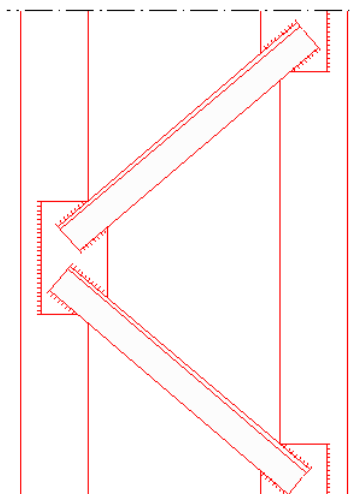


470 - Сквозная колонна



Программа предназначена для конструирования стальной сквозной двухветвевой колонны согласно следующим нормам:

СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»,

СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций»,

СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».

Программа производит подбор сечения ветвей колонны и соединительных элементов.

В программе проводятся следующие проверки: 1) проверка прочности колонны по напряжениям, 2) проверка устойчивости колонны, 3) проверка прочности поясных швов ветвей, 4) проверка устойчивости ветвей, 5) проверка устойчивости стенок и полок ветвей, 6) проверка прочности планок по напряжениям, 7) проверка прочности сварного соединения планок с полками ветвей, 8) проверка устойчивости раскосов, 9) проверка прочности сварного соединения раскосов с полками ветвей или с узловыми фасонками, 10) проверка прочности сварного соединения фасонки с полками ветвей.

Наряду с подбором конструкции, предусмотрена проверка прочности и устойчивости заданной конструкции сквозной колонны.

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	γ_f	Группа	Знак
1	Постоянная	1.10		

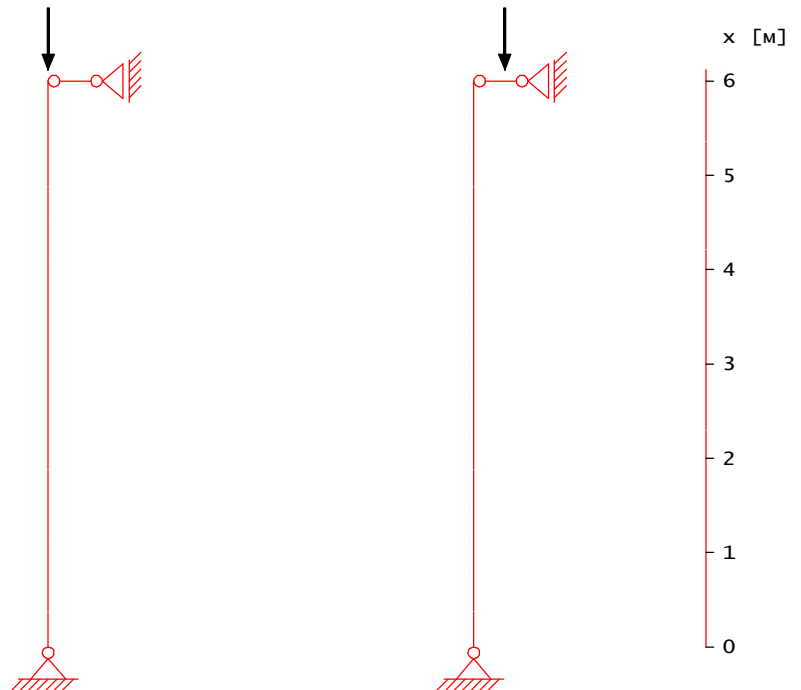
Вертикальные силы

№	x [м]	V [кН]	e_y [см]	e_z [см]
1	6.00	1000.0	0.0	10.0

Нагрузка 1

в плоскости Y

в плоскости Z


Расчет

Согласно СП 16.13330.2017

Сталь

С 375

Коэффициент условий работы

 $\gamma_c = 1.000$ -

Расчетные сопротивления

 $R_y = 365$ МПа

 $R_s = 212$ МПа

Сечение ветви

Швеллер 24П

ГОСТ 8240-97

Размеры швеллера

h [мм]	b [мм]	t_w [мм]	t_f [мм]
240	90	5.6	10.0

Расстояние от наружной грани стенки швеллера до центра тяжести

 $z_0 = 27.2$ мм

Высота сечения колонны

 $h_c = 380$ мм

Расстояние между полками

 $a_f = 200$ мм

Расстояние между осями ветвей

 $a_b = 325.6$ мм

Решетка

 Соединительные элементы
 Уголок равнополочный 40x5

 раскосы из уголка
 ГОСТ 8509-93

Длина раскосов	l_p	=	350	мм
Расстояние между узлами	l_b	=	550.0	мм
Число раскосов одной грани	n	=	20	-
Длина участка размещения	l	=	5.50	м
Угол между осью ветви и осью раскоса	α	=	49.8	град
Коэффициент условий работы раскосов	γ_{cr}	=	0.750	-

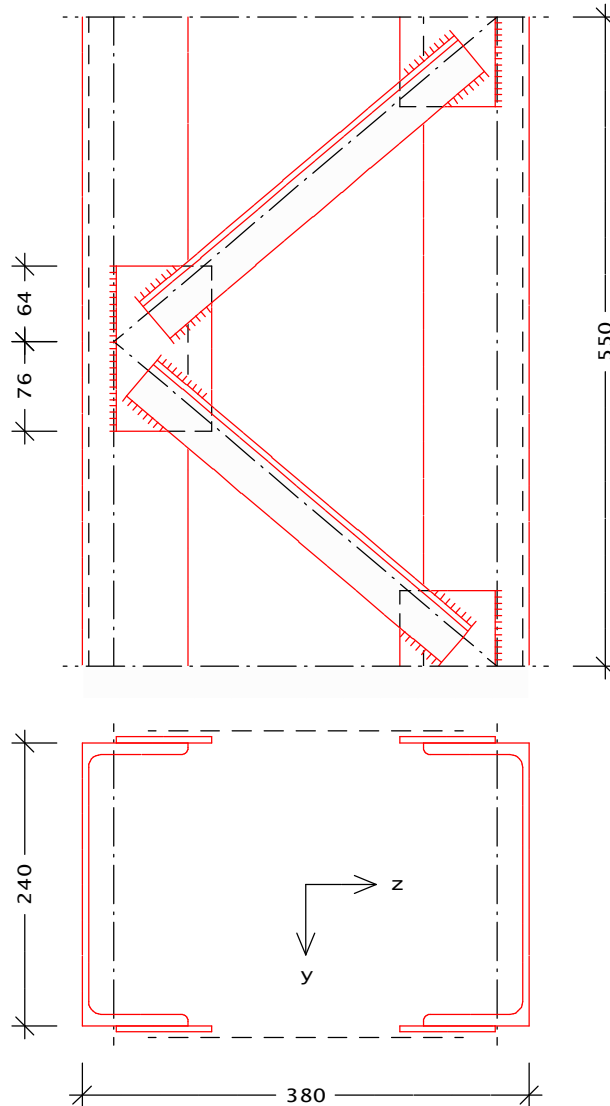
Примечание. Раскосы центрируются на оси ветвей

Для прикрепления раскосов применяются фасонки.

Ширина фасонки	b_ϕ	=	81	мм
Высота фасонки	h_ϕ	=	140	мм
Толщина фасонки	t_ϕ	=	5	мм
Расстояние от наружной грани ветви до края фасонки	a_ϕ	=	29	мм
Расстояние от узла до верхнего края фасонки	$a_{\phi 0}$	=	64	мм
Катет сварных швов на обушке	k_{fo}	=	6	мм
на пере	k_{fn}	=	5	мм

Зазор между сварными швами смежных раскосов	a_c	=	10.2	мм
---	-------	---	------	----

Фасонки прикрепляются к полкам ветвей				внахлестку
Катет сварных швов фасонки	$k_{f\phi}$	=	5	мм



Вес двух ветвей колонны $G_b = 2.83$ кН
 Общий вес конструкции $G = 3.41$ кН

Характеристики сечения раскосов

Площадь $A_p = 3.79$ см²
 Минимальный момент инерции $I_p = 2.30$ см⁴
 Расстояние от наружной грани полки до центра тяжести $z_{0p} = 11.7$ мм

Характеристики сечения ветви

A_b [см ²]	I_1 [см ⁴]	I_2 [см ⁴]	W_1 [см ³]	W_2 [см ³]
30.64	2915	248	242.9	39.5

Характеристики сечения колонны

A [см ²]	I_y [см ⁴]	I_z [см ⁴]	W_y [см ³]	W_z [см ³]
61.28	16738	5830	880.9	485.8

Жесткость сечения

в плоскости Z $EI_y = 34.48$ МНм²
 в плоскости Y $EI_z = 12.01$ МНм²

Усилия
от нагрузки 1

x [м]	N [кН]	M _y [кНм]	M _z [кНм]	Q _y [кН]	Q _z [кН]
6.00	1000.00	100.00	0.00	0.00	-16.67
5.00	1000.00	83.33	0.00	0.00	-16.67
4.00	1000.00	66.67	0.00	0.00	-16.67
3.00	1000.00	50.00	0.00	0.00	-16.67
2.00	1000.00	33.33	0.00	0.00	-16.67
1.00	1000.00	16.67	0.00	0.00	-16.67
0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	-16.67

Проверка прочности колонны по напряжениям σ и τ

Напря- жение	Комби- нация	x [м]	N [кН]	M _y [кНм]	M _z [кНм]	Q _y [кН]	Q _z [кН]
σ	1	6.00	1100.0	110.0	0.0	0.0	-18.3
τ	1	0.00	1100.0	0.0	0.0	0.0	-18.3

$$\sigma / R_{y\gamma c} = 304.4 / 365.0 = 0.834 \leq 1$$

$$\tau / R_{s\gamma c} = 4.8 / 211.7 = 0.023 \leq 1$$

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	110.0	
	Y	1	0.00	1100.0		0.0

Расчетные длины и гибкость колонны	Плос- кость	l _{ef} [м]	Гибкость λ	Предельная гибкость
	Z	6.91	41.8	123.0
	Y	6.00	61.5	139.3

Гибкость в плоскости Z определена по формуле (15)

$$\alpha = 26.55$$

$$\lambda_y = 36.3$$

В плоскости Z $N / \varphi_e A R_{y\gamma c} = 0.950 \leq 1$

В плоскости Y $N / \varphi A R_{y\gamma c} = 0.679 \leq 1$

Коэффициенты	Плоск.	m	η	m _{ef}	φ_e	φ
	Z	0.685			0.518	
	Y					0.725

Примечание. Коэффициент m для пл. Z определяется по формуле (123) при a = 187 мм

Проверка устойчивости ветви в плоскости Z

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

Расчетная длина и гибкость ветви	l _{ef} [м]	Гибкость λ	Предельная гибкость
	0.550	19.3	64.1

Примечание. Расчетная длина принята равной l_b.

Продольная сила в ветви $N_b = N / 2 + |M_y| / a_b = 887.8$ кН

Условие (7) $N_b / \varphi A_b R_{y\gamma c} = 0.856 \leq 1$

$$\varphi = 0.927 -$$

Проверка устойчивости стенки ветви

$$\text{Расчетная высота стенки } h_{ef} = 199.0 \text{ мм}$$

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

$$\lambda_{uw} \text{ определяется по таблице 9 при } \lambda = 2.589$$

$$\lambda_w / \lambda_{uw} = 1.50 / 1.52 = 0.985 \leq 1$$

Проверка устойчивости полки ветви

$$\text{Расчетная ширина свеса полки } b_{ef} = 73.9 \text{ мм}$$

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

$$\lambda_f / \lambda_{uf} = 0.31 / 0.64 = 0.488 \leq 1$$

Проверка устойчивости раскосов

Расчетные усилия	Комбинация	x [м]	N [кН]	Q _z [кН]
	1	0.00	1100.0	-18.3

Расчетная длина и гибкость раскосов	l _{ef} [м]	Гибкость λ	Предельная гибкость
	0.315	40.4	180.0

Условная поперечная сила в колонне по формуле (18)

$$Q_{fic} = 16.1 \text{ кН}$$

$$\text{при } \varphi = 0.860 -$$

$$\text{Поперечная сила, воспринимаемая одним раскосом } Q_p = \max(Q_{fic}, |Q_z|) / 2 = 9.2 \text{ кН}$$

$$\text{Усилие в раскосе } N_p = Q_p / \sin \alpha + N \cos^2 \alpha A_p / A = 40.3 \text{ кН}$$

$$\text{Условие (7) } N_p / (\varphi_p A_p R_y \gamma_{cp}) = 0.448 \leq 1$$

$$\varphi_p = 0.868 -$$

Проверка прочности сварного соединения раскосов с фасонками

Вид сварки	ручная сварка
Расчетные сопротивления	R _{wf} = 200.0 МПа
	R _{wz} = 229.5 МПа
Коэффициенты для расчета швов	β _f = 0.70 -
	β _z = 1.00 -

Расчетные усилия в сварных швах			
на обушке	N _o	=	28.5 кН
на пере	N _n	=	11.8 кН

Расчетные длины сварных швов			
на обушке	l _{wo}	=	40.1 мм
на пере	l _{wn}	=	40.3 мм

$$\tau_{fo} / R_{wf} \gamma_c = 169.2 / 200.0 = 0.846 \leq 1$$

$$\tau_{zo} / R_{wz} \gamma_c = 118.5 / 229.5 = 0.516 \leq 1$$

$$\begin{aligned} \tau_{fn} / R_{wf} \gamma_c &= 83.7 / 200.0 = 0.419 \leq 1 \\ \tau_{zn} / R_{wz} \gamma_c &= 58.6 / 229.5 = 0.255 \leq 1 \end{aligned}$$

Проверка прочности сварного соединения фасонки с полками ветвей

Расчетное усилие, действующее в одном шве фасонки
 $F = N_p \cos \alpha = 26.0$ кН

Расчетная длина шва $l_w = 130.0$ мм

$$\begin{aligned} \tau_f / R_{wf} \gamma_c &= 57.2 / 200.0 = 0.286 \leq 1 \\ \tau_z / R_{wz} \gamma_c &= 40.0 / 229.5 = 0.174 \leq 1 \end{aligned}$$

Несущая способность колонны обеспечена

Расчет выполнен модулем t470 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт