

Расчетная схема

Длина колонны $l_c = 6.00$ м

Закрепления

	В плоскости Y	В плоскости Z
Вверху	шарнирное	шарнирное
Внизу	шарнирное	шарнирное

Нагрузки

№	Вид нагрузки	g_f	Группа	Знак
1	Постоянная	1.10		

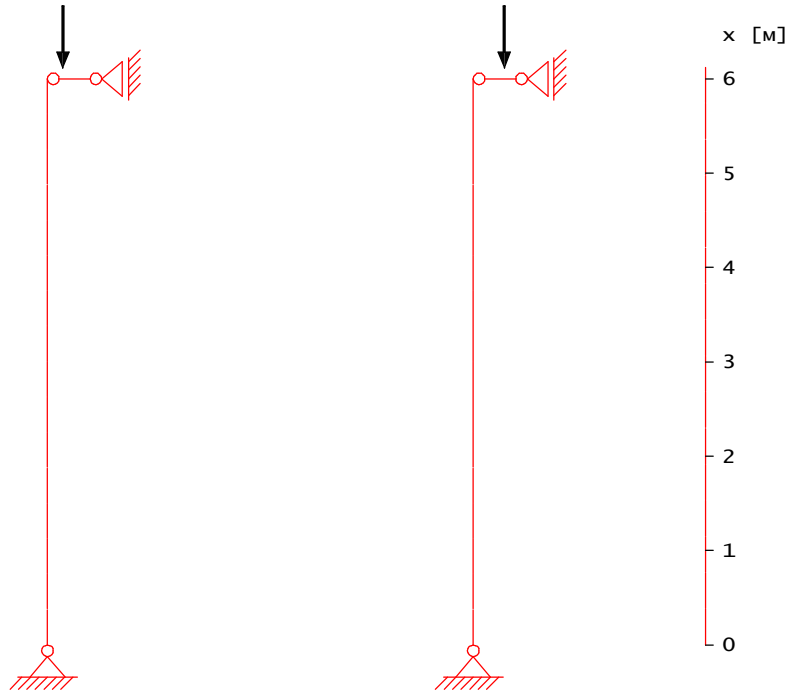
Вертикальные силы

№	x [м]	V [кН]	e_y [см]	e_z [см]
1	6.00	1000.0	10.0	20.0

Нагрузка 1

в плоскости Y

в плоскости Z



Расчет

Согласно СП 16.13330.2017, СП 20.13330.2016

Сталь	C 375		
Коэффициент условий работы	$g_c = 1.000$		-
Расчетные сопротивления	$R_y = 345$	МПа	
	$R_s = 200$	МПа	

Сечение ветви

Швеллер 33П

ГОСТ 8240-89

Размеры швеллера

h [мм]	b [мм]	t_w [мм]	t_f [мм]
330	105	7.0	11.7

Расстояние от наружной грани стенки швеллера до центра тяжести $z_0 = 29.0$ мм

Высота сечения колонны $h_c = 610$ мм
 Расстояние между полками $a_f = 400$ мм
 Расстояние между осями ветвей $a_b = 552.0$ мм

Решетка

Соединительные элементы раскосы из уголка
 Уголок равнополочный 63x6 ГОСТ 8509-93

СОГЛАСОВАНО

mb-Viewer Version 2017 - Copyright 2016 - mb-AEC Software GmbH

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

Изм. Кол. у. Лист № док. Подп. Дата

Длина раскосов	l_p	=	553	мм
Расстояние между узлами	l_b	=	785.7	мм
Число раскосов одной грани	n	=	14	-
Длина участка размещения	l	=	5.50	м
Угол между осью ветви и осью раскоса	a	=	54.6	град
Коэффициент условий работы раскосов	g_{cp}	=	0.750	-

Примечание. Раскосы центрируются на оси ветвей

Для прикрепления раскосов применяются фасонки.

Ширина фасонки	b_ϕ	=	99	мм
Высота фасонки	h_ϕ	=	181	мм
Толщина фасонки	t_ϕ	=	6	мм
Расстояние от наружной грани ветви до края фасонки	a_ϕ	=	43	мм
Расстояние от узла до верхнего края фасонки	$a_{\phi 0}$	=	80	мм

Катет сварных швов на обушке	k_{fo}	=	7	мм
на пере	k_{fn}	=	6	мм

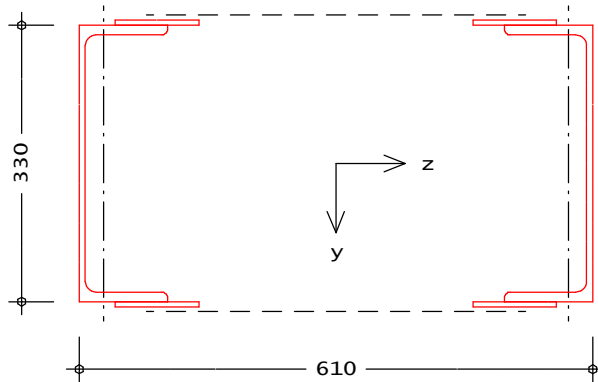
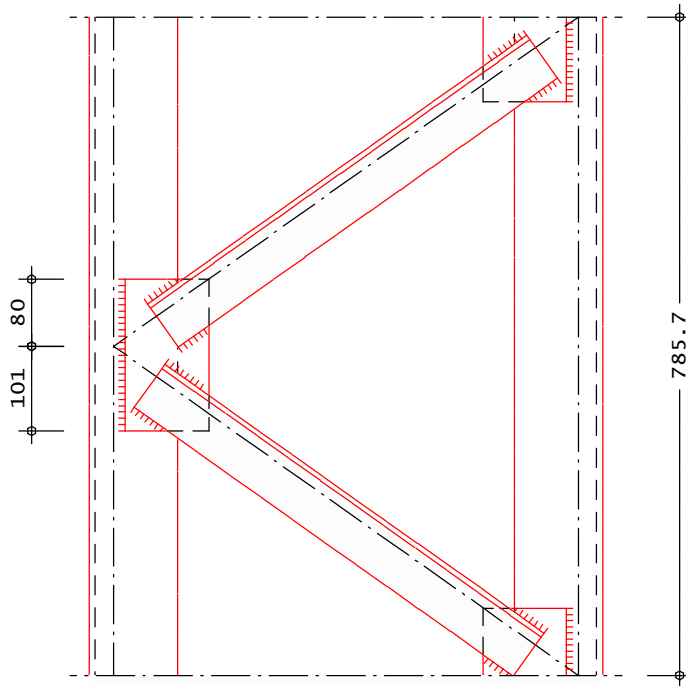
Зазор между сварными швами смежных раскосов	a_c	=	10.3	мм
---	-------	---	------	----

Фасонки прикрепляются к полкам ветвей				внахлестку
Катет сварных швов фасонки	$k_{f\phi}$	=	6	мм

СОГЛАСОВАНО			

ИНВ. № ПОДЛ.	ПОДП. И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ ДОК	Подп.	Дата	
						Лист



Вес двух ветвей колонны $G_b = 4.30$ кН
 Общий вес конструкции $G = 5.40$ кН

Характеристики сечения раскосов

Площадь $A_p = 7.28$ см²
 Минимальный момент инерции $I_p = 11.18$ см⁴
 Расстояние от наружной грани полки до центра тяжести $z_{0p} = 17.8$ мм

Характеристики сечения ветви

A_b [см ²]	I_1 [см ⁴]	I_2 [см ⁴]	W_1 [см ³]	W_2 [см ³]
46.52	8013	491	485.6	64.6

Характеристики сечения колонны

A [см ²]	I_y [см ⁴]	I_z [см ⁴]	W_y [см ³]	W_z [см ³]
93.04	71857	16026	2356.0	971.3

Жесткость сечения

в плоскости Z $EI_y = 148.02$ МНм²
 в плоскости Y $EI_z = 33.01$ МНм²

Проверка прочности колонны по напряжениям s и t

Напря- жение	Комби- нация	x [м]	N [кН]	M_y [кНм]	M_z [кНм]	Q_y [кН]	Q_z [кН]
s	1	6.00	1100.0	220.0	110.0	-18.3	-36.7
t	1	0.00	1100.0	0.0	0.0	-18.3	-36.7

СОГЛАСОВАНО

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

Изм. Кол. у. Лист № док. Подп. Дата

mb-Viewer Version 2017 - Copyright 2016 - mb-AEC Software GmbH

$$s / R_{yg_c} = 324.9 / 345.0 = 0.942 \leq 1$$

$$t / R_{sg_c} = 9.2 / 200.1 = 0.046 \leq 1$$

Проверка устойчивости колонны в плоскостях Z и Y

Расчетные усилия	Плос- кость	Комби- нация	x [м]	N [кН]	M _y [кНм]	M _z [кНм]
	Z	1	6.00	1100.0	220.0	
	Y	1	6.00	1100.0		110.0

Расчетные длины и гибкость колонны	Плос- кость	l _{ef} [м]	Гибкость I	Предельная гибкость
	Z	7.85	28.3	141.5
	Y	6.00	45.7	136.9

Гибкость в плоскости Z определена по формуле (15)
 $a = 25.98$ -
 $l_y = 21.6$ -

В плоскости Z $N / j_e A R_{yg_c} = 0.642 \leq 1$
 В плоскости Y $N / j_e A R_{yg_c} = 0.718 \leq 1$

Коэффициенты	Плоск.	m	h	m _{ef}	j _e	j
	Z	0.781			0.533	
	Y	0.958	1.519	1.455	0.477	

Примечание. Коэффициент m для пл. Z определяется по формуле (123) при a = 302 мм

Проверка устойчивости ветви в плоскости Z

Расчетные усилия	Комби- нация	x [м]	N [кН]	M _y [кНм]
	1	6.00	1100.0	220.0

Расчетная длина и гибкость ветви	l _{ef} [м]	Гибкость I	Предельная гибкость
	0.786	24.2	66.0

Примечание. Расчетная длина принята равной l_b.

Продольная сила в ветви $N_b = N / 2 + |M_y| / a_b = 948.6$ кН
 Условие (7) $N_b / j A_b R_{yg_c} = 0.655 \leq 1$
 $j = 0.902$ -

Проверка устойчивости плоской формы изгиба ветви в плоскости Y

Расчетные усилия	Комби- нация	x [м]	N [кН]	M _y [кНм]	M _z [кНм]
	1	6.00	1100.0	220.0	110.0

Продольная сила в ветви $N_b = N / 2 + |M_y| / a_b = 948.6$ кН
 Изгибающий момент в ветви $M_b = |M_z| / 2 = 55.0$ кНм
 Условие (111) $N_b / c_j A_b R_{yg_c} = 0.910 \leq 1$

Коэффициенты	m	a	b	c	j
	0.555	0.700	1.000	0.720	0.902

Проверка устойчивости стенки ветви

Расчетная высота стенки $h_{ef} = 280.6$ мм

$l_w = h_{ef} / t_w * (R_y / E)^{1/2}$ - условная гибкость стенки

СОГЛАСОВАНО

ИНВ. № ПОДЛ. ПОДП. И ДАТА ВЗАМ. ИНВ. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ ДОК	Подп.	Дата	Лист
------	---------	------	-------	-------	------	------

l_{uw} определяется согласно табл. 22 (тип сечения 3)

N_b [кН]	M_b [кНм]	Q_b [кН]	s_1 [МПа]	s_2 [МПа]	t [МПа]	a
948.6	55.0	9.2	300.2	107.6	4.3	0.64

При $0.5 < a < 1$ значение l_{uw} определяется интерполяцией по значениям $l_{uw0} = 1.374$ и $l_{uw1} = 2.320$, принимаемым при $a = 0.5$ и $a = 1$. Значение l_{uw0} определяется по таблице 9 при $l = 1.871$.

$$l_w / l_{uw} = 1.64 / 1.64 = 0.999 \leq 1$$

Проверка устойчивости полок ветви

Расчетная ширина свеса полки $b_{ef} = 85.0$ мм

$l_f = b_{ef} / t_f * (R_y / E)^{1/2}$ - условная гибкость свеса

$$l_f / l_{uf} = 0.30 / 0.58 = 0.513 \leq 1$$

Проверка устойчивости раскосов

Расчетные усилия	Комбинация	x [м]	N [кН]	Q_z [кН]
	1	0.00	1100.0	-36.7

Расчетная длина и гибкость раскосов	l_{ef} [м]	Гибкость l	Предельная гибкость
	0.498	40.2	180.0

Условная поперечная сила в колонне по формуле (18)

$$Q_{fic} = 14.6 \text{ кН}$$

$$\text{при } j = 0.932 \text{ -}$$

Поперечная сила, воспринимаемая одним раскосом
 $Q_p = \max(Q_{fic}, |Q_z|) / 2 = 18.3$ кН

Усилие в раскосе $N_p = Q_p / \sin a + N \cos^2 a A_p / A = 51.4$ кН

$$\text{Условие (7)} \quad N_p / j_p A_p R_y g_{cp} = 0.312 \leq 1$$

$$j_p = 0.876 \text{ -}$$

Проверка прочности сварного соединения раскосов с фасонками

Вид сварки	ручная сварка		
Расчетные сопротивления	$R_{wf} = 200.0$	МПа	
	$R_{wz} = 220.5$	МПа	
Коэффициенты для расчета швов	$b_f = 0.70$	-	
	$b_z = 1.00$	-	

Расчетные усилия в сварных швах			
на обушке	$N_o = 36.9$	кН	
на пере	$N_n = 14.5$	кН	

Расчетные длины сварных швов			
на обушке	$l_{wo} = 40.9$	мм	
на пере	$l_{wn} = 40.0$	мм	

$$t_{fo} / R_{wf} g_c = 184.3 / 200.0 = 0.922 \leq 1$$

$$t_{zo} / R_{wz} g_c = 129.0 / 220.5 = 0.585 \leq 1$$

$$t_{fn} / R_{wf} g_c = 86.6 / 200.0 = 0.433 \leq 1$$

$$t_{zn} / R_{wz} g_c = 60.6 / 220.5 = 0.275 \leq 1$$

Проверка прочности сварного соединения фасонки с полками ветвей

СОГЛАСОВАНО					
ИНВ. № ПОДЛ.	ПОДП. И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ. №			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ ДОК	Подп.	Дата

Расчетное усилие, действующее в одном шве фасонки
 $F = N_p \cos \alpha = 29.8 \text{ кН}$

Расчетная длина шва $l_w = 171.0 \text{ мм}$

$$t_f / R_{wf} g_c = 41.5 / 200.0 = 0.208 \leq 1$$

$$t_z / R_{wz} g_c = 29.1 / 220.5 = 0.132 \leq 1$$

Несущая способность колонны обеспечена

СОГЛАСОВАНО			

ИНВ. № ПОДЛ.	ПОДП. И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ ДОК	Подп.	Дата