

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

**1.01.10-2-РПЗ.2
Расчёт узлов конструкций покрытия.**

**Том 2. Расчет узлов подстропильной балки БП-2-72 и
подстропильной фермы ФП-12-52.**

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

2023

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ 2

ВВЕДЕНИЕ..... 3

1. *РАСЧЕТ УЗЛОВ ПОДСТРОПИЛЬНОЙ БАЛКИ БП-12-72* 4

 1.1. *Узел №1*..... 5

 1.2. *Узел №2* 8

2. *РАСЧЕТ УЗЛОВ ПОДСТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ ФП-12-52*..... 11

 2.1. *Узел №1*..... 12

 2.2. *Узел №2* 17

 2.3. *Узел №3* 22

3. *ВЫВОДЫ*..... 26

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:..... 27

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

							1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			2

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–1.01.10–2–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).

Име. Неподл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10–2–РПЗ.2						3
			Изм.	№уч.	Лист.	№доку.	Подп.	Дата	

1. РАСЧЕТ УЗЛОВ ПОДСТРОПИЛЬНОЙ БАЛКИ БП-12-72

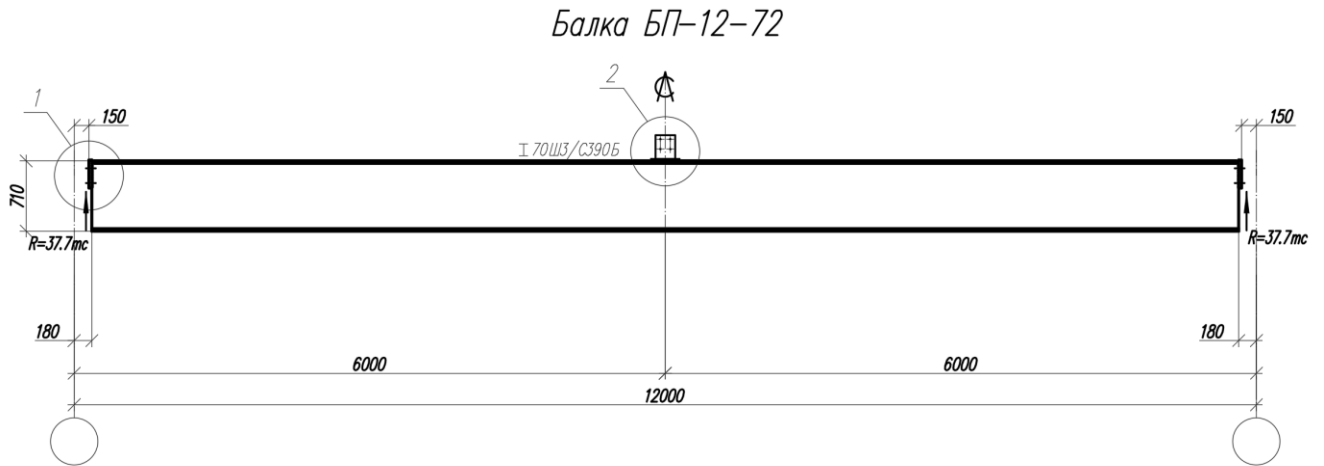


Рис. 1.1 Подстропильная балка БП-12-72.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РПЗ.2	Лист	
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	4

1.1. Узел №1

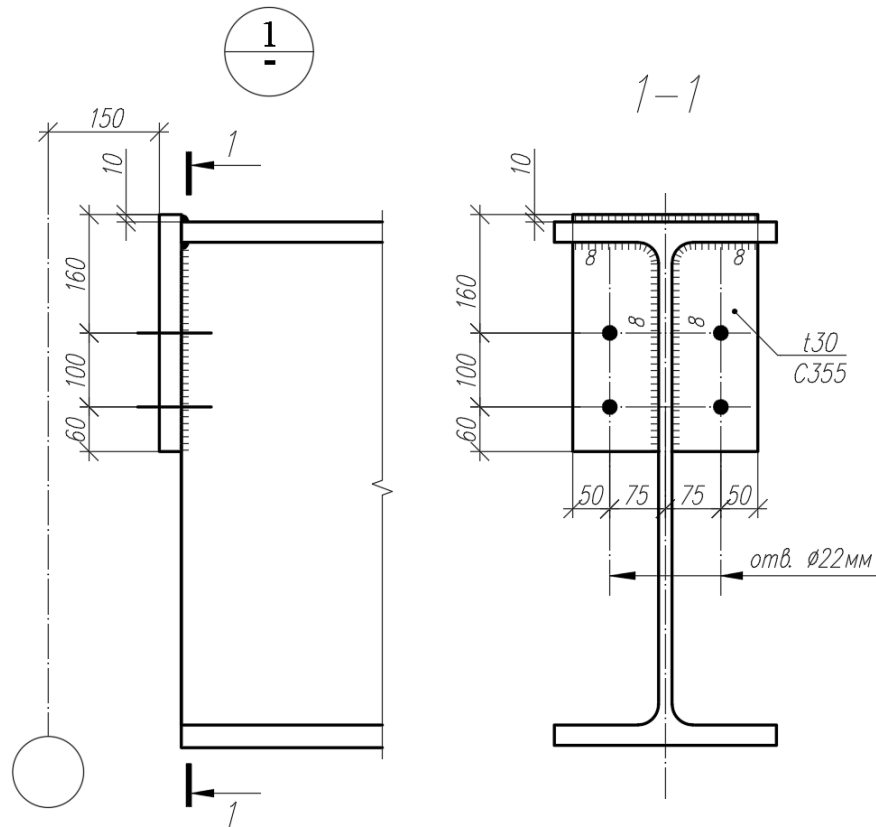


Рис. 1.1.1 Узел 1 подстропильной балки БП-12-72.

Исходные данные:

Опорный фланец:

- $t=3,0$ см шириной $b=25,0$ см;
- сталь С355, $R_y=340$ Н/мм²=3.466 т/см² при толщине проката от 16 до 40 мм по табл. В.3 СП16.13330.2017.

Подкрановая балка (БП):

- сечение - Двутавр 70ШЗ;
- сталь С390Б;
- $R_y=380$ Н/мм²=3.874 т/см² при толщине проката <30 мм по табл. В.4 СП16;
- $R_s = 0.58 \cdot R_{yn} / \gamma_m = 0.58 \cdot 390 / 1.025 = 220.7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 2.250 \text{ т/см}^2$ табл.2, табл.3 СП16.13330.2017.

Усилия:

- опорные усилия у фланца (опорный участок у фланца): $Q = 37.7$ т;

Расчет сварных швов крепления балки к опорному фланцу:

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 $d < 1.4$;

Инь. Неподл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РПЗ.2	Лист	
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	5

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 опорного фланца к балке осуществляется при помощи сварки.

Сварной шов работает на срез от действия силы Q . Условие прочности имеет вид:

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

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;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_f}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

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

$$\tau_{Mf} = \frac{M_Q}{W_{f'}};$$

$N_f = 0.7T$ – продольная сжимающая сила от ветра.

$Q_{II} = 37.7T$ – опорные усилия в балке.

M_Q – момент от поперечной силы Q .

$$M_Q = Q_{II} \cdot e_Q = 37,7 \cdot 1,9 = 71.63 \text{ т} \cdot \text{см};$$

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 $\beta_f = 0.7$, $W_{f'} = 247.96 \text{ см}^3$)

$k_f = 0.8 \text{ см}$ – катет шва;

$l_w = 90.8 \text{ см}$ – расчетная длина швов в сварном соединении.

$$\tau_{Nf} = \frac{0.7}{0.7 \cdot 0.8 \cdot 90.8} = 0.01 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Qf} = \frac{3 \cdot 37.7}{2 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 39.6} = 1.11 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mf} = \frac{71.63}{247.96} = 0.29 \text{ т/см}^2;$$

Таким образом:

Изм.	№уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	№уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							6

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

$$\tau_f = \sqrt{(0.01 + 0.29)^2 + 1.11^2} = 1.15 \text{ т/см}^2 < 2.19 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления опорного фланца обеспечена.

Проверка прочности опорного фланца 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;

$b_p = 20.0 \text{ см}$ – фактическая ширина опирания фланца на столик;

$s = 2.0 \text{ см}$ – 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;

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

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

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

Прочность фланца на смятие обеспечена.

Расчет опорного сечения балки у опорного фланца на срез:

Расчет на прочность элемента при действии в сечении поперечной силы ведем, как для балок 1-го класса (в соответствии с п.4.2.7 СП 16)

Расчет на прочность в опорном сечении балки выполняем в соответствии с п.8.2.1 СП 16 (ф.42):

$$\frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1$$

где $Q = 37.7 \text{ т}$ – опорная реакция балки;

$S = 164.03 \text{ см}^4$ – статический момент сечения опорной части стенки балки;

$I = 2952.45 \text{ см}^2$ – момент инерции сечения опорной части стенки балки;

$t_w = 18.0 \text{ мм}$ – толщина стенки двутавра пояса;

$R_s = 0.58 \cdot R_y = 0.58 \cdot 3.874 = 2.247 \text{ т/см}^2$ – расчетное сопротивление стали пояса;

$\gamma_c = 1.0$ – коэффициент условий работы (по табл. 1 СП 16, примечание 5);

$$\frac{37.7 \cdot 164.03}{2952.45 \cdot 1.8 \cdot 2.247 \cdot 1.0} = 0.518 \leq 1$$

Несущая способность поперечного сечения балки на срез от действия опорной реакции обеспечена.

Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							7
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		

1.2. Узел №2

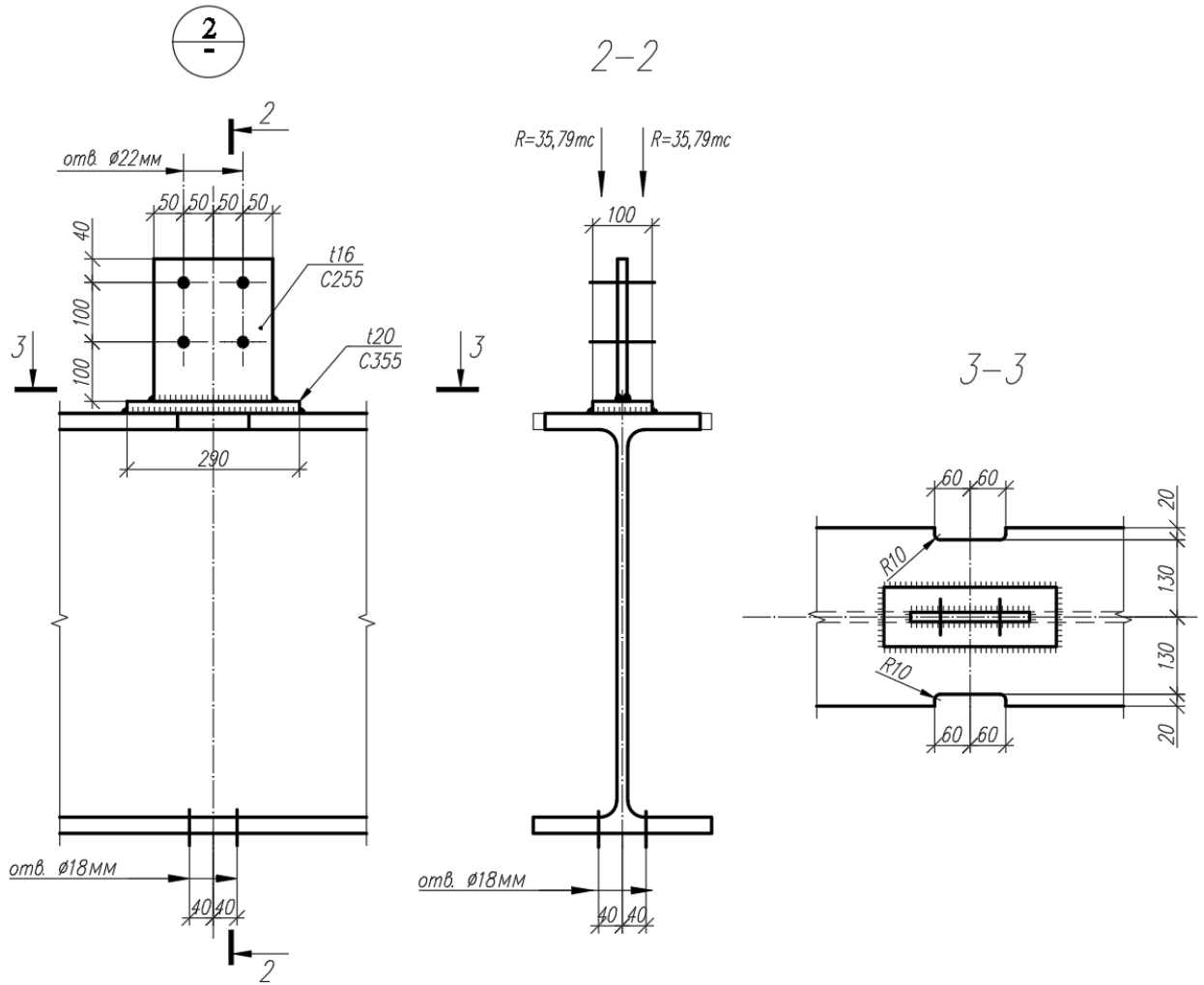


Рис. 1.2.1 Узел 2 подстропильной балки БП-12-72.

Исходные данные:

Опорная пластина:

- $t=2,0$ см;
- сталь С355, $R_y=340$ Н/мм²=3.466 т/см² при толщине проката от 16 до 40 мм по табл. В.3 СП16.13330.2017.

Подкрановая балка (БП):

- сечение - Двутавр 70ШЗ;
- сталь С390Б;
- $R_y=380$ Н/мм²=3.874 т/см² при толщине проката <30 мм по табл. В.4 СП16;
- $R_s = 0.58 \cdot R_{yn} / \gamma_m = 0.58 \cdot 390 / 1.025 = 220.7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} = 2.250 \text{ т/см}^2$ табл.2, табл.3 СП16.

Усилия:

- Усилие от ветровой нагрузки $N = -0.7$ т;
- Усилие от стропильных ферм: $Q = 35.79 + 35.79 = 71.58$ т;
- Усилие от стропильных ферм: $M = 216$ тм;

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РП3.2	Лист	
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.		Подп.	Дата

Расчет сварных швов опорной пластины стропильных ферм

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 подстропильной балке 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;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_\phi}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

N_ϕ – суммарная опорная реакция от стропильных ферм.

$k_{fs}=0.7$ см – катет шва;

$l_{wp}=74$ см – расчетная длина швов в сварном соединении;

$$\tau_{Nf} = \frac{71.58}{0.7 \cdot 0.7 \cdot 74} = 1.97 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

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

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

Прочность сварного шва крепления опорной пластины стропильных ферм на подстропильную балку обеспечена.

Проверка прочности стенки двутавра в месте приложения нагрузки

Согласно п. 8.2.2 СП 16.13330.2017 расчет на прочность стенки балки, не укрепленной ребрами жесткости, следует выполнять по формуле:

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_y \gamma_c} \leq 1$$

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.		

$$\sigma_{loc} = \frac{F}{l_{ef} t_w}$$

где $F = N_c = 71.58 \text{ т}$ - расчетное значение нагрузки;

$l_{ef} = b + 2h$ - условная длина распределения нагрузки;

b - ширина опирания верхнего элемента;

h - размер, равный сумме толщины опорной пластины и расстояния от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки;

$$l_{ef} = b + 2h = 20 + 2 \cdot (2 + 2.75 + 2.8) = 35.1 \text{ см}$$

$$\sigma = \frac{71.58}{1.8 \cdot 35.1 \cdot 3.874 \cdot 1} = 0.29 < 1$$

Прочность стенки на двутавра в месте приложения нагрузки обеспечена.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	1.01.10-2-РПЗ.2						Лист
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	10

2. РАСЧЕТ УЗЛОВ ПОДСТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ ФП-12-52

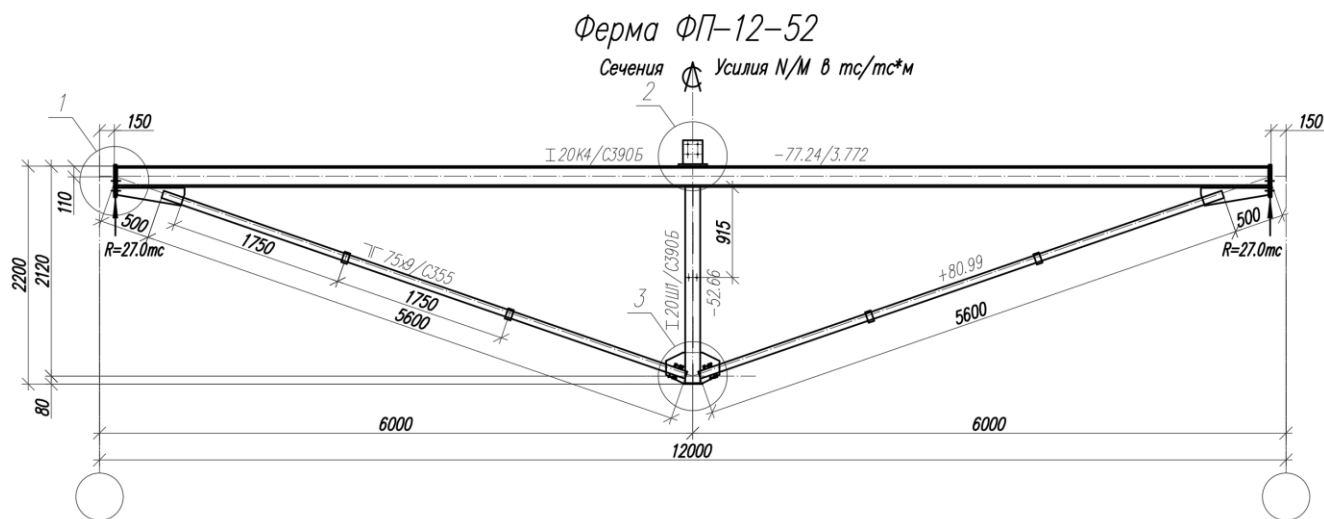


Рис. 2.1 Подстропильная ферма ФП-12-52.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						
Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата				

2.1. Узел №1

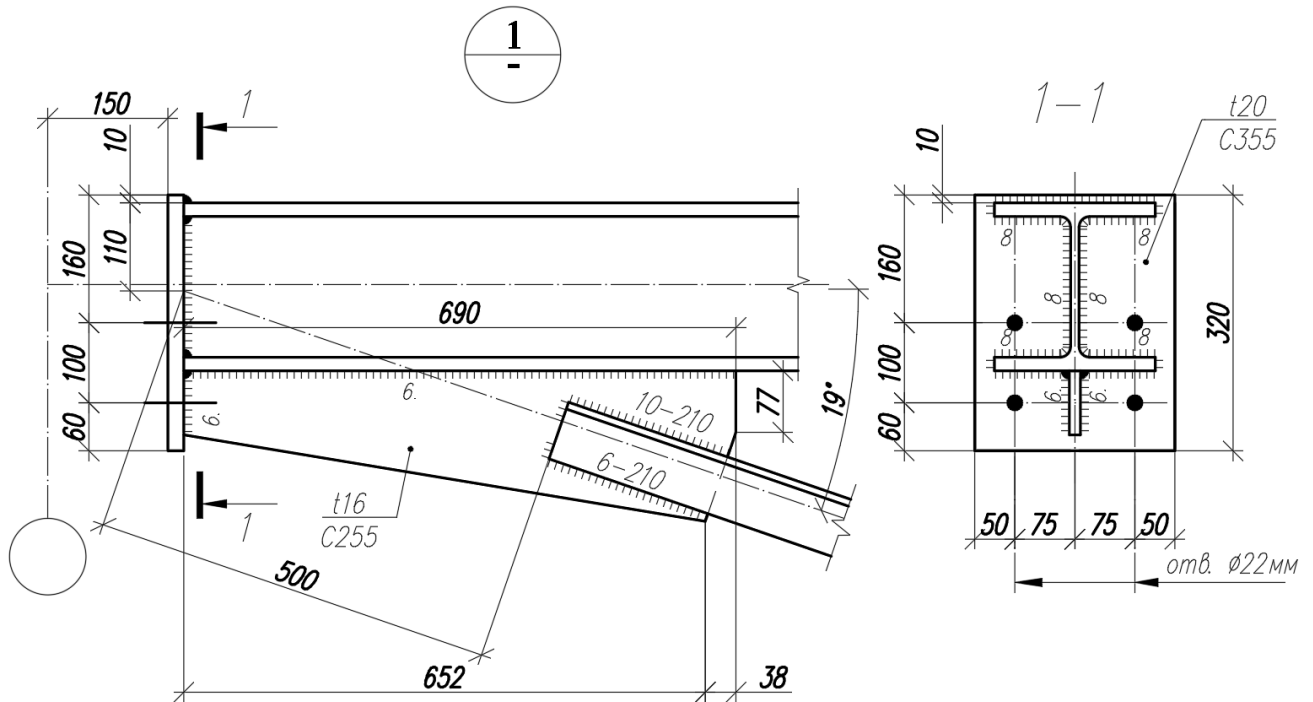


Рис. 2.1.1 Узел 1 подстропильной фермы ФП-12-52.

Исходные данные:

Верхний пояс (ВП):

- сечение - Двутавр 20К4;
- Сталь С390Б;
- $R_y = 380 \text{ Н/мм}^2 = 3.874 \text{ т/см}^2$ при толщине проката от 5 до 16 мм по табл. В.4 СП16;
- $R_s = 0.58 \cdot R_{yn} / \gamma_m = 0.58 \cdot 390 / 1.025 = 220.7 \text{ Н/мм} = 2.250 \text{ т/см}^2$ табл.2, табл.3 СП16.

Раскос:

- сечение - 2 L75x9;
- сталь С355 $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2 = 3.466 \text{ т/см}^2$ - табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 10 до 16 мм);
- угол примыкания к поясу - $19,0^\circ$.

Опорный фланец:

- $t = 2,0$ см шириной $b = 25,0$ см;
- сталь С355 $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2 = 3.466 \text{ т/см}^2$ - табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 10 до 16 мм).

Усилия:

- опорные усилия в поясе (опорный участок у фланца): $Q = 26.995 \text{ т}$, $N_c = N_t = 0.700 \text{ т}$;
- усилия в раскосе: $N_t = 80.718 \text{ т}$, $M = 0.0 \text{ тм}$, $Q = 0.061 \text{ т}$.

Изм.	№уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1.01.10-2-РПЗ.2

Лист

12

Расчет сварных швов крепления пояса к фланке

Расчет прочности сварных швов выполняем согласно п.14.1.19 СП 16.13330.2017:

$$\tau = \sqrt{(\tau_Q + \tau_{My})^2 + (\tau_N + \tau_{Mx})^2} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c$$

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2011 для ручной и механизированной сварки (или порошковой проволокой) 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

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

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла – для металла фланца С355 при толщине от 16 до 40 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.995 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.995 = 2.248 \text{ т/см}^2,$$

– для металла пояса С390Б при толщине до 30 мм $R_{un} = 520 \text{ Н/мм}^2 = 5.301 \text{ т/см}^2$ – табл. В.4 СП 16;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 5.301 = 2.385 \text{ т/см}^2,$$

Так как $R_{wz} = 2.248 < R_{wz} = 2.385$, принимаем в расчет границу сплавления по основному металлу фланца.

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.533 \text{ т/см}^2 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.248 = 2.248 \text{ т/см}^2$, дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы шва (по табл. 1 СП 16, примечание 5).

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

$k_f=0.8 \text{ см}$ – катет шва по полкам;

$A_f=46.93 \text{ см}$ – расчетная площадь шва (без учета швов на радиусах сопряжения стенки с полками);

$W_f=273.51 \text{ см}^3$ – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (без учета швов на радиусах сопряжения стенки с полками).

$$\tau_N = \frac{N}{A_f} = \frac{0.700}{46.93} = 0.015 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{Mx} = 0.0 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_Q = \frac{Q \cdot S}{I_f \cdot t_w} = \frac{26.995 \cdot 183.84}{2909.13 \cdot 1.05} = 1.625 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{My} = 0.0 \text{ т/см}^2$$

$$\tau = \sqrt{(0.013 + 0)^2 + (1.625 + 0)^2} = 1.625 \text{ т/см}^2 < 2.248 \text{ т/см}^2;$$

Условия выполняются прочность швов обеспечена.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Расчет крепления фасонки к поясу

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – 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 16.13330.2011 для проволоки Св-08Г2С

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

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С255 при толщине от 2 до 20 мм $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2 = 3.771 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 3.771 = 1.697 \text{ т/см}^2,$$

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 1.697 = 1.697$, дальнейший расчет ведем по металлу шва.

Крепление фасонки к верхнему поясу фермы осуществляется при помощи сварки.

Шов крепления фасонки к опорному фланцу принимаем в запас.

Сварной шов работает на срез от действия сил N и Q . Условия прочности имеет вид:

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

где:

τ_N – напряжение среза от действия продольной силы;

τ_Q – напряжение среза от действия поперечной силы;

$$\tau_{Nf} = \frac{N_\phi}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

$$\tau_{Qf} = \frac{Q_\phi}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w};$$

$$\tau_{MNf} = \frac{M_N}{w_{f'}};$$

$$\tau_{MQf} = \frac{M_Q}{w_{f'}};$$

N_ϕ , Q_ϕ – горизонтальная и вертикальная составляющая силы N .

τ_{MN} – напряжение среза металла шва от действия продольной силы N ;

τ_{MQ} – напряжение среза металла шва от действия момента.

$$M_N = N \cdot e = 81.0 \cdot 1.8 = 145.8 \text{ т} \cdot \text{см};$$

$$M_Q = Q \cdot L = 0.061 \cdot 35.1 = 2.141 \text{ т} \cdot \text{см};$$

$$N_\phi = N_t \cdot \sin 19^\circ + Q \cdot \cos 19^\circ = 80.718 \cdot \sin 19^\circ + 0.061 \cdot \cos 19^\circ = 26.337 \text{ т};$$

$$Q_\phi = N_t \cdot \cos 19^\circ + Q \cdot \sin 19^\circ = 80.718 \cdot \cos 19^\circ + 0.061 \cdot \sin 19^\circ = 76.340 \text{ т};$$

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							14

L – расстояние от крайней точки сварных швов крепления раскосов к фасонке до центра тяжести сварного шва крепления фасонки к поясу;

e – расстояние от оси приложения продольной силы N до центра тяжести сварных швов;

W_f – момент сопротивления расчетного сечения сварного шва по металлу шва (при $\beta_f = 0.7$, $W_f = 0.7 \cdot 0.6 \cdot 67^2 / 6 \cdot 2 = 628.46 \text{ см}^3$)

$k_f = 0.6 \text{ см}$ – катет шва;

$l_w = 67.0 \text{ см}$ – расчетная длина одного шва

$$\tau_{Nf} = \frac{26.337}{0.7 \cdot 0.6 \cdot 2 \cdot 67.0} = 0.467 \text{ Т/см}^2$$

$$\tau_{Qf} = \frac{76.340}{0.7 \cdot 0.6 \cdot 2 \cdot 67.0} = 1.356 \text{ Т/см}^2$$

$$\tau_{MNf} = \frac{145.8}{628.46} = 0.232 \text{ Т/см}^2;$$

$$\tau_{MQf} = \frac{2.141}{628.46} = 0.003 \text{ Т/см}^2;$$

Таким образом:

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

$$\tau_f = \sqrt{(0.467 + 0.232)^2 + (1.356 + 0.003)^2} = 1.528 \text{ Т/см}^2 < 2.19 \text{ Т/см}^2.$$

Расчет фасонки на вырыв

$N_f = 80.718 \text{ т}$, $Q = 0.061 \text{ т}$;

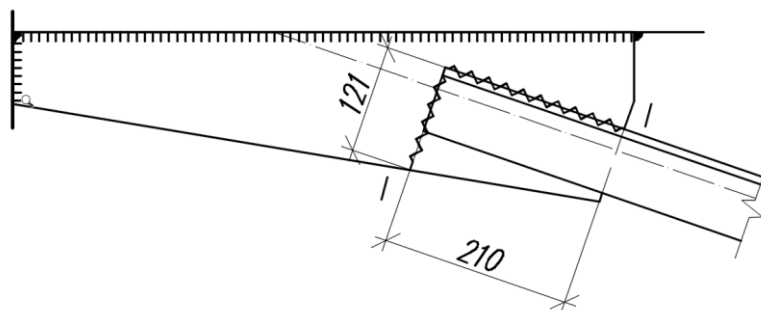


Рис. 2.1.2 Расчетное сечение для расчета фасонки на вырыв.

Сечение I-I

Сечение принимаем по Г-образной линии, по которой может произойти выкалывание фасонки. При расчете этого сечения должно выполняться условие:

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{A_{ef,N}}\right)^2 + \left(\frac{Q}{A_{ef,Q}}\right)^2} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

где A_{ef} – приведенная площадь сечения.

$$A_{ef,N} = A'_n + A''_n \cdot 0.58 = 1.6 \cdot 12.1 + 1.6 \cdot 21.0 \cdot 0.58 = 38.848 \text{ см}^2$$

$$A_{ef,Q} = A''_n + A'_n \cdot 0.58 = 1.6 \cdot 21.0 + 1.6 \cdot 12.1 \cdot 0.58 = 44.829 \text{ см}^2$$

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							15
Инь.	Неподл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				

$$\sqrt{\left(\frac{80.718}{38.848}\right)^2 + \left(\frac{0.061}{44.829}\right)^2} = 2.078 \text{ т/см}^2 < 2.446 \text{ т/см}^2$$

Условие выполняется, прочность сечения фасонки обеспечена.

Расчет крепления раскосов к фасонке

$\beta_f=0.7$, $\beta_z=1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2011 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2011 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;

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

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла
- для металла фасонки С255 при толщине от 2 до 16 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.995 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 4.995 = 2.248 \text{ т/см}^2,$$

- для металла раскоса С355 при толщине от 5 до 16 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.995 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16;

$$R_{wz}=0.45 \cdot 5.301 = 2.385 \text{ т/см}^2,$$

Так как $R_{wz} = 2.248 = R_{wz} = 2.248$, принимаем в расчет границу сплавления по основному металлу

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.533 \text{ т/см}^2 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.248 = 2.248 \text{ т/см}^2$, дальнейший расчет ведем по металлу шва.

Крепление раскосов к фасонке верхнего пояса фермы осуществляется при помощи сварки.

Принимаем катеты швов:

$k_f=1.0$ см – катет шва по обдушку;

$k_f=0.6$ см – катет шва по перу;

Требуемая длина шва по обдушку:

$$l_w^{06} = \frac{0.7 \cdot N_t}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} = \frac{0.7 \cdot 80.718}{2 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 2.19} = 18.4 \text{ см}$$

С учетом непровара принимаем

$$k_f = 1.0 \text{ см}; l_w^{06} = 18.4 + 1 = 19.4 \text{ см} \approx 20 \text{ см}$$

Требуемая длина шва по перу:

$$l_w^{06} = \frac{0.3 \cdot N_t}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} = \frac{0.3 \cdot 80.718}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 2.19} = 13.2 \text{ см}$$

С учетом непровара в начале и конце шва принимаем

$$k_f = 0.6 \text{ см}; l_w^{06} = 13.2 + 1 = 14.2 \text{ см} \approx 15 \text{ см}$$

Изм.	№уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1.01.10-2-РПЗ.2

Лист

16

2.2. Узел №2

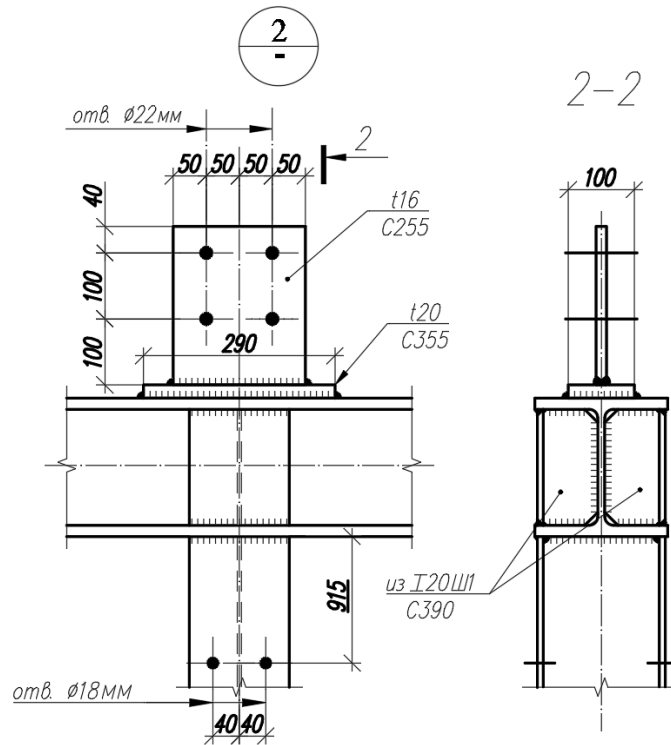


Рис. 2.2.1 Узел 2 подстропильной фермы ФП-12-52.

Исходные данные:

Верхний пояс (ВП):

- сечение - двутавр 20К4;
- сталь С390Б, $R_y = 380 \text{ Н/мм}^2 = 3.874 \text{ т/см}^2$ при толщине проката от 5 до 16мм по табл. В.4 СП16.13330.2017;
- $R_s = 0.58 \cdot R_{yn} / \gamma_m = 0.58 \cdot 390 / 1.025 = 220.7 \text{ Н/мм} = 2.250 \text{ т/см}^2$ табл.2, табл.3 СП16.13330.2017;

Стойка:

- сечение - двутавр 20Ш1;
- сталь С390Б, $R_y = 380 \text{ Н/мм}^2 = 3.874 \text{ т/см}^2$ при толщине проката от 5 до 16мм по табл. В.4 СП16.13330.2017.

Усиление ВП:

- $t = 0,8 \text{ см}$;
- сталь С355 $R_y = 350 \text{ Н/мм}^2 = 3.568 \text{ т/см}^2$ - табл. В.3 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 2 до 16мм).

Усилия:

- Усилие в стойке: $N_c = -52.66 \text{ т}$, $Q=0 \text{ т}$;
- Усилие в верхнем поясе: $N = -77.24 \text{ т}$, $M = 3.772 \text{ тм}$.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РП3.2	Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		17	

Расчет сварных швов крепления стойки к ВП

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.385 = 1.67 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.16 = 2.16$,
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 16.13330.2011 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 С390Б при толщине < 30 мм $R_{un} = 520 \text{ Н/мм}^2 = 5.3 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2011;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 5.3 = 2.385 \text{ т/см}^2,$$

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы шва (по табл. 1 СП 16.13330.2017).

Расчет прочности сварных швов выполняем согласно п.14.1.19 СП 16.13330.2017:

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

где:

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

$$\tau_{Nf} = \frac{N_c}{\beta_f \cdot k_{fp} \cdot l_{wp}};$$

N_c – усилие сжатия в стойке.

$k_{fp} = 0.6$ см – катет шва;

$l_{wp} = 76$ см – расчетная длина швов в сварном соединении;

$$\tau_{Nf} = \frac{52.66}{0.7 \cdot 0.6 \cdot 76} = 1.64 \text{ т/см}^2$$

Таким образом:

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

$$\tau_{Nf} = 1.64 \text{ т/см}^2 < 2.385 \text{ т/см}^2.$$

Прочность сварного шва крепления стойки к ВП обеспечена.

Расчет ребер на прочность в зоне приложения нагрузки от полки стойки

Согласно п. 8.2.2 СП 16.13330.2017 расчет на прочность стенки балки, не укрепленной ребрами жесткости следует выполнять по формуле:

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_y \gamma_c} \leq 1$$

$$\sigma_{loc} = \frac{F}{l_{ef} t_w}$$

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				

где $F = N_c = 52.66 \text{ т}$ - расчетное значение нагрузки;

$l_{ef} = t_{fCT15B} + t_{fB23} + a = 0.6 + 2 \cdot (1.3 + 1.7) = 6.6$ - условная длина распределения нагрузки.

$$a = \frac{b_{WB23} - h_{C15B}}{2} = \frac{20.1 - 19.6}{2} = 0.25$$
$$\sigma = \frac{52.66}{6.6 \cdot 1.05 \cdot 3.874} = 1.96 < 1$$

Условие не выполняется, требуется постановка дополнительных ребер жесткости.

В месте примыкания стойки к ВП для усиления стенки выполним установку вставок из листов $t=8\text{мм}$ в форме тавра.

Проверка ребер вставки на срез

Согласно п. 8.2.1 СП 16.13330.2017 расчет на прочность элемента при действии в сечении поперечной силы выполняется по формуле:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot t} \leq R_s \cdot \gamma_c;$$

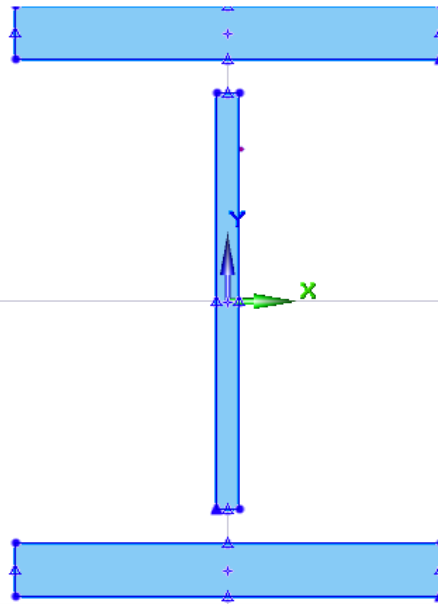
с учетом одной плоскости среза;

где: $Q = \frac{N_c}{2} = \frac{52.66}{2} = 26.33 \text{ т}$ - срезающее усилие;

$R_s = 0.58R_y = 0.58 \cdot 3.874 = 1.892 \text{ т/см}^2$ - расчетное сопротивление сдвигу по т. 2 СП 16.13330.2017 для толщины от 5 до 10мм;

Характеристики сечения, работающего на срез (ребро жесткости совместно с полками верхнего пояса подстропильной фермы):

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				



Характеристики сечения

Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	0	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	0	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	69.22	см ²	Площадь
Iu	5466.581	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	1090.899	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	0	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	0	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	5466.581	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	1090.899	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	520.627	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	144.490	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	295.894	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	109.489	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	88.87	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	39.70	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	992	мм	Периметр внешних контуров
Pint	0	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
g	0.054	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	20.87	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	20.87	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	75.21	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	75.21	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1

где $h_w = 27$ см – высота стенки балки

$t_p = 2.5$ см – толщина ребра балки

$\gamma_c = 1.0$ – коэффициент условий работы по табл.41 (примечание 5) СП 16.13330.2017;

$$\tau = \frac{Q_\phi \cdot S_n}{I_n \cdot t} = \frac{26.33 \cdot 295.894}{5466.581 \cdot 0.8} = 1.78 \text{ т/см}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 2.250 \text{ т/см}^2$$

Взам.инв.№
Подп. и дата
Инв.№подл.

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист 20

Прочность ребер жесткости на срез обеспечена.
 Выполним расчет сварных швов поперечных ребер к ВП

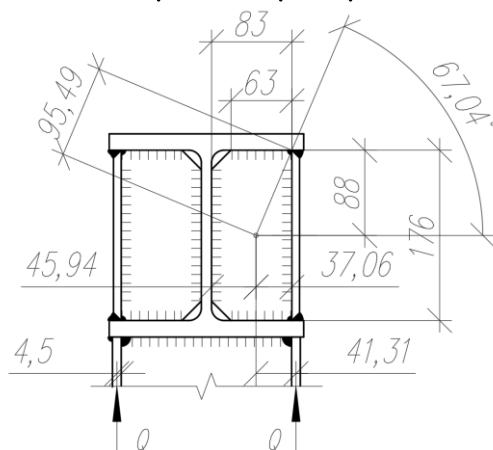


Рис. 2.2.2 Геометрические характеристики сечения к расчету сварных швов.

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 2.16 = 2.16$,
 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 16.13330.2011 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 16.13330.2011 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 26 мм $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2 = 4.99 \text{ т/см}^2$ – табл. В.3 СП 16.13330.2011;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 4.99 = 2.245 \text{ т/см}^2,$$

Сварной шов работает на срез от действия Q и M – суммарной нагрузки от действия N_c в полке стойки.

Условие прочности имеет вид:

$$\tau_f \leq R_{wf} \cdot \gamma_c;$$

$$\tau_f = \sqrt{\tau_{Qf}^2 + \tau_{Mqf}^2 + 2\tau_{Qf}\tau_{Mqf}\cos\alpha}$$

$$\tau_{Qf} = \frac{Q}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w}$$

$$\tau_{Mqf} = \frac{M\sqrt{x^2 + y^2}}{I_{fx} \cdot I_{fy}}$$

где: $Q = \frac{52,66}{2 \cdot 2} = 13.17 \text{ т}$ – срезающее усилие, на одну плоскость сварных швов;

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							21

$M = 13.17 \cdot 41.31 = 48.79 \text{ т} \cdot \text{см}$ – момент, вызванный поперечной силой;
 τ_{Qf} – напряжение среза от действия поперечной силы, перенесённой в центр тяжести;

τ_{MQf} – напряжение среза от действия момента, вызванного поперечной силой;
 $\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{37.06^2 + 88^2} = 95.49 \text{ мм}$ – расстояние до точки шва, наиболее удалённой от центра тяжести;

I_{fx}, I_{fy} – моменты инерции расчетного сечения сварного шва относительно его главных осей по металлу шва (при $\beta_f = 0.7 \text{ см}$, $I_{fx} = 461.8 \text{ см}^4$, $I_{fy} = 174.7 \text{ см}^4$);

$\cos \alpha = \cos 67.04^\circ = 0.39$ – угол, определяемый размерами соединения;

$k_f = 0.6 \text{ см}$ – катет шва;

$l_w = 35.8 \text{ см}$ – расчетная длина сварных швов;

$$\tau_{Qf} = \frac{Q}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w} = \frac{13.17}{0.7 \cdot 0.6 \cdot 35.8} = 0.946 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_{MQf} = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{I_{fx} \cdot I_{fy}} = \frac{48.79 \cdot 95.49}{461.8 \cdot 174.7} = 0.821 \text{ т/см}^2$$

$$\tau_f = \sqrt{\tau_{Qf}^2 + \tau_{MQf}^2 + 2\tau_{Qf}\tau_{MQf}\cos\alpha} = \sqrt{0.946^2 + 0.821^2 + 2 \cdot 0.946 \cdot 0.821 \cdot 0.39}$$

$$\tau_f = 1.473 \text{ т/см}^2 \leq 2.19 \text{ т/см}^2$$

Прочность сварных швов поперечных ребер обеспечена.

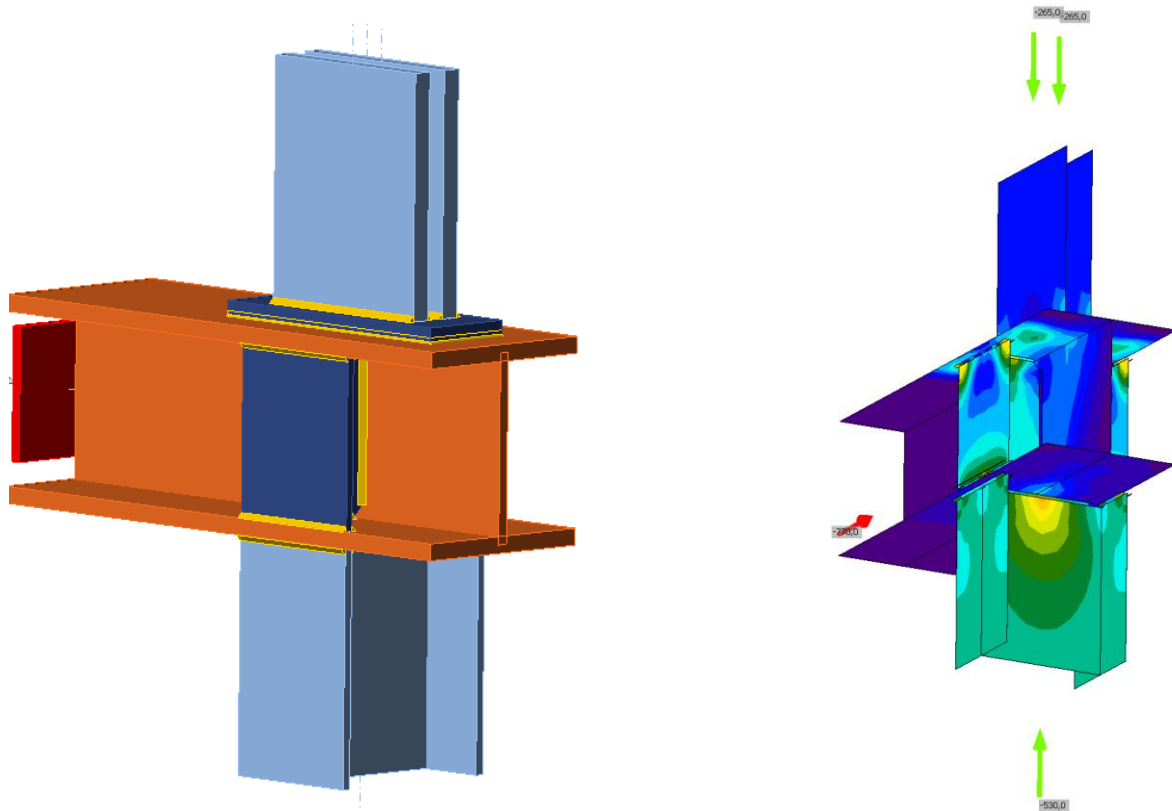


Рис. 2.2.3 Напряжения в узле из программы IDEA StatiCa.
 (Даны справочно).

Инь. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата	1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
							22

2.3. Узел №3

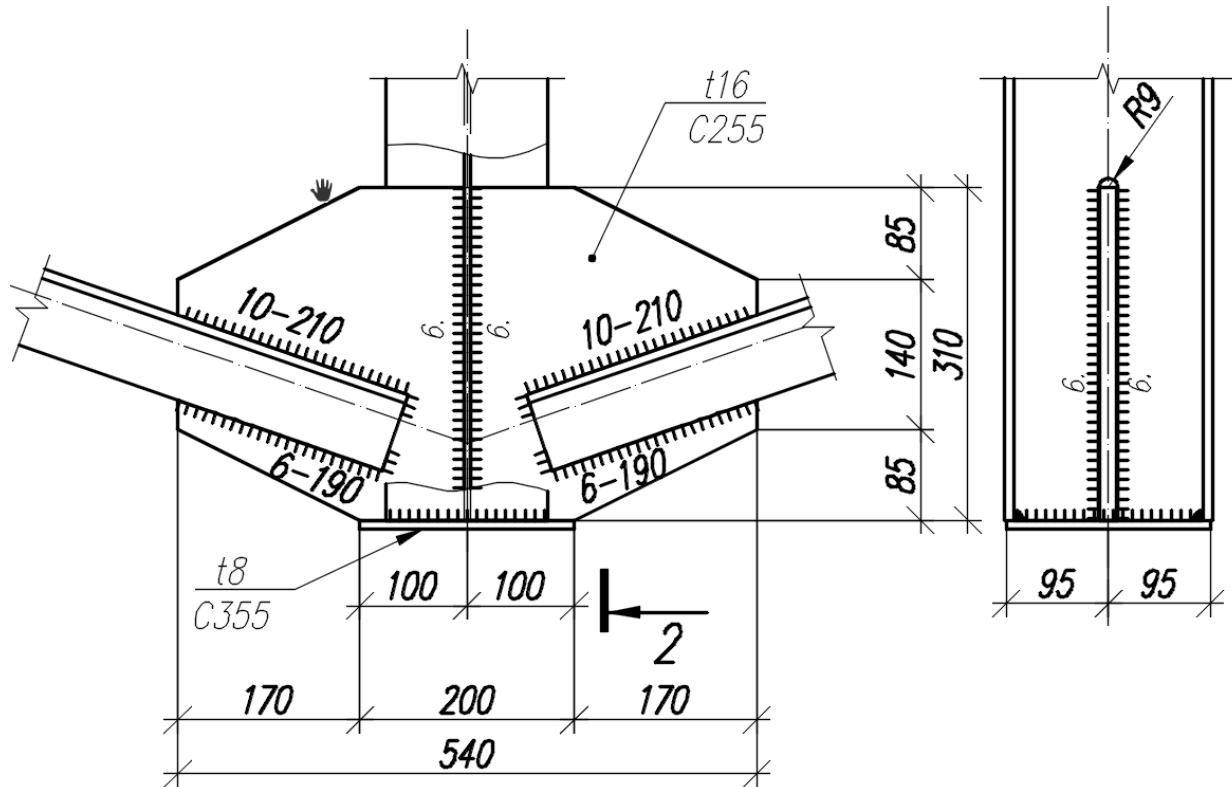


Рис. 2.3.1 Узел 3 подстропильной фермы ФП-12-52.

Исходные данные:

Стойка:

- сечение - двутавр 20Ш1;
- сталь С390Б, $R_y = 380 \text{ Н/мм}^2 = 3.874 \text{ т/см}^2$ при толщине проката от 5 до 16мм по табл. В.4 СП16.13330.2017.

Раскосы:

- Сечение - 2 L75x9;
- Сталь С355 $R_y = 350 \text{ Н/мм}^2 = 3.568 \text{ т/см}^2$ - табл. В.5 СП 16.13330.2017 (при толщине проката от 5 до 16мм);

Фасонка:

- $t=16 \text{ мм}$, сталь С255;
- $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2 = 2.446 \text{ т/см}^2$ при толщине проката от 16 до 40 мм по табл. В.3 СП16.13330.2017.

Усилия:

- усилие в стойке: $N_c = -52.66 \text{ т}$, $Q=0 \text{ т}$;
- усилия в раскосе: $N_r = 80.718 \text{ т}$, $M = 0.0 \text{ тм}$, $Q = 0.061 \text{ т}$.

Инь. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата

1.01.10-2-РП3.2

Лист

23

Расчет крепления фасонки к стойке

- расчет сварных швов крепления фасонки к стойке

Расчет прочности сварных швов соединения фасонки со стойкой проверяем согласно п. 14.1.16 СП 16.13330.2011

$$\frac{N}{\beta_{f(z)} \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf(z)} \cdot \gamma_c} \leq 1$$

$$N = N_r = 52.66 \text{ т}$$

Так как $\beta_f \cdot R_{wf} = 0.7 \cdot 2.19 = 1.53 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.0 \cdot 1.697 = 1.697$,
дальнейший расчет ведем по металлу шва.

$\beta_f = 0.7$, $\beta_z = 1.0$ – по табл.39 СП 16.13330.2011 для механизированной сварки при $d < 1.4$;

R_{wf} – расчетное сопротивление металла шва срезу по металлу шва по табл. Г.2 СП 16.13330.2011 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 16.13330.2011 для проволоки Св-08Г2С

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

где R_{un} – нормативное значение временного сопротивления основного металла, для С255 при толщине от 2 до 20 мм $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2 = 3.771 \text{ т/см}^2$ – табл. В.5 СП 16.13330.2017;

$$R_{wz} = 0.45 \cdot 3.771 = 1.697 \text{ т/см}^2;$$

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы шва (по табл. 1 СП 16, примечание 5).

$$k_f = 0.6 \text{ см}$$

$$l_w = h_\phi - 1 \text{ см} = 19.0 - 1 = 18.0 \text{ см}$$

Тогда

$$\frac{N}{n_{шв} \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{52.66}{4 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 18.0 \cdot 2.19 \cdot 1} = 0.795 < 1$$

Прочность сварного шва крепления ребра обеспечена.

- проверка стенки стойки на срез

Согласно п. 8.2.1 СП 16.13330.2011 расчет на прочность элемента при действии в сечении поперечной силы выполняется по формуле:

$$\frac{Q_s \cdot S}{I \cdot t \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1$$

$$Q = 52.66 \text{ т}$$

Для прямоугольного сечения:

$$S = t_w \cdot \frac{h_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} = \frac{t_w \cdot h_w^2}{8} - \text{статический момент отсеченной части сечения};$$

$$I = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} - \text{момент инерции сечения стенки};$$

Таким образом, проверка стенки выполняется по формуле:

Изм. № докл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
			Изм.	№ уч.	Лист.	№ док.	Подп.	Дата

$$\frac{Q_s \cdot S}{I \cdot t \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{1.5 \cdot Q_s}{t \cdot h \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1$$

По двум плоскостям среза:

$$\frac{1.5 \cdot 52.66}{2 \cdot 30.0 \cdot 0.6 \cdot 2.247 \cdot 1} = 0.976 < 1$$

где $h_w = 31.0 - 1.0 = 18.0$ см – высота срезаемой части стенки колонны (за вычетом 1 см на непровар);

$t_w = 0.6$ см – толщина стенки колонны;

$R_s = 0.58R_y = 0.58 \cdot 3.874 = 2.247$ т/см² – расчетное сопротивление сдвигу по т. 2 СП 16.13330.2011;

γ_c – коэффициент условий работы шва (по табл. 1 СП 16.13330.2011, примечание 5: $\gamma_c = 1$).

Проверка фасонки на срез:

$$\frac{Q_s \cdot S}{I \cdot t \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{1.5 \cdot Q_s}{t \cdot h \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1$$

$$Q = N_c = 52,66 \text{ т}$$

По двум плоскостям среза:

$$\frac{1.5 \cdot 52.66}{2 \cdot 30.0 \cdot 1.6 \cdot 1.419 \cdot 1} = 0.580 < 1$$

где $h_w = 19.0 - 1.0 = 18.0$ см – высота срезаемой части стенки колонны (за вычетом 1 см на непровар)

$t_w = 1.0$ см – толщина ребра

$R_s = 0.58R_y = 0.58 \cdot 2.446 = 1.419$ т/см² – расчетное сопротивление сдвигу по т. 2 СП 16.13330.2011.

γ_c – коэффициент условий работы шва (по табл. 1 СП 16.13330.2011, примечание 5: $\gamma_c = 1$).

Прочность фасонки на срез обеспечена.

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						
Изм.	№уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				

3. 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 подстропильных ферм и подстропильных балок 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. №							Лист
			1.01.10-2-РПЗ.2						26
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. №							1.01.10-2-РПЗ.2	Лист
			Изм.	№уч.	Лист.	№док.	Подп.	Дата		27