

**Расчётно—пояснительная записка к Альбому
чертежей: «Конструкции покрытия из замкнутых гнутосварных
профилей с верхним поясом из прокатного двутавра пролетом 18м,
24м. Уклон кровли 2%».**

**1.01.08-У2-2-РПЗ.3
Расчёт узлов конструкций покрытия.**

Том 3. Расчет надколонников.

2023

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1. Расчет надколонника Нк1.1.....	4
2. Расчет надколонника НК1.....	14
3. Расчет надколонника НК1а	25
4. Расчет надколонника НК2	33
5. Расчет надколонника НК2а.....	41
6. ВЫВОДЫ.....	49
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:	50

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист	
							2	
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата			

ВВЕДЕНИЕ

Данный документ представляет собой расчётно-пояснительную записку к Альбому чертежей: «Конструкции покрытия из замкнутых гнутосварных профилей с верхним поясом из прокатного двутавра пролетом 18м, 24м. Уклон кровли 2%», содержащую основные результаты расчётно-графических работ по:

- проверке назначенных сечений основным конструкциям покрытия, при двусторонней работе связей покрытия;
- проверке назначенных сечений и толщин элементов в узлах конструкций покрытия, при двусторонней работе связей покрытия;

Расчётно-графические работы выполнены на основании исходных данных представленных Заказчиком и технических нормативных правовых актов действующих на территории РФ.

Основными исходными данными, учтёнными в данной работе, являются:

- Техническое задание, Приложение №1 к договору №16-03/23-Р от 16.03.2023 (далее по тексту – Техническое задание);
- Альбом: «Конструкции покрытия из замкнутых гнутосварных профилей с верхним поясом из прокатного двутавра пролетом 18м, 24м. Уклон кровли 2%». Шифр–1.01.08-У2-2-КМ (далее по тексту Альбом).

Целями настоящей работы являются:

- проверка сконструированных узлов и соединений стропильных ферм, подстропильных ферм, подстропильных балок, торцевых балок, связей и надколонников;
- определение несущей способности узлов и соединений элементов покрытия.

Расчётно-графические работы выполнялись на базе пространственных расчётных моделей, сформированных для характерных расчётных фрагментов. Усилия и опорные реакции в элементах взяты из Альбома, а также расчётных моделей, выполненных в программном комплексе ПК «ЛИРА-САПР».

Дальнейший расчет произведен согласно СП 16.13330.2017 “Стальные конструкции” (далее СП 16), СП 294.1325800.2017 “Конструкции стальные. Правила проектирования.” (далее СП 294).

Инв. Неподр.	Подп. и дата	Взам. инв. №	конструкции" (далее СП 16), СП 294.1325800.2017 "Конструкции стальные. Правила проектирования." (далее СП 294).						Лист	
			1.01.08-У2-2-РПЗ.3						3	
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подп.	Дата					

1. РАСЧЕТ НАДКОЛОННИКА НК1.1.

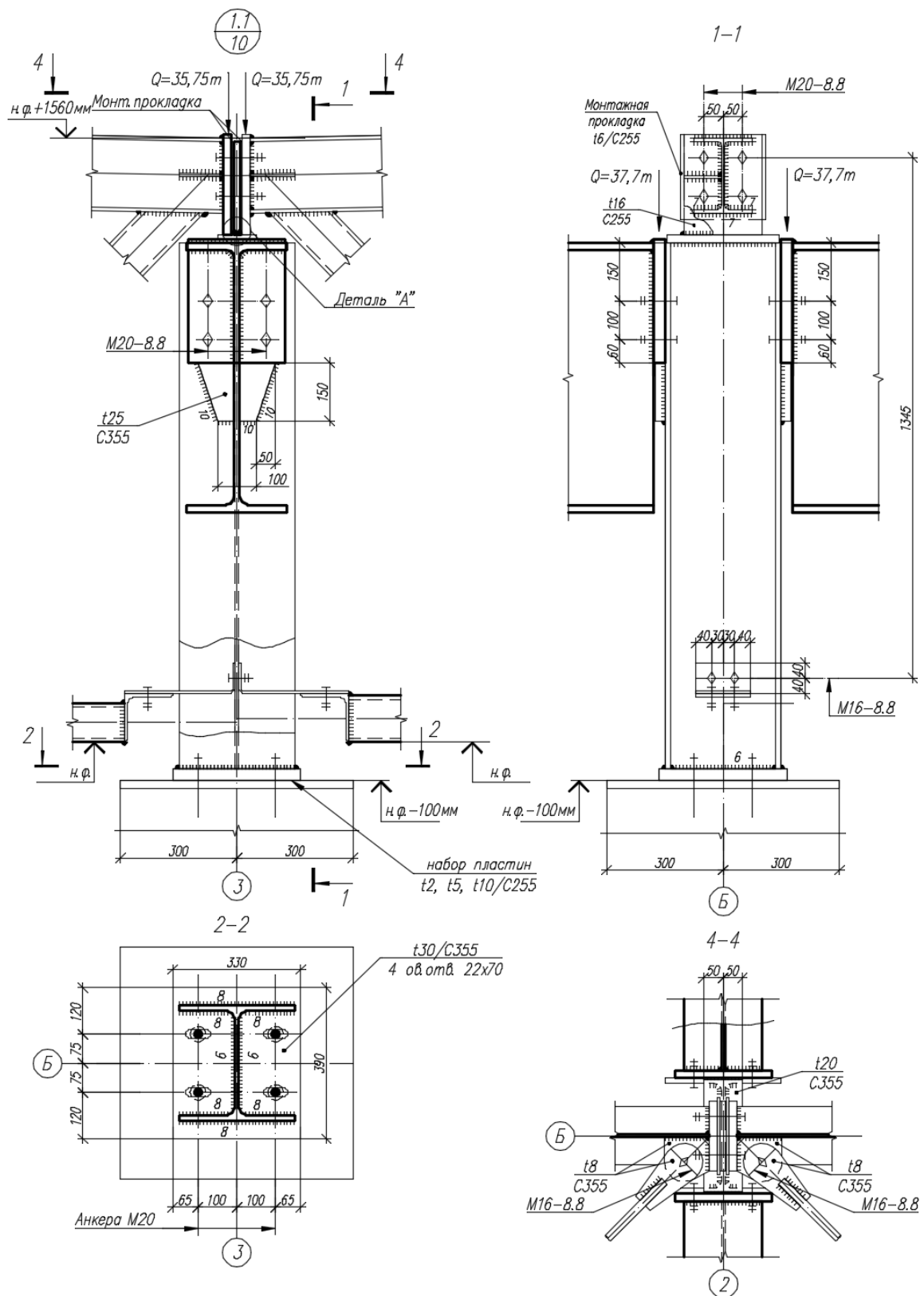


Рис. 1.1 Надколонник Нк1.1.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

Рис. 1.1 Надколонник Нк1.1.

Изм.	№чч.	Лист.	№доку.	Подп.	Дата

1.01.08-У2-2-РПЗ.3

Лист

4

Исходные данные:

Надколонник:

- сечение – двутавр 30К1;
- сталь С355 $R_y=350/9.81/1000*100=3.57 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 0,5 до 16мм).

Опорная пластина стропильных ферм на надколонник:

- сечение – $t=20$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Опорный столик:

- сечение – $t=25$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Опорная плита:

- сечение – $t=30$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Болты:

- болты крепления – М20 класса прочности 8.8, класса точности В.

Опорные реакции, приняты по ведомости элементов (чертежи шифр 1.01.08-У2-2-КМ):

- опорная реакция от стропильной фермы: $Q_\phi = 35.75 \text{ т}$;
- опорная реакция от подстропильной конструкции: $Q_\Pi = 37.7 \text{ т}$;
- ветровая нагрузка $W = 0.7 \text{ т}$.

Усилия, возникающие при наихудшем сочетании нагрузок:

- $N = -(2Q_\phi + 2Q_\Pi) = -(2 \cdot 35.75 + 2 \cdot 37.7) = -146.9 \text{ т}$;
- $M_y = 0 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_x = 0 \text{ т}$;
- $M_x = 0 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_y = 0 \text{ т}$.

Сопротивление сечений
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

Сталь: С355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Взам. инв. №		- $M_x = 0,1 \text{ М},$	
		- $Q_y = 0 \text{ т.}$	
Подп. и дата		Сопровождение сечений	
		Расчет выполнен по СП 16.13330.2017	
Инв. №подл.		Общие характеристики	
		Сталь: С355	
		Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3	
		Коэффициент надежности по ответственности 1	
		1.01.08-У2-2-РПЗ.3	
		Лист	
		5	

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	417,471	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1389,278	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	633,644	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	18848,661	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	6241,19	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	13,043	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,505	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,768	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3,768	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	11,417	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	11,417	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	14,9	см
P	Периметр	174,31	см
M	Масса 1 м	86,978	кг

Длина элемента 1,41 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY – 2



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ – 2

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1,41 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*M	T	T*M	T		
1	-146,9	0	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,002
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,007
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,001
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,002
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,381
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,454
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,388
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при	0,388

Име. Неодп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист 7
Изм.	№уч.	Лист.	№доп.	Подп.	Дата				

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

$$\tau_{Qf} = \frac{3Q_{\Pi}}{2\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{M_Q}{W_f};$$

Q_{Π} – опорная реакция от подстропильных конструкций.

M_Q – момент от поперечной силы Q .

$$M_Q = Q_{\Pi} \cdot e_Q = 37,7 \cdot 1,25 = 47.125 \text{ т} \cdot \text{см};$$

e_Q – расстояние от места приложения опорной реакции до центра тяжести сварных швов;

W_f – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_f = 74.49 \text{ см}^3$)

$k_f = 1.0 \text{ см}$ – катет шва;

$l_w = 39.6 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении.

$$\tau_{Qf} = \frac{3 \cdot 37.7}{2 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 39.6} = 2.04 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{47.125}{74.49} = 0.66 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + \tau_{Qf}^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{(0 + 0.66)^2 + 2.04^2} = 2.14 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорного столика обеспечена.

Проверка прочности опорного столика на смятие

Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид

$$\sigma = \frac{Q_{\Pi}}{b_p \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_{\Pi} = 37.7 \text{ т}$ – опорная реакция от подстропильных конструкций;

$b_p = 20.0 \text{ см}$ – фактическая ширина опорного столика;

$s = 2.0 \text{ см}$ – толщина зоны опирания ребра подстропильной конструкции на столик;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1.025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4.99 / 1.025 = 4.87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{37.7}{20.0 \cdot 2.0} = 0.94 < 4.87 \text{ т/см}^2$$

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.08-У2-2-РПЗ.3		Лист
									9
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	

$$\sigma = \frac{Q_{\Phi}}{(b_p + 2t_p) \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_{\Phi} = 71,5$ т – опорная реакция стропильных ферм;

$b_p = 20,0$ см – фактическая ширина опорных ребер стропильных ферм;

$t_p = 2,0$ см – толщина опорной пластины;

$s = 0,9$ см – толщина стенки двутавра надколонника;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 0,5 до 16 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4,99 т/см² – табл. В.5 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1,025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4,99 / 1,025 = 4,87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{71,5}{(20,0 + 2 \cdot 2) \cdot 0,9} = 3,31 < 4,87 \text{ т/см}^2$$

Прочность стенки на смятие обеспечена.

Расчет сварных швов опорной плиты надколонника

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0,7 \cdot 2,19 = 1,53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1,0 \cdot 2,2 = 2,2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f = 0,7$, $\beta_z = 1,0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d < 1,4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 = 2,19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4,99 т/см² – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0,45 \cdot 4,99 = 2,2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

Име. Неподл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;						
			$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2$, Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки. Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид: $\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c$ где: τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы; τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы; τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;						
			1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист
									11
Изм.	№ уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

$$q = \frac{146,9}{0,33 \cdot 0,39} = 1142 \text{ Т/м}^2.$$

Опорные плиты
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

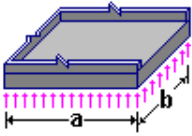
Сталь: С355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1,2

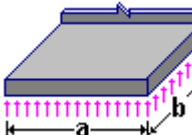
Расчет на изгиб части плиты, опертой по трем сторонам:

	a = 0,161 м b = 0,27 м Толщина плиты = 3 см Нагрузка 1142 Т/м²
---	--

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,99

Расчет на изгиб части плиты, работающей как консоль:

	a = 0,33 м b = 0,086 м Толщина плиты = 3 см Нагрузка 1142 Т/м²
---	--

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,677

Коэффициент использования **0,99** – по прочности плиты на изгиб.

Отчет сформирован 2023.05.29 16:39:39 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Прочность опорной плиты обеспечена.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. №подл.	1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист 13
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				

2. РАСЧЕТ НАДКОЛОННИКА НК1

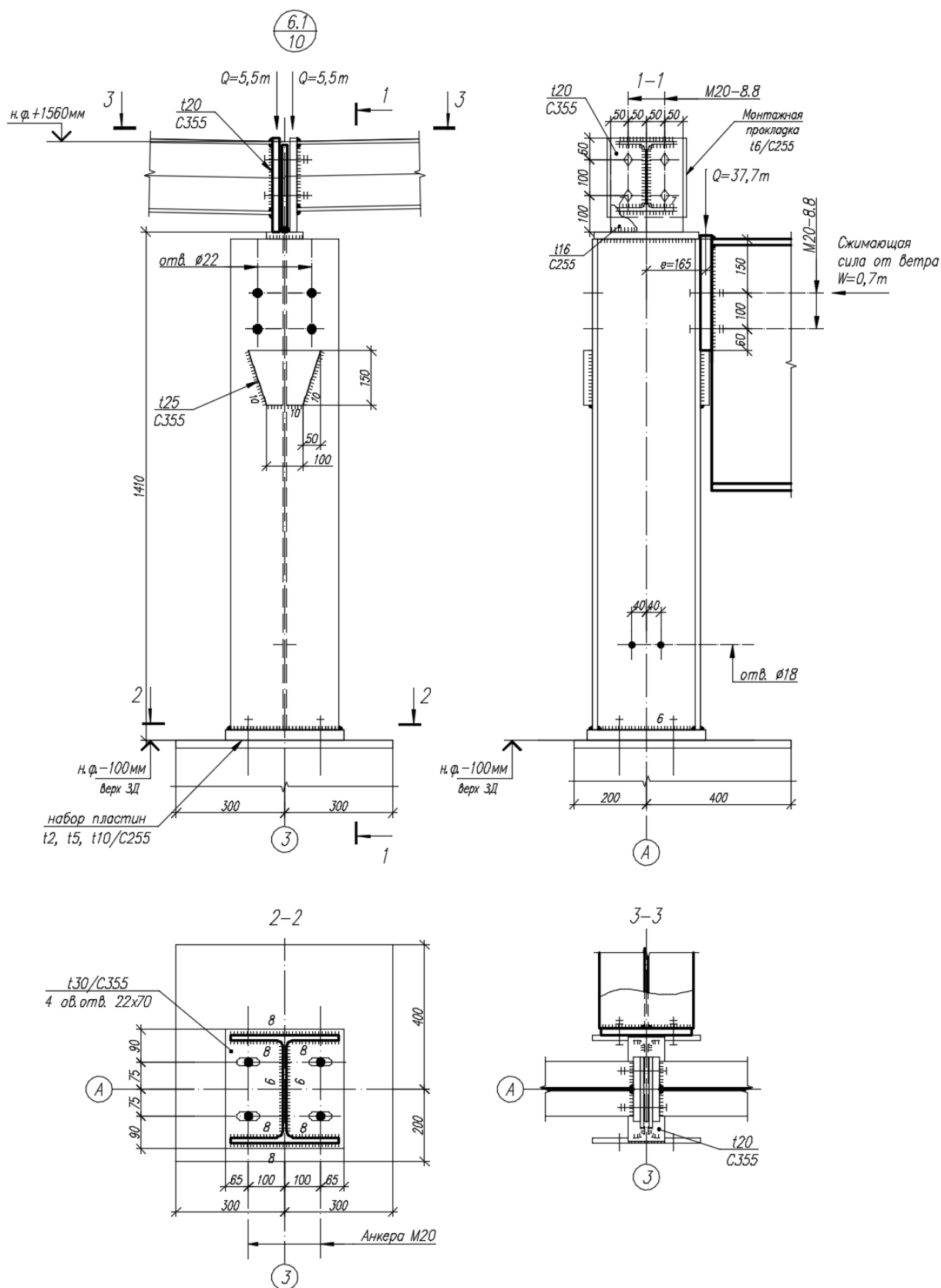


Рис. 2.1 Надколонник Нк1.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

Technical drawing of a column reinforcement detail. The left part is a plan view showing a cross-section of a column with dimensions: total width 300mm, total height 400mm. Reinforcement includes 8 longitudinal bars (4 on each side) and 6 transverse bars (3 on each side). Dimensions for bar placement are given: 65mm from edges, 100mm between bars. A note indicates "t30/C355" and "4 отв. отв. 22x70". The right part is a section view showing the column's profile with reinforcement bars (t20, C355) and a label "А".

Рис. 2.1 Надколонник Нк1.

1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист
						14

Исходные данные:

Надколонник:

- сечение – двутавр 30К1;
- сталь С355 $R_y=350/9.81/1000*100=3.57 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 0,5 до 16мм).

Опорная пластина балок Бм6/6 на надколонник:

- сечение – $t=20$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Опорный столик:

- сечение – $t=25$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Опорная плита:

- сечение – $t=30$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Болты:

- болты крепления – М20 класса прочности 8.8, класса точности В.

Опорные реакции, приняты по ведомости элементов (чертежи шифр 1.01.08-У2-2-КМ):

- Опорная реакция от балок Бм6/6: $Q_6 = 5.5 + 5.5 = 11 \text{ т}$;
- Опорная реакция от подстропильных конструкций: $Q_{\Pi} = 37.7 \text{ т}$;
- Ветровая нагрузка $W = 0.7 \text{ т}$.

Усилия, возникающие при наихудшем сочетании нагрузок:

- $N = -(Q_6 + Q_{\Pi}) = -(11 + 37.7) = -48.7 \text{ т}$;
- $M_y = M_W + Q_{\Pi} \cdot e = 0.32 + 37.7 \cdot 0.165 = 6.54 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_x = Q_W = 1.15 \text{ т}$;
- $M_x = 0 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_y = 0 \text{ т}$.

Сопротивление сечений
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

Сталь: С355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Взам. инв. №		$M_x = 0,1 \text{ М},$	
		- $Q_y = 0 \text{ т.}$	
Подп. и дата		Соппротивление сечений	
		Расчет выполнен по СП 16.13330.2017	
Инв. №подл.		Общие характеристики	
		Сталь: С355	
		Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 З	
		Коэффициент надежности по ответственности 1	
		Коэффициент условий работы 1	

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы

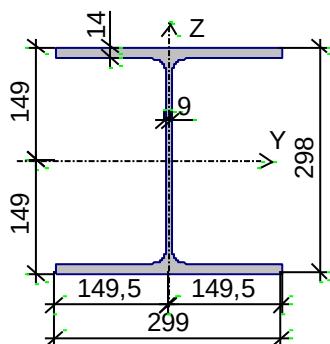
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление

1

Неупругая работа сечения не допускается

Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Сечение



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 30K1

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	110,8	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	57,582	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	24,759	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	18848,661	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	6241,19	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	71,559	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	1258473,52	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	13,043	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,505	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1265,011	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1265,011	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	417,471	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	417,471	см ³

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. №подл.					1.01.08-У2-2-РПЗ.3		Лист
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	16

	Параметр	Значение	Единица измерения
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1389,278	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	633,644	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	18848,661	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	6241,19	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	13,043	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,505	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,768	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3,768	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	11,417	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	11,417	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	14,9	см
P	Периметр	174,31	см
M	Масса 1 м	86,978	кг

Длина элемента 1,41 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY – 2



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ – 2

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1,41 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	-48,7	6,54	1,15	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,145
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,007
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,001
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,022
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,275
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,15
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,129
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,248

Взам. инв. №		Проверено по СП		Проверка		Коэффициент использования	
		п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,145			
Подп. и дата		п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,007			
		п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,001			
		п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,022			
		п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,275			
		пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,15			
		пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,129			
		пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,248			
Инв. №подл.		1.01.08-У2-2-РПЗ.3					Лист
							17
Изм.	№уч.	Лист.	№доку.	Подп.	Дата		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,166
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,276
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,25
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,144
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1–8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,646
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,763

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций **0,763** - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Отчет сформирован 2023.05.24 15:24:18 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Расчет сварных швов крепления опорного столика к надколоннику

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$, дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_1=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d<1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf}=215 \text{ H/MM}^2=2.19 \text{ m/cm}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{WZ}=0.45 \cdot R_{un}$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ м/см}^2,$$

Крепление опорного столика к надколоннику осуществляется при помощи сварки. Сварной шов работает на срез от действия силы Q . Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

zde:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы, т.к. продольная сила на сварные швы опорного столика не действуют, $\tau_{Nf} = 0$;

τ_{of} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							18
Изм.	№уч.	Лист	№доп.	Подп.	Дата		

$$\tau_{Qf} = \frac{3Q_{\Pi}}{2\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{M_Q}{W_f};$$

Q_{Π} – опорная реакция от подстропильных конструкций.

M_Q – момент от поперечной силы Q .

$$M_Q = Q_{\Pi} \cdot e_Q = 37,7 \cdot 1,25 = 47.125 \text{ т} \cdot \text{см};$$

e_Q – расстояние от места приложения опорной реакции до центра тяжести сварных швов;

W_f – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_f = 74.49 \text{ см}^3$);

$k_f = 1.0 \text{ см}$ – катет шва;

$l_w = 39.6 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении.

$$\tau_{Qf} = \frac{3 \cdot 37.7}{2 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 39.6} = 2.04 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{47.125}{74.49} = 0.66 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + \tau_{Qf}^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{(0 + 0.66)^2 + 2.04^2} = 2.14 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорного столика обеспечена.

Проверка прочности опорного столика на смятие

Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид

$$\sigma = \frac{Q_{\Pi}}{b_p \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_{\Pi} = 37.7 \text{ т}$ – опорная реакция от подстропильных конструкций;

$b_p = 20.0 \text{ см}$ – фактическая ширина опорного столика;

$s = 2.0 \text{ см}$ – толщина зоны опирания ребра подстропильной конструкции на столик;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1.025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4.99 / 1.025 = 4.87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{37.7}{20.0 \cdot 2.0} = 0.94 < 4.87 \text{ т/см}^2$$

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист 19

Прочность столика на смятие обеспечена.

Расчет сварных швов опорной пластины балок Бм6/6 на надколонник

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d<1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf}=215 \text{ Н/мм}^2=2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz}=0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление пластины к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на сжатие от действия силы N . Условие прочности имеет вид:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия сжимающей силы;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_{\phi}}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

N_{ϕ} – опорная реакция от балок Бм6/6.

$k_{fp}=0.8$ см – катет шва по полке;

$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке;

$l_{wp}=28$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws}=46$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{11}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 28 + 0.6 \cdot 46)} = 0.31 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_{Nf} = 0.31 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бм6/6 на надколонник обеспечена.

Проверка прочности стенки двутавра на смятие

Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	
$t_{ws}=46$ см – расчетная длина шовов в сварном соединении по стенке; $\tau_{Nf} = \frac{11}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 28 + 0.6 \cdot 46)} = 0.31 \text{ т/см}^2$ Таким образом: $\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$ $\tau_{Nf} = 0.31 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$ Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бтб/6 на надколонник обеспечена. Проверка прочности стенки двутавра на смятие Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид	
Изм.	№уч.
Лист.	№доп.
Подп.	Дата
1.01.08-У2-2-РПЗ.3	
Лист 20	

$$\sigma = \frac{Q_B}{(b_p + 2t_p) \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_B = 11$ т – опорная реакция балок Бтб/6;

$b_p = 20.0$ см – фактическая ширина опорных ребер балок Бтб/6;

$t_p = 2.0$ см – толщина опорной пластины;

$s = 0.9$ см – толщина стенки двутавра надколонника;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4.99 т/см² – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1.025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4.99 / 1.025 = 4.87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{11}{(20.0 + 2 \cdot 2) \cdot 0.9} = 0.51 < 4.87 \text{ т/см}^2$$

Прочность стенки на смятие обеспечена.

Расчет сварных швов опорной плиты надколонника

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f = 0.7$, $\beta_z = 1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 = 2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4.99 т/см² – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_f}{\beta_f (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

16.13330.2017;

$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ м/см}^2,$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки. Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_f}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							21
Изм.	№уч.	Лист.	№докум.	Подп.	Дата		

$$\tau_{Qf} = \frac{Q_f \cdot S^{отс}}{I_f \cdot 2k_{fs}};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{M_f}{W_f};$$

N_f, Q_f, M_f – силы, действующие на сварной шов, равные усилиям в надколоннике:

$$N_f = -48,7 \text{ т};$$

$$M_f = 6,54 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$Q_f = 1,15 \text{ т};$$

$S^{отс}$ – статический момент отсеченной части расчетного сечения сварного шва ($S^{отс} = 766,7 \text{ см}^3$);

I_f – момент инерции расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0,7$, $I_f = 23248,7 \text{ см}^4$);

W_f – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0,7$, $W_f = 1560,3 \text{ см}^3$)

$k_{fp} = 0,8 \text{ см}$ – катет шва по полке;

$k_{fs} = 0,6 \text{ см}$ – катет шва по стенке;

$l_{wp} = 110 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws} = 46 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{48,7}{0,7 \cdot (0,8 \cdot 110 + 0,6 \cdot 46)} = 0,61 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Qf} = \frac{1,15 \cdot 766,7}{23248,7 \cdot 2 \cdot 0,6} = 0,03 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{6,54}{1560,3} = 0,42 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + \tau_{Qf}^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{(0,61 + 0,42)^2 + 0,03^2} = 1,03 \text{ т/см}^2 < 2,19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины обеспечена.

Расчет опорной плиты надколонника

Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны:

$$q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$$

где:

$N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору;

$B_{пл} = 33 \text{ см}$ – ширина опорной плиты;

$L_{пл} = 33 \text{ см}$ – длина опорной плиты;

$$N_{оп} = N + \frac{M}{L_{пл}} = 48,7 + \frac{6,54}{0,33} = 68,52 \text{ т}.$$

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны:					
			$q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$ где: $N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору; $B_{пл} = 33\text{см}$ – ширина опорной плиты; $L_{пл} = 33\text{см}$ – длина опорной плиты; $N_{оп} = N + \frac{M}{L_{пл}} = 48.7 + \frac{6,54}{0,33} = 68,52 \text{ т.}$					
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3		Лист
								22

$$q = \frac{68,52}{0,33 \cdot 0,33} = 629 \text{ Т/М}^2.$$

A 3D perspective diagram of a rectangular plate with dimensions a and b . The plate is shown with a uniform upward distributed load q acting on its top surface, represented by a series of pink arrows pointing upwards. The plate is supported by a fixed base, indicated by a thick blue line along the edges.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист
															24
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата										

3. РАСЧЕТ НАДКОЛОННИКА НК1А

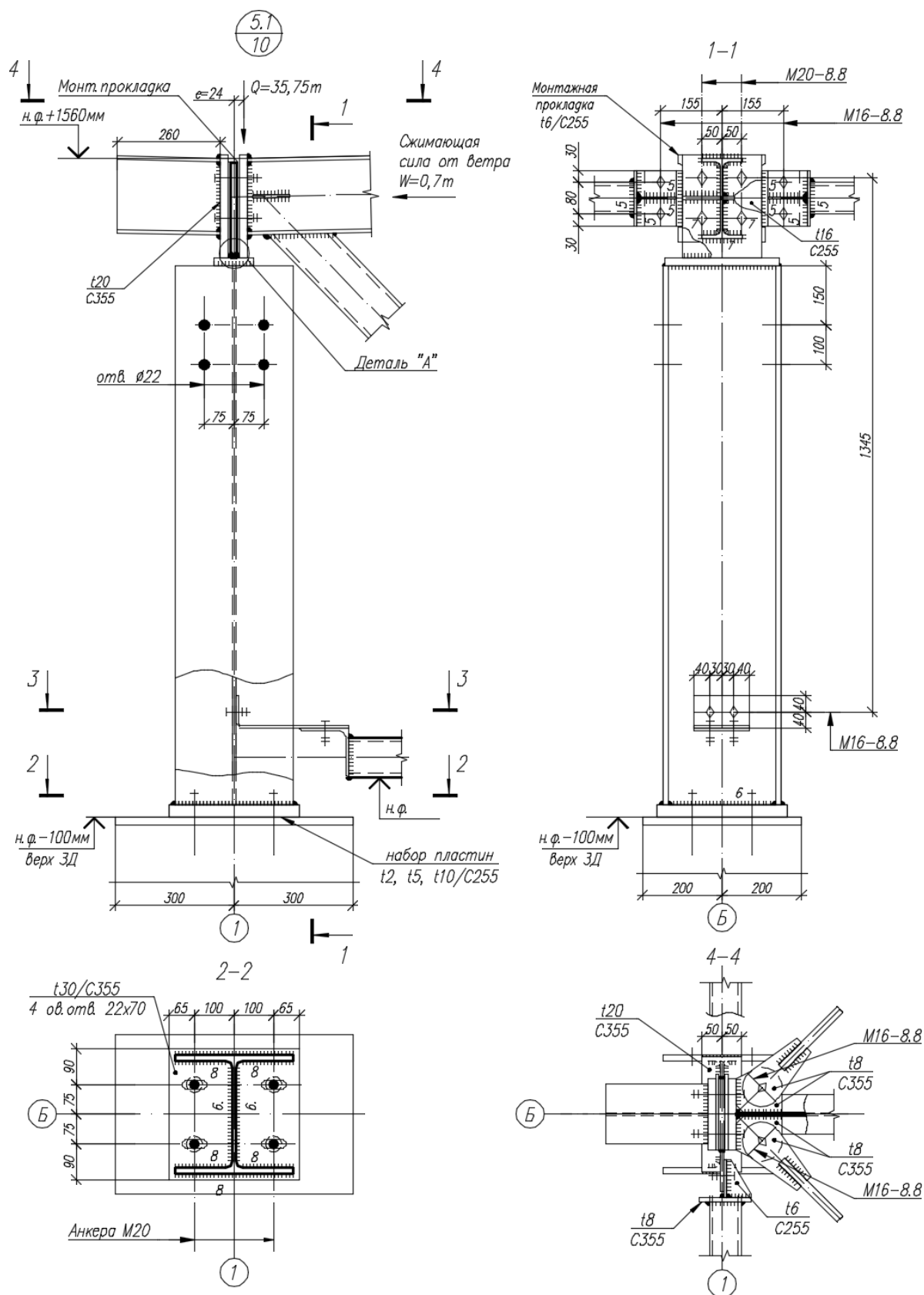


Рис. 3.1 Надколонник Нк1а.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. Неподр.	

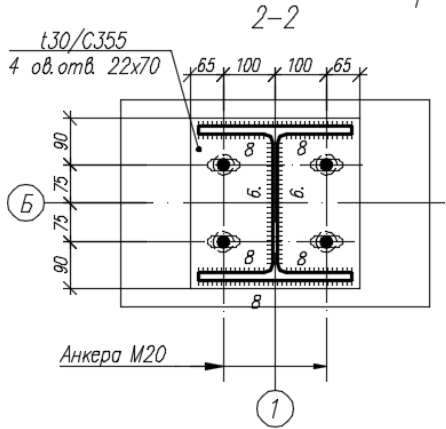
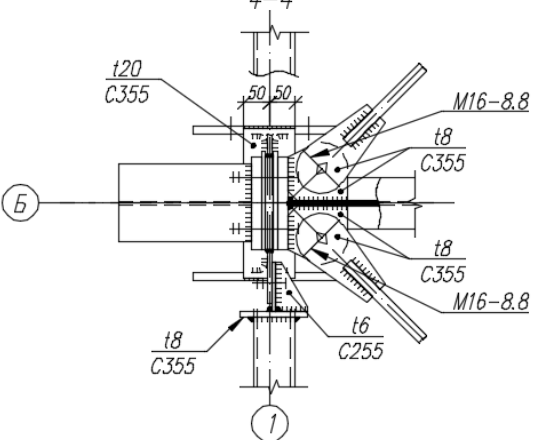



Рис. 3.1 Надколонник Нк1а.

Изм.	№ уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1.01.08-У2-2-РПЗ.3

Лист

25

Исходные данные:

Надколонник:

- сечение – двутавр 30К1;
- сталь С355 $R_y=350/9.81/1000*100=3.57 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 0,5 до 16мм).

Опорная пластина стропильных ферм на надколонник:

- сечение – $t=20$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Опорная плита:

- сечение – $t=30$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Болты:

- болты крепления – М20 класса прочности 8.8, класса точности В.

Опорные реакции, приняты по ведомости элементов (чертежи шифр 1.01.08-У2-2-КМ):

- опорная реакция от стропильной фермы: $Q_\Phi = 35.75 \text{ т}$;
- ветровая нагрузка $W = 0,7 \text{ т}$.

Усилия, возникающие при наихудшем сочетании нагрузок:

- $N = -Q_\Phi = -35.75 \text{ т}$;
- $M_y = 0 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_x = 0 \text{ т}$;
- $M_x = M_W + Q_\Phi \cdot e = 0.32 + 35.75 \cdot 0.024 = 1.18 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_y = Q_W = 1.15 \text{ т}$.

Сопротивление сечений
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

Сталь: С355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы

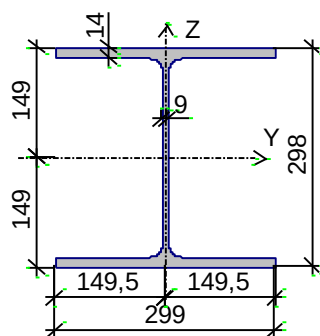
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление

1

Взам. инв. №		Общие характеристики							
		Сталь: С355 Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3 Коэффициент надежности по ответственности 1 Коэффициент условий работы 1 Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а Предельная гибкость для растянутых элементов: 300							
Подп. и дата		Дополнительные коэффициенты условий работы Коэффициент понижающий расчетное сопротивление1							
Инв. №подл.								1.01.08–У2–2–РПЗ.3	Лист 26
		Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Неупругая работа сечения не допускается
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Сечение



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 30К1

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	110,8	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	57,582	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	24,759	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	18848,661	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	6241,19	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	71,559	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	1258473,52	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	13,043	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,505	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1265,011	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1265,011	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	417,471	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	417,471	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1389,278	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	633,644	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	18848,661	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	6241,19	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	13,043	см
i _v	Минимальный радиус инерции	7,505	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,768	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3,768	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	11,417	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	11,417	см

Име.Неподл.	Подп. и дата	Взам.инв.№					1.01.08-У2-2-РПЗ.3		Лист
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата				27

	Параметр	Значение	Единица измерения
Z _б	Координата центра изгиба по оси Z	14,9	см
P	Периметр	174,31	см
M	Масса 1 м	86,978	кг

Длина элемента 1,41 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY – 2



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ – 2

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1,41 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	$T \cdot M$	T	$T \cdot M$	T		
1	-35,75	0	0	1,18	1,15		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,002
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,079
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,01
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,002
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,172
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,11
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,094
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,094
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,135
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,25
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,144
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1–8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,646
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,726

Коэффициент использования **0,726** – Предельная гибкость свеса полки (поясного

Име. Неодп.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.08-У2-2-РПЗ.3						28
			Изм.	№уч.	Лист.	№доку.	Подп.	Дата	

листа) из условия местной устойчивости

Отчет сформирован 2023.05.30 10:54:32 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Расчет сварных швов опорной пластины стропильной фермы на надколонник

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d<1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf}=215 \text{ Н/мм}^2=2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz}=0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление пластины к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на сжатие от действия силы N . Условие прочности имеет вид:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия сжимающей силы;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_{\phi}}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

N_{ϕ} – опорная реакция от стропильной фермы.

$k_{fp}=0.8$ см – катет шва по полке;

$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке;

$l_{wp}=28$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws}=46$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{35.75}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 28 + 0.6 \cdot 46)} = 1.02 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_{Nf} = 1.02 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины стропильной фермы на надколонник обеспечена.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	$l_{wp}=28$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам; $l_{ws}=46$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке; $\tau_{Nf} = \frac{35.75}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 28 + 0.6 \cdot 46)} = 1.02 \text{ т/см}^2$ Таким образом: $\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$ $\tau_{Nf} = 1.02 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$ Прочность сварного шва крепления опорной пластины стропильной фермы на надколонник обеспечена.						
									1.01.08-У2-2-РПЗ.3
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подп.	Дата				

Проверка прочности стенки двутавра на смятие

Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид

$$\sigma = \frac{Q_{\phi}}{(b_p + 2t_p) \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_{\phi} = 35.75$ т – опорная реакция стропильной фермы;

$b_p = 20.0$ см – фактическая ширина опорного ребра стропильной фермы;

$t_p = 2.0$ см – толщина опорной пластины;

$s = 0.9$ см – толщина стенки двутавра надколонника;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1.025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4.99 / 1.025 = 4.87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{35.75}{(20.0 + 2 \cdot 2) \cdot 0.9} = 1.66 < 4.87 \text{ т/см}^2$$

Прочность стенки на смятие обеспечена.

Расчет сварных швов опорной плиты надколонника

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f = 0.7$, $\beta_z = 1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 = 2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un}$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. №подл.							
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист 30

$$\tau_{Mf} = \frac{M_f}{W_f};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{1.18}{333.9} = 0.36 \text{ T/cm}^2;$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины обеспечена.

$$q = \frac{N_{\text{оп}}}{B_{\text{пл}} \cdot L_{\text{пл}}};$$
$$L_{пл} = 33\text{см} - \text{длина опорной плиты};$$

Взам. инв. №	Расчет опорной плиты надколонника Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны: $q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$ где: $N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору; $B_{пл} = 33\text{см}$ – ширина опорной плиты; $L_{пл} = 33\text{см}$ – длина опорной плиты;						
Подп. и дата							
Инв. №подл.							
						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							31
Изм.	№ич.	Лист.	№док.	Подп.	Дата		

$$N_{\text{оп}} = N + \frac{M}{L_{\text{пл}}} = 35.75 + \frac{1,18}{0,33} = 39.33 \text{ т.}$$

Таким образом:

$$q = \frac{39.33}{0.33 \cdot 0.33} = 362 \text{ T/M}^2.$$

Опорные плиты

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

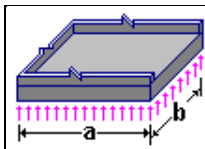
Сталь: C355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1,2

Расчёт на изгиб части плиты, опертой по трем сторонам:

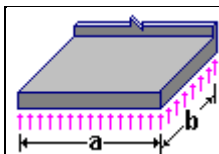


$a = 0,161 \text{ м}$ $b = 0,27 \text{ м}$ Толщина плиты = 3 см Нагрузка 362 Т/м^2

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,315

Расчёт на изгиб части плиты, работающей как консоль:



$a = 0,33 \text{ м}$ $b = 0,016 \text{ м}$ Толщина плиты = 3 см Нагрузка 362 Т/м^2

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,007

Коэффициент использования **0,315** – по прочности плиты на изгиб.

Отчет сформирован 2023.05.26 12:31:27 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Прочность опорной плиты обеспечена.

						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							32
Изм.	№уч.	Лист	№доп.	Подп.	Дата		

4. РАСЧЕТ НАДКОЛОННИКА НК2

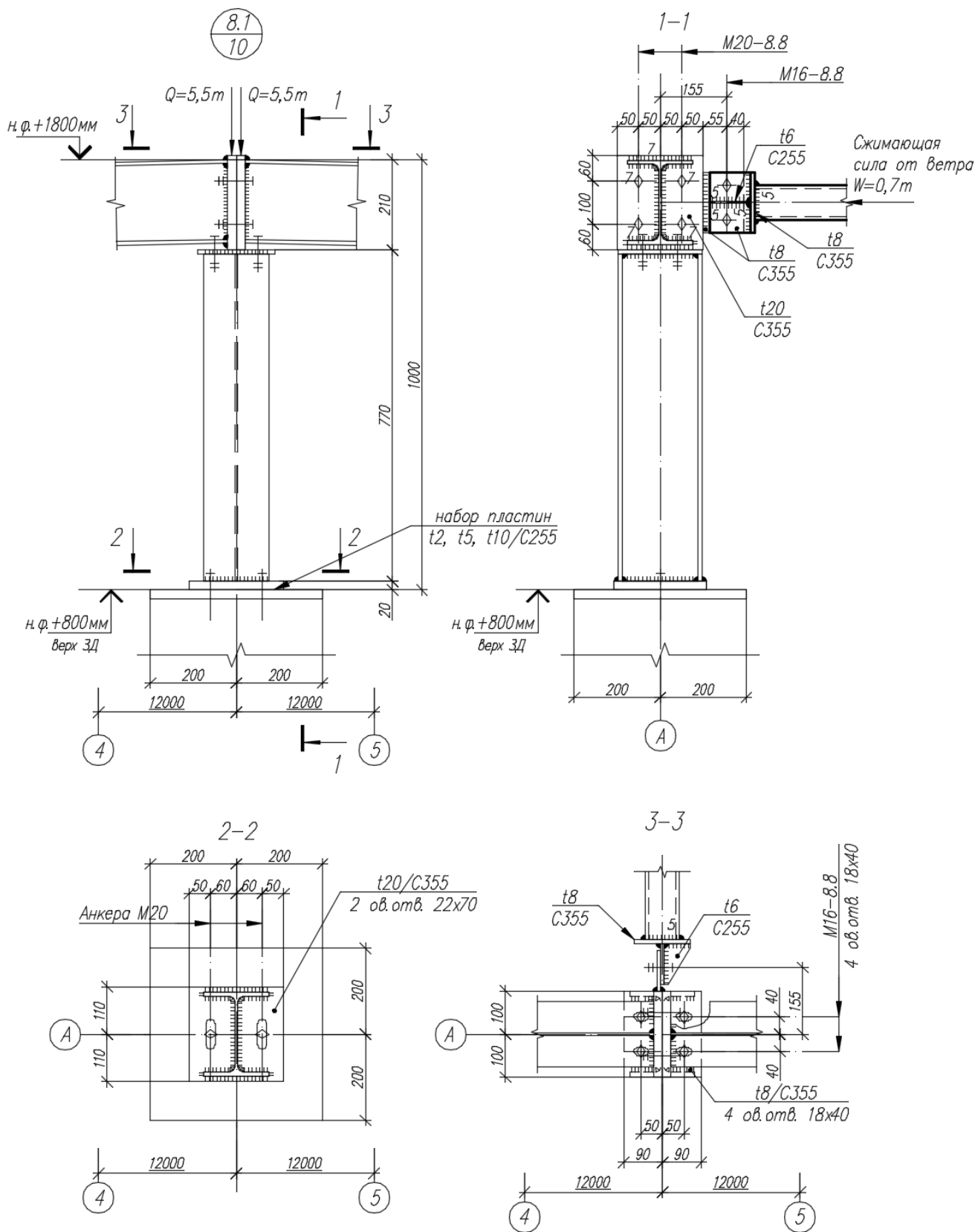


Рис. 4.1 Надколонник Нк2.

Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

1.01.08-У2-2-РП3.3

Лист

33

Исходные данные:

Надколонник:

- сечение – двутавр 20Ш1;
- сталь надколонника С390 $R_y=380/9.81/1000*100=3.87 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 0,5 до 10мм).

Опорная пластина балок Бм6/6 на надколонник:

- сечение – $t=8$;
- сталь – С355 $R_y=350/9.81/1000*100=3.566 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 2 до 16мм).

Опорная плита:

- сечение – $t=20$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Болты:

- болты крепления – М16 класса прочности 8.8, класса точности В.

Опорные реакции, приняты по ведомости элементов (чертежи шифр 1.01.08-У2-2-КМ):

- опорная реакция от балок Бм6/6: $Q_5 = 5.5 + 5.5 = 11 \text{ т}$;
- ветровая нагрузка $W = 0.7 \text{ т}$.

Усилия, возникающие при наихудшем сочетании нагрузок:

- $N = -Q_5 = -11 \text{ т}$;
- $M_y = M_W = 0.2 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_x = Q_W = 0.7 \text{ т}$;
- $M_x = 0 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_y = 0 \text{ т}$.

Сопротивление сечений
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

Сталь: С390

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы

Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1
--	---

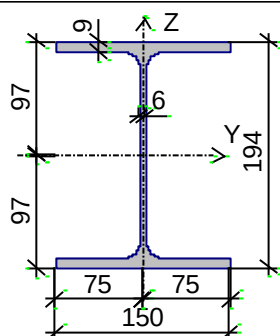
1.01.08-У2-2-РП3.3

Лист

34

Неупругая работа сечения не допускается
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Сечение



Профиль: Двутавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 20Ш1

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	39,01	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	18,784	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	10,72	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	2689,74	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	507,16	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	11,015	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	43393,876	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	8,304	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,606	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	277,293	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	277,293	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	67,621	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	67,621	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	308,559	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	103,69	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2689,74	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	507,16	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	8,304	см
i _v	Минимальный радиус инерции	3,606	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,733	см

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

1.01.08-У2-2-РПЗ.3

Лист

35

Изм. №уч. Лист. №док. Подп. Дата

	Параметр	Значение	Единица измерения
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,733	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,108	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,108	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	9,7	см
P	Периметр	95,368	см
M	Масса 1 м	30,623	кг

Длина элемента 0,79 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY – 2



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ – 2

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,79 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*M	T	T*M	T		
1	-11	0,2	0,7	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,019
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,038
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,002
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,029
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,13
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,095
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,075
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,089
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,108
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,292
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,127
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1–8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,767
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,519

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

Изм.	№уч.	Лист.	№доп.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							36

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций **0,767** – Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости.

Отчет сформирован 2023.05.30 13:14:15 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Расчет сварных швов опорной пластины балок Бм6/6 на надколонник

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 = 2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 2 до 16 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление пластины к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на сжатие от действия силы N . Условие прочности имеет вид:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия сжимающей силы;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_\phi}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

N_ϕ – опорная реакция от балок Бм6/6;

$k_{fp}=0.8$ см – катет шва по полке;

$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке;

$l_{wp}=24$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws}=30$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{11}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 24 + 0.6 \cdot 30)} = 0.42 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_{Nf} = 0.42 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бм6/6 на надколонник обеспечена.

Взам. инв. №	$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке; $l_{wp}=24$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам; $l_{ws}=30$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке; $\tau_{Nf} = \frac{11}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 24 + 0.6 \cdot 30)} = 0.42 \text{ Т/см}^2$					
	Таким образом:					
Подп. и дата	$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$ $\tau_{Nf} = 0.42 \text{ Т/см}^2 < 2.19 \text{ Т/см}^2.$					
	Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бмб/6 на надколонник обеспечена.					
Инв. №подл.						1.01.08-У2-2-РПЗ.3
	Изм.	№уч.	Лист	№доп.	Подп.	Дата

Лист
37

Проверка прочности стенки двутавра на смятие

Условие прочности в соответствии с п.8.5.17 имеет вид

$$\sigma = \frac{Q_B}{b \cdot s} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$Q_B = 11$ т – опорная реакция балок Бм6/6;

$b = 17.6$ см – фактическая ширина части опорного ребра балок Бм6/6;

приходящаяся на стенку двутавра;

$s = 0.6$ см – толщина стенки двутавра надколонника;

$$R_p = R_{un} / \gamma_m$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4.99 т/см² – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$\gamma_m = 1.025$ – коэффициент надежности по материалу по табл.3 СП 16.13330.2017

$$R_p = 4.99 / 1.025 = 4.87 \text{ т/см}^2$$

$$\sigma = \frac{11}{17.6 \cdot 0.6} = 1.04 < 4.87 \text{ т/см}^2$$

Прочность стенки на смятие обеспечена.

Расчет сварных швов опорной плиты надколонника

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f = 0.7$, $\beta_z = 1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 = 2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un}$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490$ Н/мм² = 4.99 т/см² – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

Взам. инв. №																						
Подп. и дата																						
Инв. №подл.																						
где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017; $R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2$, Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки. Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид: $\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$ где: τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы; τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы; τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;																						
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">1.01.08-У2-2-РПЗ.3</td><td>Лист</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>38</td></tr><tr><td>Изм.</td><td>№уч.</td><td>Лист.</td><td>№док.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>								1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист							38	Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата
						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист															
							38															
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата																	

$$\tau_{Nf} = \frac{N_f}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

$$\tau_{Qf} = \frac{Q_f \cdot S^{отс}}{I_f \cdot 2k_{fs}};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{M_f}{W_f};$$

N_f, Q_f, M_f , – силы, действующие на сварной шов, равные усилиям в надколоннике:

$$N_f = -11 \text{ т};$$

$$M_f = 0.2 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$Q_f = 0,7 \text{ т};$$

$S^{отс}$ – статический момент отсеченной части расчетного сечения сварного шва ($S^{отс} = 256.4 \text{ см}^3$);

I_f – момент инерции расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $I_f = 5075.9 \text{ см}^4$);

W_f – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_f = 523.3 \text{ см}^3$)

$k_{fp} = 0.8 \text{ см}$ – катет шва по полке;

$k_{fs} = 0.6 \text{ см}$ – катет шва по стенке;

$l_{wp} = 54.6 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws} = 31.6 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{11}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 54.6 + 0.6 \cdot 31.6)} = 0.25 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Qf} = \frac{0.7 \cdot 256.4}{5075.9 \cdot 2 \cdot 0.6} = 0.03 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{0.2}{523.3} = 0.04 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + \tau_{Qf}^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{(0.25 + 0.04)^2 + 0.03^2} = 0,29 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины обеспечена.

Расчет опорной плиты надколонника

Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны:

$$q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$$

где:

$N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору;

$B_{пл} = 22 \text{ см}$ – ширина опорной плиты;

$L_{пл} = 22 \text{ см}$ – длина опорной плиты;

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Расчет опорной плиты надколонника Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны: $q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$ где: $N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору; $B_{пл} = 22 \text{ см}$ – ширина опорной плиты; $L_{пл} = 22 \text{ см}$ – длина опорной плиты;				Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3	39

$$N_{\text{оп}} = N + \frac{M}{L_{\text{пл}}} = 11 + \frac{0.2}{0.22} = 11,91 \text{ т.}$$

Таким образом:

$$q = \frac{11,91}{0,22 \cdot 0,22} = 246 \text{ Т/м}^2.$$

Опорные плиты

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

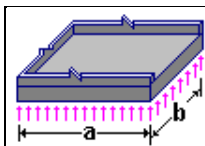
Сталь: C355

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1,2

Расчёт на изгиб части плиты, опертой по трем сторонам:

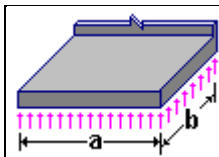


$a = 0,107 \text{ м}$ $b = 0,176 \text{ м}$ Толщина плиты = 2 см Нагрузка 246 Т/м^2
--

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,209

Расчёт на изгиб части плиты, работающей как консоль:



$a = 0,22 \text{ м}$ $b = 0,013 \text{ м}$ Толщина плиты = 2 см Нагрузка 246 Т/м^2

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,007

Коэффициент использования **0,209** – по прочности плиты на изгиб.

Отчет сформирован 2023.05.26 12:31:27 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Прочность опорной плиты обеспечена.

						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
							40
Изм.	№уч.	Лист	№доп.	Подп.	Дата		

5. РАСЧЕТ НАДКОЛОННИКА НК2А

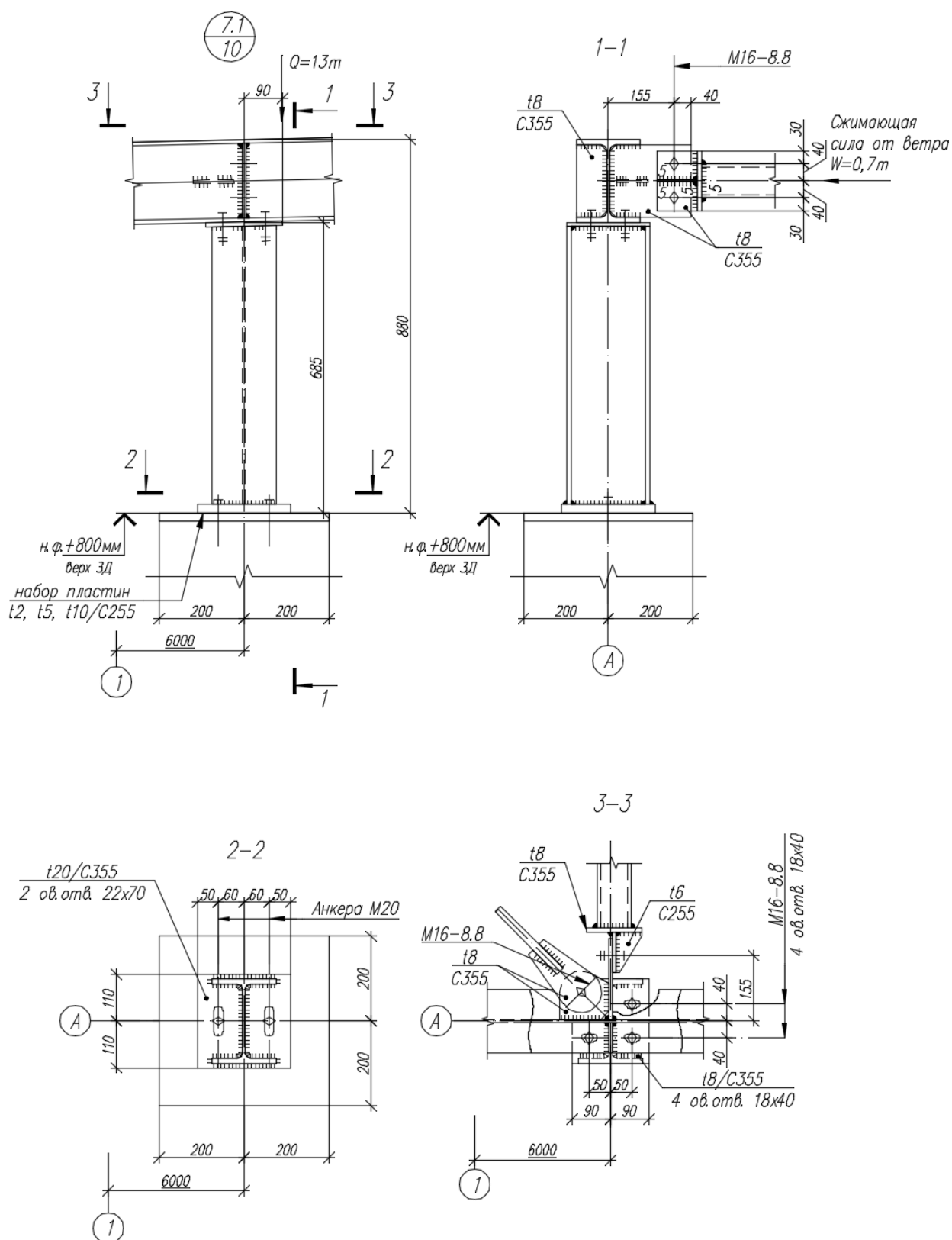


Рис. 5.1 Надколонник Нк2а.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3
						Лист 41

Исходные данные:

Надколонник:

- сечение – двутавр 20Ш1;
- сталь надколонника С390 $R_y=380/9.81/1000*100=3.87 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 0,5 до 10мм).

Опорная пластина балок Бт6/6 на надколонник:

- сечение – $t=8$;
- сталь – С355 $R_y=350/9.81/1000*100=3.566 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 2 до 16мм).

Опорная плита:

- сечение – $t=20$;
- сталь – С355 $R_y=340/9.81/1000*100=3.466 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 16 до 40мм).

Болты:

- болты крепления – М16 класса прочности 8.8, класса точности В.

Опорные реакции, приняты по ведомости элементов (чертежи шифр 1.01.08-У2-2-КМ):

- Опорная реакция от балки Бт6/3: $Q_5 = 18 \text{ т}$;
- Ветровая нагрузка $W = 0.7 \text{ т}$.

Усилия, возникающие при наихудшем сочетании нагрузок:

- $N = -Q_5 = -13 \text{ т}$;
- $M_y = M_W = 0.2 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_x = Q_W = 0.7 \text{ т}$;
- $M_x = Q_5 \cdot e = 13 \cdot 0.09 = 1.17 \text{ т} \cdot \text{м}$;
- $Q_y = 0 \text{ т}$.

Сопротивление сечений

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь: С390

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы

Коэффициент понижающий расчетное сопротивление

1

Взам. инв. №	Общие характеристики					
	Сталь: С390 Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 З Коэффициент надежности по ответственности 1 Коэффициент условий работы 1					
Подп. и дата	Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 – 60а Предельная гибкость для растянутых элементов: 300					
	Дополнительные коэффициенты условий работы					
Инв. №подл.	Коэффициент понижающий расчетное сопротивление					1
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РПЗ.3

Робота сечення з неустійливою стінкою не допускається

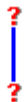
Профиль: Двухтавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 20Ш1

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	39,01	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	18,784	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	10,72	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	2689,74	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	507,16	см ⁴
I _f	Момент инерции при свободном кручении	11,015	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	43393,876	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	8,304	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,606	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	277,293	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	277,293	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	67,621	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	67,621	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	308,559	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	103,69	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	2689,74	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	507,16	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	8,304	см
i _v	Минимальный радиус инерции	3,606	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,733	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,733	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,108	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,108	см

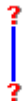
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

	Параметр	Значение	Единица измерения
Z ₀	Координата центра изгиба по оси Z	9,7	см
P	Периметр	95,368	см
M	Масса 1 м	30,623	кг

Длина элемента 0,685 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY – 2



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ – 2

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 0,685 м

	N	M _y	Q _z	M _z	Q _y	Сейсмика	Особая
	T	T*M	T	T*M	T		
1	-13	0,2	0,7	1,17	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M _y	0,019
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M _z	0,618
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q _y	0,002
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q _z	0,029
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,756
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,148
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,122
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M _y при внецентренном сжатии	0,135
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,537
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,253
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,11
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1–8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,781
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,541

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций **0,781** – Предельная гибкость

Име. Неодп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	1.01.08-У2-2-РПЗ.3						Лист
									44
Изм.	№уч.	Лист.	№доп.	Подп.	Дата				

стенки из условия местной устойчивости

Отчет сформирован 2023.05.30 16:23:41 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Расчет сварных швов опорной пластины балки Бт6/3 на надколонник

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d<1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf}=215 \text{ Н/мм}^2=2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz}=0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 2 до 16 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление пластины к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на сжатие от действия силы N. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия сжимающей силы;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_{\phi}}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

N_{ϕ} – опорная реакция от балки Бт6/3.

$k_{fp}=0.8$ см – катет шва по полке;

$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке;

$l_{wp}=24$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws}=30$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{13}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 24 + 0.6 \cdot 30)} = 0.5 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

$$\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_{Nf} = 0.5 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бт6/3 на надколонник обеспечена.

Расчет сварных швов опорной плиты надколонника

Взам. инв. №	$l_{ws}=30 \text{ см} - \text{расчетная длина швов в сварном соединении по стенке};$ $\tau_{Nf} = \frac{13}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 24 + 0.6 \cdot 30)} = 0.5 \text{ т/см}^2$ Таким образом: $\tau_{Nf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$ $\tau_{Nf} = 0.5 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$ Прочность сварного шва крепления опорной пластины балок Бм6/3 на надколонник обеспечена. Расчет сварных швов опорной плиты надколонника							
	Подп. и дата							
Инв. №подл.								
							1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист
								45
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.2 = 2.2$,

дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2017 для механизированной сварки при $d<1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wf}=215 \text{ Н/мм}^2=2.19 \text{ т/см}^2;$$

R_{wz} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу границы сплавления по табл. 4 СП 16.13330.2017 для проволоки Св-08Г2С

$$R_{wz}=0.45 \cdot R_{un},$$

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.99 = 2.2 \text{ т/см}^2,$$

Крепление плиты к надколоннику осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на усилия в надколоннике. Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + (\tau_{Qf})^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

где:

τ_{Nf} – напряжение в металле шва от действия продольной силы;

τ_{Qf} – напряжение в металле шва от действия поперечной силы;

τ_{Mf} – напряжение в металле шва от действия момента;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_f}{\beta_f \cdot (k_{fp} \cdot l_{wp} + k_{fs} \cdot l_{ws})};$$

$$\tau_{Qf} = \frac{Q_f \cdot S^{отс}}{I_f \cdot 2k_{fs}};$$

$$\tau_{Mf} = \frac{M_{fx}}{W_{fx}} + \frac{M_{fy}}{W_{fy}};$$

N_f, Q_f, M_{fx}, M_{fy} – силы, действующие на сварной шов, равные усилиям в надколоннике:

$$N_f = -13 \text{ т};$$

$$M_{fx} = 0.2 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$M_{fy} = 1.17 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$Q_f = 0,7 \text{ т};$$

$S^{отс}$ – статический момент отсеченной части расчетного сечения сварного шва ($S^{отс} = 256,4 \text{ см}^3$);

I_f – момент инерции расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $I_f = 5075.9 \text{ см}^4$);

W_{fx} – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_{fx} = 523.3 \text{ см}^3$)

W_{fy} – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_{fy} = 71.4 \text{ см}^3$)

$k_{fp}=0.8 \text{ см}$ – катет шва по полке;

Взам. инв. №	$M_{fy} = 1.17 \text{ т} \cdot \text{м};$ $Q_f = 0,7 \text{ т};$ $S^{\text{отс}}$ – статический момент отсеченной части расчетного сечения сварного шва ($S^{\text{отс}} = 256,4 \text{ см}^3$); I_f – момент инерции расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $I_f = 5075.9 \text{ см}^4$); W_{fx} – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_{fx} = 523.3 \text{ см}^3$) W_{fy} – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_{fy} = 71.4 \text{ см}^3$) $k_{fp} = 0.8 \text{ см}$ – катет шва по полке;					
	Подп. и дата					
Инв. №подл.						
	1.01.08-У2-2-РПЗ.3					
Изм.	№уч.	Лист.	№доп.	Подп.	Дата	

$k_{fs}=0.6$ см – катет шва по стенке;

$l_{wp}=54.6$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по полкам;

$l_{ws}=31.6$ см – расчетная длина швов в сварном соединении по стенке;

$$\tau_{Nf} = \frac{13}{0.7 \cdot (0.8 \cdot 54.6 + 0.6 \cdot 31.6)} = 0.3 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Qf} = \frac{0.7 \cdot 256.4}{5075.9 \cdot 2 \cdot 0.6} = 0.03 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{0.2}{523.3} + \frac{1.17}{71.4} = 1.68 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

$$\tau_f = \sqrt{(\tau_{Nf} + \tau_{Mf})^2 + \tau_{Qf}^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{(0.3 + 1.68)^2 + 0.03^2} = 1.97$$

$$1.97 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорной пластины обеспечена.

Расчет опорной плиты надколонника

Плита работает на изгиб как пластинка, опертая на торец надколонника и нагруженная равномерно-распределенным реактивным давлением железобетонной колонны:

$$q = \frac{N_{оп}}{B_{пл} \cdot L_{пл}};$$

где:

$N_{оп}$ – сжимающая сила, передающаяся от надколонника на опору;

$B_{пл} = 33$ см – ширина опорной плиты;

$L_{пл} = 33$ см – длина опорной плиты;

$$N_{оп} = N + \frac{M}{L_{пл}} = 13 + \frac{\sqrt{0.2^2 + 1.17^2}}{0.22} = 18.39 \text{ т.}$$

Таким образом:

$$q = \frac{18.39}{0.22 \cdot 0.22} = 380 \text{ т/м}^2.$$

Опорные плиты

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь: С355

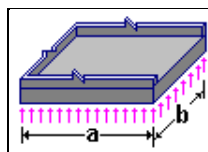
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 3

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1,2

Инв. №подл.	Взам. инв. №					Лист 47
	Подп. и дата					
	Общие характеристики					
	1.01.08-У2-2-РПЗ.3					
$q = \frac{380}{0,22 \cdot 0,22} = 380 \text{ т/м}^2.$ Опорные плиты Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2 Сталь: С355 Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 З Коэффициент надежности по ответственности 1 Коэффициент условий работы 1,2						
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Расчёт на изгиб части плиты, опертой по трем сторонам:

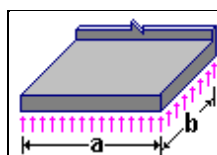


$a = 0,107 \text{ м}$
 $b = 0,176 \text{ м}$
 Толщина плиты = 2 см
 Нагрузка 380 Т/м^2

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,323

Расчёт на изгиб части плиты, работающей как консоль:



$a = 0,22 \text{ м}$
 $b = 0,013 \text{ м}$
 Толщина плиты = 2 см
 Нагрузка 380 Т/м^2

Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	по прочности плиты на изгиб	0,012

Коэффициент использования **0,323** – по прочности плиты на изгиб.

Отчет сформирован 2023.05.31 10:47:21 (UTC+03:00) программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.9.9 от 16.04.2021

Прочность опорной плиты обеспечена.

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.08-У2-2-РП3.3	Лист 48
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата		
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №подл.

6. ВЫВОДЫ

Анализ результатов расчёта для рассмотренных узлов и соединений, а также сопоставление их с исходными данными для рассматриваемых фрагментов позволяет сделать следующие выводы:

1) Проверка узлов и соединений для конструкций надколонников показала, что назначенные сечения являются достаточными для восприятия всех видов нагрузок и воздействий, предусмотренных Альбомом. В корректировке параметров сечений элементов, принятых в Альбоме, по результатам расчёта узлов и соединений нет необходимости.

2) Несущая способность запроектированных в Альбоме узлов и соединений является достаточной для восприятия всех видов нагрузок и воздействий, предусмотренных Альбомом, и удовлетворяет всем требованиям по прочности и устойчивости. В корректировке принятых в Альбоме параметров узлов и соединений нет необходимости.

3) Принятые в Альбоме решения по узлам и соединениям конструкций покрытия обеспечивают возможность и доступность изготовления и провоза, а также проведения сборки и монтажа конструкций.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист	
							49	
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения», Москва: Стандартинформ, 2015.

[2] СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями №1,2)», Москва: Минстрой России, 2016.

[3] СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-0-81*», Москва: Минстрой России, 2017.

[4] СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования», Москва: Минстрой России, 2017.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							1.01.08-У2-2-РПЗ.3	Лист		
										50		
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата							