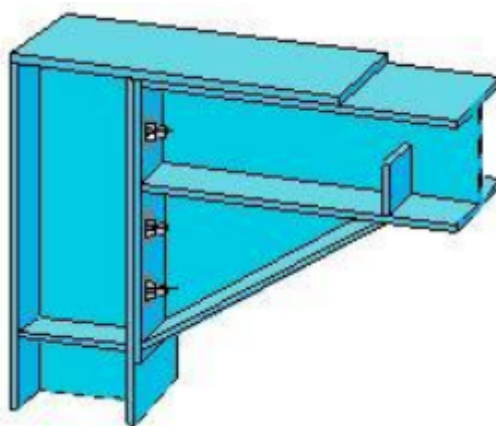


t692 – Болтовой узел рамы



Программа предназначена для проектирования болтового, жесткого на изгиб соединения ригеля и стойки согласно СП 16.13330.2017.

Предусмотрено задание прокатных и сварных элементов. Рассматриваются Г-образные, Т-образные и крестовые узлы с возможными рёбрами, накладками и вутами.

По результатам проектирования выводится чертеж узла и спецификация

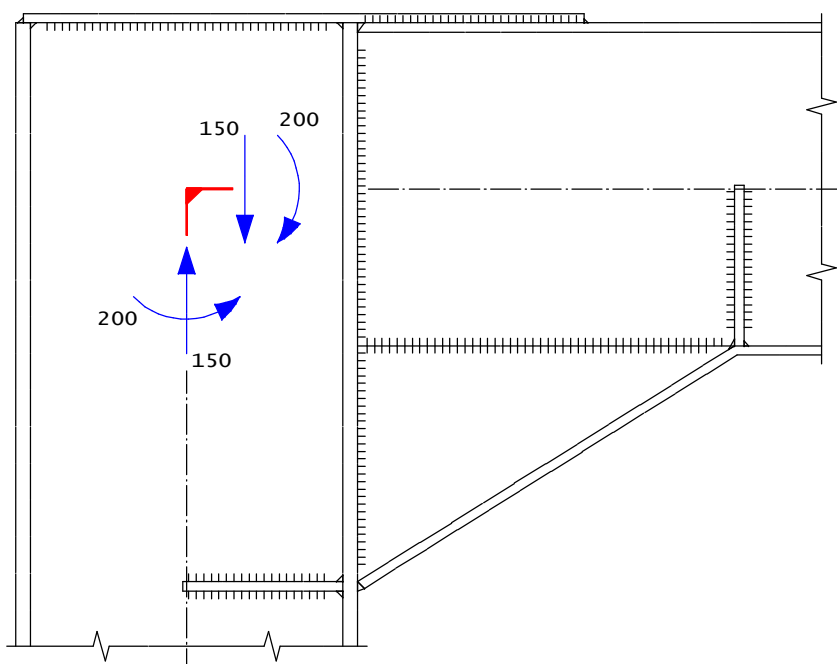
Конструкция

Сварной Г-образный узел рамы

Ригель	Профиль	h	b	t _w	t _f	R
		[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
	35ДБЗ	352	171	6.9	9.8	10
Стойка	Профиль	h	b	t _w	t _f	R
		[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
	35ДБ6	363	173	9.1	15.7	10
Вут	Длина			l _v =	400	мм
	Высота			h _v =	250	мм

Нагружение

Усилия задаются в центре узла



Усилия	Место	N [кН]	M [кНм]	Q [кН]
	справа		-200.0	150.0
	снизу	-150.0	-200.0	

Расчет

Согласно СП 16.13330.2017

Сталь	C 275
Расчетное сопротивление	R _y = 270 МПа
Коэффициент условий работы	γ _c = 1.00 -
Вид сварки	автоматическая сварка
Расчетное сопротивление	R _{wf} = 200 МПа

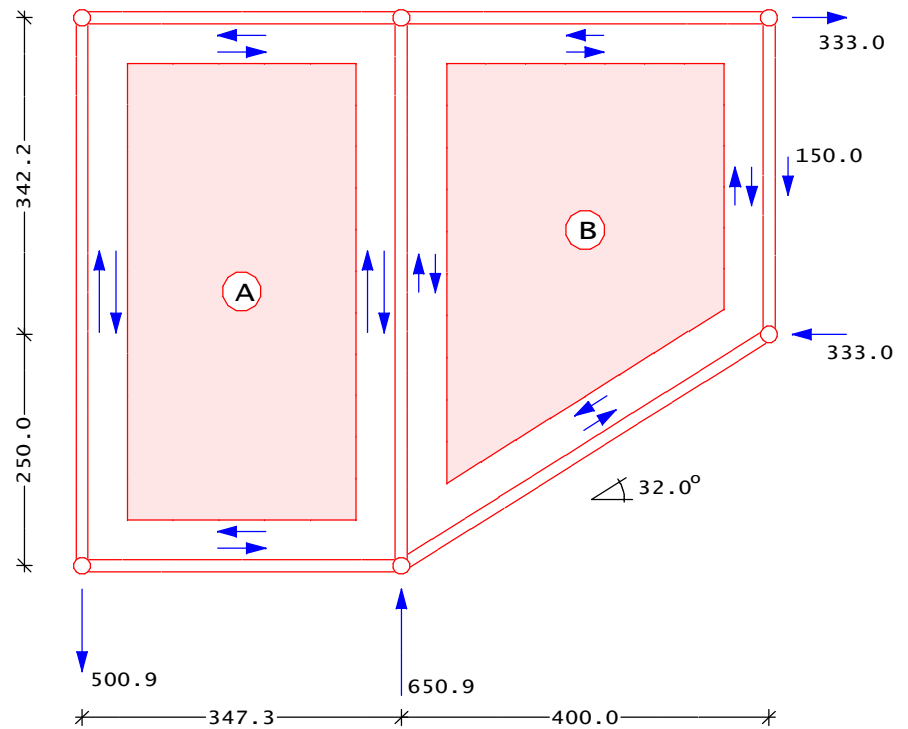
Проверка прочности профилей и вута

Сечение	N [кН]	M [кНм]	Q [кН]	σ [МПа]	τ [МПа]	σ _v [МПа]	σ/R _y γ _c	τ/R _s γ _c	σ _v /R _y γ _c
справа	0.0	-112.8	150.0	163.1	69.5	172.8	0.604	0.444	0.640
снизу	-150.0	-200.0	0.0	204.6	0.0	188.4	0.758	0.000	0.698

$$\sigma_{vF} / R_{y\gamma_c} = 192.3 / 270.0 = \mathbf{0.712} \leq 1$$

Проверка прочности стенки узла на основе стержневой модели

Расчетная модель



Крайевые моменты справа - 200.0 + 150.0 * 0.574 = -114.0 кНм
 снизу - 200.0 + 0.0 * 0.421 = -200.0 кНм

Касательные силы	Стенка	T_B [кН]	T_H [кН]	T_L [кН]	T_P [кН]
	A	293.7	293.7	500.9	500.9
	B	39.3	46.3	33.6	58.1

Уд.касательные силы	Стенка	t_B [Н/мм]	t_H [Н/мм]	t_L [Н/мм]	t_P [Н/мм]
	A	845.8	845.8	845.8	845.8
	B	98.2	98.2	56.7	169.9

Условие прочности Стенка А 92.9 / 156.6 = **0.594** <= 1
 Стенка В 24.6 / 156.6 = **0.157** <= 1

Проверка прочности ребер жесткости

Нагрузка на ребра	Элемент	F_B [кН]	F_H [кН]	F_L [кН]	F_P [кН]
	Ригель	0.0	-208.1		
	Стойка			-0.0	-293.7

Ребра жесткости ригеля	Ребро	t [мм]	b [мм]	h [мм]	c [мм]	$k_{f_{пв}}$ [мм]	$k_{f_{пн}}$ [мм]	$k_{f_{с}}$ [мм]
	1, 2	10	80	170	13		5	4

Усилия на гранях ребер	Ребро	F_1 [кН]	F_2 [кН]	e_1 [мм]	e_2 [мм]
	1, 2	83.5	33.0	46.5	117.7

Напряжения [МПа]	Ребро	σ_{v1}	σ_{v2}	σ_{wv1}	σ_{wv2}
		1,2	151.1	101.3	191.5

Условие прочности	Ребра 1,2	151.1 / 270.0	=	0.560	<= 1
	Шов полки снизу	191.5 / 200.0	=	0.958	<= 1
	Шов стенки	121.1 / 200.0	=	0.606	<= 1

Ребра жесткости стойки	Ребро	t	b	h	c	k _{fпл}	k _{fпп}	k _{fc}
		[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
	1,2	10	80	170	13		7	4

Усилия на гранях ребер	Ребро	F ₁	F ₂	e ₁	e ₂
		[кН]	[кН]	[мм]	[мм]
	1,2	116.4	46.0	46.5	117.7

Напряжения [МПа]	Ребро	σ_{v1}	σ_{v2}	σ_{wv1}	σ_{wv2}
		1,2	210.5	141.1	190.6

Условие прочности	Ребра 1,2	210.5 / 270.0	=	0.780	<= 1
	Шов полки справа	190.6 / 200.0	=	0.953	<= 1
	Шов стенки	168.7 / 200.0	=	0.844	<= 1

Проверка прочности накладки

Накладка	t [мм]	b [мм]	l [мм]	l _a [мм]
	10	145	595	240

Воспринимаемая сила F = 291.8 кН

Условие прочности	Накладка	201.2 / 270.0	=	0.745	<= 1
-------------------	----------	---------------	---	--------------	------

Сварные швы накладки	k _{fc}	l _c	A _c	k _{fp}	l _p	A _p
	[мм]	[мм]	[см ²]	[мм]	[мм]	[см ²]
	5	300*	21.0	4	625	17.5

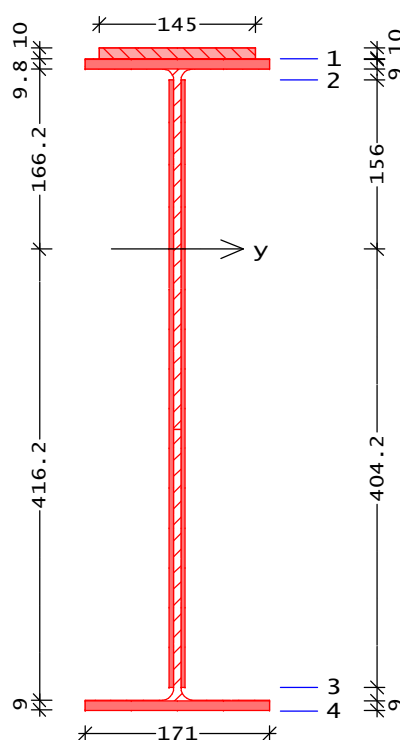
* Максимально допустимое значение

Условие прочности	Шов стенки стойки	138.9 / 200.0	=	0.695	<= 1
	Шов полки ригеля	166.7 / 200.0	=	0.834	<= 1

Проверка прочности сварных швов приварки ригеля

Швы ригеля	Место	k _f [мм]	
	Полка сверху	Стыковой шов	9
	Стенка		4
	Полка вута	Стыковой шов	9

Сварные швы



Характеристики

Площадь сечения швов	A	=	76.6	см ²
Статический момент сечения	S_y	=	-512.2	см ³
Момент инерции сечения	I_y	=	49558	см ⁴
Площадь сечения швов стенки	A_c	=	31.4	см ²

Примечание. Для данной формы исполнения при определении характеристик сечения сварных швов учитывается сечение накладки

Усилия

Продольная сила	N	=	0.0	кН
Изгибающий момент	M	=	-172.8	кНм
Сила сдвига (в стенке В слева)	T_l	=	33.6	кН

Нормальные напряжения	σ_1	=	90.9	МПа
	σ_2	=	83.4	МПа
	σ_3	=	-126.3	МПа
	σ_4	=	-134.5	МПа

Касательные напряжения	τ_2	=	τ_3	=	10.7	МПа
	τ_4	=	84.1	МПа		

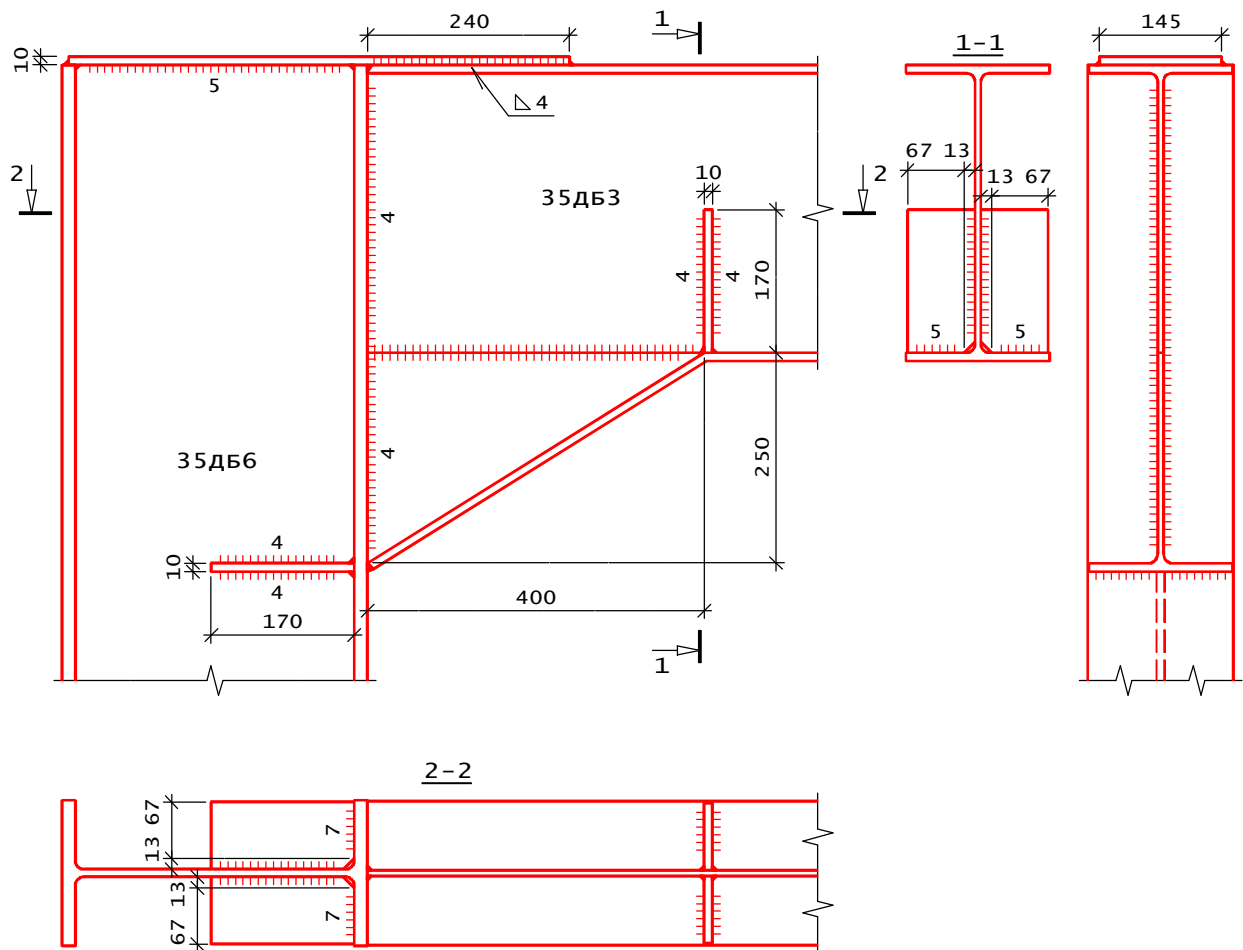
Приведенные напряжения	σ_{v2}	=	84.1	МПа
	σ_{v3}	=	126.8	МПа
	σ_{v4}	=	158.6	МПа

Условие прочности

Стыковой шов	90.9 / 270.0	=	0.337	<= 1
Шов стенки	126.8 / 200.0	=	0.634	<= 1
Шов полки вута	158.6 / 270.0	=	0.587	<= 1

Несущая способность узла рамы обеспечена

М = 1 : 9



Спецификация

Ригель 35ДБ3 $b \times h = 171 \times 352$ мм

Стойка 35ДБ6 $b \times h = 173 \times 363$ мм

Вут $h \times l \times s = 250 \times 400 \times 6.9$ мм

Ребро ригеля $2 \times b \times h \times t = 80 \times 170 \times 10$ мм, $c = 13$ мм

Ребро стойки $2 \times b \times h \times t = 80 \times 170 \times 10$ мм, $c = 13$ мм

Накладка $b \times l \times t = 145 \times 595 \times 10$ мм

Расчет выполнен модулем t693 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт