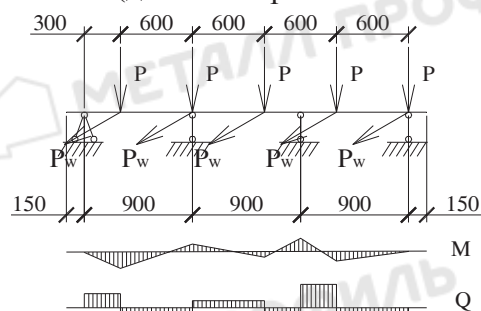


Рисунок 16

Усилия от веса облицовки:

$$M_{\text{пр.р}} = 0,084 \times P, \text{ кгс*м} \quad (39)$$

$$M_{\text{оп.р}} = 0,167 \times P, \text{ кгс*м} \quad (40)$$

$$Q_{\text{оп.р}} = 1,54 \times P, \text{ кгс} \quad (41)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times a + G_{\text{напр.1}} \times \gamma_f \times v, \text{ кгс} \quad (42)$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times a + G_{\text{напр.1}} \times \gamma_f \times v + i \times a \times v \times \psi_{t1}, \text{ кгс} \quad (43)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{\text{пр.в}} = 0,084 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (44) \quad M_{\text{оп.в}} = 0,167 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (45)$$

$$Q_{\text{оп.в}} = 1,54 \times P_w, \text{ кгс} \quad (46)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P_w = W_m \times a \times v \times k_{\text{нер}}, \text{ кгс} \quad (47)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$P_w = 0,25 \times W_m \times a \times v \times k_{\text{нер}} \times \psi_{12}, \text{ кгс} \quad (48)$$

Где:

M , кгс*м, и Q , кгс – расчетные усилия в вертикальной от P ; и горизонтальной плоскости от P_w

- W_m – расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки приведено в таблицах 9...11;

- a – шаг направляющих, м;

- $k_{\text{нер}}$ – коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки как с многопролетной балки (при длине облицовки большей, чем шаг направляющих) на направляющую принимаемый равным:

- при двухпролетной схеме $k_{\text{нер}}=1,25$;

- при трехпролетной схеме $k_{\text{нер}}=1,1$;

- при четырехпролетной схеме $k_{\text{нер}}=1,143$;

- при пяти и более пролетной схеме $k_{\text{нер}}=1,132$

- l – пролет направляющих (расстояние между кронштейнами), м;

- P – расчетная вертикальная нагрузка от веса облицовки, веса вертикальных направляющих, гололедных нагрузок, кгс;

- P_w – расчетная горизонтальная ветровая нагрузка, кгс;

- G_n – нагрузка от собственного веса облицовки, кгс/м², принимаемая по табл. 2;

- a – шаг горизонтальных направляющих, м;

- v – шаг вертикальных направляющих, м - (условно принят 600 мм с расположением направляющих по наихудшему варианту, при проектировании системы для конкретного здания усилия в горизонтальной направляющей определять исходя из реального расположения вертикальных направляющих);

- $G_{\text{напр.}}$ – вес вертикальной направляющей, кгс/м, принимаемый по табл. 17, 18;

- $G_{\text{напр.1}}$ – вес горизонтальной направляющей, кгс/м, принимаемый по табл. 16;

- γ_f – коэффициент надежности по нагрузке принимаемый по табл.8.2 [1]

$$\gamma_f = 1,05$$

- i – расчетная гололедная нагрузка, принимаемая по табл. 15.

- $\psi_{t1}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

- $\psi_{t2}=0,9$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

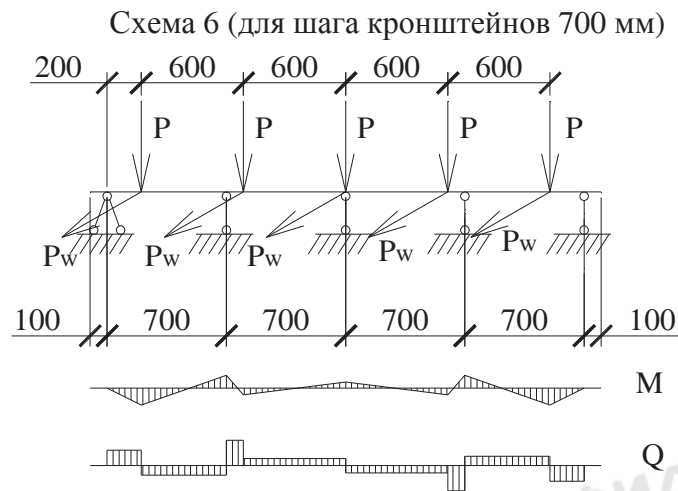


Рисунок 17

Усилия от веса облицовки:

$$M_{\text{пр.р.}} = 0,084 \times P, \text{ кгс*м} \quad (49)$$

$$M_{\text{оп.р.}} = 0,12 \times P, \text{ кгс*м} \quad (50)$$

$$Q_{\text{оп.р.}} = 1,38 \times P, \text{ кгс} \quad (51)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times a + G_{\text{напр.1}} \times \gamma_f \times v, \text{ кгс} \quad (52)$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times a + G_{\text{напр.1}} \times \gamma_f \times v + i \times a \times v \times \psi_{t1}, \text{ кгс} \quad (53)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{\text{пр.в}} = 0,084 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (54)$$

$$M_{\text{оп.в}} = 0,12 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (55)$$

$$Q_{\text{оп.в}} = 1,38 \times P_w, \text{ кгс} \quad (56)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P_w = W_m \times a \times v \times k_{\text{нер}}, \text{ кгс} \quad (57)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$P_w = 0,25 \times W_m \times a \times v \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t2}, \text{ кгс} \quad (58)$$

Условные обозначения приведены выше

Схема 7 (для шага кронштейнов 600 мм)

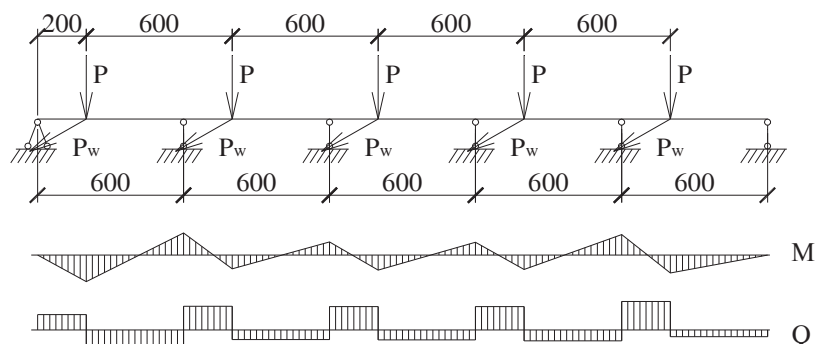


Рисунок 18

Усилия от веса облицовки:

$$M_{пр.р} = 0,053 \times P, \text{ кгс*м} \quad (59) \quad M_{оп.р} = 0,105 \times P, \text{ кгс*м} \quad (60)$$

$$Q_{оп} = 1,17 \times P, \text{ кгс} \quad (61)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{напр.} \times \gamma_f \times a + G_{напр.1} \times \gamma_f \times v, \text{ кгс} \quad (62)$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$P = G_n \times a \times v + G_{напр.} \times \gamma_f \times a + G_{напр.1} \times \gamma_f \times v + i \times a \times v \times \psi_{t1}, \text{ кгс} \quad (63)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{пр.в} = 0,053 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (64) \quad M_{оп.в} = 0,105 \times P_w, \text{ кгс*м} \quad (65)$$

$$Q_{оп.в} = 1,17 \times P_w, \text{ кгс} \quad (66)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$P_w = W_m \times a \times v \times k_{нер}, \text{ кгс} \quad (67)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$P_w = 0,25 \times W_m \times a \times v \times k_{нер} \times \psi_{t2}, \text{ кгс} \quad (68)$$

Условные обозначения приведены выше.

4.19 Проверка сечения направляющих КППГ-60x44x3000 t=0,9мм;

КППГ-60x44x3000 t=1,2мм. (Сечение направляющих и геометрические характеристики приведены в п.4.17).

а) по прочности

1) При активном ветре в пролете сжата полка

$$\sigma = \frac{M_{np.p}}{W_{v2}} + \frac{M_{np.w}}{W_{v1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (69)$$

2) При активном ветре на опоре сжата стенка

$$\sigma = \frac{M_{оп.р}}{W_{v1}} + \frac{M_{он.w}}{W_{v2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (70)$$

3) При реактивном ветре(отсос) в пролете сжата стенка

$$\sigma = \frac{M_{np.p}}{W_{v2}} + \frac{M_{np.w}}{W_{v2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (71)$$

4) При реактивном ветре(отсос) на опоре сжата полка

$$\sigma = \frac{M_{оп.р}}{W_{v1}} + \frac{M_{он.w}}{W_{v1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (72)$$

б) по деформациям от вертикальной нагрузки Р

$$f = \frac{0.01465 \times P^H \times l^3}{E \times J_{y2}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 5,6,7} \quad (73)$$

$$\text{Где: } P^H = \frac{G_n \times a \times v}{\gamma_f} + G_{напр.} \times a + G_{напр.1} \times v, \text{ кгс} \quad (74)$$

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по табл.8.2 [1];

- l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м=100см;

- E – модуль упругости E=2,1*10⁶, кгс/см²;

- J_{y2} – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.16);

- f прогиб, см

$\frac{l}{200}$ – предельный прогиб (см. п.Е.2.4.3 [1])

в) по деформациям от горизонтальной нагрузки P_w^H

$$f = \frac{0.01465 \times P_w^H \times l^3}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 5,6,7} \quad (75)$$

Где:

$$P_w^n = \frac{W_m \times a \times \epsilon \times k_{\text{нер}}}{\gamma_f \times [1 + \zeta]}, \text{ кгс} \quad (76)$$

- W_m , кгс/м² – расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки приведено в таблицах 9...1

- ζ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f – коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1.4$;

- l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), $m = 100 \text{ см}$;

- E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;

- J_{z1} – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.16) ;

- f прогиб, см.

В) проверка сечения направляющей на отгиб от ветровой нагрузки.

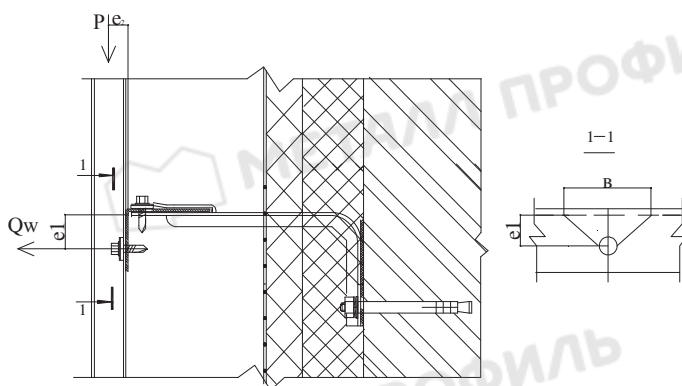


Рисунок 19

$$e_1 = (44 - 20 - t - r) \text{ мм} ; \quad (77)$$

где:

- t – толщина профиля;

- r – радиусгиба

$$Q_w = q_w \cdot c, \quad (78)$$

где:

$$- q_w = W_m \times a, \text{ кгс/м}; \quad (79)$$

- c – расстояние между горизонтальными направляющими, м;

- a – расстояние между вертикальными направляющими, м;

- W_m , кгс/м² – расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки приведено в таблицах 9...11.

$$P = G_n \times a \times c, \text{ кгс} \quad (80)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_y; \quad (81)$$

где:

$$M = Q_w \cdot e_1 - P \cdot e_2 \text{ (кгс} \cdot \text{см)}, \quad (82)$$

$$W = \frac{t^2 \cdot \epsilon}{6}; \quad (83)$$

$$\epsilon = 2 \cdot e_1 + d_{\text{зак}} \quad (84)$$

$d_{\text{зак}}$ – диаметр заклепки

$R_y = 220 \text{ МПа} = 2250 \text{ кгс/см}^2$ (см. табл.1)

4.20 Сечение вертикальной направляющей КПШ-90x20x3000; КПШ-50x20x3000

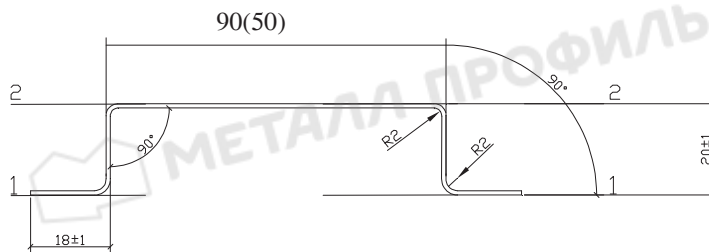


Рисунок 20

Таблица 17

Обозначение	t, мм	Площадь сечения А, см ²	Масса 1 м длины, кг	Стандартные величины						Длина стандартная, м	Ширина заготовки мм
				сжатый по оси 1-1		сжатый по оси 2-2		момент инерции Ix, см ⁴	момент инерции Iy, см ⁴		
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления Wx1, см ³	момент сопротивления Wx2, см ³	момент инерции Iy, см ⁴				
КПШ-50x20	0,9	1,02	0,8	0,655	0,548	0,81	0,67	0,7	0,65	3000±5	113
КПШ-50x20	1,2	1,36	1,11	0,98	0,9	1,08	0,98	1,04	0,89	3000±5	113
КПШ-90x20	0,9	1,4	1,10	0,81	0,58	1,34	0,67	0,7	0,65	3000±5	156
КПШ-90x20	1,2	1,87	1,54	1,24	0,95	1,79	1,13	1,22	0,91	3000±5	156

t – толщина направляющей;

$G_{\text{напр.1}}$ – масса 1 погонного метра направляющей

J_x – момент инерции сечения;

W_{x1}, W_{x2} – момент сопротивления сечения;

A – площадь сечения

4.20.1 Геометрические характеристики сечений направляющих определены по программе SCAD Soft (см. приложение 2). Сечение направляющей принято с учетом редуцированного коэффициента сжатой полки по оси 1 и по оси 2 .

4.21 Проверка прочности сечения направляющих:

а) по прочности

1) При реактивном ветре (отсос) в пролете сжаты полки по оси 1

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\text{пр}}}{W_x} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (85)$$

2) При реактивном ветре (отсос) на опоре сжата полка по оси 2

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\text{оп}}}{W_x} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (86)$$

3) При активном ветре в пролете сжата полка по оси 2

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\text{пр}}}{W_x} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (87)$$

4) При активном ветре на опоре сжаты стенки по оси 1

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\text{оп}}}{W_x} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (88)$$

Усилия определяются по расчетным схемам 1 - 4 (п. 4.16);

W_x - минимальный момент сопротивления сечения W_{x1} или W_{x2} ;

Материал: оцинкованная сталь 08пс.

$R_y=220 \text{ МПа}=2250 \text{ кгс/см}^2$ (см. табл.1)

γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]);

б) по деформациям

$$f = \frac{5 \times q_w^h \times l^4}{384 \times E \times J_x} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема1 (рис.8)} \quad (89)$$

$$f = \frac{0.00675 \times q_w^h \times l^4}{E \times J_x} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема2 (рис.9)} \quad (90)$$

$$f = \frac{0.0063 \times q_w^h \times l^4}{E \times J_x} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема3 (рис.10)} \quad (91)$$

$$f = \frac{0.006 \times q_w^h \times l^4}{E \times J_x} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема4 (рис.11)} \quad (92)$$

Где: q_w^H - нормативная погонная ветровая нагрузка, кгс/м

$$q_w^H = \frac{q_w}{[1 + \zeta] \times \gamma_f} \quad (93)$$

- q_w - расчетная погонная нагрузка (определена выше), кгс/м

- $\zeta (z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$;

- l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м;

- E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;

- J_x – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.17);

- f прогиб, см

$\frac{l}{200}$ – предельный прогиб (Е.2 [1]).

Система 2

4.22 На приведенных ниже схемах направление действия ветра условно показано для реактивного (отсос) воздействия ветра, при активном ветре направление ветрового давления меняет знак на противоположный.

4.23 На схемах эпюры усилий приведены от действия вертикальных нагрузок, эпюра усилий от горизонтальных нагрузок находится в другой плоскости и аналогична, приведенным.

Схема 8 (для шага кронштейнов 900 мм)

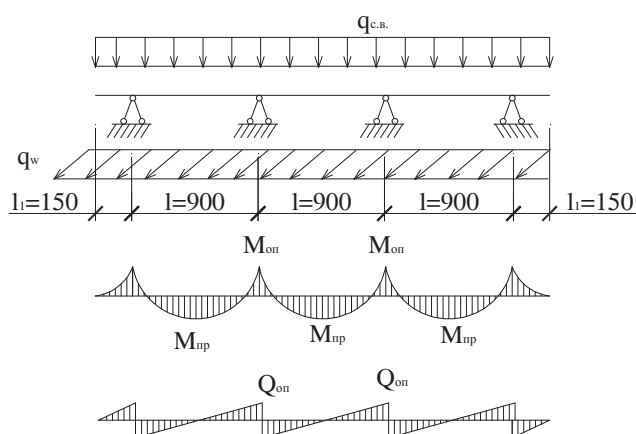


Рисунок 22

Усилия от веса облицовки:

$$M_{\text{пр.р}} = 0,08 \times q_{\text{с.с.}} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (94)$$

$$M_{\text{оп.р}} = 0,1 \times q_{\text{с.с.}} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (95)$$

$$Q_{\text{оп.р}} = 1,1 \times q_{\text{с.с.}} \times l, \text{ кгс} \quad (96)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_{\text{с.с.}} = G_{\text{н.}} \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f, \text{ кгс/м} \quad (97)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$q_{\text{с.с.}} = G_{\text{н.}} \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f + i \times a \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t1}, \text{ кгс/м} \quad (98)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{\text{пр.в}} = 0,08 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (99)$$

$$M_{\text{оп.в}} = 0,1 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (100)$$

$$Q_{\text{оп.в}} = 1,1 \times q_w \times l, \text{ кгс} \quad (101)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{нер}}, \text{ кгс/м} \quad (102)$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$q_w = 0,25 \times W_m \times a \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t2}, \text{ кгс/м} \quad (103)$$

Где:

q_w - расчетная погонная ветровая нагрузка

- W_m – расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки приведено в таблицах 9...11;

- a - шаг направляющих, м;

- $k_{\text{нер}}$ - коэффициент неразрезности, учитывающий передачу ветровой нагрузки с облицовки как с многопролетной балки (при длине облицовки большей, чем шаг направляющих) на направляющую принимаемый равным:

- при двухпролетной схеме $k_{\text{нер}} = 1,25$;

- при трехпролетной схеме $k_{\text{нер}} = 1,1$;

- при четырехпролетной схеме $k_{\text{нер}} = 1,143$;

- при пяти и более пролетной схеме $k_{\text{нер}} = 1,132$

- $G_{\text{п}}$ – нагрузка от собственного веса облицовки, кгс/м², принимаемая по табл. 2;

- a – шаг направляющих, м;

- $G_{\text{напр.}}$ – масса направляющей, кгс/м, принимаемая по табл. 16;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по табл.8.2 [1]

$$\gamma_f = 1,05$$

- i – расчетная гололедная нагрузка, принимаемая по табл. 15;

- $\psi_{t2}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см. п.6.4 [1])

- $\psi_{t2}=0,9$ – коэффициент сочетаний (см. п.6.4 [1])

Схема 9 (для шага кронштейнов 700 мм)

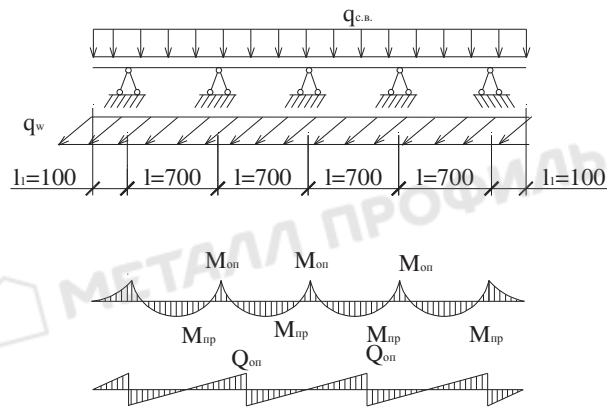


Рисунок 23

Усилия от веса облицовки:

$$M_{\text{пр.п}} = 0,077 \times q_{c.в.} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (104)$$

$$M_{\text{оп.п}} = 0,107 \times q_{c.в.} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (105)$$

$$Q_{\text{оп.п}} = 1,143 \times q_{c.в.} \times l, \text{ кгс} \quad (106)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_{c.в.} = G_n \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f, \text{ кгс/м} \quad (107)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$q_{c.в.} = G_n \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f + i \times a \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t1}, \text{ кгс/м} \quad (108)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{\text{пр.в}} = 0,077 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (109)$$

$$M_{\text{оп.в}} = 0,107 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (110)$$

$$Q_{\text{оп.в}} = 1,143 \times q_w \times l, \text{ кгс} \quad (111)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{нер}}, \text{ кгс/м} \quad (112)$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$q_w = 0,25 \times W_m \times a \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t2}, \text{ кгс/м} \quad (113)$$

Условные обозначения приведены выше (схема 8)

Схема 10 (для шага кронштейнов 600 мм)

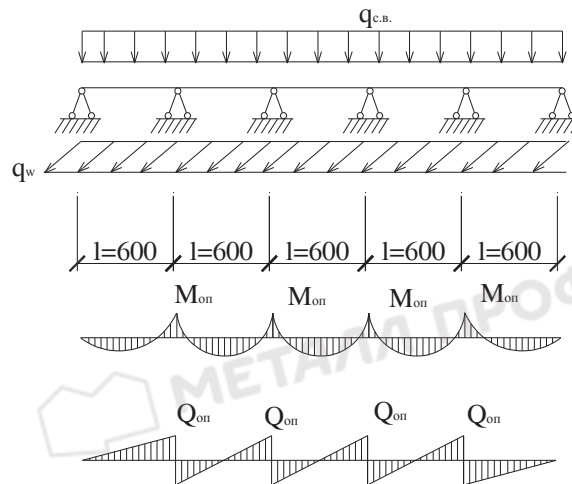


Рисунок 24

Усилия от веса облицовки:

$$M_{\text{пр.п}} = 0,0781 \times q_{c.в.} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (114)$$

$$M_{\text{оп.п}} = 0,105 \times q_{c.в.} \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (115)$$

$$Q_{\text{оп.п}} = 1,132 \times q_{c.в.} \times l, \text{ кгс} \quad (116)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_{c.в.} = G_n \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f, \text{ кгс/м} \quad (117)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$q_{c.в.} = G_n \times a \times k_{\text{нер}} + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f + i \times a \times k_{\text{нер}} \times \psi_{t1}, \text{ кгс/м} \quad (118)$$

Усилия от ветровой нагрузки

$$M_{\text{пр.в}} = 0,0781 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (119)$$

$$M_{\text{оп.в}} = 0,105 \times q_w \times l^2, \text{ кгс*м} \quad (120)$$

$$Q_{\text{оп.в}} = 1,132 \times q_w \times l, \text{ кгс} \quad (121)$$

А) без учета гололедной нагрузки

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{нер}}, \text{ кгс/м} \quad (122)$$

Б)с учетом гололедной нагрузки

$$q_w = 0,25 \times W_m \times a \times k_{\text{неп}} \times \psi_{t2}, \text{ кгс/м} \quad (123)$$

Условные обозначения приведены выше (схема 8)

4.24 Проверка сечения направляющих КПГ-60x44x3000 t=0,9 мм;

КПГ-60x44x3000 t=1,2мм; КПГ-40x44x3000 t=0,9 мм; КПГ-40x44x3000 t=1,2мм (Сечение направляющей и геометрические характеристики приведены в п.4.20).

а) по прочности

1) При активном ветре в пролете сжата полка

$$\sigma = \frac{M_{\text{пр.п}}}{W_{v2}} + \frac{M_{\text{пр.в}}}{W_{v1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (124)$$

2) При активном ветре на опоре сжата стенка

$$\sigma = \frac{M_{\text{оп.п}}}{W_{v1}} + \frac{M_{\text{оп.в}}}{W_{v2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (125)$$

3) При реактивном ветре(отсос) в пролете сжата стенка

$$\sigma = \frac{M_{\text{пр.п}}}{W_{v2}} + \frac{M_{\text{пр.в}}}{W_{v2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (126)$$

4) При реактивном ветре(отсос) на опоре сжата полка

$$\sigma = \frac{M_{\text{оп.п}}}{W_{v1}} + \frac{M_{\text{оп.в}}}{W_{v1}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (127)$$

Где:

- $R_y=2250 \text{ кгс/см}^2$ расчетное сопротивление стали 08пс (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]);

б) по деформациям от нагрузки $q_{\text{с.в}}$.

$$f = \frac{0.00675 \times q_{\text{с.в.}}^{\text{н}} \times l^4}{E \times J_{y2}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 8 (рис.20)} \quad (128)$$

$$f = \frac{0.0063 \times q_{\text{с.в.}}^{\text{н}} \times l^4}{E \times J_{y2}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 9 (рис.21)} \quad (129)$$

$$f = \frac{0.006 \times q_{\text{с.в.}}^{\text{н}} \times l^4}{E \times J_{y2}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 10 (рис.22)} \quad (130)$$

Где: q_w^H - нормативная погонная ветровая нагрузка, кгс/м

$$q_w^H = \frac{q_w}{[1 + \zeta] \times \gamma_f} \quad (131)$$

- q_w - расчетная погонная нагрузка (определена выше), кгс/м

- ζ (z_e) – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$;

- l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м;

- E – модуль упругости $E=2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;

- J_{y2} – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.16);

- f прогиб, см

$\frac{l}{200}$ – предельный прогиб (Е.2 [1]).

в) по деформациям от ветровой нагрузки q_w .

$$f = \frac{0.00675 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 8 (рис.20)} \quad (132)$$

$$f = \frac{0.0063 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 9 (рис.21)} \quad (133)$$

$$f = \frac{0.006 \times q_w^H \times l^4}{E \times J_{z1}} \leq \frac{l}{200} \quad \text{- схема 10 (рис.22)} \quad (134)$$

Где: q_w^H - нормативная погонная ветровая нагрузка, кгс/м

$$q_w^H = \frac{q_w}{[1 + \zeta] \times \gamma_f} \quad (135)$$

- q_w - расчетная погонная нагрузка (определена выше), кгс/м

- ζ (z_e) – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$;

- l – пролет направляющей (расстояние между кронштейнами), м;

- E – модуль упругости $E=2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;

- J_{x1} – момент инерции сечения направляющей, см⁴ (см. табл.16);

- f прогиб, см

$\frac{l}{200}$ – предельный прогиб (Е.2 [1]).

4.25 Несущий кронштейн рассчитывается как консоль, заделанная в стене здания, смотри рисунок 25. Консоль загружена вертикальной нагрузкой Р (собственный вес каркаса, облицовки и гололёд), приложенной в центре тяжести каждой из нагрузок и горизонтальной нагрузкой Q_w от ветра.

4.26 При вертикальной направляющей (системы 1,4)

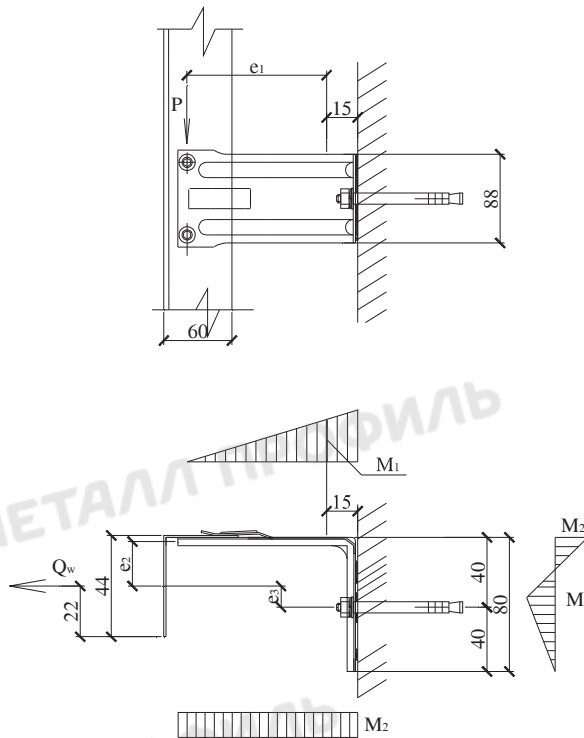


Рисунок 25

$e_1 = 90(120)(150)(180)(230) \text{ мм} - 10 \text{ мм} - 15 \text{ мм} = 65(95)(125)(155)(205) \text{ мм}$ в зависимости от длины кронштейна (для больших длин см. п. 4.32);

$$e_2 = (44 - 22 - 1,2 - 0,6) = 20,2 \text{ мм}$$

$$e_3 = (20,2 + 0,6 - 40) = 19,2 \text{ мм}$$

$$e_4 = 0,5 * 88 - 0,5 * C, \text{ мм}$$

$$e_5 = 40 - 0,5 * c_1, \text{ мм}$$

Где:

- $c = A_{cm}/b$ - высота площадки смятия паронитовой прокладки:

$$-A_{cm} = \frac{P \times (e_1 + 15)}{0,5 * h * R_{cm}}, \text{ см}^2 \text{ - площадь смятия паронитовой прокладки (136);}$$

- b, мм-ширина кронштейна
- $R_{см}$ – расчетное сопротивление смятию паронитовой прокладки
- $c_1=A_{см}/h$ - высота площадки смятия паронитовой прокладки:
- $A_{см}=Q_w/R_{см}$ - площадь смятия паронитовой прокладки;
- h, мм - высота кронштейна;
- $R_{см}$ – расчетное сопротивление смятию паронитовой прокладки.

4.27 Расчетные усилия:

А) без учета гололедных нагрузок

$$M_1 = P \times e_1, \text{ кгс*см} \quad (137)$$

$$M_2 = Q_w \times e_2, \text{ кгс*см} \quad (138)$$

$$M_3 = Q_w \times e_3, \text{ кгс*см} \quad (139)$$

$$M_4 = P \times (e_1 + 15), \text{ кгс*см} \quad (140)$$

Где:

$$- P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l. \text{ кгс} \quad (141)$$

- $Q_w = Q_{опw}$, кгс – опорная реакция в направляющей для систем 1,4, (см. п.4.18.5);

б) с учетом гололедных нагрузок

$$M_1 = (P + P_{гол.} \times \psi_{t1}) \times e_1, \text{ кгс*см} \quad (142)$$

$$M_2 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_2, \text{ кгс*см} \quad (143)$$

$$M_3 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_3, \text{ кгс*см} \quad (144)$$

$$M_4 = (P + P_{гол.} \times \psi_{t1}) \times (e_1 + 15), \text{ кгс*см} \quad (145)$$

Где:

$$- P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l. \text{ кгс}; \quad (146)$$

$$- P_{гол.} = i * l * a. \text{ кгс} \quad (147)$$

-i, кгс/м²- расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15

- $\psi_{t1}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см. 6.4[1])

- $\psi_{t1}=0,9$ – коэффициент сочетаний (см.6.4 [1])

4.28 Геометрические характеристики сечения кронштейна приведены в табл. 19
определены по программе SCAD Soft (см. приложение 2)

Т а б л и ц а 19

Марка кронштейна	t, мм	W ₁ , см ³	W ₂ , см ³	W ₃ , см ³	A, см ²	A ₁ , см ²
КК-(50-180)х50	1,2	0,445	0,023	0,02	0,577	0,445
КК-(50-180)х50	2,0	0,834	0,045	0,04	1,063	0,843
ККУ-(90-230)х80	1,2	1,66	0,118	0,106	1,124	0,992
ККУ-(90-230)х80	2,0	2,77	0,187	0,17	1,873	1,65
ККУ-(260-350)х80	2,0	3,00	0,327	0,315	1,99	1,77

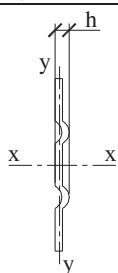


Рисунок 26

$$W_1 = W_x, \text{ см}^3$$

$$W_2 = W_y, \text{ см}^3$$

$$W_3 = \frac{\sum J}{h - z_m}, \text{ см}^3; \quad (148)$$

Где:

-h - высота кронштейна, см;

-z_m – координата центра масс по оси z (см. приложение 2 расчет сечения кронштейна по программе SCAD), см;

$$\sum J = J_y - \frac{t^3 * 1,4}{12} - t * 1,4 * z_m^2, \text{ см}^4; \quad (149)$$

∑J – момент инерции сечения кронштейна с учетом отверстия в пяте кронштейна, см⁴;

-t-толщина кронштейна, см;

- J_y– момент инерции относительно оси Y, см⁴ (см. приложение 2 расчет сечения кронштейна по программе SCAD);

- 1,4 см – размер отверстия в пяте кронштейна

$$A_1 = A - t * 1,4, \text{ см}^2 \quad (150)$$

4.29 Проверка прочности сечения

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (151)$$

$$\sigma_2 = \frac{M_3}{W_3} + \frac{P}{A_1} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (152)$$

Где:

- $Q_w = Q_{оп}$ – опорная реакция в направляющей для систем 1,4 (см. п.4.18.5) при учете гололедной нагрузки- $Q_w = 0,25 * Q_{оп} * \psi$ (153)

- $R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$ расчетное сопротивление стали 08пс (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]);

4.30 При горизонтальной направляющей (системы 2,3,5)

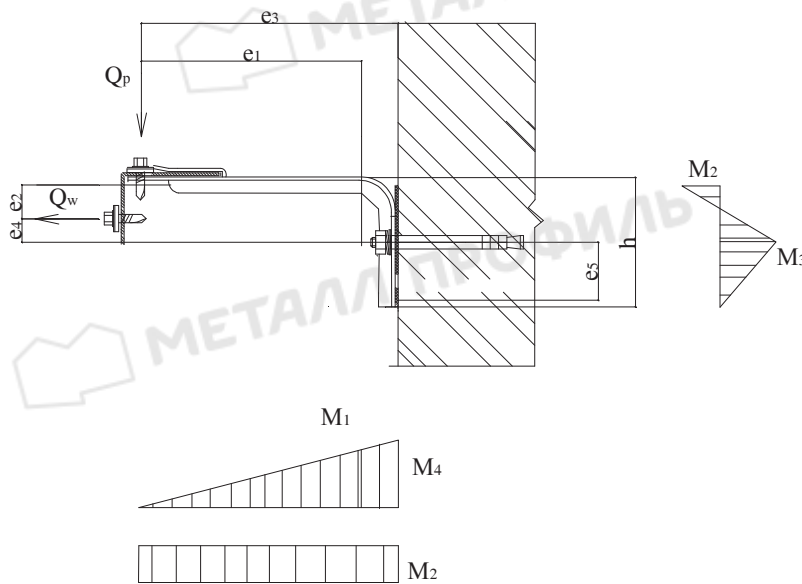


Рисунок 27

$e_1 = 90(120)(150)(180)(230) \text{ мм} - 10 \text{ мм} - 15 \text{ мм} = 65(95)(125)(175)(205) \text{ мм}$ в зависимости от длины кронштейна (для больших длин см. п. 4.32);

$$e_2 = (44 - 22 - 1,2 - 0,6) = 20,2 \text{ мм}$$

$e_3 = 90(120)(150)(180)(230) \text{ мм} - 10 \text{ мм} = 80(110)(140)(170)(220) \text{ мм}$ в зависимости от длины кронштейна (для больших длин см. п. 4.32);

$$e_4 = (80 - 40 - 20,2) = 19,8 \text{ мм}$$

$$e_5 = 40 - 0,5 * c_1$$

4.31 Расчетные усилия:

А) без учета гололедной нагрузки:

$$M_1 = Q_p \times e_1, \text{ кгс*см}; \quad (154)$$

$$M_2 = Q_w \times e_2, \text{ кгс*см}; \quad (155)$$

$$M_3 = Q_w \times e_4, \text{ кгс*см}; \quad (156)$$

$$M_4 = Q_p \times e_3, \text{ кгс*см} \quad (157)$$

Где:

- $Q_w = Q_{опw}$; $Q_p = Q_{опp}$, кгс – опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23);

б) с учетом гололедной нагрузки:

$$M_1 = (Q_p + Q_{гол} \times \psi_{t1}) \times e_1, \text{ кгс*см}; \quad (158)$$

$$M_2 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_2, \text{ кгс*см}; \quad (159)$$

$$M_3 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_4, \text{ кгс*см}; \quad (160)$$

$$M_4 = (Q_p + Q_{гол} \times \psi_{t1}) \times e_3, \text{ кгс*см} \quad (161)$$

Где:

$$- Q_{гол} = \frac{Q_{опp} \times i}{G_n} \quad (162)$$

- i , кгс/м² – расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15

$\psi_{t1} = 1,0$ – коэффициент сочетаний (см.6.4 [1]).

$\psi_{t2} = 0,9$ – коэффициент сочетаний (см. 6.4 [1]).

4.32 Проверка прочности сечения

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_2} - \frac{M_2}{W_2} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (163)$$

$$\sigma_2 = \frac{M_4}{W_3} + \frac{M_3}{W_3} + \frac{Q_p}{A_1} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (164)$$

Где:

- $Q_w = Q_{опw}$, кгс – расчетная опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23); при проверке прочности с учетом гололедной нагрузки - $Q_w = 0,25 \times Q_{оп.w} \times \psi$ (165)
- $R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$ расчетное сопротивление стали 08пс (см. табл.1)
- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]).

4.32 Относ облицовки от стены на расстояния более 250 мм возможно обеспечить установкой удлинителя кронштейна УК-150х96

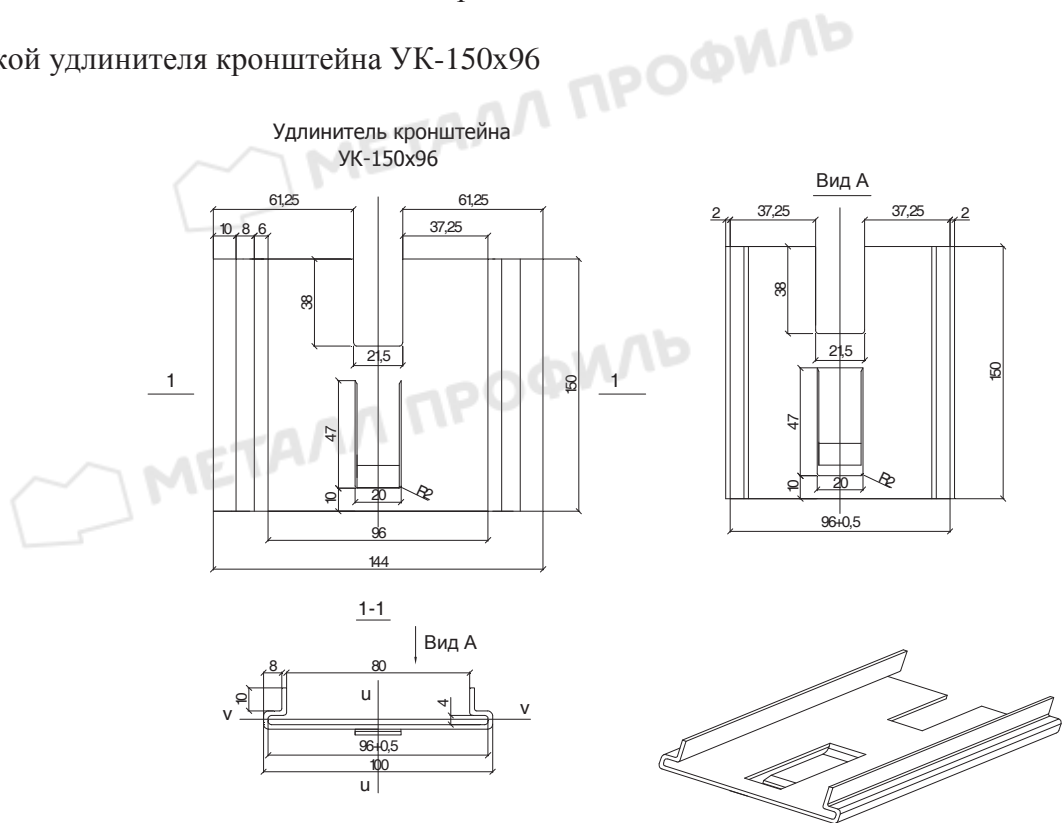


Рисунок 28

Геометрические характеристики сечения приведены в таблице 2

Таблица 20

Обозначение	t, мм	Длина, м	Площадь сечения A, см ²	Масса, кг	Справочные величины			
					момент инерции, см ⁴		момент сопротивления, см ³	
					J _x	J _y	W _x	W _y
УК-159х96х2	2,0	0,15	2,87	0,33	33,3	0,53	6,65	0,38
УК-159х96х1,2	1,2	0,15	2,87	0,20	21,1	0,26	4,2	0,26

4.33 Применение удлинителя для системы 1,4

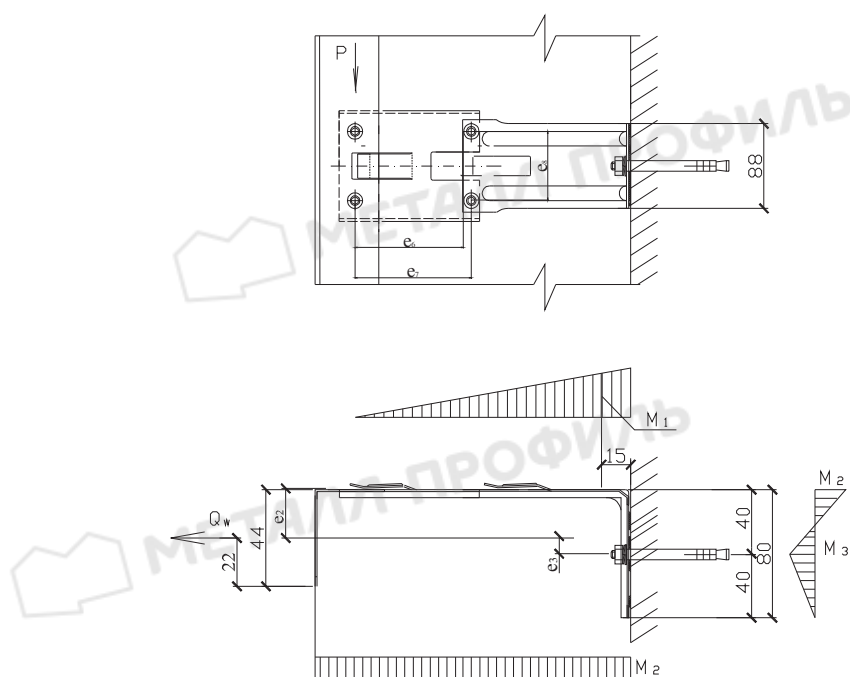


Рисунок 29

$$e_2 = (44 - 22 + 0,6) = 22,6 \text{ мм}$$

$$e_6 = 120 \text{ мм}$$

$$e_7 = 120 + 15 = 135 \text{ мм}$$

$$e_8 = 70 \text{ мм}$$

4.33.1 Расчетные усилия:

А) без учета гололедных нагрузок

$$M_1 = P \times e_6, \text{ кгс*см} \quad (166)$$

$$M_2 = Q_w \times e_2, \text{ кгс*см} \quad (167)$$

$$M_3 = P \times e_7, \text{ кгс*см} \quad (168)$$

Где:

$$- P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l . \text{ кгс} \quad (169)$$

- $Q_w = Q_{опw}$,кгс—опорная реакция в направляющей для систем 1,4, (см. п.4.18.5);

б) с учетом гололедных нагрузок

$$M_1 = (P + P_{зол.} \times \psi_{t1}) \times e_6, \text{ кгс*см} \quad (170)$$

$$M_2 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_2, \text{ кгс*см} \quad (171)$$

$$M_3 = (P + P_{зол.} \times \psi_{t1}) \times e_7, \text{ кгс*см} \quad (172)$$

Где:

$$- P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l . \text{ кгс}; \quad (173)$$

$$- P_{зол.} = i * l * a . \text{ кгс} \quad (174)$$

- i , кгс/м²- расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15

$\psi_{t1}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см.6.4 [1]).

$\psi_{t2}=0,9$ – коэффициент сочетаний (см. 6.4 [1]).

4.33.2 Проверка прочности сечения

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_x} + \frac{M_2}{W_y} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (175)$$

$$\sigma_1 = \frac{M_3}{W_x} + \frac{M_2}{W_y} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (176)$$

Где:

- $Q_w = Q_{оп}$ – опорная реакция в направляющей для систем 1,4 (см. п.4.18.5) при учете

гололедной нагрузки- $Q_w = 0,25 * Q_{оп} * \psi_{t2}$ (177)

- $R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$ расчетное сопротивление стали 08пс (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]).

4.34 Проверка элементов крепления удлинителя к кронштейну

Усилие, воспринимаемое самонарезающим винтом $d=4,8 \text{ мм}$;

$$N_s = \sqrt{\left(\frac{P * \kappa_{зан}}{n}\right)^2 + \left(\frac{Q_w * \kappa_{зан}}{n} + \frac{M_3 * \kappa_{зан}}{e_8}\right)^2} \leq N, \text{ кгс}; \quad (178)$$

Где:

$\kappa_3 = 1.2$ - коэффициент запаса;

n – количество самонарезающих винтов;

- На срез $N_s = R_{bs} * \gamma_b * A * n_s = 3200 * 0,9 * 0,18 * 1 = 520 \text{ кгс}$ (179)

- На смятие $N_{см} = \gamma_b * d * \Sigma t * R_{bp} = 0,8 * 0,48 * 0,12 * 4200 = 194 \text{ кгс}$ (180)

Где:

- d – диаметр стержня винта;

- Σt – наименьшая суммарная толщина элементов сминаемых в одном направлении;

- R_{bp} – расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, (см. табл. 1);

- R_{bs} – расчетное сопротивление среза, (см. табл.Г.6 [2]);

- A – расчетная площадь сечения стержня винта $d=4,8 \text{ мм}$;

- n_s – число расчетных срезов одного болта

- γ_b – коэффициент условий работы принимаемый по табл. 41 [2].

4.35 Проверка элементов крепления удлинителя к направляющей

Усилие, воспринимаемое самонарезающим винтом $d=4,8 \text{ мм}$; :

$$N_6 = \sqrt{\left(\frac{P * K_{зан.}}{n}\right)^2 + \left(\frac{Q_w * K_{зан.}}{n} + \frac{P * e_9 * K_{зан.}}{e_8}\right)^2} \leq N, кгс; \quad (181)$$

Условные обозначения см. выше.

4.36. Применение удлинителя для системы 2,3,5

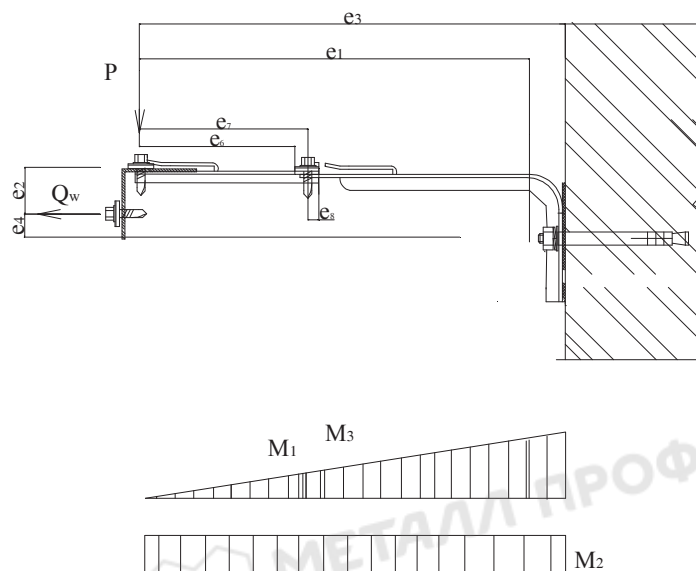


Рисунок 30

$$e_2 = (44 - 22 + 0,6) = 22,6 \text{ мм}$$

$$e_6 = 120 \text{ мм}$$

$$e_7 = 120 + 15 = 135 \text{ мм}$$

4.36.1 Расчетные усилия:

А) без учета гололедных нагрузок

$$M_1 = P \times e_6, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (182)$$

$$M_2 = Q_w \times e_2, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (183)$$

$$M_3 = P \times e_7, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (184)$$

Где:

$$- P = G_{обл.} * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l, \text{ кгс} \quad (185)$$

- \$Q_w = Q_{опw}\$, кгс – опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.8.12).

б) с учетом гололедных нагрузок

$$M_1 = (P + P_{\text{зол}} \times \psi_{t1}) \times e_6, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (186)$$

$$M_2 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_2, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (187)$$

$$M_3 = (P + P_{\text{зол}} \times \psi_{t1}) \times e_7, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (188)$$

Где:

$$- P = G_{\text{обл.}} \cdot l \cdot a + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times l, \text{ кгс}; \quad (189)$$

$$- P_{\text{зол}} = i \cdot l \cdot a, \text{ кгс} \quad (190)$$

- i , кгс/м² - расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15

$\psi_{t1}=1,0$ - коэффициент сочетаний (см.6.4 [1]).

$\psi_{t2}=0,9$ - коэффициент сочетаний (см. 6.4 [1]).

4.36.2 Проверка прочности сечения

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_y} - \frac{M_2}{W_y} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (191)$$

$$\sigma_1 = \frac{M_3}{W_y} - \frac{M_2}{W_y} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} \quad (192)$$

Где:

- $Q_w = Q_{\text{оп}}$ - опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23)
при учете гололедной нагрузки- $Q_w = 0,25 \cdot Q_{\text{оп}} \cdot \psi_{t2}$ (193)

- $R_y = 2250$ кгс/см² расчетное сопротивление стали 08пс (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1,0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]).

4.37 Проверка элементов крепления удлинителя к кронштейну

Усилие воспринимаемое самонарезающим винтом $d=4,8$ мм;:

$$N_e = \sqrt{\left(\frac{P \cdot k_{\text{зан}}}{n}\right)^2 + \left(\frac{Q_w \cdot k_{\text{зан}}}{n}\right)^2} \leq N_s, \text{ или } N_{cm}, \text{ кгс}; \quad (194)$$

$$N_e = \frac{P \cdot (e_7 + e_8)}{n \cdot e_8} \leq N_p, \text{ кгс} \quad (195)$$

Где:

$k_3=1,2$ - коэффициент запаса;

n – количество самонарезающих винтов;

N-Несущая способность винта равная:

-На срез $N_s = R_{bs} * \gamma_b * A * n_s = 3200 * 0,9 * 0,18 * 1 = 520$ кгс (196)

-На смятие $N_{cm} = \gamma_b * d * \Sigma t * R_{bp} = 0,8 * 0,48 * 0,12 * 4200 = 194$ кгс (197)

-На растяжение $N_p = R_{bt} * A_{bn} = 4000 * 0,14 = 560$ кгс (198)

Где:

- d – диаметр стержня винта;

- Σt – наименьшая суммарная толщина элементов сминаемых в одном направлении;

- R_{bp} – расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, (см. табл. 1);

- R_{bs} – расчетное сопротивление среза, (см. табл.Г.5 [2]);

- R_{bt} – расчетное сопротивление растяжения, (см. табл.Г.5 [2]);

- A – расчетная площадь сечения стержня винта d=4,8 мм;

- A_{bn} – площадь сечения стержня винта нетто;

- n_s – число расчетных срезов одного болта

- γ_b – коэффициент условий работы принимаемый по табл. 41 [2].

4.38 Анкер крепления несущего кронштейна рассчитывается в соответствии со схемой приложения нагрузок, указанных на рис.29, (при вертикальном расположении направляющей); 30 (при горизонтальном расположении направляющей). Изгибающий момент в консоли кронштейна воспринимается парой сил. Одна из них - усилия растяжения (вырыв) в винте анкера, а другая равнодействующая от сил смятия по поверхности контакта стен – подошва кронштейна. При наличии термопрокладок в расчет принимается прочность прокладки на смятие.

4.38.1 Крепление кронштейна к стене для систем 1,4 (вертикальное расположение направляющей)

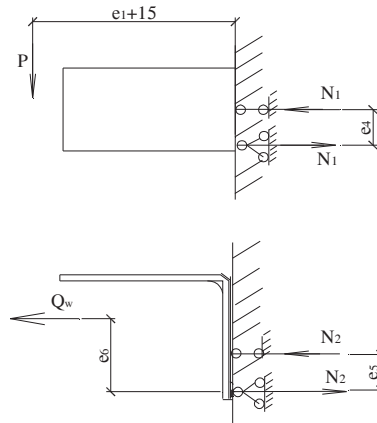


Рисунок 31

4.38.2 Усилие вырыва анкера из стены строящегося здания:

А) без учета гололедной нагрузки:

$$N_1 = \frac{P * (e_1 + 15)}{e_4} - \text{усилие вырыва от вертикальной нагрузки } P; \quad (199)$$

Где:

$$- P = G_{\text{обл.}} * l * a + G_{\text{напр.}} * \gamma_f * l . \text{ кгс} \quad (200)$$

$$N_2 = \frac{Q_w * e_6}{e_5} - \text{усилие вырыва от горизонтальной нагрузки } Q_w \quad (201)$$

$$e_6 = e_3 + e_5$$

$$N_1 + N_2 \leq N_{\text{отр.}}, \quad (202)$$

Где:

- $N_{\text{отр.}}$ - Усилие вырыва анкера из стены, определяется по данным фирм изготовителей анкера, но не более, чем усилие вырыва полученное при испытании на стене строящегося здания (среднее из 15 точек испытания) деленное на $K_{\text{зап.}}$:

б) с учетом гололедной нагрузки:

$$N_1 = \frac{(P + P_{\text{гол}} * \psi_{t1}) * (e_1 + 15)}{e_4} - \text{усилие вырыва от вертикальной нагрузки } P + P_{\text{гол}}; \quad (203)$$

Где:

$$- P = G_{\text{обл.}} * l * a + G_{\text{напр.}} * \gamma_f * l . \text{ кгс} \quad (204)$$

$$- P_{\text{гол}} = i * l * a . \text{ кгс} \quad (205)$$

- i , кгс/м²- расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15

$$N_2 = \frac{0,25 * Q_w * e_6}{e_5} - \text{усилие вырыва от горизонтальной нагрузки} \quad (206)$$

Q_w , кгс–расчетная опорная реакция в направляющей для систем 1,4 (см.п.4.6.5)

$\gamma_f=1,4$ –коэффициент надежности по нагрузке;

$\psi_{tl}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1]).

$$N_1 + N_2 \leq N_{omp.}, \quad (207)$$

Несущую способность анкерных дюбелей (анкеров) применительно к реальному основанию характеризуют допускаемым значением осевого усилия на дюбель или анкер. В качестве допускаемого осевого усилия $N_{отр}$ принимается меньшее из двух значений:

- значение, полученное на основе обработки результатов испытаний или приведенное в ТС на основе данных поставщика для дюбеля (анкера) данной марки, вида;

- значение, определённое по прочности стенового материала.

4.38.3 Крепление анкера для систем 2,3,5 (при горизонтально расположенной направляющей)

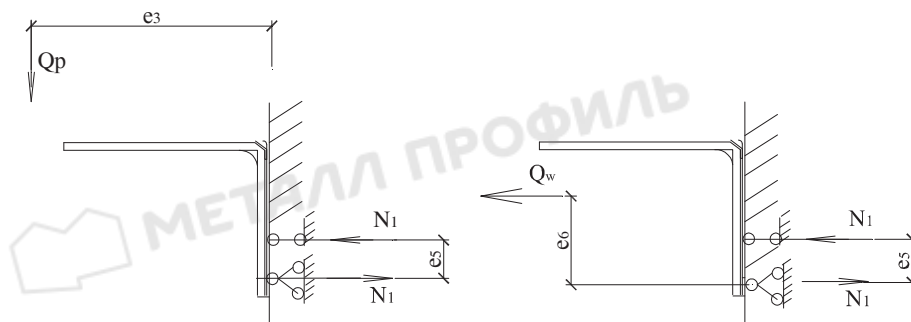


Рисунок 32

4.38.4 Усилие вырыва анкера из стены строящегося здания:

А) без учета гололедной нагрузки:

$$N_1 = \frac{Q_p * e_3}{e_5} + \frac{Q_w * e_6}{e_5} \leq N_{omp.} \quad (209)$$

Где:

- $Q_w = Q_{опw}$; $Q_p = Q_{опp}$, кгс–опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23);

б) с учетом гололедной нагрузки:

$$N_1 = \frac{(Q_p + Q_{\text{гол}} \times \psi) * e_3}{e_5} + \frac{0,25 \times Q_w \times \psi * e_6}{e_5} \leq N_{\text{опр}}. \quad (211)$$

где:

- Q_w , кгс–расчетная опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23)

- $\gamma_f=1,4$ –коэффициент надежности по нагрузке;

- $\psi=0,9$ – коэффициент сочетаний (см. [1])

- $Q_p= Q_{\text{опр}}$, кгс–опорная реакция в направляющей для систем 2,3,5 (см. п.4.18.5, 4.23);

$$-Q_{\text{гол}} = \frac{Q_{\text{опр}} \times i}{G_n} \quad (212)$$

- i , кгс/м²– расчетная нагрузка от гололеда принимаемая по табл.15.

Несущую способность анкерных дюбелей (анкеров) применительно к реальному основанию характеризуют допусκαемым значением осевого усилия на дюбель или анкер. В качестве допусκαемого осевого усилия $N_{\text{отр}}$ принимается меньшее из двух значений:

- значение, полученное на основе обработки результатов испытаний или приведенное в ТС на основе данных поставщика для дюбеля (анкера) данной марки, вида;

- значение, определенное по прочности стенового материала.

4.39 Облицовка – керамические плитки устанавливаются на направляющие при помощи кляммеров, выполненных нержавеющей стали толщиной 1,0 мм.или 1,2мм. Кляммеры устанавливаются на направляющие при помощи саморезов или заклепок.

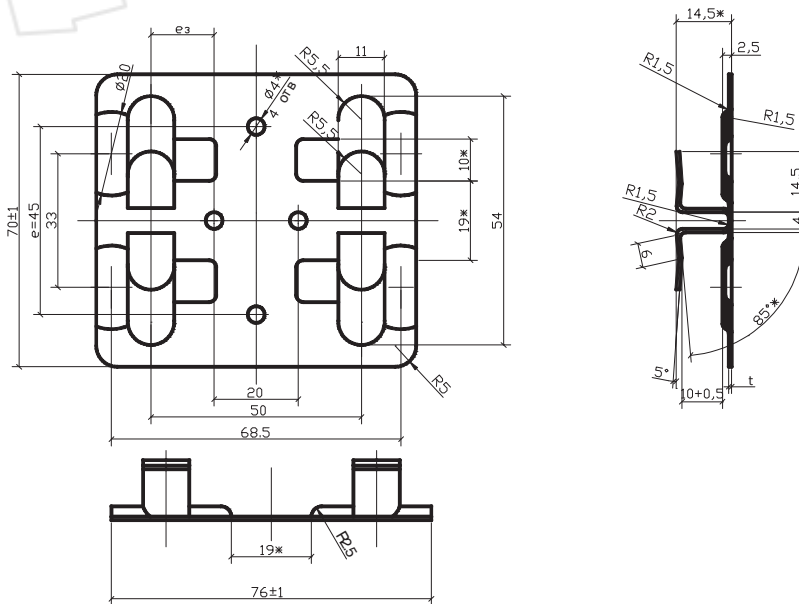


Рисунок 33

4.39.1 Кляммер воспринимает горизонтальную ветровую нагрузку и вертикальную нагрузку от веса облицовочного материала (керамогранитной плитки). Нагрузки передаются в точках опирания грани плитки близких к радиусу закругления лапки (передача нагрузки в этих точках подтверждена экспериментально).

4.39.2 Расчетная схема лапки кляммера.

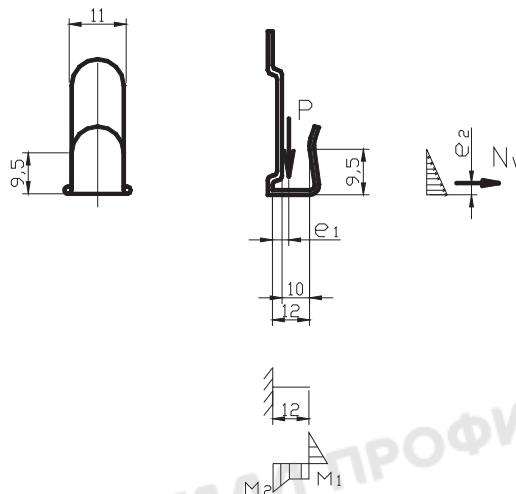


Рисунок 34

4.39.3 Геометрические характеристики сечения лапки:

$$W = \frac{t^2 * h}{6} = \frac{0.1^2 * 1.1}{6} = 0.00183 \text{ см}^3 \quad (214)$$

Где:

t - толщина кляммера, см;

h- ширина крючка кляммера, см

4.39.4 Расчетные нагрузки.

А) Расчетная ветровая нагрузка

$$N_w = W_m * 0.5 * a * 0.5 * v \quad (215)$$

Б) Расчетная нагрузка от собственного веса плитки

$$P = G_{\text{п}} * 0.5 * a * v ; \quad (216)$$

Где:

W_m – расчетная ветровая нагрузка приведенная в табл. 9...11.

$G_{\text{п}}$ – вес м^2 керамической плитки толщиной 10 мм приведен в табл. 2;

- a – ширина керамогранитной плитки, см;

- v – высота керамогранитной плитки, см

В) Расчетная нагрузка от гололеда

$$P_{\text{гол.}} = i * 0.5 * a * b ; \quad (217)$$

Где:

i – расчетная нагрузка от гололеда приведенная в табл. 15.

- a – ширина керамогранитной плитки, см;

- b – высота керамогранитной плитки, см

4.39.5 Расчетные усилия:

А) без учета гололедной нагрузки

$$M_2 = M_1 + P * e_1, \text{ кгс*см} \quad (218)$$

$$M_1 = N_w * e_2, \text{ кгс*см} \quad (219)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$M_2 = M_1 + (P + P_{\text{гол.}} \psi_{t1}) * e_1, \text{ кгс*см} \quad (220)$$

$$M_1 = 0,25 * N_w * \psi_{t2} * e_2, \text{ кгс*см} \quad (221)$$

Где:

$\psi_{t1} = 1,0$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

$\psi_{t2} = 0,9$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

4.39.6 Проверка прочности сечения кляммера:

$$\sigma = \frac{M_2}{W} + \frac{N_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (222)$$

Где:

M_2 – максимальный момент (без учета гололедной нагрузки или с учетом гололедной нагрузки);

- $R_y = 1900 \text{ кгс/см}^2$ расчетное сопротивление стали ASIS 321 (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]).

- A – площадь сечения $A = t * h, \text{ см}^2$

Крепление кляммера к направляющей

Усилие воспринимаемое заклепкой:

$$N = \sqrt{\left(\frac{P * K_{зан}}{n}\right)^2 + \left(\frac{N_w * K_{зан}}{n} + \frac{P * e_1 * K_{зан}}{e}\right)^2} \leq N_s \text{ или } N_{cm}, \text{ или } N_e, \text{ кгс}; \quad (223)$$

Где:

А) Расчетная ветровая нагрузка

$$N_w = W_m * a * e \quad (224)$$

Б) Расчетная нагрузка от собственного веса плитки

$$P = G_{\text{п}} * a * b ; \quad (225)$$

Где:

W_m – расчетная ветровая нагрузка приведенная в табл. 9...11.

- $G_{\text{п}}$ – вес m^2 керамической плитки толщиной 10 мм приведен в табл. 2;

- a – ширина керамогранитной плитки, см;

- b – высота керамогранитной плитки, см

В) Расчетная нагрузка от гололеда

$$P_{\text{гол.}} = i * a * b ; \quad (226)$$

Где:

i – расчетная нагрузка от гололеда приведенная в табл. 15.

- a – ширина керамогранитной плитки, см;

- b – высота керамогранитной плитки, см

Где:

$k_3 = 1.2$ – коэффициент запаса;

n – количество заклепок А2/А2;

- На срез $N_s = R_{bs} * \gamma_b * A * n_s = 3200 * 0,9 * 0,18 * 1 = 520$ кгс (227)

- На смятие $N_{cm} = \gamma_b * d * \Sigma t * R_{bp} = 0,8 * 0,48 * 0,1 * 6400 = 245$ кгс (для $t = 1,0$ мм) (228)

- На растяжение $N_p = R_{bt} * A_{bn} = 4000 * 0,14 = 560$ кгс (229)

Где:

- d – диаметр стержня винта;

- Σt – наименьшая суммарная толщина элементов сминаемых в одном направлении;

- R_{bp} – расчетное сопротивление смятию элементов конструкций, (см. табл. 1);

- R_{bs} – расчетное сопротивление среза, (см. табл. Г.5 [2]);

- R_{bt} – расчетное сопротивление растяжения, (см. табл. Г.5 [2]);

- A – расчетная площадь сечения стержня винта $d = 4,8$ мм;

- A_{bn} – площадь сечения стержня винта нетто;

- n_s – число расчетных срезов одного болта

- γ_b – коэффициент условий работы принимаемый по табл. 41 [2].

4.39.6 Проверка сечения пластины кляммера.

Крепление кляммера следует производить на 2-е горизонтальных заклепки, при усилиях, возникающих в заклепках более допускаемых следует устанавливать вертикальные заклепки.

А) Расчетная ветровая нагрузка

$$N_w = W_m * 0,5 * a * b \quad (230)$$

$$M_3 = N_w * e_3 \quad \text{кгс*см} \quad (231)$$

С учетом ребер жесткости момент сопротивления пластины $W_3 = 0,0245 \text{ см}^3$

$$\sigma = \frac{M_3}{W_3} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (233) \text{ W3-?}$$

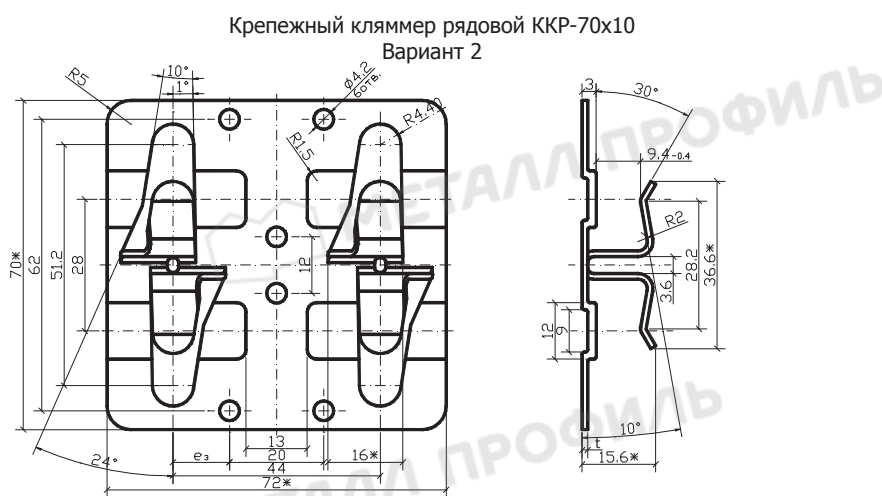


Рисунок 35

Расчет кляммера ККР -70х10 производится по алгоритму расчета кляммера ККР-70х10 вариант 1, при этом геометрические характеристики лапки кляммера определяются в соответствии с ниже приведенным пунктом

4. 39.7 Расчетная схема лапки кляммера.

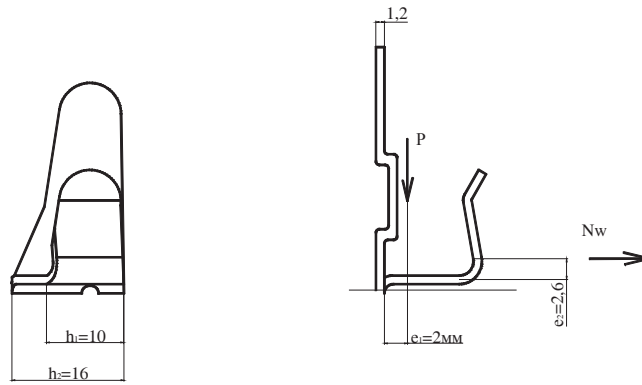


Рисунок 34

Эксцентриситеты e_1, e_2 – приняты исходя из данных полученных при испытаниях лапок кляммера.

4.39.3 Геометрические характеристики сечения лапки кляммера:

$$W_1 = \frac{t^2 * h_1}{6} = \frac{0.12^2 * 1.0}{6} = 0.0024 \text{ см}^3 \quad (234)$$

$$W_2 = \frac{t^2 * h_2}{6} = \frac{0.12^2 * 1.6}{6} = 0.00384 \text{ см}^3 \quad (235)$$

Где:

t - толщина кляммера, см;

h_1 и h_2 - ширина лапки кляммера, см

4.39.8 Расчетные усилия:

А) без учета гололедной нагрузки

$$M_2 = M_1 + P * e_1, \text{ кгс*см} \quad (236)$$

$$M_1 = N_w * e_2, \text{ кгс*см} \quad (237)$$

б) с учетом гололедной нагрузки

$$M_2 = M_1 + (P + P_{\text{гол}} * \psi_{t1}) * e_1, \text{ кгс*см} \quad (238)$$

$$M_1 = 0,25 * N_w * \psi_{t2} * e_2, \text{ кгс*см} \quad (239)$$

Где:

$\psi_{t1}=1,0$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

$\psi_{t2}=0,9$ – коэффициент сочетаний (см.п.6.4 [1])

4.39.9 Проверка прочности сечения кляммера:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_1} + \frac{N_w}{A_1} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (240)$$

$$\sigma = \frac{M_2}{W_2} + \frac{N_w}{A_2} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (241)$$

Где:

M_1, M_2 – максимальный момент (без учета гололедной нагрузки или с учетом гололедной нагрузки);

- $R_y=1900$ кгс/см² расчетное сопротивление стали ASIS 321 (см. табл.1)

- γ_n - коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1.0$ для расчета элементов ограждения (п.9 [6]).

- A_1 – площадь сечения $A=t*h_1$, см²

- A_2 – площадь сечения $A=t*h_2$, см²

4.39.10 Проверка сечения пластины кляммера.

Крепление кляммера следует производить на 2-е горизонтальных заклепки, при усилиях, возникающих в заклепках более допускаемых следует устаеавливать вертикальные заклепки.

А) Расчетная ветровая нагрузка

$$N_w = W_m * 0,5 * a * v \quad (242)$$

$$M_3 = N_w * e_3, \text{ кгс*см} \quad (243) \text{ e3-?}$$

С учетом ребер жесткости момент сопротивления пластины $W_3 = 0,041 \text{ см}^3$

$$\sigma = \frac{M_3}{W_3} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (244)$$

5. Пример расчета каркаса системы

Общие данные

1. Район строительства г. Москва
2. Высота здания 30м
3. Ветровой район I $W_0=23$ кгс/м² (Тип местности В)
4. Гололедный район II (толщина стенки гололеда с двух сторон по 6-5мм)
5. Стена строящегося здания – бетон В25.

6. Вылет подконструкции от стены здания – 190мм.

Принимаем для расчета систему 1

Составляющие системы:

1. Направляющие КПП-60*44 (t=1.2мм). Расположение вертикальное.
2. Кронштейны – ККУ-180 (t=1.2мм), расположенные полкой вертикально.
3. Облицовка – профилированный лист типа С-21*1000*0,5
4. Анкерный дюбель MBR 10мм L=120 мм (MUNGO).

Расчетные нагрузки:

1. Собственный вес облицовки:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{п}}^{\text{н}} * \gamma_{\text{п}}$$

$$G_{\text{п}} = 5,42 * 1,05 = 5,7 \text{ кгс/м}^2$$

2. Собственный вес направляющей $G_{\text{нап}} = G_{\text{нап}}^{\text{н}} * \gamma_{\text{п}} = 0,98 * 1,05 = 1,03 \text{ кгс/м}$; ($G_{\text{нап}}^{\text{н}}$ - см. табл. 16)

3. Ветровая нагрузка:

На отм.30м по табл. 10 данной методики

Активный ветер

$$W_m^+ = 70,1 \text{ кгс/м}^2;$$

Рактивный ветер (отсос):

-для центральной части здания:

$$W_m^- = -70,1 \text{ кгс/м}^2$$

-для угловой части здания

$$W_m^- = -128,0 \text{ кгс/м}^2$$

4. Гололедная нагрузка

$$i = \gamma_f * b * k * \mu_2 * \rho, \text{ кгс/м}^2$$

$$i = 1,3 * 0,005 * 1,4 * 0,6 * 900 = 4,91 \text{ кг/м}^2$$

Подбор шага и пролета (расстояние между кронштейнами) направляющей.

1. Расчетная ветровая нагрузка для облицовки длиной 1,5м $q = 143 \text{ кг/м}^2 >$

$$W_m^- = -128,0 \text{ кгс/м}^2$$

Принимаем шаг направляющих равным 1,5м (по несущей способности облицовки)

2. Определяем требуемый пролет направляющей из условия прочности

направляющей.

$$1) \sigma = \frac{N}{A_2} + \frac{M_{np}}{W_{z2}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}$$

$$\frac{R_y}{1} = \frac{N}{A_2} + \frac{M_{np}}{W_{z2}};$$

$$M_{np} = 0,08 \times q_w \times l^2 = 0,08 * 219,5 * l^2 = 17,55 * l^2 \text{ кгс м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нпр} = 128,0 * 1,5 * 1,143 = 219,5 \text{ кг/м}$$

$$N = -G_n \times L \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times L = 5,7 \times 3 \times 1,5 + 0,98 \times 1,05 \times 3 = 28,7 \text{ кгс}$$

Сечение направляющей КППГ-60х44х3000 толщиной t=1.2 мм

$$W_{z2} = 0,4 \text{ см}^3$$

$$A_2 = 0,93 \text{ см}^2$$

$$\frac{2250}{1} = \frac{28,7}{0,93} + \frac{17,55 * l^2}{0,4};$$

$$l = \sqrt{\frac{(2250 - 30,0) * 0,4}{17,55 * 100}} = 0,71 \text{ м} \cong 0,7 \text{ м}$$

2. Определяем требуемый пролет направляющей из условия несущей способности кронштейна .

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} + \frac{Q_w}{A} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}$$

$$\frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{M_1}{W_1} + \frac{Q_w}{A} + \frac{M_2}{W_2}; \frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{P \times e_1}{W_1} + \frac{Q_w}{A} + \frac{Q_w \times e_2}{W_2}$$

$$R_y = 2250 \text{ кгс/м}^2; \gamma_n = 1,0;$$

$$- P = G_n * l * a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l = 5,7 * l * 1,5 + 0,98 * 1,05 * l = 9,6 * l \text{ кгс*м}$$

$$- e_1 = 155 \text{ мм} = 15,5 \text{ см};$$

$$- e_2 = 20,2 \text{ мм} = 2,02 \text{ см}$$

$$Q_{оп} = 1,143 \times q_w \times l = 1,143 * 192,0 * l = 219,5 * l \text{ кгс*м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нпр} = 128 * 1,5 * 1,0 = 192,0 \text{ кг/м}$$

$$W_1 = 1,66 \text{ см}^3; W_2 = 0,12 \text{ см}^3; A = 1,124 \text{ см}^2$$

$$\frac{2250}{1} = \frac{9,6 \times l \times 15,5}{1,66} + \frac{219,5 \times l}{1,124} + \frac{219,5 \times l \times 2,02}{0,12};$$

$$2250 = 89,6 \times l + 195,2 \times l + 3694,9 \times l;$$

$$l = \frac{2250}{3979,7} = 0,565 \text{ м} \cong 500 \text{ мм}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_3}{W_3} + \frac{P}{A_1} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}$$

$$\frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{P}{A_1} + \frac{M_3}{W_3}; \frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{P}{A_1} + \frac{Q_w \times e_3}{W_3}$$

$$R_y = 2250 \text{ кгс/м}^2; \gamma_n = 1,0;$$

$$-P = G_n \cdot l \cdot a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l = 5,7 \cdot l \cdot 1,5 + 0,98 \cdot 1,05 \cdot l = 9,6 \cdot l \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$-e_1 = 155 \text{ мм} = 15,5 \text{ см};$$

$$-e_3 = 20,2 \text{ мм} = 2,02 \text{ см}$$

$$Q_w = 1,143 \times q_w \times l = 1,143 \cdot 192,1 = 219,5 \cdot \text{кгс} \cdot \text{м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{неп} = 128 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 192,0 \text{ кг/м}$$

$$W_3 = 0,106 \text{ см}^3; A = 0,99 \text{ см}^2$$

$$\frac{2250}{1} = \frac{9,6 \times l}{0,99} + \frac{219,5 \times l \times 2,02}{0,106};$$

$$2250 = 9,7 \times l + 4183 \times l;$$

$$l = \frac{2250}{4192,7} = 0,53 \text{ м} = 500 \text{ мм}$$

3. Определяем требуемый пролет направляющей из условия несущей способности анкера на вырыв.

$$N_1 = \frac{P \cdot (e_1 + 15)}{e_4} - \text{усилие вырыва от вертикальной нагрузки } P;$$

Где:

$$-P = G_n \times l \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l = 5,7 \times l \times 1,5 + 0,98 \times 1,05 \times l = 9,6 \times l \text{ кгс}$$

$$-e_1 = 170 \text{ мм} = 17,0 \text{ см};$$

$$-e_4 = 40,0 \text{ мм} = 4,0 \text{ см}$$

$$N_1 = \frac{9,6 \times l \times 17,0}{4,0} = 40,8 \times l \cdot \text{кгс} \times \text{м}$$

$$N_2 = \frac{Q_w \cdot e_2}{e_5} - \text{усилие вырыва от горизонтальной нагрузки } Q_w$$

$$Q_w = 1,143 \times q_w \times l = 1,143 \times 192,0 \times l = 219,5 \times l \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{нер}} = 128 \times 1,5 \times 1,0 = 192,0 \text{ кг/м}$$

$$-e_2 = 20,2 \text{ мм} = 2,02 \text{ см}$$

$$-e_5 = 40,0 \text{ мм} = 4,0 \text{ см}$$

$$N_2 = \frac{219,5 \times l \times 2,02}{4,0} = 110,8 \times l, \text{ кгс} \times \text{м}$$

$$N_1 + N_2 \leq N_{\text{отр.}},$$

$$40,8 \times l + 110,8 \times l = 151,6 \times l, \text{ кгс} \times \text{м}$$

$N_{\text{отр.}} = 210 \text{ кгс}$ для анкерного дюбеля MBR 10мм L=120 мм (MUNGO).

$$N_1 + N_2 = N_{\text{отр.}}$$

$$151,6 \times l = 210$$

$$l = \frac{210}{151,6} = 1,38 \text{ м}$$

Вывод: пролет направляющей (шаг кронштейнов) определяется несущей способностью кронштейна и равен 500 мм, при этом грузовая площадь $A = a \times l = 1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ м}^2$

Принимаем расчетную схему направляющей – трехпролетная схема с пролетами $l = 900 \text{ мм}$,

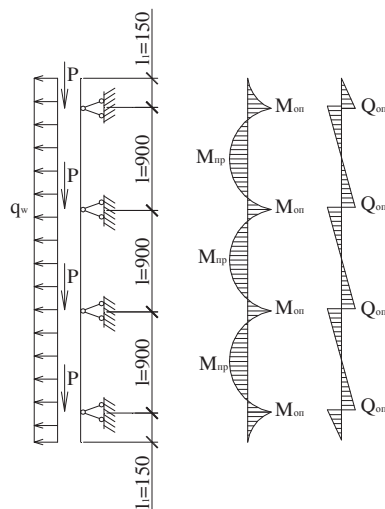
$$\text{тогда: } a = \frac{A}{l \times k_{\text{нер}}} = \frac{0,75}{0,9 \times 1,143} = 0,73 \text{ м} - \text{ для кронштейна}$$

$$a = \frac{R_y \cdot W}{0,08 \cdot l^2 \cdot W_m \cdot k_{\text{нер}}} = \frac{2250 \cdot 0,4}{0,08 \cdot 0,9^2 \cdot 128 \cdot 1,143 \cdot 100} = 0,95 \text{ см} - \text{ для направляющей}$$

Принимаем шаг направляющих: $a = 700 \text{ мм}$, пролет направляющей $l = 900 \text{ мм}$

а) Проверка сечения направляющей

Расчетная схема направляющей



$$M_{np} = 0,08 \times q_w \times l^2 = 0,08 \times 102,4 \times 0,9^2 = 6,63 \text{ кгс м}$$

$$M_{оп} = 0,1 \times q_w \times l^2 = 0,1 \times 102,4 \times 0,9^2 = 8,29 \text{ кгс м}$$

$$Q_{оп} = 1,1 \times q_w \times l = 1,1 \times 102,4 \times 0,9 = 101,4 \text{ кгс.}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{нер} = 128,0 \times 0,70 \times 1,143 = 102,4 \text{ кг/м}$$

$$-P = G_n \times l \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times l = 5,7 \times 0,9 \times 0,57 + 0,98 \times 1,05 \times 0,9 = 3,85 \text{ кгс.}$$

$$N = G_n \times L \times a + G_{напр.} \times \gamma_f \times L = 5,7 \times 3 \times 0,57 + 0,98 \times 1,05 \times 3 = 12,8 \text{ кгс}$$

Сечение направляющей КПП-60х44х3000

$$W_{z2} = 0,4 \text{ см}^3$$

$$A_2 = 0,93 \text{ см}^2$$

Проверка прочности сечения направляющей КПП-60х44х3000

а) по прочности при отсое

$$1) \sigma = \frac{N}{A_2} + \frac{M_{np}}{W_{z2}} = \frac{12,8}{0,93} + \frac{6,63 \times 100}{0,4} = 14 + 1657 = 1671 \text{ кгс/см}^2 < R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

$$2) \sigma = \frac{N}{A_1} + \frac{M_{оп}}{W_{z1}} = \frac{12,8}{1,22} + \frac{8,29 \times 100}{1,12} = 10,5 + 740 = 750 \text{ кгс/см}^2 < R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

б) по деформациям

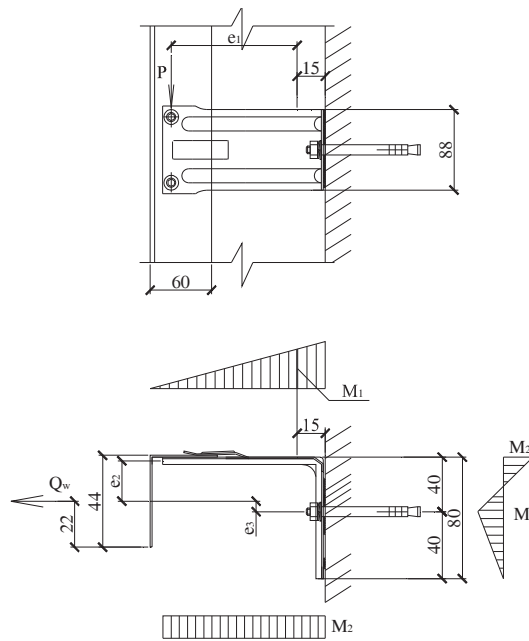
$$f = \frac{0,00675 \times q_w^H \times l^4}{E_x J_{z1}} = \frac{0,00675 \times 39,3 \times 90^4}{2,1 \times 10^6 \times 4,7 \times 100} = 0,018 \text{ см} < \frac{l}{200} = \frac{90}{200} = 0,45 \text{ см}$$

$$\text{Где: } q_w^H = \frac{q_w}{(1 + \zeta) \times \gamma_f} = \frac{102,4}{(1 + 0,86) \times 1,4} = 39,3 \text{ кгс/м}$$

γ_f - коэффициент надежности по назначению $\gamma_f = 1,4$

Вывод: Сечение направляющей удовлетворяет проверке на прочность и деформации

б) Проверка сечения кронштейна



А) без учета гололедной нагрузки

Расчетная ветровая нагрузка

$$W_m = 128,0 \text{ кгс/м}^2$$

$$Q_{\text{оп}} = 1,1 \times q_w \times l = 1,1 * 102,4 * 0,9 = 101,4 \text{ кгс.}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{непр}} = 128,0 * 0,7 * 1,143 = 102,4 \text{ кг/м}$$

$$-P = G_n \times l \times a + G_{\text{напр.}} \times \gamma_f \times l = 5,7 \times 0,9 \times 0,57 + 0,98 \times 1,05 \times 0,9 = 3,85 \text{ кгс.}$$

$$e_1 = 180 - 10 - 15 = 155 \text{ мм} = 15,5 \text{ см}$$

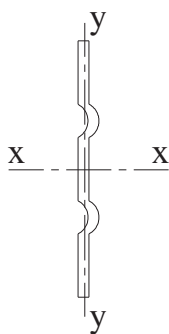
$$e_2 = (44 - 22 - 1,2 - 0,6) = 20,2 \text{ мм} = 2,02 \text{ см}$$

$$e_3 = (40,0 - 0,6 - 20,2) = 19,2 \text{ мм} = 1,92 \text{ см}$$

$$M_1 = P \times e_1 = 3,85 \times 15,5 = 69,7 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$M_2 = Q_w \times e_2 = 1024 \times 2,02 = 2068 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$M_3 = Q_w \times e_3 = 1024 \times 1,92 = 1966 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$



t, мм	W ₁ , см ³	W ₂ , см ³	W ₃ , см ³	A, см ²	A ₁ , см ²
1,2	1,66	0,118	0,106	1,124	0,992

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} + \frac{Q_w}{A} = \frac{69,7}{1,66} + \frac{206,8}{0,118} + \frac{102,4}{1,124} = 1885 \text{ кгс/см}^2 < R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{M_3}{W_3} + \frac{Q_w}{A_1} = \frac{196,6}{0,106} + \frac{102,4}{0,992} = 1955 \text{ кгс/см}^2 < 2250 \text{ кгс/см}^2$$

Где: $R_y=2250$ кгс/см² расчетное сопротивление стали 08пс

б) с учетом гололедной нагрузки:

$$i = 1,3 \times 0,005 \times 1,4 \times 0,6 \times 900 = 4,9 \text{ кг/м}^2$$

$$-P = G_n \times l \times a + G_{нап.} \times \gamma_f \times l = 5,7 \times 0,9 \times 0,57 + 0,98 \times 1,05 \times 0,9 = 3,75 \text{ кгс}.$$

$$-P = 2 \times i \times l \times a = 2 \times 4,91 \times 0,9 \times 0,57 = 5,3 \text{ кгс}$$

$$M_1 = (P + P_{сол} \times \psi_{t1}) \times e_1 = (3,75 + 5,3 \times 1,0) \times 15,5 = 140,3 \text{ кгс*см};$$

$$M_2 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_2 = 0,25 \times 102,4 \times 0,9 \times 2,02 = 46,5 \text{ кгс*см};$$

$$M_3 = 0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_3 = 0,25 \times 102,4 \times 0,9 \times 1,92 = 44,3 \text{ кгс*см};$$

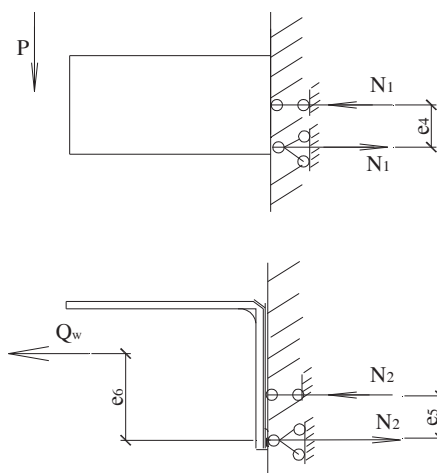
$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} + \frac{M_2}{W_2} + \frac{0,25 \times Q_w \times \psi_{t2}}{A} = \frac{140,3}{1,66} + \frac{46,5}{0,118} + \frac{0,25 \times 102,4 \times 0,9}{1,124} = 500 \text{ кгс/см}^2 < R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{M_3}{W_3} + \frac{0,25 \times Q_w \times \psi_{t2}}{A_1} = \frac{44,3}{0,106} + \frac{0,25 \times 102,4 \times 0,9}{0,992} = 440 \text{ кгс/см}^2 < 2250 \text{ кгс/см}^2$$

Где: $R_y=2250$ кгс/см² расчетное сопротивление стали 08пс

Вывод: Сечение кронштейна удовлетворяет проверке на прочность

Отрывающее усилие в дюбеле



А) без учета гололедной нагрузки

$$\sum N = \frac{P \times (e_1 + 1,5)}{e_4} + \frac{Q_w \times e_6}{e_5} = \frac{3,75 \times (15,5 + 1,5)}{4,35} + \frac{102,4 \times 5,87}{3,95} = 166,8 \text{ кгс}$$

Определяем площадь смятия полипропиленовой прокладки

$$A_{\text{см}} = \sum N / R_{\text{см}} = 166,8 / 200 = 0,83 \text{ см}^2$$

Высота площадки смятия: $c = A_{\text{см}} / b_{\text{кр}} = 0,83 / 8,0 = 0,1 \text{ см}$;

$$e_4 = 0,5 h_{\text{кр}} - 0,5 * c = 0,5 * 8,8 - 0,5 * 0,1 = 4,35 \text{ см};$$

$$e_5 = 4,0 - 0,5 * c = 4,0 - 0,5 * 0,1 = 3,95 \text{ см};$$

Б) с учетом гололедной нагрузки

$$\begin{aligned} \sum N &= \frac{(P + P_{\text{зол}} \times \psi_{t1}) \times (e_1 + 1,5)}{e_4} + \frac{0,25 \times Q_w \times \psi_{t2} \times e_6}{e_5} = \frac{(3,75 + 5,3 \times 1,0) \times (15,5 + 1,5)}{4,38} + \\ &+ \frac{0,25 \times 102,4 \times 0,9 \times 5,87}{3,98} = 69,6 \text{ кгс} \end{aligned}$$

Определяем площадь смятия полипропиленовой прокладки

$$A_{\text{см}} = N / R_{\text{см}} = 69,6 / 200 = 0,35 \text{ см}^2;$$

Высота площадки смятия: $c = A_{\text{см}} / b_{\text{кр}} = 0,35 / 8,0 = 0,04 \text{ см}$;

$$e_4 = 0,5 h_{\text{кр}} - 0,5 * c = 0,5 * 8,8 - 0,5 * 0,04 = 4,38 \text{ см};$$

$$e_5 = 4,0 - 0,5 * c = 4,0 - 0,5 * 0,04 = 3,98 \text{ см};$$

Несущая способность анкерного дюбеля MBR 10мм L=120 мм (MUNGO)

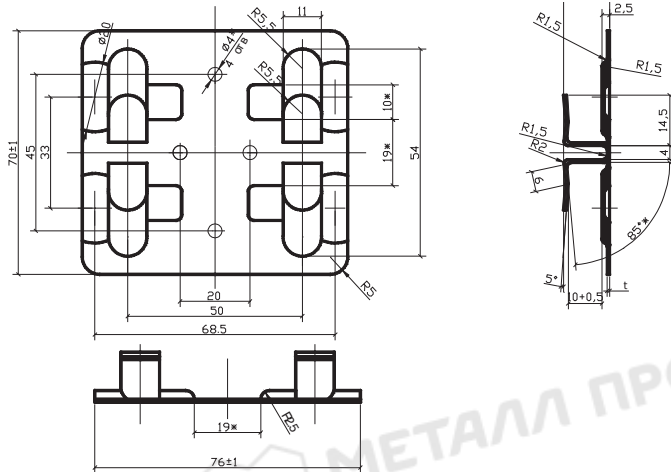
$$\underline{\underline{\sum N = 151,2 \text{ кгс} < N_{\text{отр}}}}$$

В качестве допускаемого осевого усилия $N_{\text{отр}}$ принимается меньшее из двух значений:

- значение, полученное на основе обработки результатов испытаний или приведенное в ТС на основе данных поставщика для дюбеля (анкера) данной марки, вида;

- значение, определённое по прочности стенового материала.

Пример расчета сечения кляммера

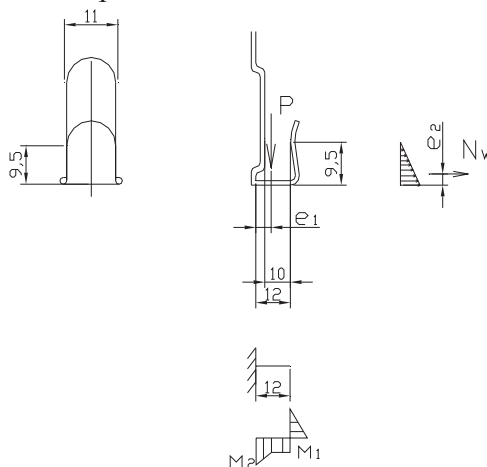


$t=1,0$ мм

Общие данные

1. Район строительства г. Москва
2. Высота здания 30м
3. Ветровой район I $W_0=23$ кгс/м² (Тип местности В)
4. Материал кляммера – ASIS 321 $R_y=1900$ кгс/см²

Расчетная схема элемента кляммера



Геометрические характеристики сечения:

$$W = \frac{0.1^2 * 1.1}{6} = 0.00183 \text{ см}^3$$

Расчетная ветровая нагрузка

$$N_w = W_m * 0.5 * a * 0.5 * v = 128.0 * 0.5 * 0.6 * 0.5 * 0.6 = 11.52 \text{ кгс}$$

Расчетная нагрузка от собственного веса плитки

$$P = G_{c.b.} * 0.5 * a * v = 27.5 * 0.5 * 0.6 * 0.6 = 4.95 \text{ кгс};$$

Где:

- a=600мм – ширина керамогранитной плитки;

- v=600 – высота керамогранитной плитки

Расчетные усилия:

$$M_2 = M_1 + P * e_1 = 2.88 + 4.95 * 0.2 = 3.87 \text{ кгс*см}$$

$$M_1 = N_w * e_2 = 11.52 * 0.25 = 2.88 \text{ кгс см}$$

Проверка прочности сечения кляммера:

$$\sigma = \frac{M_2}{W} + \frac{N_w}{A} = \frac{3.87}{0.00183} + \frac{11.52}{0.1 * 1.1} = 2220 \text{ кгс/см}^2 > 1900 \text{ кгс/см}^2$$

Вывод: Требуется увеличить толщину лапки кляммера, либо принять марку коррозионностойкой стали 12Х15Г9НД(ТУ РМО-006/05) с расчетным сопротивлением $R_y=2700 \text{ кгс/см}^2$

Проверка сечения пластины кляммера

$$N_w = W_m * 0.5 * a * v = 128 * 0.5 * 0.6 * 0.6 = 23.04 \text{ кгс}$$

$$M_3 = N_w * e_3 = 23.04 * 1.2 = 27.6, \text{ кгс*см}$$

С учетом ребер жесткости $W_3 = 0.0245 \text{ см}^3$

$$\sigma = \frac{M_3}{W_3} = \frac{27.6}{0.0245} = 1130 \text{ кгс/см}^2 < \frac{R_y}{\gamma_n} = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

6. Область применения облицовочных материалов

6.1 Облицовочные материалы (сайдинг вертикальный и горизонтальный, профилированный настил, линейные панели) воспринимают ветровые нагрузки и работают под действием этих нагрузок как разрезные и неразрезные балки пролетом равным расстоянию между направляющими, на которые они опираются.

Расчетные формулы

1. По прочности:

$$\dot{l} = \frac{q * l^2}{8} \text{ для однопролетной схемы; (245)}$$

$$\dot{l} = 0.125 * q * l^2 \text{ опорный для двухпролетной схемы; (246)}$$

$$\dot{l} = 0.07 * q * l^2 \text{ пролетный для двухпролетной схемы; (247)}$$

$$\dot{l} = 0.08 * q * l^2 \text{ пролетный для трехпролетной схемы; (248)}$$

$$\dot{l} = 0.1 * q * l^2 \text{ опорный для трехпролетной схемы; (249)}$$

$$\dot{l} = 0.077 * q * l^2 \text{ пролетный для четырехпролетной схемы; (250)}$$

$$\dot{l} = 0.107 * q * l^2 \text{ опорный для четырехпролетной схемы; (251)}$$

$$\sigma = R_y = \frac{M}{W_x} \text{ (252)}$$

$$q = \frac{R_y * W_x}{K * l^2} \text{ (253)}$$

2. По деформациям:

$$f = \frac{5 * q^h * l^4}{384 * E * 100 * J_x} \text{ для однопролетной схемы; (254)}$$

$$q = \frac{384 * E * 100 * J_x * f}{5 * l^4} = \frac{1.6128^{10} * J_x * f}{l^4} \text{ нруф} = \frac{l}{200} - q = \gamma_f * \frac{0.8064^8 * J_x * f}{l^3} \text{ (255)}$$

$$f = \frac{0.0052 * q^h * l^4}{E * 100 * J_x} \text{ для двухпролетной схемы; (256)}$$

$$q = \frac{E * 100 * J_x * f}{0.0052 * l^4} = \frac{4.0385^{10} * J_x * f}{l^4} = \gamma_f * \frac{2.01925^8 * J_x * f}{l^3} - \text{нруф} = \frac{l}{200} \text{ (257)}$$

$$f = \frac{0.00675 * q^h * l^4}{E * 100 * J_x} \text{ для трхпролетной схемы; (258)}$$

$$q = \frac{E * 100 * J_x * f}{0.00675 * l^4} = \frac{3.111^{10} * J_x * f}{l^4} = \gamma_f * \frac{1.555^8 * J_x}{l^3} * n_{pr} * f = \frac{l}{200} \quad (259)$$

$$f = \frac{0.0063 * q^h * l^4}{E * 100 * J_x} \text{ для четырехпролетной схемы (260).}$$

$$q = \frac{E * 100 * J_x * f}{0.0063 * l^4} = \frac{3.333^{10} * J_x * f}{l^4} = \gamma_f * \frac{1.6665^8 * J_x}{l^3} * n_{pr} * f = \frac{l}{200}; \quad (261)$$

Где: γ_f – коэффициент надежности по нагрузке

$$\gamma_f = 1,4$$

6.1.1 Сайдинг горизонтальный МП СК 14x 226

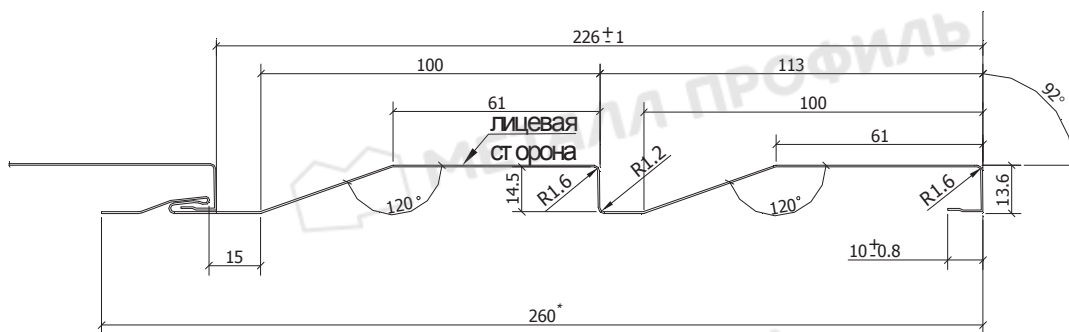


Рисунок 33

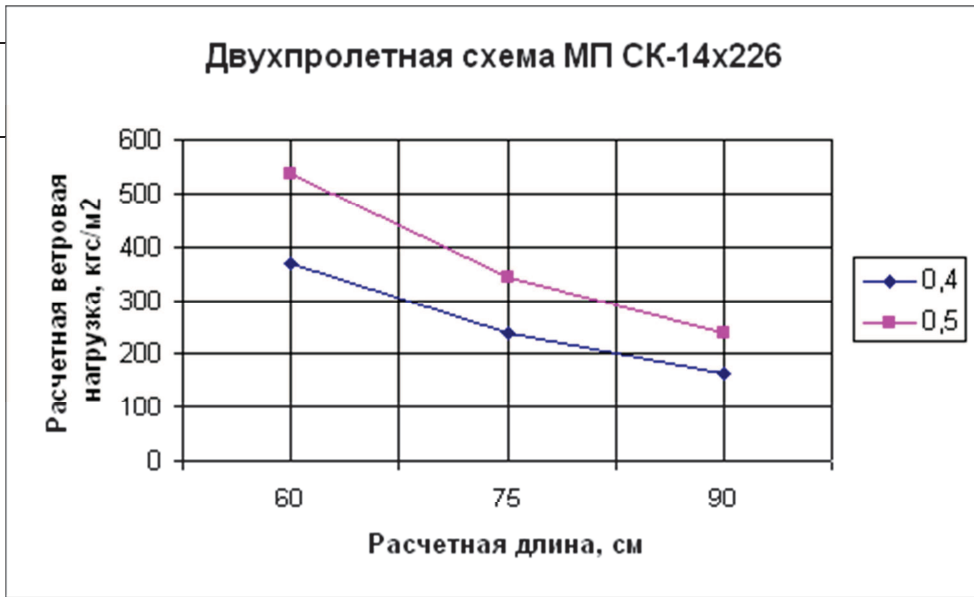
Таблица 23

Обозначение	t, мм	Длина, м	Площадь сечения A, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины		
					момент инерции I _x , см ⁴	момент сопротивления, см ³	
						W _{x1}	W _{x2}
МП СК-14x226	0,4	до 6,0	1,25	0,98	0,64	0,88	0,74
	0,5	до 6,0	1,56	1,35	0,85	1,1	1,07

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Таблица 24

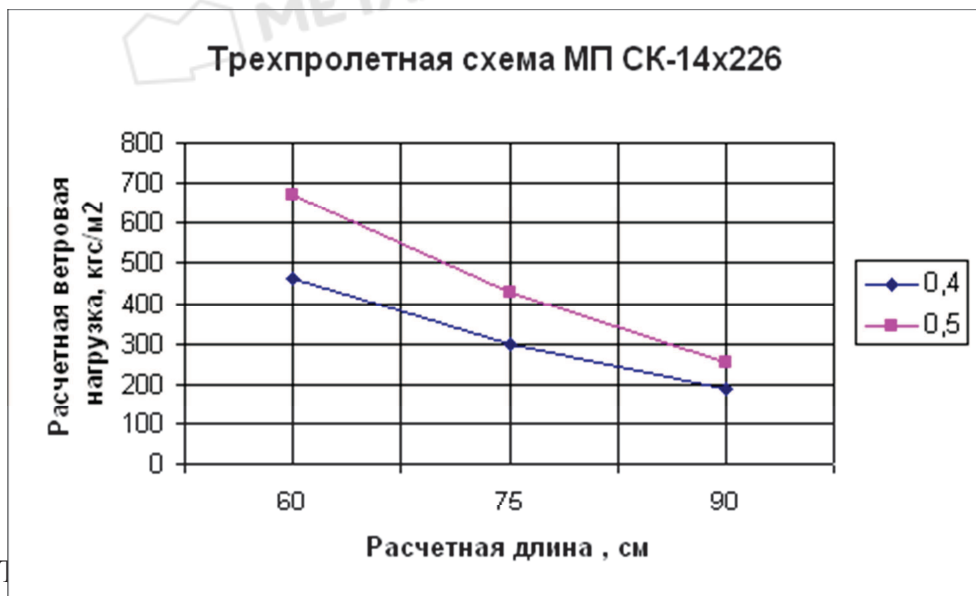
Тип профиля	Двухпролетная схема				
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см			
		60	75	90	
МП СК-14x226	0,4	370	237	164	
	0,5	535	342	238	



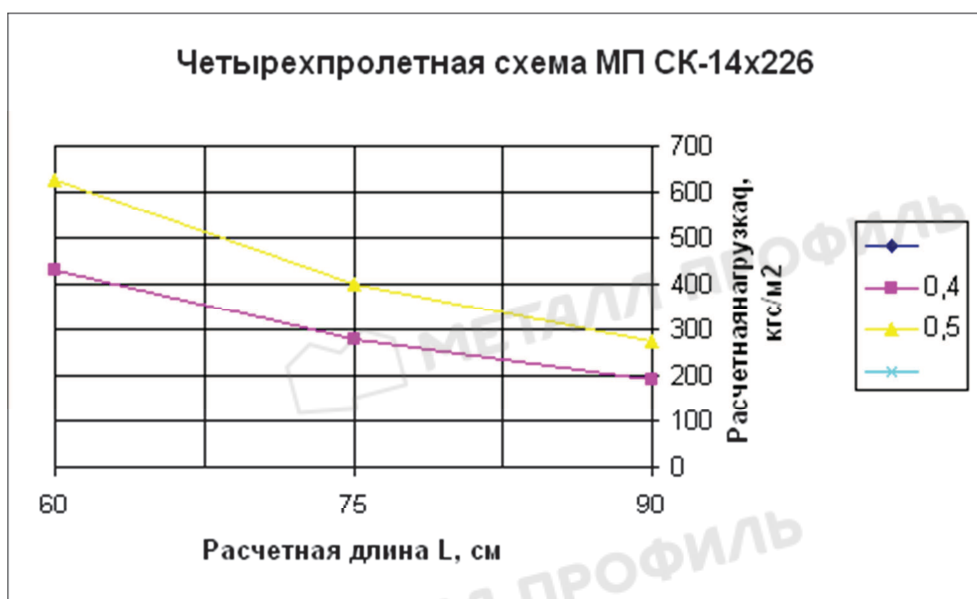
Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Таблица 25

Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП СК-14х226	0,4	463	296	191
	0,5	669	428	254

Расчетная нагрузка q , кгс/м²



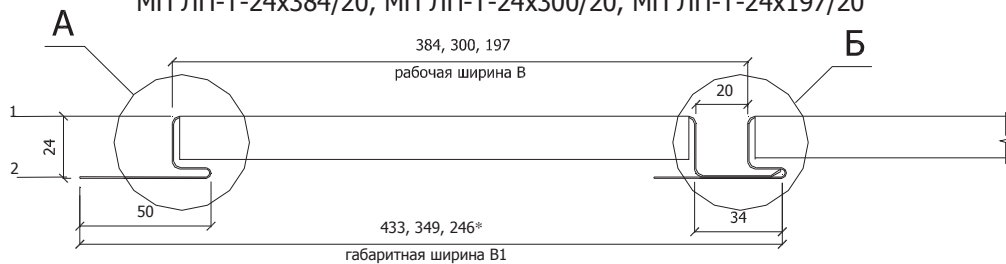
Тип профиля	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
		МП СК-14х226	0,4	432
	0,5	625	400	272



6.1.2 Линейные панели ВФ МП ЛП

Линейные панели ВФ МП ЛП-Т-24хВ/20 (с закрытыми торцами, руст 20 мм)

МП ЛП-Т-24х384/20, МП ЛП-Т-24х300/20, МП ЛП-Т-24х197/20



Линейные панели ВФ МП ЛП-Т-24хВ/R (с закрытыми торцами, без руста)

МП ЛП-Т-24х404/0, МП ЛП-Т-24х320/0, МП ЛП-Т-24х217/0

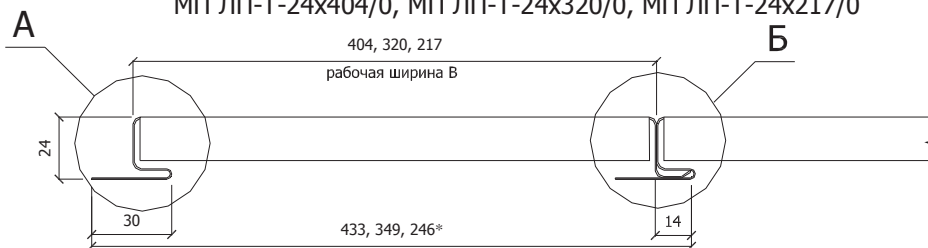


Рисунок 34

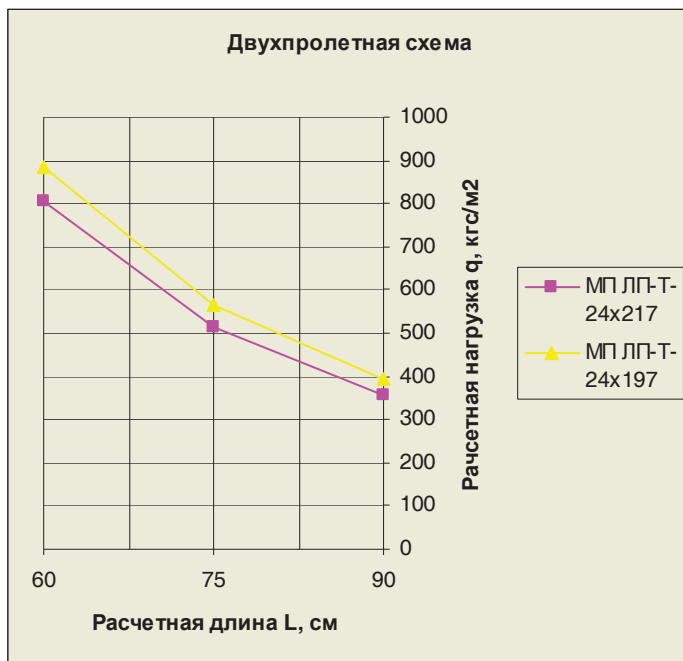
Таблица 27

Обозначение	t, мм	Длина, м	Площадь сечения A, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины			Ширина заготовки, мм
					момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³		
						Wx1	Wx2	
МП ЛП-Т-24х404/0	0,7	0,9 - 4,0	3,50	2,96	2,49	1,36	1,83	500
МП ЛП-Т-24х384/20					2,62	1,436	1,61	
МП ЛП-Т-24х320/0	0,7	0,9 - 4,0	2,91	2,46	3,14	1,72	1,93	416
МП ЛП-Т-24х300/20					3,35	1,83	2,05	
МП ЛП-Т-24х217/0	0,5	0,9 - 4,0	1,57	1,35	2,99	1,61	1,95	313
МП ЛП-Т-24х197/20					3,29	1,77	2,14	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

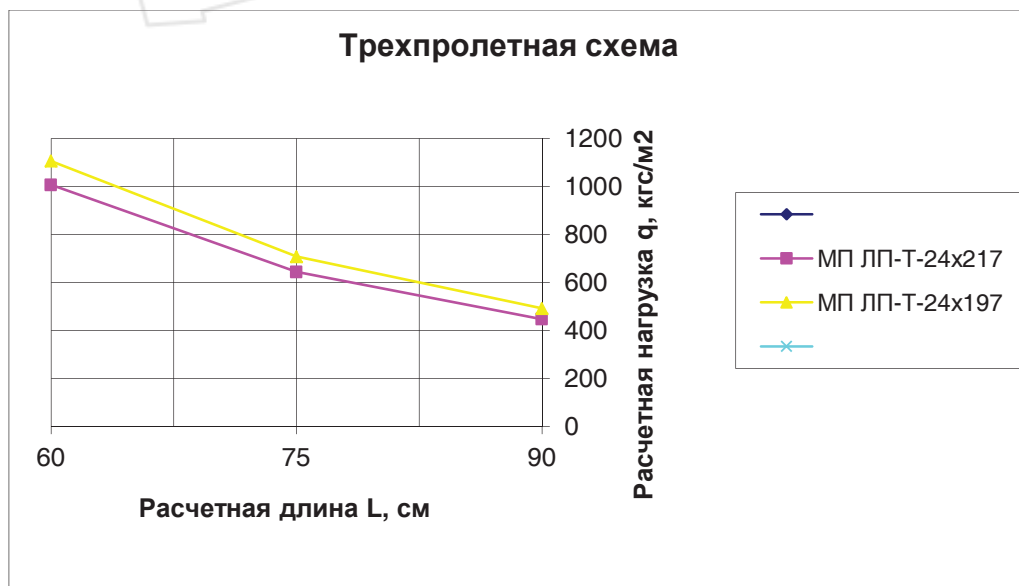
Таблица 28

Тип профиля	Двухпролетная схема		
	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24х217	805	515	358
МП ЛП-Т-24х197	885	566	393



Расчетная нагрузка q , кг/м²
Таблица 29

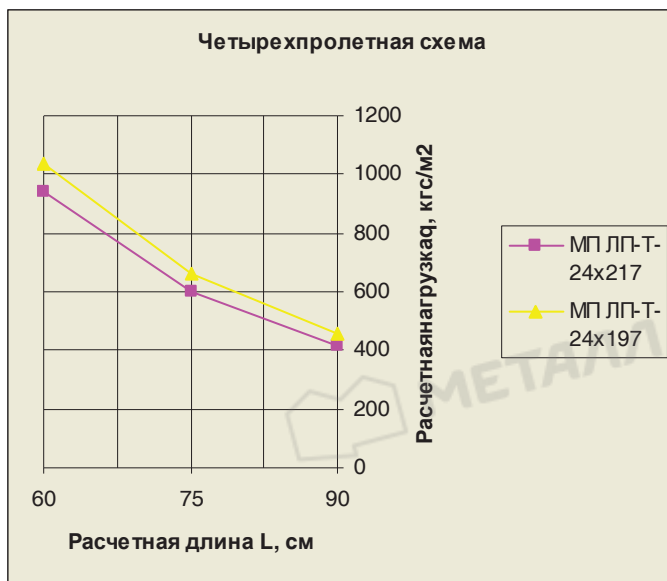
трехпролетная схема			
Тип профиля	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24x217	1006	644	447
МП ЛП-Т-24x197	1106	708	492



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Таблица 30

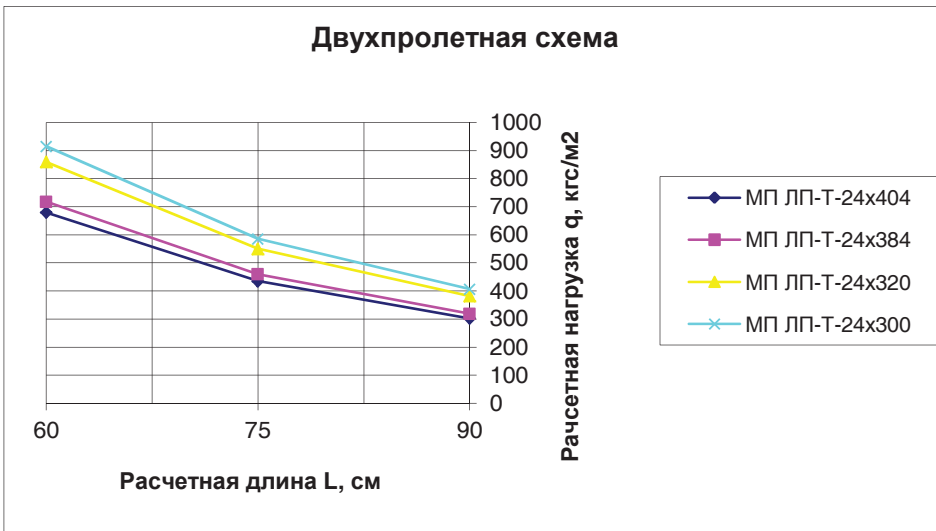
четырёхпролетная схема			
Тип профиля	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24x217	940	602	418
МП ЛП-Т-24x197	1034	662	460



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

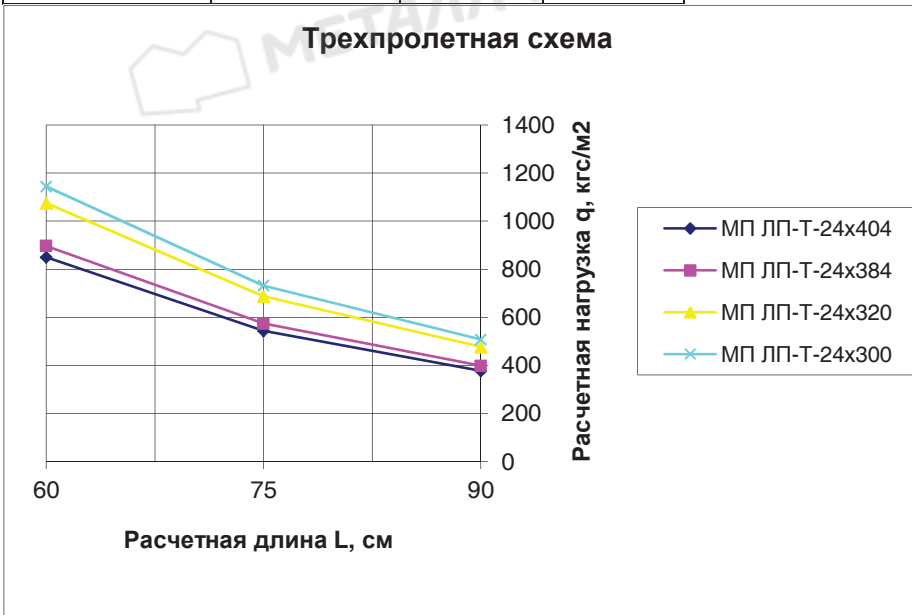
Таблица 31

Тип профиля	Двухпролетная схема		
	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24x404	680	435	302
МП ЛП-Т-24x384	718	460	319
МП ЛП-Т-24x320	860	550	382
МП ЛП-Т-24x300	915	586	407



Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Таблица 32

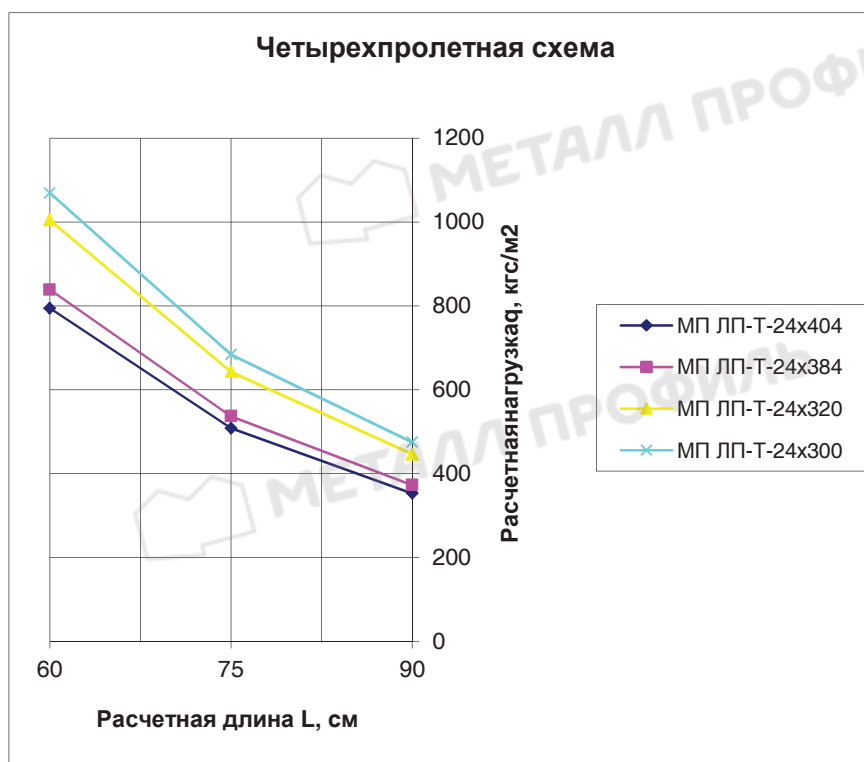
трехпролетная схема			
Тип профиля	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24x404	850	544	378
МП ЛП-Т-24x384	898	574	399
МП ЛП-Т-24x320	1075	688	478
МП ЛП-Т-24x300	1144	732	508



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Таблица 33

четырёхпролетная схема			
Тип профиля	Расчетная длина L, см		
	60	75	90
МП ЛП-Т-24x404	794	508	353
МП ЛП-Т-24x384	839	537	373
МП ЛП-Т-24x320	1005	643	447
МП ЛП-Т-24x300	1069	684	475



6.1.3 Профилированный лист С-8х1150-А, В

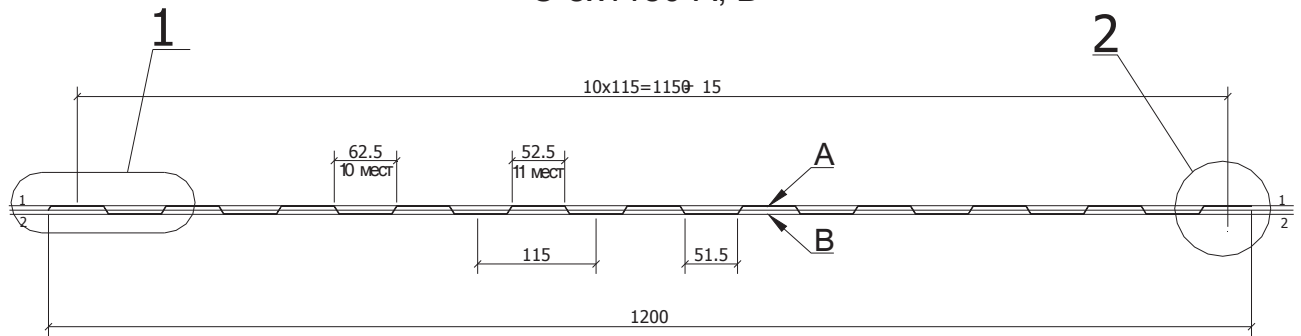


Рисунок 36

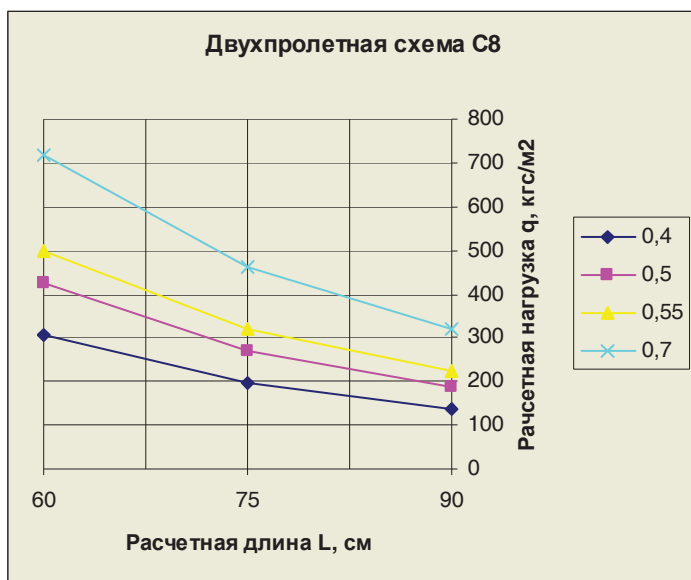
Таблица 38

Обозначение	t, мм	Площадь сечения А, см ²	Масса 1 м длины кг	Справочные величины 1 м ширины						Масса 1 м ² полной ширины кг	Масса 1 м ² полезной ширины кг	Ширина заготовки мм
				скаты по оси 1-1			скаты по оси 2-2					
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³		момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
	Wx1	Wx2		Wx1	Wx2							
С-8х1150-А,В	0,4	5,00	4,4	0,4	1,25	0,61	0,4	0,61	1,25	3,67	3,83	1250
С-8х1150-А,В	0,5	6,25	5,4	0,54	1,56	0,85	0,54	0,85	1,56	4,50	4,7	
С-8х1150-А,В	0,55	6,88	5,9	0,61	1,7	1,0	0,61	1,0	1,7	4,92	5,13	
С-8х1150-А,В	0,7	8,75	7,4	0,83	2,1	1,44	0,83	1,44	2,1	6,17	6,43	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

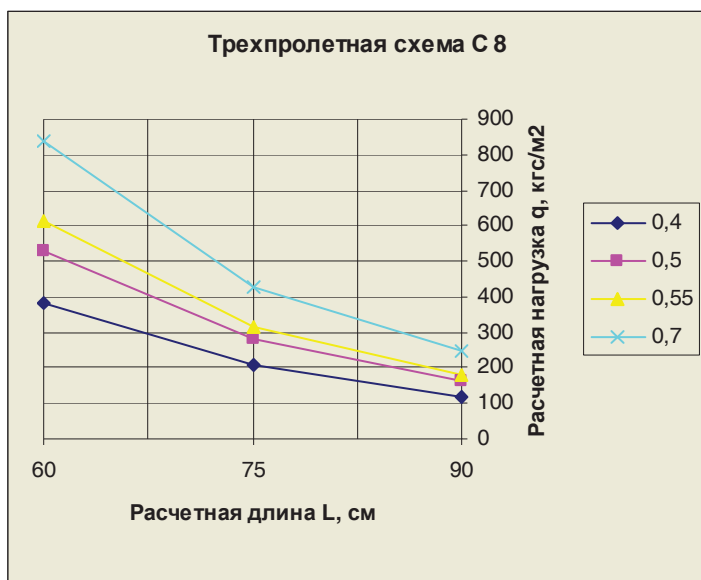
Таблица 39

Тип профиля	Двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
С8	0,4	305	195	136
	0,5	425	272	189
	0,55	500	320	222
	0,7	720	461	320



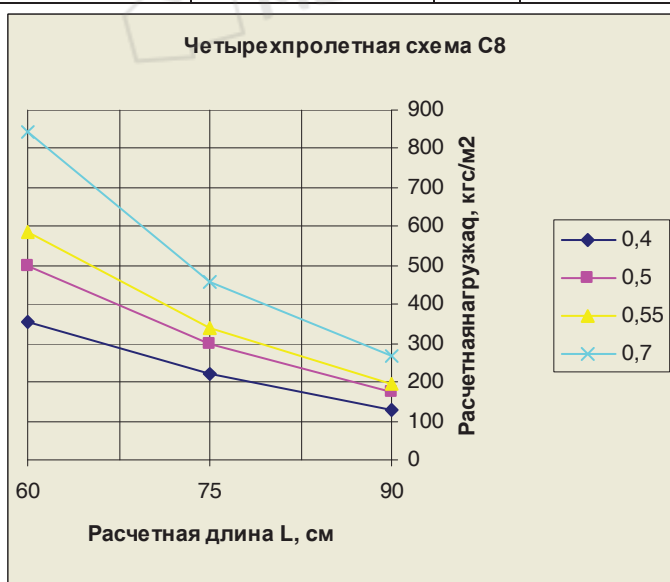
Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 40

Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
С8	0,4	381	206	119
	0,5	531	279	161
	0,55	615	315	182
	0,7	837	428	248



Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 41

Тип профиля	четырёхпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
С8	0,4	356	221	128
	0,5	496	299	173
	0,55	584	337	195
	0,7	841	459	266



6.1.4 Профилированный лист МП-20х1100-А,В

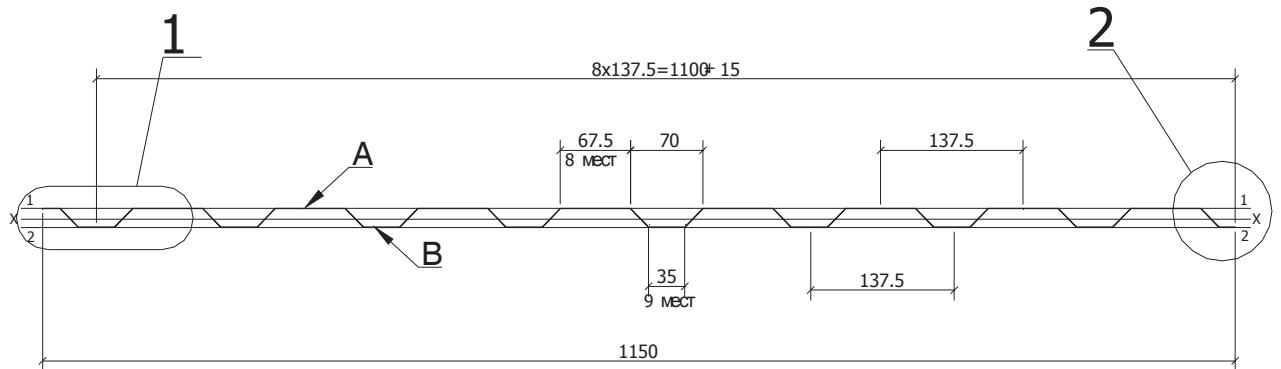


Рисунок 38

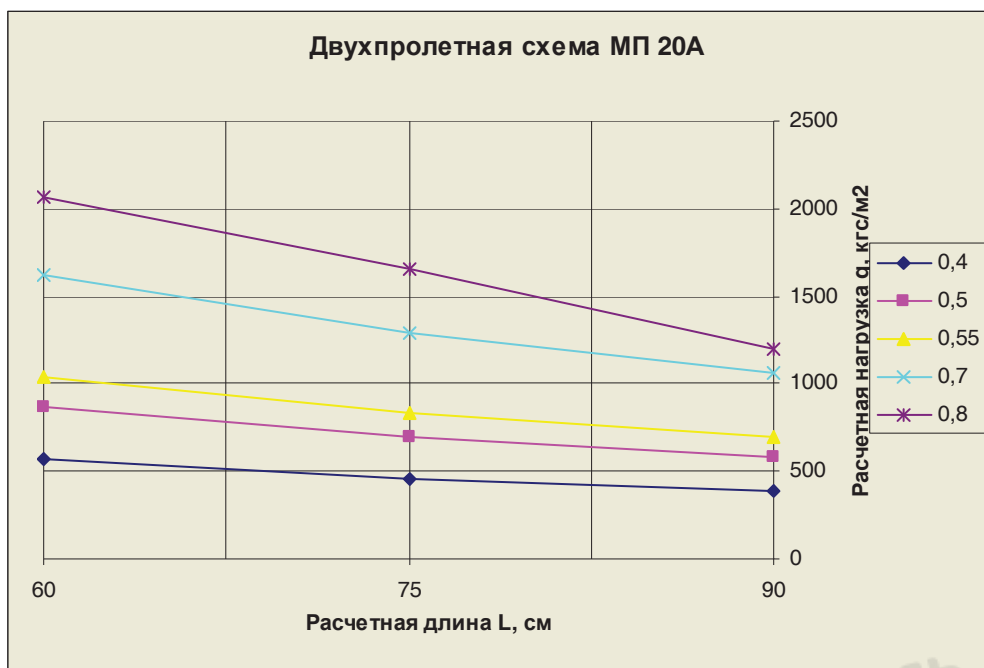
Таблица 42

Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки, мм
				сжаты по оси 1-1			сжаты по оси 2-2					
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³		момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
	Wx1	Wx2		Wx1	Wx2							
МП-20х1100-А,В	0,4	5,00	4,4	1,75	2,38	1,63	3,32	2,88	6,45	3,83	4,0	1250
МП-20х1100-А,В	0,5	6,25	5,4	2,24	2,76	2,07	3,94	3,52	7,17	4,70	4,91	
МП-20х1100-А,В	0,55	6,88	5,9	2,52	2,95	2,31	4,25	3,83	7,47	5,13	5,36	
МП-20х1100-А,В	0,7	8,75	7,4	3,52	3,54	3,13	5,26	4,77	8,24	6,44	6,73	
МП-20х1100-А,В	0,8	10,00	8,4	4,34	3,98	3,78	5,93	5,41	8,69	7,3	7,64	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

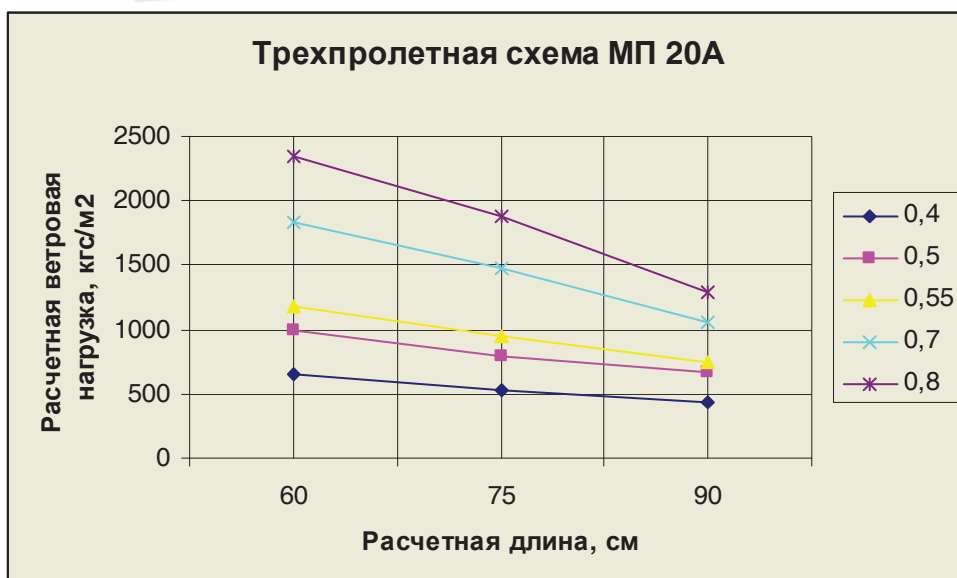
Т а б л и ц а 43

Тип профиля	двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 20А	0,4	575	460	384
	0,5	873	698	582
	0,55	1041	833	694
	0,7	1619	1295	1060
	0,8	2063	1651	1202



Расчетная нагрузка q , кг/м²
Т а б л и ц а 44

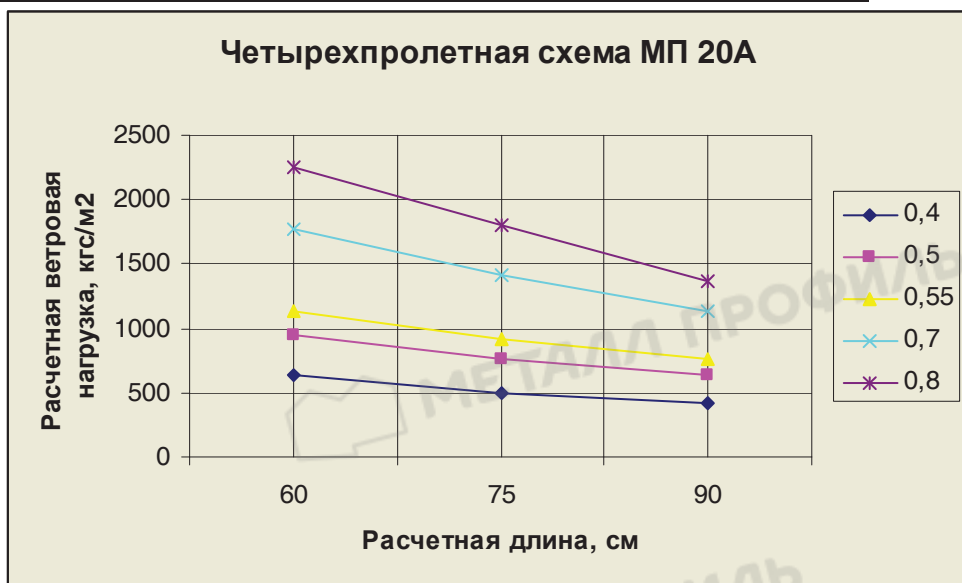
Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 20А	0,4	654	523	436
	0,5	992	794	661
	0,55	1183	947	753
	0,7	1840	1472	1051
	0,8	2345	1876	1296



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 45

Тип профиля	четырёхпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 20А	0,4	629	503	420
	0,5	955	764	637
	0,55	1139	911	759
	0,7	1771	1417	1127
	0,8	2257	1805	1364



6.1.5 Профилированный лист С21-1000

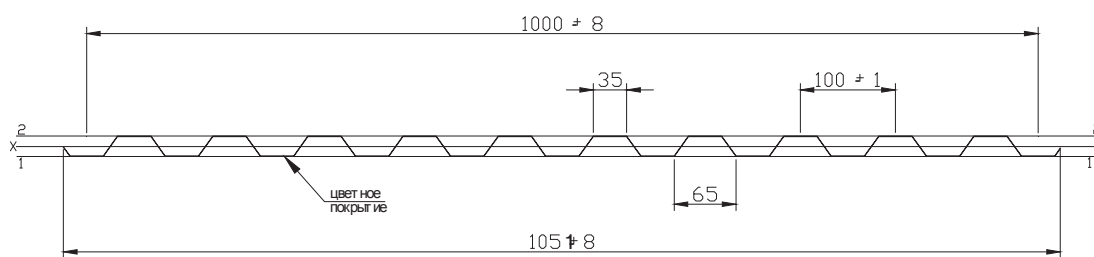


Рисунок 39

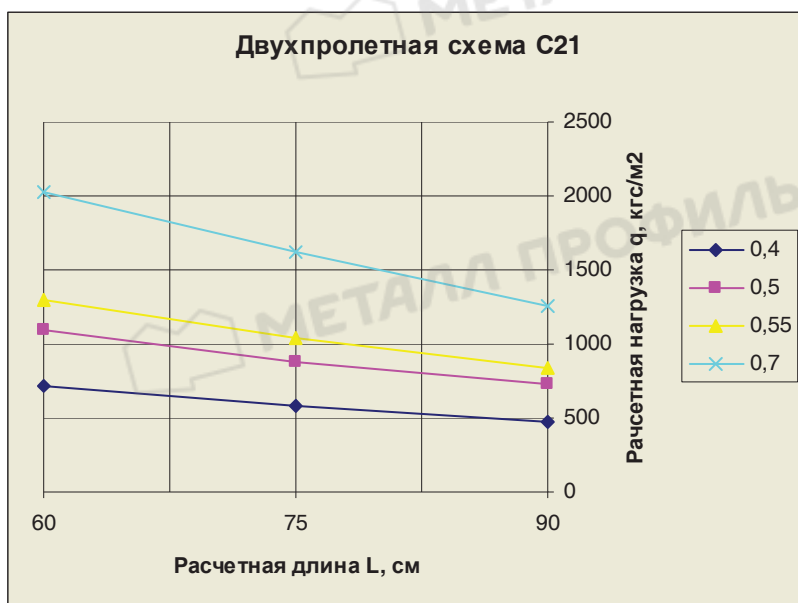
Таблица 46

Обозначение	t,	Площадь сечения А, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки, мм
				сжаты по оси 1-1			сжаты по оси 2-2					
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³		момент инерции Iy, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
					W×1	W×2		W×1	W×2			
C 21 - 1000-0,4	0,4	5,00	4,4	3,32	3,84	2,64	3,32	2,65	3,85	4,19	4,4	1250
C 21 - 1000-0,5	0,5	6,24	5,42	4,27	4,47	3,37	4,27	3,38	4,49	5,14	5,42	
C 21 - 1000-0,55	0,55	6,88	5,91	4,80	4,79	3,77	4,80	3,78	4,80	5,61	5,91	
C 21 - 1000-0,7	0,7	8,75	7,4	6,32	6,07	5,81	6,28	6,14	5,66	7,04	7,4	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Таблица 47

Тип профиля	Двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
C21	0,4	718	575	479
	0,5	1090	872	727
	0,55	1300	1040	838
	0,7	2021	1617	1258

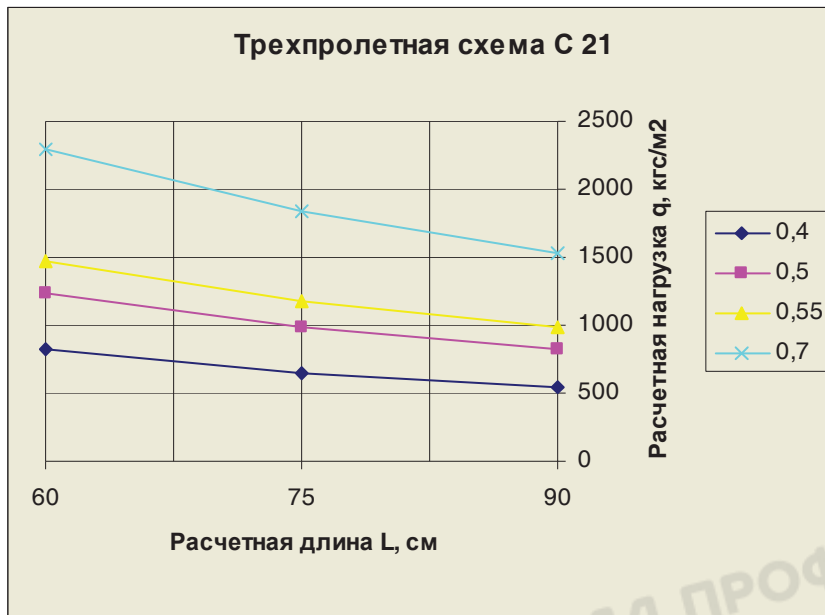


Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Таблица 48

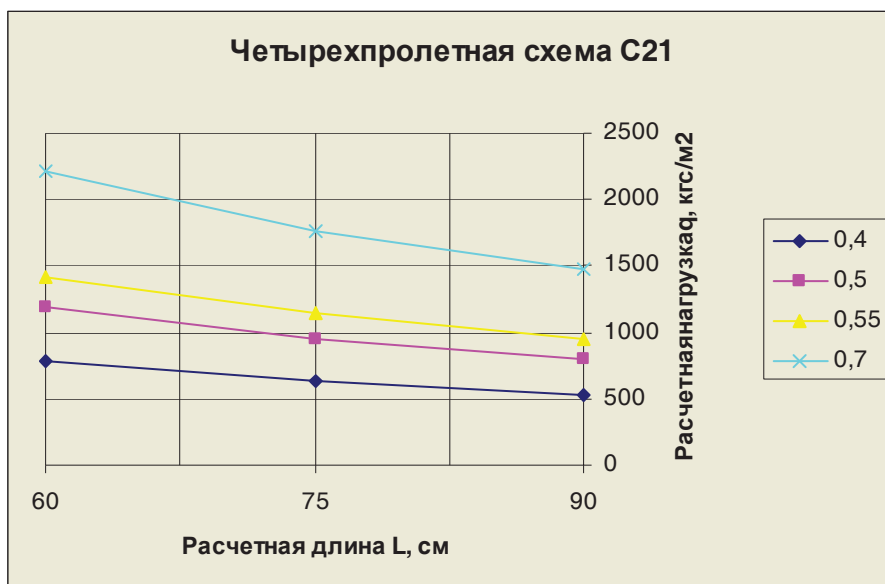
Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
C21	0,4	816	653	544
	0,5	1239	991	826

C21	0,55	1477	1182	985
	0,7	2297	1837	1531



Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 49

Тип профиля	четырёхпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
C21	0,4	786	628	524
	0,5	1192	954	795
	0,55	1421	1137	948
	0,7	2210	1768	1469



6.1.6 Профилированный лист НС-35х1000-А,В

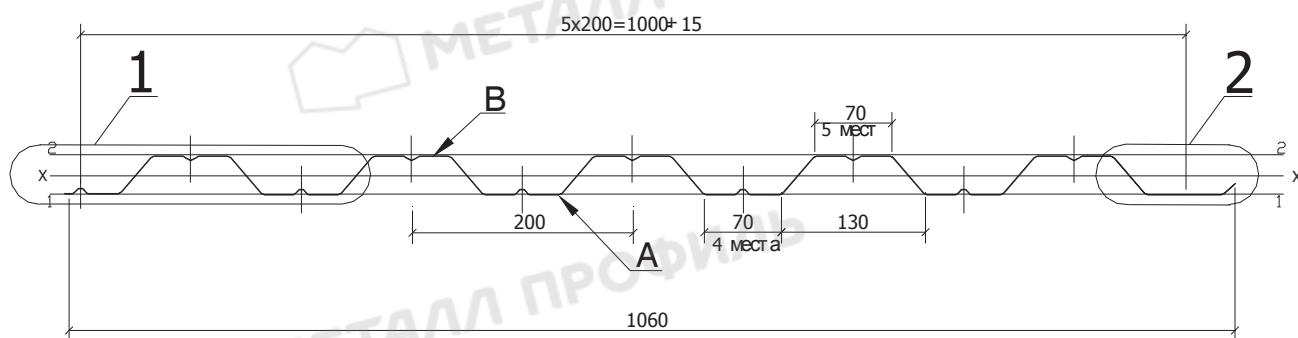


Рисунок 40

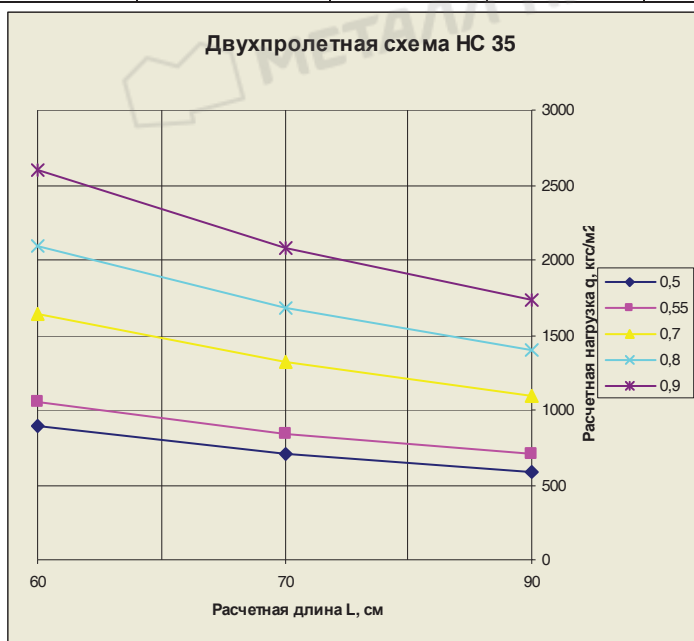
Таблица 50

Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки мм
				схаты по оси 2-2			схаты по оси 1-1					
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³		момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
	Wx1	Wx2		Wx1	Wx2							
НС-35х1000-А,В	0,5	6,25	5,4	12,89	7,1	6,35	12,89	6,35	7,1	5,09	5,4	1250
НС-35х1000-А,В	0,55	6,88	5,9	14,18	8,11	7,02	14,18	7,02	8,11	5,57	5,9	
НС-35х1000-А,В	0,7	8,75	7,4	17,36	9,95	9,58	17,87	10,73	9,74	6,98	7,4	
НС-35х1000-А,В	0,8	10,0	8,4	19,89	11,44	10,92	20,25	12,16	11,04	7,93	8,4	
НС-35х1000-А,В	0,9	11,25	9,3	22,36	14,46	11,45	22,36	14,46	11,45	8,77	9,3	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Т а б л и ц а 51

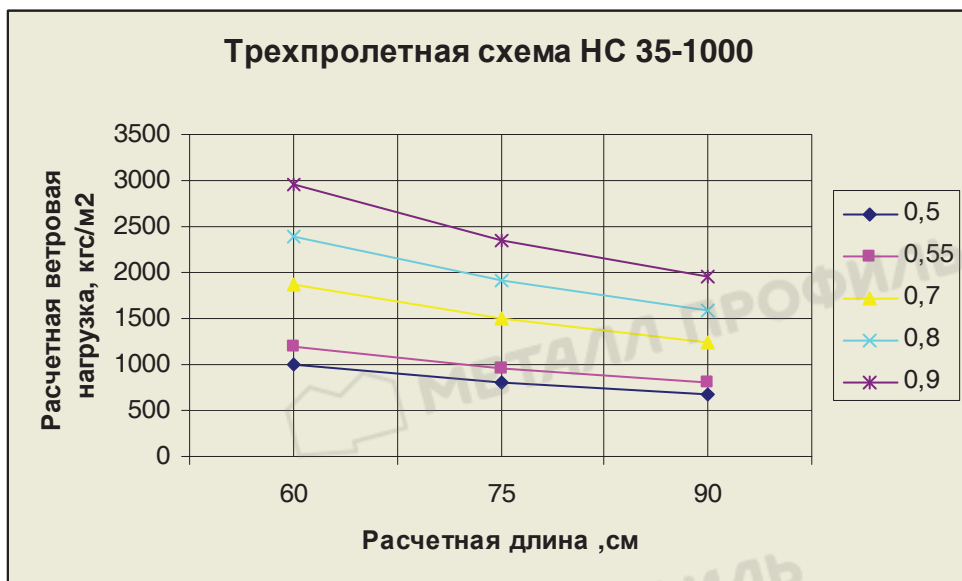
Тип профиля	двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	70	90
НС 35	0,5	887	710	591
	0,55	1058	846	705
	0,7	1645	1316	1097
	0,8	2096	1677	1397
	0,9	2594	2075	1729



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 52

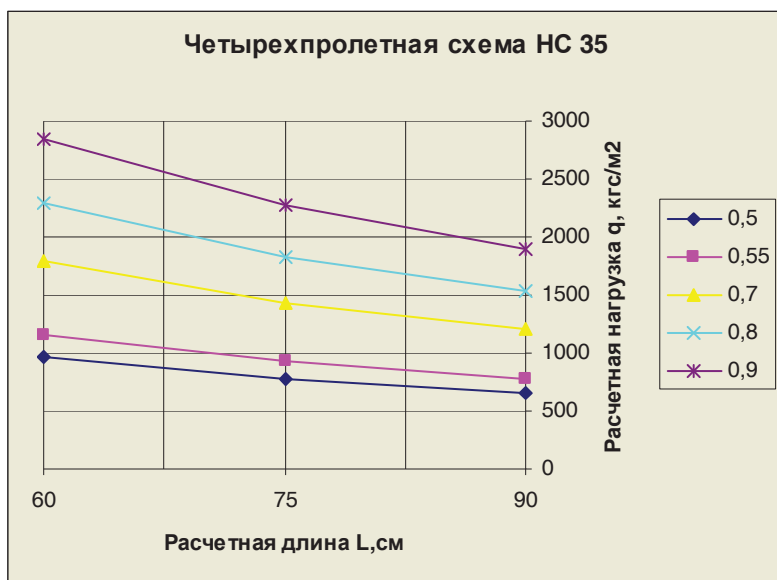
Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
НС 35	0,5	1008	806	672
	0,55	1202	962	801
	0,7	1869	1495	1246
	0,8	2382	1906	1588
	0,9	2947	2358	1965



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 53

Тип профиля	четырёхпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
НС 35	0,5	970	776	647
	0,55	1157	925	771
	0,7	1799	1439	1199
	0,8	2292	1834	1528
	0,9	2837	2269	1891



6.1.7 Профилированный лист МП-35х1035-А,В

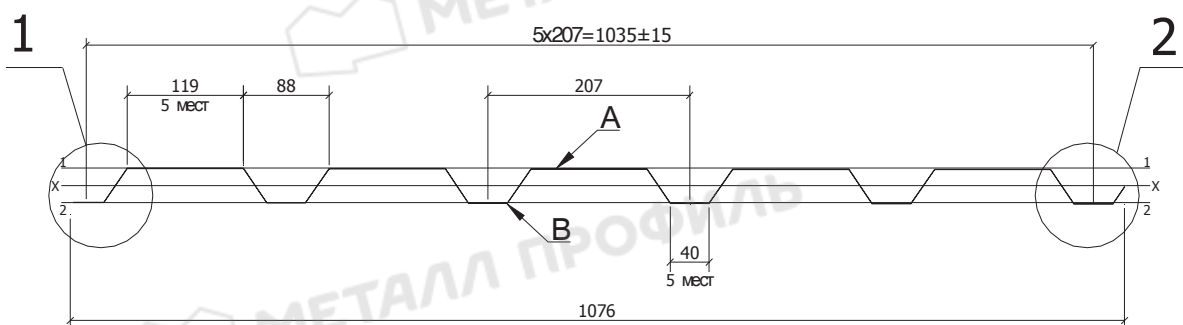


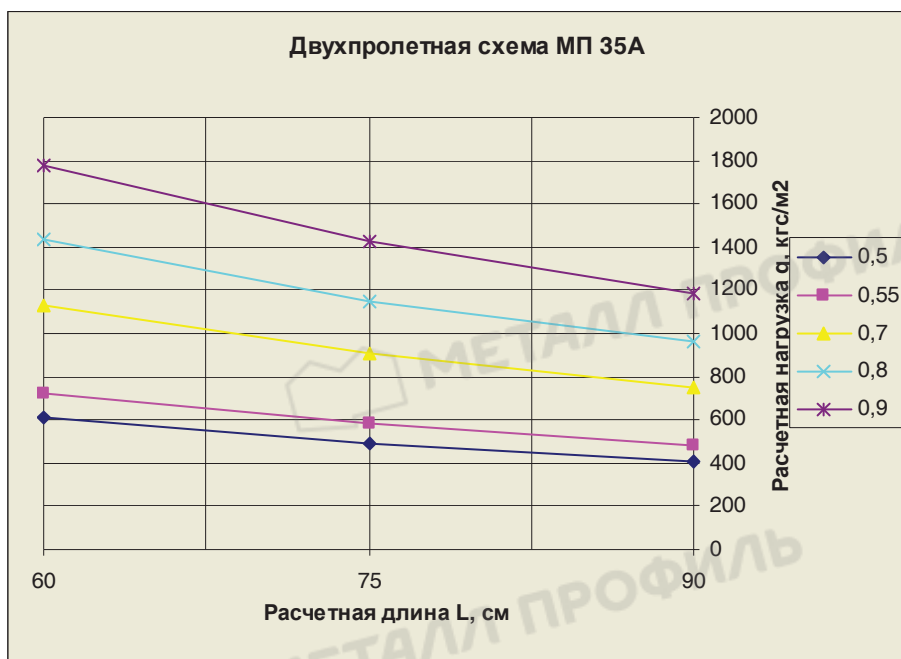
Рисунок 41

Таблица 54

Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки, мм
				сжатые по оси 1-1		сжатые по оси 2-2		момент инерции I _x , см ⁴	момент инерции I _y , см ⁴			
				момент инерции I _x , см ⁴	момент сопротивления W _{x1}	момент сопротивления W _{x2}	момент сопротивления W _{y1}					
МП-35х1035-А,В	0,5	6,25	5,4	5,61	2,07	2,79	20,01	8,51	21,92	5,02	5,2	1250
МП-35х1035-А,В	0,55	6,88	5,9	6,68	2,38	3,31	21,52	9,28	23,15	5,48	5,7	
МП-35х1035-А,В	0,7	8,75	7,4	10,55	3,45	5,25	26,15	11,52	26,27	6,88	7,1	
МП-35х1035-А,В	0,8	10,00	8,4	13,72	4,28	6,90	29,70	12,98	28,00	7,81	8,1	
МП-35х1035-А,В	0,9	11,25	9,3	17,39	5,22	8,86	33,20	14,42	29,51	8,64	9,0	

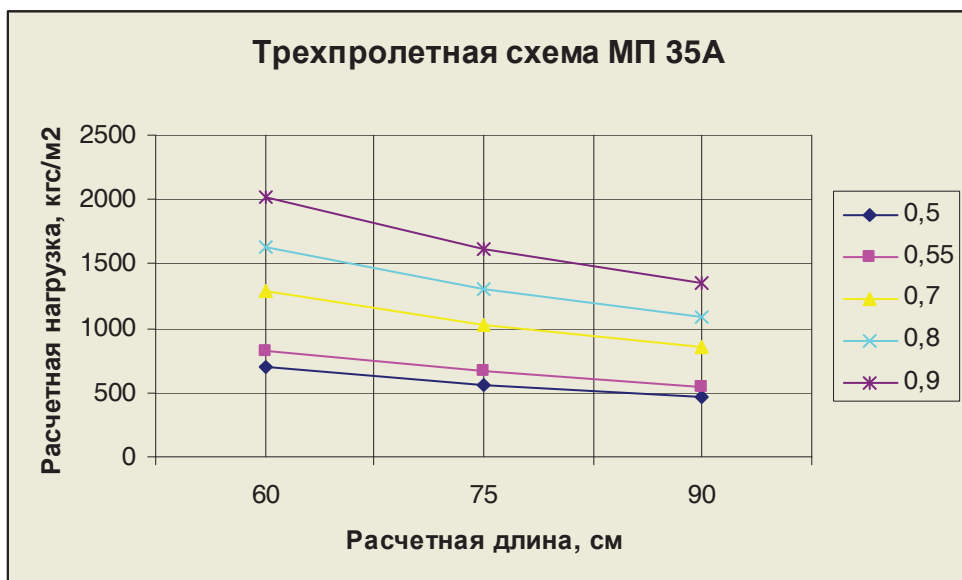
Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 55

Тип профиля	двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 35А	0,5	609	487	406
	0,55	726	581	484
	0,7	1129	903	753
	0,8	1439	1151	959
	0,9	1780	1424	1187



Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 56

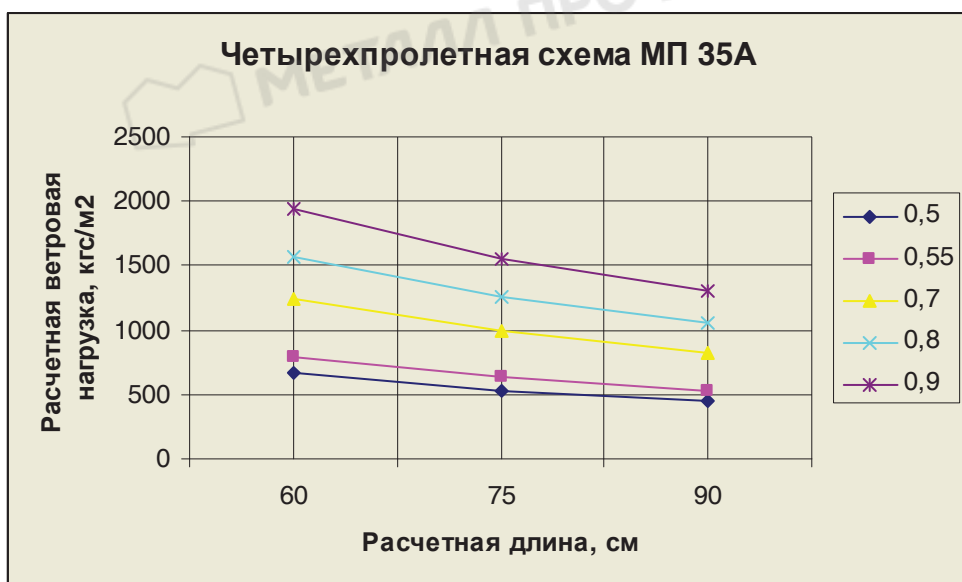
Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 35А	0,5	692	553	461
	0,55	825	660	550
	0,7	1283	1026	855
	0,8	1635	1308	1090
	0,9	2023	1618	1349



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 57

Тип профиля	четырёхпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 35А	0,5	666	533	444
	0,55	794	635	529
	0,7	1235	988	823
	0,8	1573	1259	1049
	0,9	1947	1558	1298



6.1.8 Профилированный лист С-44х1000-А,В

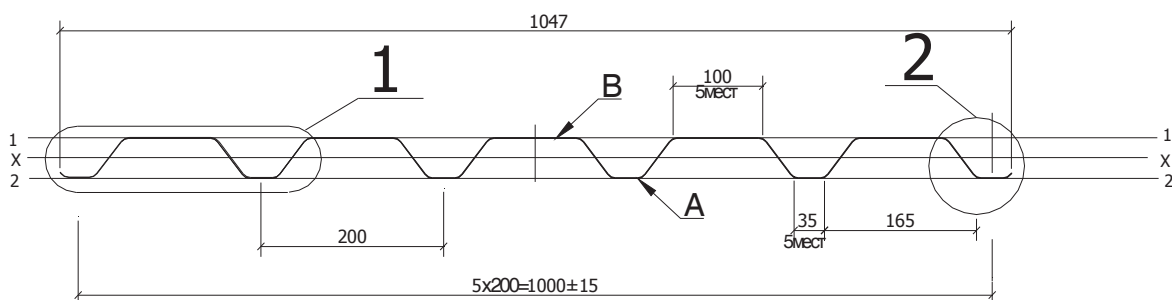


Рисунок 4

Таблица 58

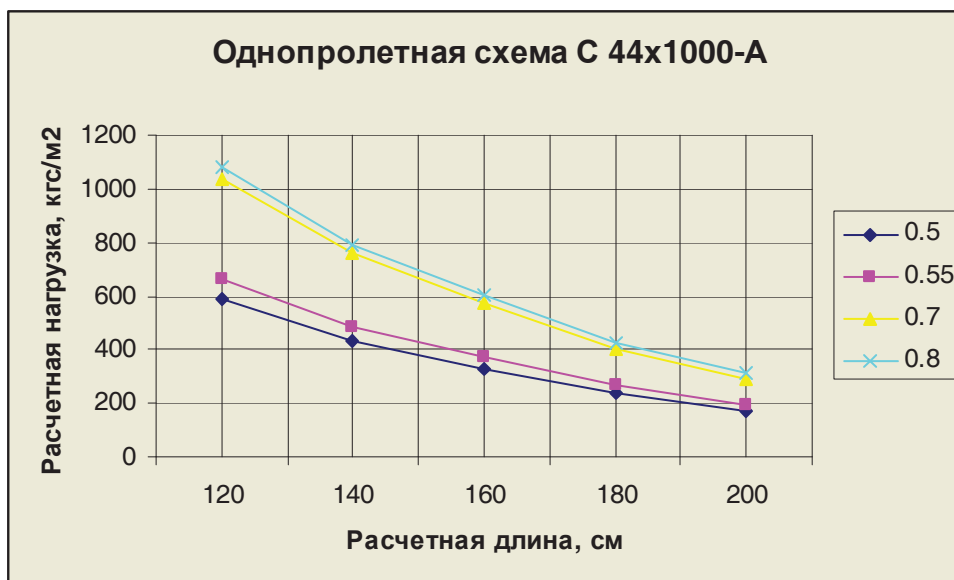
Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки мм
				при сжатых узких полках		при сжатых широких полках		момент инерции Ix, см ⁴	момент инерции Iy, см ⁴			
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления Wx1	момент инерции Iy, см ⁴	момент сопротивления Wx2					
С-44х1000-А,В	0,5	6,25	5,4	22,5	6,1	17,6	12,2	5,2	4,7	5,16	5,4	1250
С-44х1000-А,В	0,55	6,88	5,9	24,6	6,9	19,5	13,7	5,8	5,3	5,64	5,9	
С-44х1000-А,В	0,7	8,75	7,4	25,4	9,3	15,2	20,7	8,3	8,5	7,07	7,4	
С-44х1000-А,В	0,8	10,0	8,4	30,6	11,4	17,8	22,1	8,63	8,85	8,02	8,4	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Т а б л и ц а 59

однопролетная схема		Расчетная длина L, см				
Тип профиля	Толщина, мм	120	140	160	180	200
		С44А	0.5	588	432	330
0.55	663		487	373	265	193
0.7	1038		762	571	401	292
0.8	1079		793	607	428	312

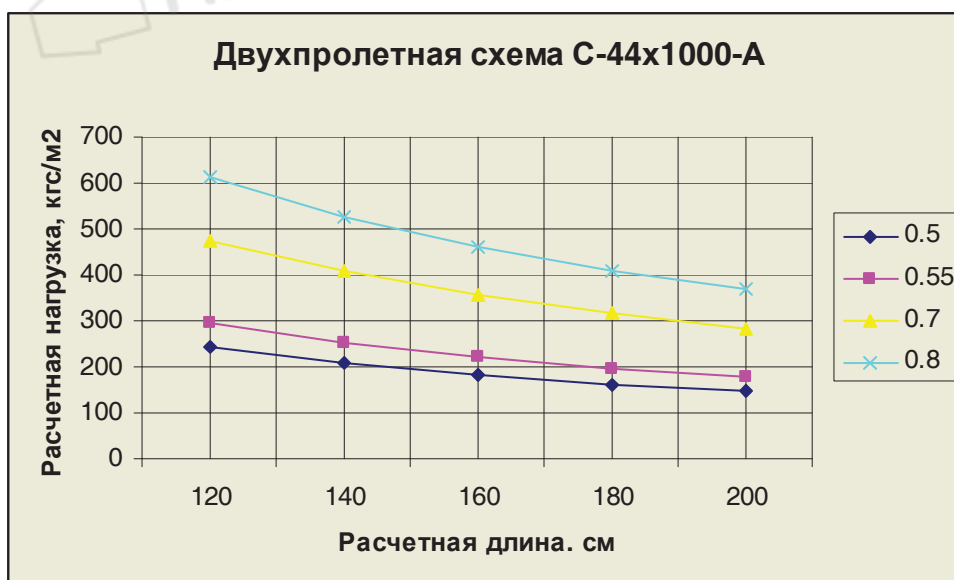
Расчетные усилия для L=120;140;160 по прочности L=180;200 - по деформациям



Расчетная нагрузка q , кгс/м²
Т а б л и ц а 60

Тип профиля	двухпролетная схема					
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
С44А	0.5	244	209	183	162	146
	0.55	295	253	221	197	177
	0.7	475	407	356	316	285
	0.8	614	526	461	409	368

Расчетные усилия приняты по устойчивости
стенки

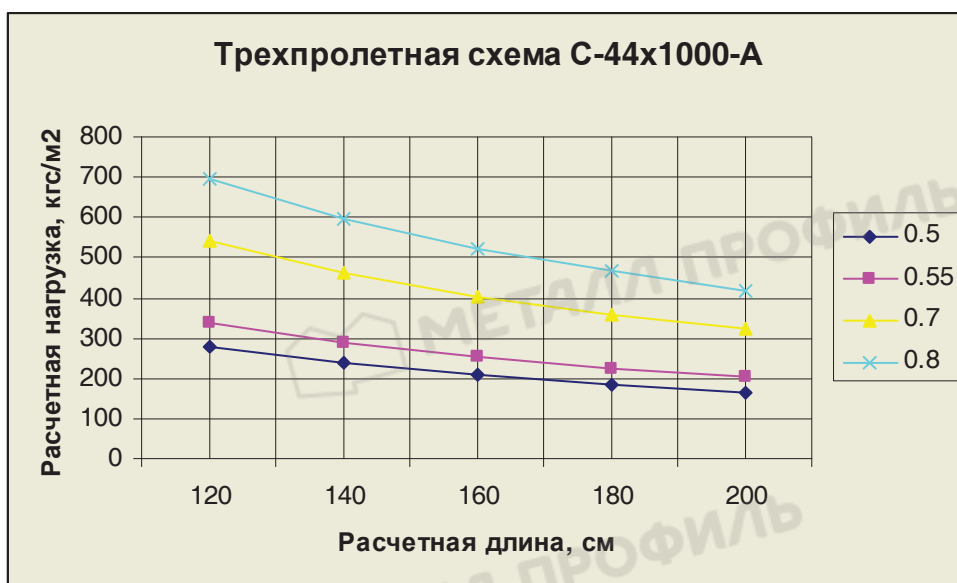


Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 61

Тип профиля	трехпролетная схема					
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
С44А	0.5	277	237	208	185	166
	0.55	335	288	252	224	201
	0.7	539	462	404	359	324
	0.8	698	598	523	465	419

Расчетные усилия приняты по устойчивости
стенки

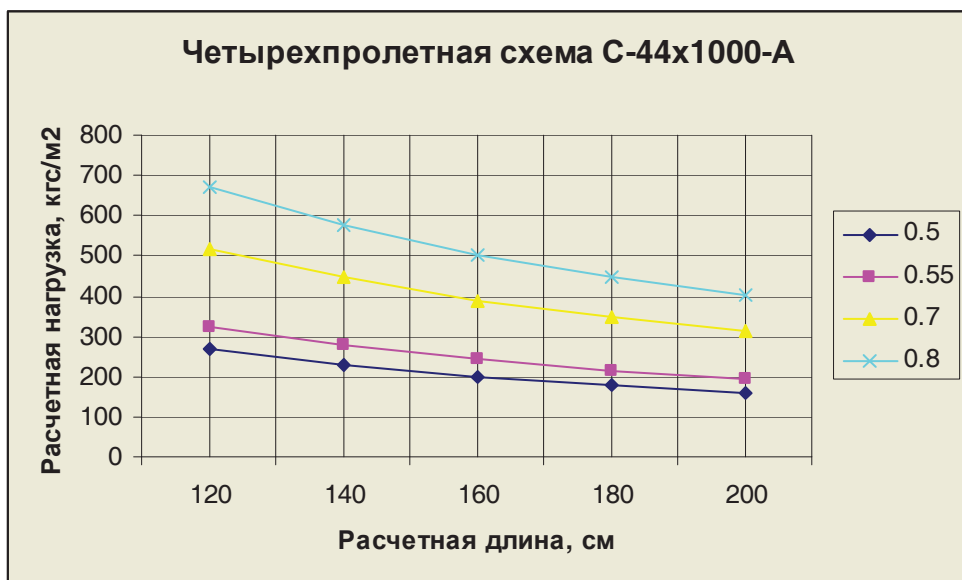


Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 62

Тип профиля	четырёхпролетная схема					
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
С44А	0.5	266	228	200	178	160
	0.55	323	277	242	215	194
	0.7	519	445	389	346	311
	0.8	672	576	504	448	403

Расчетные усилия приняты по устойчивости стенки



6.1.9 Профилированный лист МП-18х1100-А,В

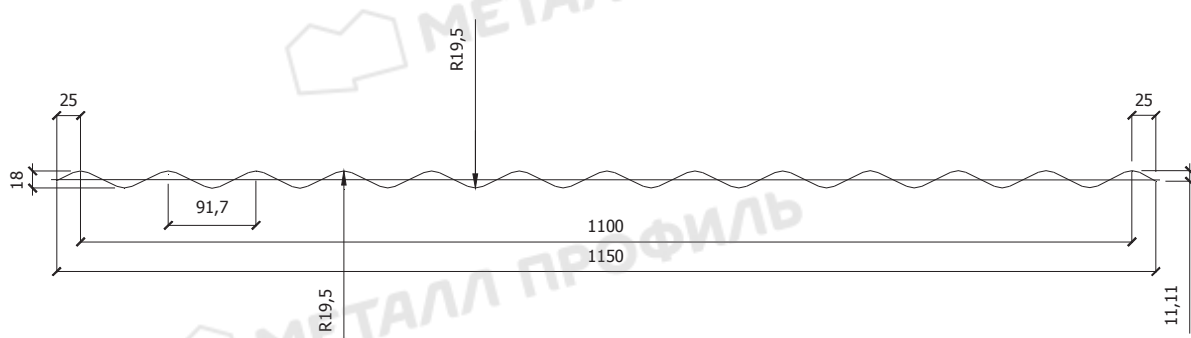


Рисунок 43

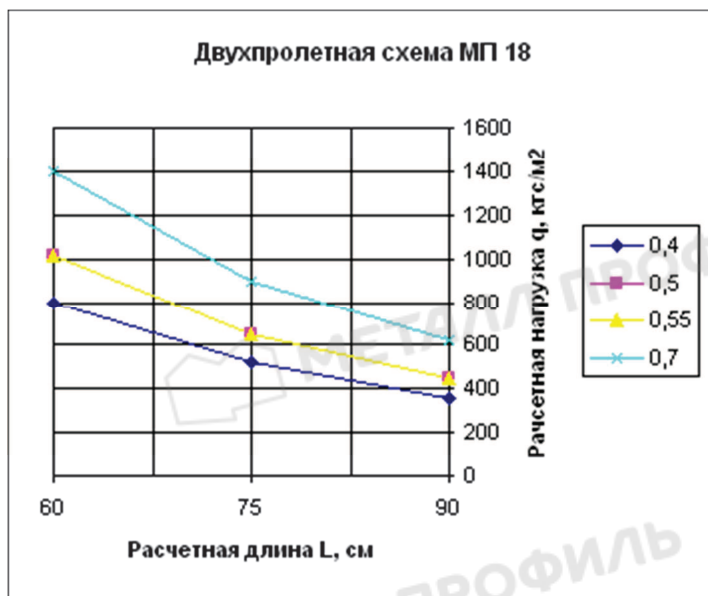
Таблица 63

Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины		Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки мм	
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
					Wx1				Wx2
МП- 18х1100- А,В	0,4	5,00	4,4	1,49	1,62	1,62	4,19	4,4	1250
МП- 18х1100- А,В	0,5	6,25	5,4	1,86	2,03	2,03	5,14	5,4	
МП- 18х1100- А,В	0,55	6,88	5,9	2,05	2,03	2,03	5,61	5,9	
МП- 18х1100- А,В	0,7	8,75	7,4	2,62	2,8	2,8	7,04	7,4	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Т а б л и ц а 64

Тип профиля	Двухпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 18	0,4	796	518	360
	0,5	1015	650	451
	0,55	1015	650	451
	0,7	1400	896	622

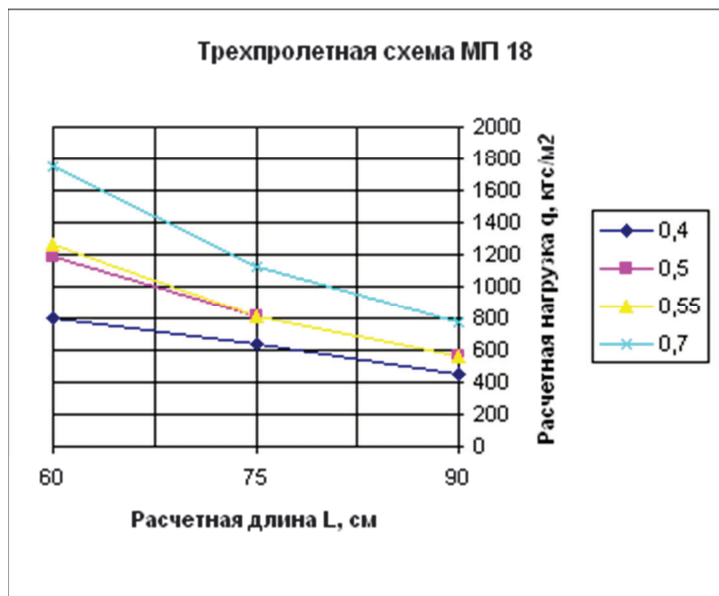


Расчетная нагрузка q , кгс/м²

 Т а б л и ц а 65

Тип профиля	трехпролетная схема			
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
МП 18	0,4	796	637	450
	0,5	1193	812	564
	0,55	1269	812	564
	0,7	1750	1120	778

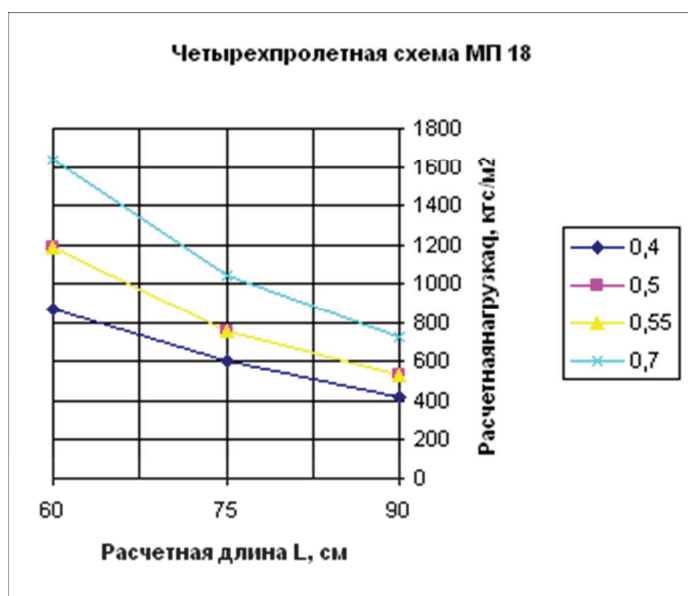
Расчетная нагрузка принята по деформации



Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Т а б л и ц а 66

четырёхпролетная схема				
Тип профиля	Толщина, мм	Расчетная длина L, см		
		60	75	90
		МП 18	0,4	871
	0,5	1186	759	527
	0,55	1186	759	527
	0,7	1636	1047	727



6.1.10 Угловой элемент МП-18х1100-90°

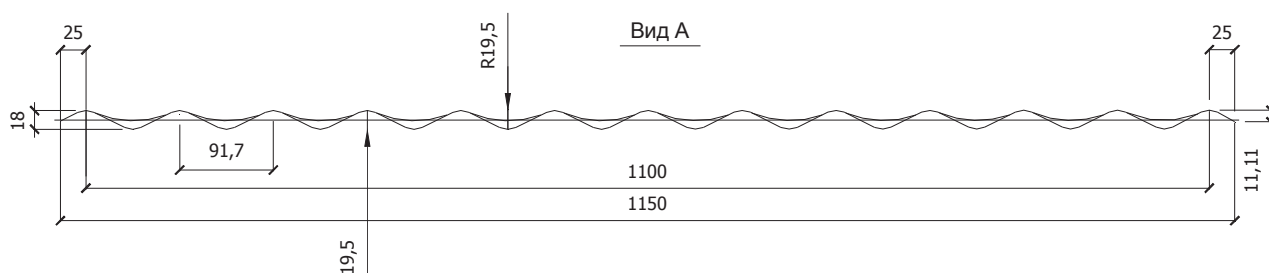


Рисунок 44

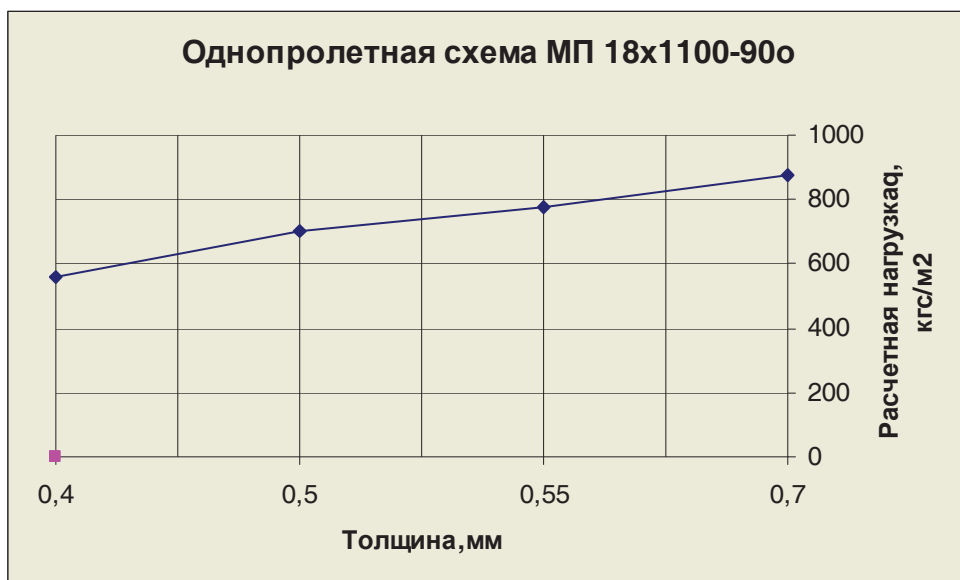
Таблица 67

Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см ²	Масса 1м длины, кг	Справочные величины 1м ширины			Масса 1 м ² полной ширины, кг	Масса 1 м ² полезной ширины, кг	Ширина заготовки мм
				момент инерции Ix, см ⁴	момент сопротивления, см ³				
					Wx1	Wx2			
МП- 18х1100- А,В	0,4	5,00	4,4	0,62	0,9	1,65	4,19	4,4	1250
МП- 18х1100- А,В	0,5	6,25	5,4	0,78	1,11	2,04	5,14	5,4	
МП- 18х1100- А,В	0,55	6,88	5,9	0,86	1,22	2,22	5,61	5,9	
МП- 18х1100- А,В	0,7	8,75	7,4	0,97	1,46	2,35	7,04	7,4	

Расчетная нагрузка q, кгс/м²

Т а б л и ц а 68

однопролетная схема					
Тип профиля	Расчетная длина, см	Толщина, мм			
		0,4	0,5	0,55	0,7
МП 18х1100-900	50	560	704	777	876



6.1.11 Профилированный лист МП-40х1000-А,В

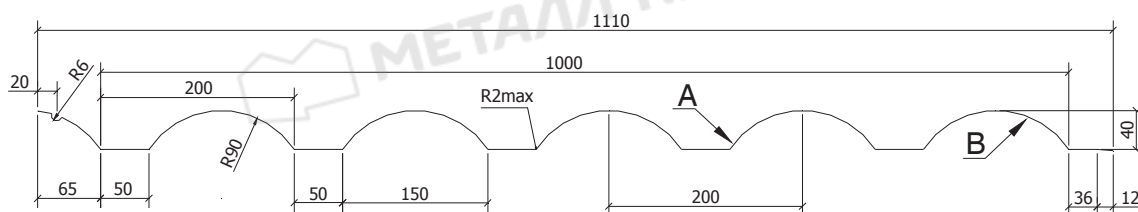


Рисунок 45

Таблица 69

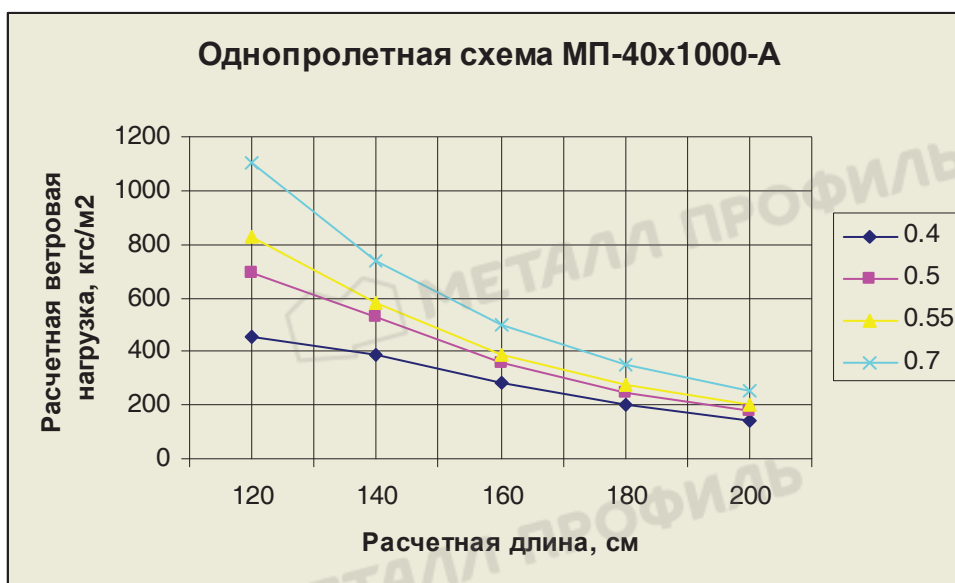
Обозначение	t, мм	Площадь сечения A, см²	Масса 1 м длины, кг	Справочные величины 1м ширины						Масса 1 м² полной ширины, кг	Масса 1 м² полезной ширины, кг	Ширина заготовки, мм
				при скатке узких полках		при скатке широких полках		момент инерции Ix, см⁴	момент инерции Ix, см⁴			
				момент инерции Ix, см⁴	момент сопротивления Wx1, см³	момент сопротивления Wx2, см³	момент инерции Ix, см⁴					
МП-40х1000-А,В	0,4	5,00	4,4	7,9	3,0	4,45	10,25	5,1	5,3	4,19	4,4	1250
МП-40х1000-А,В	0,5	6,25	5,4	10,65	4,05	5,75	12,85	6,35	6,6	5,14	5,4	
МП-40х1000-А,В	0,55	6,88	5,9	12,1	4,6	6,4	14,1	7,0	7,25	5,61	5,9	
МП-40х1000-А,В	0,7	8,75	7,4	16,8	6,5	6,72	18,0	8,85	9,2	7,04	7,4	

Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 70

однопролетная схема						
Тип профиля	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
МП-40x1000-А	0.4	453	388	283	198	145
	0.5	693	529	354	249	181
	0.55	829	580	389	273	199
	0.7	1106	741	496	348	254

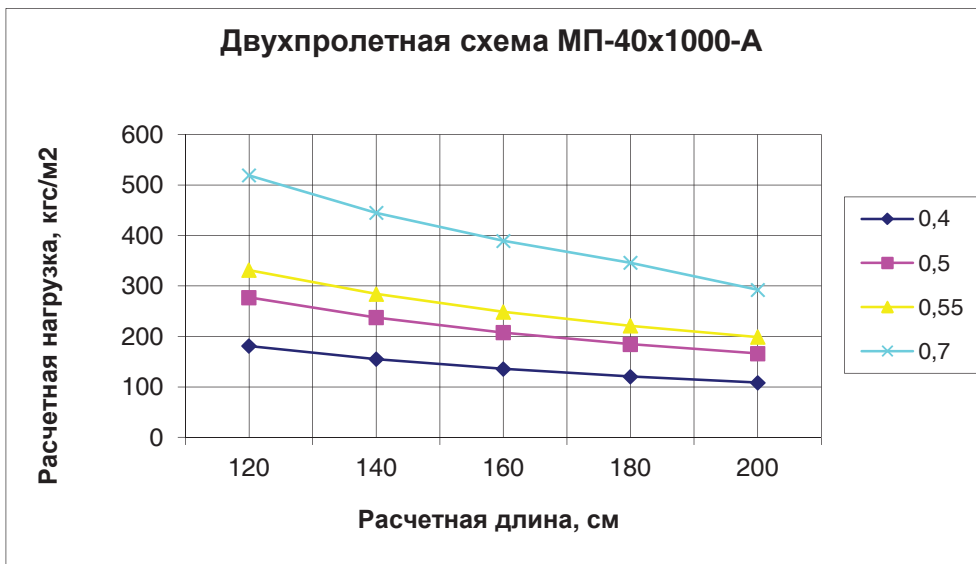
Расчетные усилия для L=120(t=0,4-0,55); 140(t=0,4) по устойчивости стенки
L=120 (t=0,7) приняты по прочности; L=140 (t=0,5-0,7); L=160, L=180, L=200 принята по деформациям



Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 71

двухпролетная схема						
Тип профиля	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
МП-40x1000-А	0.4	181	155	136	121	109
	0.5	277	238	208	185	166
	0.55	332	284	249	221	199
	0.7	519	445	389	346	293

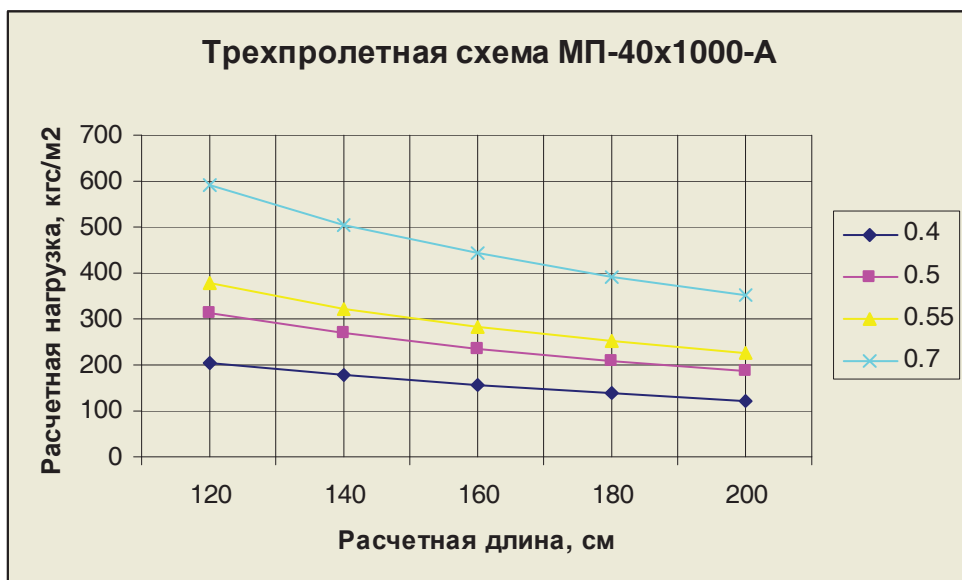


Расчетная нагрузка q , кг/м²

Т а б л и ц а 72

Тип профиля	трехпролетная схема					
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
МП-40х1000-А	0.4	206	176	154	137	124
	0.5	315	270	236	210	189
	0.55	377	323	283	251	226
	0.7	590	506	442	393	354

Расчетные усилия получены по устойчивости стенки



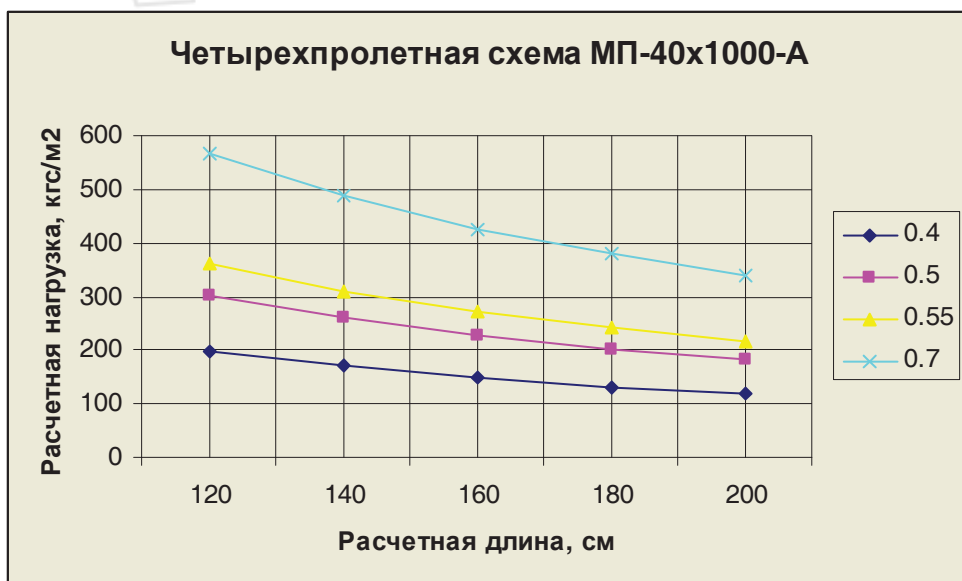
Расчетные усилия получены по устойчивости стенки

Расчетная нагрузка q , кгс/м²

Т а б л и ц а 73

Тип профиля	четырёхпролетная схема					
	Толщина, мм	Расчетная длина L, см				
		120	140	160	180	200
МП-40х1000-А	0.4	198	170	149	132	119
	0.5	303	260	227	202	182
	0.55	363	311	272	242	218
	0.7	568	487	426	378	341

Расчетные усилия получены по устойчивости стенки



6.2 Облицовочный материал -фасадная кассета является в системе несущей конструкцией. Она представляет собой прямоугольную плиту, защемленную по контуру горизонтальными и вертикальными ребрами.

Кассета представлена 2-мя типами:

6.2.1. Фасадные кассеты МП1005/23/20

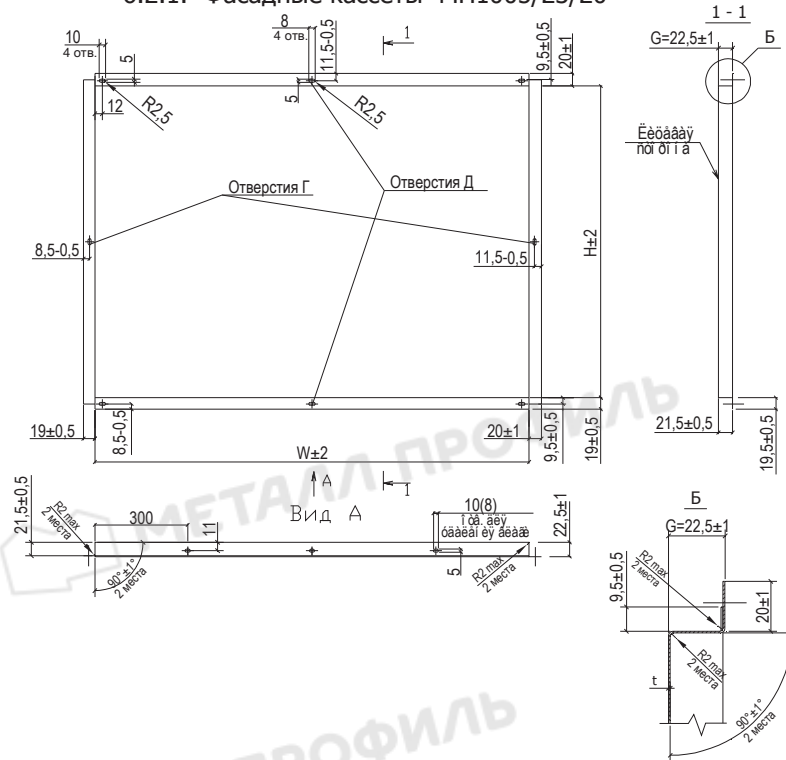


Рисунок 46

горизонтальное ребро $h_p=22,0\text{мм}$ с отгибом 20 мм

вертикальное ребро $h_p=22,0\text{мм}$ с отгибом 20 мм

Толщина металла $t=1\text{ мм}$; $t=1,2\text{ мм}$

Размеры кассет МП 1005 приведены в таблице 74

Т а б л и ц а 74

Высота H,мм	600	600	700	700	823	823	1200	1200	1400	1400	1700	1900
Ширина W,мм	1400	1700	1200	1400	823	1200	700	823	600	700	600	500

6.2.2. Фасадные кассеты МП2005/25/30

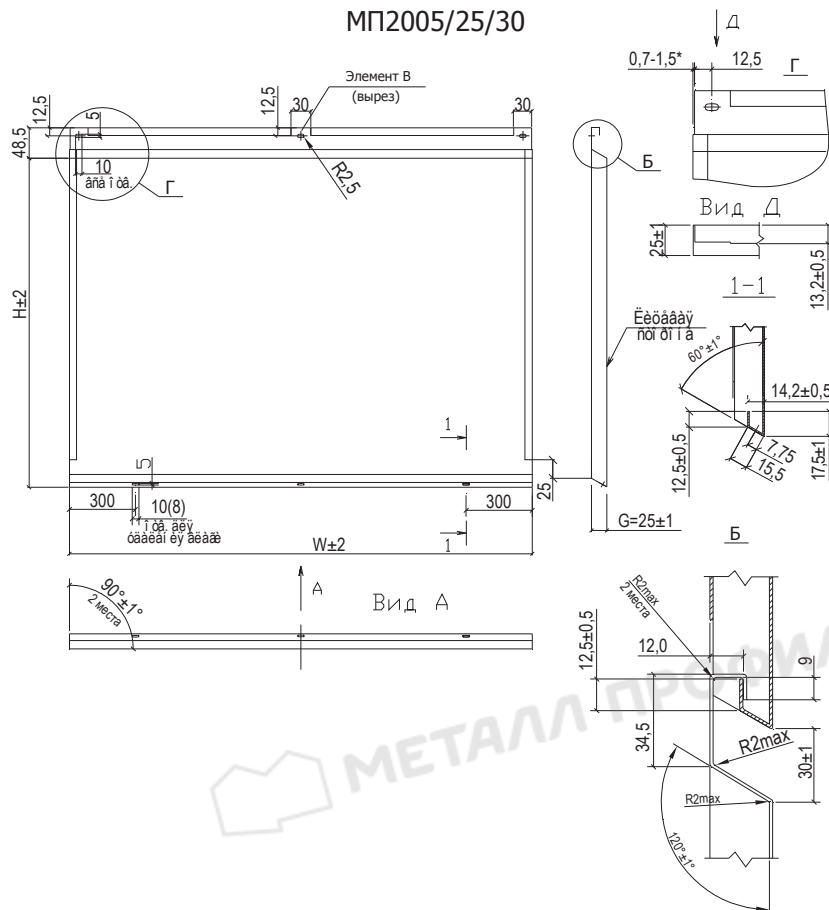


Рисунок 47

горизонтальное ребро $h_p=25\text{мм}$ с подгибом 12мм

вертикальное ребро $h_p=25\text{мм}$ с подгибом 12мм

Толщина металла $t=1\text{ мм}; t=1,2\text{ мм}$

Размеры кассет МП 2005 приведены в таблице 75

Т а б л и ц а 75

Высота Н,мм	500	600	700	700	797	797	797	831	847	847
Ширина W,мм	1900	1700	1200	1400	831	1200	1400	831	700	831

Несущая способность элементов кассет приведена в таблицах 77, 78, 79, 80, 81, 82.

6.2.3 Расчетные схемы кассеты

5.2 Расчетные схемы кассеты

а) панель кассеты

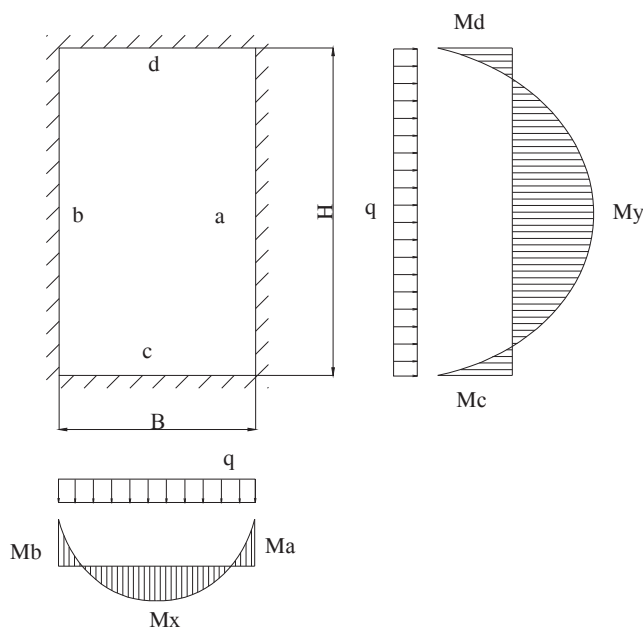


Рисунок 48

Расчетные усилия:

$$M_x = C_4 \times q_w \times B^2; \quad (262)$$

$$M_y = C_5 \times q_w \times B^2; \quad (263)$$

$$M_a = M_b = C_2 \times q_w \times B^2; \quad (264)$$

$$M_c = M_d = C_3 \times q_w \times B^2; \quad (265)$$

где :

- M_x ; M_y –пролетные изгибающие моменты;
- M_a ; M_b ; M_c ; M_d – опорные изгибающие моменты;
- q_w - расчетная ветровая нагрузка, кгс/м²;
- коэффициенты C_2 ; C_3 ; C_4 ; C_5 заимствованы из таблиц плит опертых по контуру с коэффициентом пуасона $\nu=0,3$, приведенных в расчетно - теоретическом справочнике (см. таблицу 76).

Проверка прочности сечения панели кассеты:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{M_a}{W_x} = R_y, \text{ кгс/см}^2 \quad (266)$$

где:

- R_y - расчетное сопротивление при изгибе стальных листов (см. таблицу 1);
- W_x –момент сопротивления сечения облицовок панели шириной 1м .

Проверка сечения панели кассеты по деформациям:

$$f = C_1 \times \frac{q_n B^4}{EI}, \text{ см} \leq \frac{B}{125} \quad (267)$$

Коэффициент « C_1 » заимствован из таблиц плит опертых по контуру приведенных в расчетно-теоретическом справочнике (см. таблицу 76).

$$q_n = \frac{q_w}{[1 + \zeta] \times \gamma_f} \quad (268)$$

$$D = EI = 2,1 \cdot 10^6 \cdot J \quad (269)$$

где:

- ζ (z_e) – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 6;

- γ_f - коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1.4$;

- E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^6$, кгс/см²;

- J – момент инерции сечения см⁴;

- f прогиб, см.

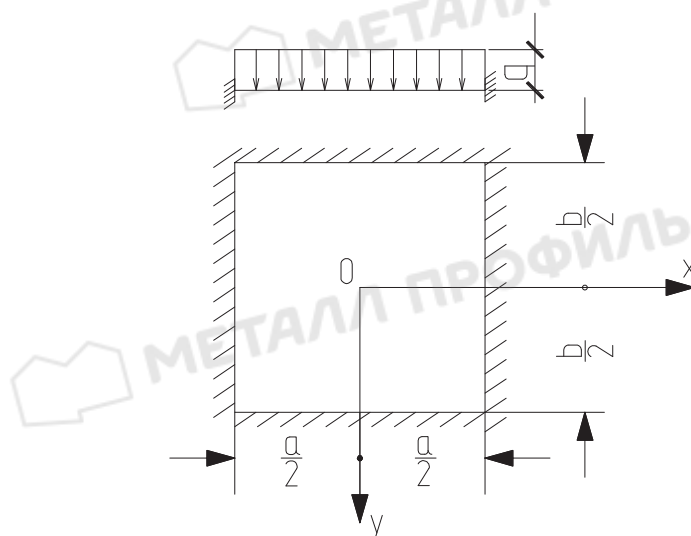


Рисунок 49

Прогибы и изгибающие моменты равномерно нагруженной прямоугольной пластинки, заземленной по контуру ($\nu=0,3$)

Т а б л и ц а 76

$\frac{b}{a}$	$x=0; y=0$	$x=\frac{a}{2}; y=0$	$x=0; y=\frac{b}{2}$	$x=0; y=0$	
	$(\omega)=C_1q\frac{a^4}{D}$	$(M_x)=C_2qa^2$	$(M_y)=C_3qa^2$	$(M_x)=C_4qa^2$	$(M_y)=C_5qa^2$
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
1,0	0,00126	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231
1,1	0,00150	-0,0581	-0,0538	0,0264	0,0231
1,2	0,00172	-0,0639	-0,0554	0,0299	0,0228
1,3	0,00191	-0,0687	-0,0563	0,0327	0,0222
1,4	0,00207	-0,0726	-0,0568	0,0349	0,0212
1,5	0,00220	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203
1,6	0,00230	-0,0780	-0,0571	0,0381	0,0193
1,7	0,00238	-0,0799	-0,0571	0,0392	0,0182
1,8	0,00245	-0,0812	-0,0571	0,0401	0,0174
1,9	0,00249	-0,0822	-0,0571	0,0407	0,0165
2,0	0,00254	-0,0829	-0,0571	0,0412	0,0158
∞	0,00260	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125

Определение расчетных усилий возможно при помощи существующих статических программ.

Расчетное значение ветровой нагрузки $[q_w]$, воспринимаемое панелью кассеты толщиной металла $t=1$ приведено в таблицах 77, 79.

Таблица 77

W, М	H, М	q_w кгс/м ²	$n = \frac{H}{W}$	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	M _x = C ₄ q _w W ² кгс М	M _y = C ₅ q _w W ² кгс М	M _a = C ₂ q _x W ² кгс М	M _c = C ₃ q _x W ² кгс М	W _x см ³	$\sigma = \frac{M}{W_x}$ кгс/см ²	[q _w]= W _m кгс/м ²
0.6	1.4	W _m	2.3	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015q _w	0,005 q _w	-0,03 q _w	-0,02 q _w	0.167	17.96 q _w	125
	1.7		2.8	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015q _w	0,005 q _w	-0,03 q _w	-0,02 q _w		17.96 q _w	125
0.7	1.2		1.71	-0,0799	-0,0571	0,0392	0,0182	0,019q _w	0,009q _w	-0,0391q _w	-0,028q _w		23.4 q _w	96
	1.4		2.0	-0,0829	-0,0571	0,0412	0,0158	0,020q _w	0,008q _w	-0,0406q _w	-0,028q _w		24.3 q _w	92
0.823	0.823		1.0	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,015q _w	0,015q _w	-0,0347q _w	-0,0347q _w		20.8 q _w	108
	1.2		1.46	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,025q _w	0,0371q _w	-0,051q _w	-0,025q _w		30.5 q _w	74
1.2	0.7		0.58	-0,0799	-0,0571	0,0392	0,0182	0,019q _w	0,009q _w	-0,039q _w	-0,028q _w		23.3 q _w	96
	0.823		0.686	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,025q _w	0,0371q _w	-0,051q _w	-0,025q _w		30.5 q _w	74
1.4	0.6		0.43	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015q _w	0,005 q _w	-0,03 q _w	-0,02 q _w		17.96 q _w	125
	0.7		0.5	-0,0829	-0,0571	0,0412	0,0158	0,02q _w	0,008q _w	-0,0406q _w	-0,028q _w		16.92 q _w	92
1.7	0.6	0.35	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015q _w	0,005 q _w	-0,03 q _w	-0,02 q _w	17.96 q _w	125		
	0.5	0.26	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,0104q _w	0,003 q _w	-0,0208 q _w	-0,014 q _w	12.46 q _w	180		
0.797	0.831	1.04	-0,0547	-0,0525	0,0247	0,0231	0,0156q _w	0,0146q _w	-0,0347q _w	-0,0333q _w	20.78 q _w	108		
	1.2	1.505	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,023q _w	0,0105q _w	-0,048q _w	-0,036q _w	28.74q _w	79		
0.847	1.4	1.756	-0,0805	-0,0571	0,0396	0,0178	0,025q _w	0,011q _w	-0,051q _w	-0,036q _w	30.54q _w	74		
	0.7	0.826	-0,0639	-0,0554	0,0299	0,0228	0,014q _w	0,011q _w	-0,031q _w	-0,027q _w	18.56q _w	121		
0.831	0.831	0.98	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,0159q _w	0,0159q _w	-0,035q _w	-0,035q _w	21.2 q _w	106		
	0.831	1.0	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,0159q _w	0,0159q _w	-0,035q _w	-0,035q _w	21.2 q _w	106		

W – ширина кассеты

H – высота кассеты

q_w - расчетная ветровая нагрузка

Коэффициенты C_2, C_3, C_4, C_5 , приведены в таблице 76.

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = R \text{ кгс/см}^2 = 2250 \text{ кгс/см}^2 \quad (270)$$

Где R-расчетное сопротивление металла ;

W_x –момент сопротивления сечения:

$$\text{Для } t=1,0 \text{ мм } W = \frac{t^2 * \epsilon}{6} = \frac{0,1^2 * 100}{6} = 0,167 \text{ см}^3; \quad (271)$$

$$\text{Для } t=1,2 \text{ мм } W = \frac{t^2 * \epsilon}{6} = \frac{0,12^2 * 100}{6} = 0,24 \text{ см}^3 \quad (272)$$

Расчетное значение ветровой нагрузки [q_w], воспринимаемое панелью кассеты толщиной металла $t=1,2$ приведено в таблицах 78,80.

 МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ

Таблица 78

$W, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$q_w \text{ кгс/м}^2$	$n = \frac{H}{W}$	C_2	C_3	C_4	C_5	$M_x = C_4 q_w W^2 \text{ кгс м}$	$M_y = C_5 q_w W^2 \text{ кгс м}$	$M_a = C_2 q_x W^2 \text{ кгс м}$	$M_c = C_3 q_x W^2 \text{ кгс м}$	$W_x \text{ см}^3$	$\sigma = \frac{M}{W_x} = 2250 \text{ кгс/см}^2$	$[q_w] = W_m \text{ кгс/м}^2$	
0.6	1.4	W_m	2.3	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015 q_w	0,005 q_w	-0,03 q_w	-0,02 q_w	0.24	12.5 q_w	180	
	1.7		2.8	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015 q_w	0,005 q_w	-0,03 q_w	-0,02 q_w		12.5 q_w	180	
0.7	1.2		1.71	-0,0799	-0,0571	0,0392	0,0182	0,019 q_w	0,009 q_w	-0,0391 q_w	-0,028 q_w		16.3 q_w	138	
	1.4		2.0	-0,0829	-0,0571	0,0412	0,0158	0,020 q_w	0,008 q_w	-0,0406 q_w	-0,028 q_w		16.9 q_w	133	
0.823	0.823		1.0	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,015 q_w	0,015 q_w	0,015 q_w	-0,0347 q_w		-0,0347 q_w	14.46 q_w	156
	1.2		1.46	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,025 q_w	0,0371 q_w	-0,051 q_w	-0,025 q_w		21.25 q_w	106	
1.2	0.7		0.58	-0,0799	-0,0571	0,0392	0,0182	0,019 q_w	0,009 q_w	-0,039 q_w	-0,028 q_w		16.25 q_w	138	
	0.823		0.686	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,025 q_w	0,0371 q_w	-0,051 q_w	-0,025 q_w		21.25 q_w	106	
1.4	0.6		0.43	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015 q_w	0,005 q_w	-0,03 q_w	-0,02 q_w		12.5 q_w	180	
	0.7		0.5	-0,0829	-0,0571	0,0412	0,0158	0,005 q_w	0,018 q_w	-0,0406 q_w	-0,0278 q_w		16.9 q_w	133	
1.7	0.6	0.35	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,015 q_w	0,005 q_w	-0,03 q_w	-0,02 q_w	12.5 q_w	180			
	0.5	0.26	-0,0833	-0,0571	0,0417	0,0125	0,0104 q_w	0,003 q_w	-0,0208 q_w	-0,014 q_w	8.67 q_w	260			
0.797	0.831	1.04	-0,0547	-0,0525	0,0247	0,0231	0,0156 q_w	0,0146 q_w	-0,0347 q_w	-0,0333 q_w	14.46 q_w	188			
	1.2	1.505	-0,0757	-0,0570	0,0368	0,0203	0,023 q_w	0,0105 q_w	-0,048 q_w	-0,036 q_w	20.0 q_w	112			
0.847	1.4	1.756	-0,0805	-0,0571	0,0396	0,0178	0,025 q_w	0,011 q_w	-0,051 q_w	-0,036 q_w	21.25 q_w	106			
	0.7	0.826	-0,0639	-0,0554	0,0299	0,0228	0,014 q_w	0,011 q_w	-0,031 q_w	-0,027 q_w	12.92 q_w	174			
0.831	0.831	0.98	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,0159 q_w	0,0159 q_w	-0,035 q_w	-0,035 q_w	14.58 q_w	154			
	0.831	1.0	-0,0513	-0,0513	0,0231	0,0231	0,0159 q_w	0,0159 q_w	-0,035 q_w	-0,035 q_w	14.58 q_w	154			

Таблица 79

H, м	W, , м	$n_1 = \frac{H}{W}$	C_1	$f = \frac{C_1 * q^n * W^4 (H^4)}{E * J}$	J, см ⁴	f	$q^n = \frac{W_m^n}{KTC/M^2}$
1,4	0,6	2,3	0,0026	1,93*q ⁿ	0,0083	W(H)*1/100	31
1,7	0,6	2,8	0,0026	1,93*q ⁿ			31
1,2	0,7	1,71	0,00238	3,28*q ⁿ			21
1,4	0,7	2,0	0,00254	3,5*q ⁿ			20
0,823	0,823	1,0	0,00126	3,31*q ⁿ			25
1,2	0,823	1,46	0,00213	5,6*q ⁿ			15
0,7	1,2	1,71	0,00238	3,28*q ⁿ			21
0,823	1,2	1,46	0,00213	5,6*q ⁿ			15
0,6	1,4	2,3	0,0026	1,93*q ⁿ			31
0,7	1,4	2,0	0,00254	3,5*q ⁿ			20
0,6	1,7	2,8	0,0026	1,93*q ⁿ			31
0,5	1,9	3,8	0,0026	0,93*q ⁿ			54
0,797	0,831	1,04	0,00138	3,2* q ⁿ			25
0,797	1,2	1,505	0,0022	5,1* q ⁿ			16
0,797	1,4	1,756	0,00241	5,58* q ⁿ	14		
0,847	0,7	1,02	0,00126	1,74* q ⁿ	40		
0,847	0,831	1,02	0,00126	3,36* q ⁿ	25		
0,831	0,831	1,0	0,00126	3,36* q ⁿ	25		

Таблица 80

H, м	W, , м	$n_1 = \frac{H}{W}$	C_1	$f = \frac{C_1 * q^n * W^4 (H^4)}{E * J}$	$J, \text{ см}^4$	f	$q^n = \frac{W_m^n}{\text{кгс/м}^2}$
1,4	0,6	2,3	0,0026	$1,11 * q^n$	0,0144	$W(H)^*1/125$	43
1,7	0,6	2,8	0,0026	$1,11 * q^n$			43
1,2	0,7	1,71	0,00238	$1,89 * q^n$			30
1,4	0,7	2,0	0,00254	$2,02 * q^n$			28
0,823	0,823	1,0	0,00126	$1,91 * q^n$			34
1,2	0,823	1,46	0,00213	$3,22 * q^n$			20
0,7	1,2	1,71	0,00238	$1,89 * q^n$			30
0,823	1,2	1,46	0,00213	$3,22 * q^n$			20
0,6	1,4	2,3	0,0026	$1,11 * q^n$			43
0,7	1,4	2,0	0,00254	$2,01 * q^n$			28
0,6	1,7	2,8	0,0026	$1,11 * q^n$			43
0,5	1,9	3,8	0,0026	$0,53 * q^n$			75
0,797	0,831	1,04	0,00138	$1,84 * q^n$			35
0,797	1,2	1,505	0,0022	$2,94 * q^n$			22
0,797	1,4	1,756	0,00241	$3,21 * q^n$	20		
0,847	0,7	1,02	0,00126	$1,0 * q^n$	56		
0,847	0,831	1,02	0,00126	$1,94 * q^n$	34		
0,831	0,831	1,0	0,00126	$1,94 * q^n$	34		

Б) Ребра кассеты

Распределение ветровой нагрузки на ребра кассеты

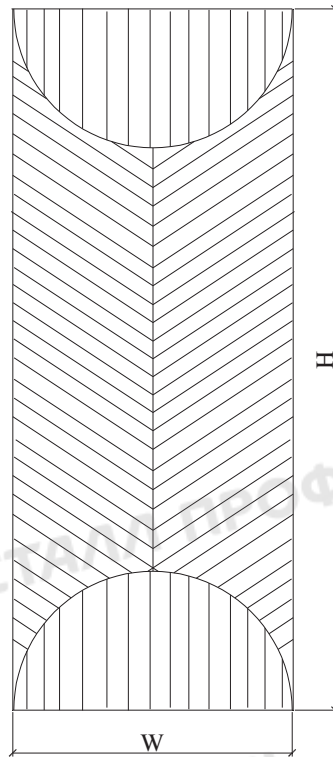


Рисунок 50

1. Горизонтальное ребро кассеты

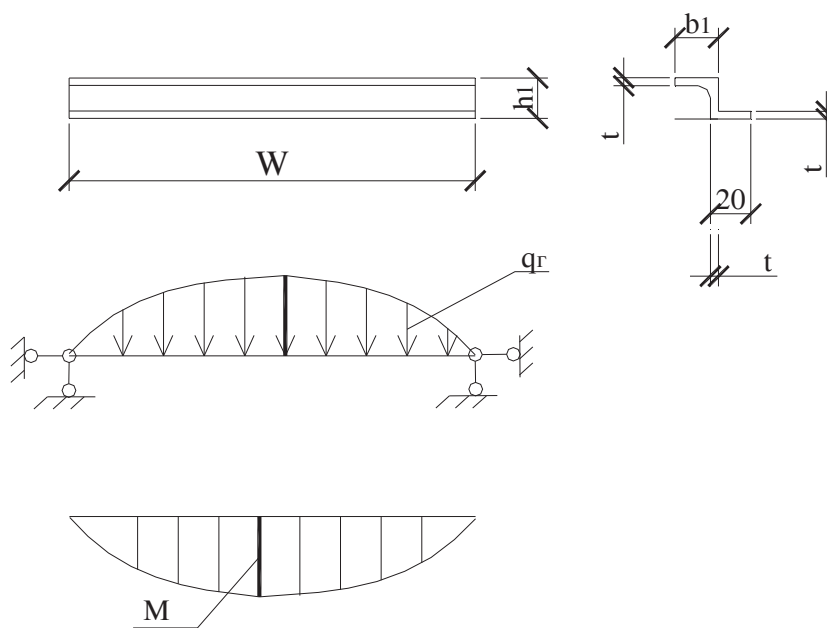


Рисунок 51

При расчете горизонтальных и вертикальных ребер включена часть плиты, равная:

$$b_1 = 1,16 * t * \sqrt{\frac{E}{R}} \quad (\text{см.п.7.2. СНиП 2.03.06-85*}); \quad (273)$$

$$\text{Для } t=1,0 \text{ мм} - b_1 = 1,16 * t * \sqrt{\frac{E}{R}} = 1,16 * 0,1 * \sqrt{\frac{2,1 * 10^6}{2250}} = 3,5 \text{ см}; \quad (274)$$

$$\text{Для } t=1,2 \text{ мм} - b_1 = 1,16 * t * \sqrt{\frac{E}{R}} = 1,16 * 0,12 * \sqrt{\frac{2,1 * 10^6}{2250}} = 4,3 \text{ см} \quad (275)$$

Геометрические характеристики сечения горизонтального ребра приведены в таблице 5 (определены по программе SCAD Soft - см. приложение 3)

Т а б л и ц а 81

Тип кассеты	b ₁ , мм	h ₁ , мм	A, см ²	J _x , см ⁴	W _x ^B , см ³
МП 1005	35	22	0,74	0,624	0,49
МП 1005	43	22	0,98	0,8	0,58
МП 2005	35	25	0,686	0,647	0,39
МП 2005	43	25	0,911	0,807	0,465

Несущая способность горизонтальных ребер определена из условия: прочности сечения:

$$\sigma = \frac{M}{W_{\sigma}} = R \text{ кгс/см}^2, \quad (276)$$

Где:

$$M = \frac{5 \times q_{\Gamma} \times W^2}{48} \quad (277), \quad \text{где } q_{\Gamma} = \frac{q_w \times W}{2} \quad (278)$$

R-расчетное сопротивление принимаемое – R=2250 кгс/см²:

Несущая способность горизонтальных ребер t=1,0 мм без опирания на дополнительную направляющую приведена в таблице 82

Т а б л и ц а 82

Тип кассеты	W, м	h _{1p} , см	b _{1p} , см	t _p , см	W _x ^H , см ³	$q_{\bar{a}} = \frac{q_w \times W}{2}$, кгс/м	$M = \frac{5 \times q_{\bar{a}} \times W^2}{48}$, кгс.м	$\sigma = \frac{M}{W_x}$, кгс/см ²	[q _w]=W _m ² , кгс/м ²
МП 1005	0.5	2.2	3.5	0.1	0.48	0.25q _w	0.007q _w	1.45q _w	1550
	0.6					0.3q _w	0.011q _w	2.3q _w	980
	0.7					0.35q _w	0.018q _w	3.75q _w	600
	0.823					0.411q _w	0.029q _w	6.04q _w	372
МП 2005	0.7	2.5	3.5	0.1	0.39 измененено	0.35q _w	0.018q _w	4.35q _w	520
	0.831					0.415q _w	0.029q _w	7.2q _w	312
	1.2					0.6q _w	0.09q _w	21.7q _w	103
	1.4					0.7q _w	0.143q _w	34.5q _w	65
	1.2*					0.6q _w	0.027q _w	6.5q _w	354
	1.4*					0.7q _w	0.043q _w	10.35q _w	217

* - с учетом опирания горизонтального ребра на направляющую

Несущая способность горизонтальных ребер t=1,2 мм без опирания на дополнительную направляющую приведена в таблице 83.

Т а б л и ц а 83

Тип кассеты	W, м	h _{1p} , см	b _{1p} , см	t _p , см	W _x ^H , см ³	$q_{\bar{a}} = \frac{q_w \times W}{2}$, кгс/м	$M = \frac{5 \times q_{\bar{a}} \times W^2}{48}$, кгс.м	$\sigma = \frac{M}{W_x}$, кгс/см ²	[q _w]=W _m ² , кгс/м ²
МП 1005	0.5	2.2	4.3	0.12	0.58	0.25q _w	0.007q _w	1.2q _w	1864
	0.6					0.3q _w	0.011q _w	1.9q _w	1186
	0.7					0.35q _w	0.018q _w	3.1q _w	725
	0.823					0.411q _w	0.029q _w	5.0q _w	450
МП 2005	0.7	2.5	4.3	0.12	0.465	0.35q _w	0.018q _w	3.87q _w	580
	0.831					0.415q _w	0.029q _w	6.24q _w	360
	1.2					0.6q _w	0.09q _w	19.4q _w	116
	1.4					0.7q _w	0.143q _w	30.75q _w	73

в) Вертикальное ребро кассеты

Геометрические характеристики сечения вертикального ребра приведены в таблице 5 (определены по программе SCAD Soft - см. приложение 3)

Расчетная схема для кассет типа 2.

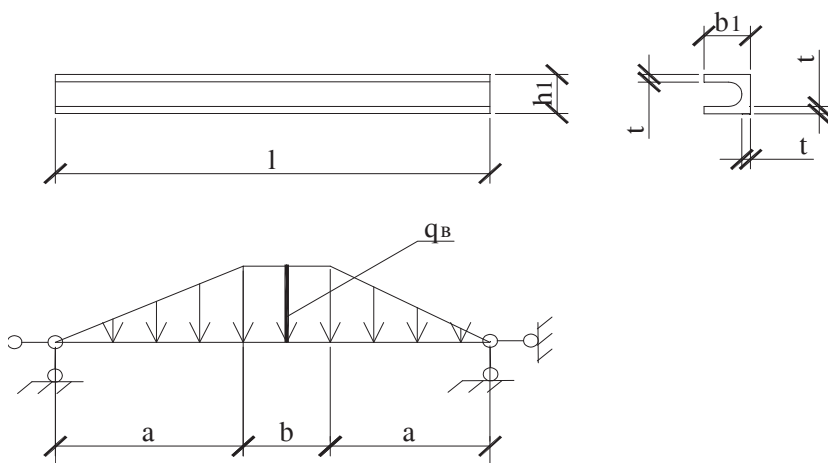


Рисунок 5

Несущая способность вертикальных ребер определена из условия: прочности сечения:

$$\sigma = \frac{M}{W_p} = R \text{ кгс/см}^2, (279)$$

где: R-расчетное сопротивление принимаемое $R = 2250 \text{ кгс/см}^2$:

Несущая способность вертикальных ребер приведена в таблице 84.

Т а б л и ц а 84

Тип расчески	W, м	H м	$l_p=H$ м	a= 0.5W или 0.5*H, м	h_1 см	b_1 см	t_p см	W_x^H см ³	$q_B = \frac{q_w \times W}{2}$ кгс/м	$M = \frac{q_B l^2}{8} - \frac{q_B a^2}{6} = \frac{q_B}{24} \times (3l^2 - 4a^2)$ кгс.м	$\sigma = \frac{M}{W_x^H}$ кгс/см ²	$[q_w] = W_m$ кгс/м ²
МП 2005	0.7	0.8 47	0.847	0.35	2.5	3.5	0.1	0.39	0.35q _w	0.024q _w	6.15q _w	365
	0.831	0.831	0.831	0.416					0.416q _w	0.024q _w	6.15q _w	365
	0.831	0.8 47	0.847	0.416					0.416q _w	0.032q _w	8.2q _w	273
	0.831	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.029q _w	7.48q _w	300
	1.2	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.018q _w	4.58q _w	490
	1.2	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.026q _w	6.79q _w	330
	1.4	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.024q _w	6.15q _w	365
	1.4	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.026q _w	6.79q _w	330
	1.7	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.011q _w	2.88q _w	780
	1.9	0.5	0.5	0.25					0.25q _w	0.0065q _w	1.67q _w	1370
МП 2005	0.7	0.8 47	0.847	0.35	2.5	4.3	0.12	0.465	0.35q _w	0.024q _w	5.16q _w	435
	0.831	0.831	0.831	0.416					0.416q _w	0.024q _w	5.16q _w	435
	0.831	0.8 47	0.847	0.416					0.416q _w	0.032q _w	6.88q _w	327
	0.831	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.029q _w	6.24q _w	360
	1.2	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.018q _w	3.87q _w	580
	1.2	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.026q _w	5.59q _w	400
	1.4	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.024q _w	5.16q _w	435
	1.4	0.797	0.797	0.4					0.4q _w	0.026q _w	5.6q _w	400
	1.7	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.011q _w	2.37q _w	950

1.9	0.5	0.5	0.25				0.25q _w	0.0065q _w	1.4q _w	1610
-----	-----	-----	------	--	--	--	--------------------	----------------------	-------------------	------

в) вертикальное ребро кассеты МП 1005

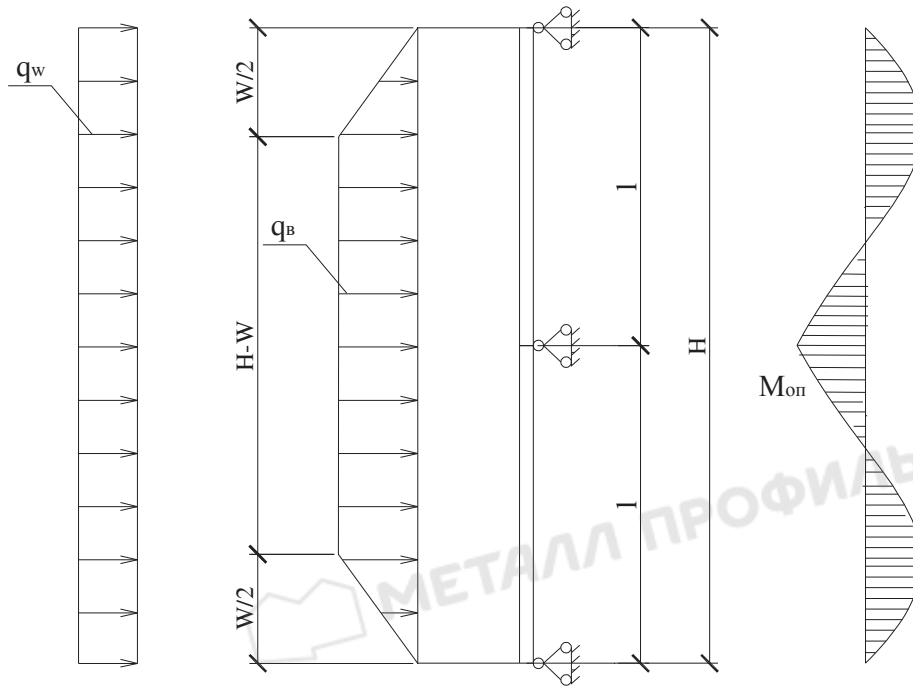


Рисунок 53

Расчетное усилие:

$$M_{оп} = 0.125q_b l^2 \quad (280)$$

$$M_{пр} = 0.077q_b l^2 \quad (281)$$

$$q_a = \frac{q_w \times W}{2} \quad (282)$$

Несущая способность вертикальных ребер приведена в таблице 85.

Т а б л и ц а 85

Тип кассеты	W, м	H, м	$l_p=H$, м	a=0.5W или 0.5*H, м	h_1 , см	b_1 , см	t_p , см	W_x^H , см ³	$q_B = \frac{q_w \times W}{2}$, кгс/м	$M_{оп} = 0.125q_w \times l^2$, кгс.м	$\sigma = \frac{M}{W_x^H}$, кгс/см ²	$[q_w] = W_m$, кгс/м ²
МП 1005	0.5	1.9	0.7	0.25	2.5	3.5	0.1	0.49	0.25q _w	0.0123q _w	2.5q _w	900
	0.6	1.4	0.7	0.3					0.3q _w	0.0147q _w	3.0q _w	750
	0.6	1.7	0.6	0.3					0.3q _w	0.0108q _w	2.2q _w	1020
	0.7	1.2	0.6	0.35					0.35q _w	0.0158q _w	3.21q _w	700
	0.7	1.4	0.7	0.35					0.35q _w	0.021q _w	4.38q _w	515
	0.823	0.823	0.797	0.41					0.41q _w	0.032q _w	6.64q _w	338
	0.823	1.2	0.6	0.41					0.41q _w	0.0185q _w	3.76q _w	595
	1.2	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.021q _w	4.38q _w	515
	1.4	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.0108q _w	2.2q _w	1020
	1.7	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.0078q _w	1.60q _w	1410
МП 1005	0.5	1.9	0.7	0.25	2.5	4.3	0.12	0.58	0.25q _w	0.0123q _w	2.12q _w	1060
	0.6	1.4	0.7	0.3					0.3q _w	0.0147q _w	2.53q _w	887
	0.6	1.7	0.6	0.3					0.3q _w	0.0108q _w	1.86q _w	1210
	0.7	1.2	0.6	0.35					0.35q _w	0.0158q _w	2.72q _w	825
	0.7	1.4	0.7	0.35					0.35q _w	0.021q _w	3.62q _w	620
	0.823	0.823	0.797	0.41					0.41q _w	0.032q _w	5.52q _w	410
	0.823	1.2	0.6	0.41					0.41q _w	0.0185q _w	3.19q _w	705
	1.2	0.7	0.7	0.35					0.35q _w	0.021q _w	3.6q _w	620
	1.4	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.0108q _w	1.86q _w	1210
	1.7	0.6	0.6	0.3					0.3q _w	0.0078q _w	1.34q _w	1670

W – ширина кассеты

H – высота кассеты

$l_p = H$ – расчетная длина вертикального ребра

h_1 – высота сечения ребра

b_1 – ширина сечения ребра

t_p – толщина сечения ребра

q_v – расчетная равномерно распределенная нагрузка на вертикальное ребро кассеты

M – пролетный изгибающий момент

W_x^H – минимальный момент сопротивления сечения вертикального ребра

Допускаемая ветровая нагрузка на кассеты толщиной $t=1,0$ мм

Т а б л и ц а 86

Тип кассеты	HxW, мм	Расчетная ветровая нагрузка, кгс/м ²		Допускаемая ветровая нагрузка, кгс/м ²
		по прочности панели	по деформациям	
МП 1005	600x1400	125	87	87
	600x1700	125	87	87
	700x1200	96	61	61
	700x1400	92	57	57
	823x823	108	67	67
	823x1200	74	41	41
	1200x700	96	61	61
	1200x823	74	41	41
	1400x600	125	87	87
	1400x700	92	57	57
	1700x600	125	87	87
МП 2005	1900x500	180	150	150
	500x1900	180	150	150
	600x1700	125	87	87
	700x1200	96	61	61
	700x1400	92	57	57
	797x831	108	70	70
	797x1200	79	44	44
	797x1400	74	41	41
	847x700	121	83	83
	847x831	106	64	64
	831x831	106	65	65

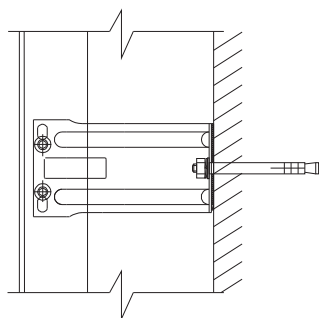
Допускаемая ветровая нагрузка на кассеты толщиной t=1,2 мм

Т а б л и ц а 87

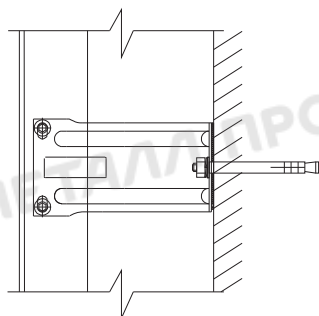
Тип кассеты	HxW, мм	Расчетная ветровая нагрузка, кгс/м ²		Допускаемая ветровая нагрузка, кгс/м ²
		по прочности панели	по деформациям	
МП 1005	600x1400	180	151	151
	600x1700	180	151	151
	700x1200	138	106	106
	700x1400	133	99	99
	823x823	156	117	117
	823x1200	106	71	71
	1200x700	138	106	106
	1200x823	106	71	71
	1400x600	180	151	151
	1400x700	132	99	99
	1700x600	180	151	151
	1900x500	259	260	259
МП 2005	500x1900	259	260	259
	600x1700	180	151	151
	700x1200	138	106	106
	700x1400	133	99	99
	797x831	188	121	121
	797x1200	112	77	77
	797x1400	106	71	71
	847x700	174	144	144
	847x831	154	110	110
	831x831	154	113	113

7. Применение систем «Металл Профиль» при материале стены с плотностью менее 600 кгс/м^3

7.1. При стенах с малой плотностью возможно применение выше приведенных систем при условии переноса нагрузки от веса облицовки и гололеда на кронштейны, опирающиеся на железобетонные пояса (плиты перекрытия), эти кронштейны называются несущими и направляющая к кронштейну прикрепляется через тело кронштейна.



7.2. Кронштейны промежуточные, которые воспринимают только ветровую нагрузку, называются опорными – направляющая к ним прикрепляется через овальные отверстия в кронштейне.



7.3 Анкерные болты, закрепляющие несущий кронштейн к бетонному основанию должны быть рассчитаны по формулам приведенным выше (раздел 4) на вертикальные нагрузки от веса облицовки и гололедной нагрузки полученные с площади равной шагу направляющей умноженной на половину длины направляющей (при опирании направляющей на два бетонных перекрытия) или на длину направляющей при опирании на одно перекрытие, и ветровой нагрузки полученной с площади равной: шагу направляющей умноженной на половину пролета направляющей (расстояния между кронштейнами).

7.4 Анкерные болты, закрепляющие опорный кронштейн к стене должны быть рассчитаны на максимальную опорную реакцию от ветровой нагрузки.

7.5 Направляющая и кронштейны рассчитываются по формулам приведенным выше (раздел 4), с учетом распределения нагрузок полученных из условия п.п.7.3; 7.4.

7.6. Пример подбора каркаса системы 1 «Металл Профиль»



Общие данные

5. Район строительства г. Ростов на Дону
6. Высота здания 60м
7. Ветровой район III $W_0=38 \text{ кгс/м}^2$ (Тип местности В)
8. Гололедный район III (толщина стенки гололеда с двух сторон по 10мм)
9. Стена строящегося здания – кирпич
10. перекрытие строящегося здания - бетон В25.
11. Вылет подконструкции от стены здания – 230мм.

Принимаем для расчета систему 1

Составляющие системы:

1. Направляющие КПП-60*44 (t=1.2мм). Расположение вертикальное.
2. Кронштейны – ККУ-230 (t=1.2мм), расположенные полкой вертикально.
3. Облицовка – линейные панели
4. Анкерный дюбель HILTI 10мм L=120 мм либо MUNGO10мм L=120 мм

Расчетные нагрузки:

1. Собственный вес облицовки:

$$G_n = G_n^H * \gamma_n$$

$$G_{\text{п}} = 7,0 * 1,05 = 7,4 \text{ кгс/м}^2$$

$$2. \text{ Собственный вес направляющей } G_{\text{нап}} = G_{\text{напр}}^{\text{H}} * \gamma_{\text{п}} = 0,74 * 1,05 = 0,78 \text{ кгс/м};$$

Расчетная нагрузка от собственного веса облицовки и направляющей

$$P = G_{\text{п}} * a * v + G_{\text{нап}} * v = 7,4 * 0,6 * 3,15 + 0,78 * 3,15 = 16,5 \text{ кгс}$$

Где:

- $G_{\text{п}}$ – вес м^2 облицовки

- a – шаг направляющих равный 0,6м;

- v – общая длина направляющей (расстояние между плитами перекрытия), м

3. Ветровая нагрузка:

А) Расчетная ветровая нагрузка

Угол здания (полоса шириной $0,1 * b_{\text{min}}$, где: b_{min} – минимальная ширина здания)

$$w_{+(-)} = w_0 * k(z_e) * [1 + \zeta(z_e)] C_{p,+(-)} * v_{+(-)} * \gamma_f = 38 * 1,3 * (1 + 0,74) * (-2,2) * 1 * 1,4 = -264,7 \text{ кгс/м}^2$$

Рядовая часть здания

$$w_{+(-)} = w_0 * k(z_e) * [1 + \zeta(z_e)] C_{p,+(-)} * v_{+(-)} * \gamma_f = 38 * 1,3 * (1 + 0,74) * (-1,2) * 1 * 1,4 = -144,4 \text{ кгс/м}^2$$

4 Гололедная нагрузка

Расчетная нагрузка от гололеда

$$P_{\text{гол.}} = 2 * i * a * v = 2 * 11,9 * 0,6 * 3,15 = 45,0 \text{ кгс}$$

Где:

i – расчетная нагрузка от гололеда

$$i = \gamma_f * b * k * \mu_2 * \rho, \text{ кгс/м}^2$$

$$i = 1,3 * 0,01 * 1,7 * 0,6 * 900 = 11,9 \text{ кг/м}^2$$

- a – шаг направляющих, м

- v – общая длина направляющей (расстояние между плитами перекрытия), м

- 2 - количество плоскостей обледенения

Подбор пролета (расстояние между кронштейнами) направляющей.

1. Определяем требуемый пролет направляющей из условия несущей способности опорного кронштейна .

Для угловой части здания:

$$Q_{\text{оп}} = 1,143 * q_w * l = 1,143 * 148,1 * 1 = 169,2 * \text{кгс} * \text{м}$$

$$q_w = W_m * a * k_{\text{нер}} = 246,7 * 0,6 * 1,0 = 148,1 \text{ кг/м}$$

$$- \frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{Q_w}{A} + \frac{M_2}{W_2}; \frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{Q_w}{A} + \frac{Q_w * e_2}{W_2}$$

$$R_y = 2250 \text{ кгс/м}^2; \gamma_n = 1,0;$$

$$-e_1=205\text{мм}=20,5\text{см};$$

$$-e_2=20,2\text{мм}=2,02\text{см}$$

$$W_2=0,118\text{ см}^3; A=1,124\text{ см}^2$$

$$\frac{2250}{1} = \frac{169,2 \times l}{1,124} + \frac{169,2 \times l \times 2,02}{0,118};$$

$$2250 = 150,5 \times l + 2896,5 \times l;$$

$$l = \frac{2250}{3047,0} = 0,74\text{ м} = 700\text{ мм}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_3}{W_3} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}$$

$$\frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{M_3}{W_3}; \frac{R_y}{\gamma_n} = \frac{Q_w \times e_3}{W_3}$$

$$R_y=2250\text{кгс/м}^2; \gamma_n=1.0;$$

$$-e_1=205\text{мм}=20,5\text{ см};$$

$$-e_3=19,2\text{мм}=1,92\text{ см}$$

$$Q_w = 1,143 \times q_w \times l = 1.143 * 148.1 * l = 169.2 * l \text{ кгс} * \text{м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{н\text{ер}}} = 246,8 * 0,6 * 1.0 = 148.1 \text{ кг/м}$$

$$W_2=0,106\text{ см}^3; A=0,992\text{ см}^2$$

$$\frac{2250}{1} = \frac{169,2 \times l \times 1,92}{0,106};$$

$$2250 = 3064,8 \times l;$$

$$l = \frac{2250}{3064,8} = 0,73\text{ м} = 700\text{ мм}$$

3. Определяем требуемый пролет направляющей из условия несущей способности анкера на вырыв .

3.1. Опорный кронштейн

$$Q_w = 1,143 \times q_w \times l = 1.143 * 148.1 * l = 169.3 * l \text{ кгс} * \text{м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{\text{н\text{ер}}} = 246,8 * 0,6 * 1.0 = 148.1 \text{ кг/м}$$

$$-e_2=20,2\text{мм}=2,02\text{ см}$$

$$-e_5=40,0\text{мм}=4,0\text{ см}$$

$$-e_3=(20,2+0,6)-40=19,2\text{мм}=1,92\text{ см}$$

$$N_2 = \frac{169,3 \times l \times (4 + 1,92)}{3,9} = 257,0 \times l, \text{ кгс} \times \text{м}$$

Кирпичная кладка

$N_{отр.} = 150$ кгс для дюбеля фасадного MB-SS 10мм L=120 мм (MUNGO).

Пенобетон

$N_{отр.} = 60$ кгс для дюбеля фасадного MB-SS 10мм L=120 мм (MUNGO)

Кирпичная кладка

$$N_2 = N_{отр.}$$

$$257,0 \times l = 150$$

$$l = \frac{150}{257,0} = 0,58 \text{ м}$$

Пенобетон

$$N_2 = N_{отр.}$$

$$257,0 \times l = 60$$

$$l = \frac{60}{257,0} = 0,23 \text{ м}$$

3.2. Несущий кронштейн:

$$N_1 = \frac{P \cdot (e_1 + 1)}{e_4} \text{ - усилие вырыва от вертикальной нагрузки P;}$$

Где: $P_{гол.} = i \cdot a \cdot b = 11,9 \cdot 0,6 \cdot 3,15 = 22,5 \text{ кгс}$

$$P = G_{п.} \cdot a \cdot b + G_{нап.} \cdot b + \psi \cdot 2 \cdot i \cdot a \cdot b = 7,4 \cdot 0,6 \cdot 3,15 + 0,78 \cdot 3,15 + 0,9 \cdot 2 \cdot 11,9 \cdot 0,6 \cdot 3,15 = 57,0 \text{ кгс}$$

$$-e_1 = 205 \text{ мм} = 20,5 \text{ см};$$

$$-e_4 = 40,0 \text{ мм} = 4,0 \text{ см}$$

$$N_1 = \frac{57,0 \times (20,5 + 1,5)}{4,0} = 313,5 \cdot \text{кгс}$$

$$Q_w = 0,25 \cdot 0,5 \times q_w \times l = 0,25 \cdot 0,5 \cdot 148,1 \cdot 1 = 18,5 \cdot \text{кгс} \cdot \text{м}$$

$$q_w = W_m \times a \times k_{неп} = 246,8 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 148,1 \text{ кг/м}$$

$$-e_2 = 20,2 \text{ мм} = 2,02 \text{ см}$$

$$-e_5 = 40,0 \text{ мм} = 4,0 \text{ см}$$

$$-e_3 = 19,2 \text{ мм} = 1,92 \text{ см}$$

$$N_2 = \frac{18,5 \times l \times (4 + 1,92)}{4,0} = 27,4 \times l, \text{ кгс} \times \text{м}$$

Анкер дюбель HRL UGS 10x100/30U по данным ТС для бетона

$$N_d = 180 \text{ кгс}$$

$$N_1 + N_2 = N_{\text{отр.}}$$

313,5 + 27,4 \times l > 180, т.к. $N_{\text{отр.}} > N_d$, то необходимо устанавливать 2 опорных

кронштейна на одно крепление.

Вывод: пролет направляющей (шаг кронштейнов) для угловой части здания

определяется несущей способностью вырыва анкера и равен:

- для кирпичной кладки 600 мм, при этом грузовая площадь $A = a \times l = 0,6 \times 0,6 = 0,36 \text{ м}^2$;

Принимаем расчетную схему направляющей – пятипролетная схема с пролетами

(расстояние между кронштейнами) $l = 570 \text{ мм}$, тогда $a = \frac{A}{l \times k_{\text{нер}}} = \frac{0,36}{0,57 \times 1,0} = 0,63 \text{ м}$

(максимальный шаг направляющих)

- для пеноблоков - 240 мм , при этом грузовая площадь $A = a \times l = 0,6 \times 0,24 = 0,144 \text{ м}^2$;

Принимаем расчетную схему направляющей – пятипролетная схема с пролетами

(расстояние между кронштейнами) $l = 570 \text{ мм}$, тогда $a = \frac{A}{l \times k_{\text{нер}}} = \frac{0,144}{0,57 \times 1,0} = 0,25 \text{ м}$

7.6 При стенах с малой плотностью возможно применение выше приведенных систем при условии переноса нагрузки от веса облицовки и гололеда на кронштейны, а также ветровой нагрузки только на кронштейны, закрепленные на бетонных поясах (плитах перекрытия)

7.7 При данном применении систем направляющая работает как разрезная однопролетная балка с опорами на железобетонных перекрытиях. Сечение направляющей, как однопролетной балки, необходимо увеличить по сравнению с выше принятыми. Возможно, применение тавровой направляющей состоящей из двух направляющих марки КППГ 60x44x3000, или коробчатого типа из двух марок КПШ 90x20, соединенных между собой самонарезающими винтами или заклепками по стенке.

7.8 Кронштейны и анкерные дюбеля подбираются по выше приведенным формулам (раздел 4) на вертикальные нагрузки от веса облицовки и гололедной нагрузки полученные с площади равной шагу направляющей умноженной на половину длины

направляющей (при опирании направляющей на два бетонных перекрытия), и ветровой нагрузки полученной с этой же площади.

Список литературы

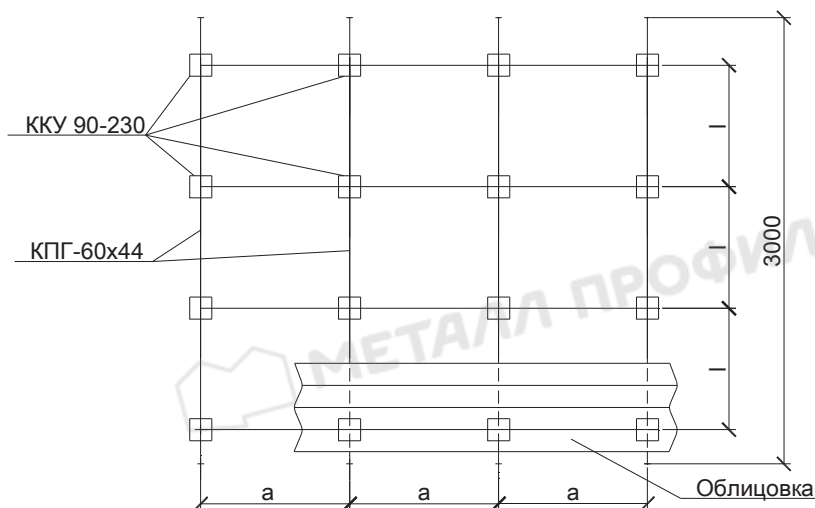
1. СП20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85*Нагрузки и воздействия»;
2. СП16.13330.2011 «СНиП II-23-81*Стальные конструкции»;
3. ISO 15983:2002(E) Вытяжные заклёпки с открытым торцом, отрывным стержнем и выступающим бортиком –A2/A2.
4. ISO 15979:2002(E) Вытяжные заклёпки с открытым торцом, отрывным стержнем и выступающим бортиком – St /St.
5. СТО 0065-2011 Винты самонарезающие и самосверлящие «HARPOON» для крепления стеновых и кровельных конструкций из стального оцинкованного холоднокатаного листа. Проектирование, изготовление, монтаж. ЗАО 2ЦНИИПСК им. Мельникова, Московский Государственный Строительный Университет, ООО «Глобал Ривет Инжиниринг».
6. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве МДС 20-1.2006, Москва 2006г.



Приложение 1

к рекомендациям по расчету и проектированию несущих конструкций навесной системы «Металл Профиль»
(справочный материал для предварительного подбора шагов и пролетов элементов каркаса. Выбранное условие проверяется в соответствии с примерами, приведенными в данной методике. При этом , обратить внимание на вырыв дюбеля из стены строящегося здания.)

Область применения системы 1 (ВФ МП СВ-ЛП-СВ-ПЛ- направляющая КПГ-60х44х3000 t=0,9мм; кронштейн ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм направляющая и кронштейн расположены вертикально)



Допускаемые нагрузки в системе 1

Таблица 1.1

Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса и облицовки			Максимальные расчетные ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
		Облицовка МП СВ-16х307	КПГ-60х44х3000 t=0,9мм	ККУ-90-ККУ-230 t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
0,6	0,5	461	317	300	300	184	192
	0,6		367	250	250	191	210
	0,7		227	211	211	199	225
	0,9		114	169	114	156	187
0,75	0,5	295	252	239	239	186	202
	0,6		292	198	198	198	221
	0,7		180	168	168	206	240
	0,9		91	134	91	166	195
0,9	0,5	205	209	198	198	189	208
	0,6		242	164	164	202	232
	0,7		149	139	139	218	256
	0,9		75	111	75	176	220

Допускаемые нагрузки в системе1 с удлинителем t=1,2мм

Таблица 1.1.1

Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса и облицовки				Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
		Облицовка МП СВ-16х307	КПП-60х44х3000 t=0,9мм	ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм	Удлинитель t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
0,6	0,5	461	317	297	658	297	193	203
	0,6		360	240	548	240	198	212
	0,7		221	208	465	208	213	232
	0,9		114	166	375	114	195	220
0,75	0,5	295	252	236	526	236	198	210
	0,6		292	195	438	195	214	233
	0,7		180	165	371	165	222	245
	0,9		91	130	299	91	211	240
0,9	0,5	205	209	196	438	196	207	223
	0,6		242	162	364	162	220	243
	0,7		149	136	309	149	235	263
	0,9		75	108	246	75	327	378

Расчетное усилие вырыва, полученное при испытании на стене строящегося здания должно превышать усилие, приведенное в таблице 1.1.

Максимальные расчетные нагрузки, приведенные в таблице 1.1, сравниваются с данными таблиц 9...11 данной методики и, таким образом, определяется область применения данной системы для ветрового района и высоты здания.

Например: здание возводимое в г. Москва (III ветровой район) высотой 65м, тип местности В.

Расчетная ветровая нагрузка (по табл. 10):

- в центральной части здания – 148,0 кгс/м²;

Шаг направляющих – 0,9 м , пролет направляющих (расстояние между кронштейнами)

0,7м – четырехпролетная схема- расчетная ветровая нагрузка(по табл. 1.1):

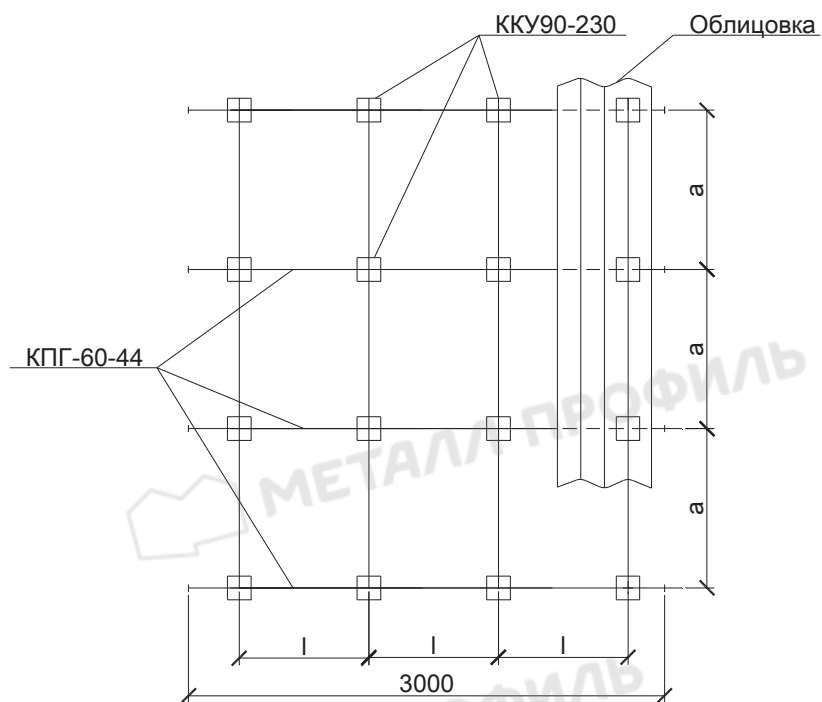
- 149 кгс/м² > 148,0 кгс/м² (удовлетворяет).

- в угловой части здания – 271,0 кгс/м²

Шаг направляющих – 0,6 м , пролет направляющих (расстояние между кронштейнами) 0,5 м – пятипролетная схема- расчетная ветровая нагрузка(по табл. 1.1):

- 297 кгс/м² > 271,0 кгс/м² (удовлетворяет)

Область применения системы 2 (ВФ МП СК-ЛП-СВ-ПЛ- направляющая КПГ-60х44х3000 t=1,2мм; кронштейн ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм направляющая и кронштейн расположены горизонтально)



Допускаемые нагрузки в системе 2

Таблица 1.2

Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса и облицовки			Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
		Облицовка МП СВ-16х307	КПГ-60х44х3000 t=1,2мм	ККУ-90-ККУ-230 t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
0,6	0,5	461	265	399	265	159	172
	0,6		181	269	181	140	156
	0,7		127	213	127	125	143
0,75	0,5	295	210	257	210	162	178
	0,6		143	197	143	145	164
	0,7		100	152	100	133	156
0,9	0,5	205	174	199	174	168	187
	0,6		118	150	118	151	174
	0,7		82	112	82	140	166

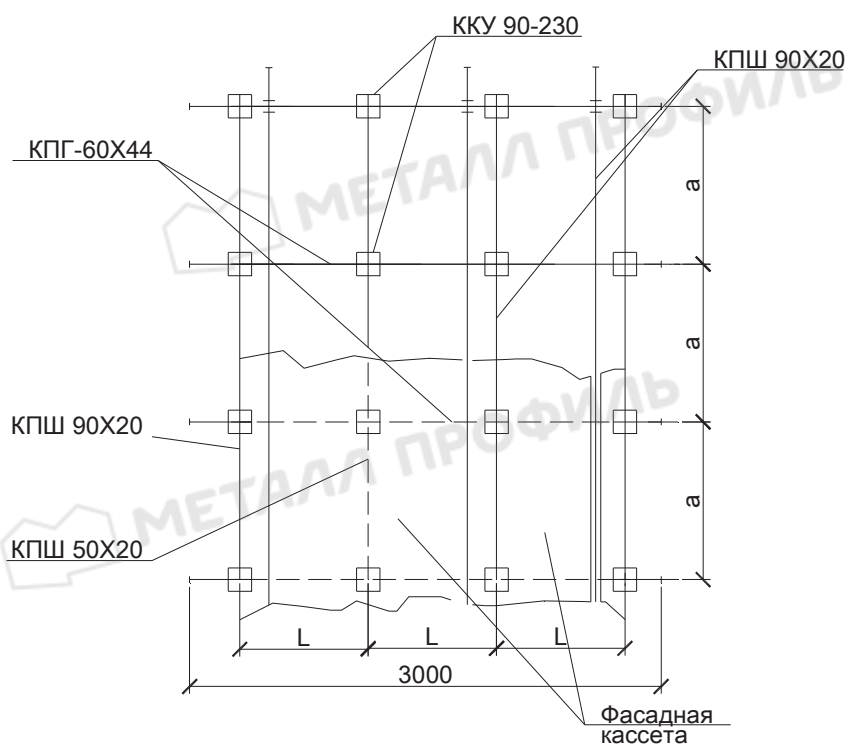
Расчетное усилие вырыва, полученное при испытании на стене строящегося здания должно превышать усилие, приведенное в таблице 1.2.

Допускаемые нагрузки в системе 2 с удлинителем t=1,2мм

Таблица 1.2.1

Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса и облицовки				Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
		Облицовка МП СВ-16х307	КПГ-60х44х3000 t=1,2мм	ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм	Удлинитель t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
0,6	0,5	461	265	297	568	265	178	194
	0,6		181	217	462	181	162	180
	0,7		127	161	382	127	153	176
0,75	0,5	295	210	206	443	206	183	186
	0,6		143	147	358	143	172	178
	0,7		100	102	294	100	166	174
0,9	0,5	205	174	149	360	149	167	173
	0,6		118	100	296	100	156	166
	0,7		82	63	225	63	137	145

Область применения системы 3 (МП 1005; МП 2005 - направляющая КПГ-60x44x3000 t=1,2мм; кронштейн ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм (направляющая и кронштейн расположены горизонтально); направляющая КПШ-90x20x3000 t=1,2мм; КПШ-50x20x3000 t=1,2мм – расположенные вертикально).

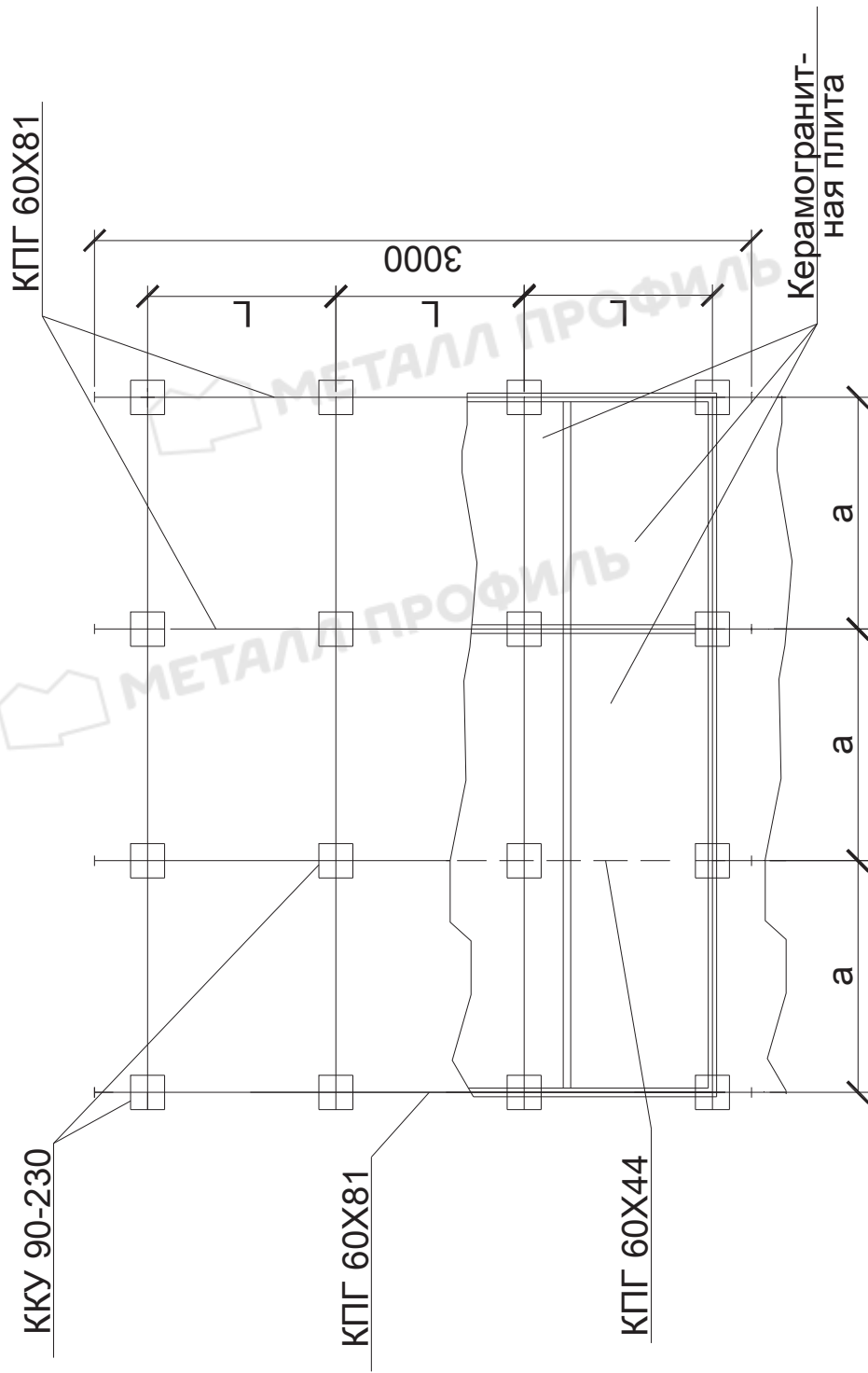


Допускаемые нагрузки в системе 3
Таблица 3

Шаг Горизонтальных направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса и облицовки						Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
		Фасадная кассета		КПШ50x20 t=1,2мм	КПП- 60x44x3000 t=1,2мм	ККУ-90 -ККУ- 230 t=1,2мм	Для ККУ- 150		Для ККУ- 230	
		МП 1005 НхW	Нагрузка, кгс/м ²							
0,6	0,5	1900x500	259	982	-	147	147	99	109	
	0,6	700x1200	106	817	555	97	97	86	99	
	0,7	700x1400	99	700	477	70	70	82	95	
0,75	0,5	1900x500	259	617	-	116	116	101	113	
	0,6	700x1200	106	513	350	76	76	91	106	
	0,7	700x1400	99	439	300	55	55	84	99	
0,9	0,5	1900x500	259	458	-	95	95	105	120	
	0,6	700x1200	106	381	260	62	60	93	110	
	0,7	700x1400	99	327	223	45	30	-	-	

Сечение кронштейна необходимо проверить на сочетание с гололедной нагрузкой.

Область применения системы 4 (Керамогранитная плитка - направляющая КПП-60х44х3000 t=1,2мм; кронштейн ККУ-90 - ККУ-230 t=1,2мм (направляющая и кронштейн расположены вертикально).



Допускаемые нагрузки в системе 4

Таблица 4

Размер плитки НхW, мм	Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки каркаса элементов		Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
			Клпг-60х44х3000 t=1,2мм Ширина крюка 10мм	ККУ-90 ККУ-230 t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
600x600	0,6	0,5	166	427	318	126	150
		0,6		296	262	152	180
		0,7		221	220	178	212
600x1200	0,6	0,9	133	128	174	173	205
		0,5		342	253	126	150
		0,6		237	210	152	180
		0,7		177	176	178	212
		0,9		102	139	173	205

Допускаемые нагрузки в системе 4

Таблица 4

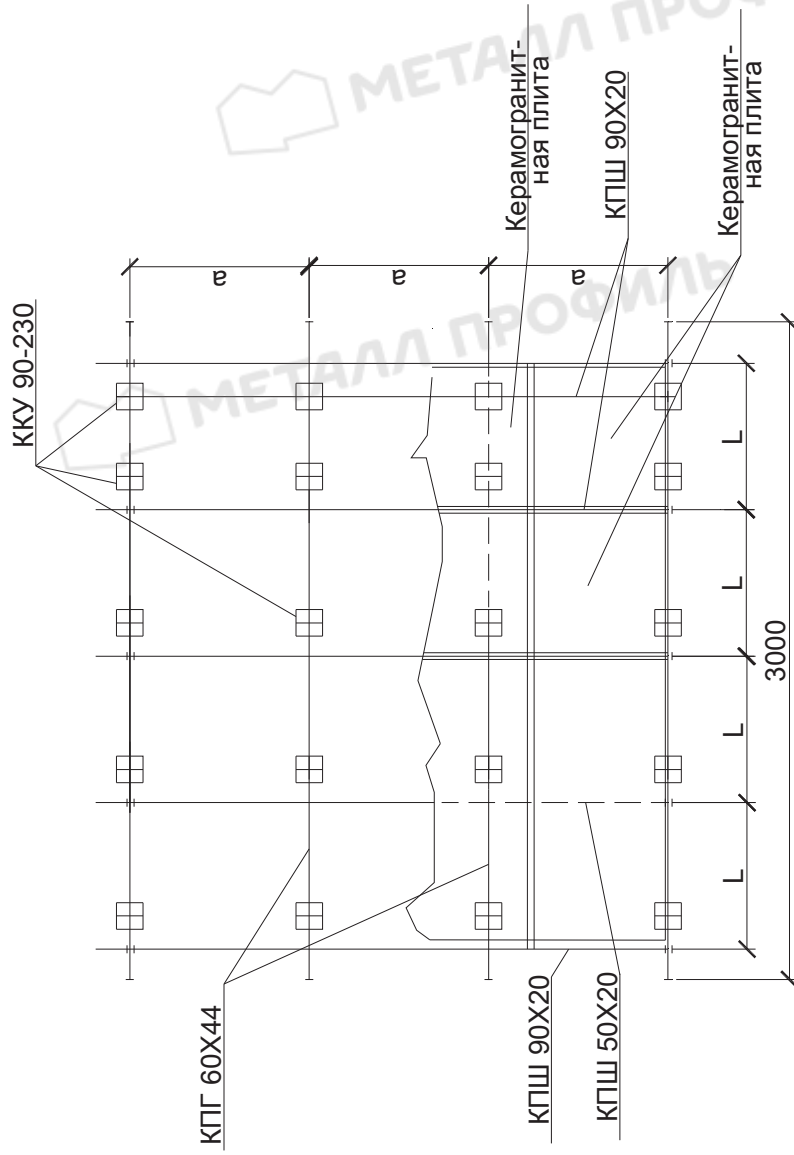
Размер плитки НхW, мм	Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки каркаса элементов		кгс/м ² для		Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
			Клпг-60х44х3000 t=1,2мм Ширина крюка 15мм	Клпг-60х44х3000 t=1,2мм	ККУ-90 ККУ-230 t=1,2мм	-		Для ККУ-150	Для ККУ-230
600x600	0,6	0,5	261	427	318	261	269	326	326
		0,6		296	262	261	326	403	
		0,7		221	220	220	307	388	
600x1200	0,6	0,9	210	128	174	128	226	292	292
		0,5		342	253	210	272	330	
		0,6		237	210	210	331	409	
		0,7		177	176	177	311	393	
		0,9		102	139	102	227	293	

Допускаемые нагрузки в системе 4

Таблица 4.1

Размер плитки НхW, мм	Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки каркаса элементов		Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
			Клпг-60х44х3000 t=1,2мм	ККУ-90 ККУ-230 t=1,2мм		Для ККУ-150	Для ККУ-230
600x600	0,6	0,5	68	486	318	70	85
		0,6		338	262	85	
		0,7		251	220	95	
		0,9		146	174	120	
600x1200	0,6	0,5	54	389	253	70	85
		0,6		270	210	85	
		0,7		201	176	95	
		0,9		117	139	120	

Область применения системы 5 (Керамогранитная плитка ;горизонтальная направляющая КППГ -60х44х3000 t=1,2мм; кронштейн ККУ-90 - ККУ -230 t=2,0мм (направляющие и кронштейн расположены горизонтально); направляющая КППШ-90х20х3000 t=1,2мм; КППШ-50х20х3000 t=1,2мм – расположенные вертикально).



Допускаемые нагрузки в системе 5

Таблица 5

Размер плитки НхW, мм	Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса						Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
			Кляммер t=1,2мм Ширина крюка 15мм	КПШУ 90x20 t=1,2мм	КПШУ 50x20 t=1,2мм	КПГ- 60x44x3000 t=1,2мм	ККУ-90 -ККУ-230 t=2мм	Для ККУ-150		Для ККУ-230	
600x600	0,6	0,5	1177	-	427	510	261	207	249		
		0,6	817	-	296	378	261	249	297		
		0,7	589	-	221	198	198	238	285		
		0,9	381	-	128	53	53	137	183		
600x1200	0,6	0,5	1177	965	342	408	210	167	201		
		0,6	817	558	237	302	210	200	239		
		0,7	589	350	177	159	159	191	232		
		0,9	381	260	102	43	43	137	183		

Сечение кронштейна необходимо проверить на сочетание с гололедной нагрузкой.

Допускаемые нагрузки в системе 5

Таблица 5.1

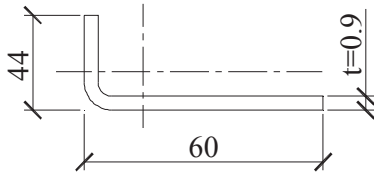
Размер плитки НхW, мм	Шаг направляющих, м	Пролет направляющих, м	Расчетные ветровые нагрузки кгс/м ² для элементов каркаса						Допускаемые ветровые нагрузки, кгс/м ²	Усилие вырыва анкера из стены, кгс	
			Кляммер t=1,0мм Ширина крюка 10мм	КПШУ90х20 t=1,2мм	КПШУ50х20 t=1,2мм	КПГ-60х44х3000 t=1,2мм	ККУ-90-ККУ-230 t=2мм	Для ККУ-150		Для ККУ-230	
600х600	0,6	0,5	1177	-	427	509	161	178	225		
		0,6	817	-	296	378	161	213	260		
		0,7	589	-	221	198	161	272	343		
		0,9	381	-	128	53	53	137	183		
600х1200	0,6	0,5	1177	965	342	408	133	185	234		
		0,6	817	558	237	302	133	222	272		
		0,7	589	350	177	159	133	285	357		
		0,9	381	260	102	43	43	137	183		



Приложение 2
(Геометрические характеристики сечений)



Сечение направляющей КПП-60х44х3000х0,9



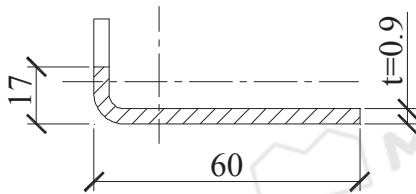
Материал: оцинкованная сталь 08пс.

$$R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

Принимаемое расчетное сечение

а) при отсесе

Сжатая зона на опоре



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} ;$

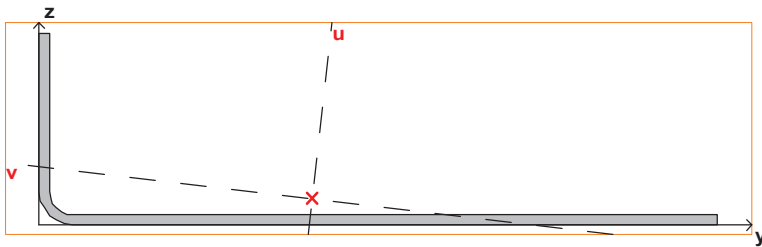
$$\text{где: } \bar{\lambda}_\delta = 0,75 * \frac{b_\delta}{t} * \sqrt{\frac{(3 + \psi) * R_\delta}{A}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,2}{3,2} = 0,375$$

$$\bar{\lambda}_p = 0,75 * \frac{4,4}{0,09} * \sqrt{\frac{3,75 * 2250}{2,1 * 10^6}} = 2,32$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{2,32}}{2,32} = 0,39$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,39 * 4,4 = 1,7 \text{ см}$$

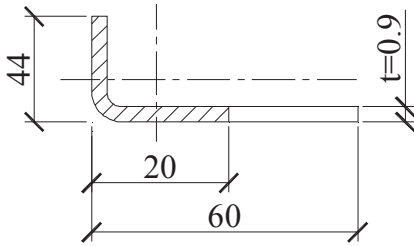


Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,6750383	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0830313	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,4606651	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	83,288	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,1137509	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,5614547	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0017454	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,004173	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,4105	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,947956	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7225537	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,0120224	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0666605	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1673865	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1661886	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1714324	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,5958289	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0793767	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,960983	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3429118	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,0987507	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,2479659	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,0703892	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4992074	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	2,4094718	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,2280622	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	0,0775649	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,0450706	см
P	Периметр	15,1874858	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	15,1874858	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	4,0327224	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,5965651	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,0788454	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,6752056	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,9907393	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0020668	см

Габариты сечения 60x17 мм

Сжатая зона в пролете.



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_{\delta};$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

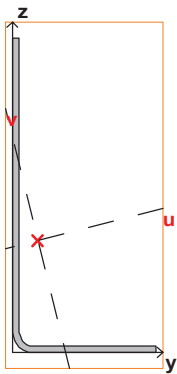
при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p}$;

где: $\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{6,0}{0,09 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 4,45$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{4,45}}{4,45} = 0,214$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p = \frac{0,214}{1 - 0,364} * 6 = 2,0 \text{ см};$$



Геометрические характеристики сечения

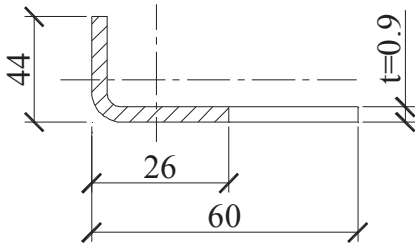
Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5580383 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1243625 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3236901 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	13,89 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,1717656 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	0,1712396 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0014408 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0020753 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	1,4490667 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	0,5539495 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,4374917 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6428582 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0854295 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1606326 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,7354672 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1943755 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1,236936 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,1060693 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,488818 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,4359762 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1530889 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,2878524 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,7839816 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,1519966 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	0,3537763 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,5749829 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	0,0467234 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,0657425 см
P	Периметр	12,5874858 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	12,5874858 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	1,2416084 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	1,5554932 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,0473971 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	1,3430053 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,5513395 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0016568 см

Габариты сечения 20x44 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформациям:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1 - \psi} * b_{\delta};$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$



при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6}$;

где: $\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1 - \psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

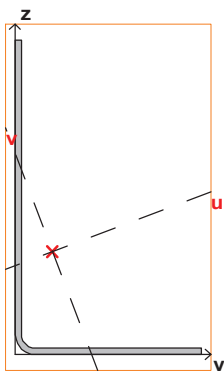
$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{6,0}{0,09 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 4,45$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1 - \psi)} * \sqrt{\frac{\sigma_{1d}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{6,0}{0,09 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{1600}{2,1 * 10^6}} = 3,76$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6} = \frac{1 - \frac{0,22}{3,76}}{3,76} + 0,18 * \frac{4,45 - 3,76}{4,45 - 0,6} = 0,282$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1 - \psi} * b_p = \frac{0,282}{1 - 0,364} * 6 = 2,6 \text{ см};$$

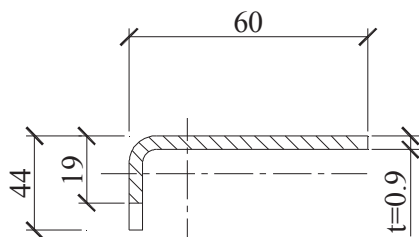


Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	0,6120383	см ²
A _{w,y}	0,1811826	см ²
A _{w,z}	0,3145716	см ²
α	20,742	град
I _y	1,2870551	см ⁴
I _z	0,3593535	см ⁴
I _t	0,0015759	см ⁴
I _w	0,0019938	см ⁶
i _y	1,4501378	см
i _z	0,7662521	см
W _{u+}	0,4882364	см ³
W _{u-}	0,6929966	см ³
W _{v+}	0,1395612	см ³
W _{v-}	0,222728	см ³
W _{pl,u}	0,8309002	см ³
W _{pl,v}	0,2925519	см ³
I _u	1,4423786	см ⁴
I _v	0,20403	см ⁴
i _u	1,5351483	см
i _v	0,5773747	см
a _{u+}	0,2280269	см
a _{u-}	0,3639119	см
a _{v+}	0,7977219	см
a _{v-}	1,1322766	см
y _M	0,5254912	см
z _M	1,4399928	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,047898	см
Z _b	0,0577525	см
P	13,7874858	см
P _i	0	см
P _e	13,7874858	см
I ₁	1,456064	см ⁴
I ₂	1,6284635	см ⁴
I ₁₂	0,0529861	см ⁴
I _p	1,6464086	см ⁴
i _p	1,6401347	см
W _p	0,0018217	см

Габариты сечения 26x44 мм

Сжатая зона в пролете.



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,2}{3,2} = 0,375$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

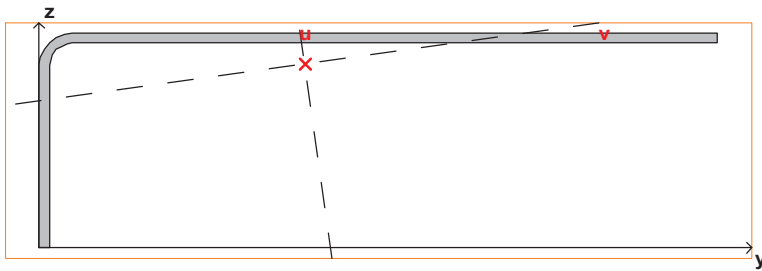
при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p}$;

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{4,4}{0,09 * (1-0,375)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 3,32$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{3,32}}{3,32} = 0,281$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p = \frac{0,281}{1-0,375} * 4,4 = 1,9 \text{ см};$$



Геометрические характеристики сечения

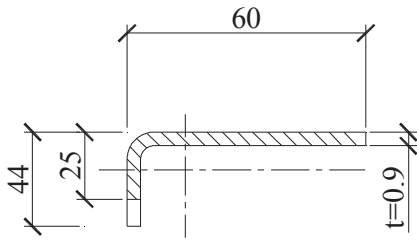
Параметр	Значение	Единица
A	0,6930383	см ²
A _{w,y}	0,0989629	см ²
A _{w,z}	0,4569449	см ²
α	-82,032	град
I _y	0,1571335	см ⁴
I _z	2,6594863	см ⁴
I _t	0,0017951	см ⁴
I _w	0,0027641	см ⁶
i _y	0,4761631	см
i _z	1,9589361	см
W _{u+}	0,7415231	см ³
W _{u-}	1,0619227	см ³
W _{v+}	0,0822568	см ³
W _{v-}	0,1940041	см ³
W _{pl,u}	1,2092014	см ³
W _{pl,v}	0,2056495	см ³
I _u	2,7094927	см ⁴
I _v	0,1071271	см ⁴
i _u	1,9772673	см
i _v	0,3931615	см
a _{u+}	0,1186902	см
a _{u-}	0,2799327	см
a _{v+}	1,0699598	см
a _{v-}	1,5322714	см
y _M	2,3480604	см
z _M	1,6311105	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,0719252	см
Z _b	1,8547657	см
P	15,5874858	см
P _i	0	см
P _e	15,5874858	см
I ₁	3,9781221	см ⁴
I ₂	4,5033294	см ⁴
I ₁₂	3,0115585	см ⁴
I _p	2,8166197	см ⁴
i _p	2,0159766	см
W _p	0,0021005	см

Габариты сечения 60x19 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформациям:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1 - \psi} * b_p ;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$



при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6}$;

где: $\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1 - \psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

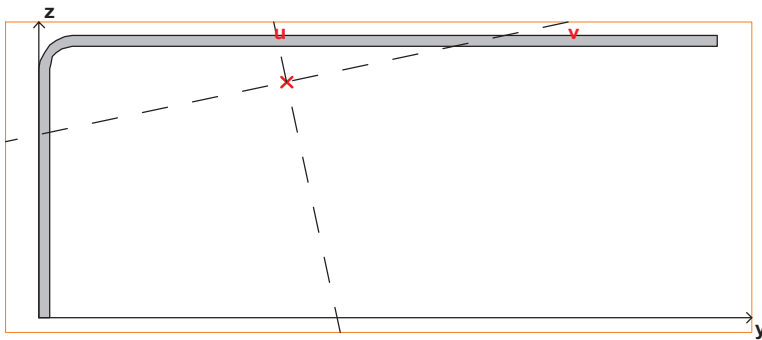
$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{4,4}{0,09 * (1 - 0,375)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 3,32$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1 - \psi)} * \sqrt{\frac{\sigma_{1d}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{4,4}{0,09 * (1 - 0,375)} * \sqrt{\frac{1600}{2,1 * 10^6}} = 2,8$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6} = \frac{1 - \frac{0,22}{2,8}}{2,8} + 0,18 * \frac{3,32 - 2,86}{3,32 - 0,6} = 0,36$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1 - \psi} * b_p = \frac{0,36}{1 - 0,375} * 4,4 = 2,5 \text{ см};$$

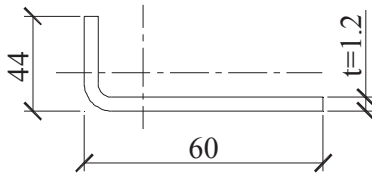


Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	0,7470383	см ²
A _{w,y}	0,1502992	см ²
A _{w,z}	0,445027	см ²
α	-77,893	град
I _y	0,345573	см ⁴
I _z	2,9252394	см ⁴
I _t	0,0019297	см ⁴
I _w	0,0022976	см ⁶
i _y	0,6801403	см
i _z	1,9788336	см
W _{u+}	0,7985186	см ³
W _{u-}	1,1858415	см ³
W _{v+}	0,1376714	см ³
W _{v-}	0,275667	см ³
W _{pl,u}	1,3359765	см ³
W _{pl,v}	0,3201567	см ³
I _u	3,0496699	см ⁴
I _v	0,2211425	см ⁴
i _u	2,020482	см
i _v	0,5440824	см
a _{u+}	0,1842896	см
a _{u-}	0,3690132	см
a _{v+}	1,0689126	см
a _{v-}	1,5873905	см
y _M	2,1815826	см
z _M	2,0915193	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,0603997	см
Z _b	2,4536959	см
P	16,7874858	см
P _i	0	см
P _e	16,7874858	см
I ₁	3,9009544	см ⁴
I ₂	6,1931232	см ⁴
I ₁₂	3,988665	см ⁴
I _p	3,2708124	см ⁴
i _p	2,0924563	см
W _p	0,0022179	см

Габариты сечения 60x25 мм

Сечение направляющей КПП-60x44x3000x1,2



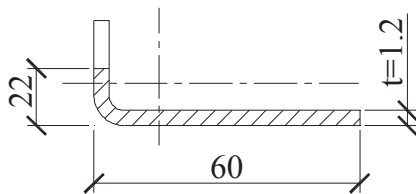
Материал: оцинкованная сталь 08пс.

$$R_y = 2250 \text{ кгс/см}^2$$

Принимаемое расчетное сечение

а) при отсосе

Сжатая зона на опоре



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} ;$

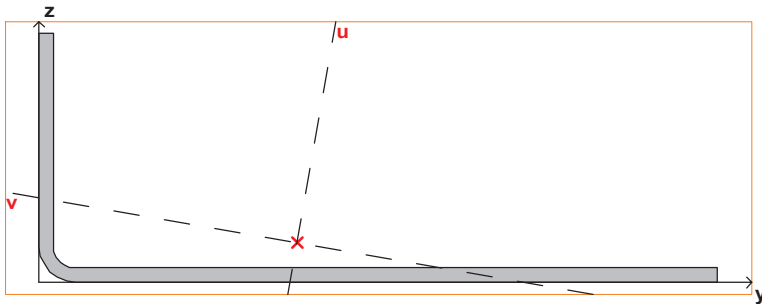
$$\text{где: } \bar{\lambda}_\delta = 0,75 * \frac{b_\delta}{t} * \sqrt{\frac{(3 + \psi) * R_\delta}{A}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,2}{3,2} = 0,375$$

$$\bar{\lambda}_p = 0,75 * \frac{4,4}{0,12} * \sqrt{\frac{3,75 * 2250}{2,1 * 10^6}} = 1,74$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{1,74}}{1,74} = 0,5$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,5 * 4,4 = 2,2 \text{ см}$$

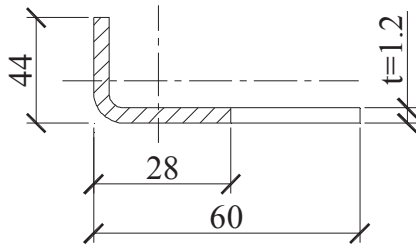


Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	0,9556491	см ²
A _{v,y}	0,1645539	см ²
A _{v,z}	0,6006684	см ²
α	80,078	град
I _y	0,3136383	см ⁴
I _z	3,6920739	см ⁴
I _t	0,0043803	см ⁴
I _w	0,0105753	см ⁶
i _y	0,5728822	см
i _z	1,9655584	см
W _{u+}	1,0188193	см ³
W _{u-}	1,4834128	см ³
W _{v+}	0,1424754	см ³
W _{v-}	0,3029475	см ³
W _{pl,u}	1,6842014	см ³
W _{pl,v}	0,3436043	см ³
I _u	3,7987128	см ⁴
I _v	0,2069994	см ⁴
i _u	1,9937422	см
i _v	0,4654096	см
a _{u+}	0,1490876	см
a _{u-}	0,317007	см
a _{v+}	1,0661018	см
a _{v-}	1,5522568	см
y _M	2,2757104	см
z _M	0,3479736	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,089111	см
Z _b	0,0600664	см
P	16,1744814	см
P _i	0	см
P _e	16,1744814	см
I ₁	5,2628093	см ⁴
I ₂	3,8077893	см ⁴
I ₁₂	0,1471397	см ⁴
I _p	4,0057122	см ⁴
i _p	2,0473431	см
W _p	0,002863	см

Габариты сечения 60x22 мм

Сжатая зона в пролете.



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

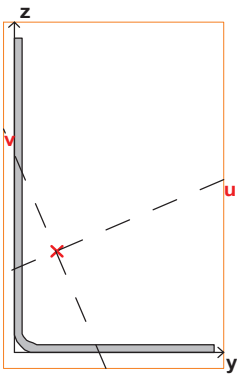
при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p};$

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{6,0}{0,12 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 3,08$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{3,08}}{3,08} = 0,301$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p = \frac{0,301}{1 - 0,364} * 6 = 2,8 \text{ см};$$



Геометрические характеристики сечения

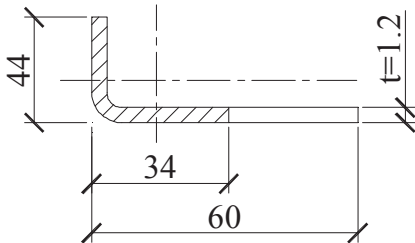
Параметр	Значение	Единица
A	0,8356491	см ²
A _{w,y}	0,2662545	см ²
A _{w,z}	0,416387	см ²
α	23,212	град
I _y	1,7407216	см ⁴
I _z	0,5802008	см ⁴
I _t	0,0038395	см ⁴
I _w	0,0054288	см ⁶
i _y	1,4432869	см
i _z	0,8332536	см
W _{u+}	0,6715428	см ³
W _{u-}	0,9244825	см ³
W _{v+}	0,2106506	см ³
W _{v-}	0,3169376	см ³
W _{pl,u}	1,1424337	см ³
W _{pl,v}	0,4312352	см ³
I _u	2,0022662	см ⁴
I _v	0,3186562	см ⁴
i _u	1,5479215	см
i _v	0,6175174	см
a _{u+}	0,2520802	см
a _{u-}	0,3792711	см
a _{v+}	0,8036181	см
a _{v-}	1,1063046	см
y _M	0,5995587	см
z _M	1,4129144	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,0631264	см
Z _b	0,0749216	см
P	14,1744814	см
P _i	0	см
P _e	14,1744814	см
I ₁	2,0411128	см ⁴
I ₂	2,2484298	см ⁴
I ₁₂	0,0980357	см ⁴
I _p	2,3209224	см ⁴
i _p	1,6665499	см
W _p	0,0025004	см

Габариты сечения 28x44 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформациям:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p ;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$



при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6} ;$

где: $\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

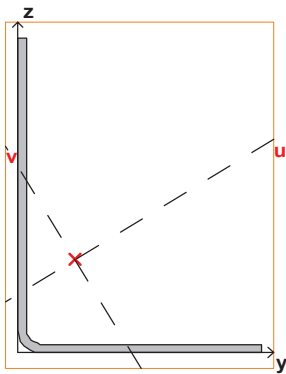
$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{6,0}{0,12 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 3,35$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{\sigma_{1d}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,3 * \frac{6,0}{0,12 * (1 - 0,364)} * \sqrt{\frac{1600}{2,1 * 10^6}} = 2,82$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{pd}}}{\bar{\lambda}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pd}}{\bar{\lambda}_p - 0,6} = \frac{1 - \frac{0,22}{2,82}}{2,82} + 0,18 * \frac{3,35 - 2,82}{3,35 - 0,6} = 0,362$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p = \frac{0,362}{1 - 0,364} * 6 = 3,4 \text{ см} ;$$

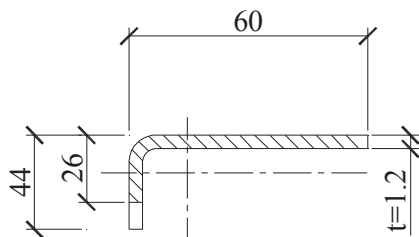


Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	0,9076491	см ²
A _{v,y}	0,3410544	см ²
A _{v,z}	0,4158176	см ²
α	31,292	град
I _y	1,862141	см ⁴
I _z	0,9968105	см ⁴
I _t	0,0041699	см ⁴
I _w	0,0065855	см ⁶
i _y	1,4323438	см
i _z	1,0479663	см
W _{u+}	0,7745514	см ³
W _{u-}	0,9602517	см ³
W _{v+}	0,3046606	см ³
W _{v-}	0,3949596	см ³
W _{pl,u}	1,2872044	см ³
W _{pl,v}	0,5696887	см ³
I _u	2,3691239	см ⁴
I _v	0,4898276	см ⁴
i _u	1,6156039	см
i _v	0,7346198	см
a _{u+}	0,335659	см
a _{u-}	0,4351457	см
a _{v+}	0,85336	см
a _{v-}	1,0579548	см
y _M	0,7979082	см
z _M	1,3055933	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,0648158	см
Z _b	0,069642	см
P	15,3744814	см
P _i	0	см
P _e	15,3744814	см
I ₁	2,4400026	см ⁴
I ₂	2,5439656	см ⁴
I ₁₂	0,1114277	см ⁴
I _p	2,8589515	см ⁴
i _p	1,7747795	см
W _p	0,0027996	см

Габариты сечения 34x44 мм

Сжатая зона в пролете.



Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p ;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,2}{3,2} = 0,375$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

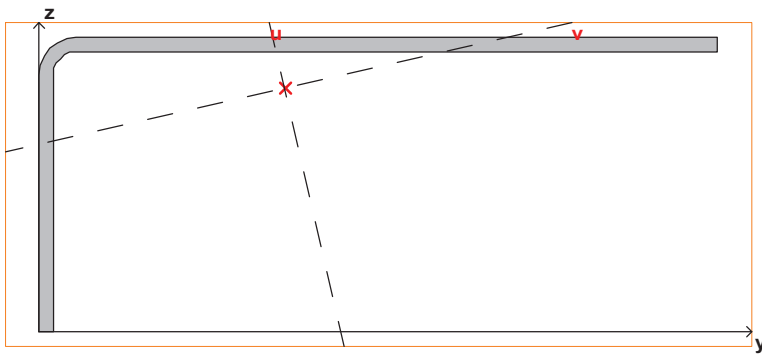
при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} ;$

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\psi)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,3 * \frac{4,4}{0,12 * (1 - 0,375)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 2,49$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{2,49}}{2,49} = 0,366$$

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p = \frac{0,366}{1 - 0,375} * 4,4 = 2,57 \text{ см} ;$$



Геометрические характеристики сечения

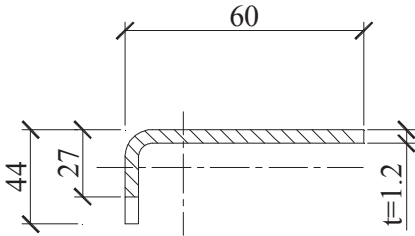
Параметр	Значение	Единица
A	1,0036491	см ²
A _{w,y}	0,2114167	см ²
A _{w,z}	0,5901547	см ²
α	-77,192	град
I _y	0,5067309	см ⁴
I _z	3,9165113	см ⁴
I _t	0,0046172	см ⁴
I _w	0,0103861	см ⁶
i _y	0,7105551	см
i _z	1,9754168	см
W _{u+}	1,070033	см ³
W _{u-}	1,581939	см ³
W _{v+}	0,1949667	см ³
W _{v-}	0,3762853	см ³
W _{pl,u}	1,7962934	см ³
W _{pl,v}	0,4495347	см ³
I _u	4,1023467	см ⁴
I _v	0,3208955	см ⁴
i _u	2,0217396	см
i _v	0,5654457	см
a _{u+}	0,1942578	см
a _{u-}	0,3749172	см
a _{v+}	1,0661425	см
a _{v-}	1,5761873	см
y _M	2,169743	см
z _M	2,1538873	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,0795841	см
Z _b	2,5388759	см
P	16,9744814	см
P _i	0	см
P _e	16,9744814	см
I ₁	5,2316949	см ⁴
I ₂	8,5726708	см ⁴
I ₁₂	5,507866	см ⁴
I _p	4,4232422	см ⁴
i _p	2,0993237	см
W _p	0,0029746	см

Габариты сечения 60x26 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформациям:

$$b_{ef} = \frac{\rho}{1-\psi} * b_p ;$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1,6}{4,4} = 0,364$$



при относительной гибкости стенки $\bar{\alpha}_p \leq 0,673 \cdot \alpha = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\alpha}_p > 0,673 \cdot \alpha = \frac{1 - 0,22}{\bar{\alpha}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\alpha}_p - \bar{\alpha}_{pd}}{\bar{\alpha}_p - 0,6} ;$

где: $\bar{\alpha}_p = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\alpha)} * \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

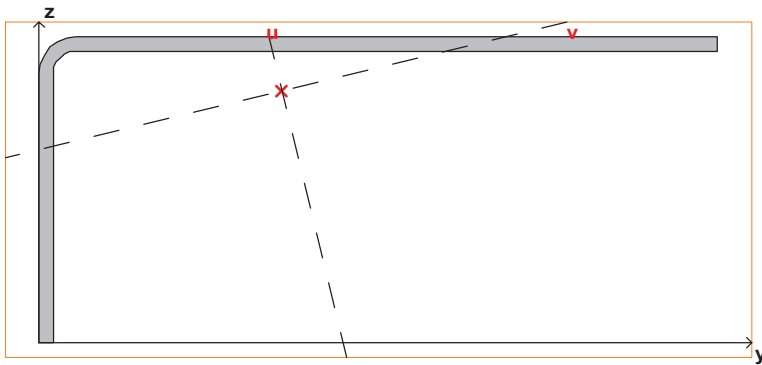
$$\bar{\alpha}_p = 1,3 * \frac{4,4}{0,12 * (1 - 0,375)} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6}} = 2,49$$

$$\bar{\alpha}_{pd} = 1,3 * \frac{b_p}{t * (1-\alpha)} * \sqrt{\frac{\alpha_{1d}}{E}}$$

$$\bar{\alpha}_{pd} = 1,3 * \frac{4,4}{0,12 * (1 - 0,375)} * \sqrt{\frac{1600}{2,1 * 10^6}} = 2,1$$

$$\alpha = \frac{1 - 0,22}{\bar{\alpha}_{pd}} + 0,18 * \frac{\bar{\alpha}_p - \bar{\alpha}_{pd}}{\bar{\alpha}_p - 0,6} = \frac{1 - 0,22}{2,1} + 0,18 * \frac{2,49 - 2,1}{2,49 - 0,6} = 0,39$$

$$b_{ef} = \frac{\alpha}{1-\alpha} * b_p = \frac{0,39}{1 - 0,375} * 4,4 = 2,7 \text{ см} ;$$

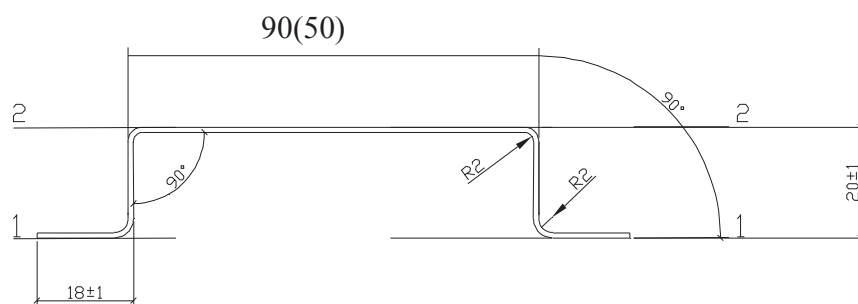


Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,0156491	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2235185	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,5876174	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-76,432	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,5643377	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,9693068	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0046596	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0129267	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,7454142	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,9769036	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,0833334	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,6029552	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2092423	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3948558	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,8243442	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,4773978	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	4,1798896	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,3537549	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,028666	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,5901731	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2060183	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3887718	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,0666414	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5782568	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	2,1448162	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	2,2278481	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	0,0792223	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,638729	см
P	Периметр	17,1744814	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	17,1744814	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	5,2365637	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	9,0102854	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	5,7256681	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	4,5336445	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,1127683	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0030053	см

Габариты сечения 60x27 мм

Сечение вертикальной направляющей КПШУ-90х20х3000; КПШУ-50х20х3000



Толщина $t = 1,2$ мм

А) сжата верхняя полка $b_p = 50$ мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p};$

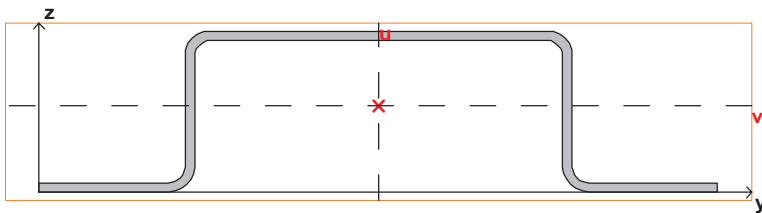
где: $\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{R_y}{E * k_\sigma}}$

$k_\sigma = 4$

$$\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{5}{0,12} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6 * 4}} = 0,717$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{0,717}}{0,717} = 0,966$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,966 * 5 = 4,83 \text{ см}$$



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,4033965 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2938642 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,5940028 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,963987 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	8,0926948 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0064575 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	1,970919 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,8287917 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,4013551 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,9268321 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,9268321 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,8949327 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,0445889 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	3,0420279 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,0979658 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	8,0926948 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,963987 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,4013551 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,8287917 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,6376906 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,7443291 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,3729777 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,3729777 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,2 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,0771614 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,2020384 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,6355515 см
P	Периметр	23,6579257 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	23,6579257 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	25,7199016 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	9,7210229 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	6,349075 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	9,0566818 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5403547 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0048173 см

Габариты сечения 84x20 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформативности:

$$b_{ef} = \rho * b_p;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho_\epsilon = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{p\epsilon}}{\bar{\lambda}_p - 0,6}$;

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{R_y}{E * k_\sigma}}$$

$$k_\sigma = 4$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{\sigma_d}{E * k_\sigma}}$$

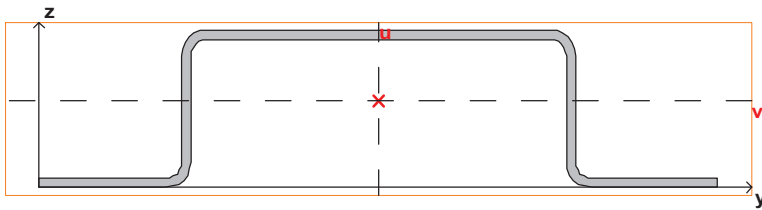
Где: σ_d – сжимающие напряжения в элементе от нормативной нагрузки

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,052 * \frac{5}{0,12} * \sqrt{\frac{1800}{2,1 * 10^6 * 4}} = 0,642$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{5}{0,12} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6 * 4}} = 0,717$$

$$\rho_\epsilon = \frac{1 - \frac{0,22}{0,717}}{0,717} + 0,18 * \frac{0,717 - 0,642}{0,717 - 0,6} = 1,08$$

$$b_{ef} = \rho * b = 1,08 * 5 = 5,4 \text{ см}$$



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	1,4273965	см ²
A _{w,y}	0,2903536	см ²
A _{w,z}	0,6176338	см ²
α	-90	град
I _y	0,9815831	см ⁴
I _z	8,7152143	см ⁴
I _t	0,0065812	см ⁴
I _w	2,1201847	см ⁶
i _y	0,829261	см
i _z	2,4709657	см
W _{u+}	2,026794	см ³
W _{u-}	2,026794	см ³
W _{v+}	0,8991582	см ³
W _{v-}	1,0806447	см ³
W _{pl,u}	3,1835675	см ³
W _{pl,v}	1,1172423	см ³
I _u	8,7152143	см ⁴
I _v	0,9815831	см ⁴
i _u	2,4709657	см
i _v	0,829261	см
a _{u+}	0,6299288	см
a _{u-}	0,757074	см
a _{v+}	1,4199236	см
a _{v-}	1,4199236	см
y _M	4,3	см
z _M	1,091669	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	4,2987098	см
Z _b	2,652314	см
P	24,0579257	см
P _i	0	см
P _e	24,0579257	см
I ₁	27,3741448	см ⁴
I ₂	10,4163015	см ⁴
I ₁₂	6,7004514	см ⁴
I _p	9,6967974	см ⁴
i _p	2,6064047	см
W _p	0,0049268	см

Габариты сечения 86x20 мм

Эффективная ширина стенки при расчете профиля по прочности:

$$b_{ef1} = 0,76 * t * \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0,76 * 0,12 * \sqrt{\frac{2,1 * 10^6}{2250}} = 2,78 \text{ см} > 2 \text{ см (высота профиля)}$$

Профиль работает полным сечением

Б) сжата нижняя полка $b_p=18$ мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p}$;

$$\text{где: } \bar{\lambda}_\delta = 0,75 * \frac{b_\delta}{t} * \sqrt{\frac{(3 + \psi) * R_\delta}{A}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{0,5}{1,3} = 0,385$$

$$\bar{\lambda}_p = 0,75 * \frac{1,8}{0,12} * \sqrt{\frac{3,85 * 2250}{2,1 * 10^6}} = 0,723$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{0,723}}{0,723} = 0,962$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,962 * 1,8 = 1,73 \text{ см}$$

Профиль работает полным сечением

Толщина $t=1,2$ мм

В) сжата верхняя полка $b_p=90$ мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p}$;

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{R_y}{E * k_\sigma}}$$

$$k_\sigma = 4$$

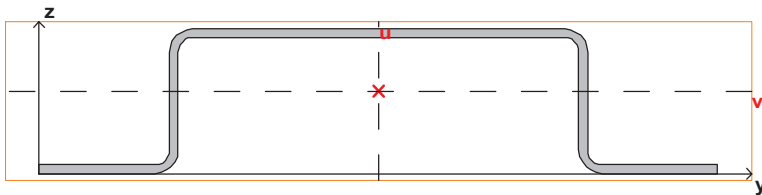
$$\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{9}{0,12} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6 * 4}} = 1,291$$

$$\square = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{1,291}}{1,291} = 0,64$$

$$b_{ef} = \square * b = 0,64 * 9 = 5,78 \text{ см}$$

 МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ

 МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	1,5233965	см ²
A _{v,y}	0,276662	см ²
A _{v,z}	0,7125113	см ²
α	-90	град
I _y	1,0464325	см ⁴
I _z	11,4955718	см ⁴
I _t	0,0070023	см ⁴
I _w	2,9291236	см ⁶
i _y	0,8287988	см
i _z	2,7470009	см
W _{u+}	2,4458663	см ³
W _{u-}	2,4458663	см ³
W _{v+}	0,9138124	см ³
W _{v-}	1,2240814	см ³
W _{pl,u}	3,7737261	см ³
W _{pl,v}	1,1891466	см ³
I _u	11,4955718	см ⁴
I _v	1,0464325	см ⁴
i _u	2,7470009	см
i _v	0,8287988	см
a _{u+}	0,599852	см
a _{u-}	0,8035212	см
a _{v+}	1,6055349	см
a _{v-}	1,6055349	см
y _M	4,7	см
z _M	1,1451283	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	4,7004071	см
Z _b	2,7018714	см
P	25,6579257	см
P _i	0	см
P _e	25,6579257	см
I ₁	34,6982616	см ⁴
I ₂	13,4932304	см ⁴
I ₁₂	8,1990772	см ⁴
I _p	12,5420043	см ⁴
i _p	2,8693068	см
W _p	0,0053595	см

Габариты сечения 94x20 мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по деформативности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho$ $\rho_\epsilon = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} + 0,18 * \frac{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{pe}}{\bar{\lambda}_p - 0,6}$;

$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{R_y}{E * k_\sigma}}$$

$$k_\sigma = 4$$

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{\sigma_d}{E * k_\sigma}}$$

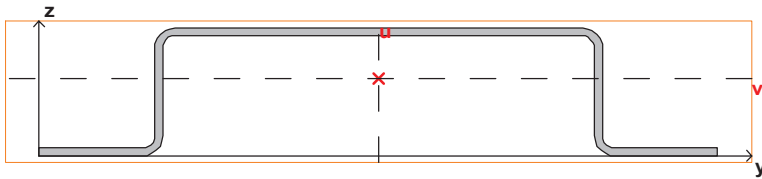
Где: σ_d – сжимающие напряжения в элементе от нормативной нагрузки

$$\bar{\lambda}_{pd} = 1,052 * \frac{9}{0,12} * \sqrt{\frac{1800}{2,1 * 10^6 * 4}} = 1,156$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{9}{0,12} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6 * 4}} = 1,29$$

$$\rho_\epsilon = \frac{1 - \frac{0,22}{1,29}}{1,29} + 0,18 * \frac{1,29 - 1,156}{1,29 - 0,6} = 0,675$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,675 * 9 = 7,1 \text{ см}$$



Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,6673965	см ²
A _{w,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2575662	см ²
A _{w,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,8550992	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,1297301	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	16,5897458	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,007641	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	4,7138259	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,823129	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,1542813	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U3	3,1301407	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	3,1301407	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,9307573	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,4369047	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	4,730964	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,2834903	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	16,5897458	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1,1297301	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,1542813	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,823129	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,5582099	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,8617654	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,8772624	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,8772624	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	5,3	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,2137752	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,3015942	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,7423961	см
P	Периметр	28,0579257	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	28,0579257	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	47,9668983	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	19,0462381	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	10,726376	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	17,7194759	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,2599129	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0059938	см

Габариты сечения 106x20 мм

Эффективная ширина стенки при расчете профиля по прочности:

$$b_{ef1} = 0,76 * t * \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0,76 * 0,12 * \sqrt{\frac{2,1 * 10^6}{2250}} = 2,78 \text{ см} > 2 \text{ см (высота профиля)}$$

г) сжата нижняя полка $b_p=18$ мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_\delta}}{\bar{\lambda}_\delta}$;

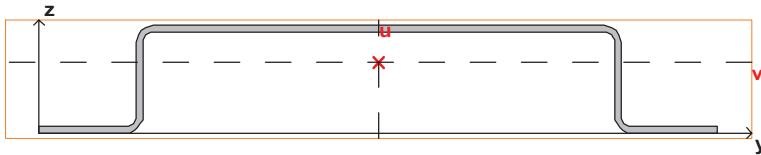
$$\text{где: } \bar{\lambda}_\delta = 0,75 * \frac{b_\delta}{t} * \sqrt{\frac{(3 + \psi) * R_\delta}{A}}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{0,5}{1,3} = 0,385$$

$$\bar{\lambda}_p = 0,75 * \frac{1,8}{0,12} * \sqrt{\frac{3,85 * 2250}{2,1 * 10^6}} = 0,723$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{0,723}}{0,723} = 0,962$$

$$b_{ef} = \rho * b = 0,962 * 1,8 = 1,73 \text{ см}$$



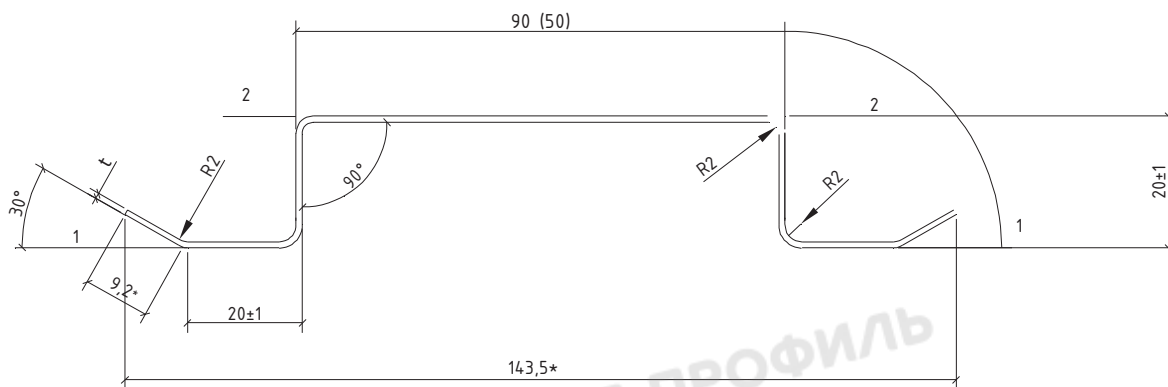
Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	1,9073965	см ²
A _{w,y}	0,2299874	см ²
A _{w,z}	1,0913875	см ²
α	-90	град
I _y	1,2406681	см ⁴
I _z	27,7990704	см ⁴
I _t	0,0088023	см ⁴
I _w	9,49059	см ⁶
i _y	0,8065055	см
i _z	3,8176371	см
W _{u+}	4,4125509	см ³
W _{u-}	4,4125509	см ³
W _{v+}	0,950592	см ³
W _{v-}	1,7855273	см ³
W _{pl,u}	6,5183605	см ³
W _{pl,v}	1,4125835	см ³
I _u	27,7990704	см ⁴
I _v	1,2406681	см ⁴
i _u	3,8176371	см
i _v	0,8065055	см
a _{u+}	0,4983714	см
a _{u-}	0,936107	см
a _{v+}	2,3133894	см
a _{v-}	2,3133894	см
y _M	6,3	см
z _M	1,3051531	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	6,2981252	см
Z _b	2,7617055	см
P	32,0579257	см
P _i	0	см
P _e	32,0579257	см
I ₁	76,9452359	см ⁴
I ₂	31,0481767	см ⁴
I ₁₂	15,6835005	см ⁴
I _p	29,0397385	см ⁴
i _p	3,9018975	см
W _p	0,0070155	см

Габариты сечения 126x20 мм

Профиль при сжатой нижней полки работает полным сечением

Сечение вертикальной направляющей КППШ-90x20x3000; КППШ-50x20x3000



Толщина $t = 1,2$ мм

При сжатой верхней полки сечение работает так же как для сечения КППШУ-90x20x3000; КППШУ-50x20x3000

г) сжата нижняя полка $b_p = 20$ мм

Эффективная ширина полки при расчете профиля по несущей способности:

$$b_{ef} = \rho * b_p ;$$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \cdot \rho = 1$

при относительной гибкости стенки $\bar{\lambda}_p > 0,673 \cdot \rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p}}{\bar{\lambda}_p} ;$

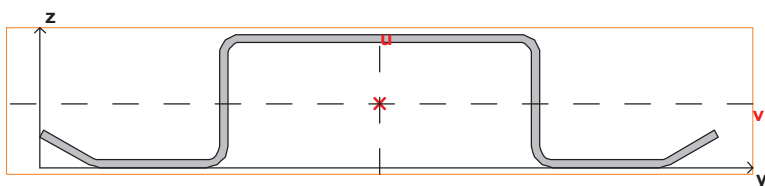
$$\text{где: } \bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{b_p}{t} * \sqrt{\frac{R_y}{E * k_\sigma}}$$

$k_\sigma = 4$

$$\bar{\lambda}_p = 1,052 * \frac{2}{0,12} * \sqrt{\frac{2250}{2,1 * 10^6 * 4}} = 0,573$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda_p}}{\lambda_p} = \frac{1 - \frac{0,22}{0,573}}{0,573} = 1,076$$

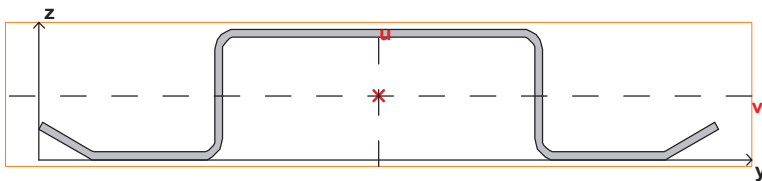
$$b_{ef} = \rho * b = 1,076 * 2 = 2,15 \text{ см} > 2 \text{ см}$$



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,6345142 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2584055 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,7102696 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,0972013 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	13,0587309 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0075261 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	4,5851285 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,819311 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,8265465 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	2,5722562 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	2,5722677 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1,058387 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,1389709 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	4,1118828 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,269738 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	13,0587309 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1,0972013 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,8265465 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,819311 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,6475239 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6968253 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,573713 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,57372 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	5,0767386 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,9633269 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,0768156 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,3005576 см
P	Периметр	27,5149199 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	27,5149199 см
I ₁	Момент инерции I _u в глобальной системе координат	43,2239854 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	14,5755581 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	7,9936609 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	14,1559322 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,9428958 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,005439 см

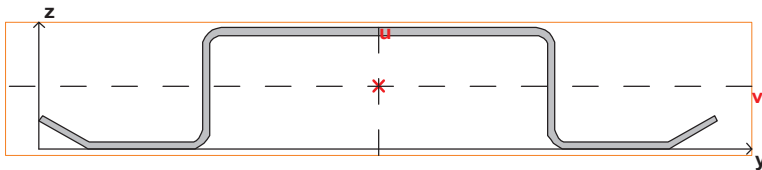
Габариты сечения 101,535x20 мм



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,6585142 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2557665 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,7332572 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,1197922 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	13,8975326 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0076508 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	4,7664998 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,8216921 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,8947379 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	2,6845999 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	2,6846115 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1,0951086 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,1456141 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	4,2765342 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,2942762 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	13,8975326 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1,1197922 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,8947379 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,8216921 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,660295 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6907473 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,6186777 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,6186847 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	5,1767388 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,9774602 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,1767267 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,3319855 см
P	Периметр	27,9149199 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	27,9149199 см
I ₁	Момент инерции I _u в глобальной системе координат	45,5656915 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	15,4821241 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	8,3921464 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	15,0173248 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,0091005 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0055483 см

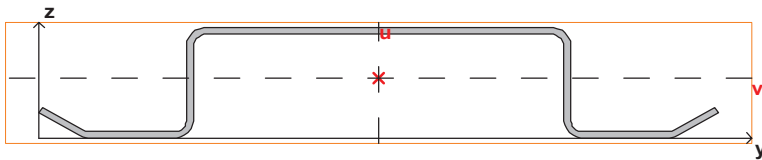
Габариты сечения 103,535x20 мм



Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	1,7545142	см ²
A _{w,y}	0,2453438	см ²
A _{w,z}	0,8258381	см ²
α	-90	град
I _y	1,2039832	см ⁴
I _z	17,5892422	см ⁴
I _t	0,0080726	см ⁴
I _w	5,5597814	см ⁶
i _y	0,8283841	см
i _z	3,1662494	см
W _{u+}	3,154025	см ³
W _{u-}	3,154037	см ³
W _{v+}	1,1687722	см ³
W _{v-}	1,2413817	см ³
W _{pl,u}	4,9591399	см ³
W _{pl,v}	1,3865603	см ³
I _u	17,5892422	см ⁴
I _v	1,2039832	см ⁴
i _u	3,1662494	см
i _v	0,8283841	см
a _{u+}	0,6661515	см
a _{u-}	0,7075358	см
a _{v+}	1,7976629	см
a _{v-}	1,7976697	см
y _M	5,5767394	см
z _M	1,0301265	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	5,5782756	см
Z _b	2,4361149	см
P	29,5149199	см
P _i	0	см
P _e	29,5149199	см
I ₁	55,7694141	см ⁴
I ₂	19,4510636	см ⁴
I ₁₂	10,0792083	см ⁴
I _p	18,7932254	см ⁴
i _p	3,2728207	см
W _p	0,0059803	см

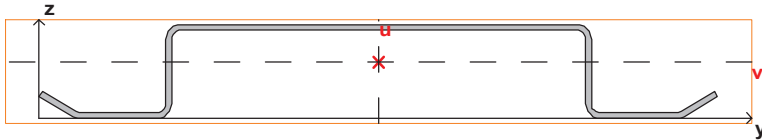
Габариты сечения 111,535x20 мм



Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,8985142	см ²
A _{w,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2304906	см ²
A _{w,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,9657685	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,3143271	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	24,1891152	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0087204	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	7,139638	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,8320411	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,5694645	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U3	3,9161496	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	3,916162	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1,1957784	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,4589681	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	6,0550484	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,5095027	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	24,1891152	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1,3143271	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,5694645	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,8320411	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,6298496	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,7684789	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,0627444	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	2,062751	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	6,1767402	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,0991393	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	6,1761478	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,5438829	см
P	Периметр	31,9149199	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	31,9149199	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	73,7466678	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	26,4827239	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	12,8891613	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	25,5034423	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,6651561	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0066138	см

Габариты сечения 123,535x20 мм

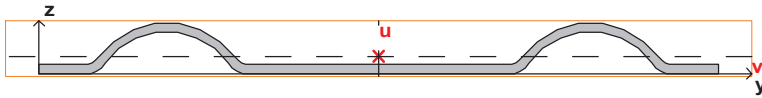


Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	2,1385142	см ²
A _{v,y}	0,2084546	см ²
A _{v,z}	1,1993845	см ²
α	-90	град
I _y	1,4652623	см ⁴
I _z	38,2777263	см ⁴
I _t	0,0098717	см ⁴
I _w	11,3639355	см ⁶
i _y	0,8277546	см
i _z	4,2307464	см
W _{u+}	5,3335674	см ³
W _{u-}	5,3335803	см ³
W _{v+}	1,2276948	см ³
W _{v-}	1,8168319	см ³
W _{pl,u}	8,0735626	см ³
W _{pl,v}	1,6813136	см ³
I _u	38,2777263	см ⁴
I _v	1,4652623	см ⁴
i _u	4,2307464	см
i _v	0,8277546	см
a _{u+}	0,5740877	см
a _{u-}	0,8495767	см
a _{v+}	2,4940529	см
a _{v-}	2,4940589	см
y _M	7,1767413	см
z _M	1,193507	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	7,1761545	см
Z _b	2,6442667	см
P	35,9149199	см
P _i	0	см
P _e	35,9149199	см
I ₁	111,6107529	см ⁴
I ₂	41,3239518	см ⁴
I ₁₂	18,3173762	см ⁴
I _p	39,7429886	см ⁴
i _p	4,310962	см
W _p	0,0076364	см

Габариты сечения 143,535x20 мм

Профиль работает полным сечением

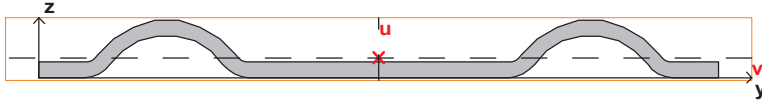


ККУ-1,2

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,1357011	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,075379	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,8264564	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0511413	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	7,4600002	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0051898	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,5077477	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,2122042	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5629338	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,6954546	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,6954546	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1182201	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2250884	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	2,542378	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,2163244	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	7,4600002	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0511413	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5629338	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,2122042	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1040944	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,1981933	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4928704	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4928704	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,4	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,2272056	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,397797	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,1543277	см
P	Периметр	19,2565092	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,2565092	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	22,0383146	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	7,5186278	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,1353657	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	7,5111415	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5717038	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0038694	см

Габариты сечения 88x6,598 мм

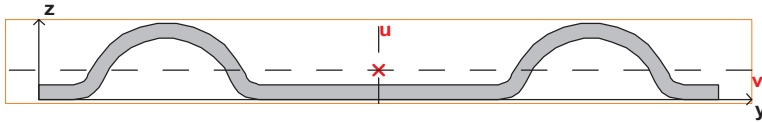


ККУ-2,0 h5.5

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,8929946	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1363167	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	1,3797352	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0890517	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	12,4311175	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0241113	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,8704675	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,2168935	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5625975	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	2,825254	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	2,825254	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1874228	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3364734	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	4,2377352	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,3613387	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	12,4311175	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0890517	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5625975	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,2168935	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,0990086	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,1777466	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4924786	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4924786	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,4	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,2646619	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,3904677	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,1921544	см
P	Периметр	19,4167648	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,4167648	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	36,7374272	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	12,5637141	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	2,2044159	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	12,5201693	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5717599	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0064437	см

Габариты сечения 88x7,398 мм

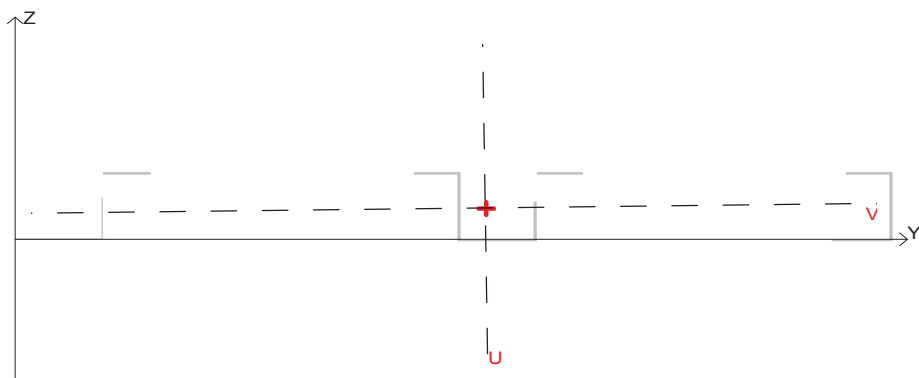


ККУ-2,0 h8.0

Геометрические характеристики сечения

Параметр		Значение	
A	Площадь поперечного сечения	2,0133083	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2465878	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	1,3200294	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,2019002	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	13,4430171	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0257857	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	2,0629552	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3166746	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5840043	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	3,0552312	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	3,0552312	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3284384	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,5327576	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	4,5685978	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,5790819	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	13,4430171	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,2019002	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5840043	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3166746	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1631337	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,264618	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5175178	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5175178	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,4	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3789721	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,3906401	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,2565784	см
P	Периметр	20,6060276	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	20,6060276	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	39,1795489	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	13,7321681	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	3,3571456	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	13,6449174	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6033365	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0069961	см

Габариты сечения 88x9,937 мм

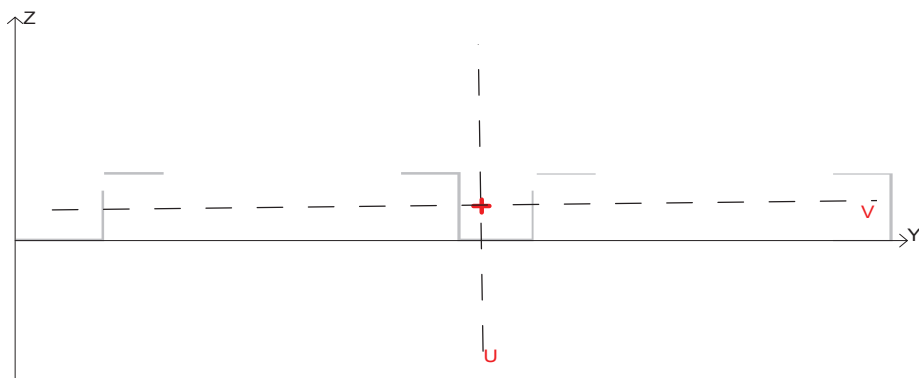


Элемент сечения	Угол поворота	Зеркально
Лист 15 x 0.4		
Лист 8 x 0.4	90,0	
Лист 8 x 0.4		
Лист 8 x 0.4		
Лист 8 x 0.4		
Лист 13.4 x 0.4	90,0	
Лист 12.6 x 0.4		
Лист 8 x 0.4	90,0	
Лист 8 x 0.4		
Лист 8 x 0.4		
Лист 13.4 x 0.4	90,0	
Лист 10 x 0.4		

Габариты сечения 150,0 x 13,8 мм

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	0.4496	см ²
α	-89,2	град
I_y	0.144945	см ⁴
I_z	11,516	см ⁴
I_t	0.000225411	см ⁴
i_y	0.567791	см
i_z	5,061	см
W_{u+}	1,423	см ³
W_{u-}	1,663	см ³
W_{v+}	0.167053	см ³
W_{v-}	0.19989	см ³
$W_{pl,u}$	1,992	см ³
$W_{pl,v}$	0.209012	см ³
I_u	11,518	см ⁴
I_v	0.142727	см ⁴
i_u	5,061	см
i_v	0.563429	см
a_{u+}	0.371559	см
a_{u-}	0.444596	см
a_{v+}	3,166	см
a_{v-}	3,699	см
y_M	8,085	см
z_M	0.597509	см



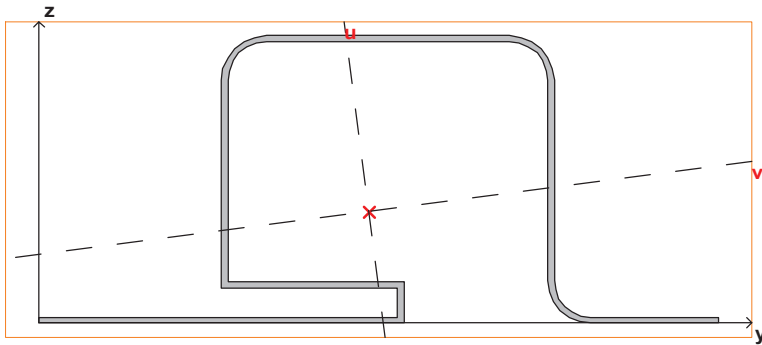
МП СК-14x226x0,5

Элемент сечения	Угол поворота	Зеркально
Лист 15 x 0.5		
Лист 9.5 x 0.5	90,0	
Лист 10 x 0.5		
Лист 10 x 0.5		
Лист 13.1 x 0.5	90,0	
Лист 12.5 x 0.5		
Лист 9.5 x 0.5	90,0	
Лист 10 x 0.5		
Лист 10 x 0.5		
Лист 13.1 x 0.5	90,0	
Лист 9.5 x 0.5		

Габариты сечения 148,0 x 13,7 мм

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	0.611	см ²
α	-89,235	град
I_y	0.19269	см ⁴
I_z	14,838	см ⁴
I_t	0.000478504	см ⁴
i_y	0.561577	см
i_z	4,928	см
W_{u+}	1,882	см ³
W_{u-}	2,142	см ³
W_{v+}	0.243098	см ³
W_{v-}	0.248337	см ³
$W_{pl,u}$	2,292	см ³
$W_{pl,v}$	0.302022	см ³
I_u	14,84	см ⁴
I_v	0.190082	см ⁴
i_u	4,928	см
i_v	0.557764	см
a_{u+}	0.397869	см
a_{u-}	0.406443	см
a_{v+}	3,08	см
a_{v-}	3,505	см
y_M	7,879	см
z_M	0.663134	см

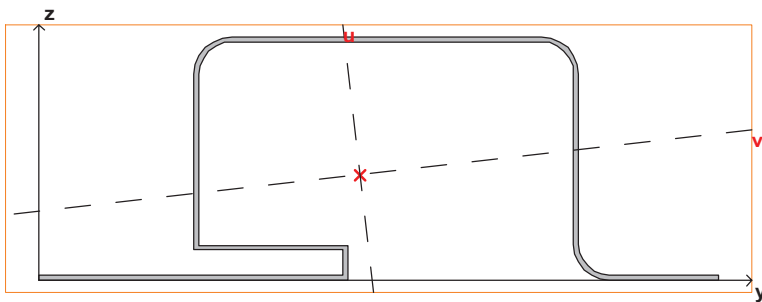


МП ЛП-Т-24x0,5 20t

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,6338102	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1305808	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,0913541	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-82,509	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,5543521	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1,1465785	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005086	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	2,4060828	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,9352188	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,345	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,4117497	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,4224374	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3509951	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,4232811	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,7389034	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,5297261	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1,1569974	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,5439333	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,3510971	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,9263886	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,5537858	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6678357	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,6496419	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,6665046	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	2,7134515	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,9178747	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	2,2008221	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	3,0128238	см
P	Периметр	25,4795841	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	25,4795841	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	5,2209821	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	1,6805598	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,6578126	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	1,7009307	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,6381878	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0018657	см

Габариты сечения 55,9x23,7 мм

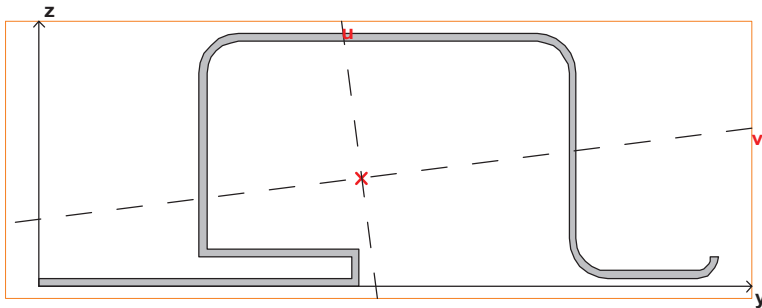


МП ЛП-Т-24x0,5 30т

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,6838102	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,129759	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,1277161	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-83,468	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,6487508	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,0186342	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005472	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	3,0730531	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,9740274	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,7181498	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6082405	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6356772	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,4260913	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,4466767	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,0459614	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,6031635	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,0368301	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,6305549	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,7258761	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,9602707	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,6231134	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6532173	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,8894872	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,9296105	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	3,1080846	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	1,0222257	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	2,6249643	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	3,3151371	см
P	Периметр	27,4795841	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	27,4795841	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	7,2544875	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,7331785	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	2,3315026	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,667385	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,9750362	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0020256	см

Габариты сечения 65,9x23,7 мм

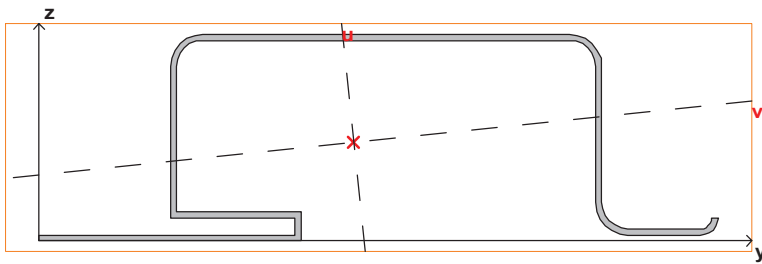


МП ЛП-Т-24x0,7 20t

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,9356753	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1782824	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,1697053	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-82,681	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,8520217	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,5365469	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0014765	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	3,8415295	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,9542513	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,6464891	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7957211	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8196251	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,5514134	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,6169699	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,366334	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,8048924	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,5648062	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,8237624	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,6556354	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,9382929	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,5893213	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6593846	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,8504244	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,8759717	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	3,024941	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,0121659	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	2,4830126	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	3,2178255	см
P	Периметр	26,9051083	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	26,9051083	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	9,4137017	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,4951274	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	3,0848011	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,3885686	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,9030297	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0028779	см

Габариты сечения 63,7x23,7 мм

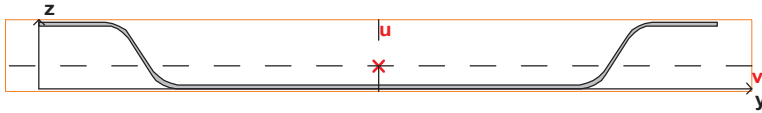


МП ЛП-Т-24x0,7 30t

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,0336753	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1710141	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2509814	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-84,048	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	1,0072925	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	4,8758459	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0016249	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	5,3574308	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,9871559	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,1718655	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,2111938	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,3309555	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,6546085	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,6867571	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	2,0305931	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,9310672	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	4,9183576	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,9647808	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,181313	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,9661004	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,6332825	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6643838	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,1717353	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,2875953	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	3,5967867	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	1,1375803	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	3,0698884	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	3,4133526	см
P	Периметр	29,7051083	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	29,7051083	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	14,3798199	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	6,2135137	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	4,6371779	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	5,8831384	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,3856815	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0032317	см

Габариты сечения 77,7x23,7 мм

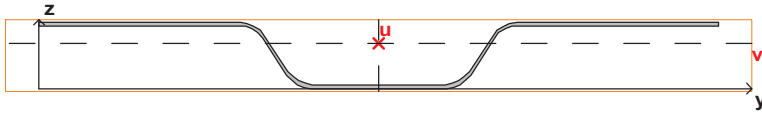


C8-1500-0,4 20t вл

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,3618862	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0235207	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2624043	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0376155	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,1304033	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0001921	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,090755	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3224016	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,4263023	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,517869	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,5178912	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0697518	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,144273	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,7715247	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1061222	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,1304033	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0376155	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,4263023	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3224016	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1927451	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3986694	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4310272	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4310887	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,1136116	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,2607242	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,1138108	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,294581	см
P	Периметр	17,9167076	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	17,9167076	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	6,1613811	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,1550033	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,3881206	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,1680188	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,4476286	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0012594	см

Габариты сечения 82,274x8 мм

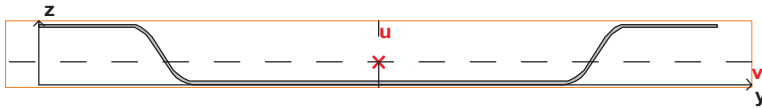


C8-1150-0,4 20t нп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,3618884	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0235879	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2446721	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0379828	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1,9089979	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0001922	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0731636	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3239712	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,2967588	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,4639989	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,4640393	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0709145	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1436645	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,7179657	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1069913	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1,9089979	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0379828	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,2967588	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3239712	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1959569	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3969856	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,2821602	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,2822719	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,1138708	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,5356143	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,1141758	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,1209423	см
P	Периметр	17,9180871	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	17,9180871	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	6,1625581	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,0128174	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,7974132	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	1,9469807	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,3194953	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0011455	см

Габариты сечения 82,281x8 мм

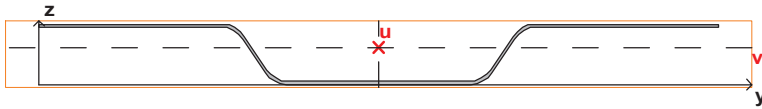


C8-1150-0,4 30t vp

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,3938582 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0226774 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2845987 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	89,999 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,045541 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,7257158 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0002087 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0927472 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3400412 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,6306941 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6039176 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6039283 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0915882 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1503305 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,9094367 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1260137 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,7257158 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,045541 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,6306941 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3400412 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,232541 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,381687 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5333376 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5333648 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,5132979 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3028772 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5133506 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,2818499 см
P	Периметр	19,5153076 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	19,5153076 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	8,0683763 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,7618462 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,5383264 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,7712569 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6525798 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0013441 см

Габариты сечения 90,267x8 мм

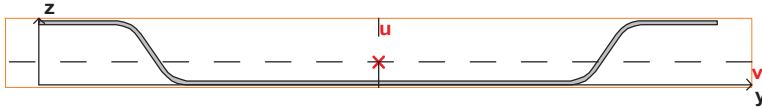


C8-1150-0,4 30t np

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,3938859	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0227103	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2725494	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0457986	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,5424348	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0002086	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0943909	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3409896	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5406198	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,5632563	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,563285	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0927579	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1495438	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,8690236	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1266316	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,5424348	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0457986	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5406198	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3409896	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2354942	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3796626	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4299986	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4300714	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,5135852	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,4937442	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5135206	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,0116708	см
P	Периметр	19,516697	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,516697	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	8,0702206	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,6384576	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,8777991	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,5882334	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5634006	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0012645	см

Габариты сечения 90,274x8 мм

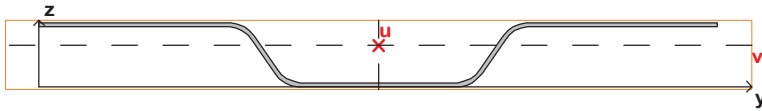


C8-1150-0,5 20t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,4713576	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0283085	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3419909	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0507385	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,0089798	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0003909	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1112424	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3280904	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5265877	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6977219	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6978118	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0982322	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1789818	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,0456973	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1432801	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,0089798	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0507385	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5265877	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3280904	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2084027	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3797155	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,480239	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4804297	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,3125777	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,283484	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,3114369	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,281611	см
P	Периметр	18,7025723	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	18,7025723	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	8,8172011	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,0468597	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,5762696	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,0597183	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5478008	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0016219	см

Габариты сечения 86,246x8 мм

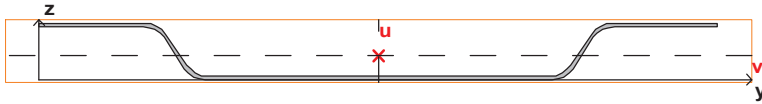


C8-1150-0,5 20t нп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,4714079	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0283907	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3239205	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0512005	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,7587776	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0003912	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1024683	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3295631	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,4191339	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6397434	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6397491	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0999551	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1779243	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,9880821	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1443995	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,7587776	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0512005	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,4191339	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3295631	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2120353	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3774317	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,3570909	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,3571029	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,3123191	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,5122346	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,3124001	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,0661662	см
P	Периметр	18,702549	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	18,702549	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	8,8175474	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,8824676	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,0413096	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,8099781	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,4414792	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0015044	см

Габариты сечения 86,246x8 мм

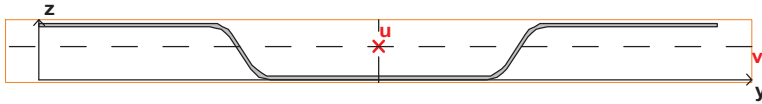


C8-1150-0,5 30t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5213576	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0267247	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3780146	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0616698	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	4,0507506	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0004307	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,120858	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3439288	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,7874039	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8417055	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8417933	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1313863	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1865267	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,2738123	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1713496	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	4,0507506	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0616698	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,7874039	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3439288	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2520081	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3577711	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,6144494	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,6146179	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,8125511	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,3306221	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,8109533	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,2539732	см
P	Периметр	20,7025723	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	20,7025723	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	12,1366497	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	4,1077407	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,8295574	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	4,1124204	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,8085419	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0017589	см

Габариты сечения 96,246x8 мм

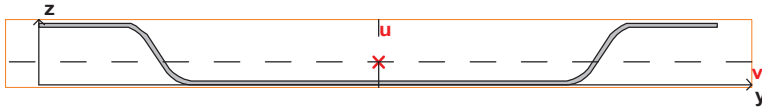


C8-1150-0,5 30t np

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5214079	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0267609	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3675718	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0619425	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,8688784	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0004309	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1321274	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3446717	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,7239788	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8039529	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8039595	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1330633	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1851858	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,2362861	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1720183	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,8688784	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0619425	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,7239788	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3446717	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2552	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3551649	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5418886	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5419012	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,8123198	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,4655116	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,8123998	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,0456077	см
P	Периметр	20,702549	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	20,702549	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	12,1369268	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,9818681	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,1680642	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,9308209	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,7456983	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0016892	см

Габариты сечения 96,246x8 мм

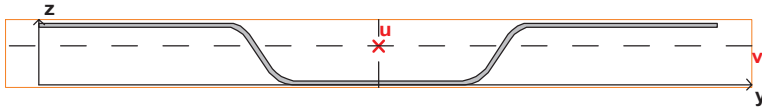


C8-1150-0,55 20t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5289513	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0304908	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3841018	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,057607	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,5141561	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005308	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1217487	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3300122	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,5775237	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7965657	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7965778	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1138587	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1959103	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1966275	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1629668	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,5141561	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,057607	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,5775237	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3300122	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2152537	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3703749	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5059339	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5059568	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,4115665	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,2940481	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,4108192	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,2734267	см
P	Периметр	19,0957167	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,0957167	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	10,3520148	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,5598915	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,6861543	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,5717631	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5985643	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0018114	см

Габариты сечения 88,232x8 мм

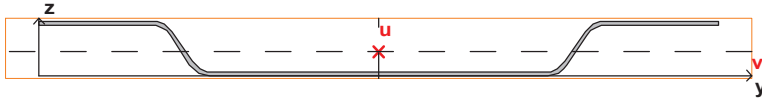


C8-1150-0,55 20t нп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5289947	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0305712	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3662257	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0581068	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,2546769	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005306	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1179911	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3314269	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,4804374	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7377355	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7377732	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1158898	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1945954	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1382423	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1641873	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,2546769	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0581068	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,4804374	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3314269	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2190755	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3678589	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,394599	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,3946702	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,4117127	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,501397	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,4118349	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,0425234	см
P	Периметр	19,0957663	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,0957663	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	10,3540413	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,3876656	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,1701369	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,3127837	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5024815	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0016943	см

Габариты сечения 88,232x8 мм

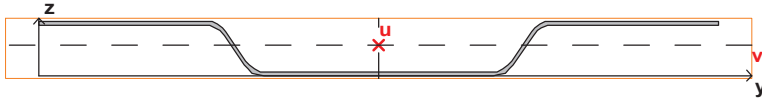


C8-1150-0,55 30t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5894513	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0285033	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,4283479	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0700503	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	4,8445165	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005888	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1392212	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3447314	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,8668254	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,9763961	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,976408	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,153335	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2041357	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,4801668	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1952717	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	4,8445165	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0700503	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,8668254	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3447314	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2601317	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3463147	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,6564492	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,6564692	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,9615699	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3431554	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,9608973	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,2382007	см
P	Периметр	21,2957167	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	21,2957167	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	14,5806773	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	4,9139277	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,0035863	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	4,9145667	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,8874777	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0019796	см

Габариты сечения 99,232x8 мм

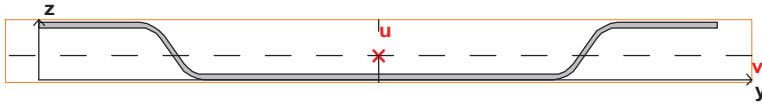


C8-1150-0,55 30t нп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5894947	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0285345	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,4190805	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0703146	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	4,6728648	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005892	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1525761	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3453685	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,8154748	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,9417801	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,941832	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1553019	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2024961	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,4458269	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1959253	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	4,6728648	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0703146	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,8154748	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3453685	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2634491	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3435079	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5976056	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5976937	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,9617368	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,4527608	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,9622347	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,0688605	см
P	Периметр	21,2957663	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	21,2957663	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	14,5829858	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	4,7937067	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,3242789	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	4,7431794	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,8365786	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0019173	см

Габариты сечения 99,232x8 мм

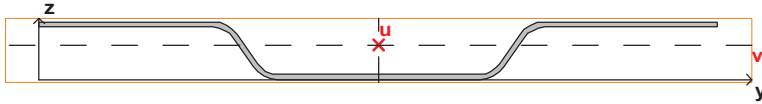


C8-1150-0,7 20t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,7082038	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0346732	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,5209392	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0787716	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	5,3567415	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0011147	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1521854	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3335076	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,7502439	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U 1	1,1285904	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U 1	1,1285904	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V 0	1,1658082	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V 0	0,2424313	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U 1	1,7034483	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V 0	0,2246638	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	5,3567415	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0787716	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,7502439	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3335076	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,234125	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3423186	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5935955	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5935955	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,7464	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3249234	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,7471305	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,2399937	см
P	Периметр	20,3987159	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	20,3987159	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	16,0334089	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	5,4315102	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,0922035	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	5,4355131	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,7703915	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0023888	см

Габариты сечения 94,928x8 мм

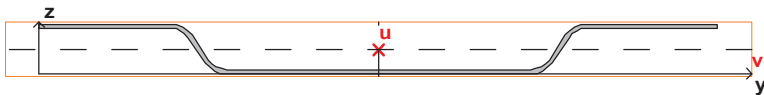


C8-1150-0,7 20t np

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,7030378	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0348912	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,498133	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0783321	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	5,0254059	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0011054	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1622428	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3337955	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,6735988	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,0670784	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,0670784	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1656257	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2395082	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,6335457	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,2234119	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	5,0254059	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0783321	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,6735988	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3337955	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2355858	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3406762	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,5178109	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,5178109	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,7095	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,4729462	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,709683	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,0135633	см
P	Периметр	20,2511159	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	20,2511159	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	15,6712822	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	5,1826601	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,5659045	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	5,103738	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6943552	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0022901	см

Габариты сечения 94,19x8 мм

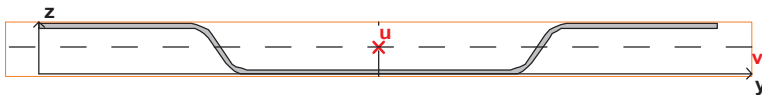


C8-1150-0,7 30t вп

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,8062038	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0316284	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,594322	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0954839	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	7,9061258	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0012649	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,2099795	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,344146	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,1315506	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,4516242	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,4516242	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2264896	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,252324	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	2,2028955	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,2694649	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	7,9061258	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0954839	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,1315506	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,344146	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2809334	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,312978	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,8005672	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,8005672	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	5,4464	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,3784179	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,4466451	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,182834	см
P	Периметр	23,1987159	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	23,1987159	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	24,0101279	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	8,0215743	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,6615985	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	8,0016098	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,1504041	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0026814	см

Габариты сечения 108,928x8 мм

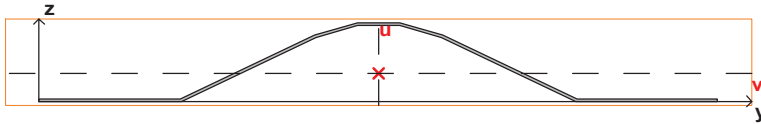


C8-1150-0,7 30t np

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,8010378	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,031796	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,5848914	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0948686	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	7,6728651	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0012538	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,2170101	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3441397	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,0949403	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,4184056	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,4184056	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2262185	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2492394	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	2,1599722	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,2677696	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	7,6728651	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0948686	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,0949403	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3441397	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2824068	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3111456	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,7707099	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,7707099	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	5,4095	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,4193673	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,4080566	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,1197062	см
P	Периметр	23,0511159	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	23,0511159	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	23,5353902	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	7,8137428	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,8172084	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	7,7677338	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,1140147	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0026414	см

Габариты сечения 108,19x8 мм

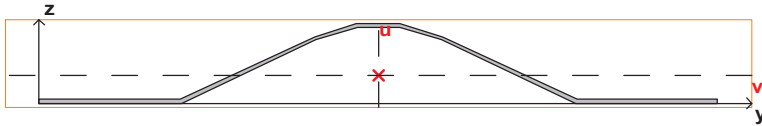


МП-18x1100x0,4

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,3834497 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0263576 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,2837234 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0572109 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,6223414 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0001961 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,0804106 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3862649 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,6151127 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,5719392 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,5719392 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,0824291 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1514166 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,8686548 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1333948 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,6223414 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0572109 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,6151127 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3862649 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2149672 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3948799 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4915626 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4915626 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,585 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3778378 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5849858 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,9579144 см
P	Периметр	19,2961718 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	19,2961718 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	8,1181768 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,6770833 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,664283 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,6795523 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6434854 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,001266 см

Габариты сечения 91,7x10,719 мм

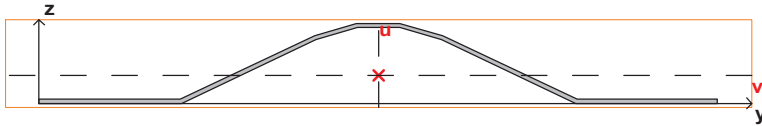


МП-18x1100x0,5

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,4794962 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0330148 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3547983 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0715735 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,2790801 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0003842 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,100712 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3863524 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,6150706 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7151756 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7151756 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1024179 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1868945 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,0863 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1668144 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,2790801 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0715735 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,6150706 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3863524 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2135948 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3897727 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4915146 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4915146 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,585 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,3829621 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5841813 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,9635019 см
P	Периметр	19,3159436 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	19,3159436 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	10,1516507 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,349403 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,8419383 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,3506536 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6434565 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0015828 см

Габариты сечения 91,7x10,818 мм

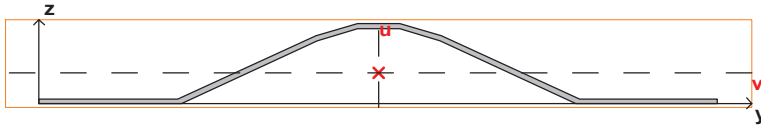


МП-18x1100x0,55

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,5273569	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0363359	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3901685	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0787281	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,6071531	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0005126	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1113115	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3863781	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,6153509	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7867291	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,7867291	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1122644	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2042622	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1949446	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,1834565	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,6071531	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0787281	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,6153509	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3863781	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2128813	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,387332	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,4918343	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,4918343	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,585	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,3854265	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5862867	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,9661549	см
P	Периметр	19,3258004	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,3258004	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	11,1649437	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,6854938	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	0,9319348	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,6858811	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,6437376	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,001741	см

Габариты сечения 91,7x10,867 мм

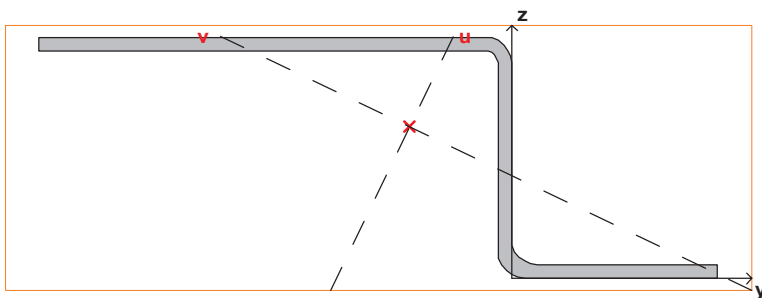


МП-18x1100x0,7

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,61344	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,04399	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,4756621	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,0891184	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3,819389	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0008333	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1171613	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3811515	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,4952318	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8330183	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,8330183	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,1340125	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2153662	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,3125857	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,2109343	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,819389	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,0891184	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	2,4952318	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3811515	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2184606	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3510795	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,3579459	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,3579459	см
y _м	Координата центра масс по оси Y	4,585	см
z _м	Координата центра масс по оси Z	0,4137993	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	4,5844361	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	0,9667913	см
P	Периметр	19,2928417	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	19,2928417	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	12,9849923	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,9244283	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	1,1638612	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,9085074	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	2,5241748	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0018442	см

Габариты сечения 91,7x10,788 мм



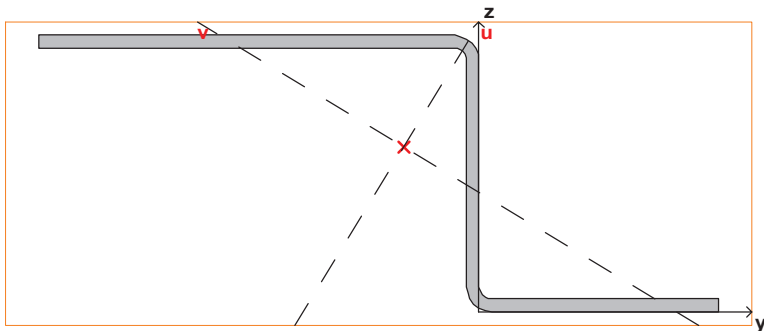
Ребро кассеты МП 1005; МП 2005 $t=1,2\text{мм}$

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,9815335 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1937036 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,4876874 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	64,449 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,8008247 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,6025873 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0046961 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,520836 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,903267 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,6283588 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,9239046 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,00212 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2528432 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3232143 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,5095589 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,4391189 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	3,1364025 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,2670094 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,7875712 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,5215677 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2576002 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,3292952 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,9412869 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,0209738 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	-0,9276627 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,3834206 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	-0,6393991 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	1,9986633 см
P	Периметр	16,3956023 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	16,3956023 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	1,6454912 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	4,4810977 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	-2,376236 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	3,403412 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,8621073 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0028269 см

Габариты сечения 61,8x22 мм

Имя файла: C:\Documents and Settings\User\Рабочий стол\ФАСАДНЫЕ КАССЕТЫ\Untitled.cns



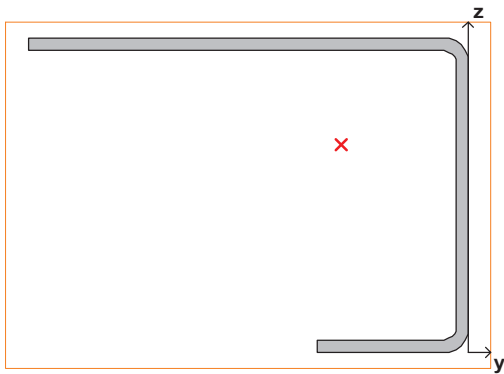
Ребро кассеты МП 1005 МП 2005 $t=1,0\text{мм}$

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	Площадь поперечного сечения	0,7365881 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1737145 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3445258 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	58,763 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,6241918 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1,3934407 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0023604 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,423641 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,9205485 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,3754091 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6263638 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6531472 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,177639 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2122878 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	0,9925961 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,3054607 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1,8410602 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,1765723 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,5809628 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,4896084 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,2411647 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,2882042 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,8503583 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,8867197 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	-0,5998324 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,3138237 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	-0,5359466 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	1,8764004 см
P	Периметр	14,9397953 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	14,9397953 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	0,8892154 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	2,6648895 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	-1,3185199 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,0176325 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,6550407 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,002194 см

Габариты сечения 54x22 мм

Имя файла: C:\Documents and Settings\User\Рабочий стол\ФАСАДНЫЕ КАССЕТЫ\Untitled.cns



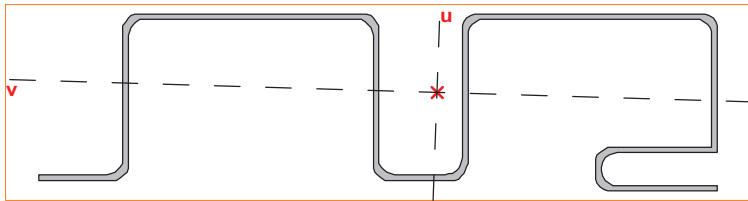
Ребро кассеты МП 1005; МП 2005 $t=1,0\text{мм}$

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	0,6865881	см ²
A _{v,y}	0,2603247	см ²
A _{v,z}	0,2384238	см ²
α	50,191	град
I _y	0,6473569	см ⁴
I _z	0,7825432	см ⁴
I _t	0,0021969	см ⁴
I _w	0,1329602	см ⁶
i _y	0,9710101	см
i _z	1,0675938	см
W _{u+}	0,4443323	см ³
W _{u-}	0,6216126	см ³
W _{v+}	0,2447758	см ³
W _{v-}	0,2791312	см ³
W _{pl,u}	0,7631335	см ³
W _{pl,v}	0,4164991	см ³
I _u	1,0900159	см ⁴
I _v	0,3398842	см ⁴
i _u	1,2599935	см
i _v	0,7035863	см
a _{u+}	0,3565105	см
a _{u-}	0,4065483	см
a _{v+}	0,6471599	см
a _{v-}	0,9053646	см
y _M	-1,0133156	см
z _M	1,6519878	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	0,4488131	см
Z _b	2,2499265	см
P	13,9397953	см
P _i	0	см
P _e	13,9397953	см
I ₁	1,3523514	см ⁴
I ₂	2,6562857	см ⁴
I ₁₂	-1,518263	см ⁴
I _p	1,4299002	см ⁴
i _p	1,4431276	см
W _p	0,0020715	см

Габариты сечения 35x25 мм

Имя файла: C:\Documents and Settings\User\Рабочий стол\ФАСАДНЫЕ КАССЕТЫ\Untitled.cns



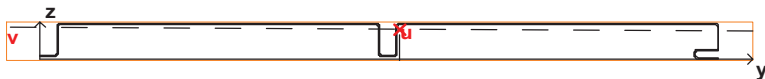
Сайдинг МП СВ-16х307 (сжаты верхние полки)

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	Площадь поперечного сечения	0,7050815 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,1467717 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,1398683 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	88,269 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,258137 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,4563596 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,000644 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	1,4870483 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,6050698 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,8664928 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6928196 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	0,9627849 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2834094 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3303591 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1238203 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,3929984 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2,4583689 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,2561278 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,867256 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,6027104 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,4019527 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,4685403 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,9826092 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,3654944 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	28,1725229 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,8961908 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	28,63593 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	1,8431052 см
P	Периметр	27,1292736 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	27,1292736 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	559,8750174 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	3,0226514 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	17,7353771 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,7144966 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,9621174 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0020262 см

Габариты сечения 61x16 мм

Имя файла: F:\Untitled.cns



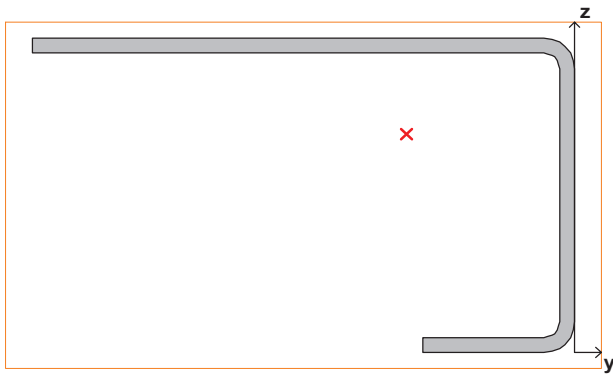
Сайдинг МП СВ-16х307 (Сжаты нижние полки)

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,9350815 см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0665031 см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	1,2034428 см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	89,641 град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,4649031 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	175,1618423 см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0016405 см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	61,945052 см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,4901529 см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	9,5141528 см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	10,7913025 см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	12,1073717 см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,344512 см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,2649713 см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	15,5783513 см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,7212442 см ³
I _u	Максимальный момент инерции	175,1687158 см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,4580296 см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	9,5143394 см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,486516 см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1780349 см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,6537044 см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	5,5766656 см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	6,2567761 см
y _M	Координата центра масс по оси Y	16,240104 см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,3276637 см
S _w	Секториальный статический момент	0 см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	18,6326615 см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	1,8475815 см
P	Периметр	76,3292736 см
P _i	Внутренний периметр	0 см
P _e	Внешний периметр	76,3292736 см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	510,8251927 см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	178,5727931 см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	40,6272436 см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	175,6267454 см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	9,5267703 см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0066212 см

Габариты сечения 307x16 мм

Имя файла: F:\Untitled.cns



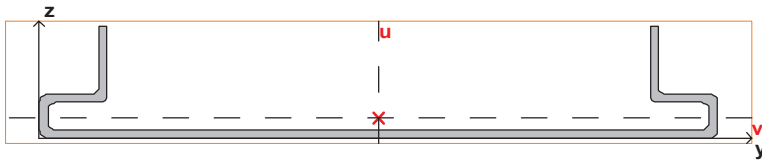
Ребро кассеты МП 1005; МП 2005 t=1,2мм

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	0,9118669	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,2778099	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,3593677	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	61,766	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,806914	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1,640843	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0041976	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0,1624062	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,940693	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,3414293	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	0,6641058	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,0378704	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3195125	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,3854362	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,1862261	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,5574507	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1,9786792	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,4690778	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	1,4730652	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,7172271	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,3503938	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,4226891	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	0,7282924	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,1381819	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	-1,3287074	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	1,7354656	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	0,4150336	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	2,3097366	см
P	Периметр	15,4476882	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	15,4476882	см
I ₁	Момент инерции I _u в глобальной системе координат	2,4167816	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _v в глобальной системе координат	4,387241	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{uv} в глобальной системе координат	-2,7318754	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	2,447757	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	1,6383943	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0026004	см

Габариты сечения 43x25 мм

Имя файла: C:\Documents and Settings\User\Рабочий стол\ФАСАДНЫЕ КАССЕТЫ\Untitled.cns



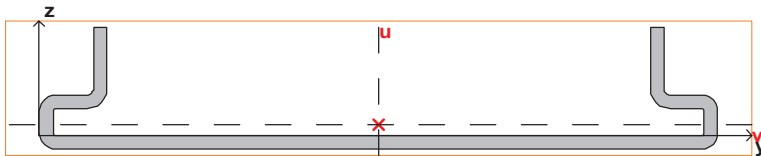
Удлинитель УК-159х96х1,2

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	1,7759678	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси Y	0,0881258	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси Z	0,9784718	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,279929	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	21,1695967	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	0,0087358	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	5,4826604	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	0,3970146	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,4525402	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	4,2338451	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	4,2339936	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,2074636	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	0,9629235	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	5,5277119	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	0,5591389	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	21,1695967	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	0,279929	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,4525402	см
i _v	Минимальный радиус инерции	0,3970146	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,1168172	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,5421965	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,383965	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	2,3840486	см
y _M	Координата центра масс по оси Y	4,9999123	см
z _M	Координата центра масс по оси Z	0,2907074	см
S _w	Секториальный статический момент	0	см ⁴
Y _b	Координата центра изгиба по оси Y	5,0006047	см
Z _b	Координата центра изгиба по оси Z	-0,3536808	см
P	Периметр	29,2157068	см
P _i	Внутренний периметр	0	см
P _e	Внешний периметр	29,2157068	см
I ₁	Момент инерции I _y в глобальной системе координат	44,6775663	см ⁴
I ₂	Момент инерции I _z в глобальной системе координат	21,3196852	см ⁴
I ₁₂	Момент инерции I _{yz} в глобальной системе координат	2,5814096	см ⁴
I _p	Полярный момент инерции	21,4495257	см ⁴
i _p	Полярный радиус инерции	3,475292	см
W _p	Полярный радиус сопротивления	0,0085615	см

Габариты сечения 100х16,4 мм

Имя файла: F:\Н.Ю\Металл профиль\2008\Метал.проф\Untitled.cns



Удлинитель кронштейна УК 150x96 х2

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	Единица
A	2,8705884	см ²
A _{v,y}	0,1771579	см ²
A _{v,z}	1,6248557	см ²
α	-90	град
I _y	0,5688159	см ⁴
I _z	33,46693	см ⁴
I _t	0,0367434	см ⁴
I _w	10,9296198	см ⁶
i _y	0,4451439	см
i _z	3,4144635	см
W _{u+}	6,693386	см ³
W _{u-}	6,693386	см ³
W _{v+}	0,3936683	см ³
W _{v-}	1,6019002	см ³
W _{pl,u}	8,8136731	см ³
W _{pl,v}	1,0136539	см ³
I _u	33,46693	см ⁴
I _v	0,5688159	см ⁴
i _u	3,4144635	см
i _v	0,4451439	см
a _{u+}	0,1371385	см
a _{u-}	0,558039	см
a _{v+}	2,3317122	см
a _{v-}	2,3317122	см
y _M	5	см
z _M	0,1550882	см
S _w	0	см ⁴
Y _b	5,000651	см
Z _b	-0,565239	см
P	29,1327186	см
P _i	0	см
P _e	29,1327186	см
I ₁	72,3335269	см ⁴
I ₂	33,5359744	см ⁴
I ₁₂	2,2259723	см ⁴
I _p	34,0357459	см ⁴
i _p	3,4433579	см
W _p	0,0135936	см

Габариты сечения 100x18 мм

Имя файла: D:\2008\Метал.проф\Untitled.cns