



**Общество с ограниченной ответственностью
«КДС-З»**

Адрес: 107140, город Москва, 3-й
Красносельский переулок, д. 21 стр. 1, этаж 2,
помещ. X-I ИНН 9701158024 КПП 770801001

ОГРН 1207700146191

Тел. (495) 568-05-58

E-mail: kds-z2020@yandex.ru

**Восстановление строительных конструкций крыши, кровельного
покрытия цеха М-10 на территории АО «Коломенский завод» по
адресу: 140408, Московская область, г. Коломна ул. Партизан, д.
42.**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

ШИФР 1К-ДСЗ-09-12-2024- КР



**Общество с ограниченной ответственностью
«КДС-З»**

Адрес: 107140, город Москва, 3-й
Красносельский переулок, д. 21 стр. 1, этаж 2,
помещ. X-I ИНН 9701158024 КПП 770801001

ОГРН 1207700146191

Тел. (495) 568-05-58

E-mail: kds-z2020@yandex.ru

**Восстановление строительных конструкций крыши, кровельного
покрытия цеха М-10 на территории АО «Коломенский завод» по
адресу: 140408, Московская область, г. Коломна ул. Партизан, д.
42.**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

ШИФР 1К-ДСЗ-09-12-2024-КР

**Генеральный директор
ООО «КДС-З»**

Р.М. Самедов

Главный инженер проекта

Р.В. Васильев

Москва, 2025 г.

Оглавление

1. Описание усиливаемых конструкций	4
2. Расчёт усиления стальных элементов	5
2.1 Расчёт усиления верхнего пояса ФС-4.....	9
2.2 Расчёт усиления раскоса р3 ФС-4	16
2.3 Расчёт усиления стоек с2 ферм ФС-4.....	22
2.4 Расчёт усиления связей РС-1	28
2.5 Расчёт усиления раскосов р1 ФФ-4.....	35
3. Восстановление отсутствующих горизонтальных связей	41
3.1 Восстановление отсутствующих горизонтальных связей по нижним поясам ферм ФС-4.....	41
3.2 Восстановление отсутствующих горизонтальных связей по верхним поясам.....	43
4. Расчёт стальных элементов усиливаемых ферм при воздействии сварки на момент монтажа.....	52
5. Усиление плит ребристых плит покрытия с дефицитом несущей способности	58
5.1 Расчёт усиления ребра плит в зоне у торцов пролётов	69
6. Усиление железобетонных ферм покрытия	74
6.1 Усиление ферм покрытия ФС-1.1, ФС-1.1*	76
6.1.1 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в центральных пролётах при максимальной нагрузке	76
6.1.2 Расчёт сварного шва крепления балок к опорным хомутам ФС-1.1, ФС-1.1*	86
6.1.3 Расчёт сварного шва соединения опорного хомута ФС-1.1, ФС-1.1*	87
6.1.4 Расчёт сварного шва крепления балок к домкратному хомуту ФС-1.1, ФС-1.1*	88
6.1.5 Расчёт сварного шва соединения домкратного хомута ФС-1.1, ФС-1.1*	89
6.1.6 Расчёт болтового соединения балок усиления с упором домкрата ФС-1.1, ФС-1.1*	90
6.1.7 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в центральных пролётах при минимальной нагрузке.....	91
6.1.8 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в приопорных пролётах при максимальной нагрузке	102
6.1.9 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в приопорных пролётах при минимальной нагрузке.....	112

6.2 Усиление ферм покрытия ФС-2.1, ФС-3.1	122
6.2.1 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в центральных пролётах при максимальной нагрузке	122
6.2.2 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в центральных пролётах при минимальной нагрузке.....	132
6.2.3 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в приопорных пролётах при максимальной нагрузке	142
6.2.4 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в приопорных пролётах при минимальной нагрузке.....	151
6.3 Усиление ферм покрытия фонарей ФФ-1.1.....	160
6.3.1 Подбор балки усиления ФФ-1.1	160
6.8 Расчет увеличения нагрузки на фермы от элементов усиления.....	170
7. Расчёт усиления стальных ферм с учётом нагрузки от элементов усиления ...	171
7.1 Расчёт усиления верхнего пояса ФС-4.....	176
7.2 Расчёт усиления раскоса р3 ФС-4	178
7.3 Расчёт усиления стоек с2 ферм ФС-4.....	179
7.4 Расчёт усиления связей РС-1	180
8. Расчёт устраиваемых плит покрытия.....	182
8.1 Расчёт устраиваемой плиты покрытия.....	183
8.2 Расчёт балок устраиваемых плит покрытия.....	188
9 Расчёт подмостей для производства работ.....	193
9.1 Расчёт подстропильных балок подмостей для работ	193
9.2 Расчёт стропильных балок подмостей для работ.....	199
9.3 Расчёт балок подмостей для переопирания демонтируемых плит покрытия.	204
10. Задание на огнезащиту	210
10.1 Расчёт огнезащиты элементов усиления плит покрытия.....	210
10.2 Расчёт огнезащиты элементов усиления железобетонных ферм покрытия .	210
10.3 Расчёт огнезащиты элементов усиления стальных ферм покрытия.....	211
10.4 Расчёт огнезащиты элементов устройства плит под дымозоры	211
10.5 Расчёт огнезащиты элементов замены стальных связей.....	212
11. Выводы к расчётно-пояснительной записке	213

Расчётно-пояснительная записка

1. Описание усиливаемых конструкций

В данном разделе приведено расчётное обоснование подбора конструкций усиления для восстановления несущей способности отдельных конструкций покрытия цеха М-10, на территории АО «Коломенский завод» по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна ул. Партизан, д. 42.

Подобраны расчётом конструкции усиления, проверена несущая способность усиленных сечений по первому и второму предельным состояниям.

В качестве перечня конструкций к усилению принят п. 6.2 «рекомендации по результатам обследования» из «Технического заключения по объекту «Восстановление строительных конструкций крыши, кровельного покрытия цеха М-10» по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна ул. Партизан, д. 42» (далее ТЗК).

В качестве основы для поверочных расчётов усиления принята расчётная схема из ТЗК, приложения Н, вариант с проектными нагрузками.

2. Расчёт усиления стальных элементов

Усиление элементов стальных ферм и пространственных связей выполнено в соответствии с пособием к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» Для усиления элементов из двойных уголков выбрана схема на рисунке 7в, для усиления крестовых уголков схема 7к, для усиления одиночных уголков принята схема 7в (но как для одиночного уголка).

Геометрические характеристики усиленных сечений рассчитываются с помощью конструктора сечений КС САПР (сателлит ЛИРА САПР).

Расчёты на устойчивость и гибкость выполняются в соответствии с СП 16.13330.2017, п.7.1, 10.4. Расчёт по прочности выполняется в КС САПР (получаются продольные напряжения и сравниваются с расчётным пределом). Для усиленных сечений выполняются только расчёты по критериям с дефицитом несущей способности.

Продольные усилия элементов принимаются в соответствие с расчётной схемой проектных нагрузок из ТЗК, приложения Н и сведены в таблицу 2.1.

Табл. 2.1 Сводная таблица расчётных характеристик усиливаемых элементов

№ п/п	Наименование конструкции	Сущ. сечение	N max, т	Продольное усилие	Расчётная длина стержня в плоскости, м	Расчётная длина стержня из плоскости, м
1	ВП ферм ФС-4 в зоне под фонарями (кроме торцевых ферм фонарей)	Сдвоенные уголки 140х10	91.9	Сжатие	3	6
2	Раскосы р3 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенные уголки 110х70х7	22.8	Сжатие	1.7	4.25
3	Стойки с2 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенные уголки 63х5	8.45	Сжатие	2.22	2.77
4	Связи РС-1 в зоне ферм ФС-4 (расположение см. на рисунке)	Крест из сдвоенных уголков 75х6	9.98	Сжатие	6	6
5	Раскосы р1 ферм ФФ-4	Уг. 50х5	14,5	Растяжение	3,54	3,54

Принятые сечения и геометрические характеристики сварных швов сведены в таблицу 2.2.

Табл.2.2 Сводная таблица усиливаемых стальных элементов

№ п/п	Наименование конструкции	Сущ. сечение	Доп. сечение усиления	Длина шпоночног о шва, см	Шаг между швам и в свету, см	Длина концевы х швов, см	Катет сварног о шва, мм
1	ВП ферм ФС-4 в зоне под фонарями (кроме торцевых ферм фонарей)	Сдвоенн ые уголки 140х10	Сдвоенные уголки 110х8	5	45	11	6
2	Раскосы р3 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенн ые уголки 110х70х 7	Сдвоенные уголки 90х56х5,5	5	45	6	6
3	Стойки с2 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенн ые уголки 63х5	Сдвоенные уголки 50х5	5	45	6	5
4	Связи РС-1 в зоне ферм ФС-4 (расположение см. на рисунке)	Крест из сдвоенн ых уголков 75х6	Сдвоенные уголки 63х5	5	45	6	6
5	Раскосы р1 ферм ФФ-4	Уг. 50х5	Уг. 40х4	5	45	7	5

В соответствии с п.4.14 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» рекомендуется использовать прерывистый сварной шов для крепления элементов усиления.

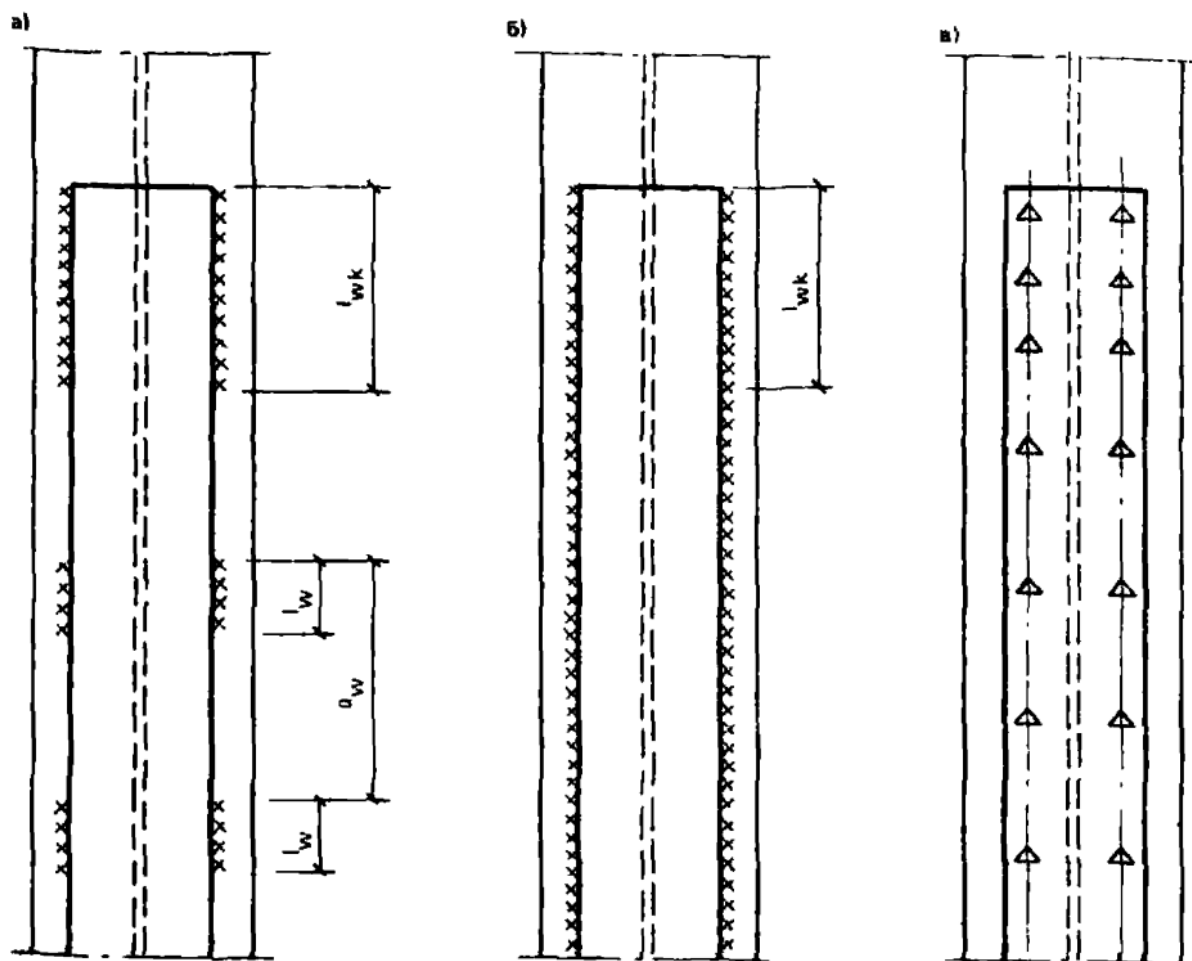


Рис. 16. Присоединение элементов усиления
 а прерывистыми швами, б сплошными швами, в - на болтах

Рисунок 2.1 Виды сварных швов

2.1 Расчёт усиления верхнего пояса ФС-4

В качестве усиления выбраны дополнительные равнополочные уголки 110х8. Составное усиленное сечение имеет вид представленный на рисунке 2.1.1.

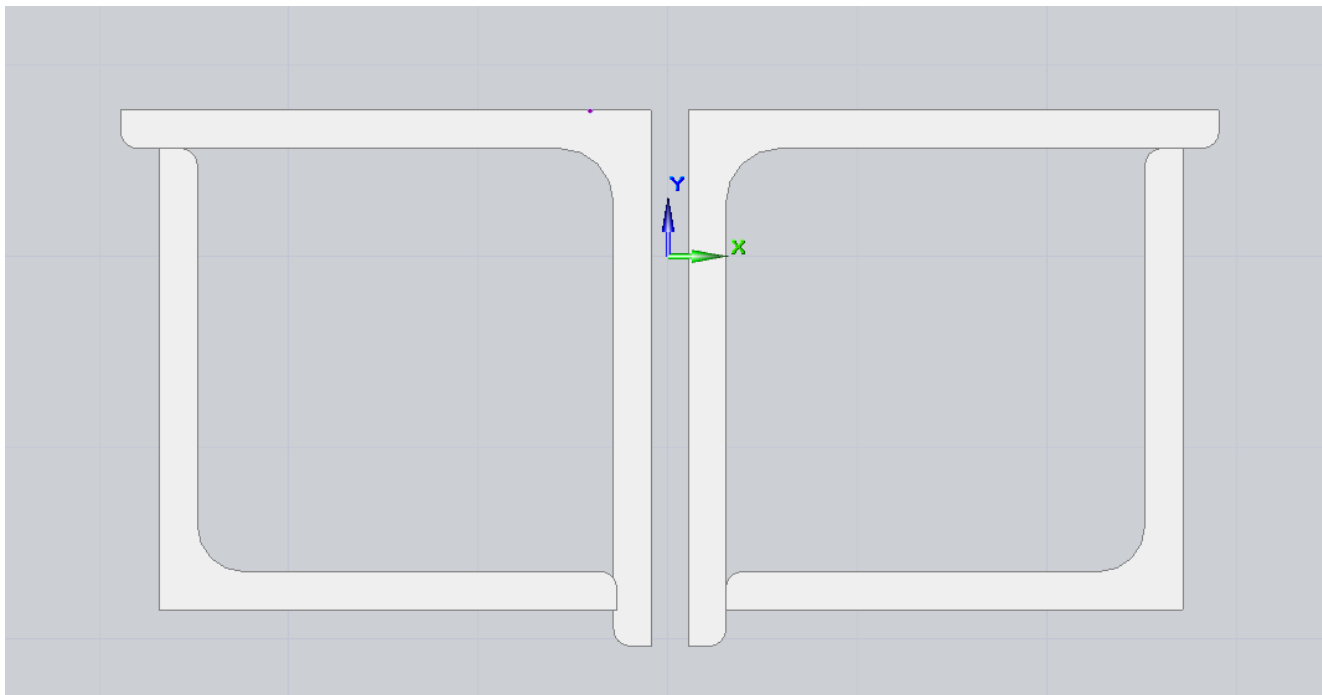


Рисунок 2.1.1 Внешний вид усиленного составного сечения

Расчётная прочность усиленного сечения принята по наименьшему значению, по существующей стали в соответствии с приложением К ТЗК ($R_y = 213$ МПа).

Геометрические характеристики сечения представлены на рисунке 2.1.2.

Характеристики сечения

	Копировать	Копировать все	
Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	-23.774	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-33.043	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	124.68	см ²	Площадь
Iu	3048.724	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	9769.269	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-432.043	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	-3.66	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	3021.063	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	9796.929	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	382.060	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	582.144	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	281.047	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	465.768	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	49.22	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	88.64	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	1111.92	мм	Периметр внешних контуров
Pint	879.26	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
g	0.098	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	64.85	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	46.69	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	30.64	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	34.34	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1
Пластические характеристики			
Yp	-5.91	мм	Координата Y1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zp	-5.67	мм	Координата Z1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zy	560.530	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Y1pl
Zz	928.848	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Z1pl
Жесткостные характеристики			
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
EA	2.6183e5	тс	Осевая жесткость
EIu	640.23	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси U
EIV	2051.5	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси V
EIuv	-90.729	тс·м ²	Центробежная жесткость относительно центральных осей UV
EIy	634.42	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Y1
EIZ	2057.4	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Z1
ESy	5902	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Y1
ESz	9781.1	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Z1

Рисунок 2.1.2 Геометрические характеристики усиленного сечения ВП ФС-4

Справочная информация по компонентам сечения

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	27.36	см ²	Площадь
Xo	43.432	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	0.009	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	810.684	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	666.684	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	515.807	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	875.875	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	601.493	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	502.414	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	70.883	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	43.364	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	23.34	см ²	Площадь
Xo	102.322	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-58.914	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	476.358	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	1915.489	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-310.832	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	442.594	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	1949.253	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	-216.531	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	46.945	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	98.210	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

Рисунок 2.1.3 Геометрических характеристики отдельных элементов сечения ВП
ФС-4

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{91,9}{0,827 \times 0,012468 \times 21719,9 \times 1} = 0,41 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(15,2 - \sqrt{15,2^2 - 39,48 \times 1,99^2} \right)}{1,99^2} = 0,827$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 60,95 \sqrt{213 / 200000} = 1,99$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 1,99) + 1,99^2 = 15,2$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{91,9}{0,792 \times 0,012468 \times 21719,9 \times 1} = 0,428 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(16,32 - \sqrt{16,32^2 - 39,48 \times 2,21^2} \right)}{2,21^2} = 0,792$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} = 67,69 \sqrt{213/200000} = 2,21$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 2,21) + 2,21^2 = 16,32$$

, где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3000}{49,22} = 60,95 \leq \lambda_{y\text{пред}} = 155,4 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.1:

$$\lambda_{y\text{пред}} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \times 0,41 = 155,4$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,41$$

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{88,64} = 67,69 \leq \lambda_{x\text{пред}} = 154,32 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.1:

$$\lambda_{x\text{пред}} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \times 0,428 = 154,32$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,428$$

Расчёт сварного шва крепления элемента усиления

В соответствии с п.4.15 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» расчёт прочности непрерывных участков сварного шва осуществляется на сдвигающее усилие по формуле:

$$T = \frac{Q_{max} S_r}{I} \alpha_u = \frac{1,15 \times 98,21}{3048,7} 50 = 1,853 \text{ т}$$

,где S_r – статический момент инерции сечения (98,21 см³);

α_w – шаг между швами, в расчёт принимаем усреднённое значение 500 мм.

Q_{max} – условная максимальная поперечная сила для усиленного стержня, определяемая по формуле:

$$Q_{max} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) N}{\varphi} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{200000}{213} \right) 91,9}{0,792} = 1,15 \text{ т}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

Длина участка шпоночных швов определяется по формуле:

$$l_w = \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times 1,853}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 2,19 \text{ см}$$

α_w – коэффициент, характеризующий распределение усилий между швами ;

k_f – катет сварного шва, принимаемый 6 мм (минимальный по требованиям);

Длина участка шпоночных швов l_w принимается равной не менее 50 мм, такое значение принимаем для конструирования.

Длина участка концевых швов определяется по формуле:

$$l_{wk} = \frac{\alpha_w (T + N_r)}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times (1,853 + 34,4)}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 10,7 \text{ см}$$

,где N_r определяется по формуле:

$$N_r = \frac{(N - N_0)A_r}{A} = \frac{91,9 \times 46,68}{124,68} = 34,41 \text{ т}$$

Длина участка концевых участков швов l_{wk} для конструирования принимается 110мм.

2.2 Расчёт усиления раскоса р3 ФС-4

В качестве усиления выбраны дополнительные равнополочные уголки 90х56х5,5. Составное усиленное сечение имеет вид представленный на рисунке 2.2.1.

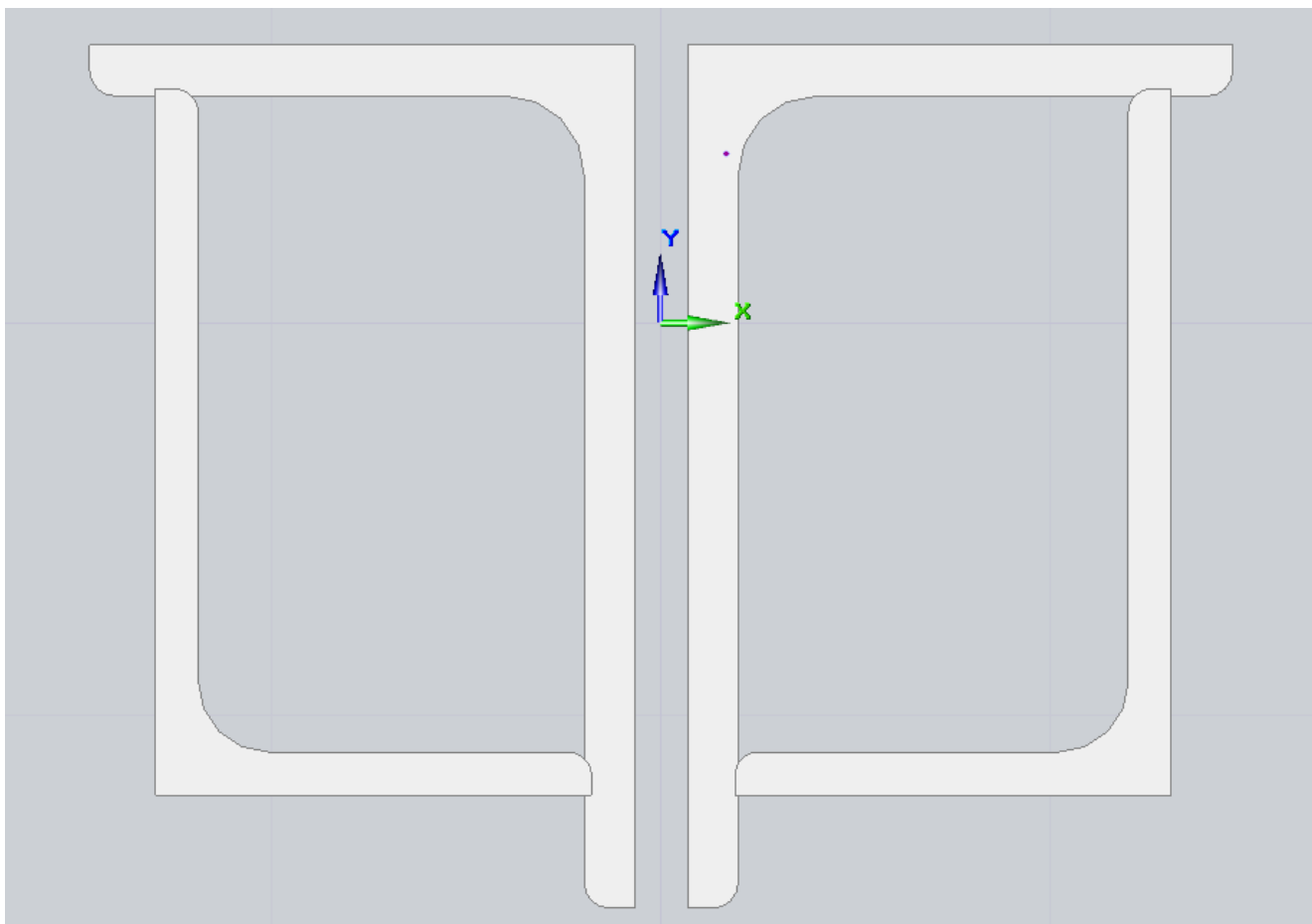


Рисунок 2.2.1 Внешний вид усиленного составного сечения

Расчётная прочность усиленного сечения принята по наименьшему значению, по существующей стали в соответствии с приложением К ТЗК ($R_y = 213$ МПа).

Геометрические характеристики сечения представлены на рисунке 2.2.2.

Характеристики сечения

	Копировать	Копировать все	
Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
 Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	0.223	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-12.642	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	38.55	см ²	Площадь
Iu	502.830	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	648.470	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-0.876	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	-0.34	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	502.825	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	648.475	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	81.115	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	87.860	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	63.057	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	63.232	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	36.11	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	41.01	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	714.20	мм	Периметр внешних контуров
Pint	522.08	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
g	0.030	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	23.04	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	22.79	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	26.90	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	21.04	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1
 Пластические характеристики			
Yp	3.12	мм	Координата Y1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zp	0.86	мм	Координата Z1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zy	126.096	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Y1pl
Zz	126.452	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Z1pl
 Жесткостные характеристики			
	Сталь прокатная по умолчанию		
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
EA	80962	тс	Осевая жесткость
EIu	105.59	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси U
EIv	136.18	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси V
EIuv	-0.18395	тс·м ²	Центробежная жесткость относительно центральных осей UV
EIy	105.59	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Y1
EIz	136.18	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Z1
ESy	1324.2	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Y1
ESz	1327.9	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Z1

Рисунок 2.2.2 Геометрические характеристики усиленного сечения рЗ ФС-4

Справочная информация по компонентам сечения

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	11.41	см ²	Площадь
Xo	19.203	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-0.017	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	159.802	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	85.941	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	73.157	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	160.679	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	85.064	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	72.708	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	19.502	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	10.785	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	7.88	см ²	Площадь
Xo	52.998	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-30.996	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	91.851	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	239.069	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-55.761	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	91.186	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	239.734	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	-54.872	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	12.065	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	20.831	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

Рисунок 2.1.3 Геометрических характеристики отдельных элементов сечения р3
ФС-4

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{22,8}{0,796 \times 0,00386 \times 21719,9 \times 1} = 0,342 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(16,21 - \sqrt{16,21^2 - 39,48 \times 2,19^2} \right)}{2,19^2} = 0,796$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 67,2 \sqrt{213 / 200000} = 2,19$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 2,19) + 2,19^2 = 16,21$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{4250}{63,23} = 67,21 \leq \lambda_{x\text{пред}} = 189,48 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.2а:

$$\lambda_{x\text{пред}} = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \times 0,342 = 189,48$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,342$$

Расчёт сварного шва крепления элемента усиления

В соответствии с п.4.15 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» расчёт прочности непрерывных участков сварного шва осуществляется на сдвигающее усилие по формуле:

$$T = \frac{Q_{max} S_r}{I} \alpha_u = \frac{0,285 \times 41,01}{502,82} 50 = 1,16 \text{ т}$$

,где S_r – статический момент инерции сечения (41,01 см³);

α_w – шаг между швами, в расчёт принимаем усреднённое значение 500 мм.

Q_{max} – условная максимальная поперечная сила для усиленного стержня, определяемая по формуле:

$$Q_{max} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) N}{\varphi} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{200000}{213} \right) 22,8}{0,796} = 0,285 \text{ т}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

Длина участка шпоночных швов определяется по формуле:

$$l_w = \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times 1,16}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 1,36 \text{ см}$$

α_w – коэффициент, характеризующий распределение усилий между швами ;

k_f – катет сварного шва, принимаемый 6 мм (минимальный по требованиям);

Длина участка шпоночных швов l_w принимается равной не менее 50 мм, такое значение принимаем для конструирования.

Длина участка концевых швов определяется по формуле:

$$l_{wk} = \frac{\alpha_w (T + N_r)}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times (1,16 + 9,32)}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 3,8 \text{ см}$$

,где N_r определяется по формуле:

$$N_r = \frac{(N - N_0)A_r}{A} = \frac{22,8 \times 15,76}{38,55} = 9,32\text{т}$$

Длина участка концевых участков швов l_{wk} для конструирования принимается 60мм.

2.3 Расчёт усиления стоек с2 ферм ФС-4

В качестве усиления выбраны дополнительные равнополочные уголки 50х5. Составное усиленное сечение имеет вид представленный на рисунке 2.3.1.

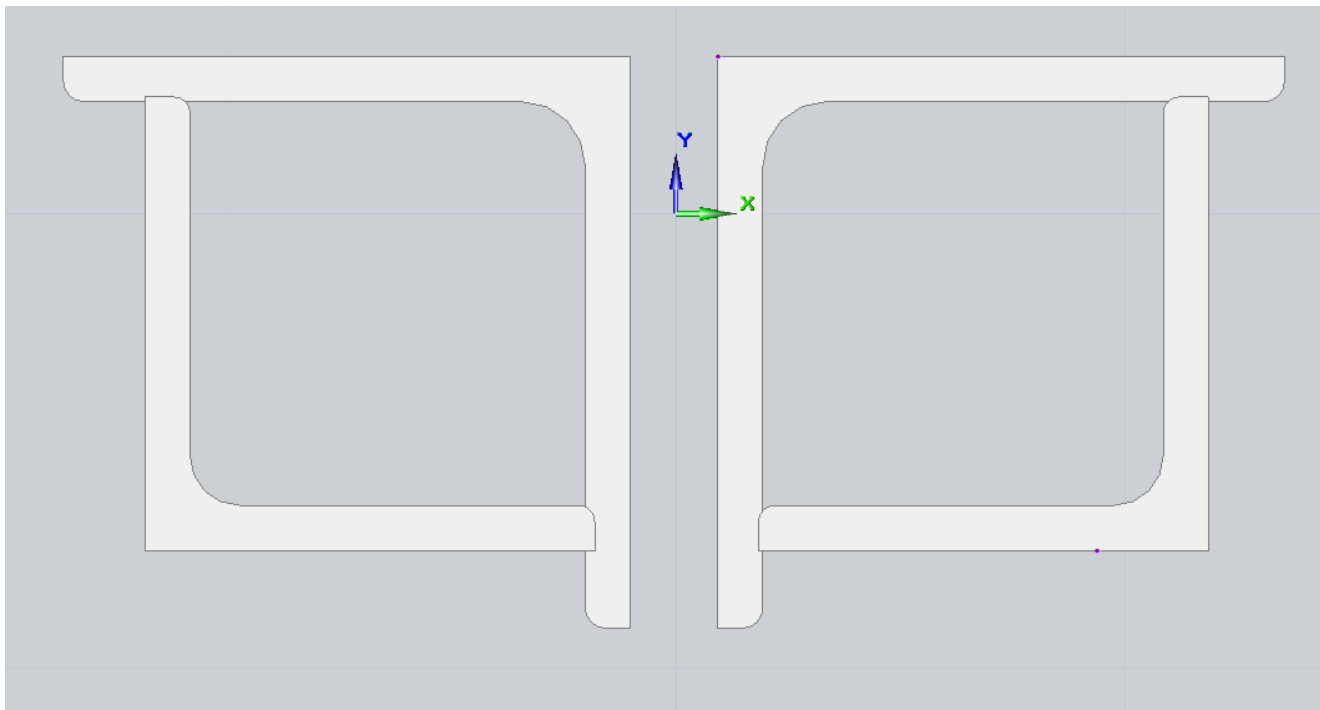


Рисунок 2.3.1 Внешний вид усиленного составного сечения

Расчётная прочность усиленного сечения принята по наименьшему значению, по существующей стали в соответствии с приложением К ТЗК ($R_y = 213$ МПа).

Геометрические характеристики сечения представлены на рисунке 2.3.2.

Характеристики сечения

	Копировать	Копировать все	
Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	-0.078	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-10.047	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	21.78	см²	Площадь
Iu	96.248	см⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	321.675	см⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-0.438	см⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	-0.11	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	96.247	см⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	321.676	см⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	27.007	см³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	47.243	см³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	21.089	см³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	35.083	см³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	21.02	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	38.43	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	499.96	мм	Периметр внешних контуров
Pint	345.97	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м³	Усредненная плотность сечения
g	0.017	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	21.81	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	21.69	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	16.06	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	12.40	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1
Пластические харктеристики			
Yp	4.78	мм	Координата Y1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zp	0.41	мм	Координата Z1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zy	42.176	см³	Пластический момент сопротивления относительно оси Y1pl
Zz	70.148	см³	Пластический момент сопротивления относительно оси Z1pl
Жесткостные характеристики			
	Сталь прокатная по умолчан		Материал
E	2.1e7	т/м²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
EA	45745	тс	Осевая жесткость
EIu	20.212	тс·м²	Изгибная жесткость относительно центральной оси U
EIv	67.552	тс·м²	Изгибная жесткость относительно центральной оси V
EIuv	-0.091947	тс·м²	Центробежная жесткость относительно центральных осей UV
EIy	20.212	тс·м²	Изгибная жесткость относительно главной оси Y1
EIZ	67.552	тс·м²	Изгибная жесткость относительно главной оси Z1
ESy	442.87	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Y1
ESz	736.74	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Z1

Рисунок 2.3.2 Геометрических характеристики усиленного сечения с2 ФС-4

Справочная информация по компонентам сечения

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	6.10	см ²	Площадь
Xo	21.915	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	0.068	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	29.008	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	52.246	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	26.902	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	29.113	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	52.141	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	26.947	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	6.175	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	6.701	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

	Контур сечения		Компонент поперечного сечения
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	4.81	см ²	Площадь
Xo	45.003	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-22.953	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	19.205	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	108.886	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-21.397	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	19.122	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	108.969	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	-21.223	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	4.389	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	10.841	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

Рисунок 2.3.3 Геометрические характеристики отдельных элементов сечения с2
ФС-4

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{8,45}{0,552 \times 0,002178 \times 21719,9 \times 1} = 0,324 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(24,44 - \sqrt{24,44^2 - 39,48 \times 3,45^2} \right)}{3,45^2} = 0,552$$

,где $\bar{\lambda}$ - условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 105,6 \sqrt{213 / 200000} = 3,45$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 3,45) + 3,45^2 = 24,44$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{2220}{21,02} = 105,6 \leq \lambda_{упред} = 190,56 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.2а:

$$\lambda_{упред} = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \times 0,324 = 190,56$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,324$$

Расчёт сварного шва крепления элемента усиления

В соответствии с п.4.15 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» расчёт прочности непрерывных участков сварного шва осуществляется на сдвигающее усилие по формуле:

$$T = \frac{Q_{max} S_r}{I} \alpha_u = \frac{0,152 \times 35,08}{96,24} 50 = 2,77 \text{ т}$$

,где S_r – статический момент инерции сечения (35,08 см³);

α_w – шаг между швами, в расчёт принимаем усреднённое значение 500 мм.

Q_{max} – условная максимальная поперечная сила для усиленного стержня, определяемая по формуле:

$$Q_{max} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) N}{\varphi} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{200000}{213} \right) 8,45}{0,552} = 0,152 \text{ т}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

Длина участка шпоночных швов определяется по формуле:

$$l_w = \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times 2,77}{1 \times 0,5 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 1,89 \text{ см}$$

α_w – коэффициент, характеризующий распределение усилий между швами ;

k_f – катет сварного шва, принимаемый 5 мм (минимальный по требованиям);

Длина участка шпоночных швов l_w принимается равной не менее 50 мм, такое значение принимаем для конструирования.

Длина участка концевых швов определяется по формуле:

$$l_{wk} = \frac{\alpha_w (T + N_r)}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times (2,77 + 3,73)}{1 \times 0,5 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 3,09 \text{ см}$$

,где N_r определяется по формуле:

$$N_r = \frac{(N - N_0)A_r}{A} = \frac{8,45 \times 9,62}{21,78} = 3,73\text{т}$$

Длина участка концевых участков швов l_{wk} для конструирования принимается 60мм.

2.4 Расчёт усиления связей РС-1

В качестве усиления выбраны дополнительные равнополочные уголки 63х5. Составное усиленное сечение имеет вид представленный на рисунке 2.4.1.

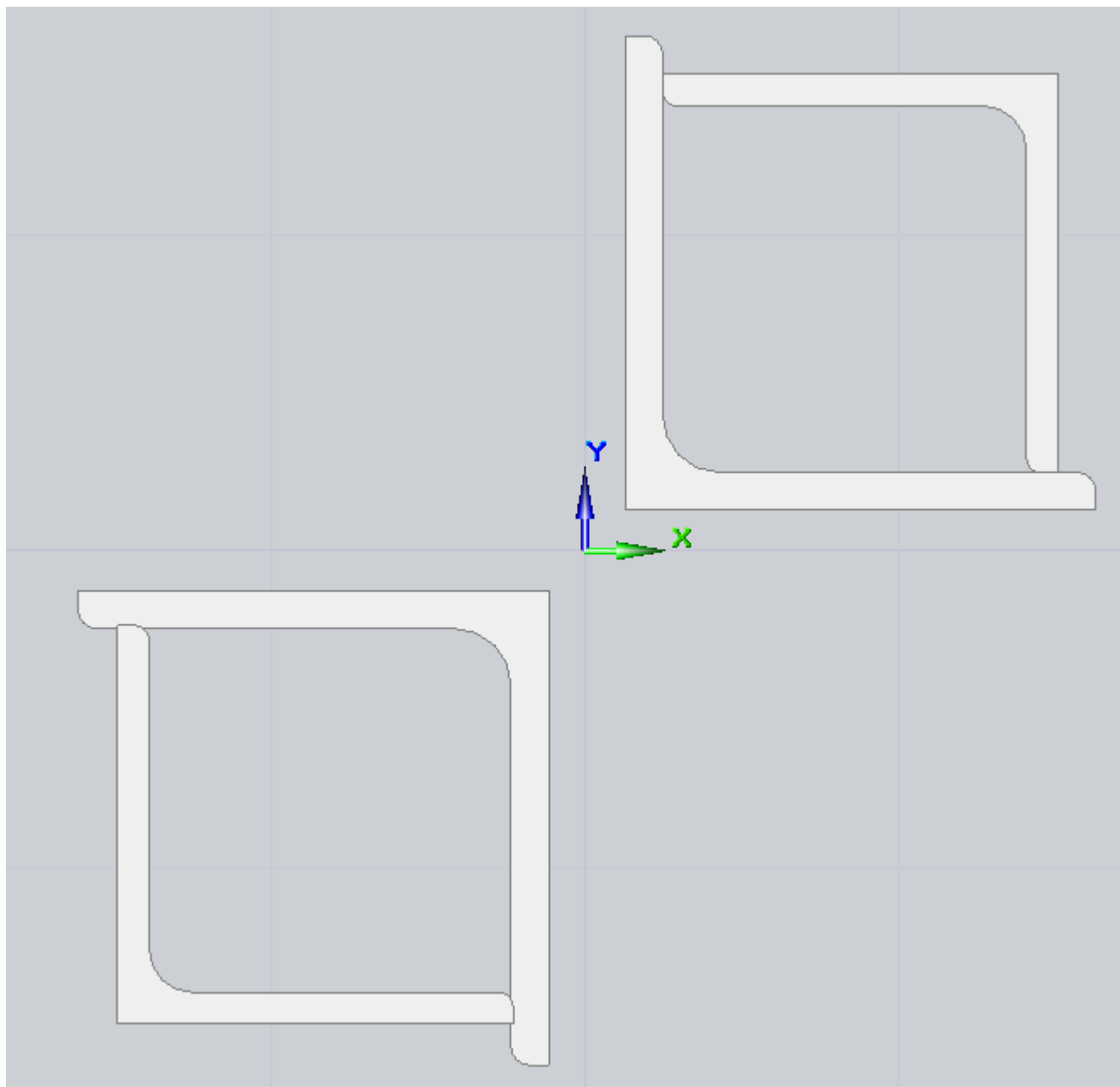


Рисунок 2.4.1 Внешний вид усиленного составного сечения

Расчётная прочность усиленного сечения принята по наименьшему значению, по существующей стали в соответствии с приложением К ТЗК ($R_y = 213$ МПа).

Геометрические характеристики сечения предствалены на рисунке 2.4.2.

Характеристики сечения

	Копировать	Копировать все	
Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	0.409	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	0.163	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	29.82	см ²	Площадь
Iu	675.582	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	670.109	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	452.737	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	-44.83	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	1125.591	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	220.100	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	106.059	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	41.492	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	83.295	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	34.632	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	61.43	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	27.17	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	594.73	мм	Периметр внешних контуров
Pint	455.79	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
g	0.023	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	13.91	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	13.92	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	35.56	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	35.62	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1
Пластические харктеристики			
Yp	-0.01	мм	Координата Y1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zp	9.77	мм	Координата Z1 пластической нейтральной оси в системе координат главных осей Y1oZ1
Zy	166.565	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Y1pl
Zz	69.263	см ³	Пластический момент сопротивления относительно оси Z1pl
Жесткостные характеристики			
	Сталь прокатная по умолчанию		Материал
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
ν	0.3		Коэффициент Пуассона материала
EA	62632	тс	Осевая жесткость
EIu	141.87	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси U
EIv	140.72	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно центральной оси V
EIuv	95.075	тс·м ²	Центробежная жесткость относительно центральных осей UV
EIy	236.37	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Y1
EIz	46.221	тс·м ²	Изгибная жесткость относительно главной оси Z1
ESy	1749.2	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Y1
ESz	727.26	тс·м	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругости относительно главной оси Z1

Рисунок 2.4.2 Геометрических характеристики усиленного сечения РС-1

Справочная информация по компонентам сечения

	Контур сечения	Компонент поперечного сечения	
	Сталь прокатная по умолчанию	Материал	
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	8.78	см ²	Площадь
Xo	26.992	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	26.992	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	109.709	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	108.553	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	35.428	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	144.561	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	73.701	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	-0.364	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	16.587	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	10.908	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

	Контур сечения	Компонент поперечного сечения	
	Сталь прокатная по умолчанию	Материал	
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	6.14	см ²	Площадь
Xo	57.998	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	57.998	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	228.460	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	226.720	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	191.016	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	418.608	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	36.573	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	0.285	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	25.061	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	6.433	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

Рисунок 2.4.3 Геометрических характеристики отдельных элементов сечения
РС-1

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{9,98}{0,602 \times 0,002982 \times 21719,9 \times 1} = 0,256 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(22,48 - \sqrt{22,48^2 - 39,48 \times 3,19^2} \right)}{3,19^2} = 0,604$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 97,69 \sqrt{213 / 200000} = 3,19$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 3,19) + 3,19^2 = 22,48$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{9,98}{0,167 \times 0,002982 \times 21719,9 \times 1} = 0,923 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(67,71 - \sqrt{67,71^2 - 39,48 \times 7,2^2} \right)}{7,2^2} = 0,167$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} = 220,9 \sqrt{213/200000} = 7,2$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 7,2) + 7,2^2 = 67,71$$

, где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{61,42} = 97,69$$

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{27,16} = 220,9$$

Расчёт сварного шва крепления элемента усиления

В соответствии с п.4.15 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» расчёт прочности непрерывных участков сварного шва осуществляется на сдвигающее усилие по формуле:

$$T = \frac{Q_{max} S_r}{I} \alpha_u = \frac{0,594 \times 16,657}{108,55} 50 = 4,56 \text{ т}$$

,где S_r – статический момент инерции сечения (16,657 см³);

α_w – шаг между швами, в расчёт принимаем усреднённое значение 500мм.

Q_{max} – условная максимальная поперечная сила для усиленного стержня, определяемая по формуле:

$$Q_{max} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) N}{\varphi} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{200000}{213} \right) 9,98}{0,167} = 0,594 \text{ т}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

Длина участка шпоночных швов определяется по формуле:

$$l_w = \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times 4,56}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 2,21 \text{ см}$$

α_w – коэффициент, характеризующий распределение усилий между швами ;

k_f – катет сварного шва, принимаемый 6мм (минимальный по требованиям);

Длина участка шпоночных швов l_w принимается равной не менее 50мм, такое значение принимаем для конструирования.

Длина участка концевых швов определяется по формуле:

$$l_{wk} = \frac{\alpha_w (T + N_r)}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times (4,56 + 4,11)}{1 \times 0,6 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 3,31 \text{ см}$$

,где N_r определяется по формуле:

$$N_r = \frac{(N - N_0)A_r}{A} = \frac{9,98 \times 12,28}{29,82} = 4,11 \text{ т}$$

Длина участка концевых участков швов l_{wk} для конструирования принимается 60мм.

2.5 Расчёт усиления раскосов р1 ФФ-4

В качестве усиления выбран дополнительный равнополочный уголок 40х4. Составное усиленное сечение имеет вид представленный на рисунке 2.5.1.

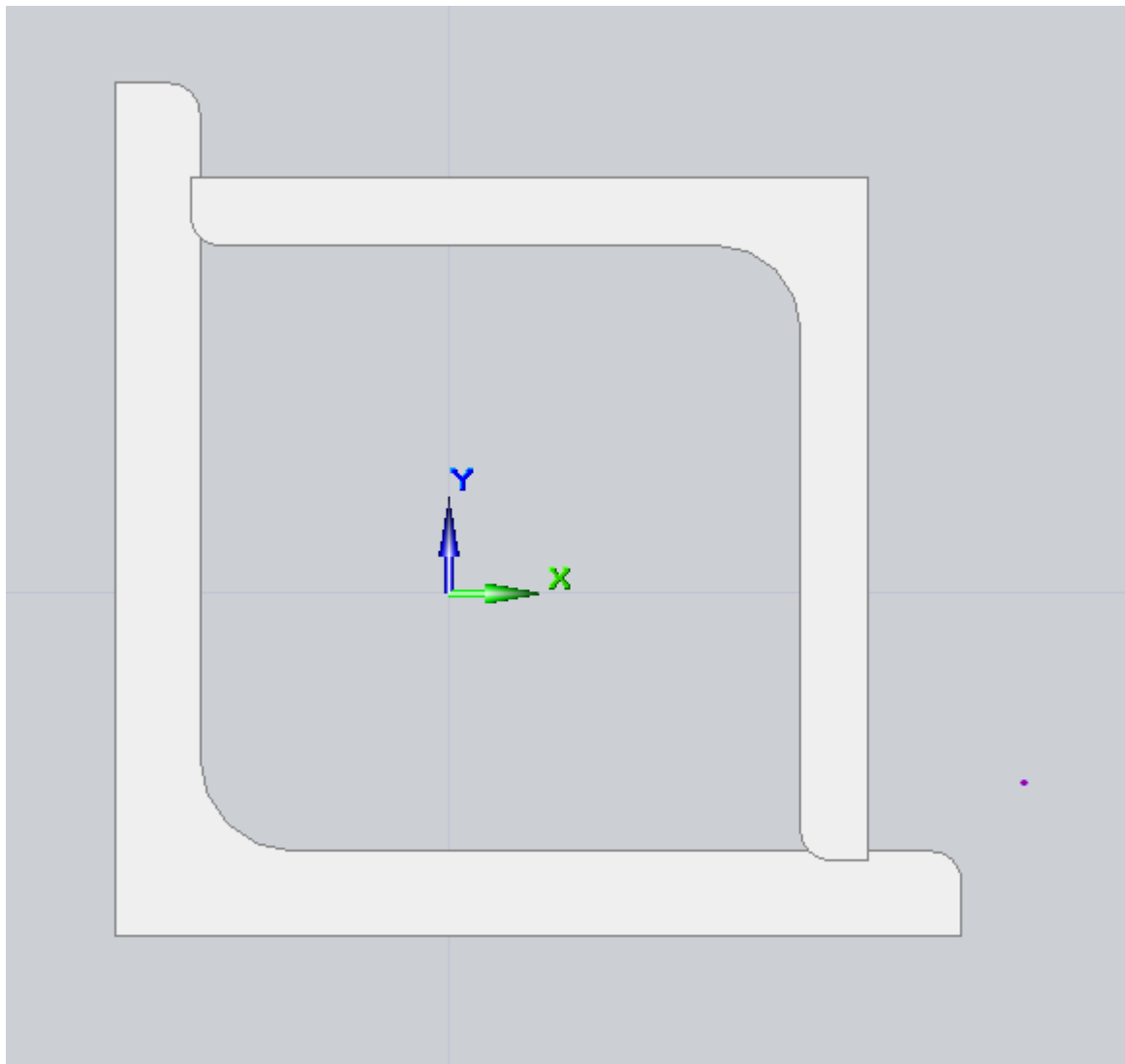


Рисунок 2.5.1 Внешний вид усиленного составного сечения

Расчётная прочность усиленного сечения принята по наименьшему значению, по существующей стали в соответствии с приложением К ТЗК ($R_y = 213$ МПа).

Геометрические характеристики сечения представлены на рисунке 2.5.2.

Характеристики сечения

 Копировать  Копировать все			
Обозначение	Значение	Единицы	Наименование
 Геометрические характеристики всего сечения			
Xo	1.890	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	1.511	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
A	7.86	см ²	Площадь
Iu	22.436	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	22.436	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-2.347	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
φ	-45	°	Поворот главной оси сечения Y1 относительно оси x текущей системы координат
Iy	20.089	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	24.783	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Wy	6.206	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Y1
Wz	7.010	см ³	Момент сопротивления относительно главной оси Z1
Sy	5.344	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	5.960	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1
Ry	15.99	мм	Радиус инерции относительно главной оси Y1
Rz	17.76	мм	Радиус инерции относительно главной оси Z1
Pext	198.42	мм	Периметр внешних контуров
Pint	138.59	мм	Периметр внутренних контуров
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
g	0.006	тс/м	Усредненный погонный вес
Y-	8.92	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Y1
Y+	8.92	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Y1
Z-	7.90	мм	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
Z+	8.37	мм	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1

Рисунок 2.5.2 Геометрические характеристики усиленного сечения p1 ФФ-4

Справочная информация по компонентам сечения

	Контур сечения	Компонент поперечного сечения	
	Сталь прокатная по умолчанию	Материал	
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	4.77	см ²	Площадь
Xo	-5.594	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	-5.973	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	13.724	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	13.724	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	-3.805	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	9.918	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	17.529	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	0	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	2.817	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	3.929	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

	Контур сечения	Компонент поперечного сечения	
	Сталь прокатная по умолчанию	Материал	
E	2.1e7	т/м ²	Модуль упругости материала
G	8.0769e6	т/м ²	Модуль сдвига материала
v	0.3		Коэффициент Пуассона материала
Ro	7.850	т/м ³	Усредненная плотность сечения
A	3.09	см ²	Площадь
Xo	13.468	мм	Координата x центра тяжести в текущей системе координат
Yo	13.090	мм	Координата y центра тяжести в текущей системе координат
Iu	8.713	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси U
Iv	8.713	см ⁴	Момент инерции относительно центральной оси V
Iuv	1.458	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно центральных осей U и V
Iy	10.171	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Y1
Iz	7.254	см ⁴	Момент инерции относительно главной оси Z1
Iyz	0	см ⁴	Центробежный момент инерции относительно главных осей Y1 и Z1
Sy	2.527	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Y1
Sz	2.031	см ³	Статический момент инерции относительно главной оси Z1

Рисунок 2.5.3 Геометрических характеристики отдельных элементов сечения $p1$
ФФ-4

Расчёт по прочности

Расчёт по прочности на центральное растяжение/сжатие выполняется в соответствии с п.7.11 по формуле:

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} = \frac{14,5}{0,000786 \times 21719,9 \times 1} = 0,85 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

, где R_y –расчётное сопротивление стали растяжению ($213 \text{ МПа} = 21719.9 \text{ т/м}^2$);

N –продольное усилие в стержне (14,5т);

A_n –площадь сечения нетто (при ослаблении отверстиями, в нашем случае $A_n = A = 7,86 \text{ см}^2 = 0,000786 \text{ м}^2$).

Расчёт сварного шва крепления элемента усиления

В соответствии с п.4.15 пособия к СНиП II-23-81* по «проектированию усиления стальных конструкций» расчёт прочности непрерывных участков сварного шва осуществляется на сдвигающее усилие по формуле:

$$T = \frac{Q_{max} S_r}{I} \alpha_u = \frac{0,869 \times 5,344}{20,09} 50 = 11,56 \text{ т}$$

,где S_r –статический момент инерции сечения (5,344см³);

α_w –шаг между швами, в расчёт принимаем усреднённое значение 500мм.

Q_{max} –условная максимальная поперечная сила для усиленного стержня, определяемая по формуле:

$$Q_{max} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) N}{\varphi} = 7,15 * \frac{10^{-6} \left(2330 - \frac{200000}{213} \right) 14,5}{0,166} = 0,869 \text{ т}$$

,где N –продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(68,02 - \sqrt{68,02^2 - 39,48 \times 7,22^2} \right)}{7,22^2} = 0,166$$

,где $\bar{\lambda}$ - условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} = 221,4 \sqrt{213/200000} = 7,22$$

, где R_y –расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E –модуль упругости стали (200000МПа);

δ –коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 7,22) + 7,22^2 = 68,02$$

,где α, β –коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

λ_y – гибкость элемента, вычисляется по формуле:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3540}{15,99} = 221,4$$

Длина участка шпоночных швов определяется по формуле:

$$l_w = \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times 11,56}{1 \times 0,5 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 4,7 \text{ см}$$

α_w –коэффициент, характеризующий распределение усилий между швами ;

k_f –катет сварного шва, принимаемый 5мм (минимальный по требованиям);

Длина участка шпоночных швов l_w принимается равной не менее 50мм, такое значение принимаем для конструирования.

Длина участка концевых швов определяется по формуле:

$$l_{wk} = \frac{\alpha_w (T + N_r)}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{0,25 \times (11,56 + 5,7)}{1 \times 0,5 \times 1,835 \times 1 \times 0,85} + 1 \text{ см} = 6,53 \text{ см}$$

,где N_r определяется по формуле:

$$N_r = \frac{(N - N_0)A_r}{A} = \frac{14,5 \times 3,09}{7,86} = 5,7\text{т}$$

Длина участка концевых участков швов l_{wk} для конструирования принимается 70мм.

3. Восстановление отсутствующих горизонтальных связей

В соответствии с ТЗК должны быть заново смонтированы связи по нижний поясам в осях 28-27/Д-Е, 28-27/К-Л, по верхним поясам в осях 2`-3`/К, 6-5/П-Р.

3.1 Восстановление отсутствующих горизонтальных связей по нижним поясам ферм ФС-4

В осях 28-27/Д-Е, 28-27/К-Л отсутствуют горизонтальные связи по нижним поясам ферм ФС-4. В расчётной схеме ТЗК данные связи были учтены как связи РС-2 (сечение из уголка 63х6), несущая способность связей в данных осях обеспечена по 1-му и 2-му предельному состояниям.

РСН1(Импорт из САПФИР:СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))
Мозанка N
Единицы измерения - т

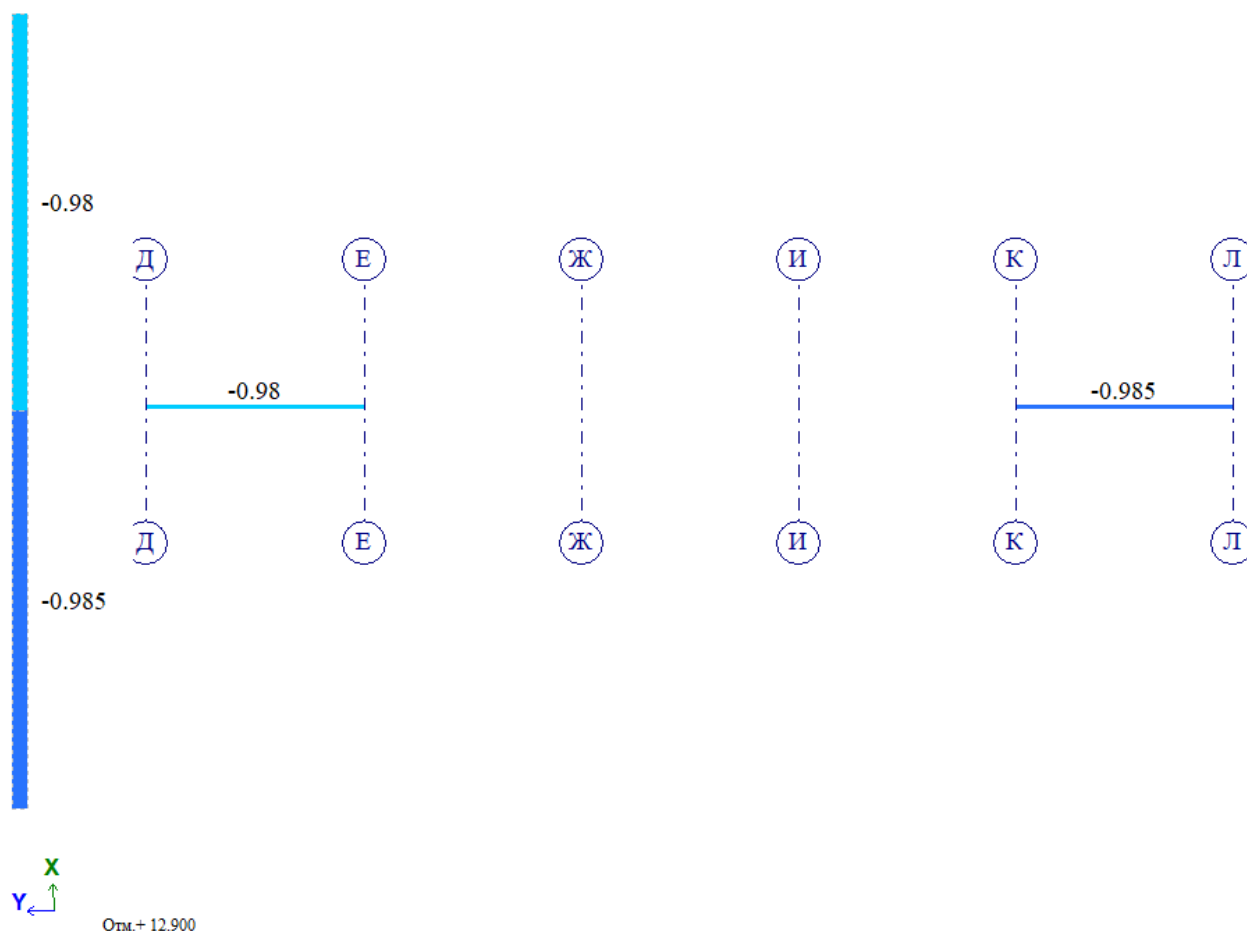


Рисунок 3.1.1 Продольные усилия N распорок

Выполним расчёт сварного шва крепления связи в существующей фасонке.

асчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

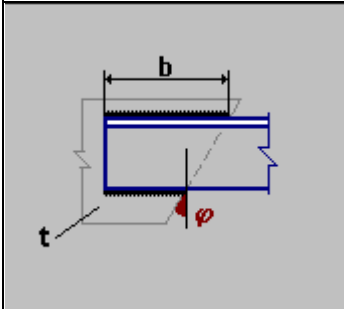
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x6	b = 50 мм $\phi = 0$ град t = 5 мм Катет шва по обушку = 5 мм Катет шва по перу = 5 мм

Усилия

N = 0,985 Т

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,23
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,208

Коэффициент использования 0,23 - По металлу шва

Для конструирования принимается длина шва -50мм, катет шва – 5мм. То же принимается для участка замены искривлённой связи РС-2 в осях 28-27/Ы-Э.

3.2 Восстановление отсутствующих горизонтальных связей по верхним поясам

В осях 2`-3`/К, 6-5/П-Р отсутствуют связи по верхним поясам ферм ФС-2 и ФС-1. В расчётной схеме ТЗК данные элементы были учтены как связи РЖ-1 (ж/б брус 100х200). В расчёт принимаем устраиваемую стальную связь из двутавра 18Б1 с опиранием на существующие столики закладных деталей и сваркой продольными швами.

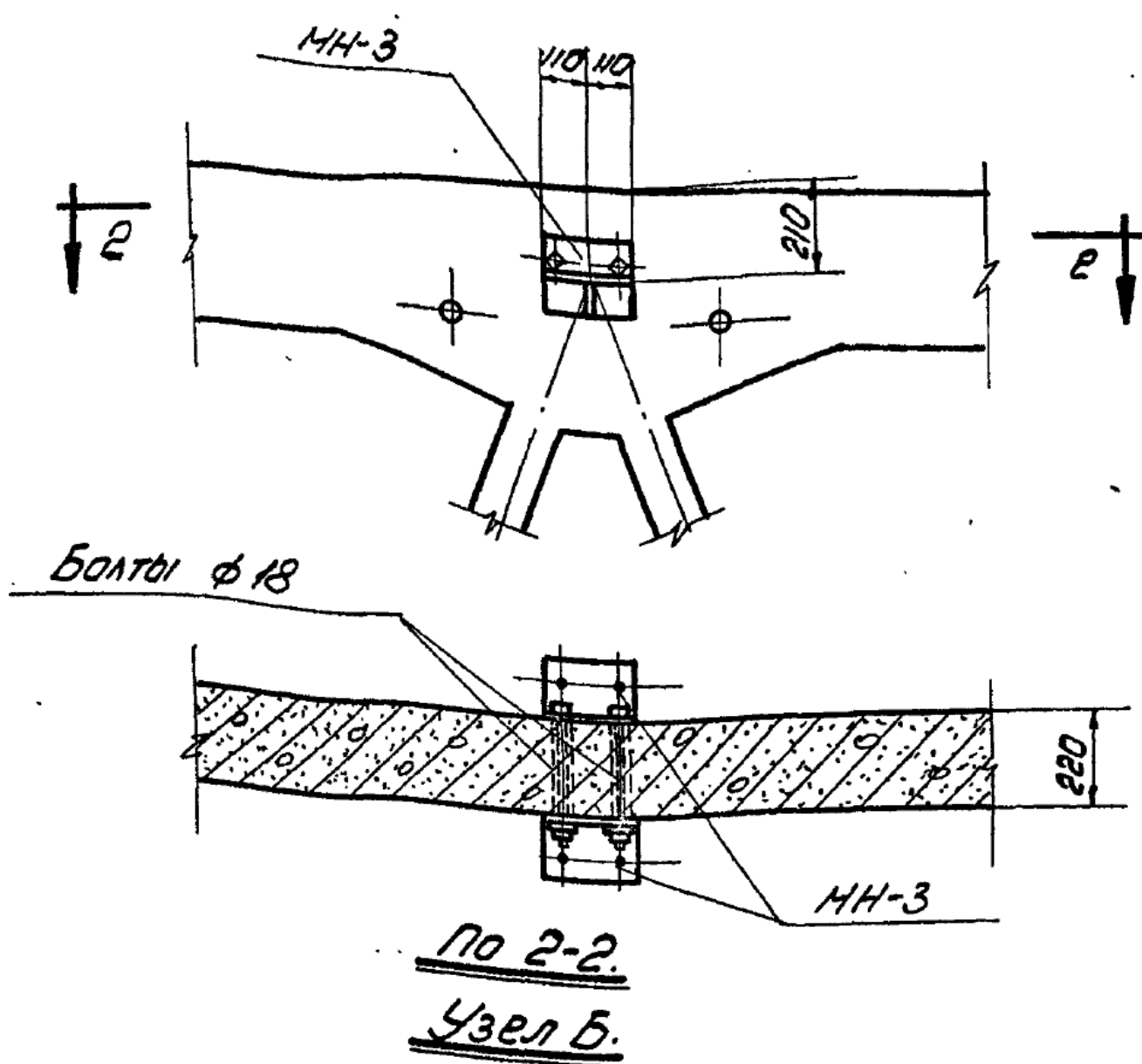


Рисунок 3.2.1 Существующие закладные детали в фермах ФС-1

ООО «КДС-3»

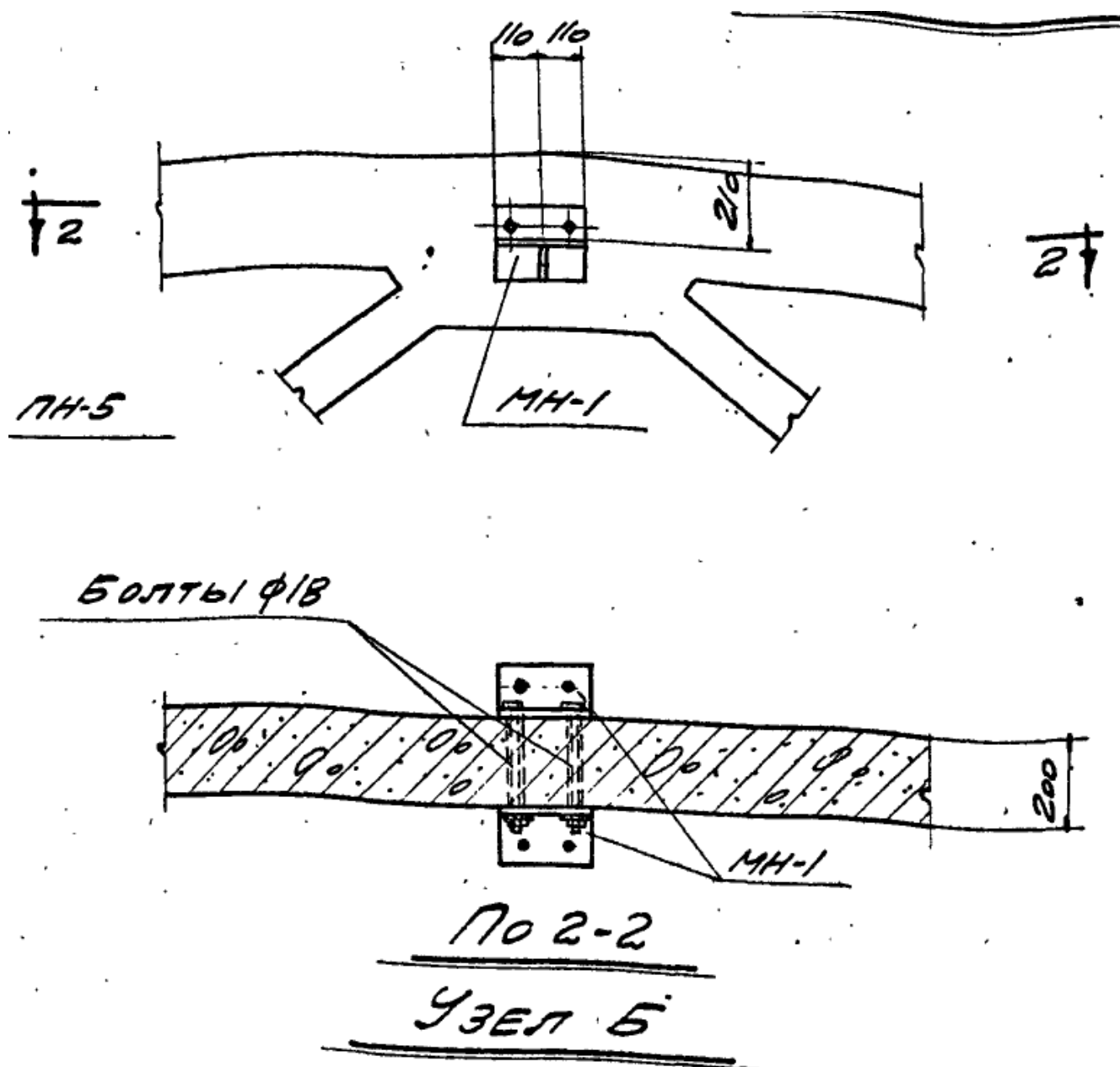


Рисунок 3.2.3 Существующие закладные детали в фермах ФС-2

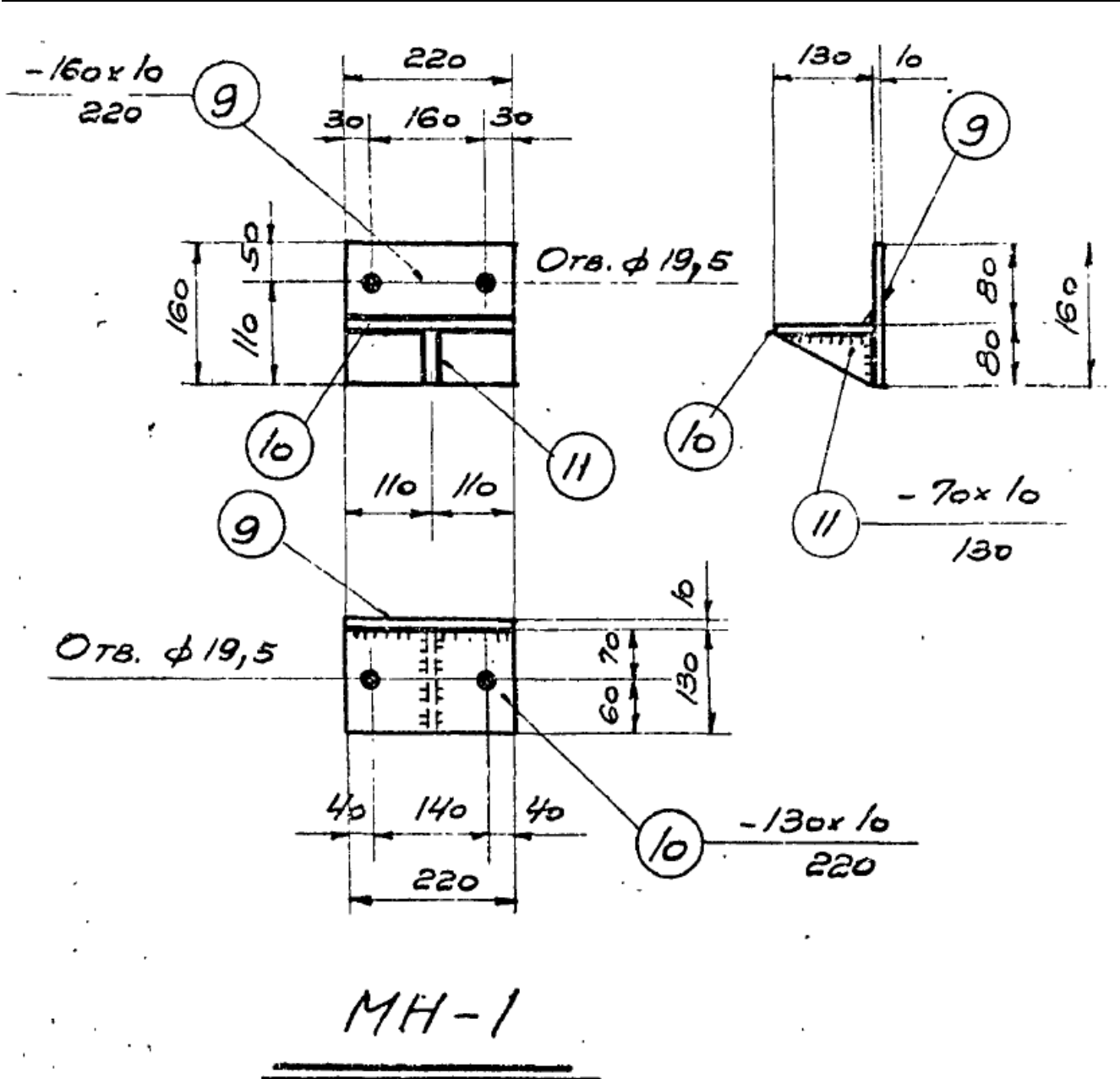


Рисунок 3.2.4 Детализировочный чертёж существующей закладной детали в ферме ФС-2

РСНЗ(Импорт из САПФИР:СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))
 Мозаика N
 Единицы измерения - т

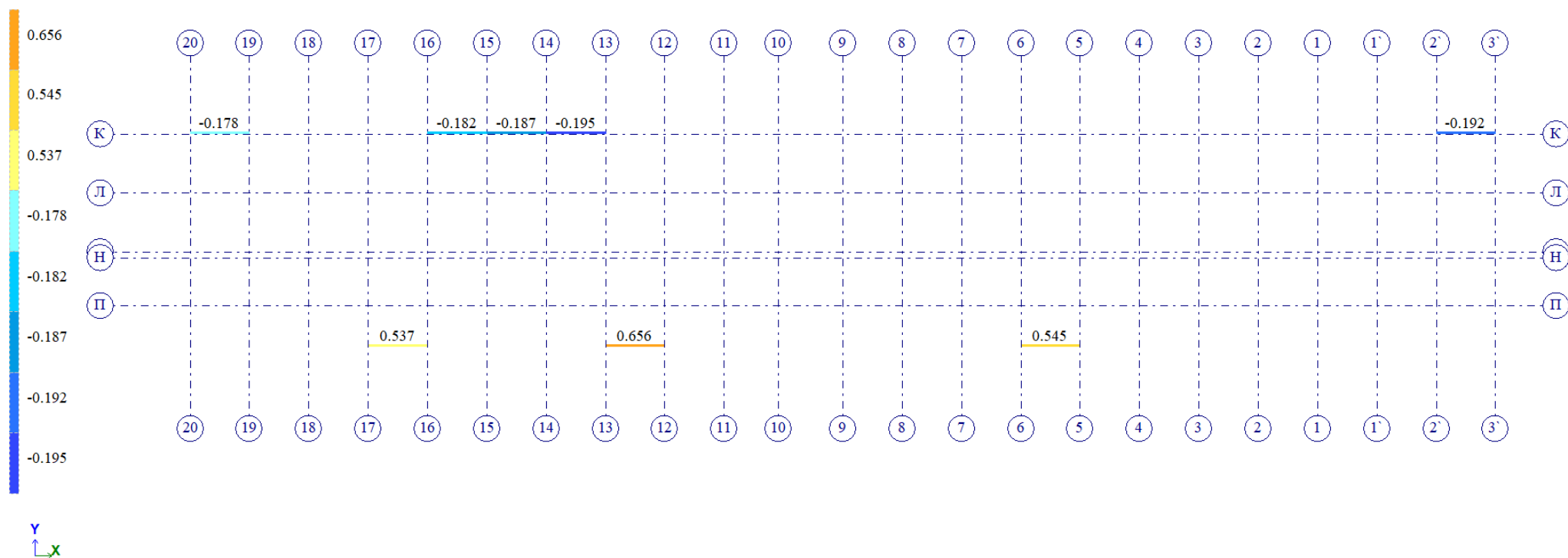
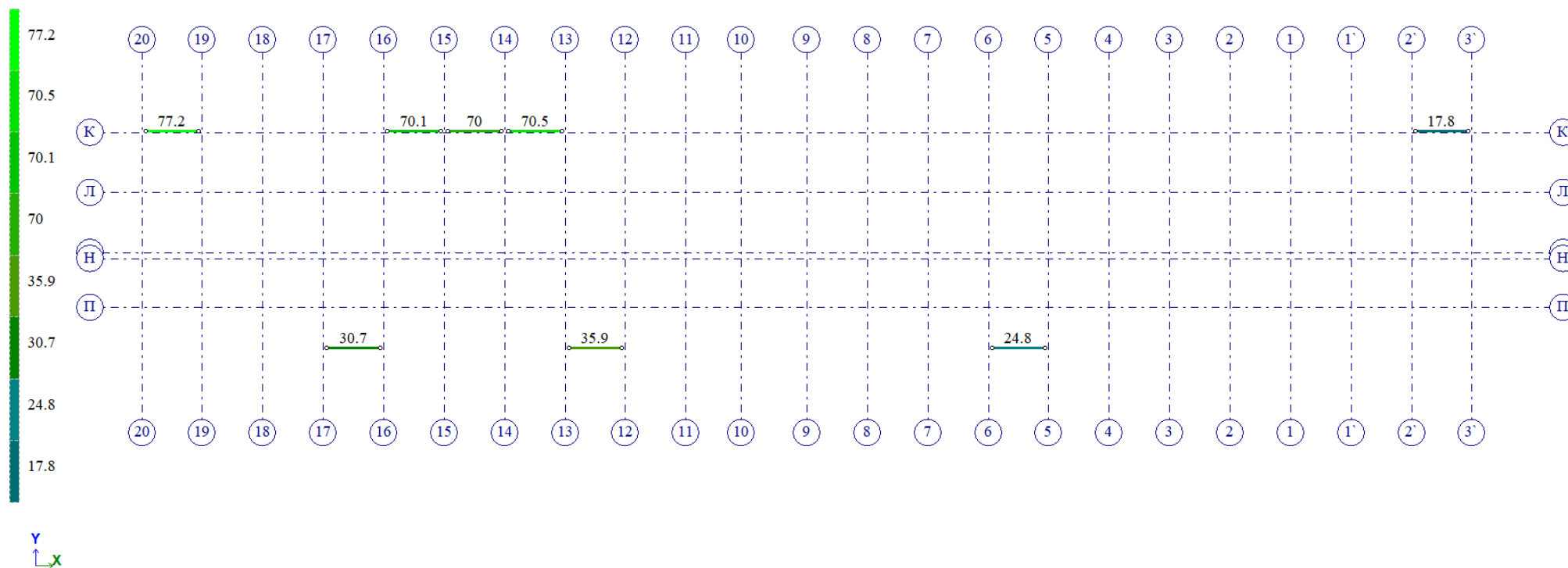


Рисунок 3.2.5 Мозаика продольных усилий N в устраиваемых горизонтальных связях

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2020
 Расчет по РСН: Импорти из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Рисунок 3.2.6 Коэффициент использования сечений устраиваемых связей по 1-му предельному состоянию (в %)

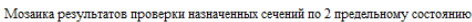
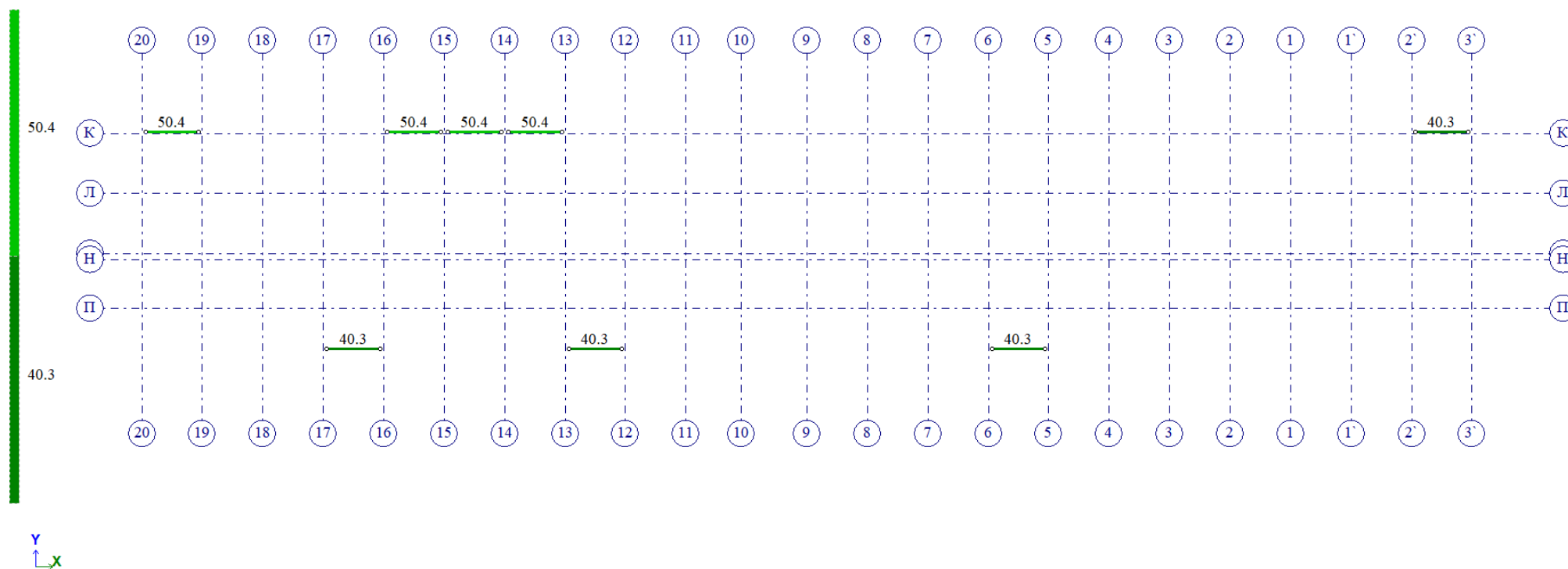


Рисунок 3.2.7 Коэффициент использования сечений устраиваемых связей по 2-му предельному состоянию (в %)

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2020

Расчет по РСН: Импортер: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

Рисунок 3.2.8 Коэффициент использования сечений устраиваемых связей по местной устойчивости (в %)

Для расчёта сварного шва крепления нижней полки двутавра к закладной детали подберём эквивалентную полку уголка (полка двутавра 18Б1 – 91х6.5, для расчёта примем уголок 90х6).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

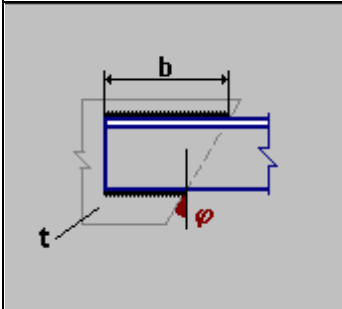
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90х6	b = 50 мм ϕ = 0 град t = 5 мм Катет шва по обушку = 5 мм Катет шва по перу = 5 мм

Усилия

N = 0,656 Т

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,156
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,141

Коэффициент использования 0,156 - По металлу шва

Для конструирования принимается сечение связи из двутавра 18Б1, длина шва -50мм, катет шва – 5мм. Данные характеристики принимаем для всех участков, т.к. геометрические закладных деталей в разных фермах идентичны.

4. Расчёт стальных элементов усиливаемых ферм при воздействии сварки на момент монтажа

В соответствии с СП16.13330.2017 п. 18.3.9 усиливаемые элементы ферм должны быть рассчитаны по прочности сечения с учётом снижения расчётного сопротивления до $0,4R_y$ для 2-й группы конструкций (группа конструкции принята в соответствии с приложением В, см. описание группы 2) на момент монтажа (без учёта нагрузки от снегового покрова и длительной нагрузки от пирога покрытия).

Нагрузка от усиления ребёр плит приложена на плиты в соответствии с планом узлов усиления ребёр плит. Погонные расчётные нагрузки приложены на смоделированные ж/б ребра плит и составляют:

Для узла 1Р: $161,33\text{кг} \text{ (масса узла по спецификации)} \cdot 1,05/6 = 0,028\text{т/м.пог.}$

Для узла 2Р: $76,52\text{кг} \text{ (масса узла по спецификации)} \cdot 1,05/6 = 0,014\text{т/м.пог.}$

Нагрузка от элементов усиления ферм приложена в местах соответствующих монтируемых деталей и соответствуют значениям в таблице 4.1.

Табл.4.1 Нагружения в схеме от элементов усиления ферм

№ п/п	Наименование конструкции для приложения нагрузки	Доп. сечение усиления	Нормативная нагрузка от усиления, кг/м.пог	Коэффициент надёжности по нагрузке	Расчётная нагрузка от усиления, кг/м.пог	Расчётная нагрузка от усиления, т/м.пог
1	ВП ферм ФС-4 в зоне под фонарями	Сдвоенные уголки 110x8	27	1.05	28.35	0.028
2	Раскосы р3 ферм ФС-4	Сдвоенные уголки 90x56x5,5	12.34	1.05	12.96	0.013
3	Стойки с2 ферм ФС-4	Сдвоенные уголки 50x5	7.54	1.05	7.92	0.008
4	Связи РС-1 в зоне ферм ФС-4	Сдвоенные уголки 63x5	9.62	1.05	10.10	0.010
5	Раскосы р1 ферм ФФ-4	Уг. 40x4	2.42	1.05	2.54	0.003

Прочность стали в данном расчёте принимается 0,4 от прочности стали, принятой в ТЗК ($213 \text{ МПа} \cdot 0,4 = 85,2 \text{ МПа}$).

Загрузки 1-4 см. в ТЗК, приложение Н.

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надёжн.	Доля длительн.	1.РСН1
1	СВ Сталь	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.
2	СВ плиты покрытия	Постоянное (Р)	+		1.1	1.0	1.
3	Длительная мостики	Длит. доминир.1 (Р11)	+		1.05	1.0	1.
4	Ограждение фонарей	Длит. доминир.1 (Р11)	+		1.1	1.0	1.
5	СВ усиление плит	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.
6	СВ усиление ферм	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.

Рисунок 4.1. Таблица расчётных сочетаний усилий

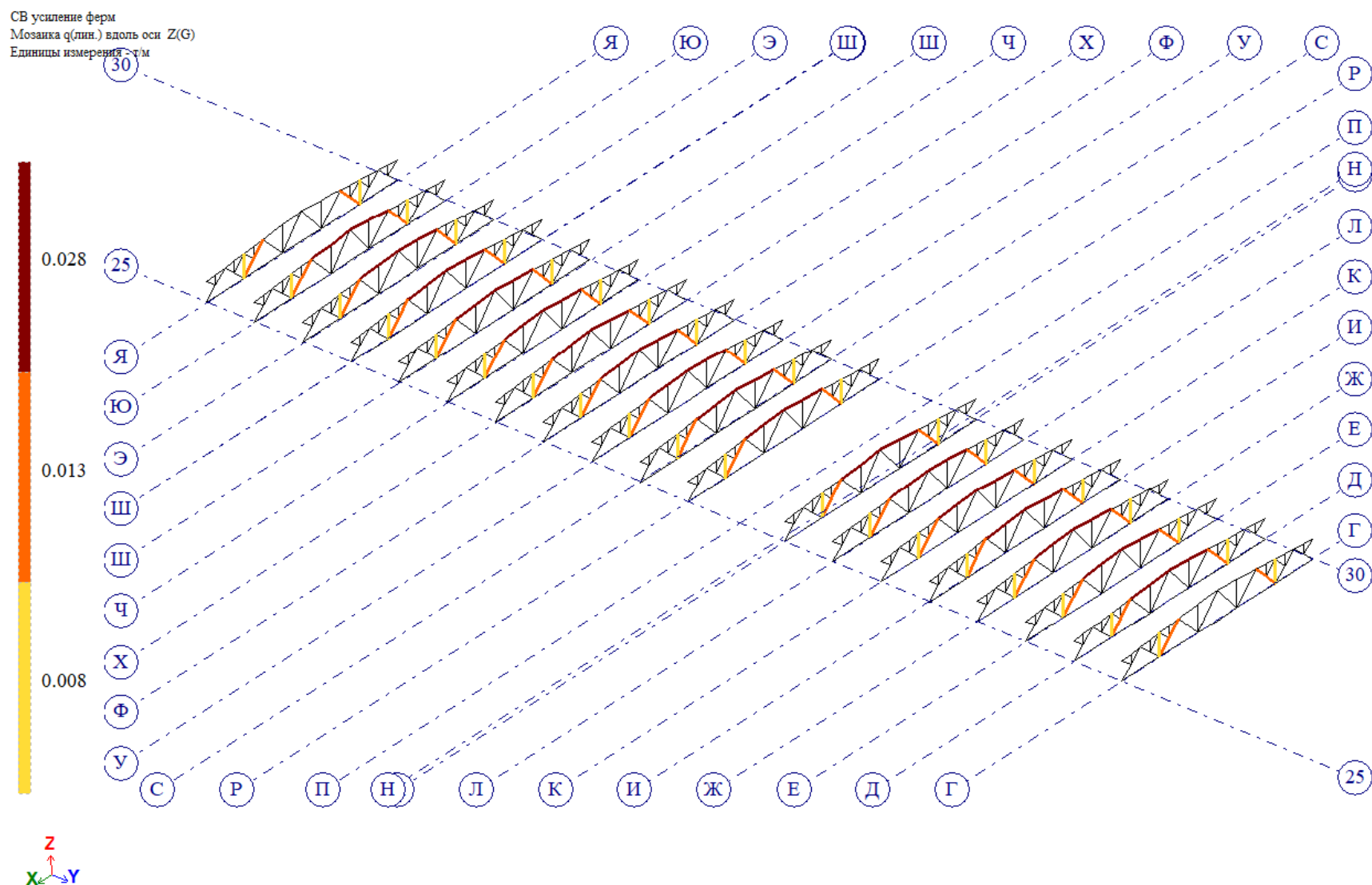


Рисунок 4.2. Мозаика загрузки ферм нагрузками от собственного веса элементов усиления (загрузка б)

СВ усиление ферм
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м

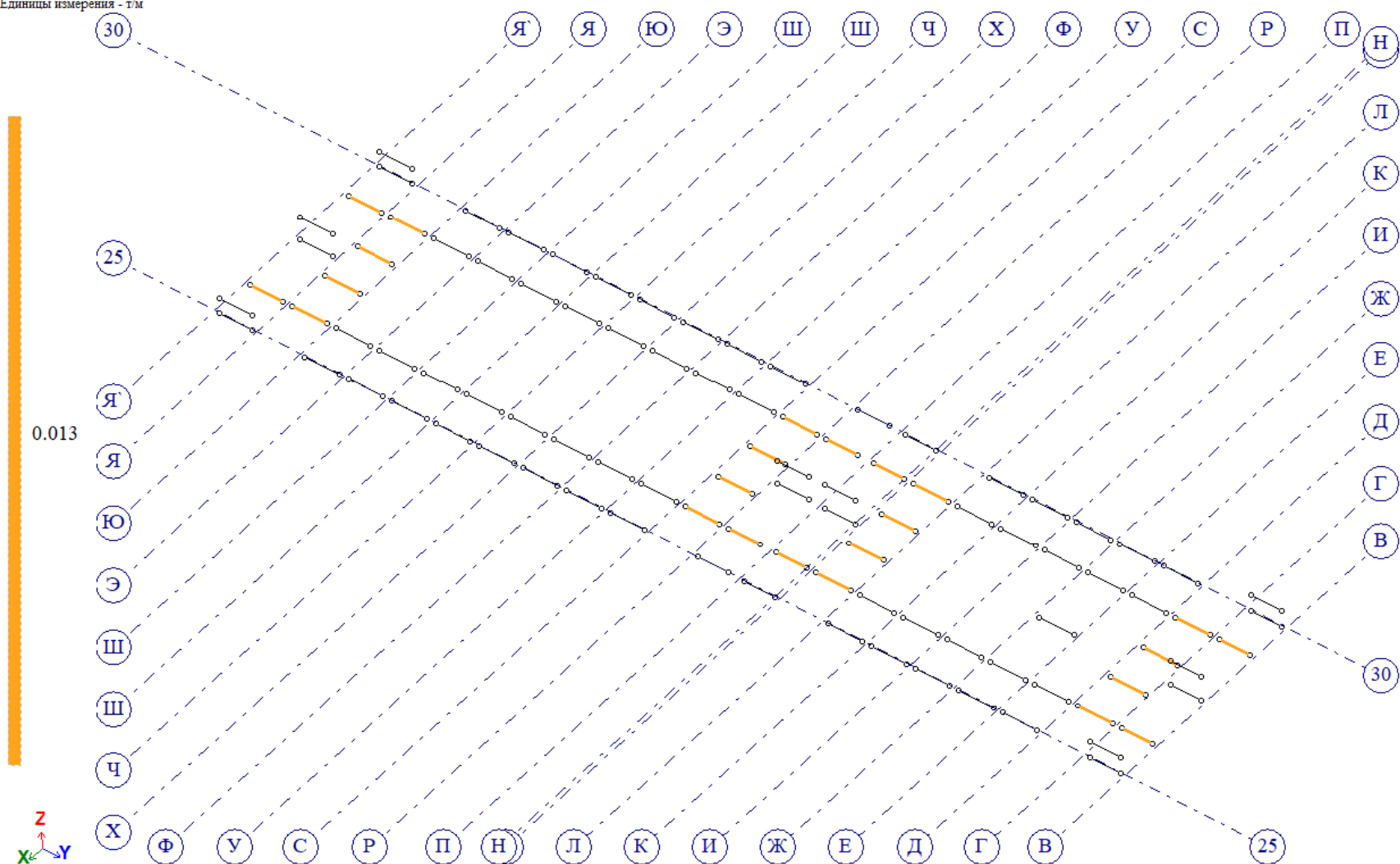


Рисунок 4.3 Мозаика загрузки связей нагрузками от собственного веса элементов усиления (загрузка б)

СВ усиление плит
Мозаика $q(\text{лин.})$ вдоль оси $Z(G)$
Единицы измерения - т/м

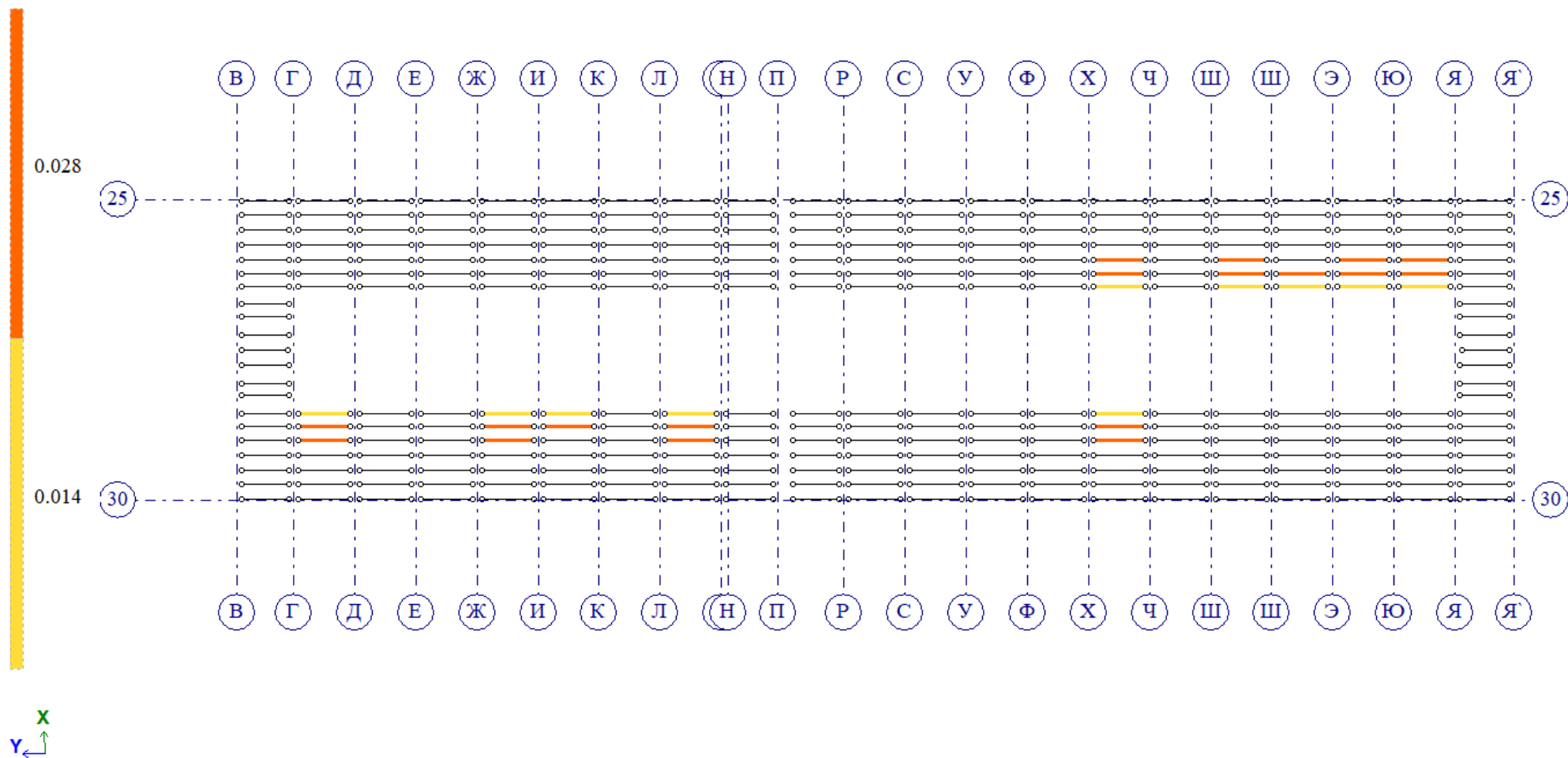


Рисунок 4.4. Мозаика загрузки плит покрытия нагрузками от собственного веса элементов усиления (загрузка 5)

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2020

Расчет по РСН: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 16.13330.2017)

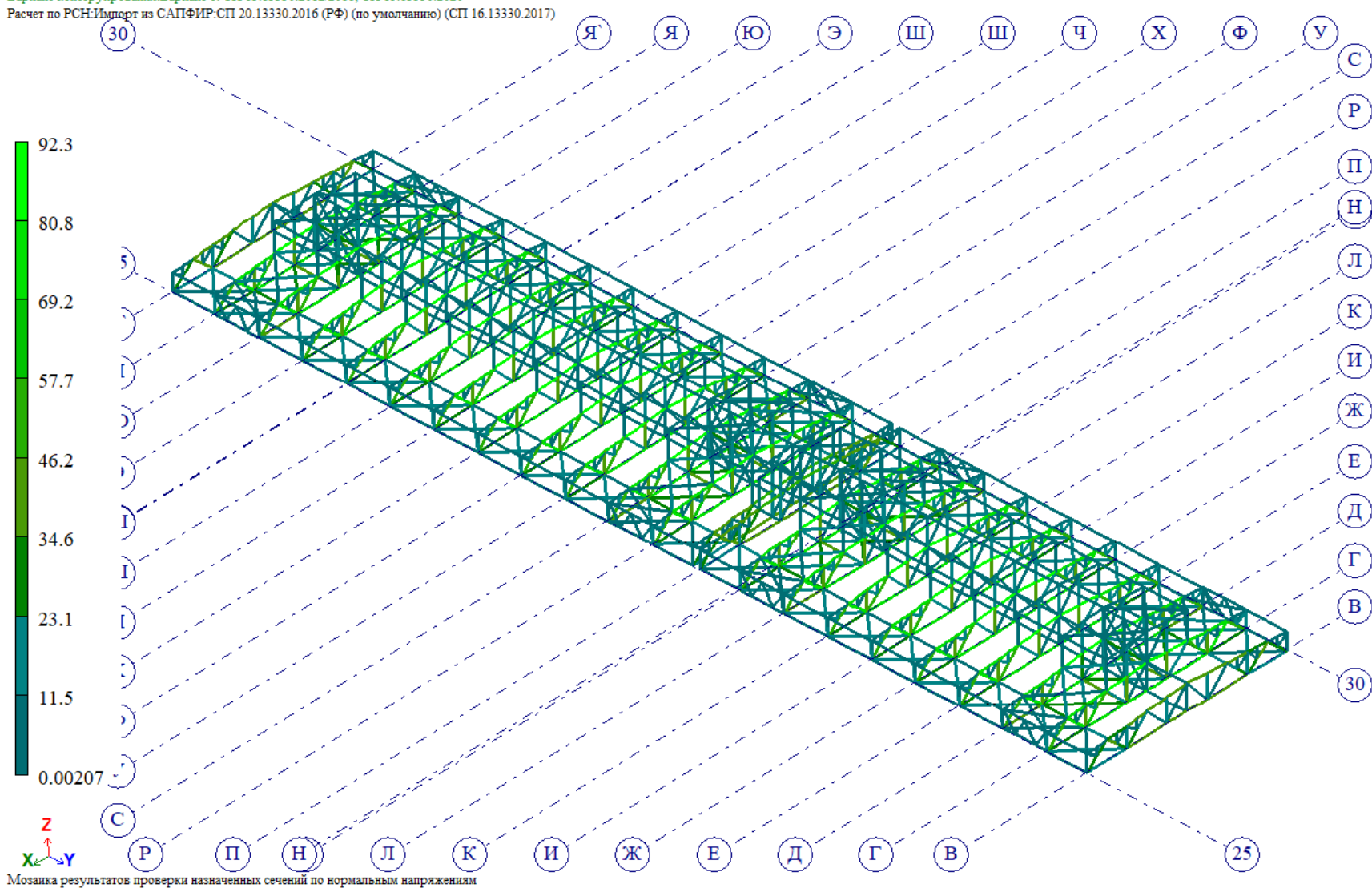


Рисунок 4.5 Мозаика коэффициентов использования стальных сечений по нормальным напряжениям σ (в %)

5. Усиление плит ребристых плит покрытия с дефицитом несущей способности

Способ усиления плит покрытия принят в соответствии с СТО НОСТРОЙ 124-2013 «Восстановление и повышение несущей способности железобетонных плит перекрытий и покрытий», рисунок 9.12, 9.21 – комбинированный вариант с усилением методом передачи усилий на стальные балки по всей длине плиты.

Нагрузка воспринимаемая усилением высчитывается из разницы между предельной снеговой нагрузки воспринимаемой сечением плиты с учётом коррозии (см. табл. 6.2 приложения Н ТЗК) и максимальной расчётной снеговой нагрузкой на плиту (см. табл. 8.6 приложения Н ТЗК). Данные нагрузки сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 Расчёт нагрузки воспринимаемой усилением плит

№ п/п	Плита	Максимальная расчётная снеговая нагрузка на плиту, кг/м ²	Максимальная нагрузка снеговая нагрузка воспринимаемая плитой, кг/м ²	Разница нагрузок (минимальная нагрузка воспринимаемая усилением), кг/м ²	Разница нагрузок (минимальная нагрузка воспринимаемая усилением), кг/м
1	Плита П-1	767	659	108	162
2	Плита П-2	646	464	182	273
3	Плита П-3	1071	849	222	334

Для унификации сечений балок усиления плит принимается максимальная нагрузка из таблицы (334 кг/м. пог двух рёбер плиты).

Узел передачи нагрузки с ребра плиты предполагается устраивать под местами существующих поперечных ребёр плит покрытия (3 точки).

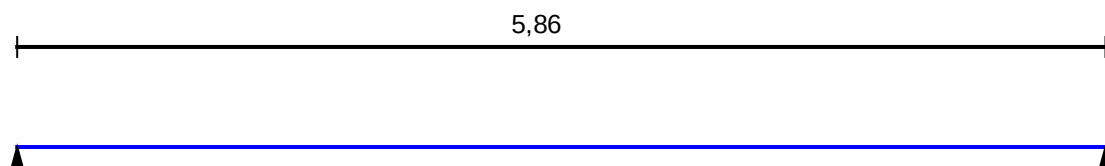
Для определения распределения нагрузки посчитаем доли нагрузки на опорные точки через разницу вертикальных перемещений плиты. Ниже представлен расчёт плиты по прогибу от собственного веса. Доли нагрузок на опорные точки представлены на рисунке 5.1.

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1

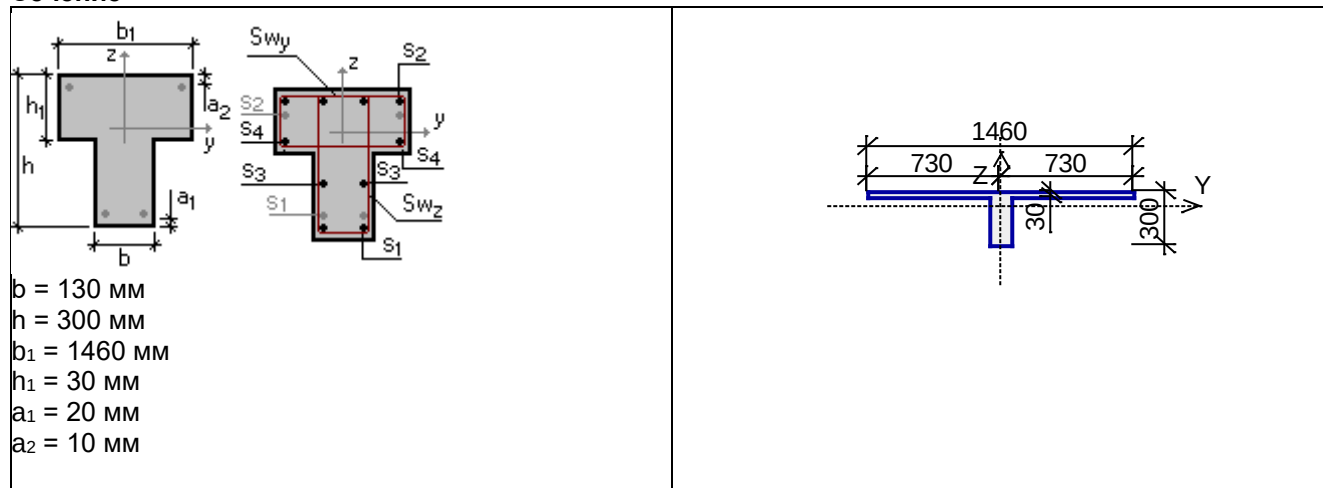
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Конструктивное решение



Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Заданное армирование

Пролет	Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
--------	---------	-----------	----------	---------

пролет 1	1	5,86	$S_1 - 4\varnothing 16$ $S_2 - 8\varnothing 6$ Поперечная арматура вдоль оси Z $2\varnothing 6$, шаг поперечной арматуры 105 мм	
----------	---	------	--	---

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В15

Удельный вес бетона $2,5 \text{ Т/м}^3$

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

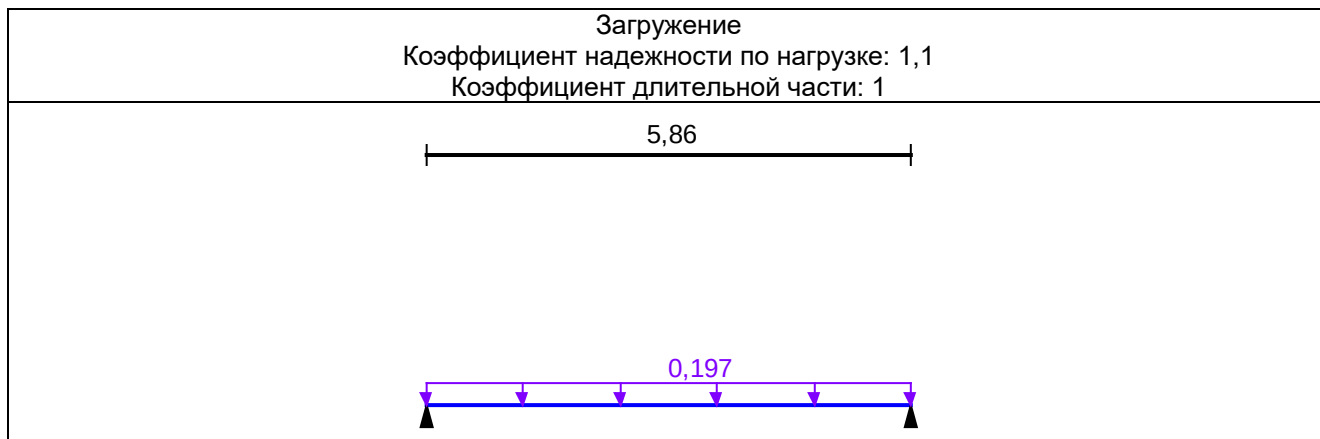
Условия эксплуатации

Режим влажности бетона - Естественная влажность

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Загружение

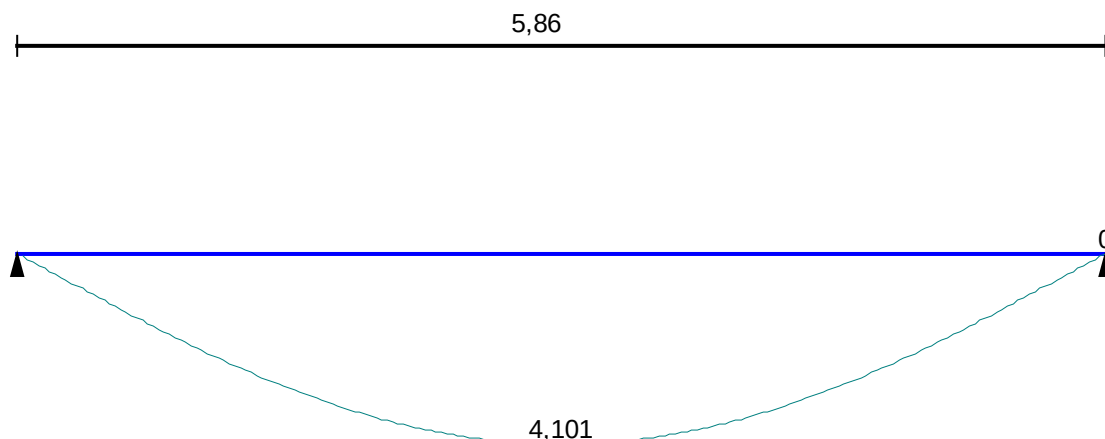
Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,197 Т/м	1



Результаты расчета прогибов

Пролет	Максимальный прогиб		Минимальный прогиб	
	Величина	Привязка	Величина	Привязка
	мм	м	мм	м
пролет 1	4,101	2,93	0	5,86

Эпюра прогибов



Максимальный прогиб 4,101 мм

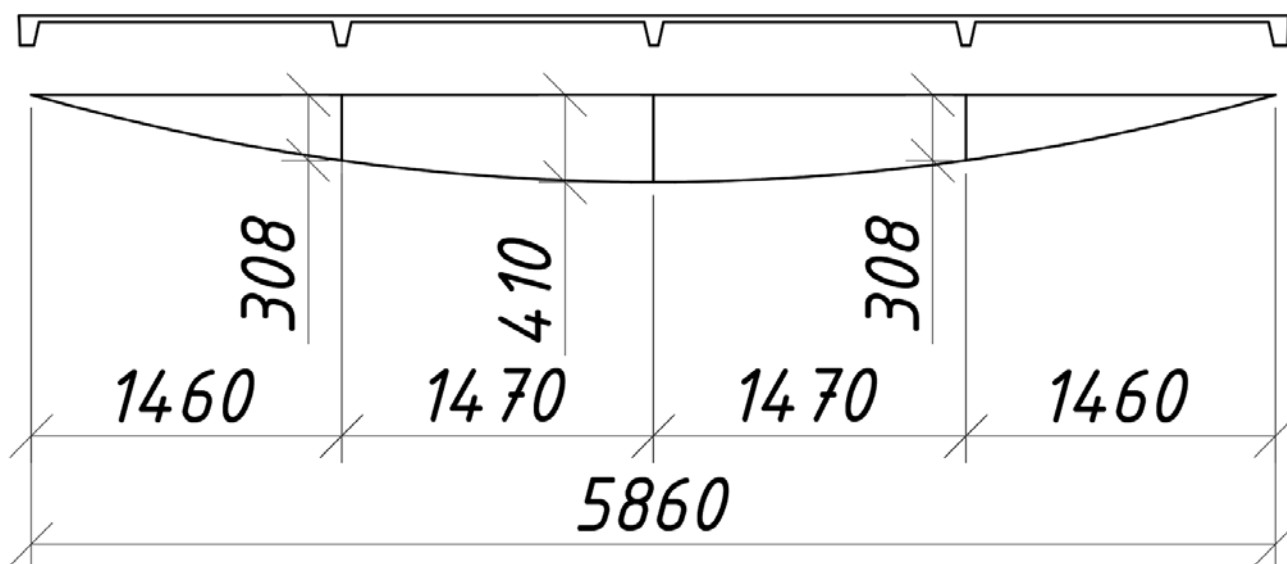


Рисунок 5.1 Доли распределения нагрузки на опорные точки

Сумма долей: $0,308 \times 2 + 0,41 = 1,026$

Фактическая доля нагрузки в % на каждую боковую опору $0,308/1,026 = 0,3$

Фактическая доля нагрузки в % на центральную опору: $0,41/1,026 = 0,4$

Суммарная нагрузка на 2 ребра плиты: $5,86 \times 334 = 1957,24$ кг

Нагрузка на каждую боковую опорную точку: $0,3 \times 1957,24 = 587,2$ кг

Нагрузка на центральную опорную точку: $0,4 \times 1957,24 = 782,9$ кг

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

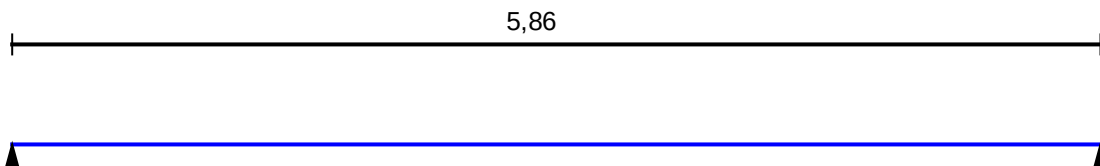
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



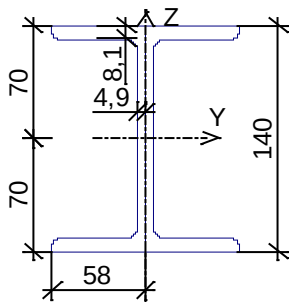
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

Закрепления из плоскости изгиба  Число участков $n=4$

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



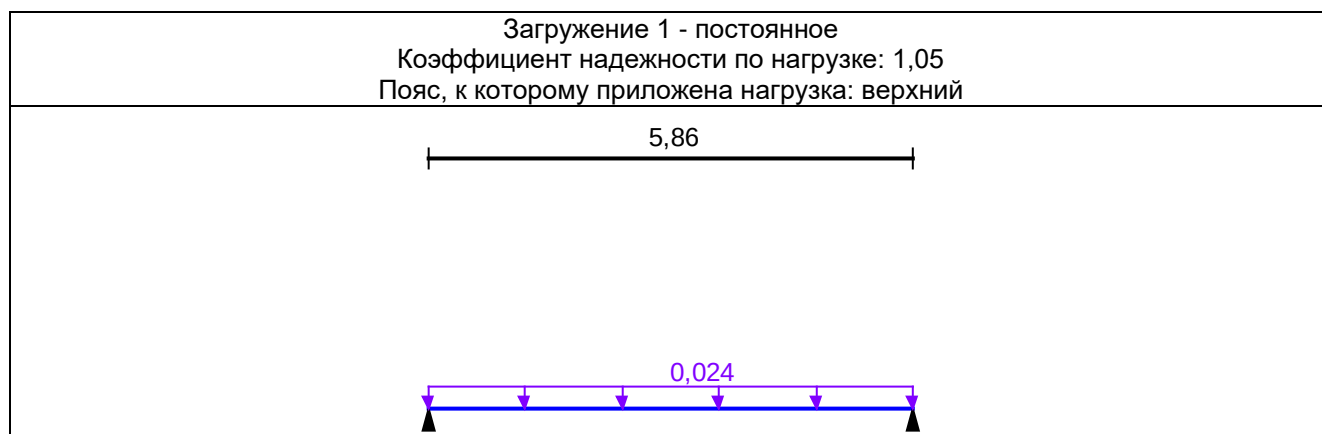
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89 14П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	31,2	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	13,005	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	11,968	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	986	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	206,347	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	5,208	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	8974,857	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	5,622	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,572	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	140,857	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	140,857	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	35,577	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	35,577	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	174,3	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	59,331	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	986	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	206,347	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	5,622	см
i _v	Минимальный радиус инерции	2,572	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,14	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,14	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,515	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,515	см
P	Периметр	68,84	см
M	Масса 1 м	24,492	кг

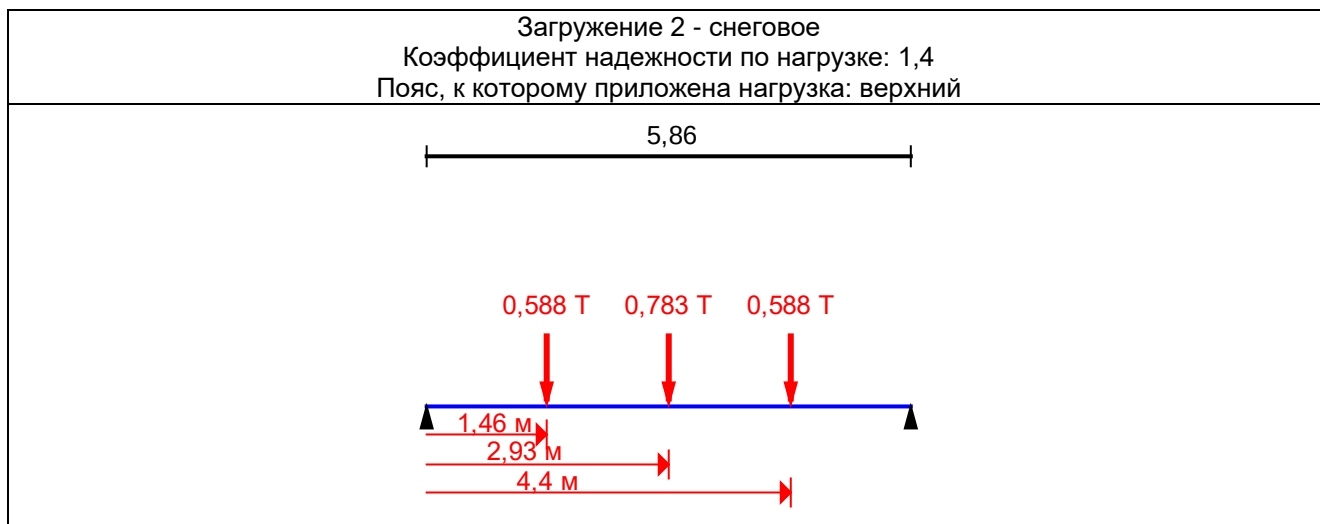
Загрузка 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,024 Т/м	1



Загружение 2 - снеговое

	Тип нагрузки	Величина	Т	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
		0,588	T	4,4	м	5,е-005
		0,588	T	1,46	м	5,е-005
		0,783	T	2,93	м	5,е-005



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,072	0,072
по критерию $M_{\min}$	0,072	0,072
по критерию $Q_{\max}$	1,051	0,072
по критерию $Q_{\min}$	0,072	1,051

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,062
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,613
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,613
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,41
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	0,107
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	0,297

Коэффициент использования 0,613 - Прочность при действии изгибающего момента

Для конструирования принимается сечение из двух швеллеров 14 П.

Расчёт сварного шва между швеллером и удлинительной пластиной

Для унификации сечений конструирования шва расчёт производится по максимальной нагрузке на узел. Максимальная нагрузка на центральный опорный узел составляет 0,783т, на один шов приходится 0.392 т.

Также сварное соединение испытывает момент в плоскости из-за изгиба балки усиления. Рассмотрен худший случай приложения всей нагрузки на торец опорного уголка, см. рисунок 5.2. Момент в плоскости пластины составляет $0,392 \cdot 0,07 = 0,028 \text{ т} \cdot \text{м}$.

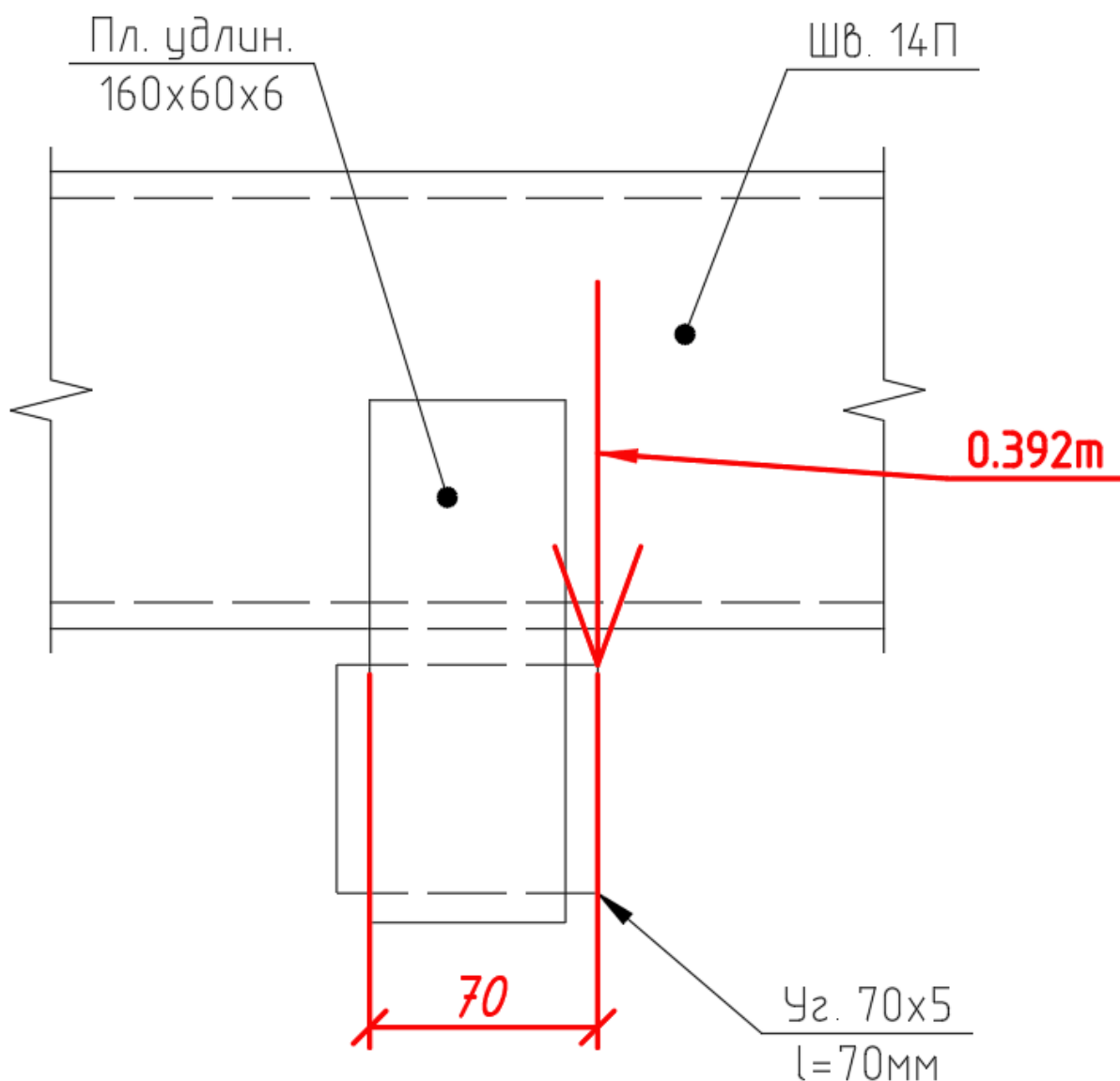


Рисунок 5.2 Схема вычисления момент на сварное соединение

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

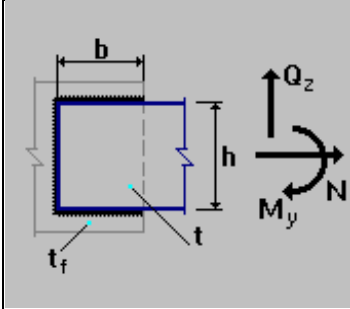
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 5 мм $b = 50$ мм $h = 70$ мм $t = 5$ мм $t_f = 4,9$ мм

Усилия

 $N = 0,392$ Т $M_y = 0,03$ Т*м $Q_z = 0$ Т

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,116
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,103

Коэффициент использования 0,116 - По металлу шва

Расчёт сварного шва между удлинительной пластиной и опорным уголком

Нагрузка на сварной шов принята аналогичной из прошлого пункта.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

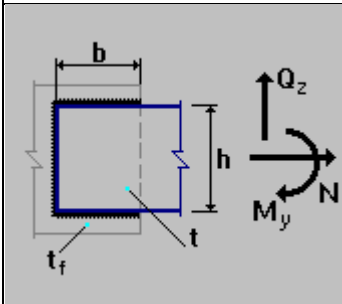
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 5 мм $b = 70$ мм $h = 60$ мм $t = 5$ мм $r_f = 5$ мм

Усилия

$$N = 0,392 \text{ Т}$$

$$M_y = 0,03 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = 0 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,096
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,085

Коэффициент использования 0,096 - По металлу шва

5.1 Расчёт усиления ребра плит в зоне у торцов пролётов

В соответствии с таблицей 5.1 максимальная дополнительная нагрузка, воспринимаемая усилением на 1 ребро составляет 167 кг/м.пог.

Узел передачи нагрузки с ребра плиты предполагается устраивать под местами существующих поперечных ребёр плит покрытия (3 точки).

Доли загрузжений на точки принимаются в соответствии с рисунком 5.1.

Суммарная нагрузка на ребро плиты: $5,86 \times 167 = 978,62$ кг

Нагрузка на каждую боковую опорную точку: $0,3 \times 978,62 = 293,6$ кг

Нагрузка на центральную опорную точку: $0,4 \times 978,62 = 391,5$ кг

В качестве балки усиления выбран Двутавр 14Б2.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

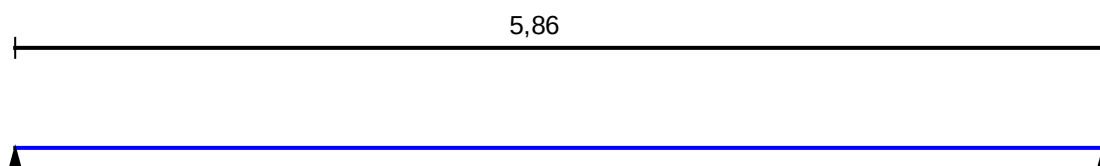
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

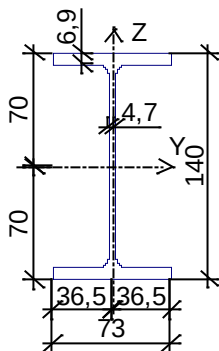
Закрепления из плоскости изгиба



Число участков $n=4$

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 14Б2

Геометрические характеристики

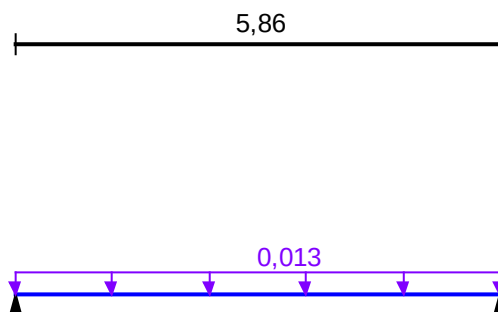
	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	16,43	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	7,204	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	5,788	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	541	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	44,9	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	2,447	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	1988,577	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	5,738	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,653	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	77,286	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	77,286	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	12,301	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	12,301	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	88,344	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	19,247	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	541	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	44,9	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	5,738	см
i _v	Минимальный радиус инерции	1,653	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,749	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,749	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,704	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,704	см
P	Периметр	55,058	см
M	Масса 1 м	12,898	кг

Загружение 1 - постоянное

ООО «КДС-3»	70
-------------	----

	Тип нагрузки	Величина		Коэффициент включения собственного веса
		0,013	Т/м	1

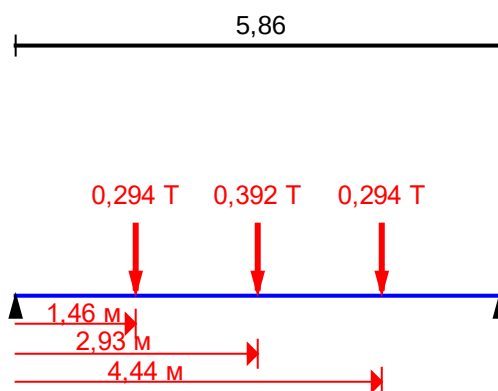
Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,05
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



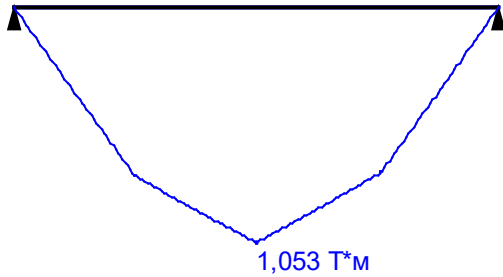
Загружение 2 - снеговое

	Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s		Коэффициент включения собственного веса
		0,294	Т	1,46	м	5,е-005
		0,294	Т	4,44	м	5,е-005
		0,392	Т	2,93	м	5,е-005

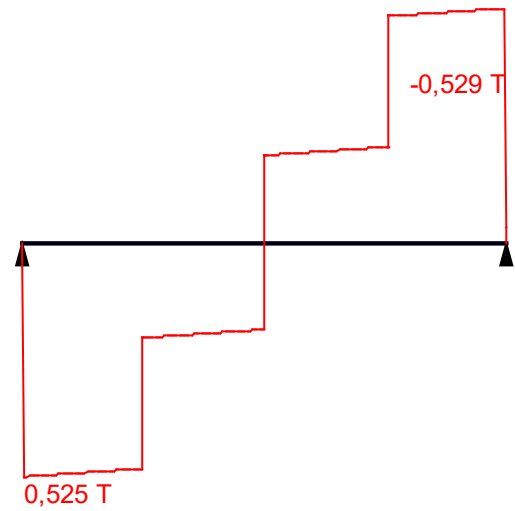
Загружение 2 - снеговое
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,4
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

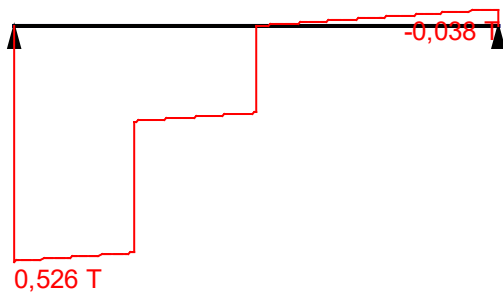


Максимальный изгибающий момент

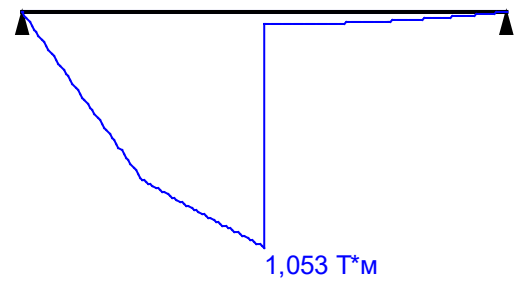


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,038	0,038
по критерию $M_{\min}$	0,038	0,038
по критерию $Q_{\max}$	0,526	0,038
по критерию $Q_{\min}$	0,038	0,53

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,065
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,557
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,557
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,389
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	0,233
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	0,2

Коэффициент использования 0,557 - Прочность при действии изгибающего момента

6. Усиление железобетонных ферм покрытия

Способ усиления принят в соответствии с предложением технического заказчика по схеме авторского свидетельства №346459. Решение см. на рисунке 6.1.1.

В данном решении несущие швеллеры преднапрягаются с помощью винтового домкрата и передают напряжение с пролётов верхнего пояса фермы на узлы.

Для унификации решения узлы опорных и домкратных хомутов разрабатываются одинаковыми на все типы усиливаемых ферм, т.к. во всех случаях принимаются идентичные сечения балок (т.к. существует ограничение по минимальной высоте подхвата домкратов. В расчёте учитывается, что вся сосредоточенная нагрузка от плит в пролётах ВП воспринимается элементами усиления.

Рассчитаны максимальные и минимальные усилия в домкратах в приопорных и пролётных зонах верхних поясов различных ферм. Промежуточные значения необходимых перемещений домкратов подобраны с помощью интерполяции по значениям снеговой нагрузки (см. схему снеговых нагрузок в ТЗК, приложение Н, п.3.2).

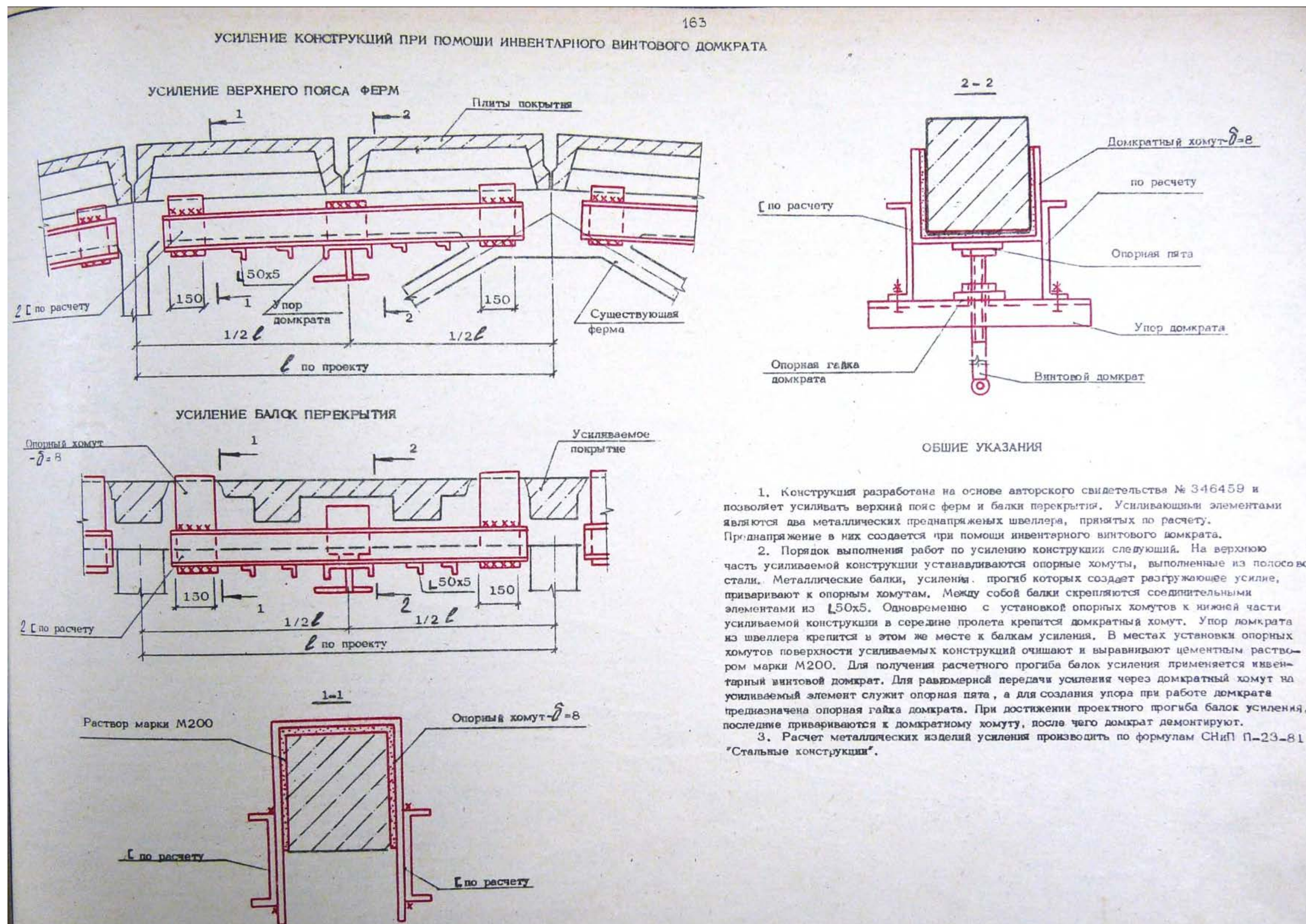


Рисунок 6.1.1 Авторское решение №346459

6.1 Усиление ферм покрытия ФС-1.1, ФС-1.1*

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем максимальную нагрузку от плиты. Максимальная сосредоточенная нагрузка на ВП фермы ФС-1 (а также ФС-2, ФС-3) в месте опирания плиты рассчитывается следующим образом:

Распределённые расчётные нагрузки на покрытие: 0,132 т/м² от собственного веса плиты покрытия, 0,091 т/м² от пирога покрытия, $(1,071 + 0,646)/2 = 0,858$ т/м² от снегового мешка (в расчёте учтены 2 соседних пролёта с максимальными нагрузками, см. схему в ТЗК, приложение Н, п.3.2.)

Итого суммарная распределённая нагрузка: 1,081 т/м²;

Грузовая площадь – 9м²;

Сосредоточенная нагрузка на ВП фермы в месте опирания плит – 9,73т.

Все узлы подбираются на данную максимальную нагрузку.

6.1.1 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в центральных пролётах при максимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

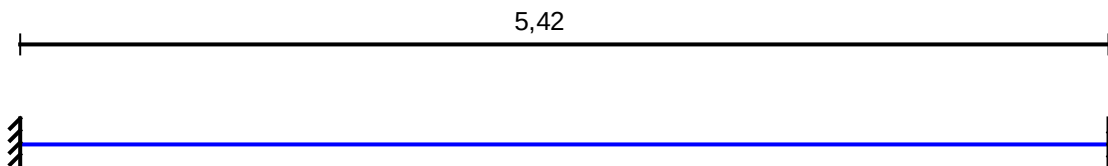
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



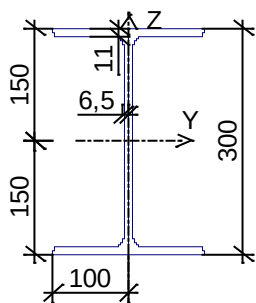
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

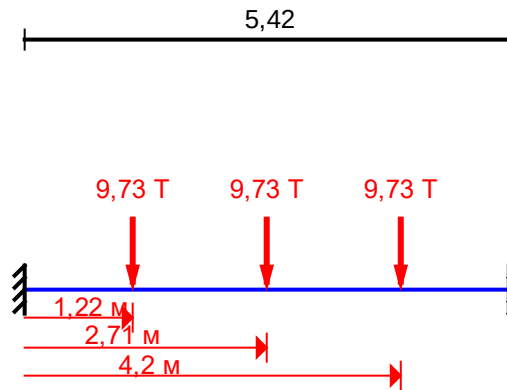
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
		9,73	T 4,2	м 0,13	м
		9,73	T 1,22	м 0,13	м
		9,73	T 2,71	м 0,13	м

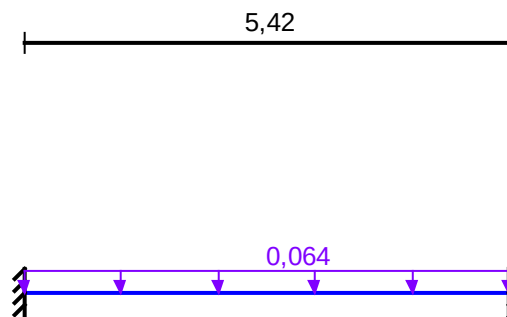
Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний



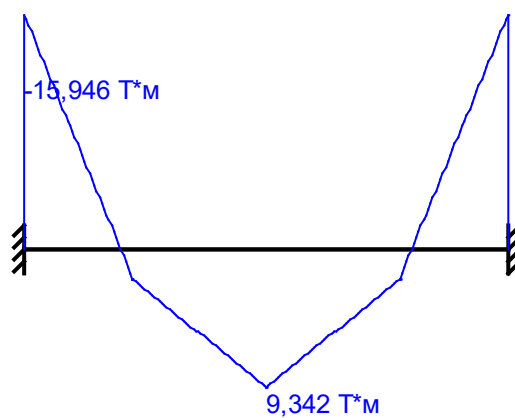
Загружение 2 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 T/м	1

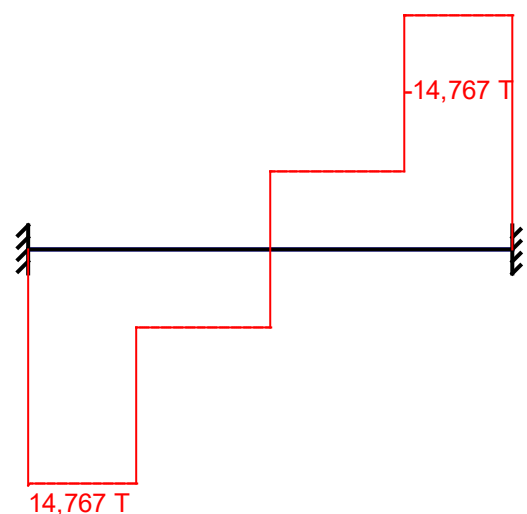
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,05
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



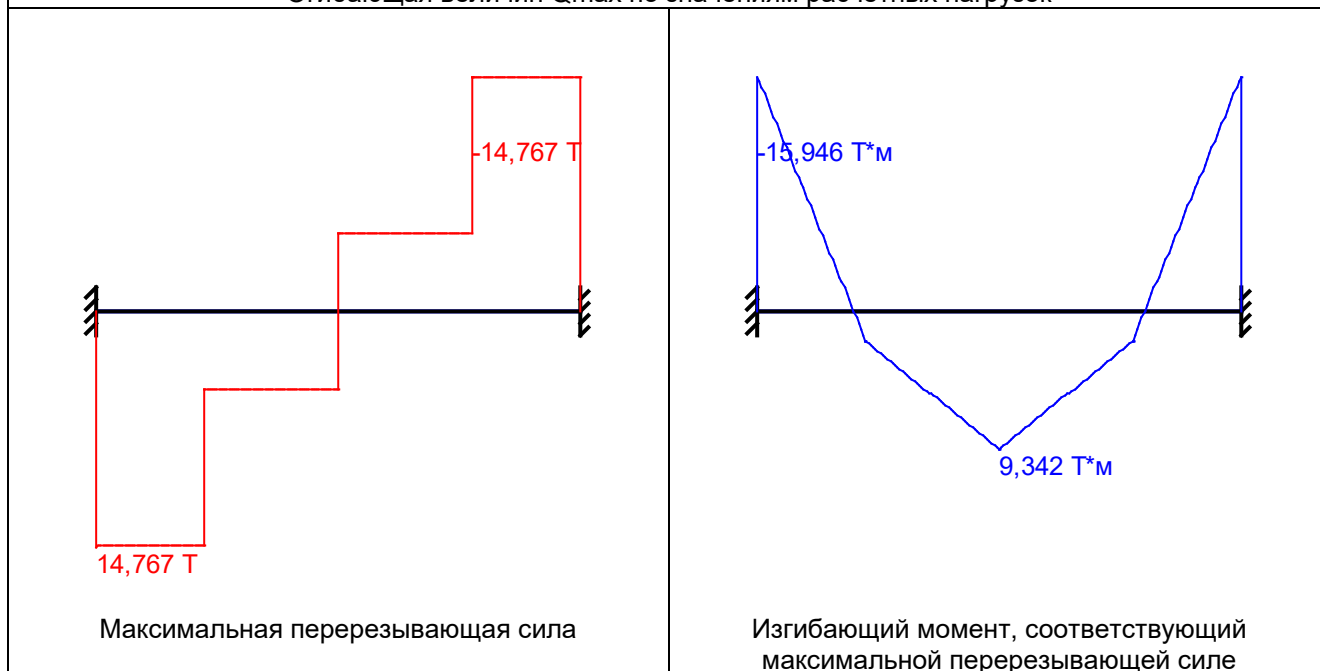
Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальный изгибающий момент



Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 Т*м	Сила в опоре 1 Т	Сила в опоре 2 Т	Момент в опоре 2 Т*м
по критерию $M_{\max}$	-15,946	14,767	14,767	-15,946
по критерию $M_{\min}$	-15,946	14,767	14,767	-15,946
по критерию $Q_{\max}$	-15,946	14,767	14,767	-15,946
по критерию $Q_{\min}$	-15,946	14,767	14,767	-15,946

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,304
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,839
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,839
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,651
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	0,191
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	0,463

Коэффициент использования 0,839 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

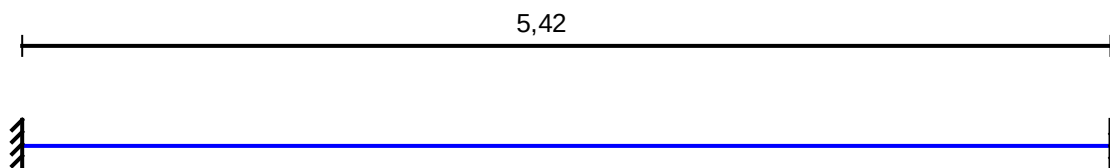
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



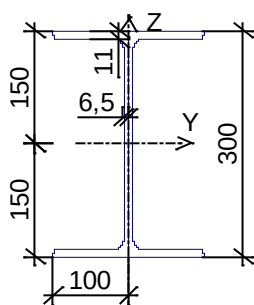
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



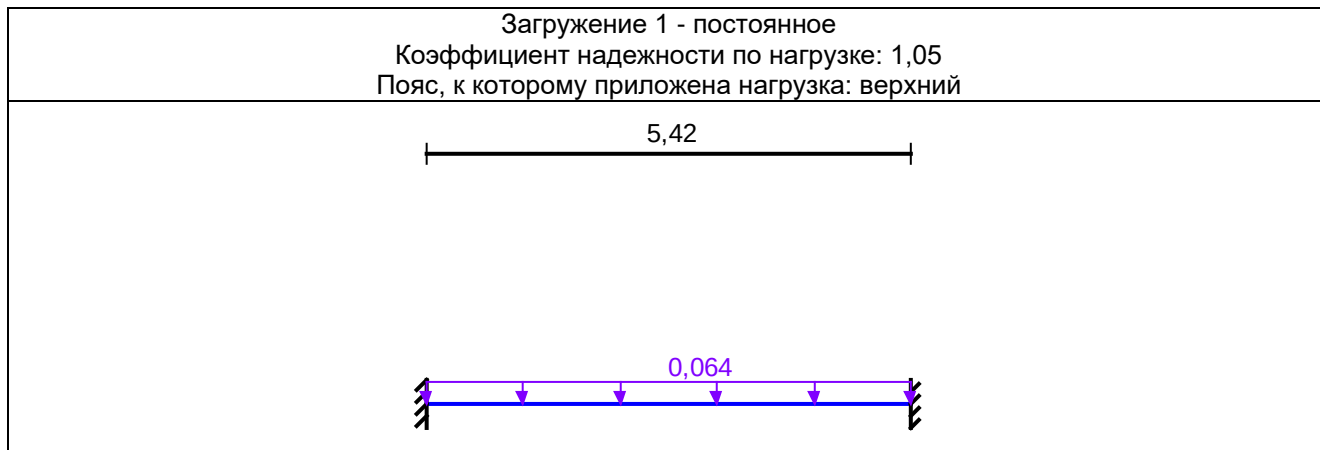
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

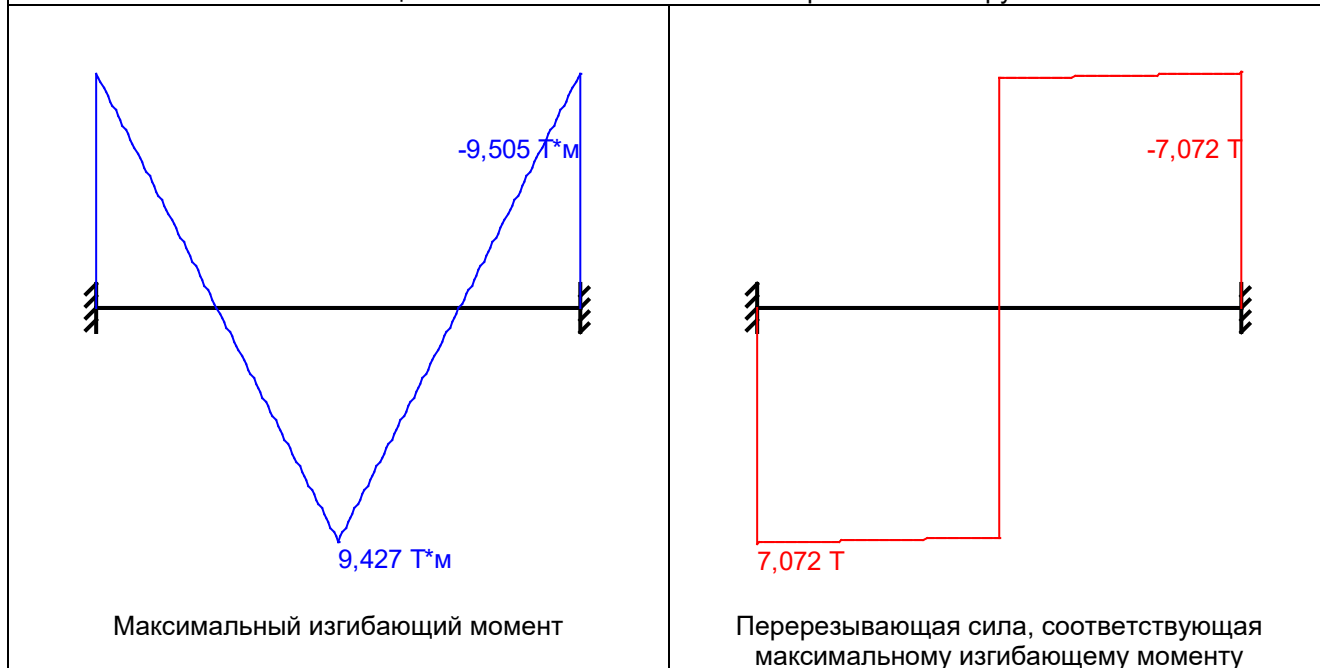


Загружение 2 - постоянное

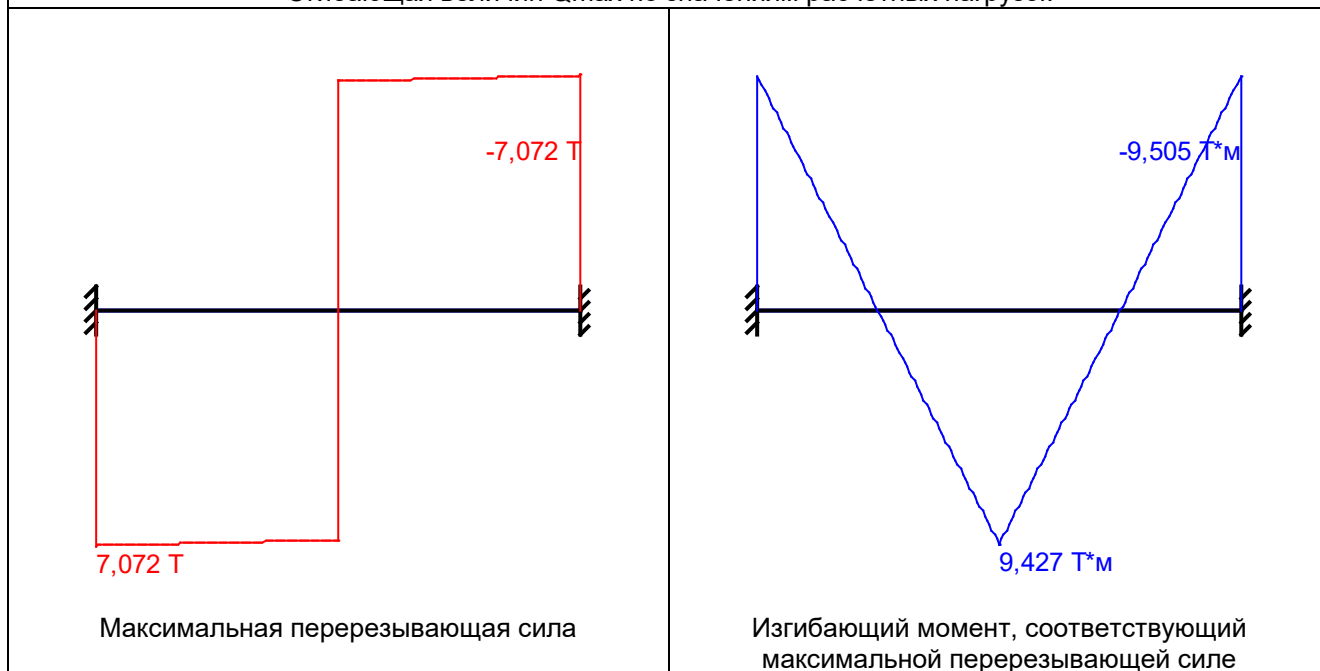
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	20	Т 2,71 м	м 0,3	
↓	-5	Т 2,71 м	м 0,3	
↓	-1	Т 2,71 м	м 0,3	
↓	-0,5	Т 2,71 м	м 0,3	
↓	0,3	Т 2,71 м	м 0,3	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	Т*м	Т	Т	Т*м
по критерию $M_{\max}$	-9,505	7,072	7,072	-9,505
по критерию $M_{\min}$	-9,505	7,072	7,072	-9,505
по критерию $Q_{\max}$	-9,505	7,072	7,072	-9,505
по	-9,505	7,072	7,072	-9,505

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
критерию Q_{min}				

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,146
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,5
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,5
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,381
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	0,191
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	0,358

Коэффициент использования 0,5 - Прочность при действии изгибающего момента

Максимальный прогиб - 0,005 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 13,8тонн, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 5мм.

6.1.2 Расчёт сварного шва крепления балок к опорным хомутам ФС-1.1, ФС-1.1*

Усилия в сварном шве принимаем в соответствии с эпюрами из п. 6.1.1 с разделением на 2 швеллера ($M=9,505/2=4,753 \text{ т*м}$, $Q=7,07/2=3,535 \text{ т}$).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

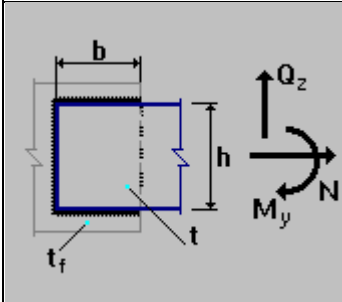
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Потолочное

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 6 мм $b = 250 \text{ мм}$ $h = 300 \text{ мм}$ $t = 8 \text{ мм}$ $t_f = 6,5 \text{ мм}$

Усилия

$N = 0 \text{ Т}$

$M_y = 4,753 \text{ Т*м}$

$Q_z = 3,535 \text{ Т}$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,495
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,444

Коэффициент использования 0,495 - По металлу шва

6.1.3 Расчёт сварного шва соединения опорного хомута ФС-1.1, ФС-1.1*

Усилия в данном шве идентичны усилиям в п. 6.1.2. В качестве элемента крепления применяем уголок.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

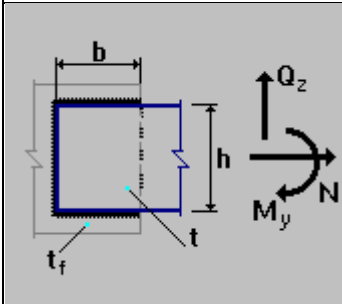
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Потолочное

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 8 мм $b = 90$ мм $h = 250$ мм $t = 8$ мм $t_f = 8$ мм

Усилия

$N = 3,535$ Т

$M_y = 4,753$ Т*м

$Q_z = 0$ Т

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,789
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,699

Коэффициент использования 0,789 - По металлу шва

Ширину накладки принимаем 250мм, сечение уголка 110x8.

6.1.4 Расчёт сварного шва крепления балок к домкратному хомуту ФС-1.1, ФС-1.1*

Усилие в шве принимается равным нагрузке от домкрата, с разделением на 2 шва ($N=13,8/2=6,9\text{Т}$).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

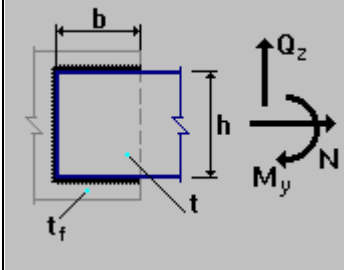
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Потолочное

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 6 мм $b = 100 \text{ мм}$ $h = 200 \text{ мм}$ $t = 6,5 \text{ мм}$ $r_f = 8 \text{ мм}$

Усилия

$N = 6,9 \text{ Т}$

$M_y = 0 \text{ Т*м}$

$Q_z = 0 \text{ Т}$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,187
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,169

Коэффициент использования 0,187 - По металлу шва

6.1.5 Расчёт сварного шва соединения домкратного хомута ФС-1.1, ФС-1.1*

Усилие в шве принимается идентичным из п. 6.1.4.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

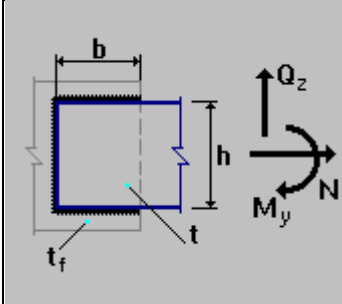
Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности	1
Коэффициент условий работы	1
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330	1

Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Потолочное

Тип	Параметры
 Сечение - Полный каталог профилей ГОСТ.. Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6	Катет шва = 8 мм $b = 90$ мм $h = 200$ мм $t = 8$ мм $t_f = 8$ мм

Усилия

$N = 6,9$ Т

$M_y = 0$ Т*м

$Q_z = 0$ Т

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 14.1.16 формула (176)	По металлу шва	0,148
п. 14.1.16 формула (177)	По металлу границы сплавления	0,134

Коэффициент использования 0,148 - По металлу шва

6.1.6 Расчёт болтового соединения балок усиления с упором домкрата ФС-1.1, ФС-1.1*

Усилие на один из 4-х болтов составляет $N=13,8/4=3,45\text{т}$.

СП 16.13330.2017 изм.2



Исходные данные для расчета болтовых соединений

d_b	=	14	мм - наружный диаметр стержня болта;	
		10.9	- класс прочности болта;	Таб. В.3
		В, С	- класс точности болта;	Таб. В.5
n_s	=	1	шт. - число расчетных срезов одного болта;	
$\sum t$	=	16	мм - наименьшая суммарная толщина соединяемых элементов, сминаемых в одном напр.;	
R_{un}	=	360	н/мм ² - Временное нормативное сопротивление стали соединяемых элементов;	
γ_c	=	0.90	- коэффициент условий работы, определяемый по табл. 1;	
γ_b	=	1.00	- коэффициент условий работы болтового соединения, определяемый по табл. 41;	
N_s	=	0	т - срезающие усилие действующее на болт;	
N_t	=	4	т - растягивающее усилие действующее на болт;	
A_b	=	1.54	см ² - Площадь сечения стержня болта брутто;	
A_{bn}	=	1.20	см ² - Площадь сечения резьбовой части болта нетто;	
R_{bs}	=	416	н/мм ² - расчетное сопротивление срезу одноболтового соединения;	
R_{bp}	=	475	н/мм ² - расчетное сопротивление смятию одноболтового соединения;	
R_{bt}	=	728	н/мм ² - расчетное сопротивление растяжению одноболтового соединения;	

Расчет одноболтового соединения

Согласно СП 16.13330.2017:

14.2.9 Расчетное усилие, которое может воспринять одним болтом, в зависимости от вида напряженного состояния следует определять по формулам:

При срезе:

$$N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c = 416 \cdot 10.2 \cdot 1.54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.9 / 1000 = 5.88 \text{ т} \quad (186)$$

При смятии:

$$N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t \gamma_b \gamma_c = 416 \cdot 10.2 \cdot 1.4 \cdot 16 \cdot 1 \cdot 0.9 / 1000 = 9.76 \text{ т} \quad (187)$$

При растяжении:

$$N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c = 728 \cdot 10.2 \cdot 1.2 \cdot 0.9 / 1000 = 8.02 \text{ т} \quad (188)$$

14.2.13 При одновременном действии на болтовое соединение усилий, вызывающих срез и растяжение болтов, наиболее напряженный болт, наряду с проверкой по формуле (188), следует проверять по формуле:

$$\sqrt{(N_s / N_{bs})^2 + (N_t / N_{bt})^2} = 0.50 \leq 1 \quad (190)$$

Условие выполняется

Принимаем 4 болта М14 с классом прочности 10.9.

6.1.7 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в центральных пролётах при минимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем минимальную нагрузку от плиты. Максимальная сосредоточенная нагрузка на ВП фермы ФС-1 (а также ФС-2, ФС-3) в месте опирания плиты рассчитывается следующим образом:

Распределённые расчётные нагрузки на покрытие: 0,132 т/м² от собственного веса плиты покрытия, 0,091 т/м² от пирога покрытия, 0,263 т/м² от снегового мешка (усредненная нагрузка).

Итого суммарная распределённая нагрузка: 0,486 т/м²;

Грузовая площадь – 9м²;

Сосредоточенная нагрузка на ВП фермы в месте опирания плит – 4,374т.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

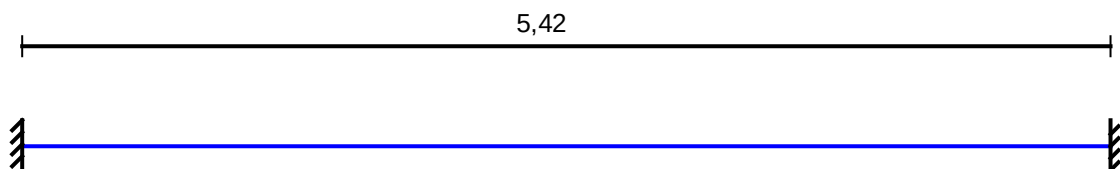
Общие характеристики**Сталь:** С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

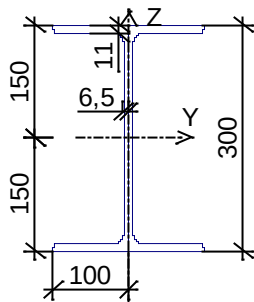
Коэффициент условий работы 1

**Конструктивное решение****Закрепления от поперечных смещений и поворотов**

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение

Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

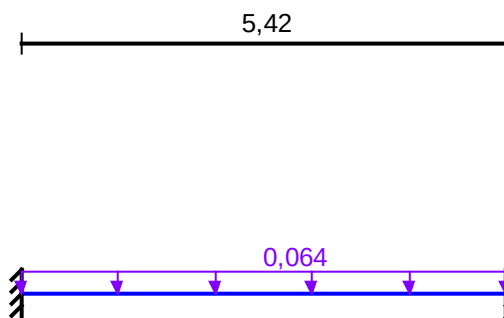
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Кoeffициент включения собственного веса
		0,064	Т/м 1

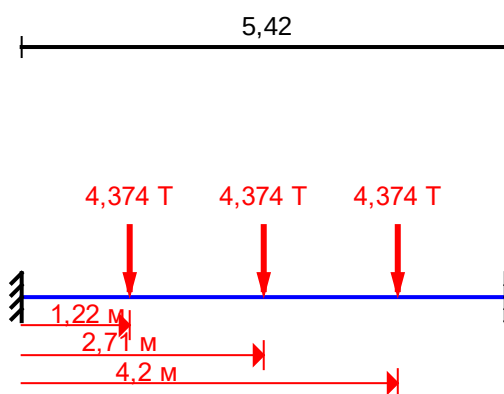
Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,05
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



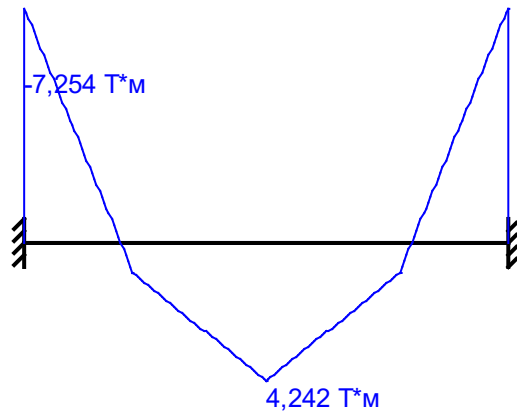
Загружение 2 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
		4,374	T 4,2	м 0,12	м
		4,374	T 1,22	м 0,12	м
		4,374	T 2,71	м 0,12	м

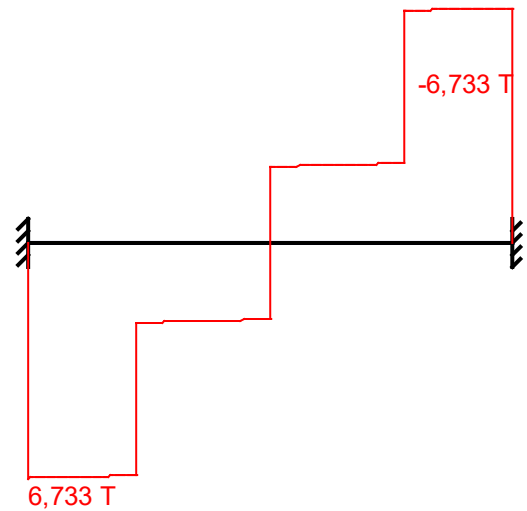
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

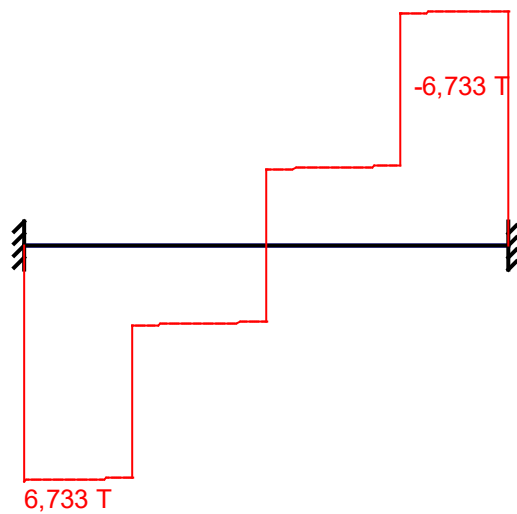


Максимальный изгибающий момент

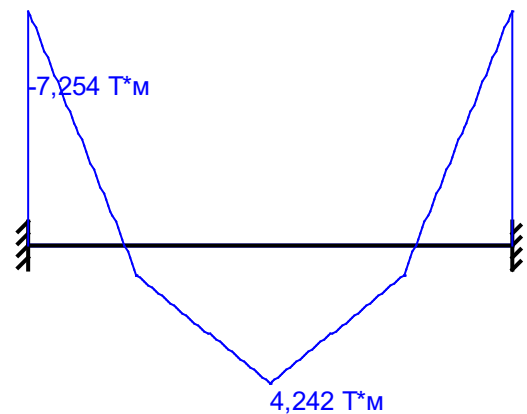


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	$T^*м$	T	T	$T^*м$
по критерию $M_{\max}$	-7,254	6,733	6,733	-7,254
по критерию $M_{\min}$	-7,254	6,733	6,733	-7,254
по	-7,254	6,733	6,733	-7,254

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*M	T	T	T^*M
критерию Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-7,254	6,733	6,733	-7,254

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,139
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,381
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,381
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,296
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	0,191
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	0,312

Коэффициент использования 0,381 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

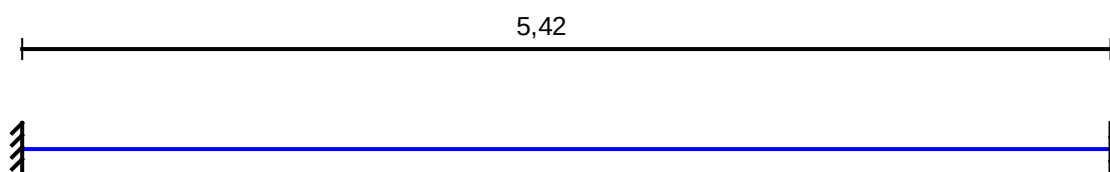
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



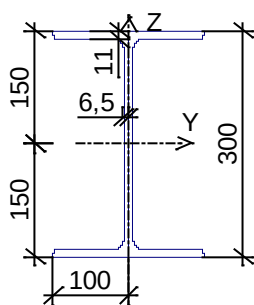
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



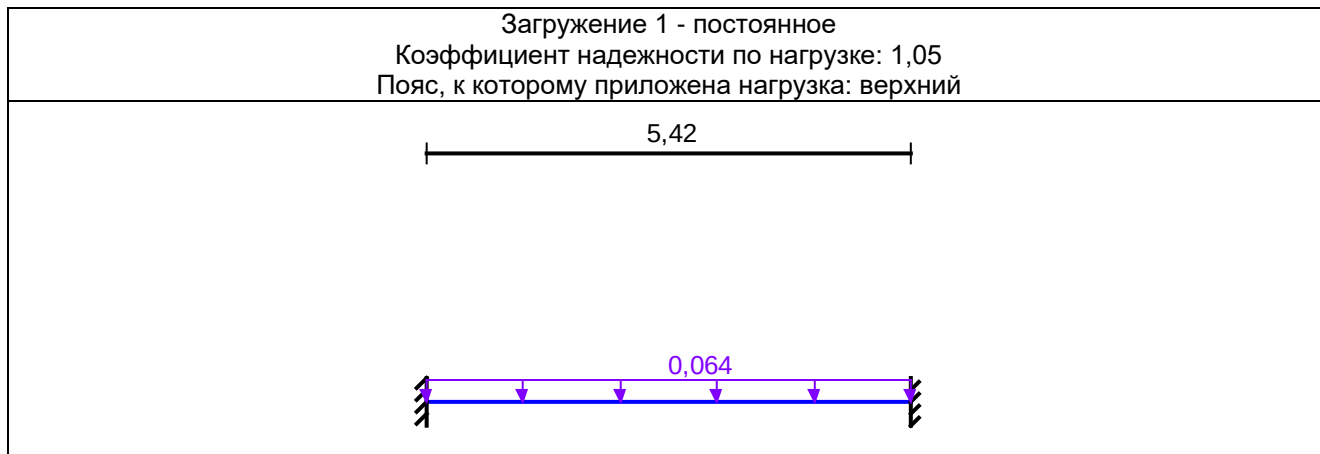
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

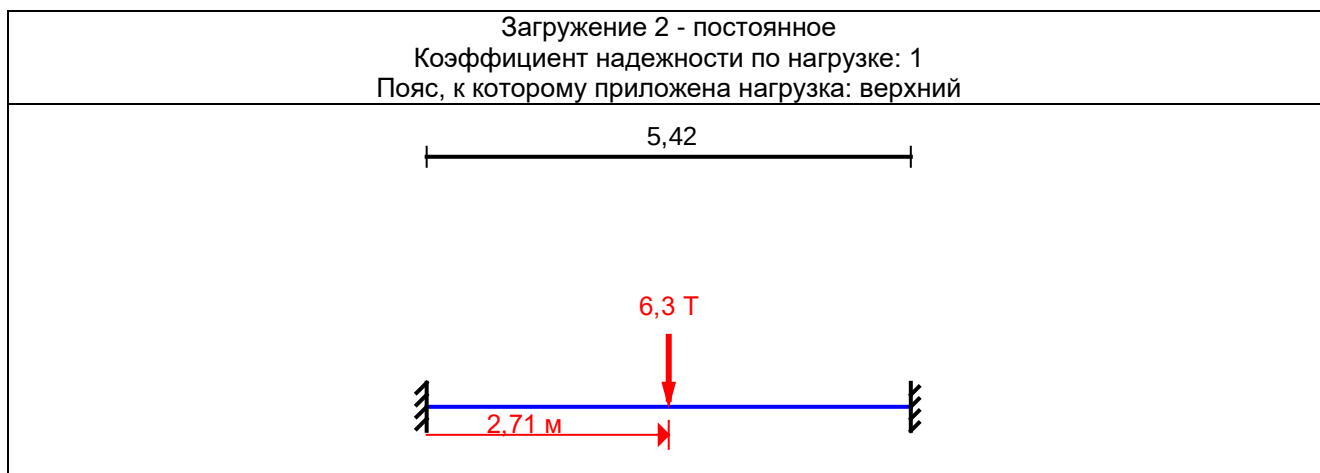
Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

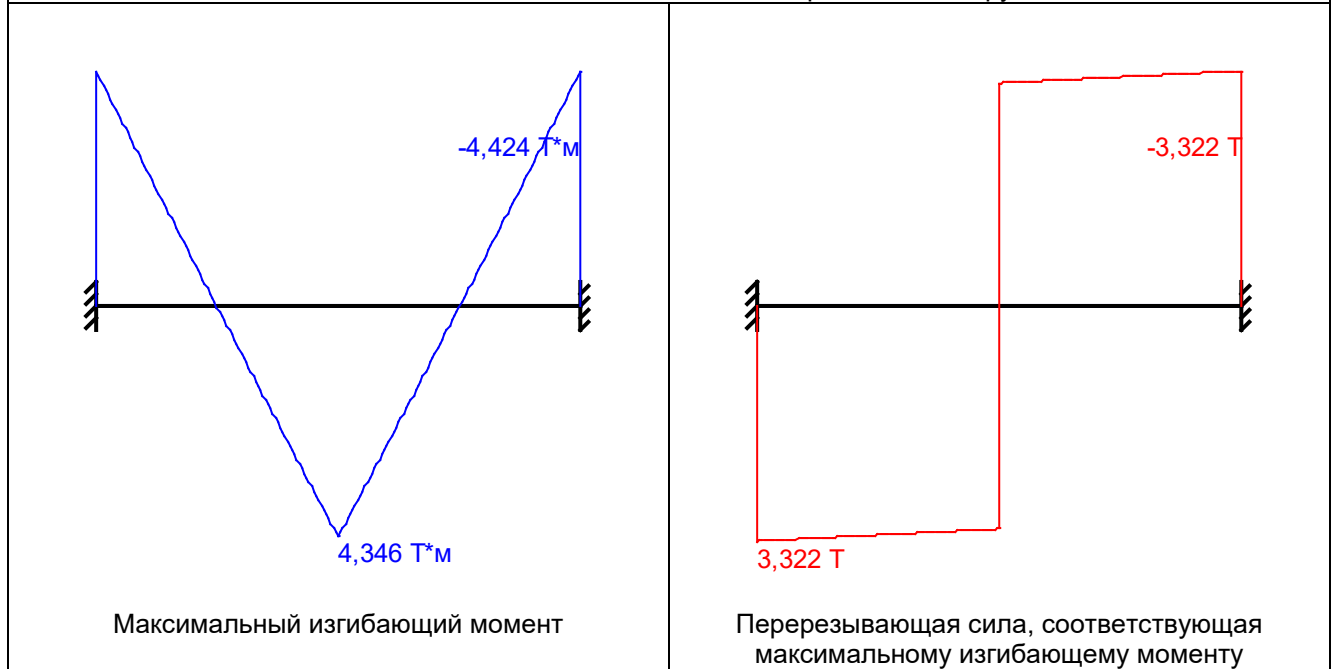


Загружение 2 - постоянное

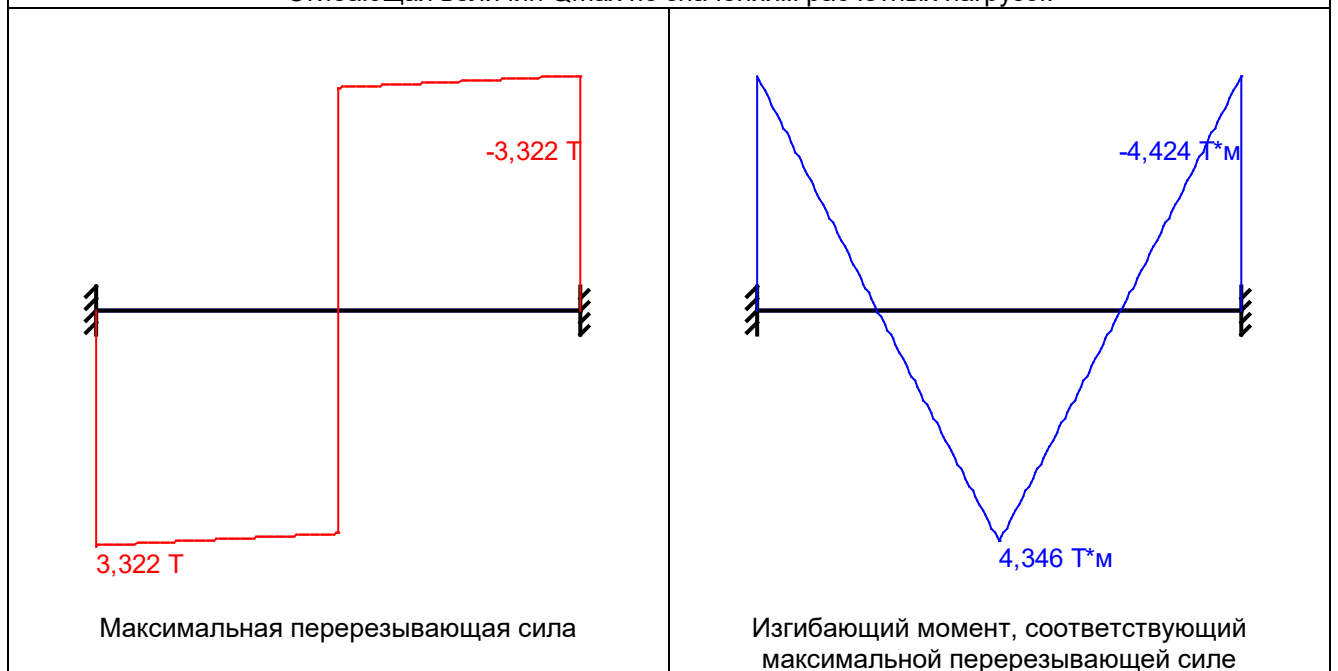
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	6.3 Т	2,71 м	0,2 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*м	T	T	T*м
по критерию $M_{\max}$	-4,424	3,322	3,322	-4,424
по критерию $M_{\min}$	-4,424	3,322	3,322	-4,424
по	-4,424	3,322	3,322	-4,424

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
критерию Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-4,424	3,322	3,322	-4,424

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,069
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,233
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,233
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,178
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	0,191
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	0,244

Коэффициент использования 0,244 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,002 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 6.3 тонны, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 2мм.

6.1.8 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в приопорных пролётах при максимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем максимальную нагрузку от плиты, подбор нагрузки см. в п. 6.1.1.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

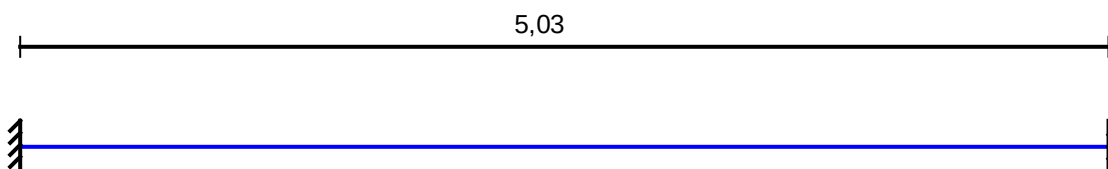
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



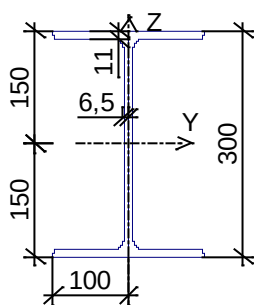
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



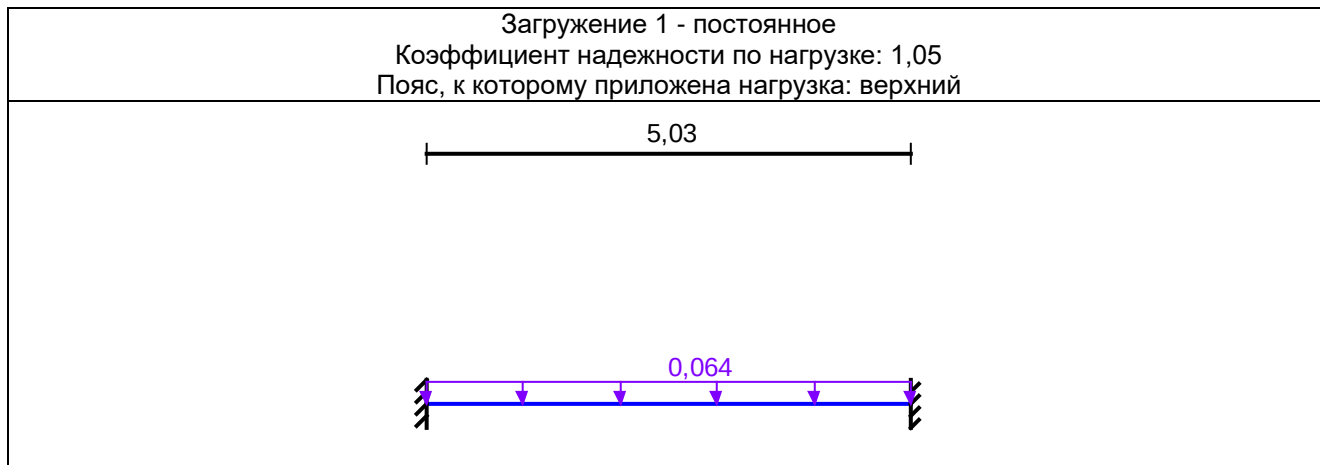
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

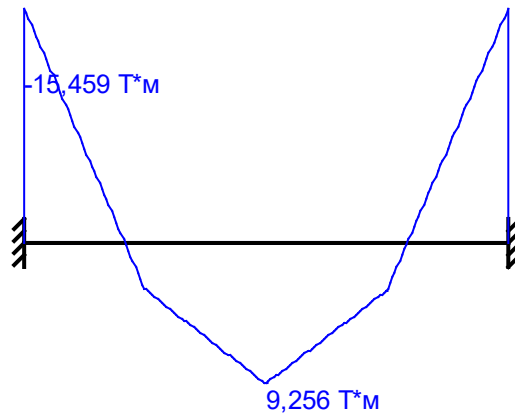


Загружение 2 - постоянное

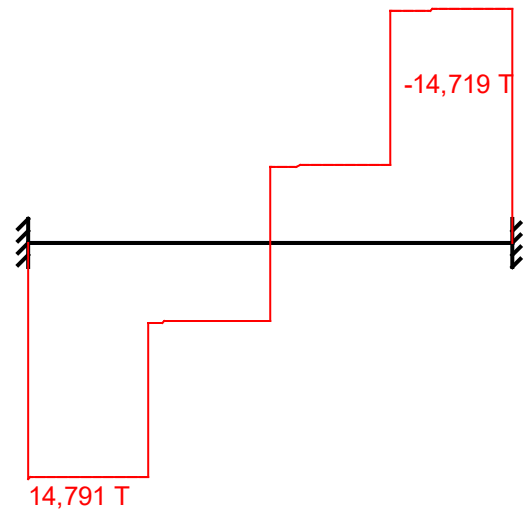
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	9,73 Т	1,255 м	0,12 м	
↓	9,73 Т	2,51 м	0,12 м	
↓	9,73 Т	3,765 м	0,12 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

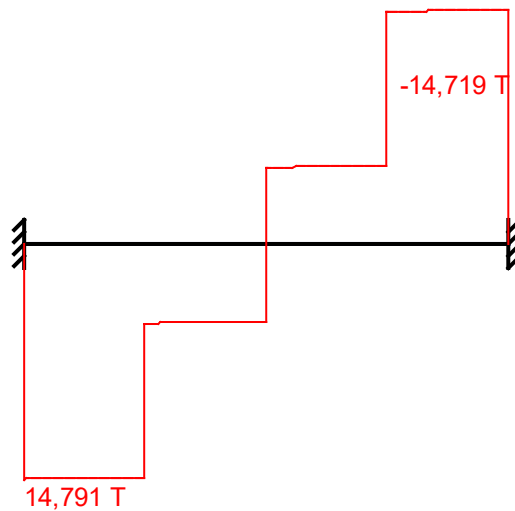


Максимальный изгибающий момент

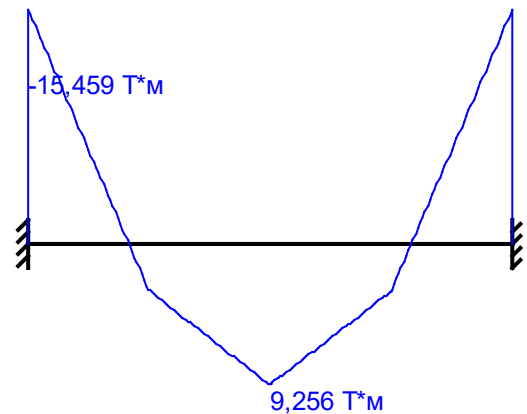


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 T^*m	Сила в опоре 1 T	Сила в опоре 2 T	Момент в опоре 2 T^*m
по критерию $M_{\max}$	-15,459	14,791	14,719	-15,422
по критерию $M_{\min}$	-15,459	14,791	14,719	-15,422
по критерию	-15,459	14,791	14,719	-15,422

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-15,459	14,791	14,719	-15,422

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,305
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,813
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,813
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,634
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	0,191
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	0,456

Коэффициент использования 0,813 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

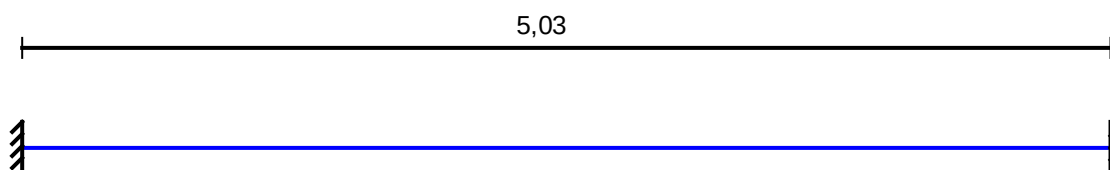
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



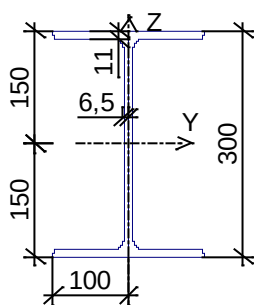
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



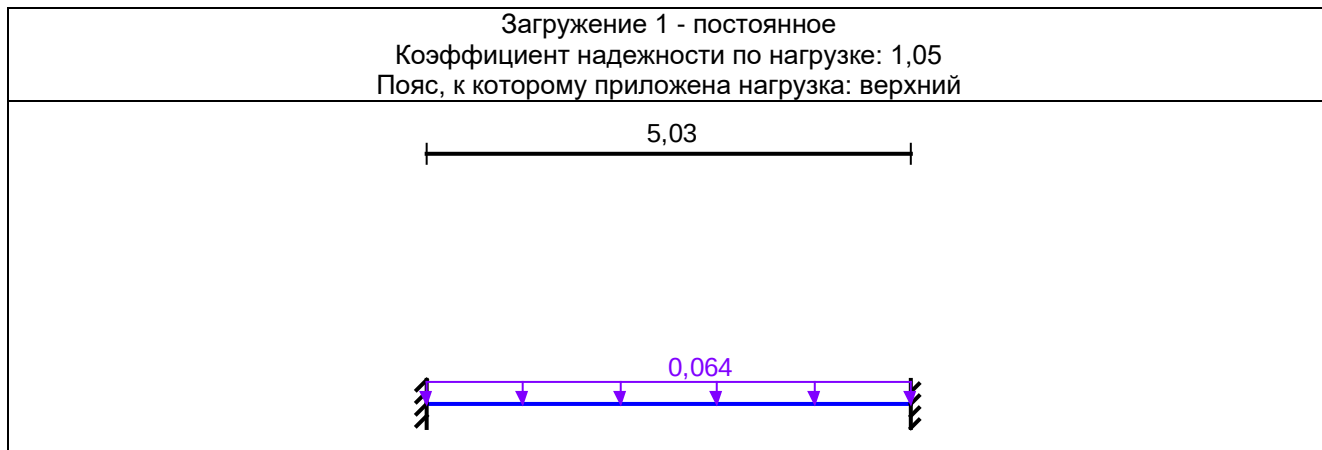
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

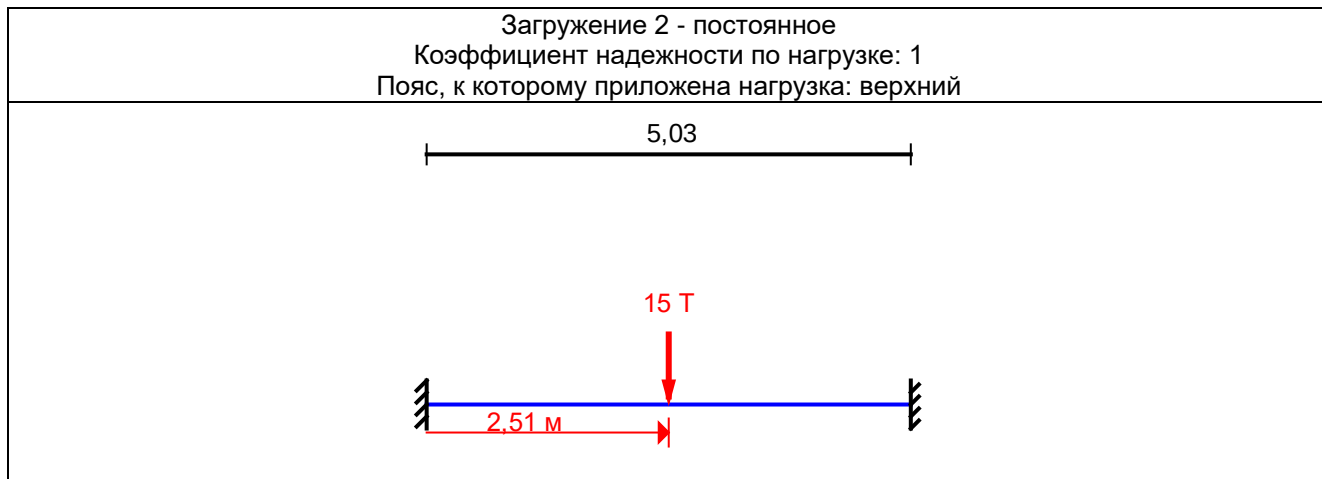
Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

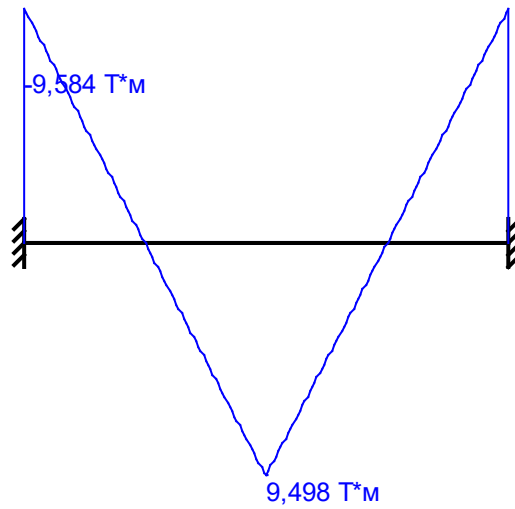


Загружение 2 - постоянное

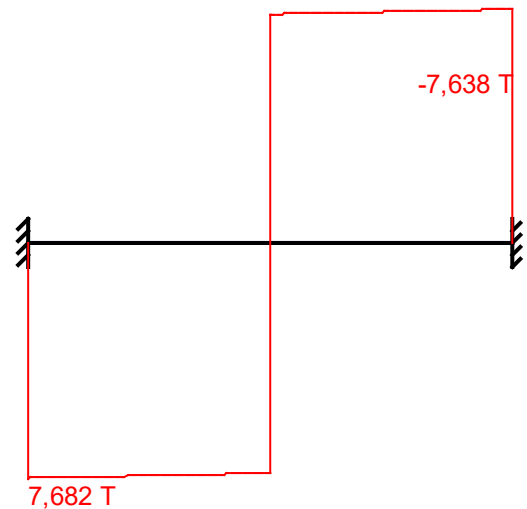
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	15 Т	2,51 м	0,2 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

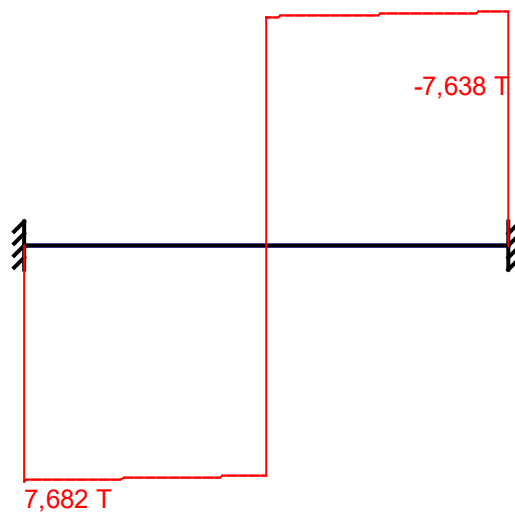


Максимальный изгибающий момент

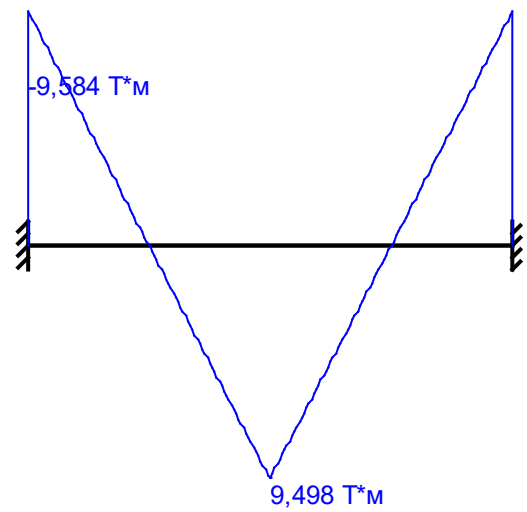


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий
максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*m	T	T	T*m
по критерию $M_{\max}$	-9,584	7,682	7,638	-9,547
по критерию $M_{\min}$	-9,584	7,682	7,638	-9,547
по	-9,584	7,682	7,638	-9,547

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
критерию Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-9,584	7,682	7,638	-9,547

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,158
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,504
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,504
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,386
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	0,191
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	0,359

Коэффициент использования 0,504 - Прочность при действии изгибающего момента

Максимальный прогиб - 0,004 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 15 тонн, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 4мм.

6.1.9 Подбор балки усиления ФС-1.1, ФС-1.1* в приопорных пролётах при минимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем минимальную нагрузку от плиты, подбор нагрузки см. в п.6.1.7.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

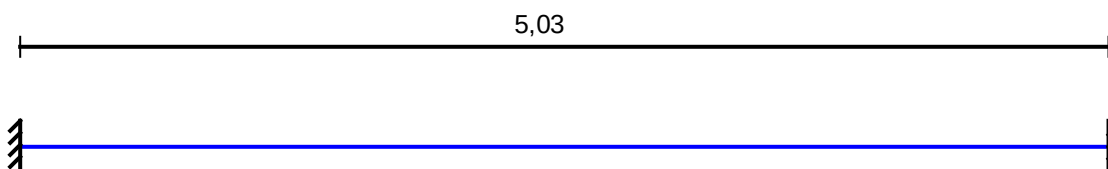
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



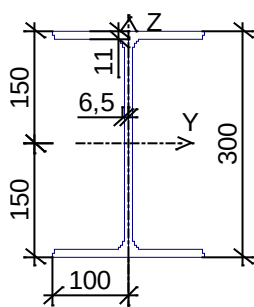
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



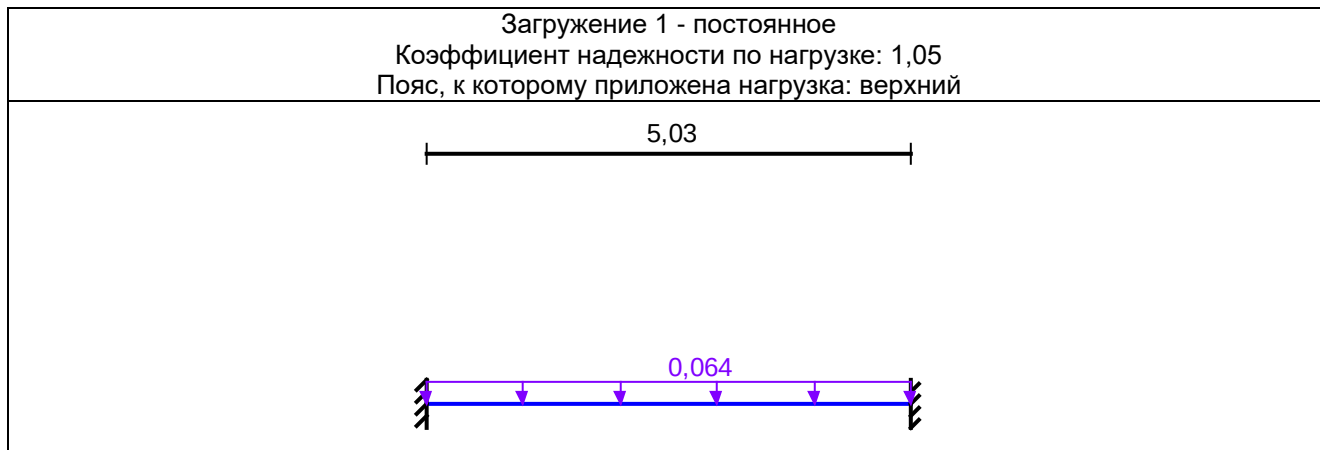
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загрузка 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

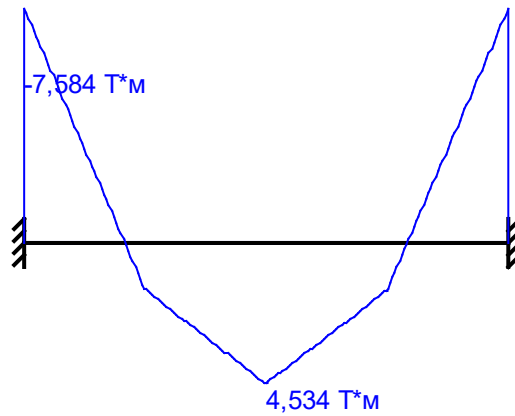


Загрузка 2 - постоянное

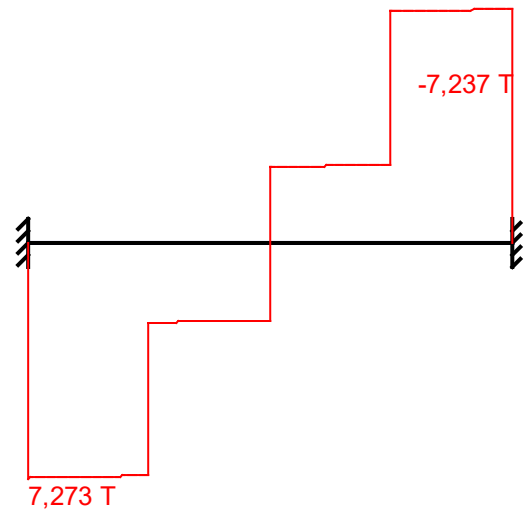
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	4,73	Т 1,255 м	0,12 м	
↓	4,73	Т 2,51 м	0,12 м	
↓	4,73	Т 3,765 м	0,12 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

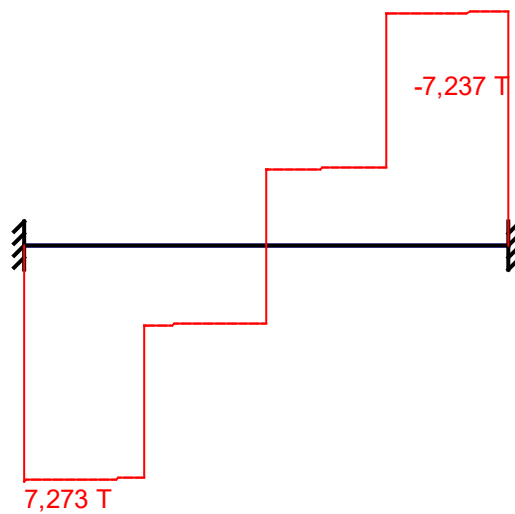


Максимальный изгибающий момент

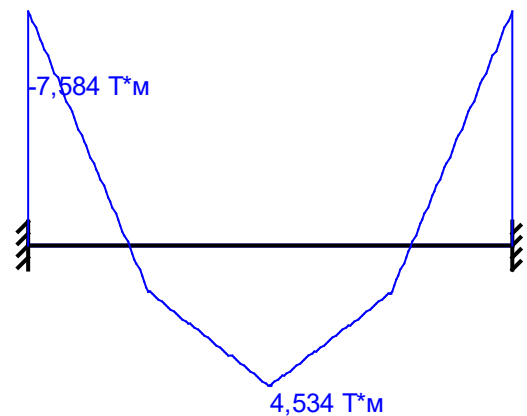


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 Т*м	Сила в опоре 1 Т	Сила в опоре 2 Т	Момент в опоре 2 Т*м
по критерию $M_{\max}$	-7,584	7,273	7,237	-7,566
по критерию $M_{\min}$	-7,584	7,273	7,237	-7,566
по критерию	-7,584	7,273	7,237	-7,566

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
Q_{max} по критерию Q_{min}	-7,584	7,273	7,237	-7,566

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,15
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,399
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,399
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,311
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	0,191
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	0,319

Коэффициент использования 0,399 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

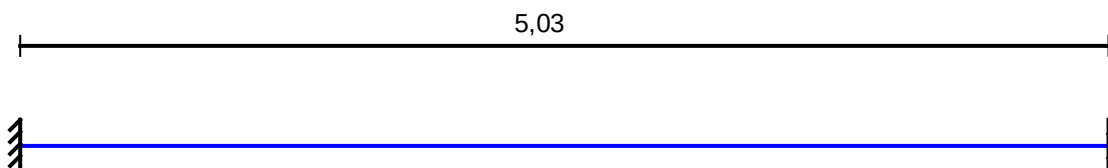
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



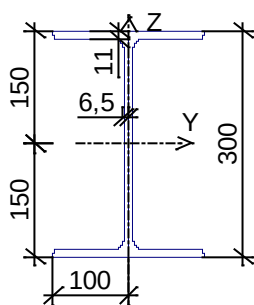
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



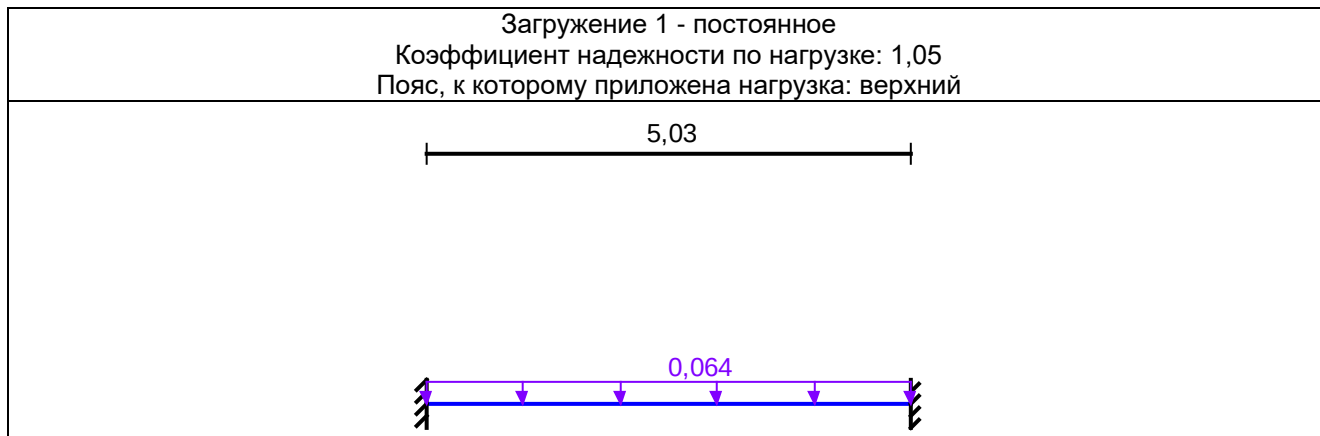
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

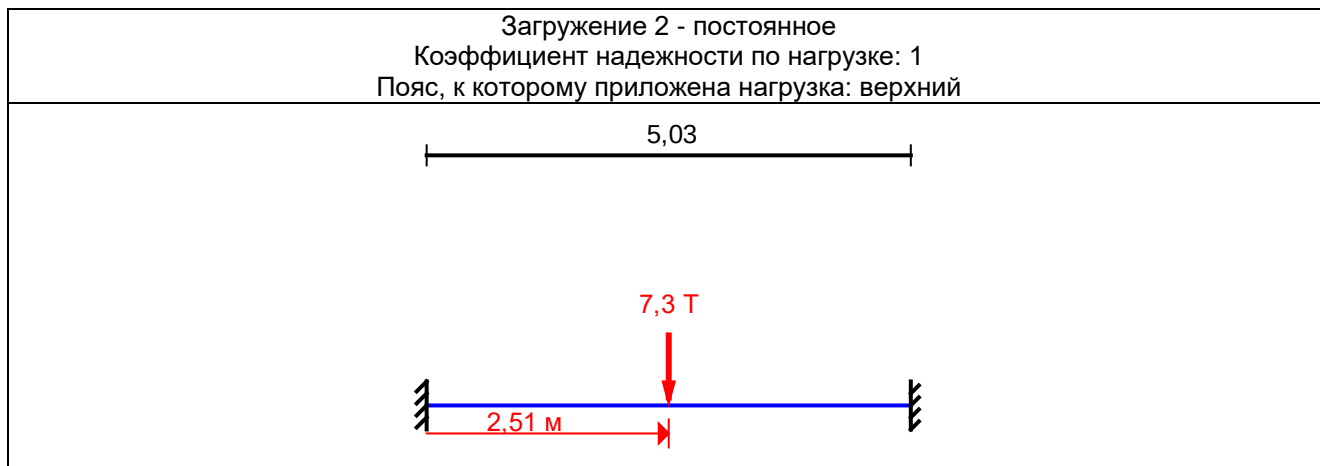
Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	↓	0,064 Т/м	1

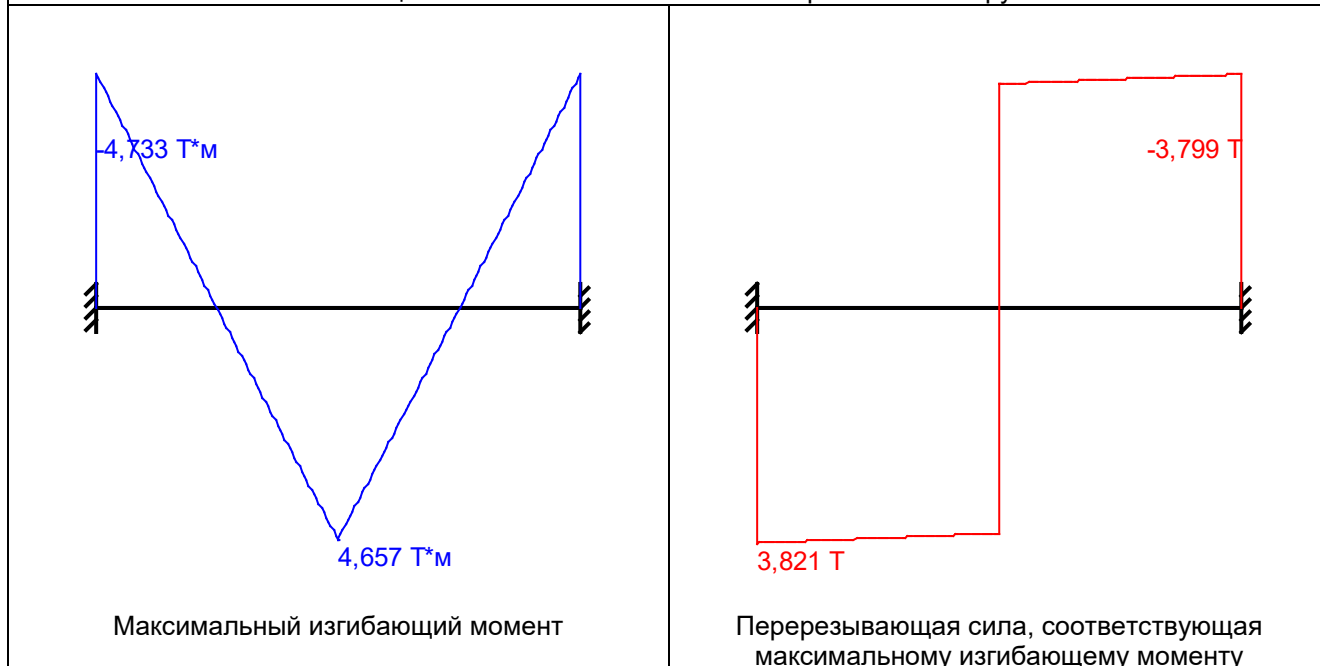


Загружение 2 - постоянное

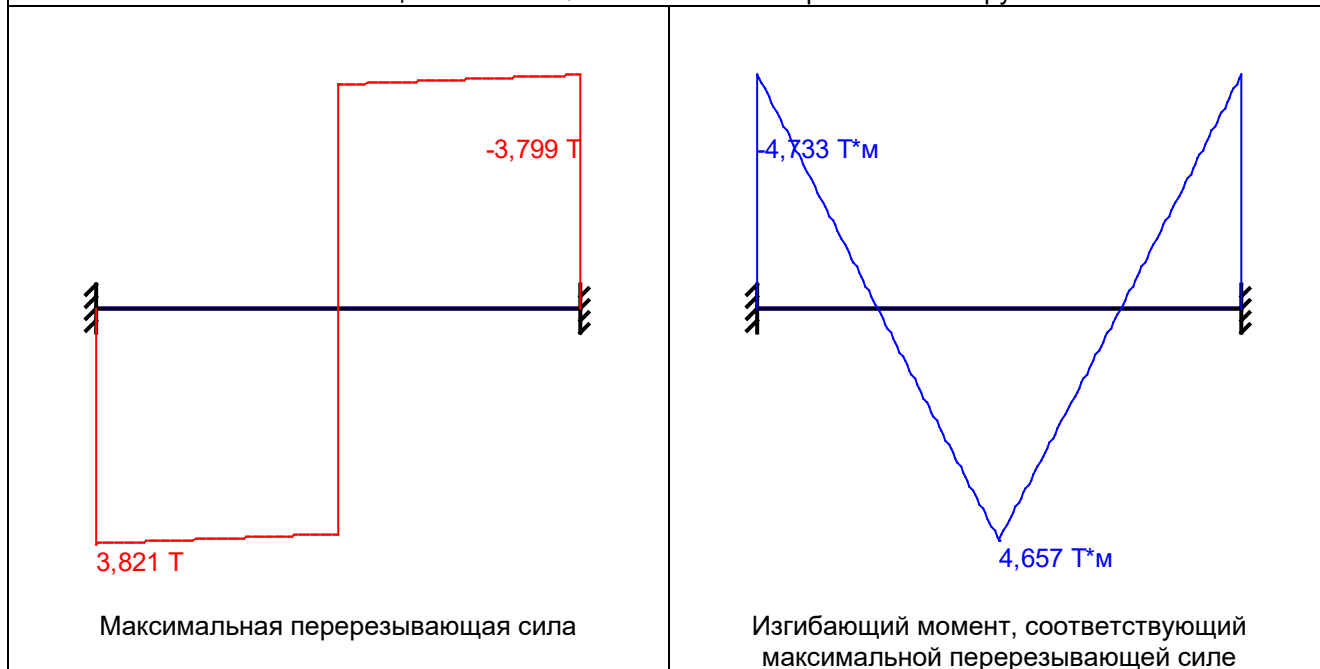
	Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	↓	7.3 Т	2,51 м	0,2 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	Т*м	Т	Т	Т*м
по критерию $M_{\max}$	-4,733	3,821	3,799	-4,715
по критерию $M_{\min}$	-4,733	3,821	3,799	-4,715
по	-4,733	3,821	3,799	-4,715

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
критерию Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-4,733	3,821	3,799	-4,715

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,079
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,249
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,249
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,191
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	0,191
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	0,252

Коэффициент использования 0,252 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,002 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 7.3 тонны, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 2мм.

6.2 Усиление ферм покрытия ФС-2.1, ФС-3.1

Максимальные нагрузки от плит на фермы ФС-2.1, ФС-3.1 идентичны максимальным нагрузкам на фермы ФС-1.1, см. сбор нагрузок п.6.1.

6.2.1 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в центральных пролётах при максимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

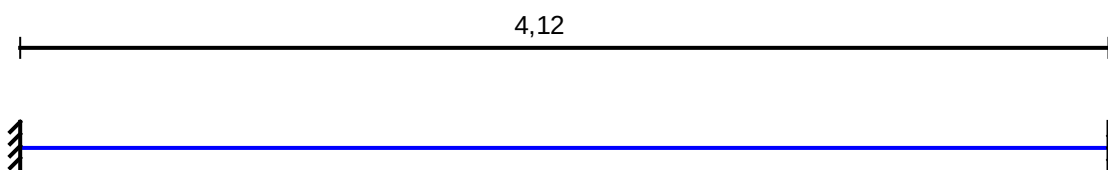
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



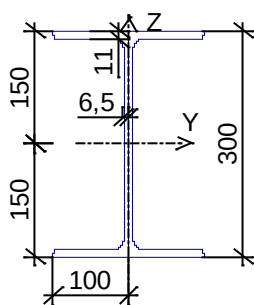
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



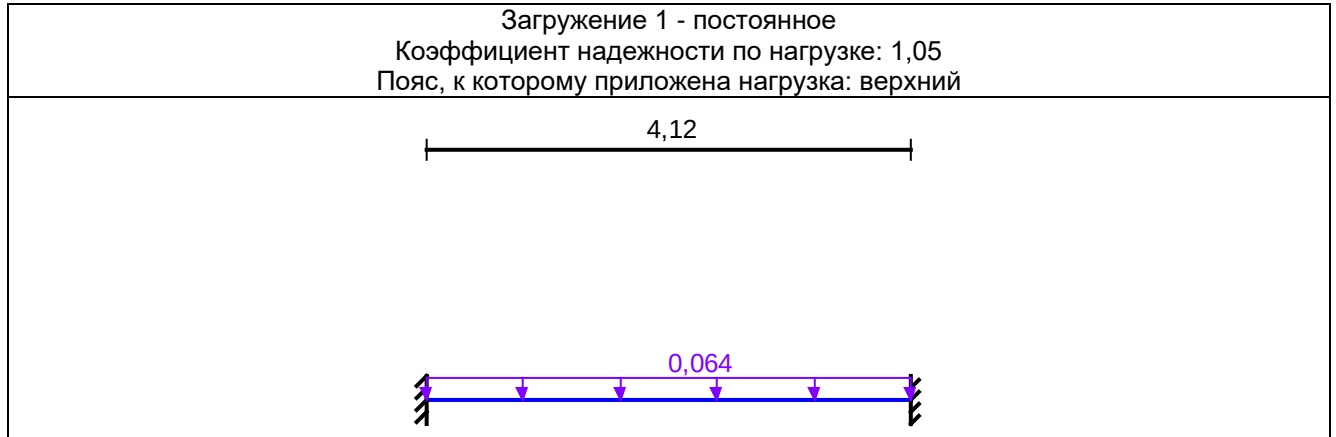
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

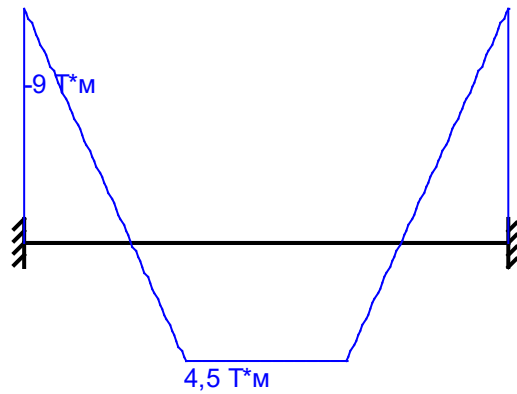


Загружение 2 - постоянное

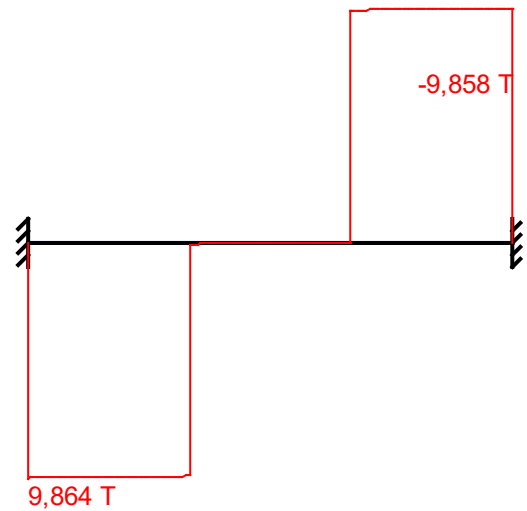
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	9,73 Т	1,373 м	0,12 м	
↓	9,73 Т	2,746 м	0,12 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

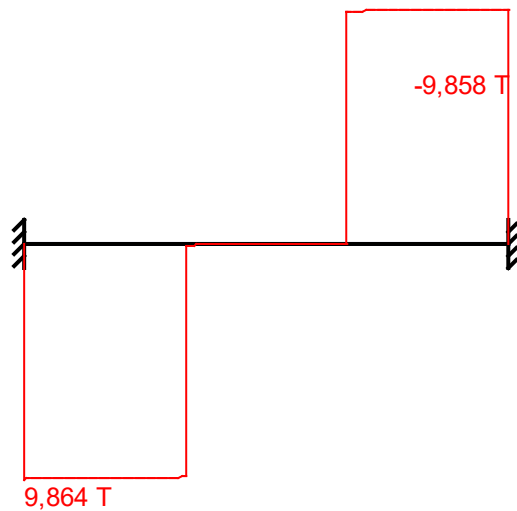


Максимальный изгибающий момент

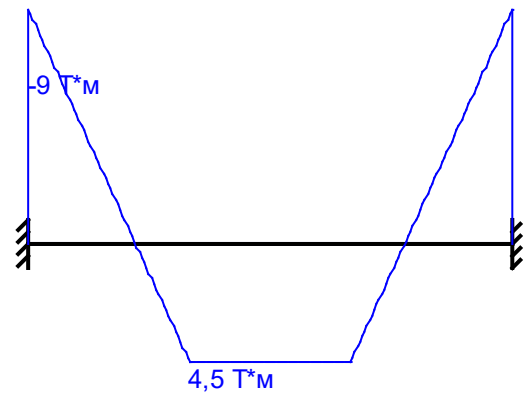


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 T^*m	Сила в опоре 1 T	Сила в опоре 2 T	Момент в опоре 2 T^*m
по критерию $M_{\max}$	-9	9,864	9,858	-8,997
по критерию $M_{\min}$	-9	9,864	9,858	-8,997
по критерию $Q_{\max}$	-9	9,864	9,858	-8,997

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	Т*м	Т	Т	Т*м
по критерию Q_{min}	-9	9,864	9,858	-8,997

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,203
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,473
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,473
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,375
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	0,191
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	0,348

Коэффициент использования 0,473 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

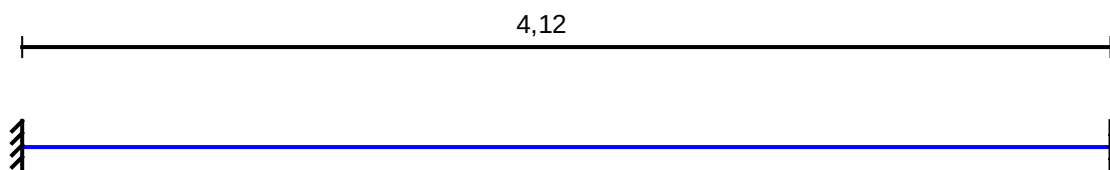
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



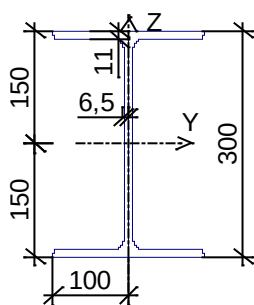
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



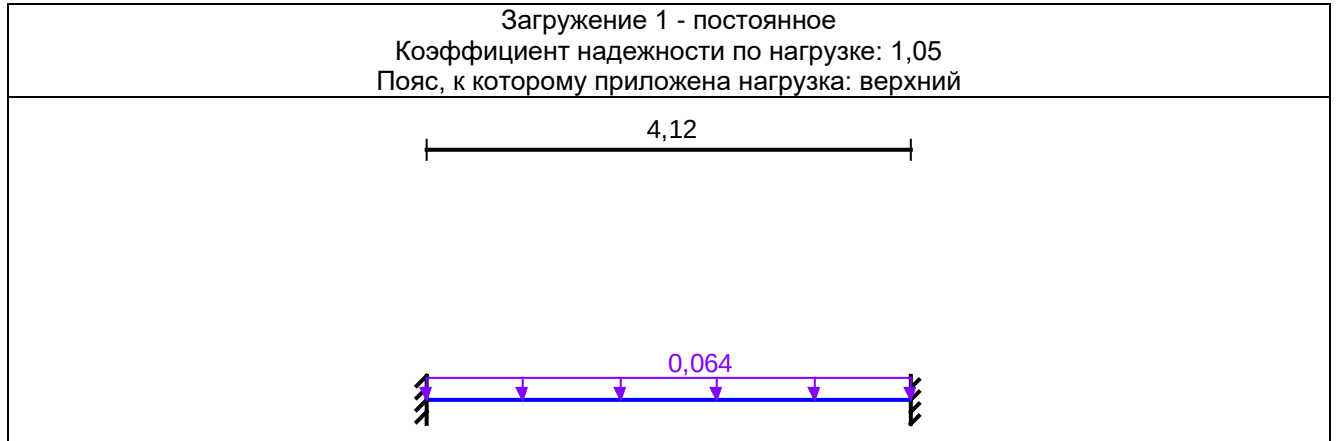
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

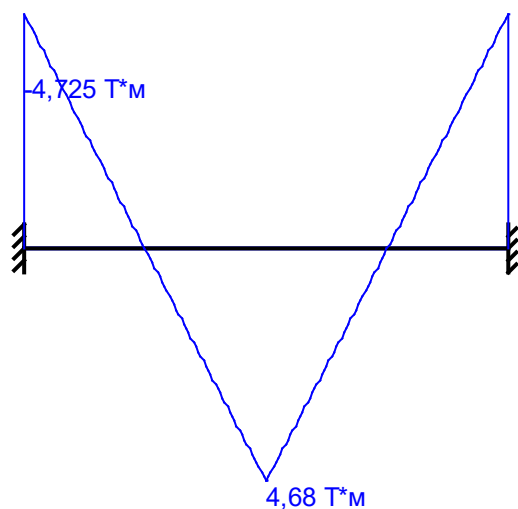


Загружение 2 - постоянное

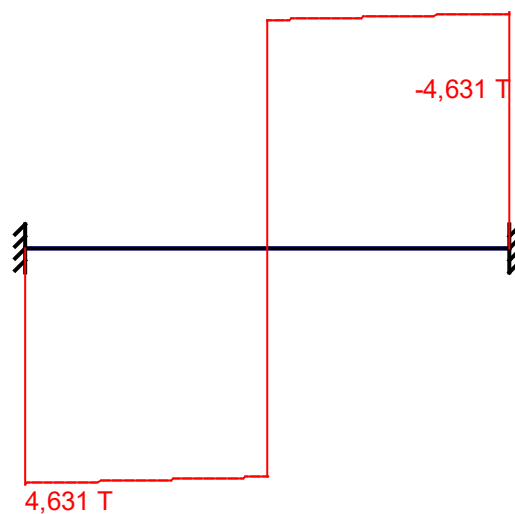
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	9 Т	2,06 м	0,2 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

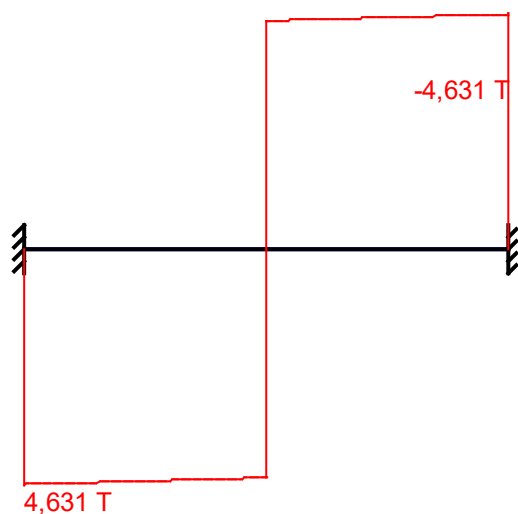


Максимальный изгибающий момент

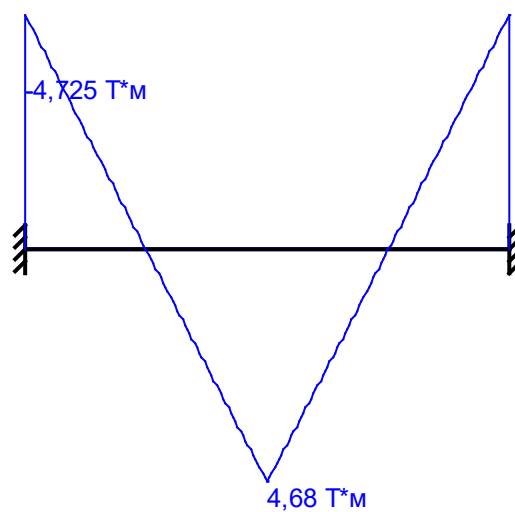


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
по критерию $M_{\max}$	-4,725	4,631	4,631	-4,725
по критерию $M_{\min}$	-4,725	4,631	4,631	-4,725
по критерию $Q_{\max}$	-4,725	4,631	4,631	-4,725
по критерию	-4,725	4,631	4,631	-4,725

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
Q_{min}				

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,095
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,248
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,248
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,194
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	0,191
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	0,252

Коэффициент использования 0,252 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,002 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 9 тонн, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 2мм.

Узлы домкратного и опорного хомута принимаются идентичными принятым для ферм ФС-1.1, ФС-1.1*, т.к. усилия в узлах в данном случае получаются меньше, то дополнительные расчёты не требуются.

6.2.2 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в центральных пролётах при минимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем минимальную нагрузку от плиты, подбор нагрузки см. в п.6.1.7.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

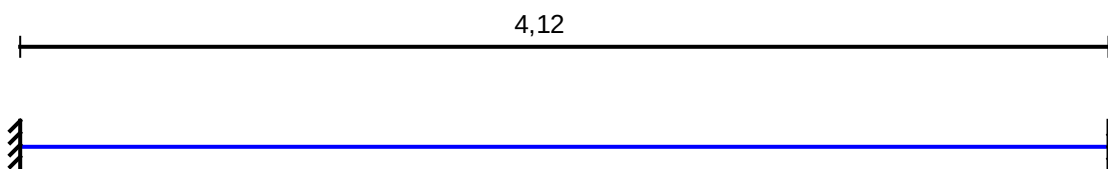
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



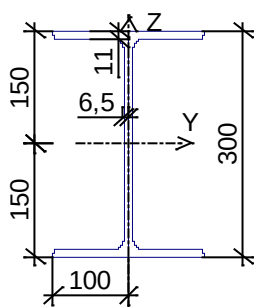
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



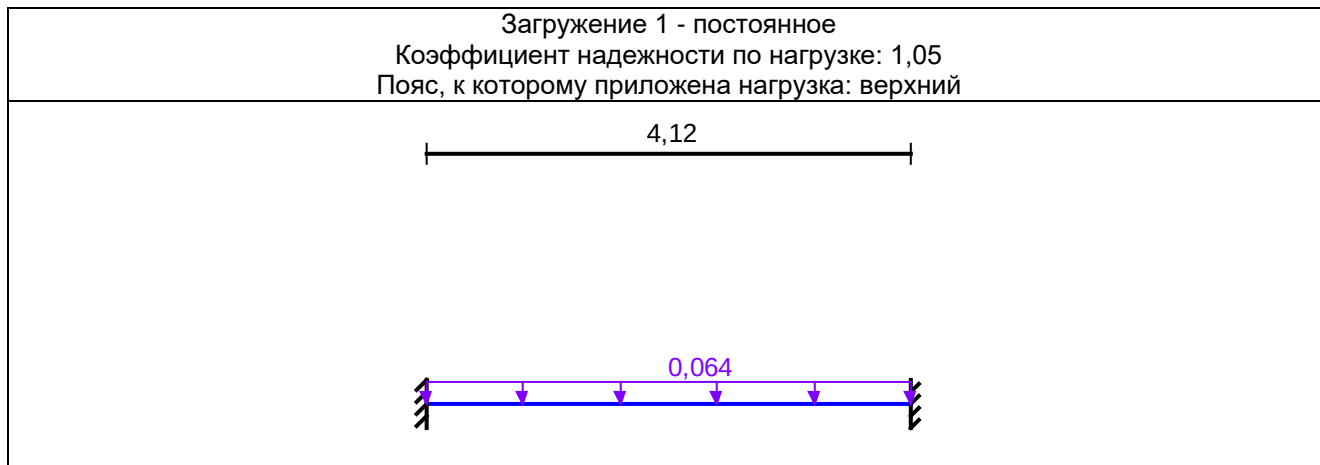
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

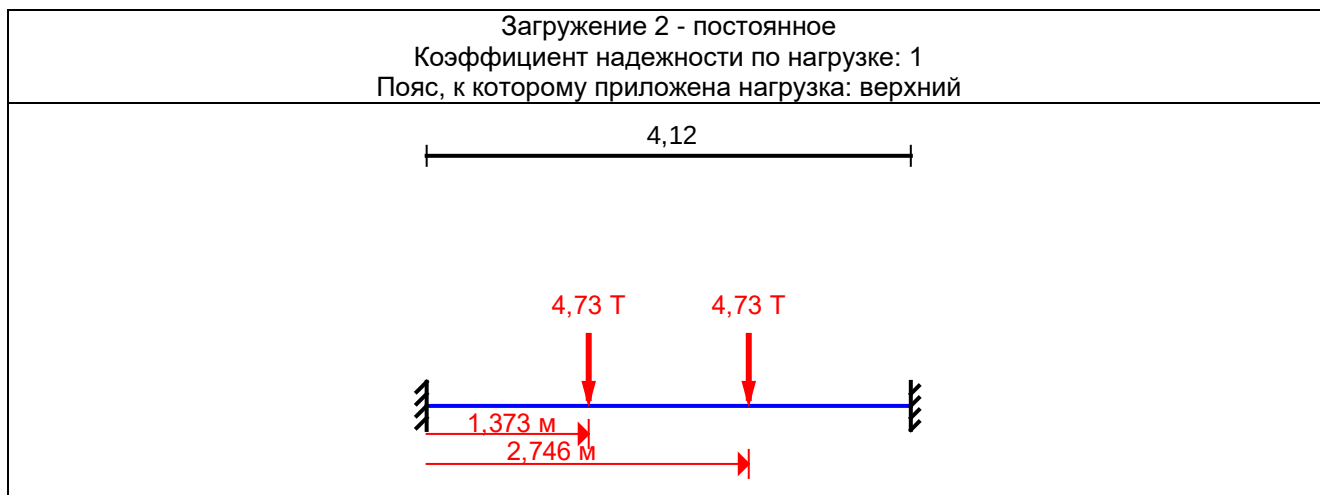
Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

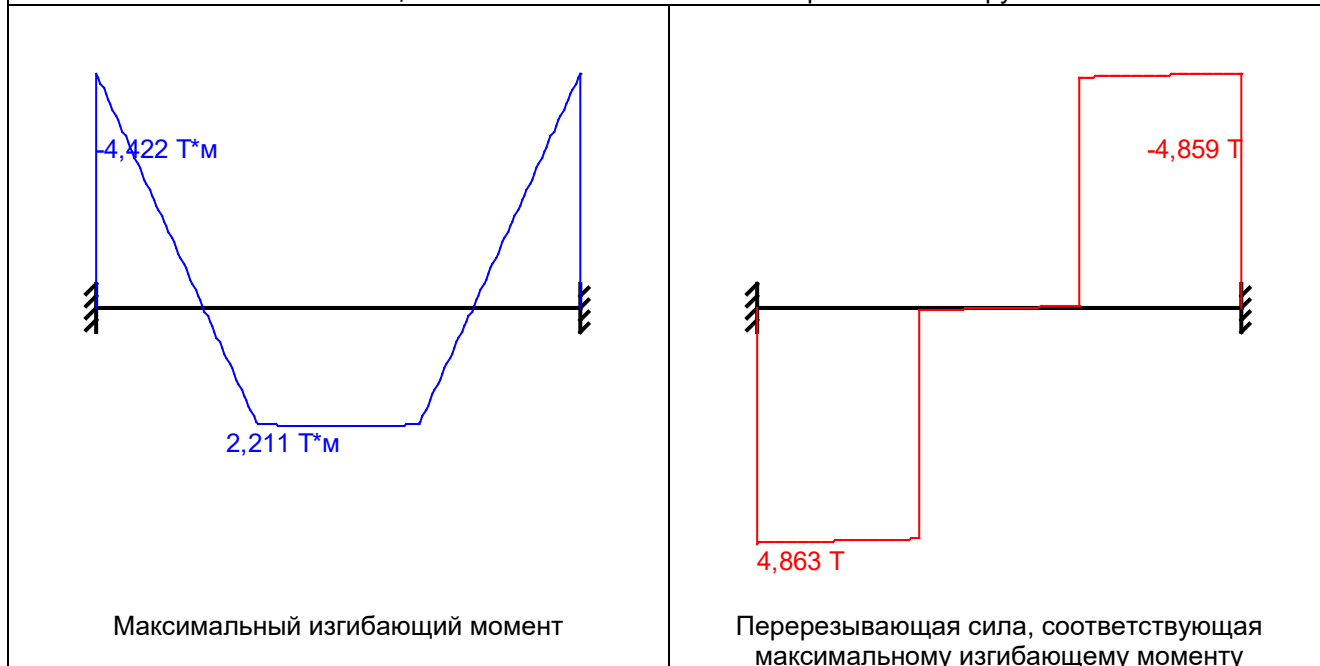


Загружение 2 - постоянное

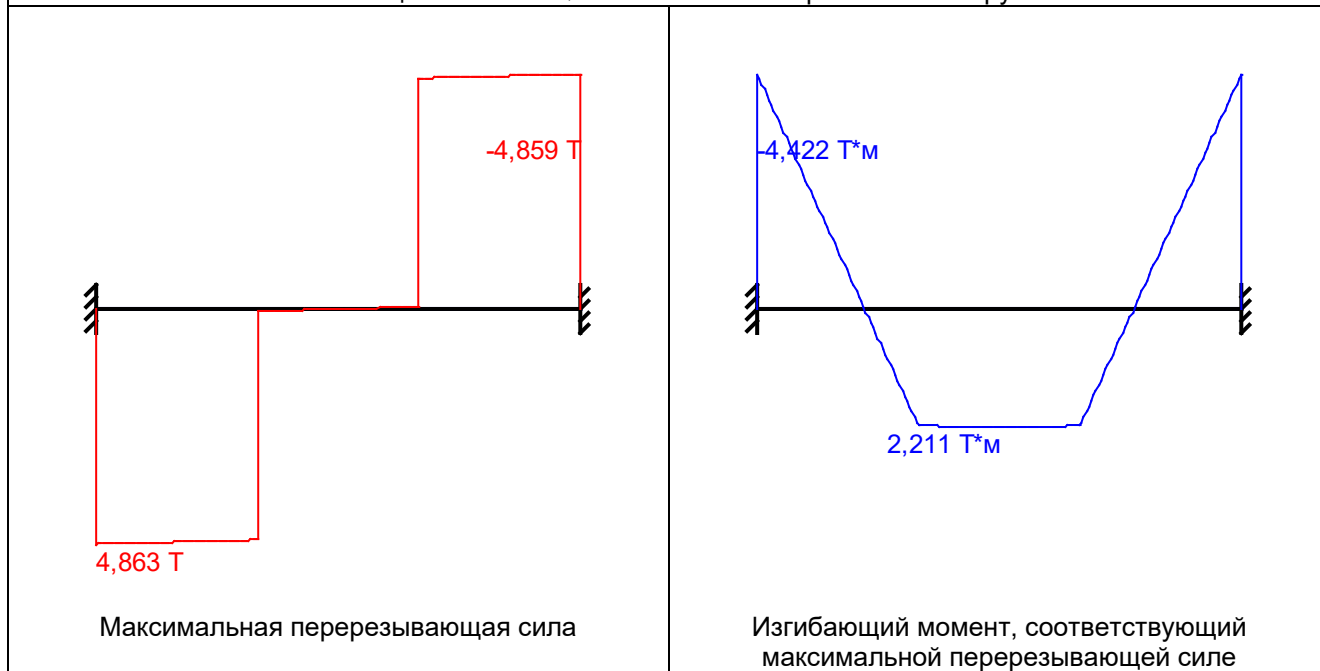
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	4,73 Т	1,373 м	0,12 м	
↓	4,73 Т	2,746 м	0,12 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*m	T	T	T*m
по критерию $M_{\max}$	-4,422	4,863	4,859	-4,42
по критерию $M_{\min}$	-4,422	4,863	4,859	-4,42
по критерию $Q_{\max}$	-4,422	4,863	4,859	-4,42
по критерию	-4,422	4,863	4,859	-4,42

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	$T^*_{\text{м}}$	T	T	$T^*_{\text{м}}$
Q_{min}				

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,233
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,233
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,184
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	0,191
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	0,244

Коэффициент использования 0,244 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

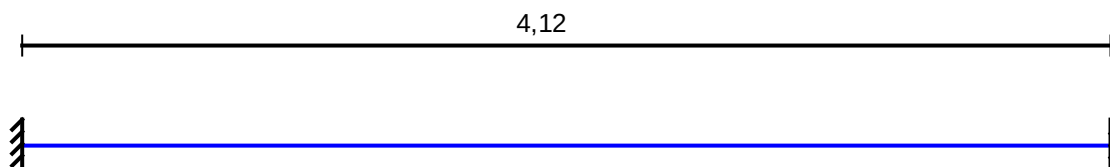
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



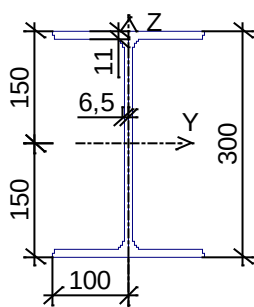
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



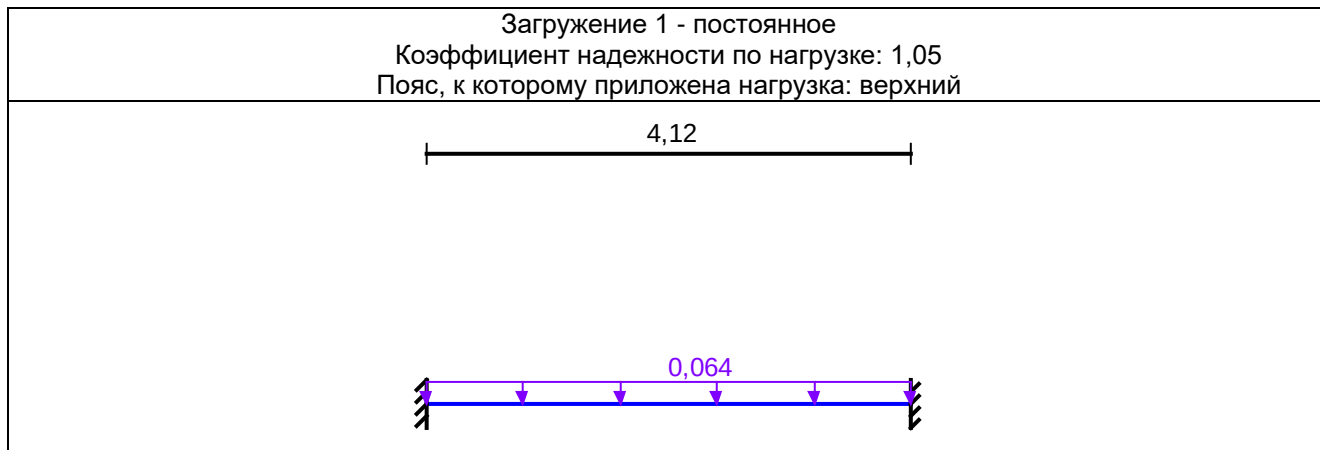
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

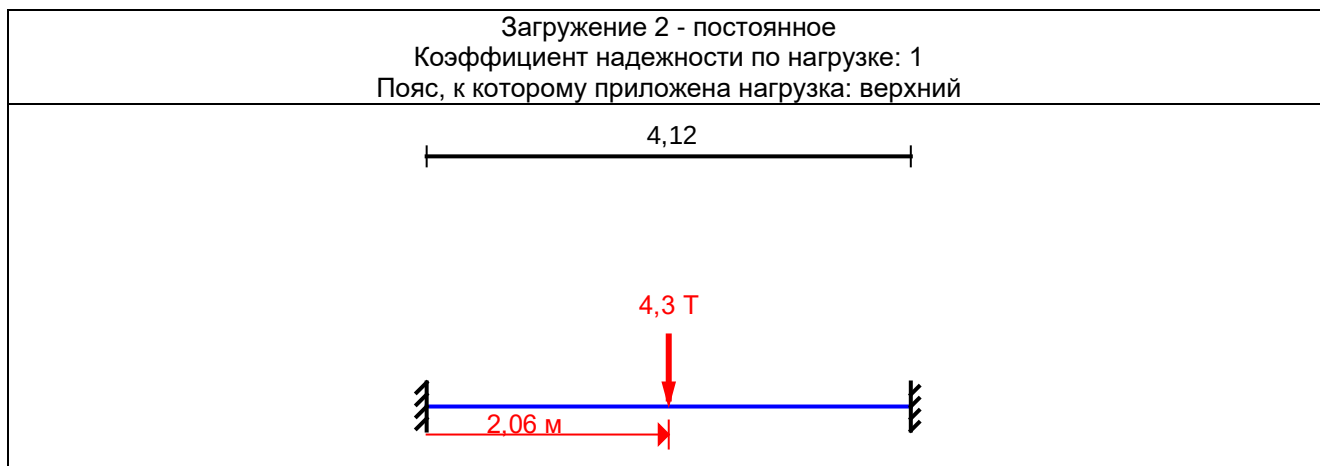
Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064 Т/м	1

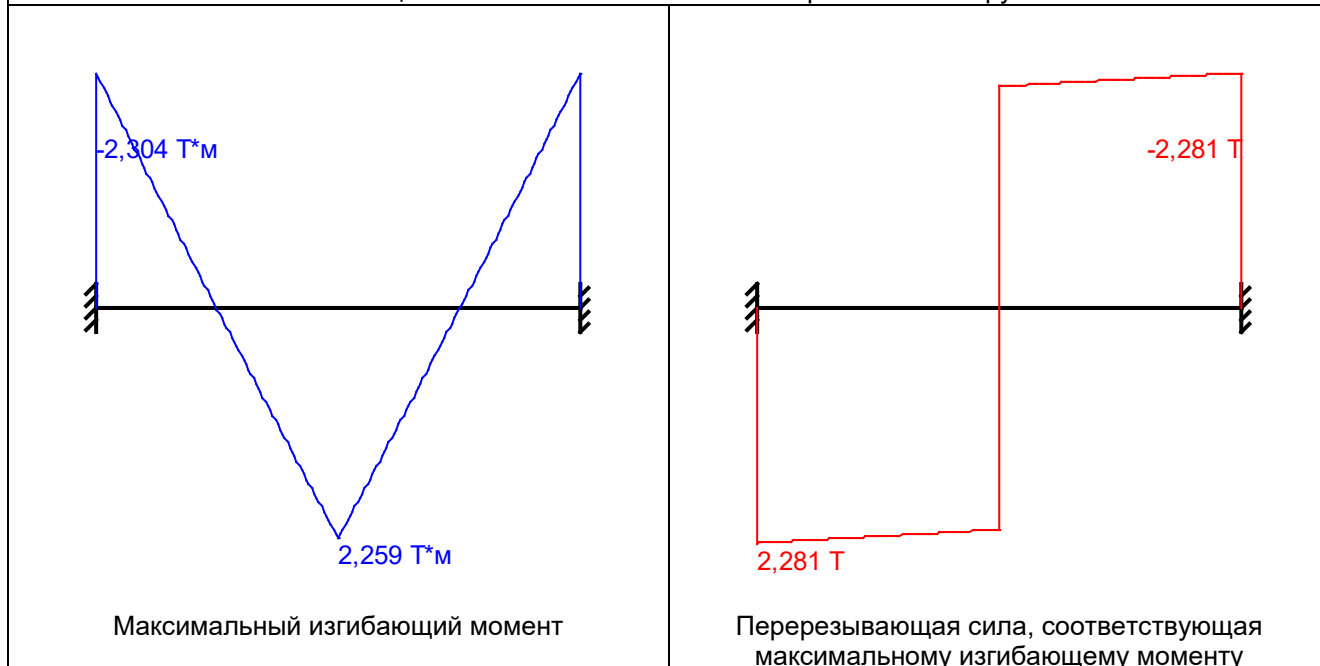


Загружение 2 - постоянное

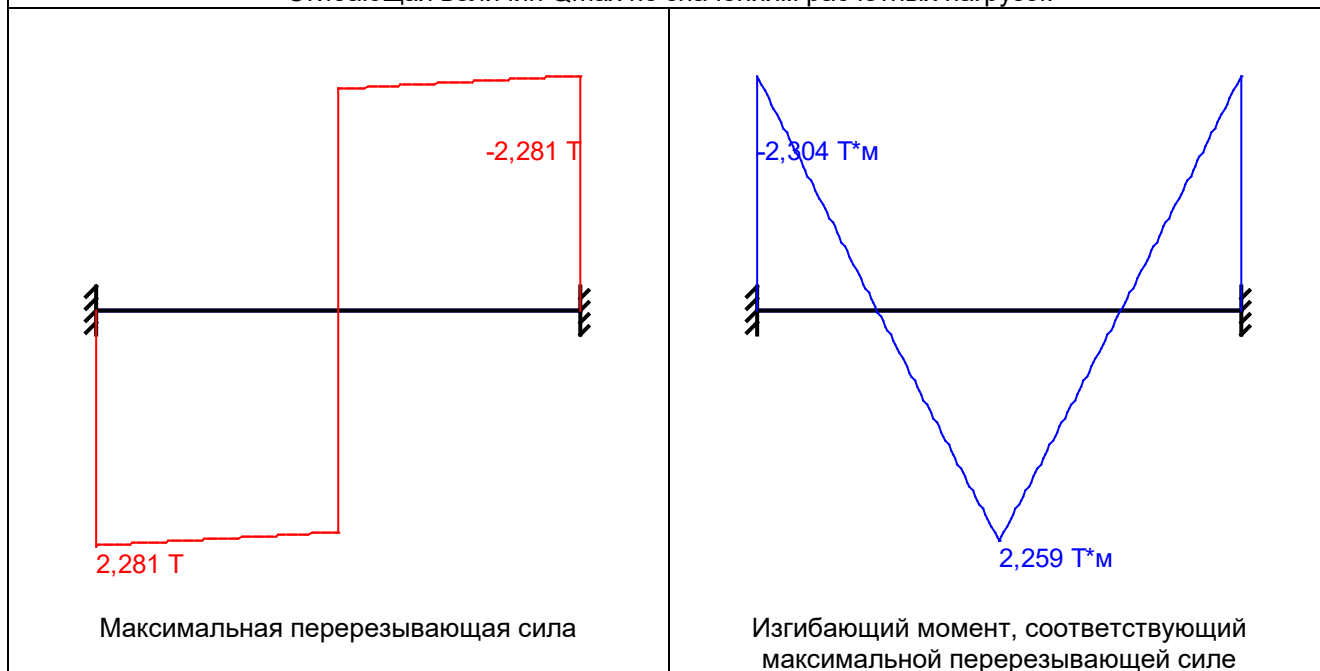
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	4,3 Т	2,06 м	0,2 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*m	T	T	T*m
по критерию $M_{\max}$	-2,304	2,281	2,281	-2,304
по критерию $M_{\min}$	-2,304	2,281	2,281	-2,304
по	-2,304	2,281	2,281	-2,304

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
критерию Q_{max}				
по критерию Q_{min}	-2,304	2,281	2,281	-2,304

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,047
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,121
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,121
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,095
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	0,191
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	0,176

Коэффициент использования 0,191 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,001 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 4.3 тонны, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 1мм.

6.2.3 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в приопорных пролётах при максимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем максимальную нагрузку от плиты, подбор нагрузки см. в п. 6.2.1.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

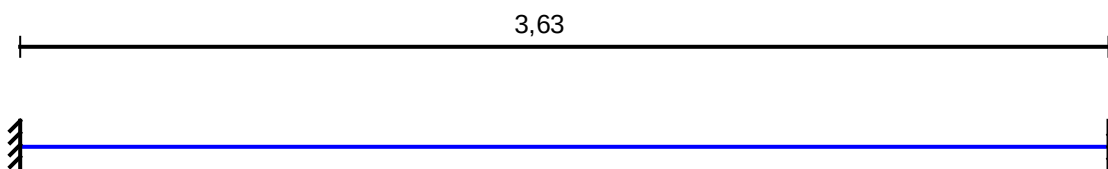
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



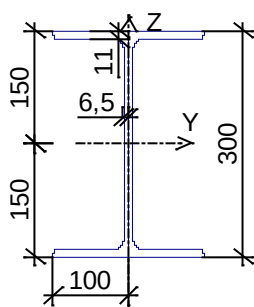
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



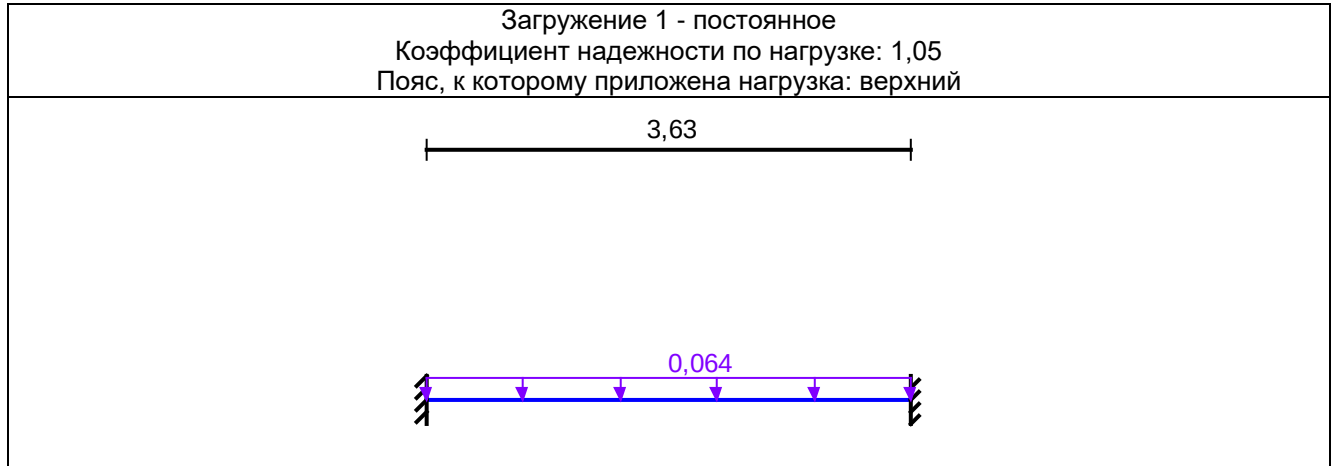
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

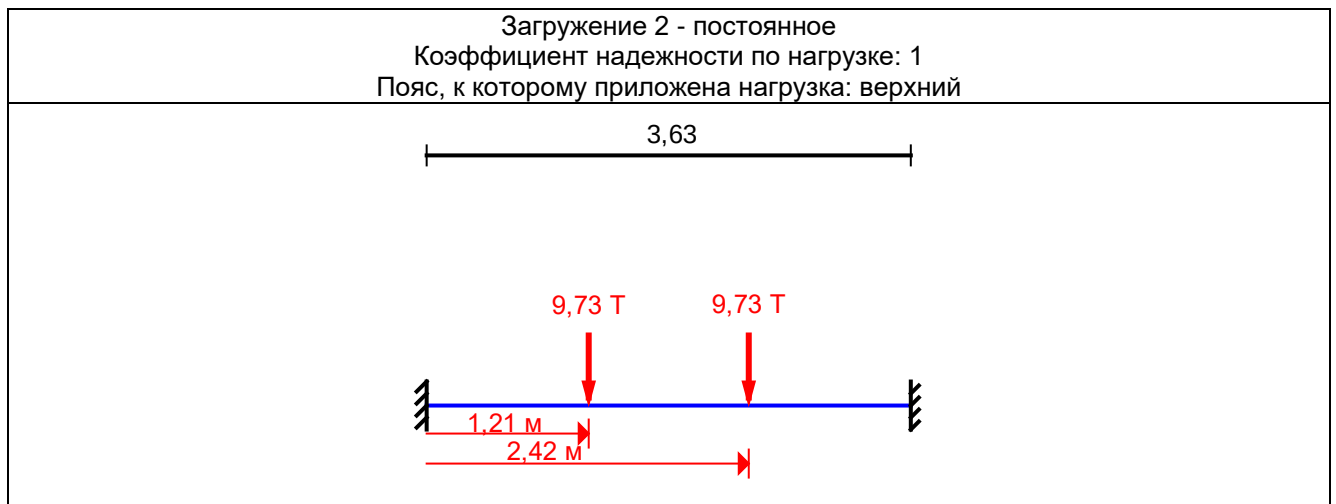
Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Т/м	Коэффициент включения собственного веса
↓	0,064	Т/м	1

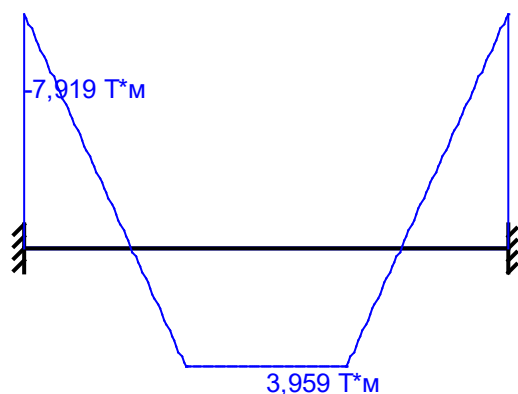


Загружение 3 - постоянное

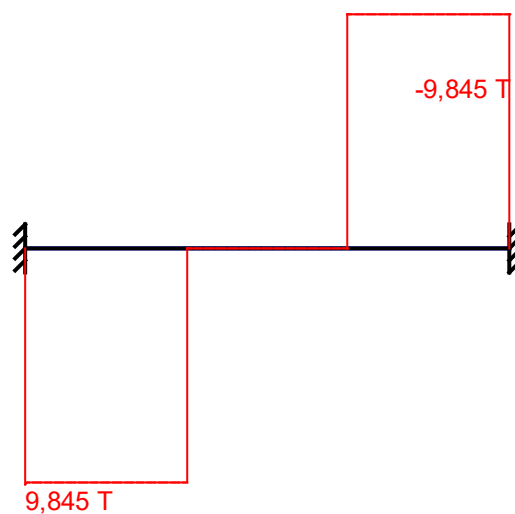
Тип нагрузки	Величина	Т	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
↓	9,73	Т	1,21	м	0,12
↓	9,73	Т	2,42	м	0,12



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

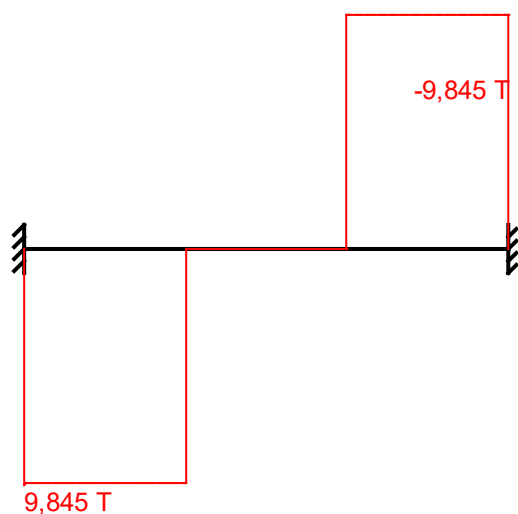


Максимальный изгибающий момент

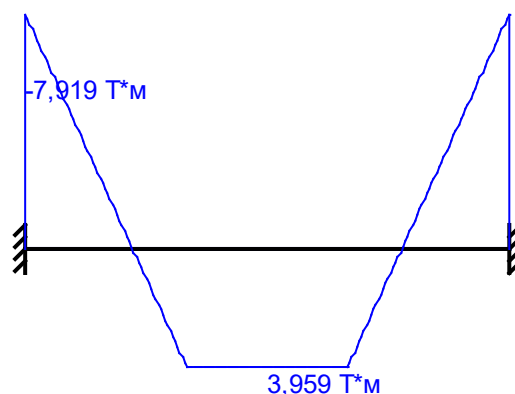


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 Т*м	Сила в опоре 1 Т	Сила в опоре 2 Т	Момент в опоре 2 Т*м
по критерию $M_{\max}$	-7,919	9,845	9,845	-7,919
по критерию $M_{\min}$	-7,919	9,845	9,845	-7,919
по критерию	-7,919	9,845	9,845	-7,919

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*M	T	T	T^*M
Q_{max}				
по критерию	-7,919	9,845	9,845	-7,919
Q_{min}				

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,203
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,416
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,416
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,336
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	0,191
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	0,326

Коэффициент использования 0,416 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

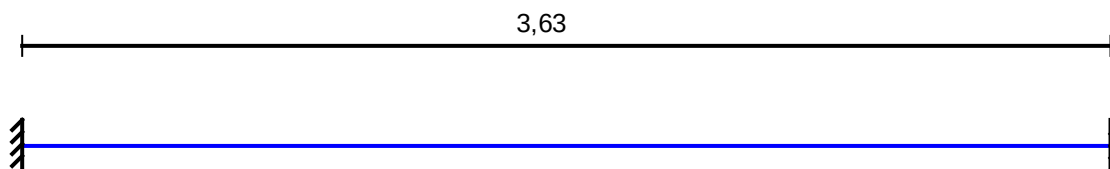
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



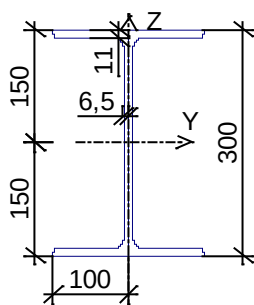
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97 30П

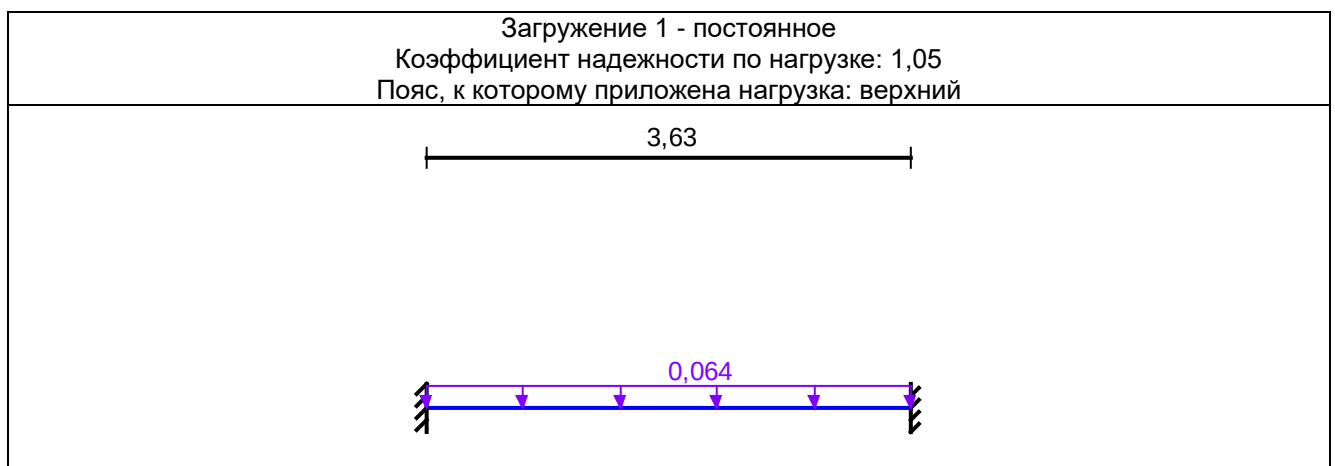
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i_v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загрузка 1 - постоянное

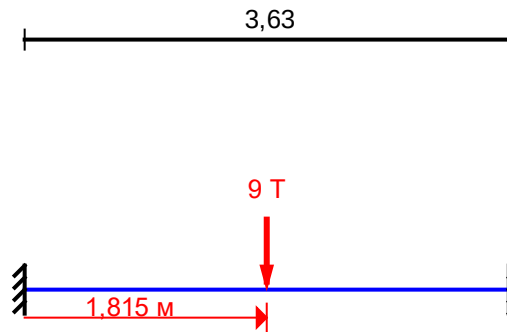
Тип нагрузки	Величина	Т/м	Коэффициент включения собственного веса
	0,064	Т/м	1



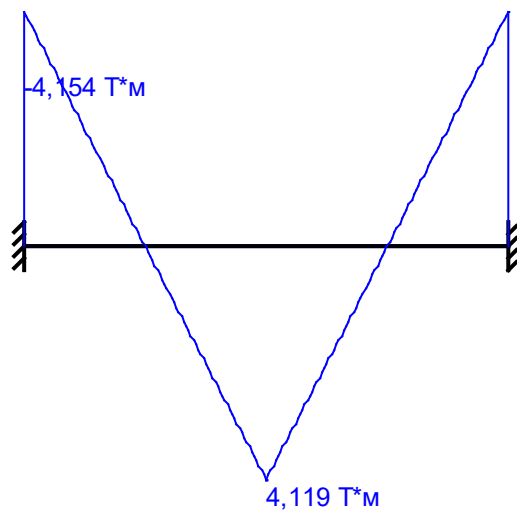
Загрузка 2 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	9	Т	1,815 м	0,2

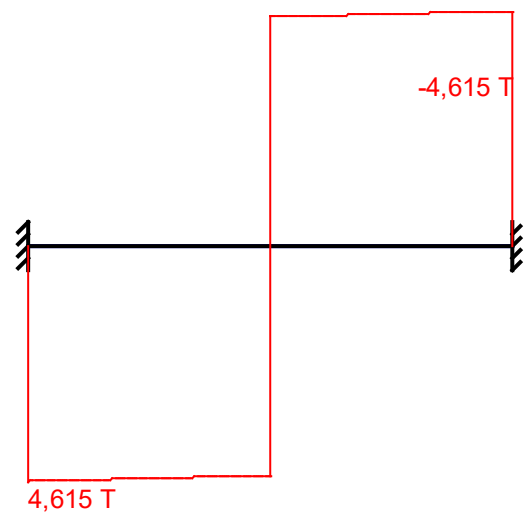
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

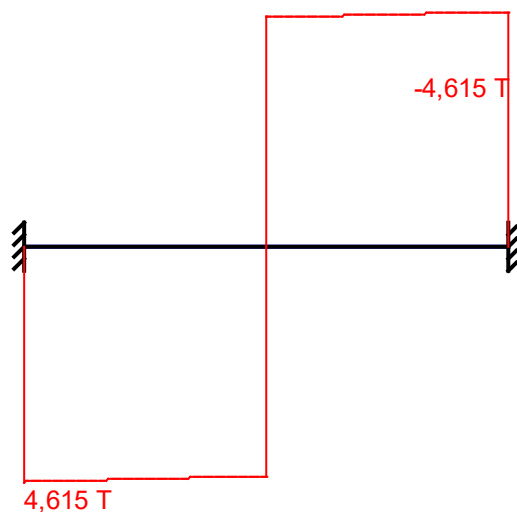


Максимальный изгибающий момент

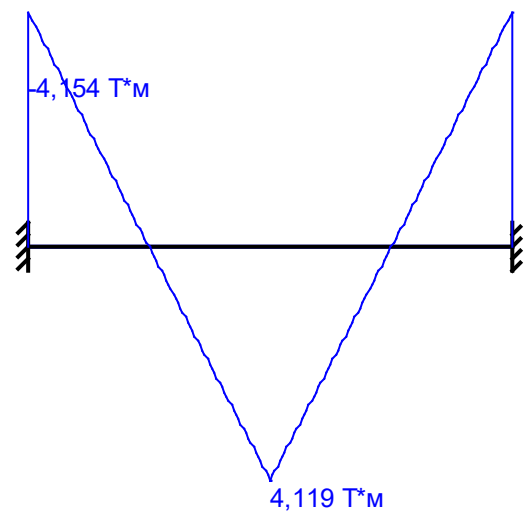


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	$T \cdot M$	T	T	$T \cdot M$
по критерию $M_{\max}$	-4,154	4,615	4,615	-4,154
по критерию $M_{\min}$	-4,154	4,615	4,615	-4,154
по критерию $Q_{\max}$	-4,154	4,615	4,615	-4,154
по критерию $Q_{\min}$	-4,154	4,615	4,615	-4,154

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,095
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,218
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,218
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,173
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	0,191
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	0,236

Коэффициент использования 0,236 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,001 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 9 тонн, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 1мм.

6.2.4 Подбор балки усиления ФС-2.1, ФС-3.1 в приопорных пролётах при минимальной нагрузке

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем минимальную нагрузку от плиты, подбор нагрузки см. в п.6.1.7.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

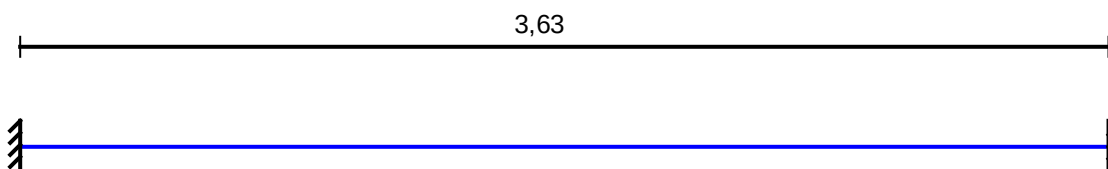
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



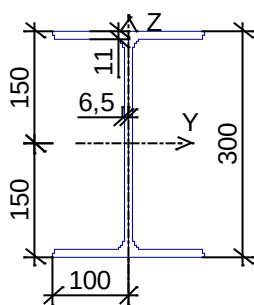
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



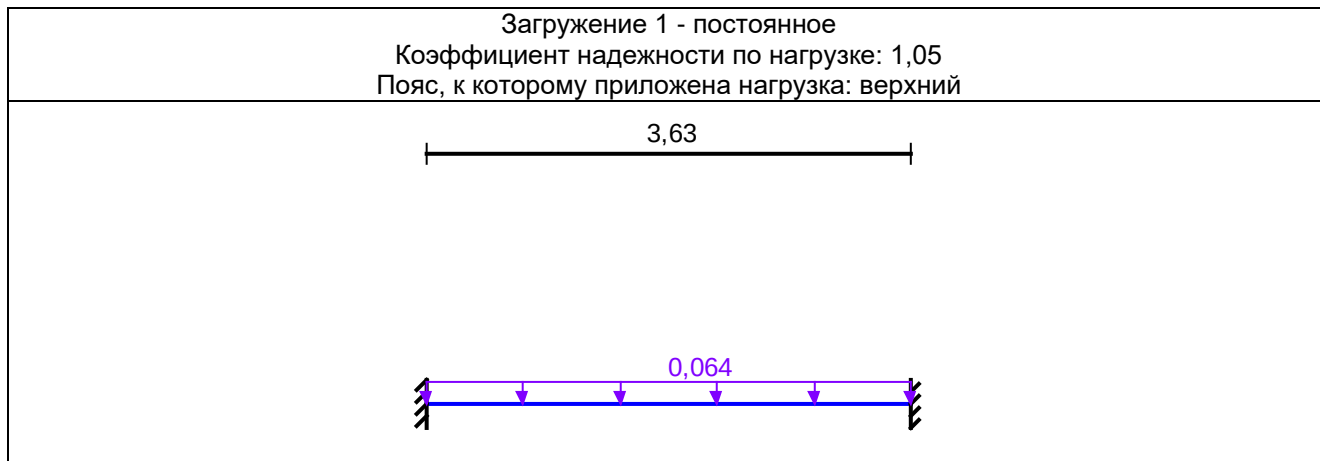
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97 30П

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

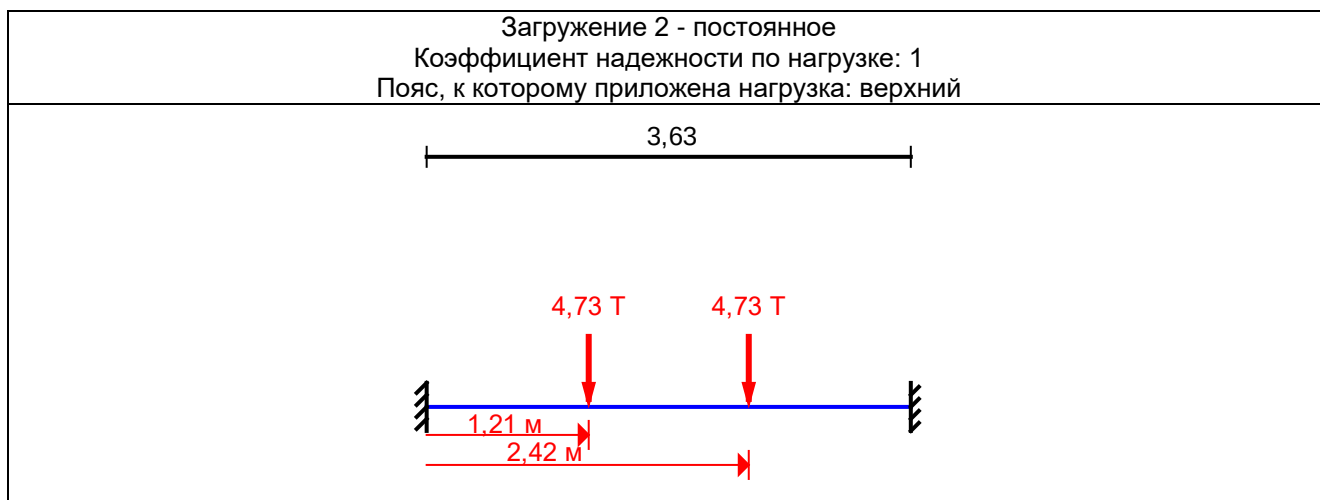
Загрузка 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	↓	0,064 Т/м	1

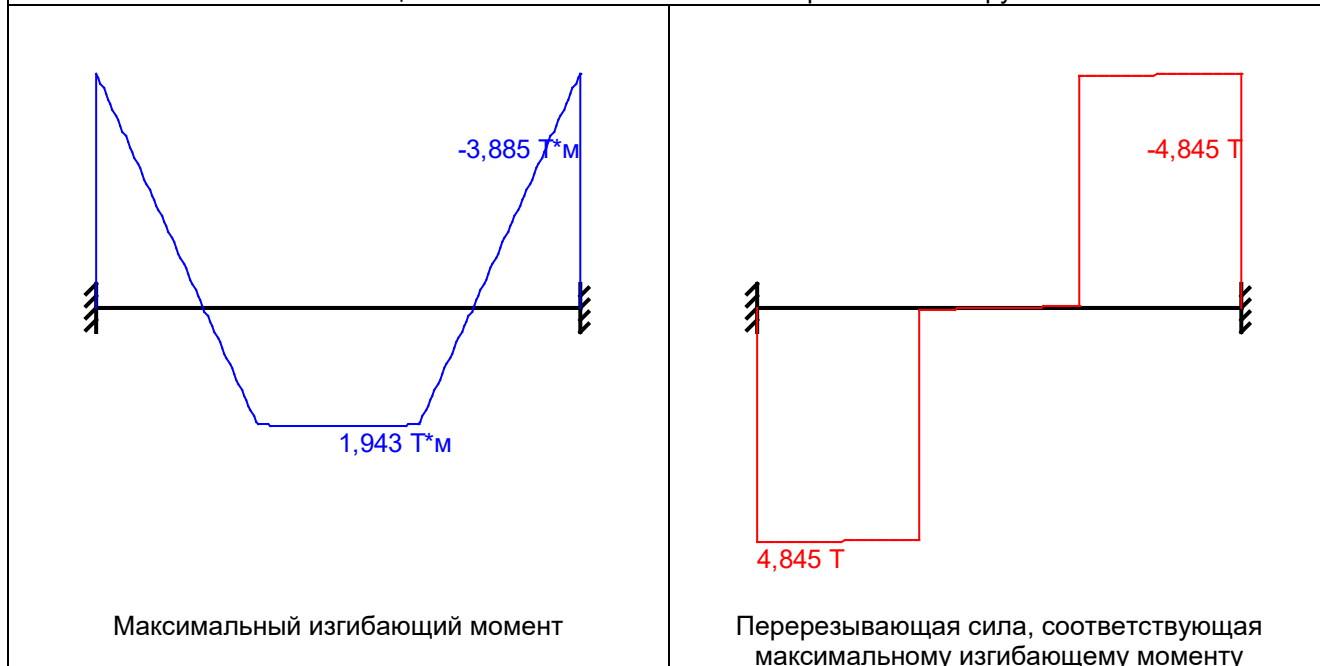


Загрузка 2 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	↓	4,73 Т	1,21 м	0,12 м	
	↓	4,73 Т	2,42 м	0,12 м	



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 Т*м	Сила в опоре 1 Т	Сила в опоре 2 Т	Момент в опоре 2 Т*м
по критерию $M_{\max}$	-3,885	4,845	4,845	-3,885
по критерию $M_{\min}$	-3,885	4,845	4,845	-3,885
по критерию	-3,885	4,845	4,845	-3,885

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*m	T	T	T^*m
Q_{max} по критерию Q_{min}	-3,885	4,845	4,845	-3,885

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,204
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,204
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,165
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	0,191
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	0,229

Коэффициент использования 0,229 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

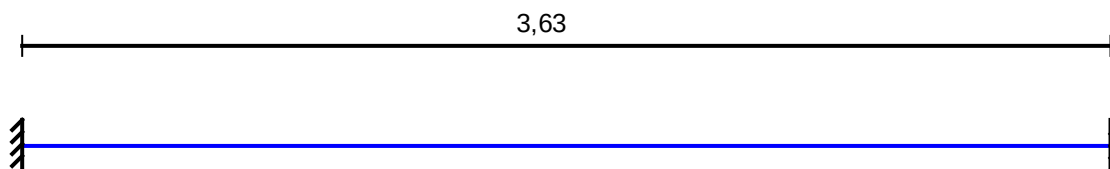
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



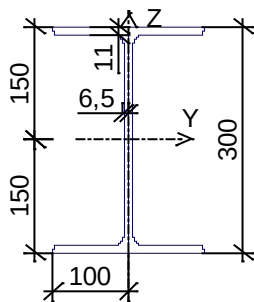
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

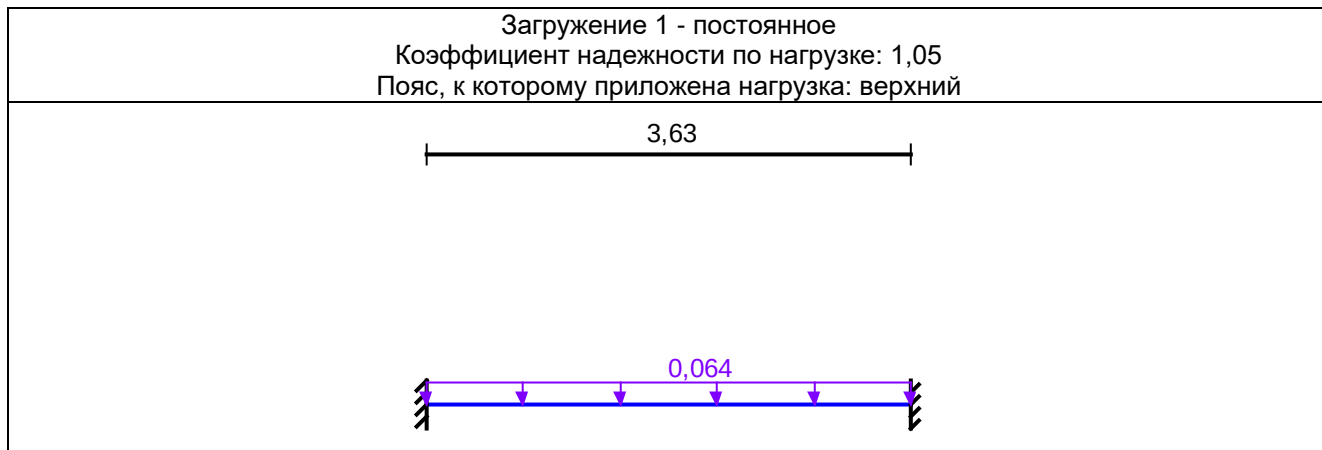
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i_v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

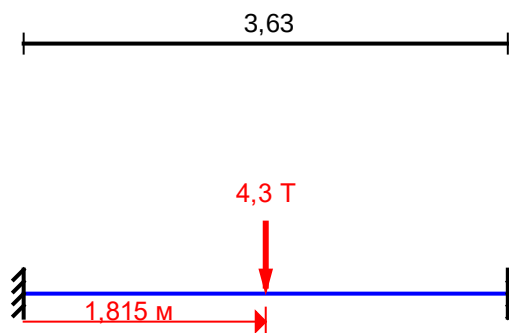
Тип нагрузки	Величина	Т/м	Коэффициент включения собственного веса
	0,064	Т/м	1



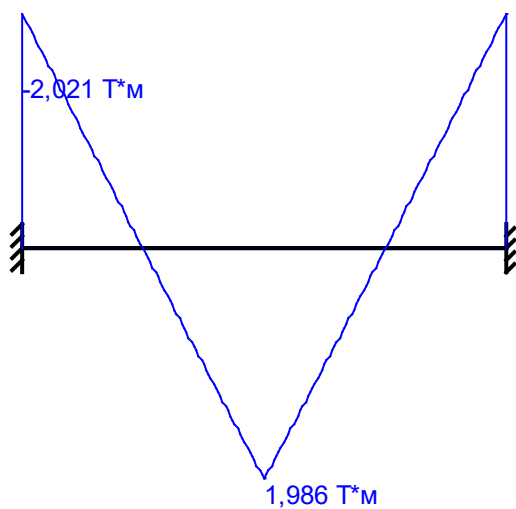
Загружение 2 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	4,3	Т	1,815 м	0,12

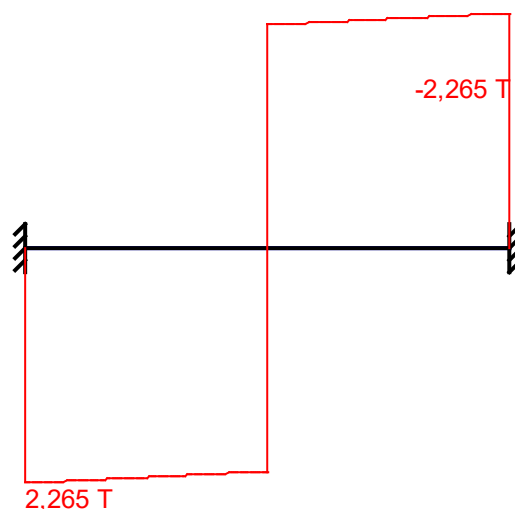
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

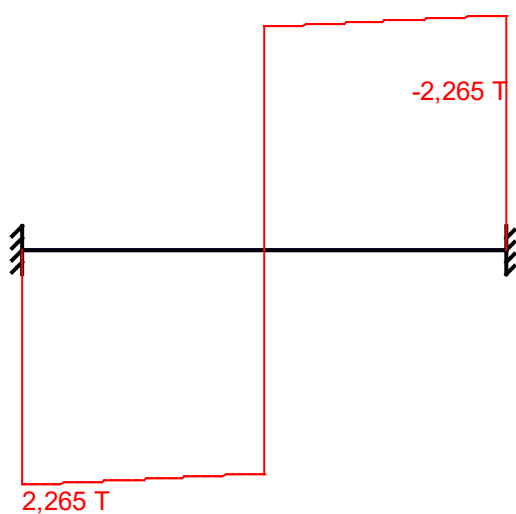


Максимальный изгибающий момент

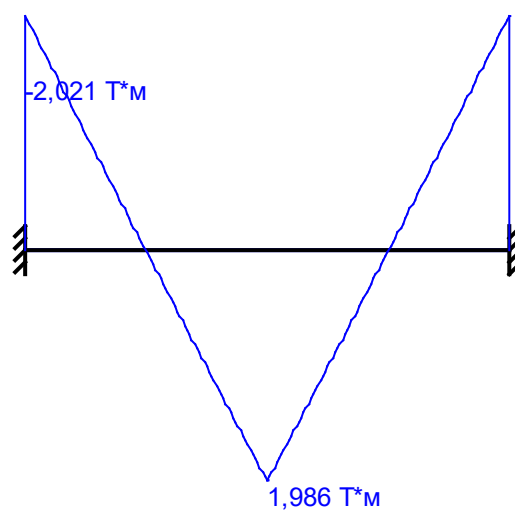


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	Т*м	Т	Т	Т*м
по критерию M_{max}	-2,021	2,265	2,265	-2,021
по критерию M_{min}	-2,021	2,265	2,265	-2,021
по критерию Q_{max}	-2,021	2,265	2,265	-2,021
по критерию Q_{min}	-2,021	2,265	2,265	-2,021

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,047
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,106
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,106
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,084
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	0,191
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	0,165

Коэффициент использования 0,191 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 4,487e-004 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 4.3 тонны, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 0,5мм.

6.3 Усиление ферм покрытия фонарей ФФ-1.1

Для дальнейших расчётов элементов усиления принимаем максимальную нагрузку от плиты. Максимальная сосредоточенная нагрузка на ВП фермы ФФ-1 в месте опирания плиты рассчитывается следующим образом:

Распределённые расчётные нагрузки на покрытие: 0,132 т/м² от собственного веса плиты покрытия, 0,091 т/м² от пирога покрытия, 0,171 т/м² от снегового мешка (см. схему в ТЗК, приложение Н, п.3.2)

Итого суммарная распределённая нагрузка: 0,394 т/м²;

Грузовая площадь – 9м²;

Сосредоточенная нагрузка на ВП фермы в месте опирания плит – 3,546т.

Т.к. дефицит несущей способности (в соответствии с ТЗК) выявлен в верхнем поясе в зоне над точками крепления раскосов, то нецелесообразно передавать момент с помощью усиления в эти зоны. Упорные хомуты предполагается размещать в зонах над точками крепления стоек.

6.3.1 Подбор балки усиления ФФ-1.1

Рассчитаем момент сил в балках усиления при данном расположении точек загрузки, а затем подберём эквивалентную нагрузку в центре (имитирует усилие от домкрата), соответствующую моменту сил.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

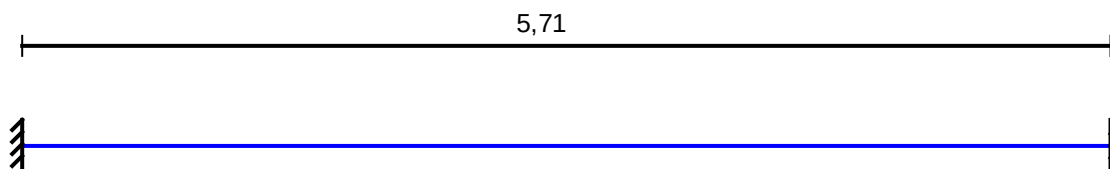
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



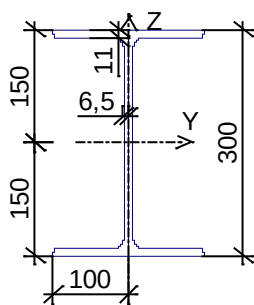
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

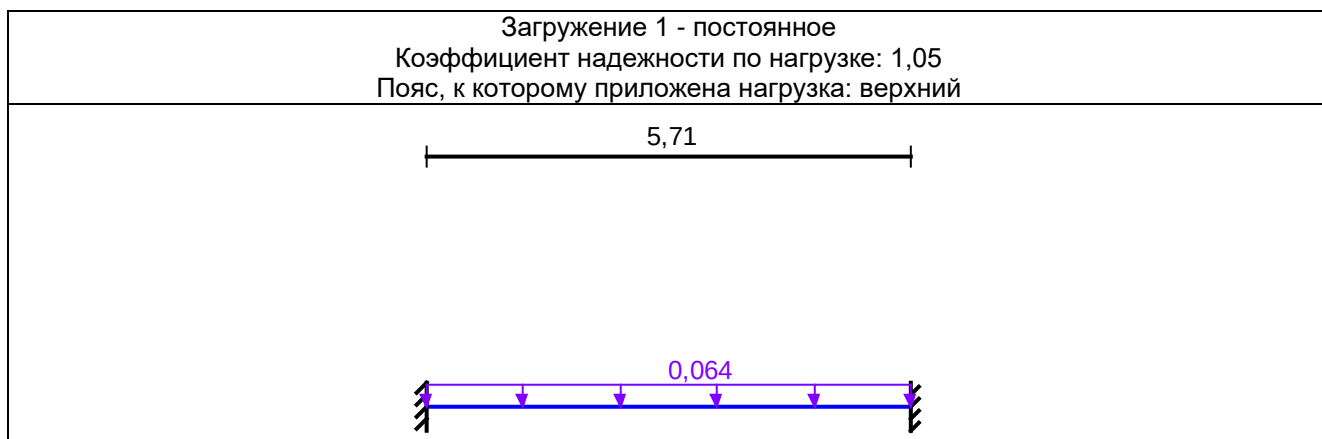
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i_v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

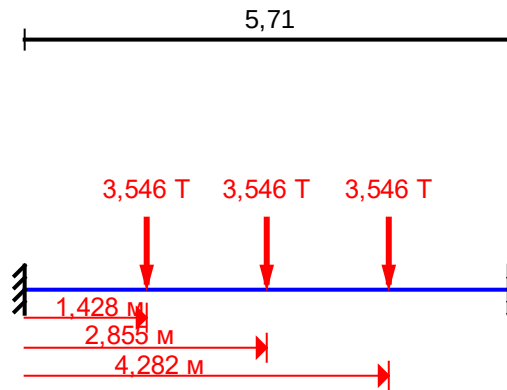
Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,064 Т/м	1



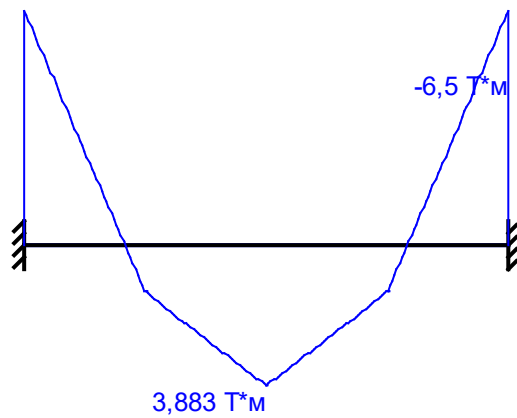
Загружение 2 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	3,546 Т	1,428 м	0,12 м	
	3,546 Т	2,855 м	0,12 м	
	3,546 Т	4,282 м	0,12 м	

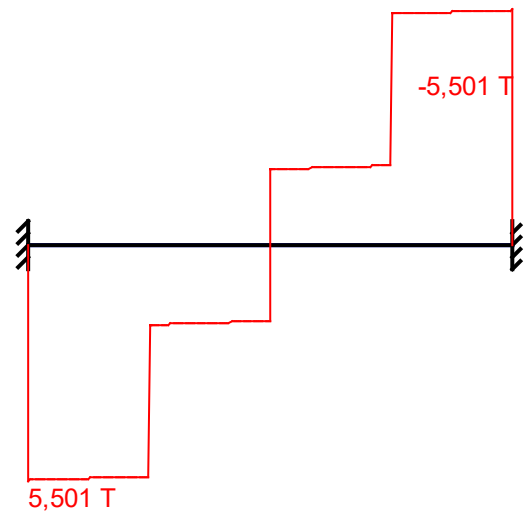
Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

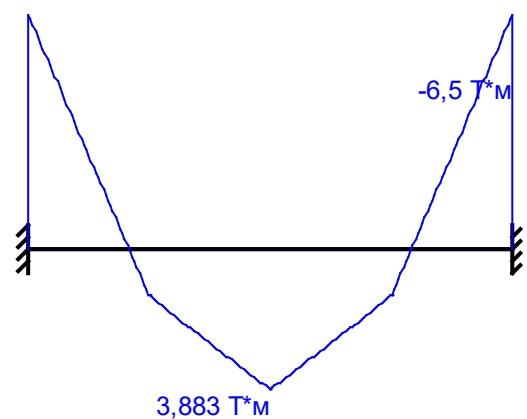
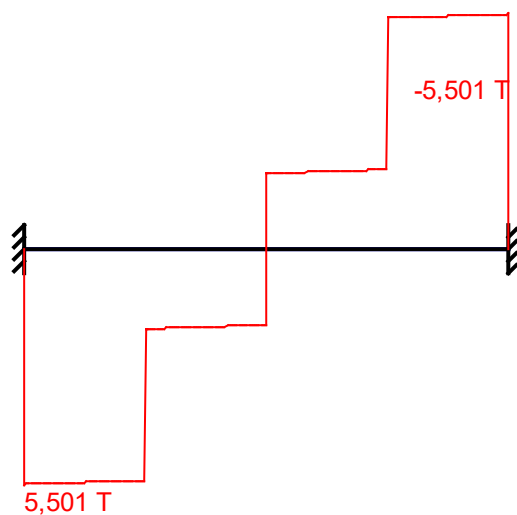


Максимальный изгибающий момент



Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок	
Максимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T^*M	T	T	T^*M
по критерию $M_{\max}$	-6,5	5,501	5,501	-6,5
по критерию $M_{\min}$	-6,5	5,501	5,501	-6,5
по критерию $Q_{\max}$	-6,5	5,501	5,501	-6,5
по критерию $Q_{\min}$	-6,5	5,501	5,501	-6,5

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,113
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,342
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,342
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,263
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	0,191
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	0,296

Коэффициент использования 0,342 - Прочность при действии изгибающего момента

Подберём сосредоточенную нагрузку от домкрата для достижения тех же величин изгибающего момента в пролёте балок (т.к. домкрат будет устанавливаться только в центре пролёта ВП).

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

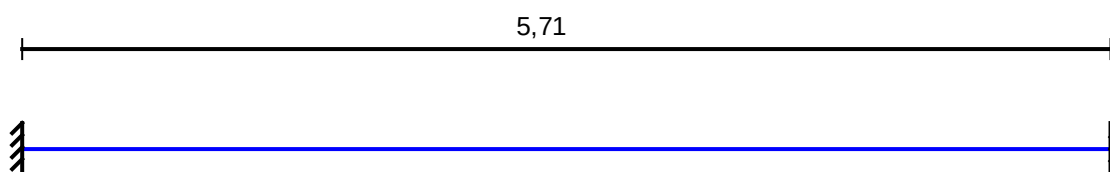
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



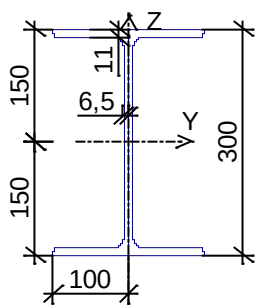
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 30П

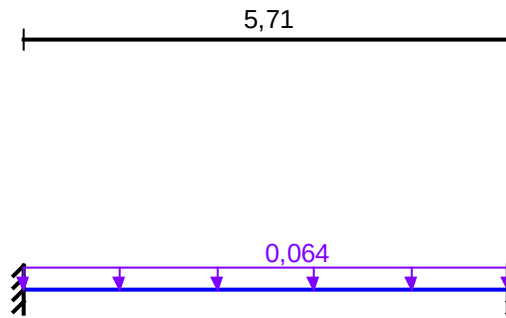
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	30,578	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	34,179	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11660	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1434,721	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	23,239	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	299573,292	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	4,209	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	777,333	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	777,333	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	143,472	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	953,05	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	237,61	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	11660	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	1434,721	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	4,209	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,771	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	131,8	см
M	Масса 1 м	63,585	кг

Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Кoeffициент включения собственного веса
		0,064	T/м 1

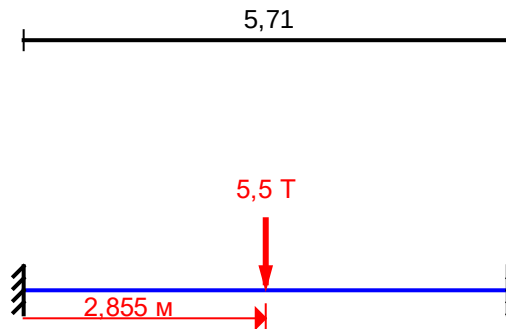
Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,05
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



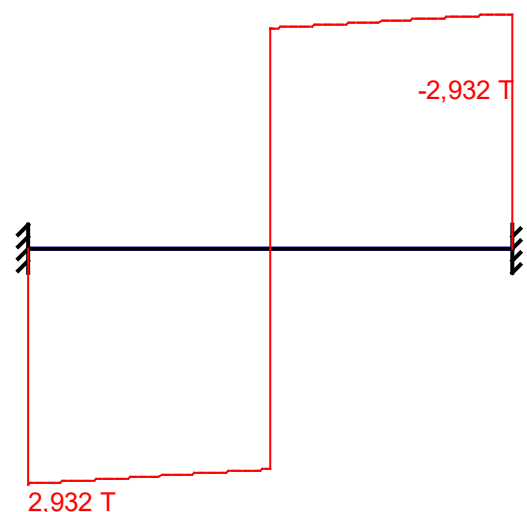
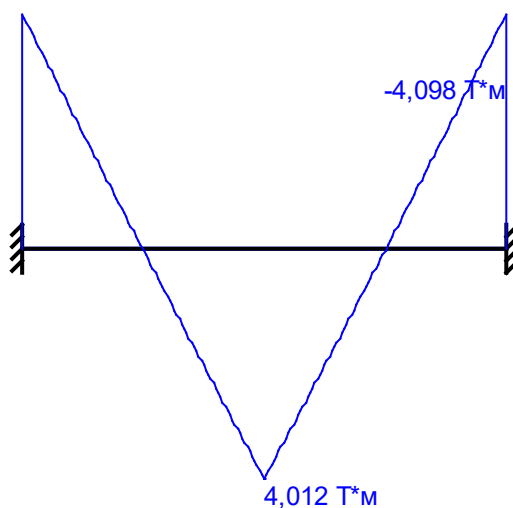
Загружение 2 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s	Коэффициент включения собственного веса
	5,5	T	2,855 м	0,2

Загружение 2 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



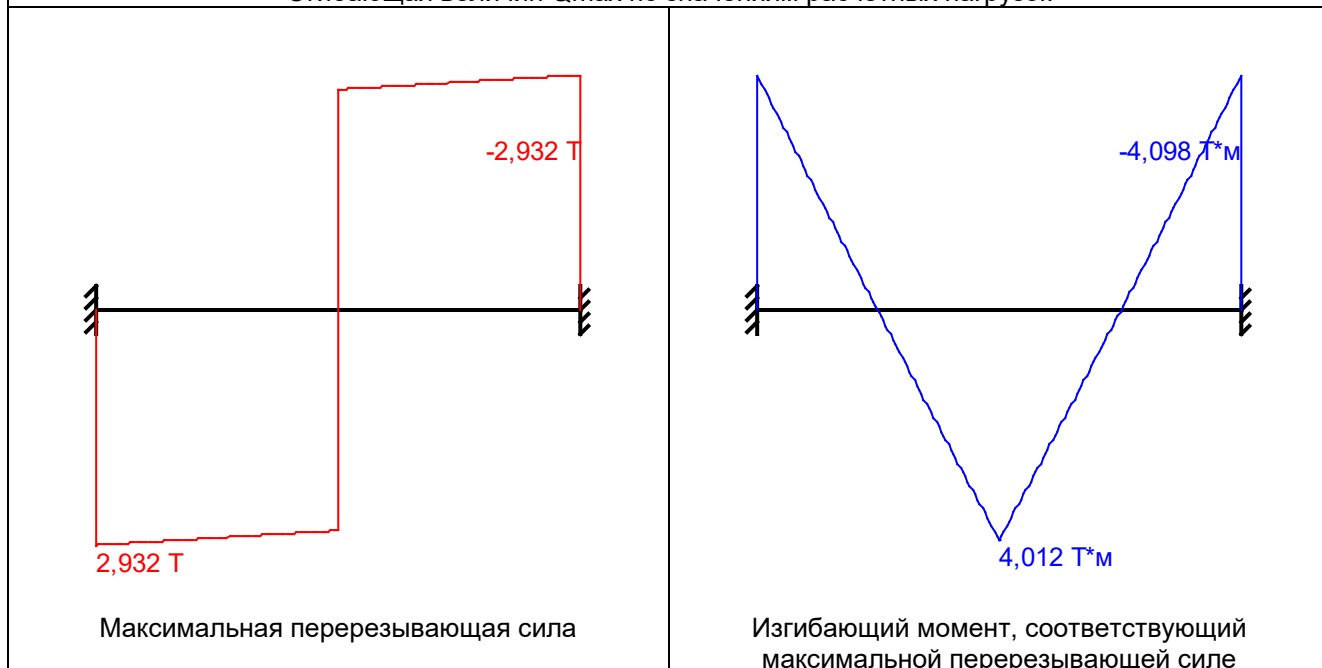
Огибающая величин Mmax по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

Максимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту
--------------------------------	--

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 Т*м	Сила в опоре 1 Т	Сила в опоре 2 Т	Момент в опоре 2 Т*м
по критерию $M_{\max}$	-4,098	2,932	2,932	-4,098
по критерию $M_{\min}$	-4,098	2,932	2,932	-4,098
по критерию $Q_{\max}$	-4,098	2,932	2,932	-4,098
по критерию $Q_{\min}$	-4,098	2,932	2,932	-4,098

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,06
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,216
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,216
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,164
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	0,191
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7,	Предельная гибкость свеса	0,235

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
9.4.9	полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	

Коэффициент использования 0,235 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Максимальный прогиб - 0,002 м

В качестве балок усиления принимаем 2 швеллера 30П (по несущей способности проходит меньшее сечение, но требуется принять большее сечение для обеспечения необходимой минимальной высоты подхвата домкрата). Необходимое усилие в домкрате 5,5 тонн, необходимый прогиб швеллеров до достижения необходимого усилия – 2мм.

Узлы домкратного и опорного хомута принимаются идентичными принятым для ферм ФС-1.1, ФС-1.1*, т.к. усилия в узлах в данном случае получаются меньше, то дополнительные расчёты не требуются.

6.8 Расчет увеличения нагрузки на фермы от элементов усиления

Нормативные эксплуатационные нагрузки, нормативные нагрузки от собственного веса усиления, а также процент увеличения нагрузок сведены в таблицу 6.8.1.

Табл. 6.8.1 Процент увеличения нагрузки на фермы от усиления

Наим. Конструк ции	СВ ферм ы, т	СВ плит покрыт ия, т	СВ снегов ого покров а (без мешко в), т	СВ проектируе мого пирога покрытия (без мешков), т	Суммарн ая норматив ная нагрузка, т	СВ усиле ния ферм,т	СВ усиле ния плит,т	Сумм. Нагр. От усилен ия,т	Процен т увеличе ния нагрузк и, %
Ферма ФС1	10	17.16	22.03	10.08	59.27	1.37	0.56	1.93	3.26
Фермы ФС2, ФС3	5.9	22.88	16.53	7.56	52.87	1.1	0.4	1.5	2.84

В связи с незначительным увеличением нагрузки на ферму, а также отсутствием превышения коэффициентов использования подбираемых элементов усиления ферм более 0,661 уточняющий расчёт не производится.

7. Расчёт усиления стальных ферм с учётом нагрузки от элементов усиления

В данном разделе производится расчёт несущей способности усиленных сечений ферм (сечения см. в разделе 2 РПЗ) с учётом нагрузки от собственного веса усиления (нагрузки см. в разделе 4 РПЗ).

Полученные нагрузки в элементах сведены в таблицу 7.1. Мозаики усилий N см. на рисунках 7.2-7.5.

Табл. 7.1 Сводная таблица расчётных характеристик усиливаемых элементов

№ п/п	Наименование конструкции	Сущ. сечение	Доп. сечение усиления	N max без учёта усиления, т	N max с учётом усиления, т
1	ВП ферм ФС-4 в зоне под фонарями (кроме торцевых ферм фонарей)	Сдвоенные уголки 140х10	Сдвоенные уголки 110х8	91.9	93.7
2	Раскосы р3 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенные уголки 110х70х7	Сдвоенные уголки 90х56х5,5	22.8	23.4
3	Стойки с2 ферм ФС-4 (кроме торцевых ферм блока)	Сдвоенные уголки 63х5	Сдвоенные уголки 50х5	8.45	8.73
4	Связи РС-1 в зоне ферм ФС-4 (расположение см. на рисунке)	Крест из сдвоенных уголков 75х6	Сдвоенные уголки 63х5	9.98	10.1

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надёжн.	Доля длител.н.	1.РСН1	2.РСН2	3.РСН3	4.РСН4
1	СВ ЖБ	Постоянное (Р)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.
2	СВ Сталь	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.	1.	1.	1.
3	Пирог покрытия	Длит. доминир.1 (Р1)	+		1.23	1.0	1.	1.	1.	1.
4	СВ плиты покрытия	Постоянное (Р)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.
5	Длительная мостики	Длит. доминир.1 (Р1)	+		1.05	1.0	1.	1.	1.	1.
6	Кратк мостики	Кратк. доминир.1 (Р1)	+		1.3	0.35	1.	1.	1.	1.
7	Ограждение фонарей	Длит. доминир.1 (Р1)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.
8	Снеговая 1	Кратк. доминир.1 (Р1)	+	1	1.4	0.5	1.	1.	0.	0.
9	Снеговая 2	Кратк. доминир.1 (Р1)	+	1	1.4	0.5	0.	0.	1.	1.
10	Ветер Y	Мгновенное(М)	+	2	1.4	0.0	0.7	0.	0.7	0.
11	Ветер X	Мгновенное(М)	+	2	1.4	0.0	0.	0.7	0.	0.7
12	СВ усиления плит	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.	1.	1.	1.
13	СВ усиления ферм	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0	1.	1.	1.	1.

Рисунок 7.1 Таблица РСН из схемы с учётом нагрузки от СВ усиления

РСН2(Импорт из САПФИР:СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))

Мозаика N

Единицы измерения - т

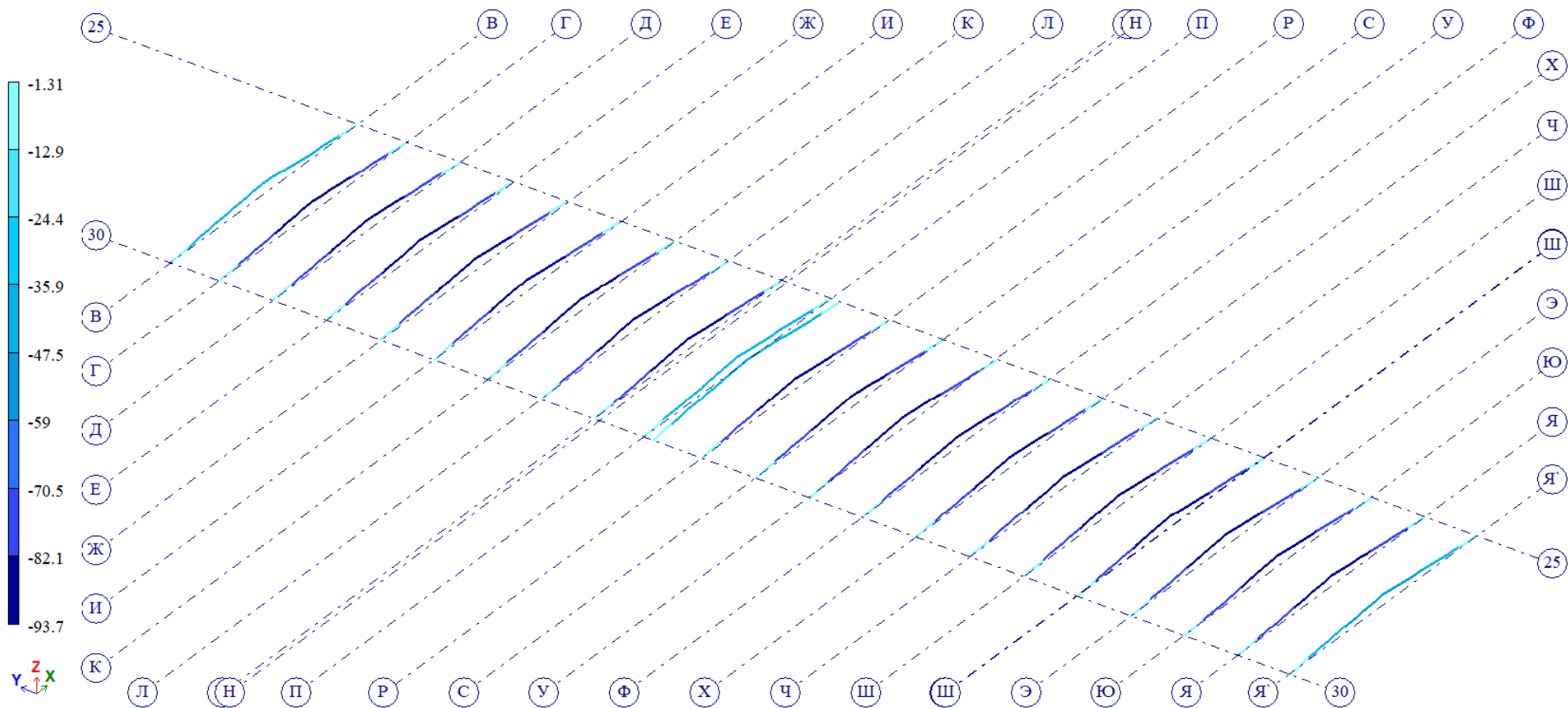


Рисунок 7.2 Мозаика N элементов ВП стальных ферм

РСН2(Импорт из САПФИР:СП.26-13330.2016 (РФ) (по умолчанию))
 Мозаика N
 Единицы измерения - т

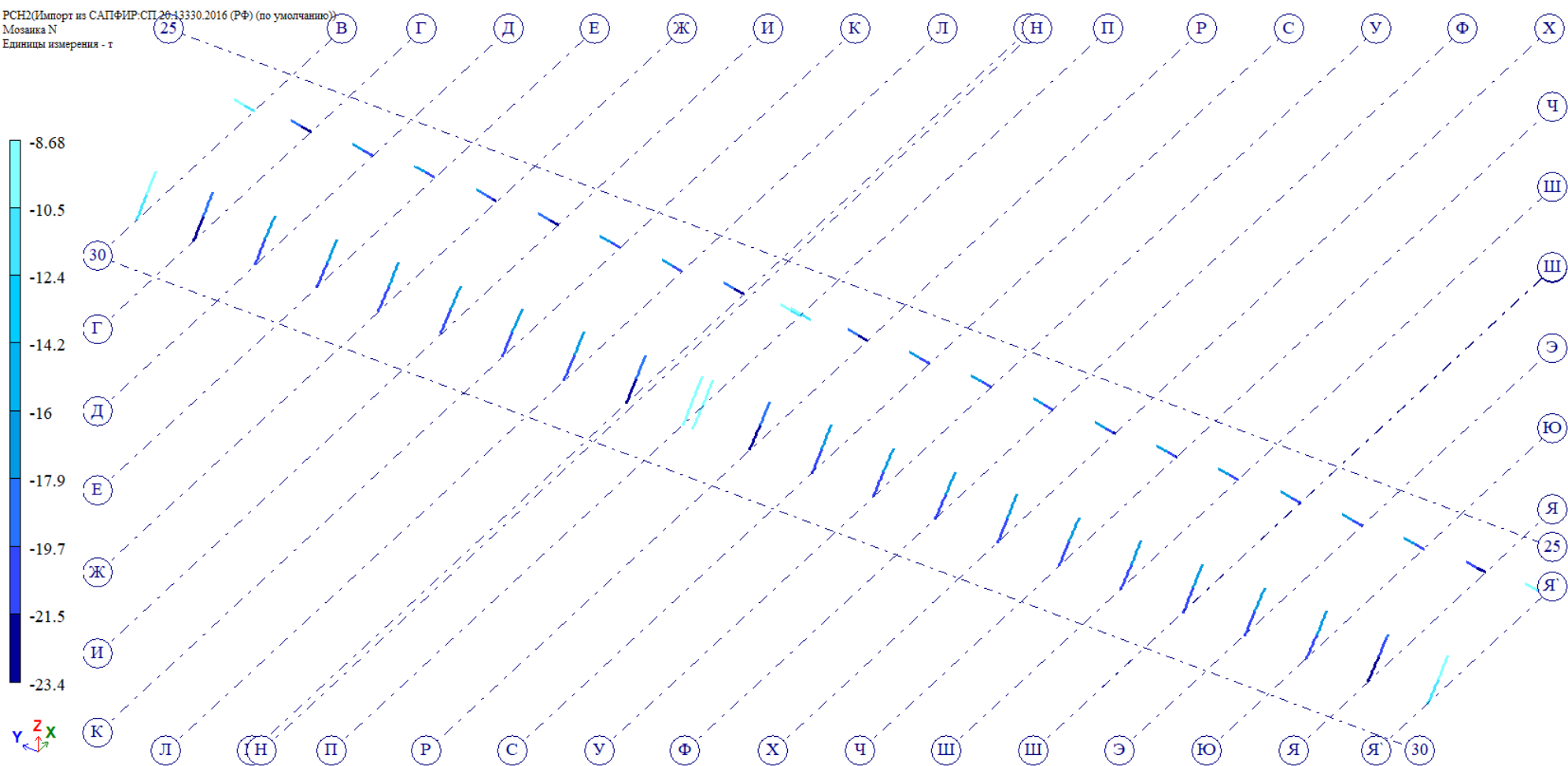


Рисунок 7.3 Мозаика N элементов раскосов r3 стальных ферм

РСН2(Импорт из САПФИР-СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))
 Мозаика N
 Единицы измерения - т

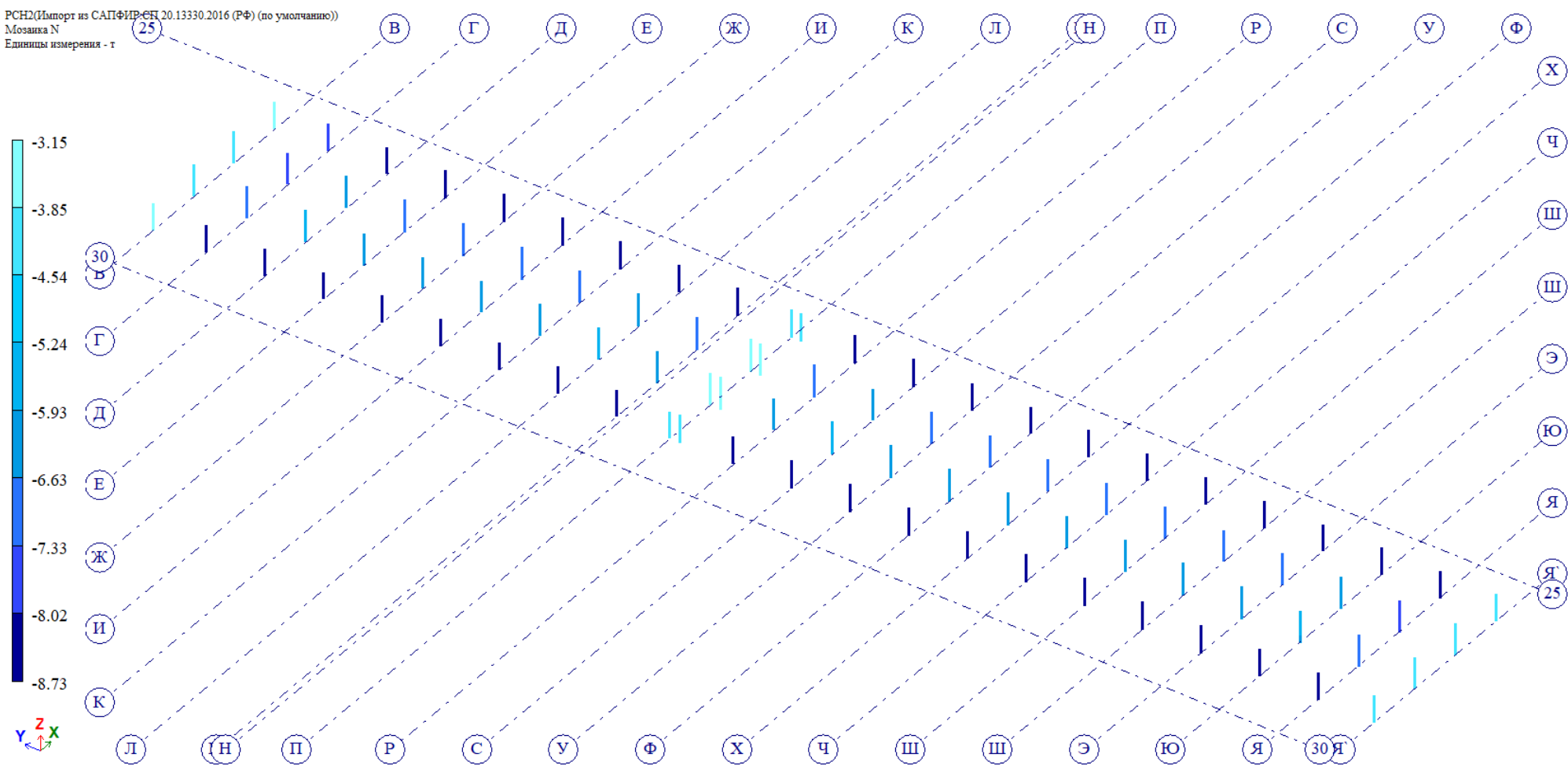


Рисунок 7.4 Мозаика N элементов стоек с2 стальных ферм

РСН1(Импорт из САПФИР:СП.20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))

Мозаика N

Единицы измерения - т

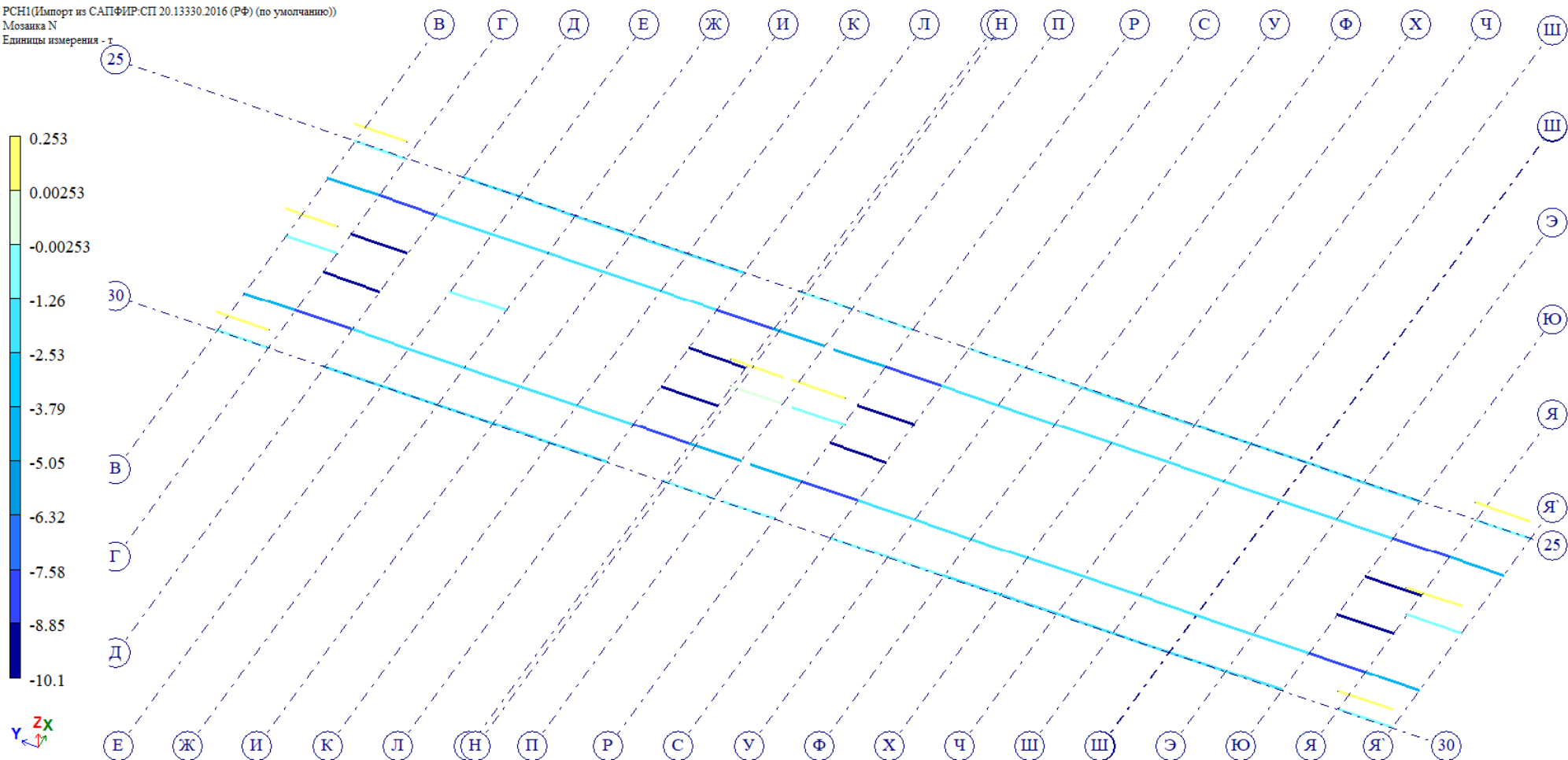


Рисунок 7.5 Мозаика N элементов связей РС-1

7.1 Расчёт усиления верхнего пояса ФС-4

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{93,7}{0,827 \times 0,012468 \times 21719,9 \times 1} = 0,418 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(15,2 - \sqrt{15,2^2 - 39,48 \times 1,99^2} \right)}{1,99^2} = 0,827$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 60,95 \sqrt{213 / 200000} = 1,99$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 1,99) + 1,99^2 = 15,2$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{93,7}{0,792 \times 0,012468 \times 21719,9 \times 1} = 0,437 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(16,32 - \sqrt{16,32^2 - 39,48 \times 2,21^2} \right)}{2,21^2} = 0,792$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 67,69 \sqrt{213 / 200000} = 2,21$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 2,21) + 2,21^2 = 16,32$$

, где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3000}{49,22} = 60,95 \leq \lambda_{y\text{пред}} = 155,4 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.1:

$$\lambda_{y\text{пред}} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \times 0,41 = 155,4$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,41$$

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{88,64} = 67,69 \leq \lambda_{x\text{пред}} = 154,32 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.1:

$$\lambda_{x\text{пред}} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \times 0,428 = 154,32$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,428$$

7.2 Расчёт усиления раскоса р3 ФС-4

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{23,4}{0,796 \times 0,00386 \times 21719,9 \times 1} = 0,35 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(16,21 - \sqrt{16,21^2 - 39,48 \times 2,19^2} \right)}{2,19^2} = 0,796$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 67,2 \sqrt{213 / 200000} = 2,19$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 2,19) + 2,19^2 = 16,21$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{4250}{63,23} = 67,21 \leq \lambda_{x\text{пред}} = 189,48 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.2а:

$$\lambda_{x\text{пред}} = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \times 0,342 = 189,48$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,342$$

7.3 Расчёт усиления стоек с2 ферм ФС-4

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{8,73}{0,552 \times 0,002178 \times 21719,9 \times 1} = 0,334 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(24,44 - \sqrt{24,44^2 - 39,48 \times 3,45^2} \right)}{3,45^2} = 0,552$$

,где $\bar{\lambda}$ - условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 105,6 \sqrt{213 / 200000} = 3,45$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 3,45) + 3,45^2 = 24,44$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{2220}{21,02} = 105,6 \leq \lambda_{упред} = 190,56 - \text{условие выполняется}$$

В соответствии с таблицей 32, п.2а:

$$\lambda_{упред} = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \times 0,324 = 190,56$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = 0,324$$

7.4 Расчёт усиления связей РС-1

Расчёт устойчивости сечения в плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{10,1}{0,602 \times 0,002982 \times 21719,9 \times 1} = 0,259 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(22,48 - \sqrt{22,48^2 - 39,48 \times 3,19^2} \right)}{3,19^2} = 0,604$$

,где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 97,69 \sqrt{213 / 200000} = 3,19$$

, где R_y – расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E – модуль упругости стали (200000 МПа);

δ – коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 3,19) + 3,19^2 = 22,48$$

,где α, β – коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Расчёт устойчивости сечения из плоскости фермы

Условие устойчивости сечения в соответствии с п.7.1.3 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{9,98}{0,167 \times 0,002982 \times 21719,9 \times 1} = 0,923 \leq 1 - \text{условие выполняется}$$

,где N – продольное усилие в стержне;

φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{0,5 \left(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \bar{\lambda}^2} \right)}{\bar{\lambda}^2} = \frac{0,5 \left(67,71 - \sqrt{67,71^2 - 39,48 \times 7,2^2} \right)}{7,2^2} = 0,167$$

,где $\bar{\lambda}$ - условная гибкость стержня, определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} = 220,9 \sqrt{213/200000} = 7,2$$

, где R_y –расчётное сопротивление стали растяжению (213 МПа);

E –модуль упругости стали (200000МПа);

δ –коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 = 9,87(1 - 0,04 + 0,09 \times 7,2) + 7,2^2 = 67,71$$

,где α, β –коэффициенты, принимаемые по таблице 7 ($\alpha = 0,04, \beta = 0,09$),
принимается по типу сечения b;

Гибкость элемента

(обозначения по осям сечения: y- в плоскости сечения, x- из плоскости сечения)

В плоскости сечения:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{61,42} = 97,69$$

Из плоскости сечения:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{6000}{27,16} = 220,9$$

8. Расчёт устраиваемых плит покрытия

В данном разделе производится расчёт несущей способности устраиваемых плит покрытия из швеллеров 30П и железобетонных плит по несъёмной опалубке из профлиста Н57-750-0.8.

Для определения снеговых нагрузок был наложен план устраиваемых план на план максимальных снеговых нагрузок из ТКЗ, приложение Н, п.3.2. Максимальная расчётная снеговая нагрузка на плиту составляет 646 кг/м².

Нагрузка от пирога покрытия принимается в соответствии с таблицей проектных нагрузок 3.1.1 из ТКЗ, приложения Н. Длительная нагрузка от пирога кровли составляет 91 кг/м².

Расчёт несущей способности швеллеров производится без учёта дымозоров, т.к. их собственный вес не превышает собственного веса железобетонного участка плиты.

Суммарная нагрузка от несущих конструкций устраиваемых плит сведена в таблицу 8.1.

Табл. 8.1 Нагрузка от устраиваемой плиты покрытия

№ п/п	Состав	Нормативное значение нагрузки (кг/м ²)	γ_c	Расчетное значение нагрузки, (кг/м ²)	Расчетное значение нагрузки, (кг/м.пог плиты)	Расчетное значение нагрузки, (кг/м.пог ребра)
1	Швеллер 30П, 2шт в сечении, 31.8кг/м.пог	63.60	1.05	66.78	66.78	33.39
2	Плита покрытия	206.25	1.10	226.88	335.09	167.55
2	Профлист Н57-750-0.8 с учётом перехлёста	12.76	1.05	13.40	19.79	9.89
Пост.	Постоянная нагрузка	282.61	1.09	307.05	460.58	210.83
Длит.	Суммарная нагрузка от пирога кровли	70.00	1.30	91.00	136.50	68.25
Врем.	Снеговая нагрузка СП 20.13330.2011 от снегового мешка	461.43	1.40	646.00	969.00	484.50
		814.04		1044.05	1566.08	783.04

8.1 Расчёт устраиваемой плиты покрытия

На рисунке 8.1.1 приведено сечение монолитного участка плиты покрытия по несъёмной опалубке, на рисунке 8.1.2 приведено приведённое сечение плиты для расчёта как однопролётной балки.

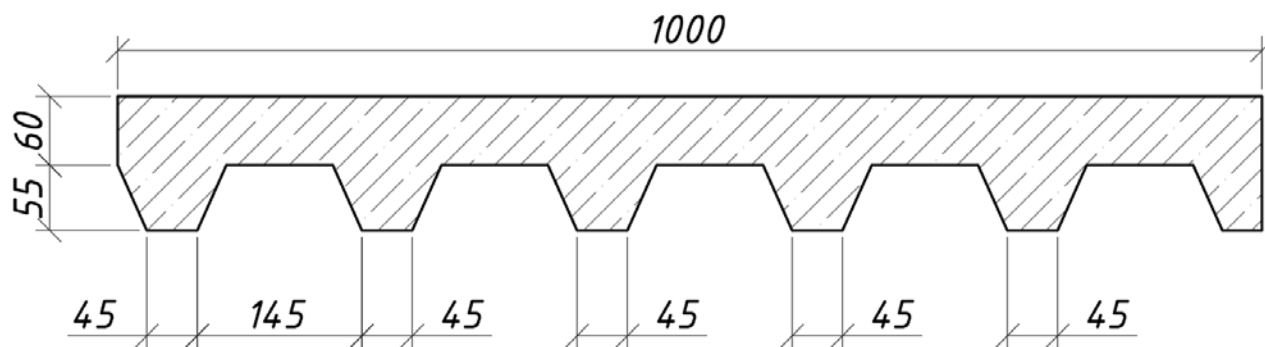


Рисунок 8.1.1 Сечение устраиваемой плиты

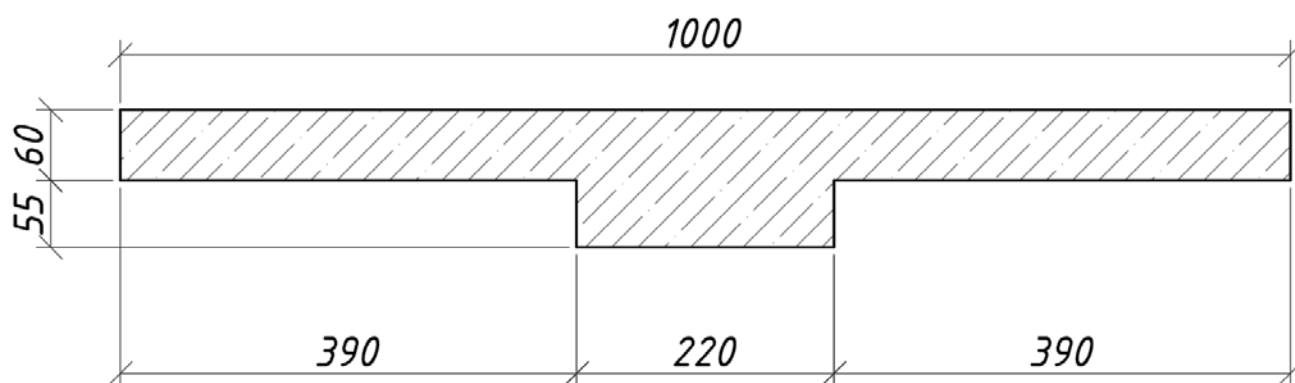


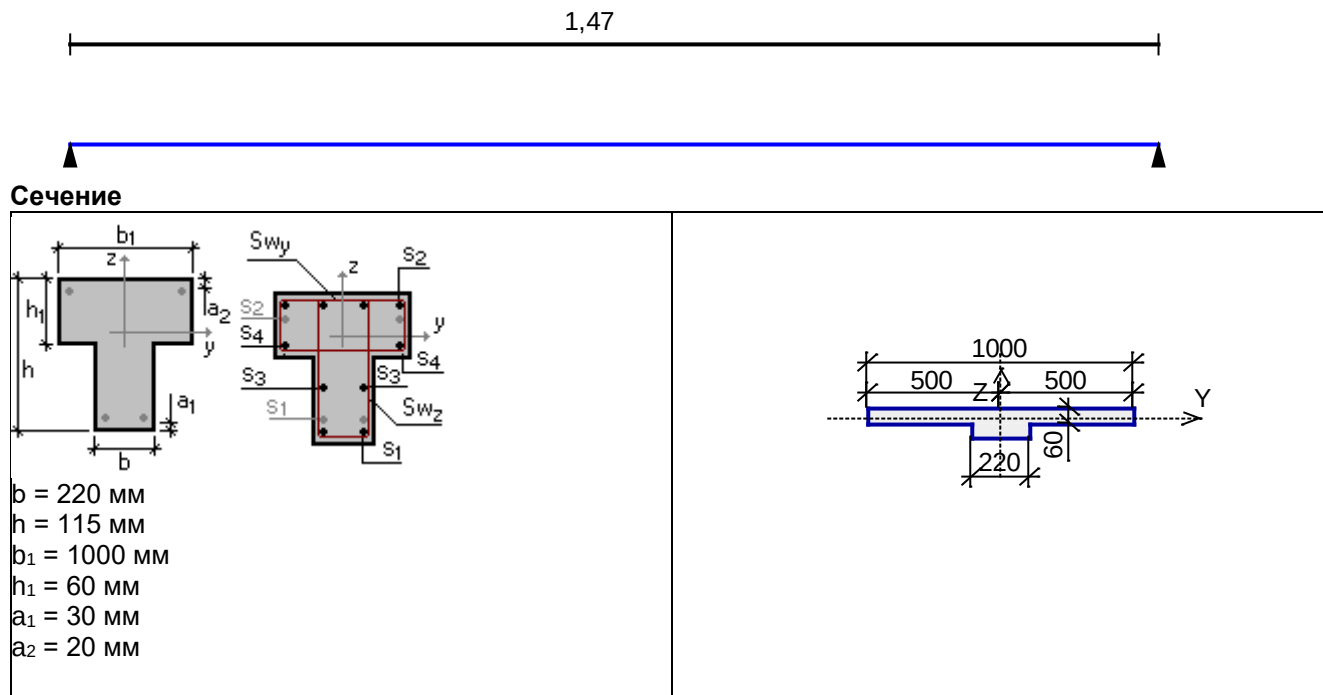
Рисунок 8.1.2 Приведённое сечение устраиваемой плиты

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Конструктивное решение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A500	1
Поперечная	A240	1

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	1,47	$S_1 - 5\varnothing 8$ $S_2 - 5\varnothing 8$ Поперечная арматура вдоль оси Z $5\varnothing 6$, шаг поперечной арматуры 150 мм	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: B25

Удельный вес бетона 2,5 Т/м³

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость

Ограниченная ширина раскрытия трещин

Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры

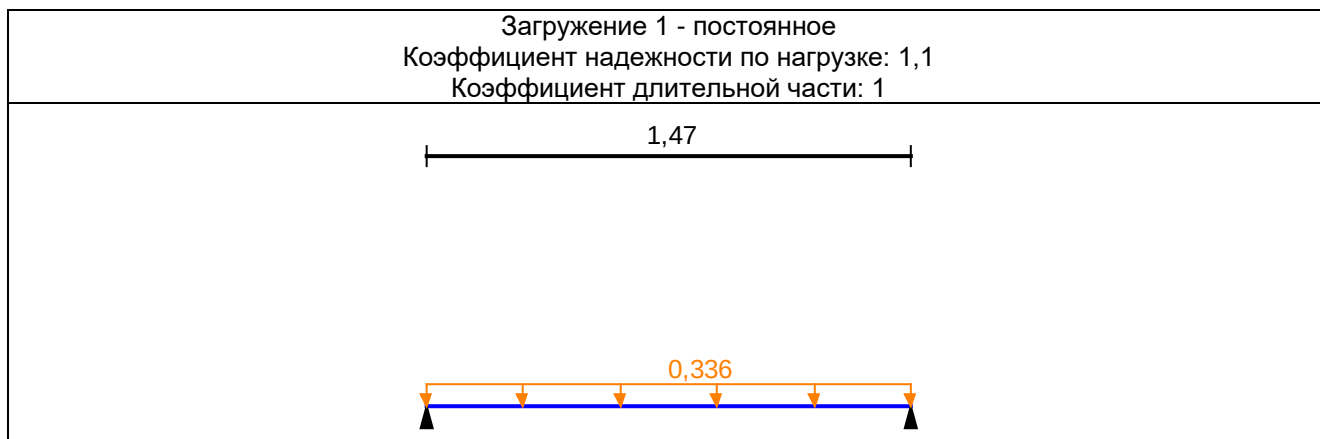
Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0,4 мм

Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Загрузка 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
		0,336	Т/м



Загрузка 2 - временное длительно действующее

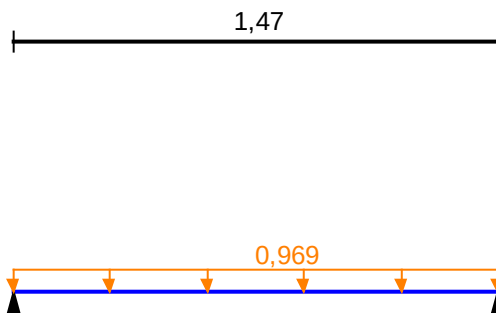
	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
		0,137	Т/м



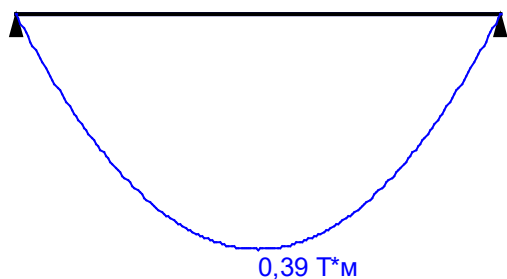
Загрузка 3 - снеговое

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
		0,969	Т/м

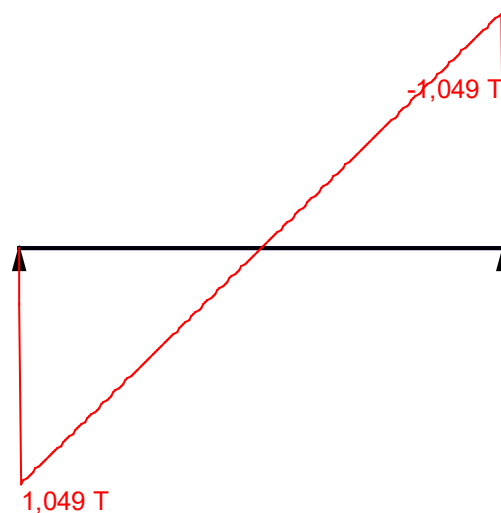
Загружение 3 - снеговое
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,4
Коэффициент длительной части: 0,5



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

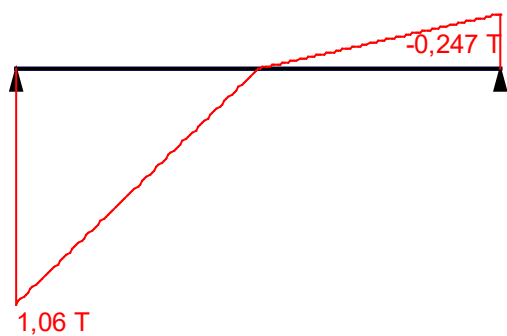


Максимальный изгибающий момент

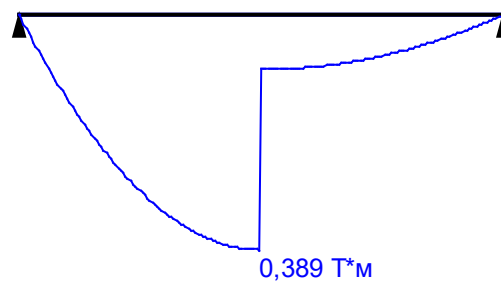


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий
максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,247	0,247
по критерию $M_{\min}$	0,247	0,247
по критерию $Q_{\max}$	1,06	0,247
по критерию $Q_{\min}$	0,247	1,06

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,413	Прочность по предельному моменту сечения	
	0,135	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,042	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
	0,444	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	п. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6
	0,433	Ширина раскрытия трещин (длительная)	п. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16
	0,149	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	п. 8.1.32, 8.1.34
	0,372	Прочность по наклонному сечению	п. 8.1.33, 8.1.34

8.2 Расчёт балок устраиваемых плит покрытия

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

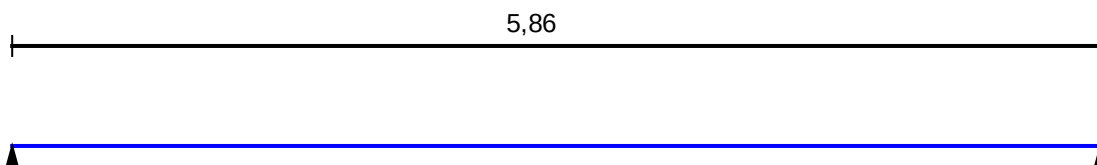
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение



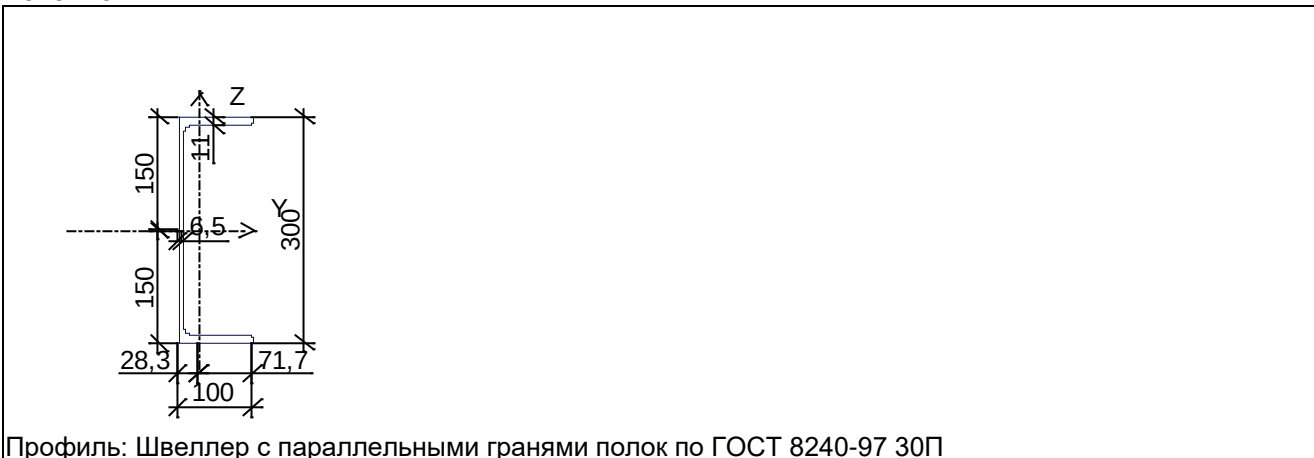
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



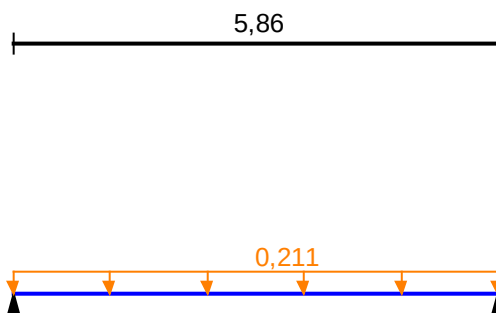
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	40,5	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	15,289	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	17,09	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	5830	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	393	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	11,62	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	65080,821	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,998	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,115	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	6,089	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	388,667	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	388,667	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	138,869	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	54,812	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	451,912	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	110,928	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	5830	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	393	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	11,998	см
i _v	Минимальный радиус инерции	3,115	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,429	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,353	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9,597	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9,597	см
P	Периметр	95,9	см
M	Масса 1 м	31,793	кг

Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
		0,211	Т/м

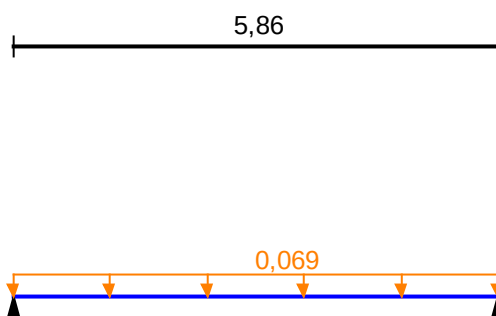
Загрузка 1 - постоянное
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,09
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Загрузка 2 - временное длительно действующее

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	<u>ш</u>	0,069	Т/м

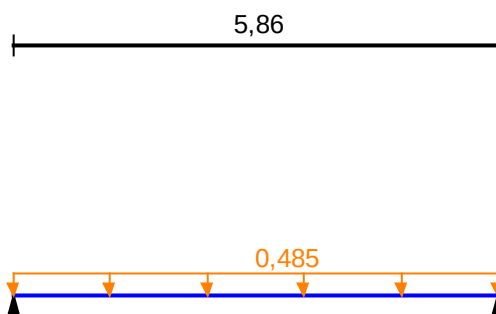
Загрузка 2 - временное длительно действующее
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,3
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



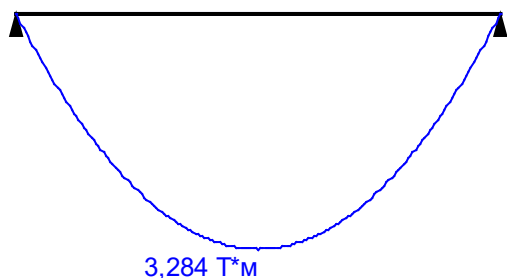
Загрузка 3 - снеговое

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	<u>ш</u>	0,485	Т/м

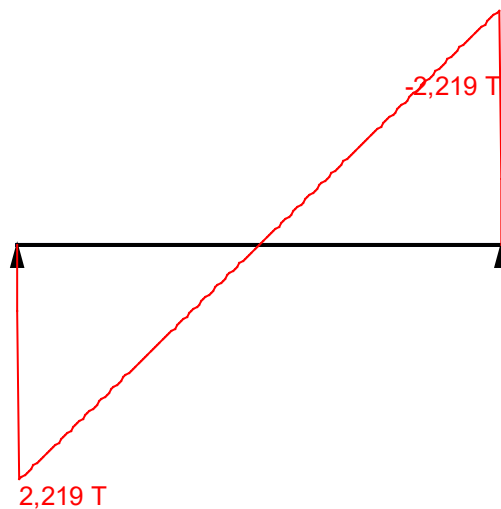
Загрузка 3 - снеговое
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,4
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

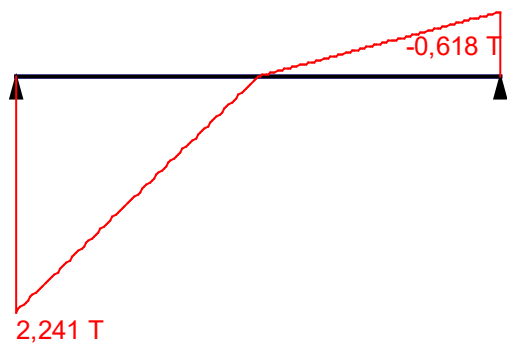


Максимальный изгибающий момент

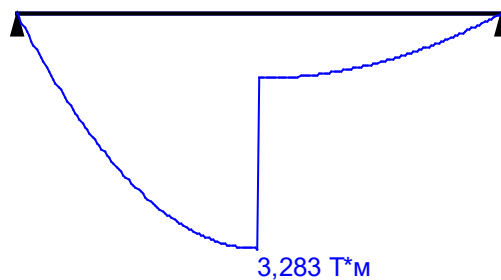


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,618	0,618
по критерию $M_{\min}$	0,618	0,618
по критерию $Q_{\max}$	2,241	0,618
по критерию $Q_{\min}$	0,618	2,241

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,092

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,345
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,345
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,254
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	0,381
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	0,297

Коэффициент использования 0,381 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

9 Расчёт подмостей для производства работ

В данном разделе производится расчёт подмостей для производства работ для работ по усилению/ремонту конструкций покрытия, а также для демонтажа плит покрытия. Расчёт производится для одного типового пролёта.

9.1 Расчёт подстропильных балок подмостей для работ

Расчёт производится на расчётную полезную нагрузку в 240 кг/м² и собственного веса подмостей. Нагрузки на подстропильные балки сведён в таблицу 9.1.1. Собственный вес подстропильных балок учитывается в программе автоматически.

Табл. 9.1.1 Нагрузка на подстропильные балки подмостей

№ п/п	Состав	Толщина, м	Плотность материала (кг/м3)	Нормативное значение нагрузки (кг/м2)	γс	Расчетное значение нагрузки, (кг/м2)
1	Настил	0.020	820.00	16.40	1.10	18.04
2	Стропильные балки дв.10Б1, шаг 1м			8.10	1.05	8.51
Пост.	Постоянная нагрузка			24.50	1.08	26.55
Врем.	Полезная нагрузка на подмости			200.00	1.20	240.00
			Итого	224.50		266.55

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

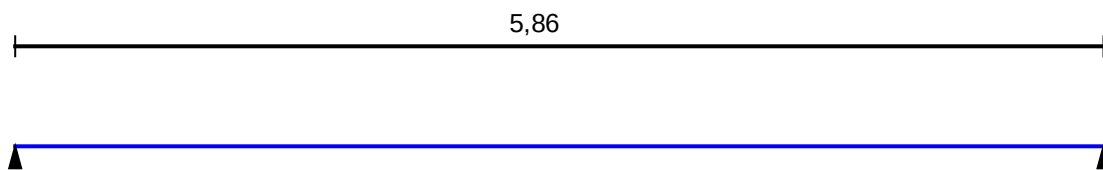
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

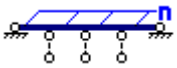
Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1

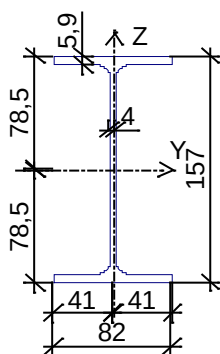


Конструктивное решение**Закрепления от поперечных смещений и поворотов**

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

Закрепления из плоскости изгиба  Число участков $n=2$

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение

Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 16Б1

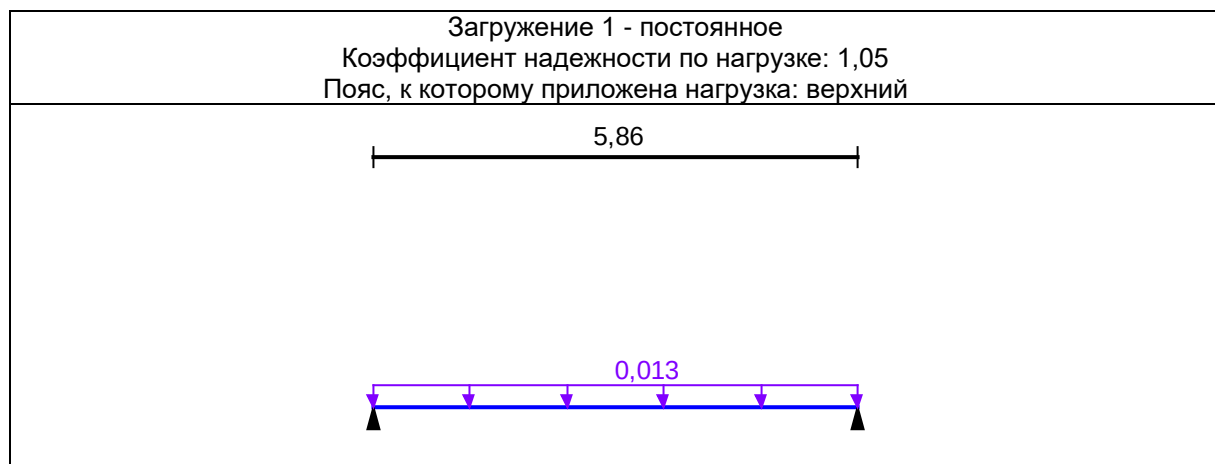
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	16,18	см ²
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	6,808	см ²
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	5,748	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	689,28	см ⁴
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	54,43	см ⁴
I_t	Момент инерции при свободном кручении	1,964	см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	3106,757	см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	6,527	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,834	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль	0	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
	оси Y		
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	87,806	см ³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	87,806	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	13,276	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	13,276	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	99,093	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	20,695	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	689,28	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	54,43	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	6,527	см
i_v	Минимальный радиус инерции	1,834	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,82	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,82	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	5,427	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	5,427	см
P	Периметр	61,855	см
M	Масса 1 м	12,701	кг

Загружение 1 - постоянное

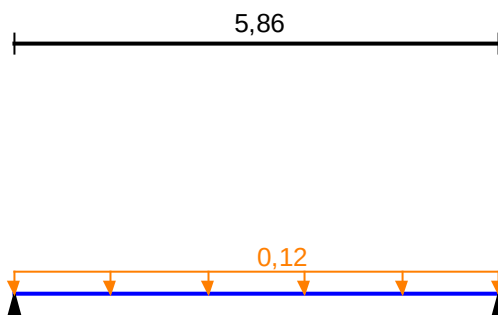
Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,013 Т/м	1



Загружение 2 - временное кратковременное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,12 Т/м	

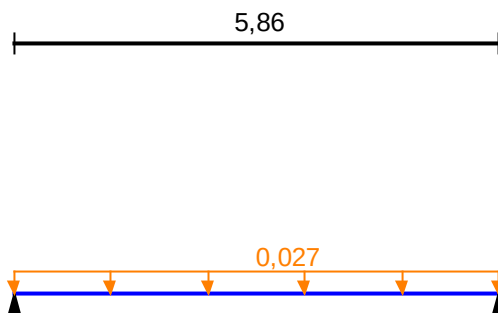
Загрузка 2 - временное кратковременное
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,2
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



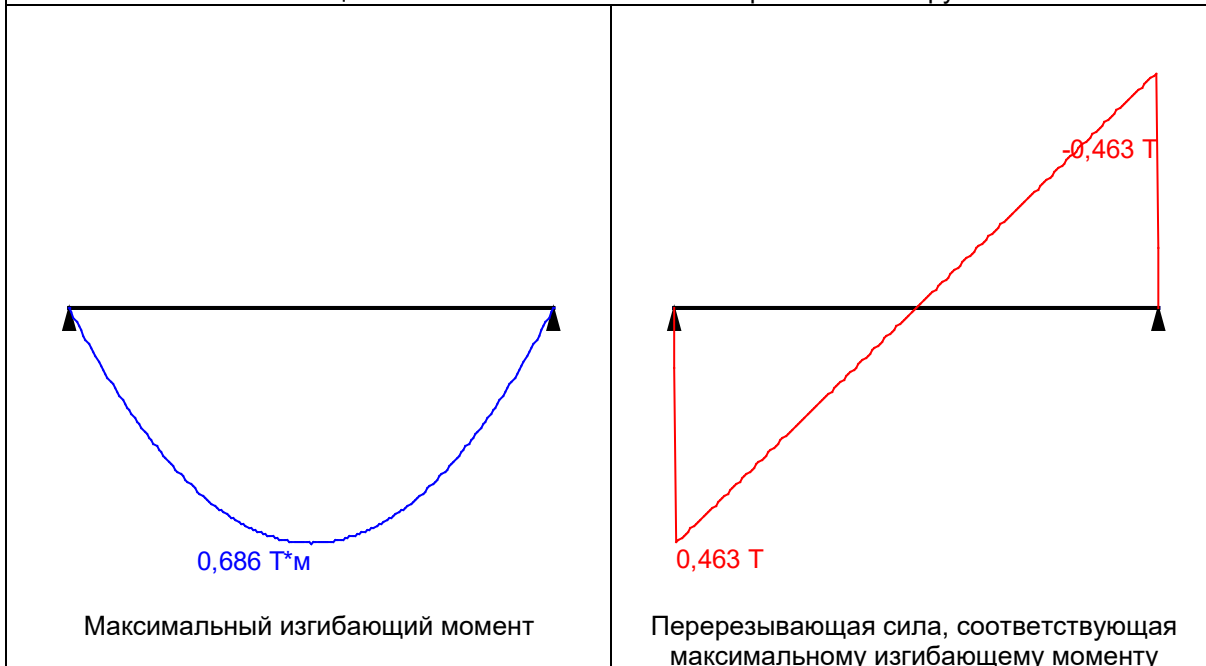
Загрузка 3 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
		0,027	Т/м

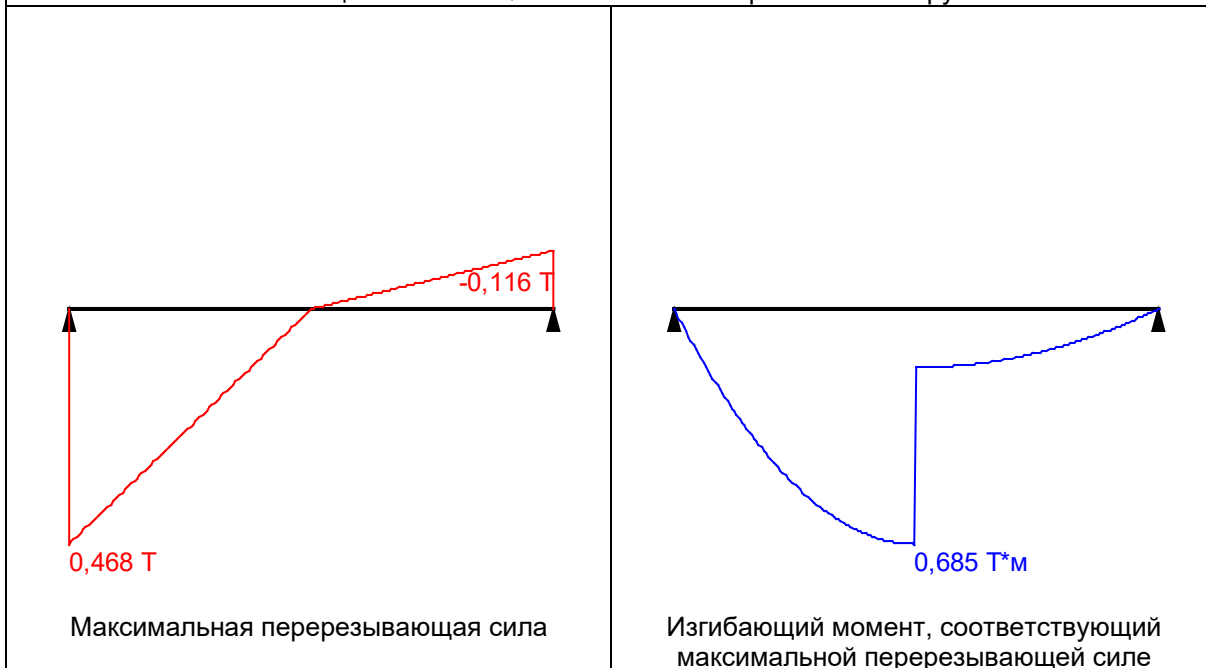
Загрузка 3 - постоянное
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,08
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,116	0,116
по критерию $M_{\min}$	0,116	0,116
по критерию $Q_{\max}$	0,468	0,116
по критерию $Q_{\min}$	0,116	0,468

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии	0,057

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
	поперечной силы	
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,319
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,383
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,225
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	0,31
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	0,196

Коэффициент использования 0,383 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

9.2 Расчёт стропильных балок подмостей для работ

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

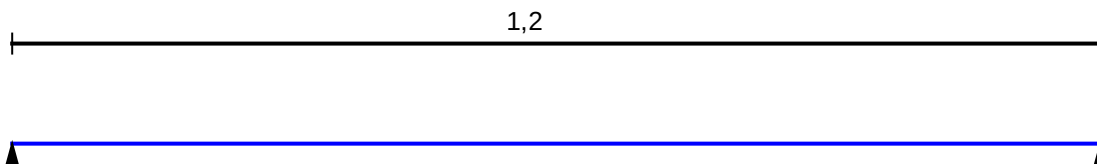
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение

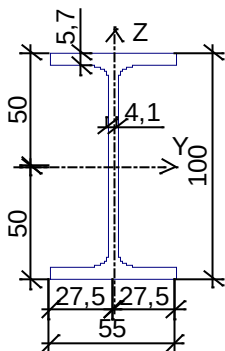


Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 10Б1

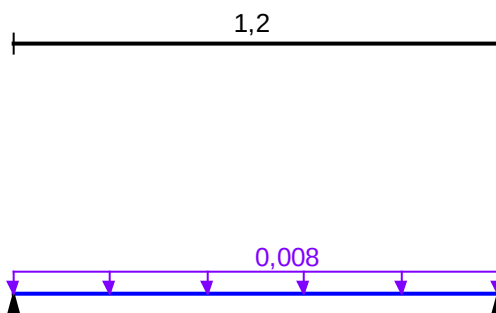
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	10,32	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	4,549	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	3,626	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	171,01	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	15,92	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	1,202	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	353,921	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	4,071	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,242	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	34,202	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	34,202	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	5,789	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	5,789	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	39,407	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	9,146	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	171,01	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	15,92	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	4,071	см
i _v	Минимальный радиус инерции	1,242	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,561	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,561	см
a _{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	3,314	см
a _{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	3,314	см
P	Периметр	39,978	см
M	Масса 1 м	8,101	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Кoeffициент включения собственного веса
	0,008 Т/м	1

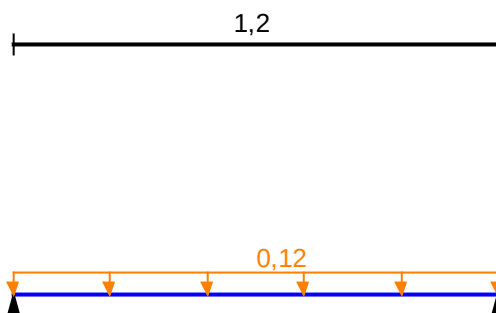
Загрузка 1 - постоянное
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,05
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Загрузка 2 - временное кратковременное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,12	Т/м

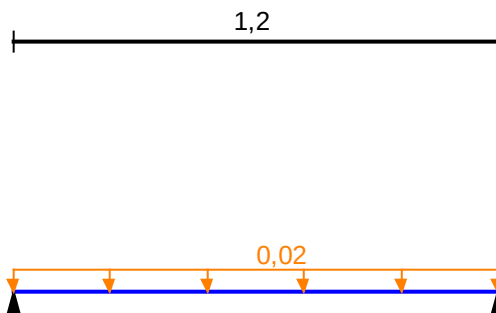
Загрузка 2 - временное кратковременное
Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,2
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



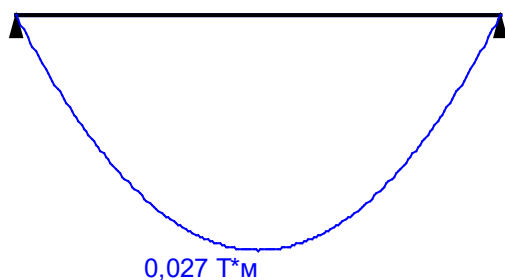
Загрузка 3 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,02	Т/м

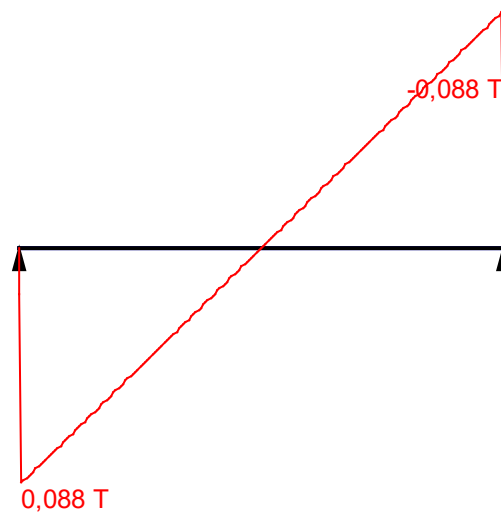
Загружение 3 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальный изгибающий момент

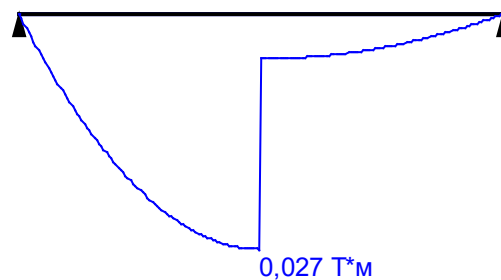


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий
максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,017	0,017
по критерию $M_{\min}$	0,017	0,017
по критерию $Q_{\max}$	0,089	0,017
по критерию $Q_{\min}$	0,017	0,089

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,017
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,032
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,032
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,021
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	0,177
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	0,039

Коэффициент использования 0,177 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

9.3 Расчёт балок подмостей для переопирания демонтируемых плит покрытия

Для расчёта принимается наихудший случай восприятия полного веса плиты покрытия конструкцией подмостей с учётом падения с небольшой высоты (коэффициент 1.5). Для расчёта принят шаг балок 200мм по осям. Нагрузка сведена в таблицу 9.3.1

Табл. 9.3.1 Нагрузка на подстропильные балки подмостей

№ п/п	Состав	Толщина, м	Плотность материала (кг/м3)	Нормативное значение нагрузки (кг/м2)	γс	Расчетное значение нагрузки, (кг/м2)	Расчетное значение нагрузки, (кг/м.пог.)
1	Плита покрытия х1.5			1412.50	1.10	1553.75	310.75
2	Настил			30.00	1.10	33.00	6.60
3	Распределительные балки, телескопические стойки			30.00	1.05	31.50	6.30
Пост.	Постоянная нагрузка			1442.50	1.10	1586.75	317.35
Врем.	Полезная нагрузка на подмости			200.00	1.20	240.00	48.00
			Итого	1642.50		1826.75	365.35

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

Общие характеристики

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) 1

Коэффициент условий работы 1



Конструктивное решение

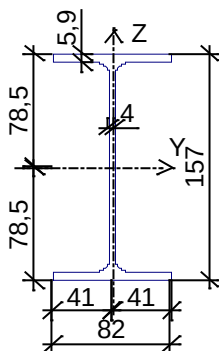
5,86

Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

Неупругая работа сечения не допускается

Сечение

Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 16Б1

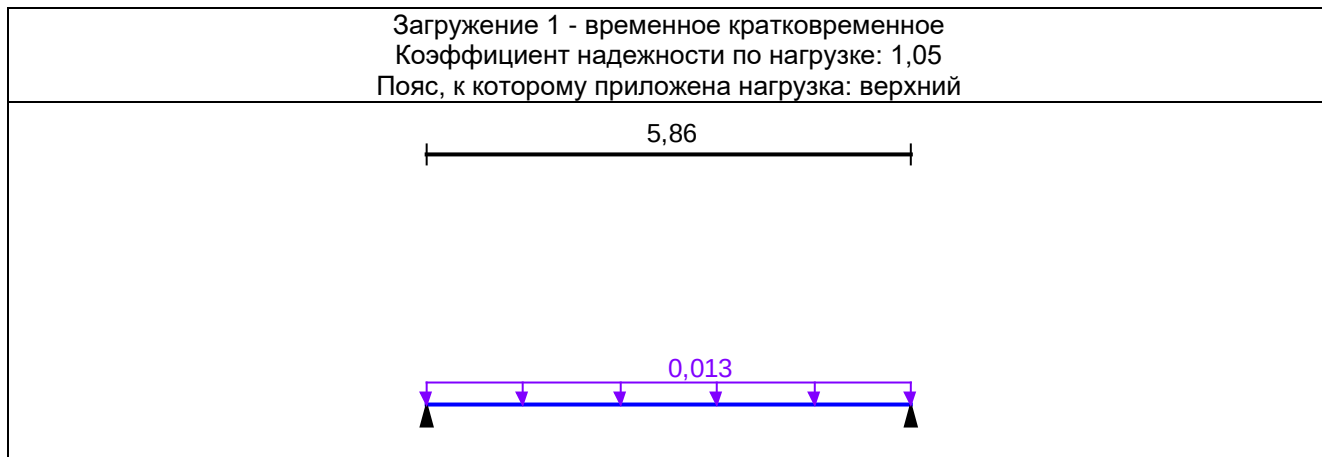
Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	16,18	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	6,808	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	5,748	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	689,28	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	54,43	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	1,964	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	3106,757	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	6,527	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	1,834	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	87,806	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	87,806	см ³

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	13,276	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	13,276	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	99,093	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	20,695	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	689,28	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	54,43	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	6,527	см
i_v	Минимальный радиус инерции	1,834	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,82	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,82	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	5,427	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	5,427	см
P	Периметр	61,855	см
M	Масса 1 м	12,701	кг

Загружение 1 - временное кратковременное

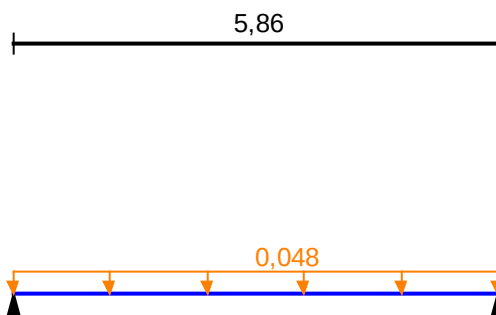
Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,013 Т/м	1



Загружение 2 - временное кратковременное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,048 Т/м	

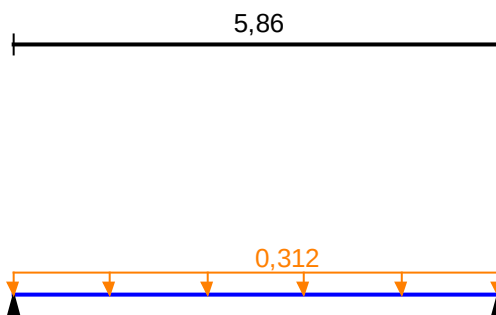
Загрузка 2 - временное кратковременное
 Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,2
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



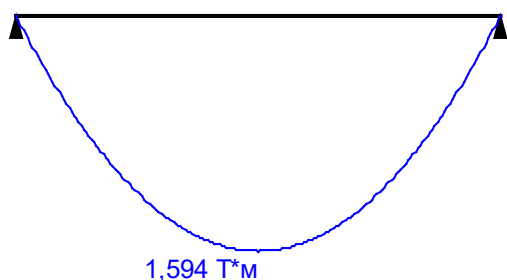
Загрузка 3 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
	0,312	Т/м

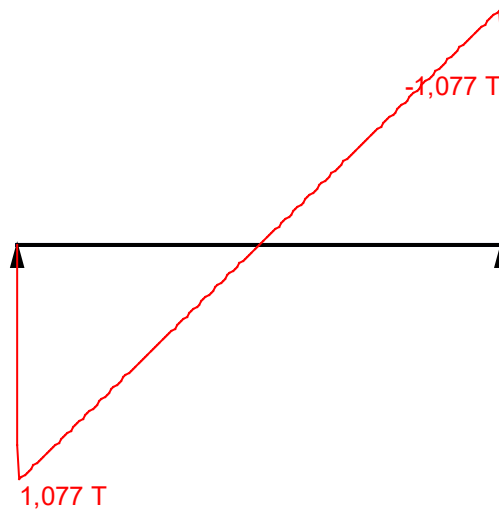
Загрузка 3 - постоянное
 Коэффициент надёжности по нагрузке: 1,1
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин $M_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок

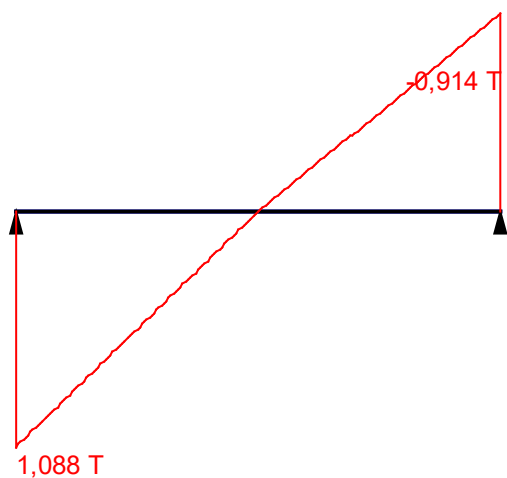


Максимальный изгибающий момент

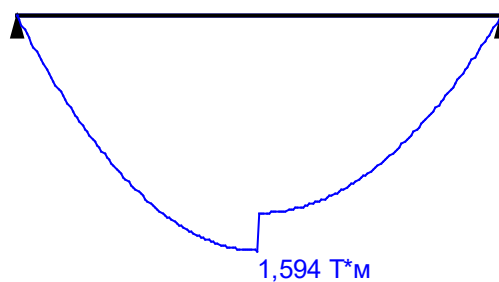


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин $Q_{\max}$ по значениям расчетных нагрузок



Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
по критерию $M_{\max}$	0,914	0,914
по критерию $M_{\min}$	0,914	0,914
по критерию $Q_{\max}$	1,088	0,914
по критерию $Q_{\min}$	0,914	1,088

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,133
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,742
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,742
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,523
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	0,31
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	0,299

Коэффициент использования 0,742 - Прочность при действии изгибающего момента

10. Задание на огнезащиту

10.1 Расчёт огнезащиты элементов усиления плит покрытия

№ п/п	Группа конструкции	Сортамент		Ед. изм.	Кол-во	Обогрев				S сеч., см²	Р обогрев., мм	ПТ М, мм	М-л огнезащиты	Предел R	t огн., мм			Расход м-ла		Масса металла		S огнезащиты, м²	Кол-во м-ла, кг
		наименование сокращенное	элемент			справа R	слева L	сверху U	снизу D				наименование сокращенное	треб., мин	из табл м-ла	Игнорировать ошибки?	принятая	теор., кг на 1мм/м²	практич. с котом потерь, кг/м²	1 м.п. (м2), кг	всего, т		
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Усиление плит	50_L_равн	L75x5	т	1.60622	1	1	1	1	7.39	293.6	2.5	Термобарьер	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	5.8	1.606	81.27	85.33
2	Усиление плит	90_Лист_ГК	5	т	2.89065	1	1	1	1	50	2000.0	2.5	Термобарьер	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	39.3	2.891	147.31	154.68
3	Усиление плит	10_Швеллер	14П	т	41.1991	1	1	1	1	15.6	491.5	3.2	Термобарьер	15	0.58	Нет	0.58	1.5	0.9	12.2	41.199	1653.44	1438.49
4	Усиление плит	50_L_равн	L70x5	т	0.69312	1	1	1	1	6.86	274.3	2.5	Термобарьер	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	5.4	0.693	35.30	37.07
5	Усиление плит	03_Дв_пар_СТО	14Б2	т	8.68789	1	1	1	1	16.43	550.6	3.0	Термобарьер	15	0.62	Нет	0.62	1.5	0.9	12.9	8.688	370.88	344.92

ИТОГ О: 55.077 2288 2060

10.2 Расчёт огнезащиты элементов усиления железобетонных ферм покрытия

№ п/п	Группа конструкций	Сортамент		Ед. изм.	Кол-во	Обогрев				S сеч., см²	Р обогрев., мм	ПТ М, мм	М-л огнезащиты	Предел R	t огн., мм			Расход м-ла		Масса металла		S огнезащиты, м²	Кол-во м-ла, кг
		наименование сокращенное	элемент			справа R	слева L	сверху U	снизу D				наименование сокращенное	треб., мин	из табл м-ла	Игнорировать ошибки?	принятая	теор., кг на 1мм/м²	практич. с котом потерь, кг/м²	1 м.п. (м2), кг	всего, т		
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Усиление ж.б. ферм	10_Швеллер	30П	т	175.88326	1	1	1	1	40.5	970.7	4.2	Термобарьер	15	0.47	Нет	0.47	1.5	0.7	31.8	175.883	5370.07	3785.90
2	Усиление ж.б. ферм	10_Швеллер	20П	т	5.62937	1	1	1	1	23.4	680.7	3.4	Термобарьер	15	0.5	Нет	0.5	1.5	0.8	18.4	5.629	208.60	156.45
3	Усиление ж.б. ферм	50_L_равн	L110x8	т	12.19104	1	1	1	1	17.2	431.4	4.0	Термобарьер	15	0.48	Нет	0.48	1.5	0.7	13.5	12.191	389.53	280.46
4	Усиление ж.б. ферм	50_L_равн	L50x5	т	5.24904	1	1	1	1	4.8	196.1	2.4	Термобарьер	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	3.8	5.249	273.17	286.83
5	Усиление ж.б. ферм	90_Лист_ГК	6	т	1.57896	1	1	1	1	60	2000.0	3.0	Термобарьер	15	0.58	Нет	0.58	1.5	0.9	47.1	1.579	67.05	58.33
6	Усиление ж.б. ферм	90_Лист_ГК	8	т	30.64904	1	1	1	1	80	2000.0	4.0	Термобарьер	15	0.47	Нет	0.47	1.5	0.7	62.8	30.649	976.08	688.14

ИТОГ О: 231.18 7285 5256

10.3 Расчёт огнезащиты элементов усиления стальных ферм покрытия

№ п/ п	Группа конструкций	Сортамент		Ед. из м.	Кол- во	Обогрев				S сеч ., см ²	Р обогр ., мм	ПТ М, мм	М-л огнезащиты	Преде л R	t огн., мм			Расход м-ла		Масса металла		S огнезащит ы, м ²	Кол -во м- ла, кг
		наименован ие сокращенно е	элемент			справ а R	слев а L	сверх у U	сниз у D				наименован ие сокращенно е	треб., мин	из таб л м- ла	Игнорирова ть ошибки?	принят ая	теор., кг на 1мм/ м ²	практ. с к- том потерь, кг/м ²	1 м.п. (м2), кг	всего, т		
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Усиление ст. ферм	51_L_неравн	L90x56x5 ,5	т	1.8756 8	1	1	1	1	7.8 6	285.6	2.8	Термобарье р	15	0.66	Нет	0.66	1.5	1.0	6.2	1.876	86.82	85.9 5
2	Усиление ст. ферм	50_L_равн	L50x5	т	0.7363 6	1	1	1	1	4.8	196.1	2.4	Термобарье р	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	3.8	0.736	38.30	40.2 2
3	Усиление ст. ферм	50_L_равн	L110x8	т	0.4093 6	1	1	1	1	17. 2	431.4	4.0	Термобарье р	15	0.48	Нет	0.48	1.5	0.7	13.5	0.409	13.07	9.41
4	Усиление ст. ферм	50_L_равн	L40x4	т	0.1320 4	1	1	1	1	3.7 9	156.4	2.4	Термобарье р	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	3.0	0.132	6.94	7.29
5	Усиление ст. ферм	50_L_равн	L63x5	т	1.2779 2	1	1	1	1	6.1 3	247.0	2.5	Термобарье р	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	4.8	1.278	65.60	68.8 8

ИТОГО: 4.431 211 212

10.4 Расчёт огнезащиты элементов устройства плит под дымозоры

№ п/п	Группа конструкц ий	Сортамент		Ед. изм .	Кол- во	Обогрев				S сеч. , см²	Р обогр ., мм	ПТМ , мм	М-л огнезащиты	Преде л R	t огн., мм			Расход м-ла		Масса металла		S огнезащит ы, м²	Кол во м- ла, кг
		наименован ие сокращенно е	элемен т			справ а R	слев а L	сверх у U	сниз у D				наименован ие сокращенно е	треб., мин	из таб л м- ла	Игнорирова ть ошибки?	принята я	теор., кг на 1мм/ м²	практ. с к- том потер ь, кг/м²	1 м.п. (м2), кг	всег о, т		
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Дымозоры	10_Швеллер	30П	т	8.3872 2	1	1	1	1	40.5	970.7	4.2	Термобарьер	15	0.47	Нет	0.47	1.5	0.7	31.8	8.387	256.07	180.5 3
2	Дымозоры	90_Лист_ГК	6	т	1.877	1	1	1	1	60	2000. 0	3.0	Термобарьер	15	0.58	Нет	0.58	1.5	0.9	47.1	1.877	79.70	69.34
3	Дымозоры	50_L_равн	L70x6	т	0.122	1	1	1	1	8.15	274.3	3.0	Термобарьер	15	0.62	Нет	0.62	1.5	0.9	6.4	0.122	5.23	4.86
4	Дымозоры	90_Лист_ГК	11	т	0.5306 4	1	1	1	1	110	2000. 0	5.5	Термобарьер	15	0.41	Нет	0.41	1.5	0.6	86.4	0.531	12.30	7.56

ИТОГО: 10.917 353 262

10.5 Расчёт огнезащиты элементов замены стальных связей

№ п/п	Группа конструкций	Сортамент		Ед. изм.	Кол-во	Обогрев				S сеч., см²	Р обогрев., мм	ПТМ, мм	М-л огнезащиты	Предел R	t огн., мм			Расход м-ла		Масса металла		S огнезащиты, м²	Кол-во м-ла, кг
		наименование сокращенное	элемент			справа R	слева L	сверху U	снизу D				наименование сокращенное	треб., мин	из табл м-ла	Игнорировать ошибки?	принятая	теор., кг на 1мм/м²	практич. с котом потерь, кг/м²	1 м.п. (м2), кг	всего, т		
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Связи	50_L_равн	L63x5	т	0.07994	1	1	1	1	6.13	247.0	2.5	Термобарьер	15	0.7	Нет	0.7	1.5	1.1	4.8	0.08	4.11	4.32
2	Связи	02_Дв_пар_ГОСТ	18Б1	т	0.51744	1	1	1	1	19.58	693.9	2.8	Термобарьер	15	0.62	Нет	0.62	1.5	0.9	15.4	0.517	23.34	21.71
ИТОГО:																				0.597		27	26

11. Выводы к расчётно-пояснительной записке

1. Все подобранные сечения усиления удовлетворяют требованиям прочности и деформативности конструкций, несущая способность обеспечена по 1-му и 2-му предельным состояниям.

2. Коэффициенты использования сечений усиления и усиливаемых элементов не превышают 1.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Исходные данные

Настоящий альбом рабочей документации разработан на ремонт и усиление несущих конструкций покрытия здания цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42 в соответствии с рекомендациями из технического отчёта об обследовании "Восстановление конструкций крыши, кровельного покрытия цеха М-10".

2. Техничко-экономические показатели

Площадь кровли в границах проектируемого участка - 25443 м², в том числе площадь фонарей составляет 5158 м². Габариты здания составляют 222,69х144,0 м.

По высоте здание имеет переменную этажность и высоту с разноуровневым покрытием. Высота отдельных частей здания 10,170÷23,360 м.

Уровень ответственности здания - КС-2;

Категория помещений по взрыво-пожарной безопасности (определена по Правилам взрывобезопасности НПБ 105-2003) - В;

Степень огнестойкости здания - II;

Класс конструктивной пожарной опасности здания - С0;

Класс функциональной пожарной опасности здания - Ф5.1;

Класс пожарной опасности строительных конструкций - К0 (не пожароопасные).

Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков				
Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные несущие стены	Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны
II	R90	E15	RE15	R15

3. Природно-климатические условия

Снеговой район - III (214 кг/м² расчётной нагрузки);

Ветровой район - I (23 кг/м² расчётной нагрузки);

Климатический район строительства - II В.

4. Описание конструкций

- За относительную отметка 0,000 принят уровень чистого пола 1-го этажа ;

- Конструктивная схема здания - полный каркас с несущими ж.б. колоннами, железобетонными и стальными стропильными фермами покрытия;

- Количество этажей здания - 1;

- Фундамент здания под колонны - столбчатые из сборного ж.б.

5. Материал для изготовления конструкций

Сталь С245 по ГОСТ 27772-2015;

Химический анкер Манопокс 341.

6. Изготовление и монтаж конструкций

Изготовление и монтаж конструкций производить в соответствии с требованиями:

СП 53-101-98 "Изготовление и контроль качества строительных стальных конструкций";

СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции";

СП 12.135.2002 "Безопасность труда в строительстве";

СП 63.13330.2018 "Бетонные и железобетонные конструкции";

СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции";

Руководство по использованию хим. анкеров Манопокс 341 (Техническое описание № 1-43.05 "АНКЕРОВОЧНЫЙ СОСТАВ НА ЭПОКСИДНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ВЫСОКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК ";

ГОСТ 5264-80 "Ручная дуговая сварка. Соединения сварные";

7. Описание устраиваемых конструкций

- Ремонт конструкций со следами постоянного намокания, коррозии, сколов, оголением арматуры;

- Усиление стальных ферм и стальных горизонтальных связей;

- Усиление ж/б ферм с дефицитом несущей способности;

- Замена плит покрытия в местах устройства дымозоров;

- Усиление плит покрытия с дефицитом несущей способности;

- Устройство отсутствующих горизонтальных связей/замена деформированной горизонтальной связи;

8. Демонтаж конструкций

- Выполняется демонтаж ослабленного (сколотого) защитного слоя бетона конструкций в зонах со следами постоянного замачивания и др. дефектов;

- Выполняется демонтаж деформированной горизонтальной связи в осях 27-28/Ы-З;

- Выполняется демонтаж отделочных слоёв ж/б и стальных конструкций в зоне проведения работ;

- Выполняется демонтаж существующих плит покрытия в местах устройства дымозоров.

9. Порядок производства работ

- Произвести разгрузку конструкций покрытия путём демонтажа существующего кровельного пирога. Работы по усилению выполнять после разгрузки конструкций, а также в процессе работ необходимо исключить снеговую нагрузку;

- Произвести ремонт плит покрытия;

- Смонтировать отсутствующие горизонтальные связи;

- Произвести усиление несущих железобетонных и стальных ферм покрытия. Перед началом выполнения монтажных работ все стальные конструкции должны быть зачищены от загрязнений, огрунтованы и окрашены. Качество покрытий надлежит проверять в соответствии с требованиями СП 28.13330.2017.

- Произвести демонтаж и монтаж плит покрытия для устройства дымозоров. Одновременно демонтировать не более одной плиты;

- Смонтировать усиление плит покрытия;

- Демонтировать указанные горизонтальные связи и смонтировать их обратно. Демонтаж/монтаж выполняется попеременно, требуется исключить одновременный демонтаж нескольких связей.

- После окончания и приемки работ соединения (болтовые и сварные) всех стальных конструкций должны быть зачищены от остатков сварочного шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, огрунтованы и окрашены. Качество покрытий надлежит проверять в соответствии с требованиями СП 28.13330.2017.

Технические решения, принятые в рабочей документации, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочей документацией мероприятий.

Главный инженер проекта  Васильев Р.В.

						1К-ДС-З-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25			Р	1.2	
Проверил		Васильев			05.25					
						Общие данные (продолжение)		ООО "КДС-З"		
Н. контроль		Васильев			05.25					

Формат А3

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

Сварочные работы

- Сварку стальных элементов выполнять ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264–80 с применением электродов Э46 в положении “нижнее” и “горизонтальное”;

- Катет углового шва k_f не должен превышать $1,2t$, где t – наименьшая из толщин свариваемых элементов; катет углового шва k_f должен быть не меньше указанного в таблице 38 СП 16.13330.2017;

- По внешнему осмотру и измерениям качество швов должно удовлетворять требованиям таблицы 10.7 СП 70.13330.2012;

- Трещины всех видов и размеров не допускаются;

- Предельные отклонения размеров и сечения швов сварных соединений от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 11534–75, ГОСТ 5264–80;

- Неразрушающие методы контроля следует производить на сварных швах, принятых внешним осмотром и измерениями. Контролю должны подлежать преимущественно места с признаками дефектов и участки пересечения швов. Длина контрольного участка должна быть не менее 100 мм;

- Швы сварных соединений конструкций должны удовлетворять требованиям таблиц 10.8÷10.10 в зависимости от вида контроля;

- В случае обнаружения недопустимого дефекта следует выявить его фактическую длину, дефект исправить и вновь проконтролировать удвоенную выборку.

10. Антикоррозионная и огнезащита конструкций

- Антикоррозионную защиту стальных конструкций производить в соответствии с требованиями СП 28.13330.2012 “Защита строительных конструкций от коррозии”;

- Поверхность окрашиваемых стальных конструкций очистить до 2-й степени очистки в соответствии с ГОСТ 9.402–2004;

11. Устройство монолитных ж/б конструкций

Работы по возведению конструкций выполнять в соответствии с СП 435.1325.800.2018.

Перед бетонированием опалубка, бетонные поверхности рабочих швов должны быть очищены от мусора, грязи, снега, льда, цементной пленки и т.п. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть промыты водой и просушены струей воздуха.

Укладка бетонной смеси производится по несъёмной опалубке из профлиста Н57–750–0.8. Необходимо обеспечить перехлест отдельных фрагментов профлиста минимум на 2 гофры. Проектное расположение арматурных изделий в конструкции должно обеспечиваться установкой поддерживающих устройств, шаблонов, фиксаторов. Запрещается применение подкладок из обрезков арматуры и деревянных брусков.

Бетонирование и твердение бетонной смеси должно происходить при положительной температуре.

Перед укладкой бетонной смеси в опалубку должны быть проверены и приняты все арматурные элементы с составлением акта на скрытые работы. При установке арматуры строго соблюдать величины защитного слоя бетона.

Укладку бетонной смеси необходимо производить с соблюдением следующих правил:

- бетонирование должно производиться без перерыва;

- бетонная смесь должна укладываться в бетонируемую конструкцию горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях;

- толщина укладываемого слоя бетонной смеси должна приниматься в зависимости от средств уплотнения;

- подвижность бетонной смеси, укладываемой в опалубку должна соответствовать осадке конуса 3–6 см;

- сразу после окончания бетонирования предусмотреть защиту плиты от высыхания для уменьшения усадки бетона.

Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки проведения работ, контроль за их выполнением должны устанавливаться в соответствии с ППР. Проектом производства работ (ППР) должны быть разработаны организация и технология бетонирования, а также определена конструкция технологических швов на захватках.

Армирование монолитных ж/б конструкций

Изготовление, монтаж и приемку конструкций, соединительных элементов производить в соответствии с указаниями изложенными на рабочих чертежах конструктивных элементов;

ГОСТ 10922–90 “Арматура и закладные детали сварные для железобетонных конструкций. Технические требования и методы испытаний”.

РТМ 393–94 “Руководящие технологические материалы по сварке и контролю качества соединений арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций”.

Перед установкой арматуры в проектное положение, её необходимо очистить от ржавчины и грязи. Места пересечения арматуры вязать вязальной проволокой Φ 1–2 мм двойным узлом.

Обеспечение проектного положения арматуры верхней и нижней зоны осуществлять с помощью поддерживающих каркасов.

12. Демонтаж сборных плит покрытия

Работы по демонтажу плит выполнять с предварительным переопиранием плит покрытия на подмости. Требуется исключить возможность падения фрагментов плиты с высоты. Одновременно демонтировать не более одной плиты. Следующую плиту допускается демонтировать после устройства новой плиты.

- Порядок демонтажа плит:
1. Смонтировать подмости и площадку переопирания плиты покрытия;
 2. Устроить страховочную сеть ниже площадки переопирания;
 3. Со стороны крыши демонтировать раствор заполнения межплитного пространства с помощью перфораторов/отбойных молотков с малой энергией удара;
 4. Поэтапно фрагментами вырезать фрагменты плиты с помощью алмазных дисковых пил начиная с полок, далее поперечные рёбра и только после продольные рёбра. Выборку фрагментов производить вручную или с помощью крана;
 5. Во время демонтажа требуется исключить повреждения верхних поясов ферм и закладных деталей крепления плит к фермам.
13. Требования о наличии актов освидетельствования скрытых работ
- В соответствии с СП 48.13330.2019 требуется следующий перечень актов освидетельствования скрытых работ:
- Акт освидетельствования скрытых работ на подготовку бетонных поверхностей;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на устройство арматурной сетки;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на установку закладных деталей на хим. анкер;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на укладку бетонной смеси;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на устройство сварных соединений;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на подготовку поверхности металлоконструкций;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на нанесение грунтовки;
 - Акт освидетельствования скрытых работ на нанесение антикоррозийного покрытия.

Ведомость спецификаций

Лист	Наименование	Примечание
7	Спецификация ремонта плит покрытия	
14	Спецификация усиления ферм	
16	Спецификация элементов узла 1Р	
17	Спецификация элементов узла 2Р	
18	Спецификация элементов узла 3Р	
19	Спецификация элементов узла 4Р	
19.1	Спецификация элементов узла 4.1Р	
24	Спецификация элементов на усиление плит покрытия	
26	Спецификация элементов усиления стальных ферм и связей	
32	Спецификация элементов устраиваемых связей	
37	Спецификация элементов узла 5Р (устройства плит покрытия)	
39	Спецификация элементов на устройство межплитных швов	
42	Сводная спецификация элементов	

Общее примечание к спецификациям:

Расход металла на сварные швы не учтён в подсчёте массы металла.

Масса металла в спецификациях указана без учёта отходов на обработку.

						1К–ДС–З–09–12–2024–КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М–10 на территории АО “Коломенский завод” по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Васильев				05.25				
						Общие данные (продолжение)	Р	1.3	
Н. контроль	Васильев				05.25				

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

Общие указанияк усилению ферм
Рабочая документация КМ “Конструкции усиления.”

1. Технические решения принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

2. Уровень ответственности здания – КС–2 по ГОСТ 27751–2014.

3. Настоящая рабочая документация разработана для устройства усиления железобетонных и стальных конструкций .

4. Настоящий рабочий проект является основанием для разработки проекта производства работ (ППР) по устройству вертикальных работ. Перед началом работ ППР должен быть согласован с авторами проекта.

5. За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа.

6. Материал конструкций, разработанных в данном альбоме

–швеллеры с параллельными гранями полок ГОСТ 8240–97

–уголки стальные горячекатаные равнополочные ГОСТ 8509–93

–прокат листовой ГОСТ 19903–2015

1. СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОГО КАРКАСА

1.1. Разность диаметров отверстий и болтов должна составлять 3 мм. Для предотвращения самоотвинчивания гаек, в соединениях на болтах установить контргайки или пружинные шайбы.

1.2. Сварные швы выполнять согласно:

– СП 16.13330.2017 “Стальные конструкции”,п.п.14.1.6, 14.1.7;

– ГОСТ 23118–2019 “Конструкции стальные строительные. Общие технические условия”, п.п.4.10.

1.3 .Заводскую сварку производить сварочным полуавтоматом сварочной проволокой СВ–08 Г2С 1,2 мм в среде углекислого газа. Сварочные швы выполнять по ГОСТ 14771–76*;

1.4. Монтажную сварку выполнять электродами типа Э–46 по ГОСТ 9467–75*. Сварные швы – по ГОСТ 5264–80*. Катет всех неуказанных сварных швов – не более толщины свариваемых элементов.

1.5.Материалы для сварки, соответствующие сталям, принимать согласно СП 16.13330.2017, приложение Г, табл.Г1 .

1.6. Монтажные сварные швы с разделкой кромок выполнять с полным проваром. Начало и конец швов выводить за пределы свариваемых деталей на выводные планки последующим их удалением и зачисткой мест установки.

1.7. Качество всех сварных швов с полным проваром должно быть проверено неразрушающими методами контроля. Контроль качества сварных соединений должен провозиться с учетом требований ГОСТ 23118–2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»

1.8. Катеты сварных швов, кроме указанных на чертежах и расчетных,принимать не менее 6 мм.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Отверстия под болты должны выполняться сверлением. При сверлении отверстий использовать кондукторы либо другое специализированное оборудование,обеспечивающее выполнение требований по качеству и допускаемым отклонениям в размерах отверстий. Допускаемые отклонения от номинального диаметра и овальность – не более +1 мм Отклонение расстояния между центрами отверстий в группе на должно превышать 1,0 мм, как для смежных, так и для крайних отверстий Несовпадение осей отверстий (чернота) не более 1,5мм.

2.2. Все монтажные крепления, прихватки, временные приспособления после окончания монтажа должны быть сняты , а места приварки зачищены.

2.3.Все замкнутые профили должны быть герметизированы путем постановки заглушек, предотвращающих попадание воды внутрь этих элементов

2.4 Производство работ производить в соответствии с разработанным специализированной «Проектом производства работ» (ППР).

3. АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА

3.1. Подготовку металлических поверхностей перед окрашиванием производить в соответствии с ГОСТ 9.402–2004“. Поверхности металлоконструкций, подлежащие подготовке перед окрашиванием, не должны иметь заусенцев, сборочных брызг, прожогов, остатков флюса. Поверхности металлоконструкций должны иметь третью степень очистки от окислов и первую степень обезжиривания по ГОСТ 9.402–2004“.

3.2. Все металлоконструкции на заводе–изготовителе должны быть огрунтованы в два слоя грунтовкой ГФ–021 по ГОСТ 25129–82“.

3.3. В монтажных стыках и узлах, а так же в местах где окраска повреждена неоштукатуренные металлоконструкции после окончания всех монтажных работ должны быть очищены, огрунтованы грунтовкой ГФ–021 и защищены от коррозии двумя слоями эмали ПФ–115 или ПФ–113.

3.4. Качество лакокрасочного покрытия должно соответствовать V классу по ГОСТ 9.032–74.

3.5. При производстве работ руководствоваться требованиями СП 72.13330.2016 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии», ГОСТ 12.3.005–75“ «Работы окрасочные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.016–87 «Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».

Контроль сварных швов:

1. Контроль сварных швов выполнить в соответствии с ГОСТ Р 55724–2013 “Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;
2. При визуальном контроле сварные швы должны соответствовать следующим требованиям;
а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами);
б) швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва. несплавлений по кромкам, шлаковых включений и лор;
в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой длины и любой ориентации;
г) кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания — заварены.

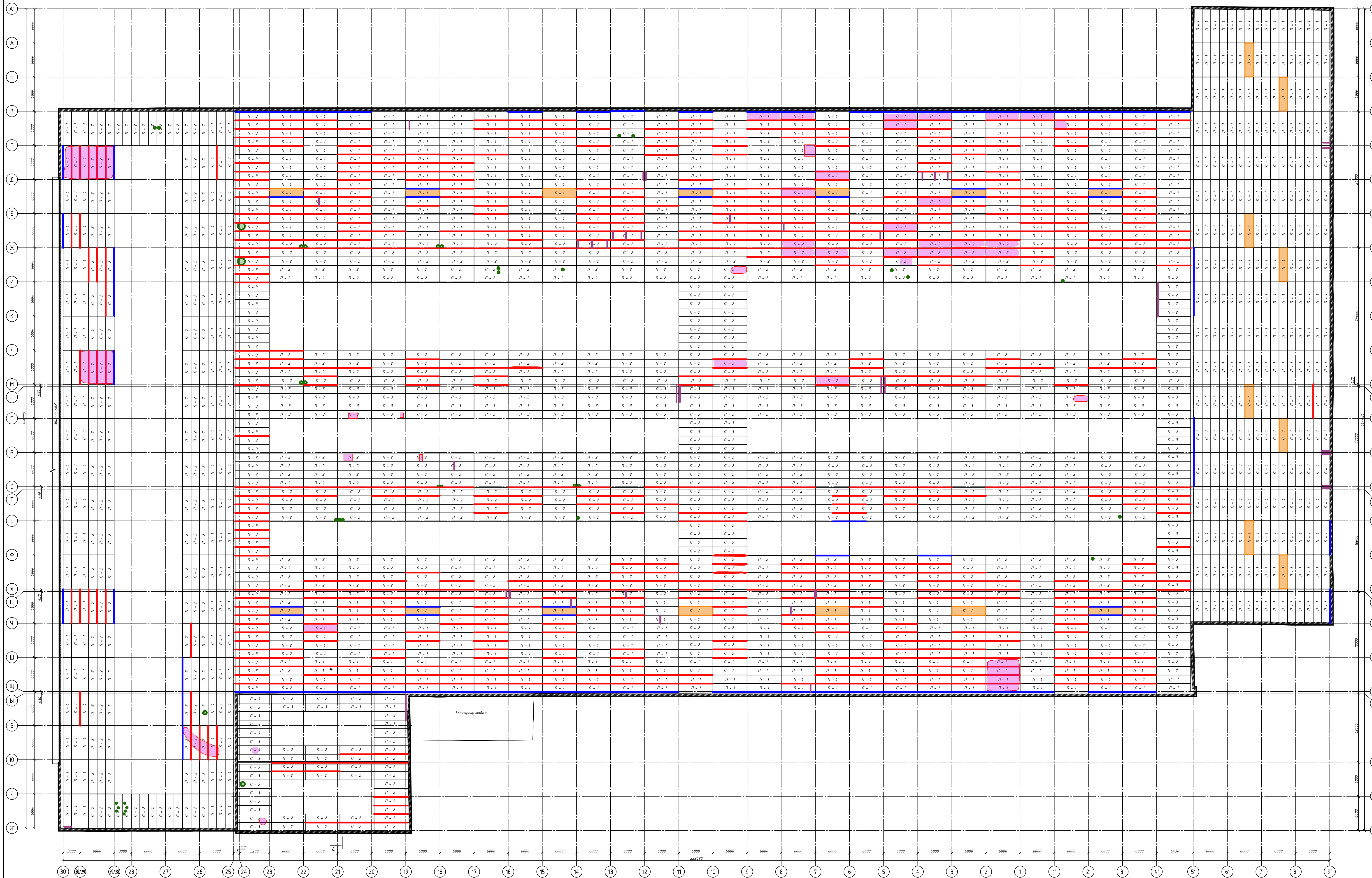
Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
Ссылочные документы		
СП 70.13330.2012	Несущие и ограждающие конструкции	
СП 12.135.2002	Безопасность труда в строительстве	
СП 63.13330.2018	Бетонные и железобетонные конструкции	
СП 53–101–98	Изготовление и контроль качества строительных стальных конструкций	
СП 16.13330.2017	Стальные конструкции	
ГОСТ 5264–80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные	
ГОСТ Р 70132–2022	Сборка болтовых соединений строительных металлических конструкций	
ГОСТ Р 21.101–2020	Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации	
ГОСТ Р 21.501–2018	Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений	
ГОСТ Р 54257–2010	Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования	
СП 56.13330.2021	Производственные здания	
Постановления Правительства РФ от 25.04.2012 №390	О противопожарном режиме	
384–ФЗ от 30.12.2009	Технический регламент о безопасности зданий и сооружений	
261–ФЗ от 23.11.2009	Об энергосбережении и о повышении энергетической эффеktivности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ	
123–ФЗ от 22.07.2008	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности	

Условные обозначения :  х х х х х – монтажный шов

						1К–ДС–З–09–12–2024–КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М–10 на территории АО “Коломенский завод” по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Васильев				05.25		Р	1.4	
						Общие данные (окончание)	ООО “КДС–З”		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Схема раскладки плит покрытия с обозначением узлов ремонта дефектов

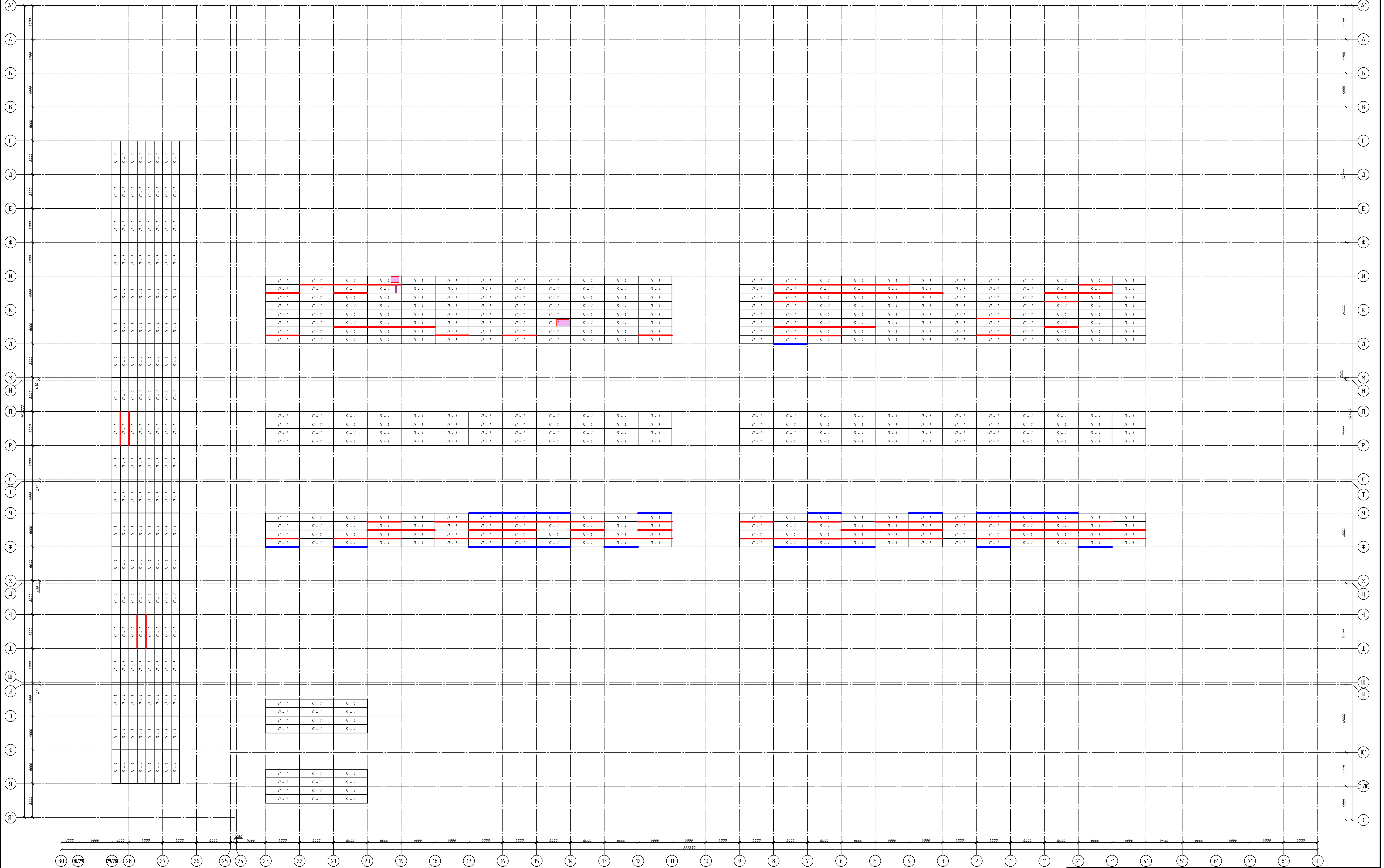


- Условные обозначения:
- Ремонт продольных ребер плит в соответствии с узлом 1К (обозначение для 2-х примыкающих ребер);
 - Ремонт продольных ребер плит в соответствии с узлом 1К (обозначение для одного торцевого ребра, в т.ч. ребер примыкающих к замененным плитам);
 - Ремонт поперечного ребра плит покрытия в соответствии с узлом 2К;
 - Заделка отверстий в плите перекрытия в соответствии с узлом 3К;
 - Восстановление защитного слоя полки плиты ремонтным составом в соответствии с узлом 4К;
 - Заменяемая плита покрытия.

Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработал		Надыков			05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Проверил		Васильев			05.25		Р	2
						Схема раскладки плит покрытия с обозначением узлов ремонта дефектов	ООО "КДС-З"	
Н. контроль		Васильев			05.25			

Схема раскладки плит покрытия по фермам фонарей с обозначением узлов ремонта дефектов



- Условные обозначения:
- Ремонт продольных ребёр плит в соответствии с узлом 1К (обозначение для 2-х примыкающих ребёр);
 - Ремонт продольных ребёр плит в соответствии с узлом 1К (обозначение для одного торцевого ребра);
 - Ремонт поперечного ребра плит покрытия в соответствии с узлом 2К;
 - Восстановление защитного слоя плиты ремонтным составом в соответствии с узлом 4К.

Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал		Наблюд			05.25		Р	3
Проверил		Васильев			05.25	Схема раскладки плит покрытия по фермам фонарей с обозначением узлов ремонта дефектов	000 "КДС-3"	
Н. контроль		Васильев			05.25			

Согласовано

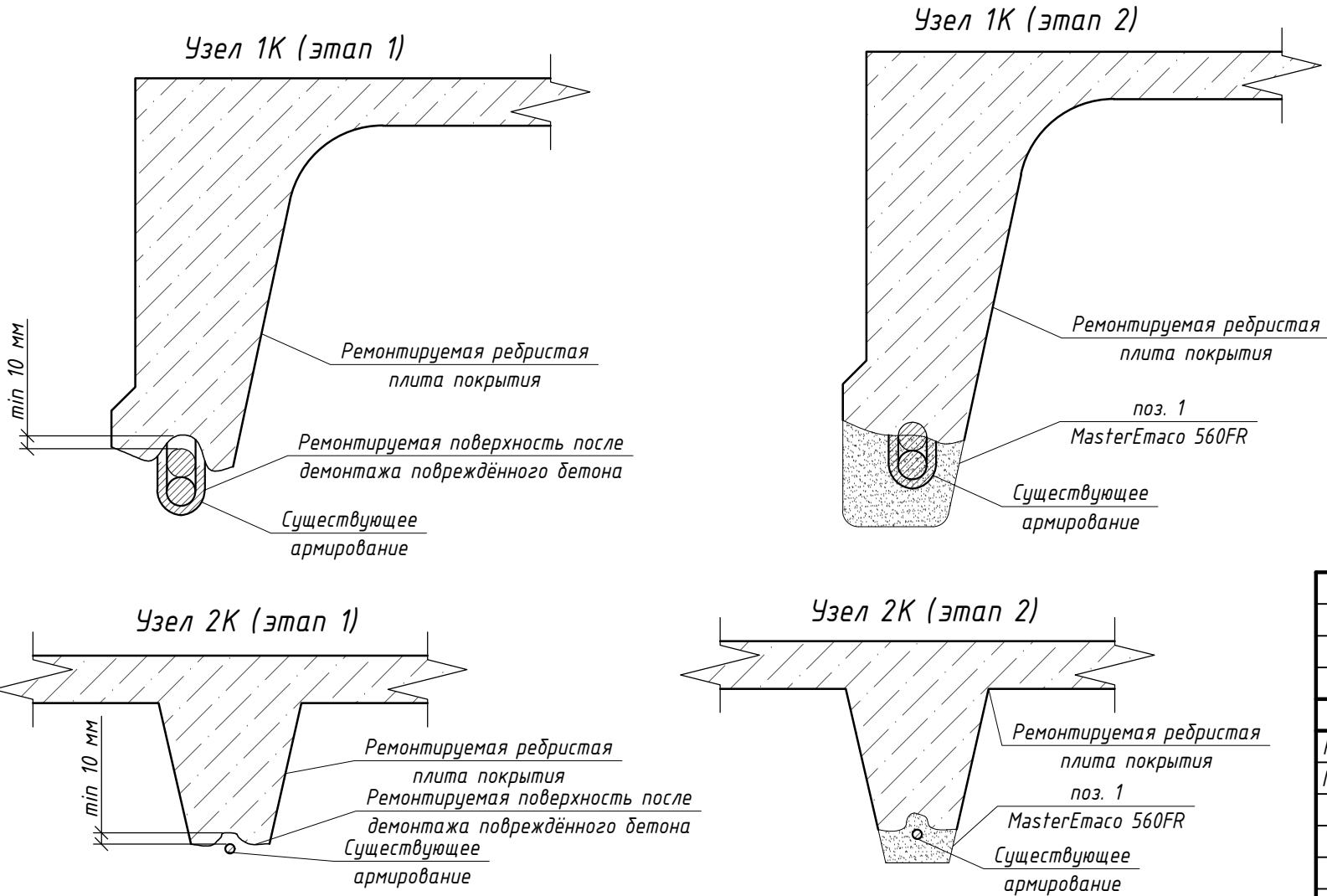
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Порядок производства работ по узлу 1К,2К. Ремонт рёбер сборных железобетонных плит покрытия

1. Демонтировать подверженный коррозии или карбонизации, разрушенный и отслоившийся защитный слой бетона до прочного основания. Удалить слой бетона вокруг оголённой арматуры, поражённой коррозией.
2. Арматурные стержни очистить от коррозии пескоструйной очисткой или механическим методом до чистого металлического блеска, удалить металлическую и бетонную пыль сжатым обезжиренным воздухом, арматуру обработать ингибитором коррозии МСI-2020 или аналогичным составом.
3. В случае, если степень коррозионного износа такова, что требуется их замена, подбор диаметра и количество дополнительной арматуры производят в соответствии с поверочными расчётами по СП 63.13330.
4. Для обеспечения совместной работы бетона усиливаемой конструкции с бетоном усиления на ремонтируемую поверхность нанести насечки.
5. Ремонтируемую поверхность промыть струёй воды под давлением. Удалить лишнюю воду.
6. Восстановление защитного слоя бетона производить безусадочной быстротвердеющей ремонтной смесью типа MasterEmaco S 560 FR или смесью с аналогичными характеристиками. При работе с ремонтной смесью следовать инструкции завода-изготовителя.
7. Ремонтную смесь для восстановления защитного слоя бетона наносить после высыхания контактного слоя, когда раствор ещё слегка влажный (30–60 мин после нанесения). Поверхность перед укладкой ремонтной смеси должна быть влажной, но не мокрой. Если время между нанесением контактного слоя и ремонтной смеси надо увеличить, то необходимо нанести ещё один контактный слой, но только после затвердения предыдущего слоя.
8. Ремонтный состав нанести на ремонтируемую поверхность при помощи штукатурной станции или кельмой. После схватывания ремонтного состава при необходимости выровнять поверхность терком.
9. Выполнить защитное покрытие краской или синтетической полимерной штукатуркой с учётом требований СП 28.13330.



Ведомость объемов демонтажных работ на восстановление продольного ребра (узел 1К)

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на 1.м.поз	Кол-во на всю протяжённость
1	Ослабленный бетон	м.3	0.004	36.424

Спецификация элементов на восстановление продольного ребра (узел 1К)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	ВСЕГО кол-во
		Узел 1К	1.00	м.поз	8992.00
1		MasterEmaco S560 FR	0.004	м3	35.97
2		МСI-2020 Ингибитор коррозии (0.08м2 на 1 м.поз. шва, расход 3.68л на 1м2)	0.29	л	2643.65
3		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (0.2м2 на 1.м.поз, слой 1мм, расход 0.9кг/м2)	0.18	кг	1618.56
		Зачистка арматуры от коррозии	0.08	м2	719.36
		Промывка поверхности бетона	0.1	м2	899.2

Ведомость объемов демонтажных работ на восстановление продольного ребра (узел 2К)

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на 1.м.поз	Кол-во на всю протяжённость
1	Ослабленный бетон	м.3	0.001	0.06864

Спецификация элементов на восстановление продольного ребра (узел 2К)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	ВСЕГО кол-во
		Узел 2К	1.00	м.поз	64.14
1		MasterEmaco S560 FR	0.001	м3	0.06
2		МСI-2020 Ингибитор коррозии (0.019м2 на 1 м.поз. шва, расход 3.68л на 1м2)	0.07	л	4.49
3		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (0.12м2 на 1.м.поз, слой 1мм, расход 0.9кг/м2)	0.11	кг	6.93
		Зачистка арматуры от коррозии	0.02	м2	1.28
		Промывка поверхности бетона	0.06	м2	3.85

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	4	
Проверил	Васильев				05.25				
						Узлы 1К, 2К	ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Порядок производства работ по узлу ЗК. Ремонт полок сборных железобетонных плит покрытия

- Вокруг необрамлѐнного отверстия демонтировать бетон на 100мм с сохранением существующих стержней арматуры. Для узла ЗКа необходимо демонтировать ещё и разрушенный бетон полки с сохранением существующей неповреждѐнной арматуры.
- Уложить арматурную сетку с привязкой к существующей арматуре с помощью проволоки.
- Для обеспечения совместной работы старого бетона усиливаемой конструкции с бетоном заделки на ремонтируемую поверхность нанести насечки.
- Ремонтируемую поверхность промыть струѐй воды под давлением. Удалить лишнюю воду.
- Восстановление бетона полки плиты производить безусадочной быстротвердеющей ремонтной смесью типа MasterEmaco S 560 FR или смесью с аналогичными характеристиками. При работе с ремонтной смесью следовать инструкции завода-изготовителя.
- Ремонтную смесь для восстановления полки плиты наносить после высыхания контактного слоя, когда раствор ещё слегка влажный (30-60 мин после нанесения). Поверхность перед укладкой ремонтной смеси должна быть влажной, но не мокрой. Если время между нанесением контактного слоя и ремонтной смеси надо увеличить, то необходимо нанести ещё один контактный слой, но только после затвердения предыдущего слоя.
- Ремонтный состав уложить на восстанавливаемую поверхность при помощи штукатурной станции или кельмой. После схватывания ремонтного состава при необходимости выровнять поверхность терком.
- Выполнить защитное покрытие краской или синтетической полимерной штукатуркой с учётом требований СП 28.13330.

Ведомость объемов демонтажных работ на ремонт отверстий в полках плит (узел ЗК)

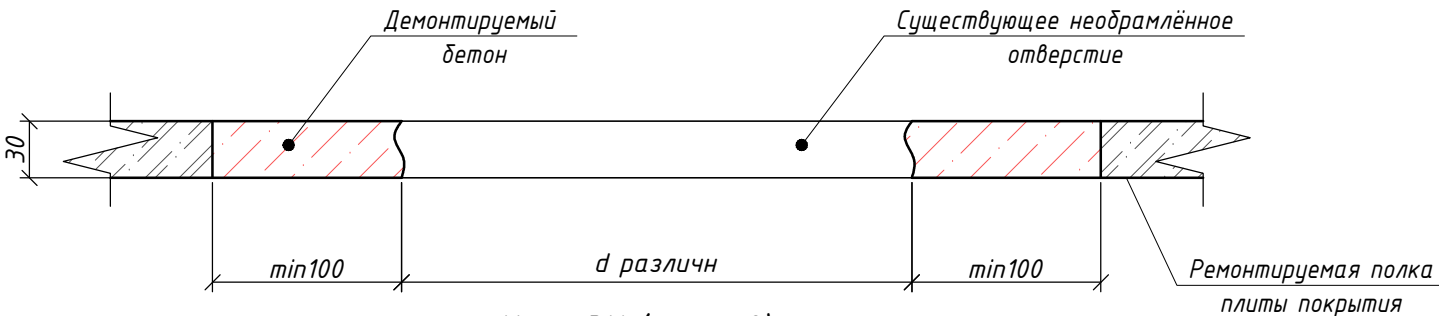
Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на 1 отв.	Кол-во на все отв.
1	Бетон вокруг отверстия	м.3	0.005	0.185

Спецификация элементов на ремонт отверстий в полках плит (узел ЗК)

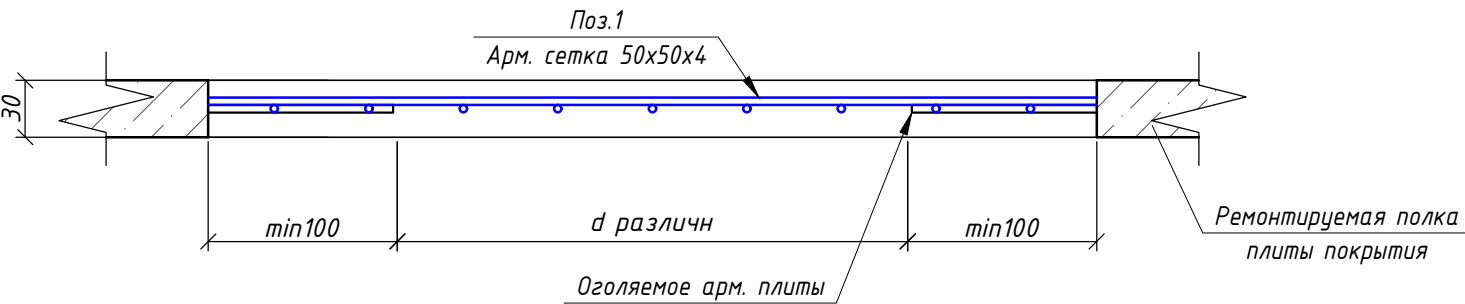
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	ВСЕГО кол-во
		Узел ЗК	1.00	шт.	37.00
1	ГОСТ 2715-75	Оцинкованная сетка 50x50x4	0.32	м2	11.84
2		MasterEmaco S560 FR	0.01	м3	0.37
3		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (0.32м2 на 1шт, слой 1мм, расход 0.9кг/м2)	0.29	кг	10.66
		Промывка поверхности бетона	0.06	м2	2.22

Примечание: спецификация посчитана для усреднѐнного диаметра отверстия

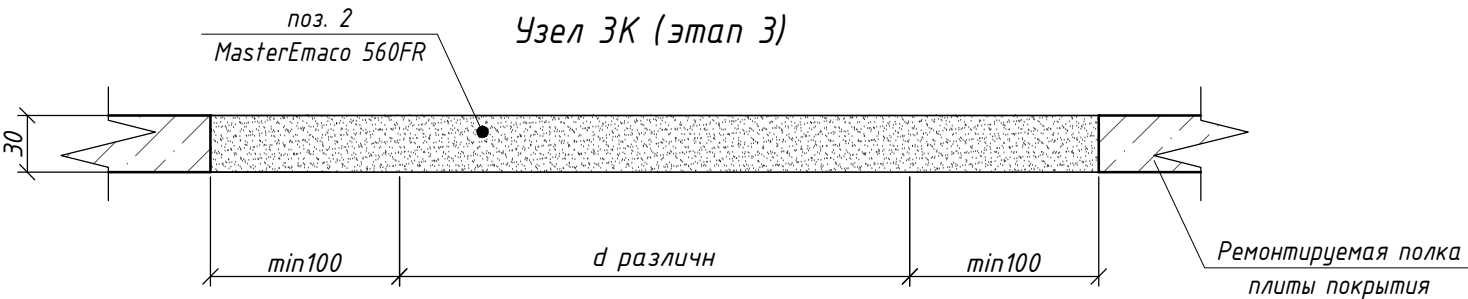
Узел ЗК (этап 1)



Узел ЗК (этап 2)



Узел ЗК (этап 3)



						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков				05.25		Р	5
Проверил	Васильев				05.25			
						Узел ЗК	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев				05.25			

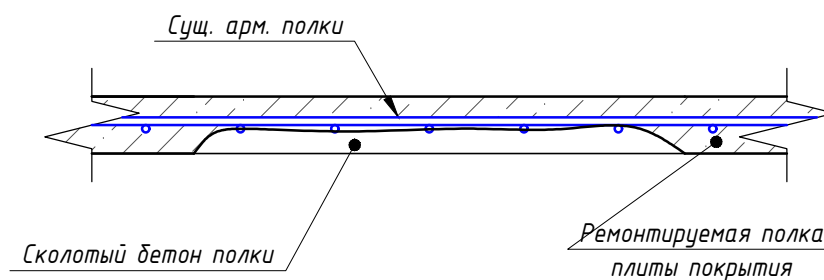
Порядок производства работ по узлу 4К. Ремонт защитного слоя полок сборных железобетонных плит покрытия

1. Демонтировать подверженный разрушенный и отслоившийся защитный слой бетона до прочного основания.
2. Для обеспечения совместной работы бетона усиливаемой конструкции с бетоном усиления на ремонтируемую поверхность нанести насечки.
3. Ремонтируемую поверхность промыть струёй воды под давлением. Удалить лишнюю воду.
4. Восстановление защитного слоя бетона производить безусадочной быстротвердеющей ремонтной смесью типа MasterEmaco S 560 FR или смесью с аналогичными характеристиками. При работе с ремонтной смесью следовать инструкции завода-изготовителя.
5. Ремонтную смесь для восстановления защитного слоя бетона наносить после высыхания контактного слоя, когда раствор ещё слегка влажный (30–60 мин после нанесения). Поверхность перед укладкой ремонтной смеси должна быть влажной, но не мокрой. Если время между нанесением контактного слоя и ремонтной смеси надо увеличить, то необходимо нанести ещё один контактный слой, но только после затвердения предыдущего слоя.
6. Ремонтный состав нанести на ремонтируемую поверхность при помощи штукатурной станции или кельмой. После схватывания ремонтного состава при необходимости выровнять поверхность терком.
7. Выполнить защитное покрытие краской или синтетической полимерной штукатуркой с учётом требований СП 28.13330.

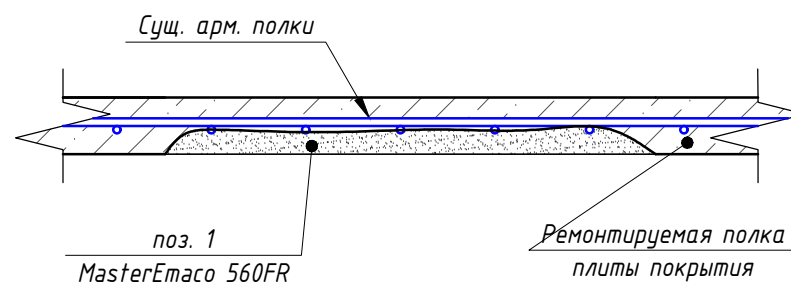
Спецификация элементов на восстановление полки плиты (узел 4К)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	ВСЕГО кол-во
		Узел 4К	1.00	м2	319.20
1		MasterEmaco S560 FR	0.01	м3	3.19
2		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (слой 1мм, расход 0.9кг/м2)	0.9	кг	287.28
		Промывка поверхности бетона	1	м2	319.2

Узел 4K (этап 1)



Узел 4К (этап 2)



						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25		Р	6	
Проверил		Васильев			05.25				
						Узел 4К	ООО "КДС-3"		
Н. контроль		Васильев			05.25				

Сводная ведомость демонтажных работ на ремонт плит покрытия													
Поз.		Наименование				Ед. изм.		Кол-во					
1		Ослабленный бетон				м.3		36.49					
2		Бетон				м.3		0.185					
		Итого бетона:				м.3		36.68					
Сводная спецификация на ремонт плит													
Поз.		Обозначение		Наименование		Кол-во		Ед. изм.					
1				MasterEmaco S560 FR		39.59		м3					
2				Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (слой 1мм, расход 0.9кг/м2)		1923.43		кг					
3				МСИ-2020 Ингибитор коррозии (0.08м2 на 1 м.пог. шва, расход 3.68л на 1м2)		2648.14		л					
4		ГОСТ 2715-75		Оцинкованная сетка 50х50х4		11.84		м2					
Ведомость объёмов работ на ремонт плит покрытия													
Поз.		№ в ЛСР		Наименование вида работ		Ед. изм.		Кол-во		Ссылка на чертежи, спецификации		Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов	
1				Укладка ремонтной смеси MasterEmaco S560 FR		м3		39.59		ГЧ л.4-6		Геометрические размеры восстанавливаемого сечения, см. узлы	
2				Нанесение штукатурки КНАУФ-Ротбанд на поверхность бетона		кг		1923.43		ГЧ л.4-6		2137.2 м2 поверхности бетона * 0.9кг расхода на 1м2	
3				Обработка арматуры ингибитором коррозии МСИ-2020		л		2658.14		ГЧ л.4-6		722,32 м2 поверхности арматуры* 3,68л расхода на 1м2	
4				Укладка оцинкованной сетки 50х50х4		м2		11.84		ГЧ л.4-6		Площадь укладываемой стеки, см. узлы	
5				Демонтируемый бетон В15		м3		36.68		ГЧ л.4-6		См. ведомость демонтажных работ на усиление плит покрытия	
6				Зачистка арматуры от коррозии		м2		720.64		ГЧ л.4-6		Сумма из спецификаций на ремонт плит покрытия по узлам 1К-4К	
7				Промывка поверхности бетона		м2		1224.47		ГЧ л.4-6		Сумма из спецификаций на ремонт плит покрытия по узлам 1К-4К	
										1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
										Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.		Кол. уч.		Лист		№ док.		Подп.		Дата			
Разработал		Новиков								05.25		Стадия	
Проверил		Васильев								05.25		Лист	
												Листов	
												Р	
												7	
Н. контроль		Васильев								05.25		Сводные спецификации на ремонт плит и ведомость объёмов работ на ремонт плит	
										ООО "КДС-3"			

Согласовано

Взам. инв. №

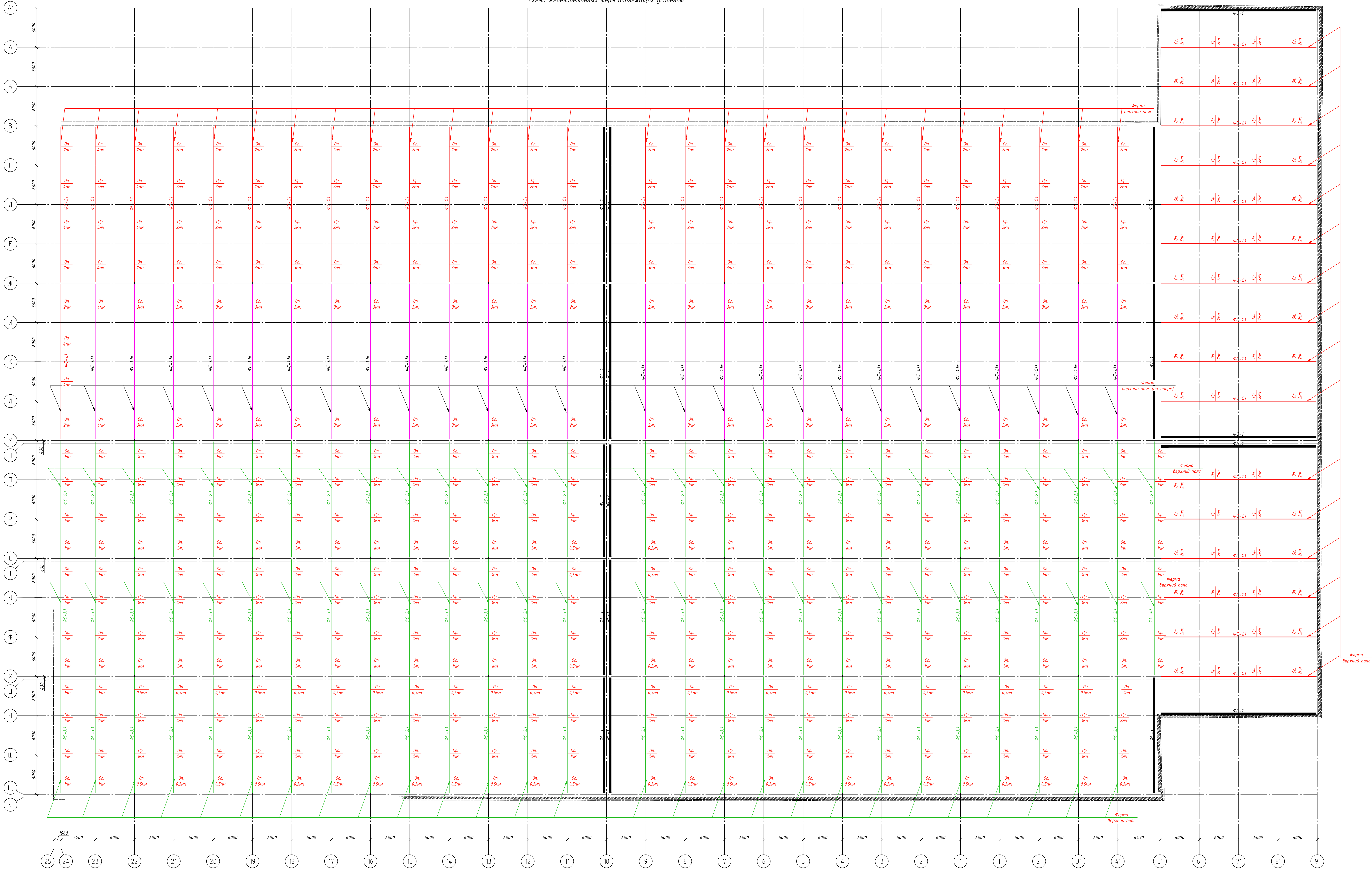
Подп. и дата

Инв. № подл.

Конструктивные решения

Формат А4

Схема железобетонных ферм подлежащих усилению



Условные обозначения:

Ферма - конструкция требующая усиления

раскосы - элементы требующие усиления

Оп - принятый проект, пр - центральный проект

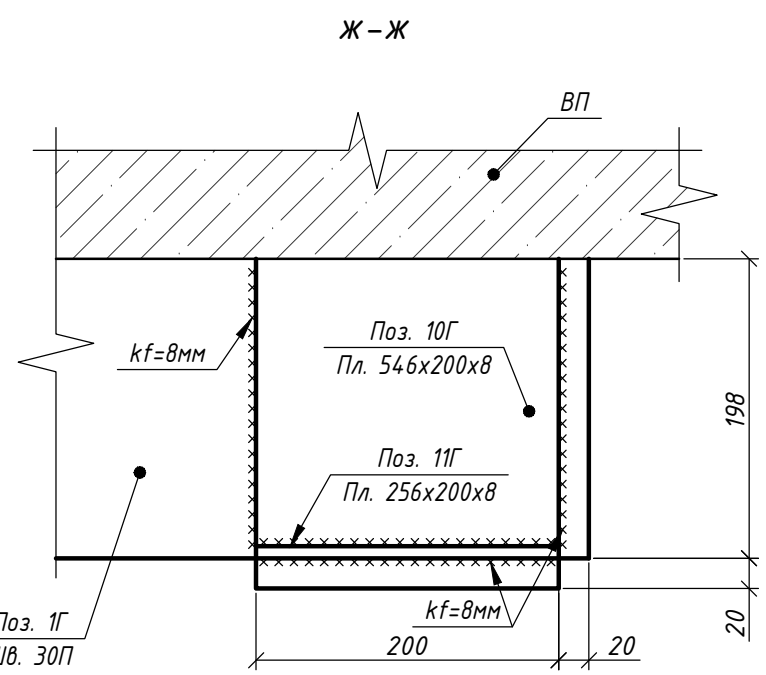
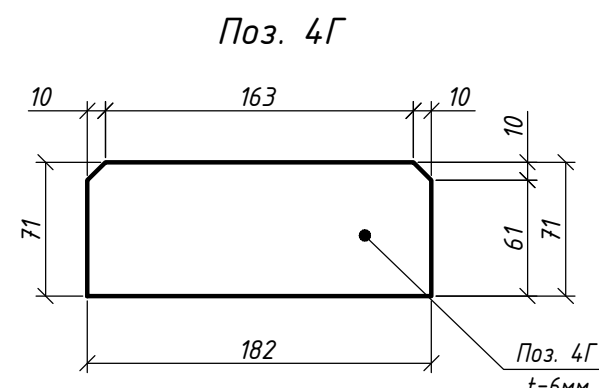
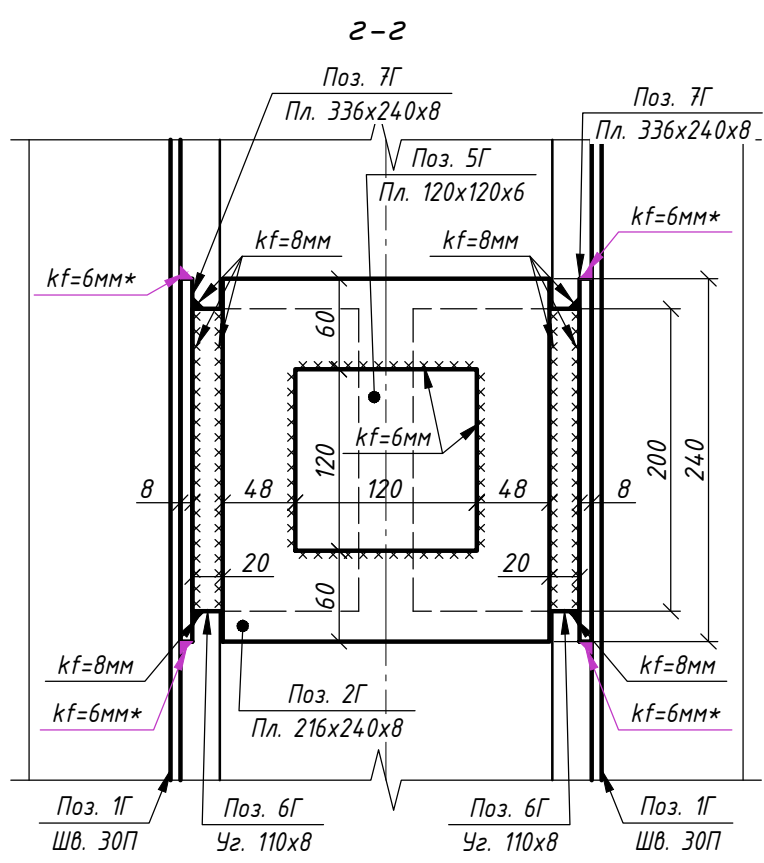
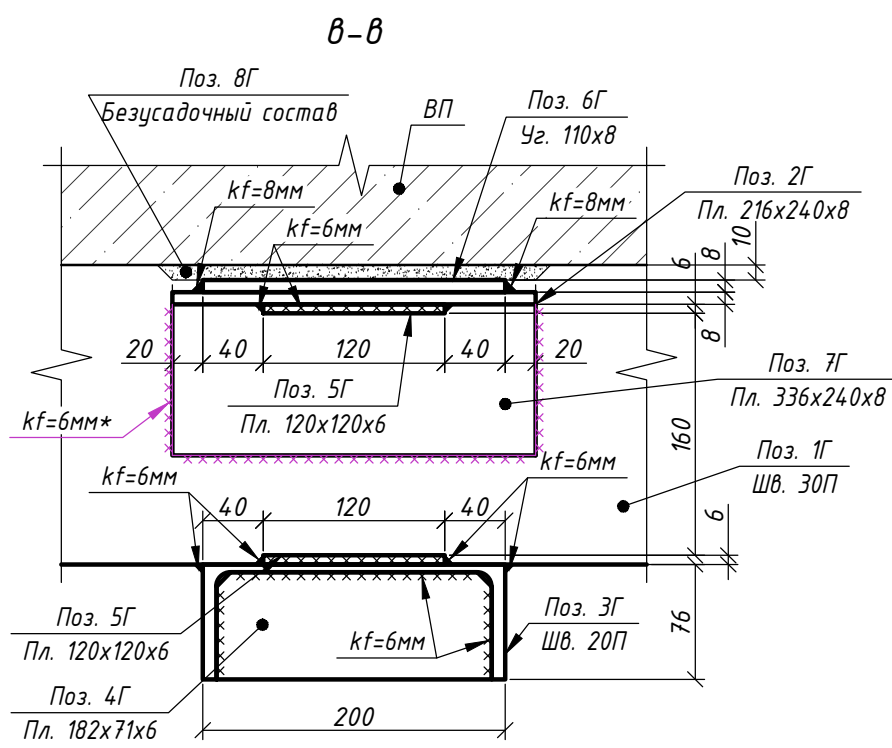
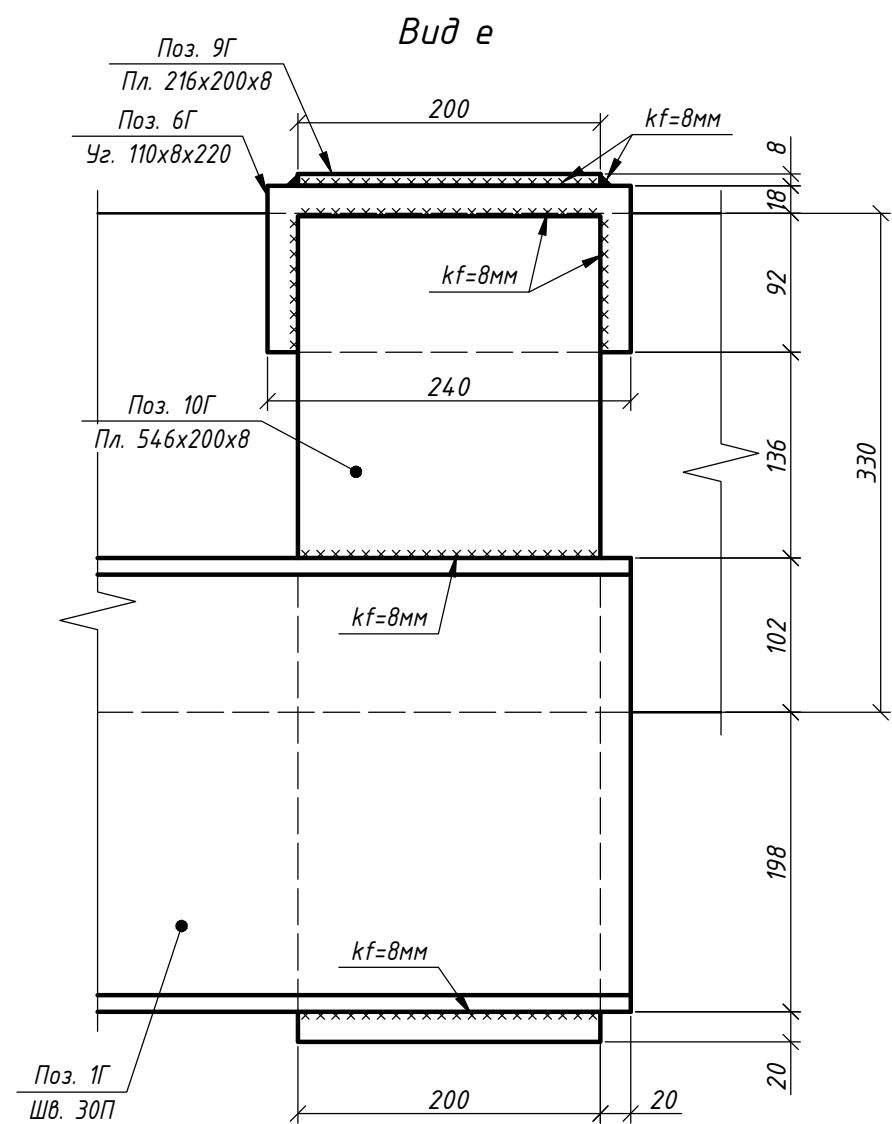
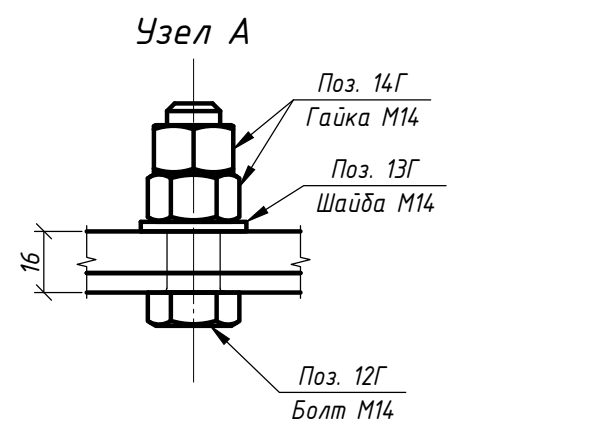
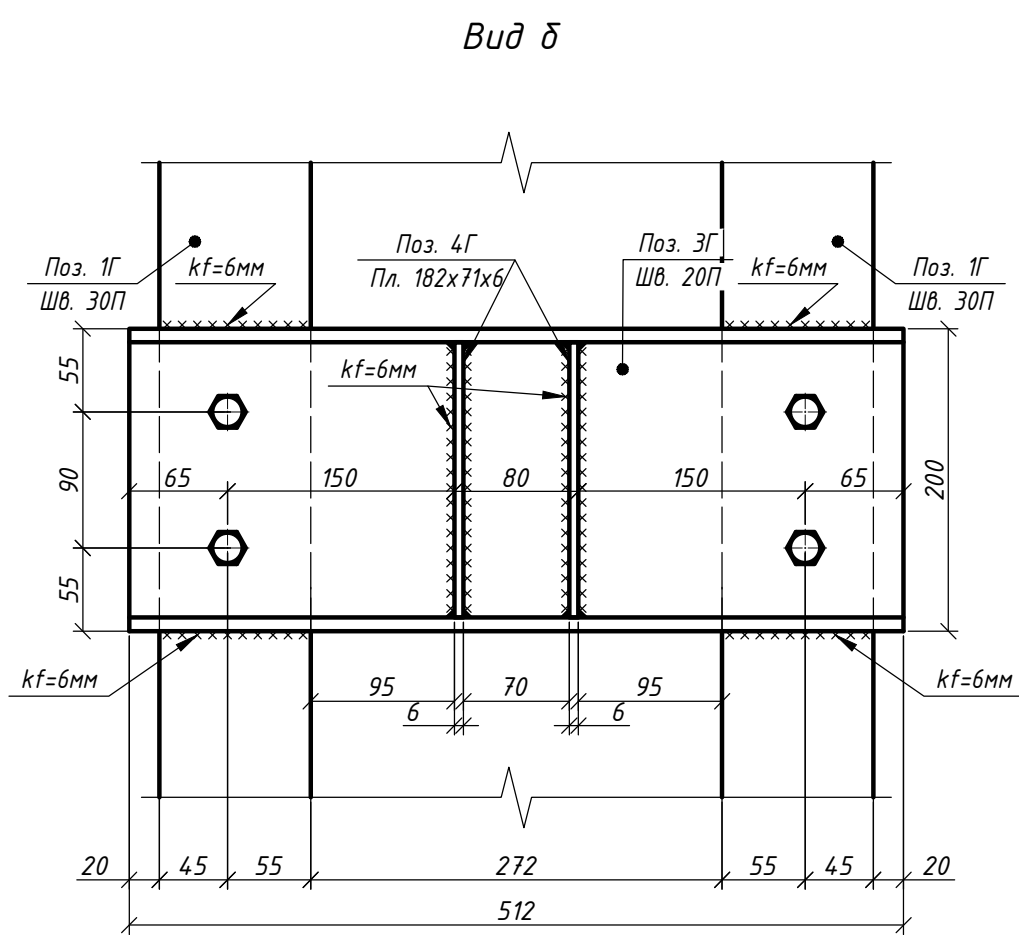
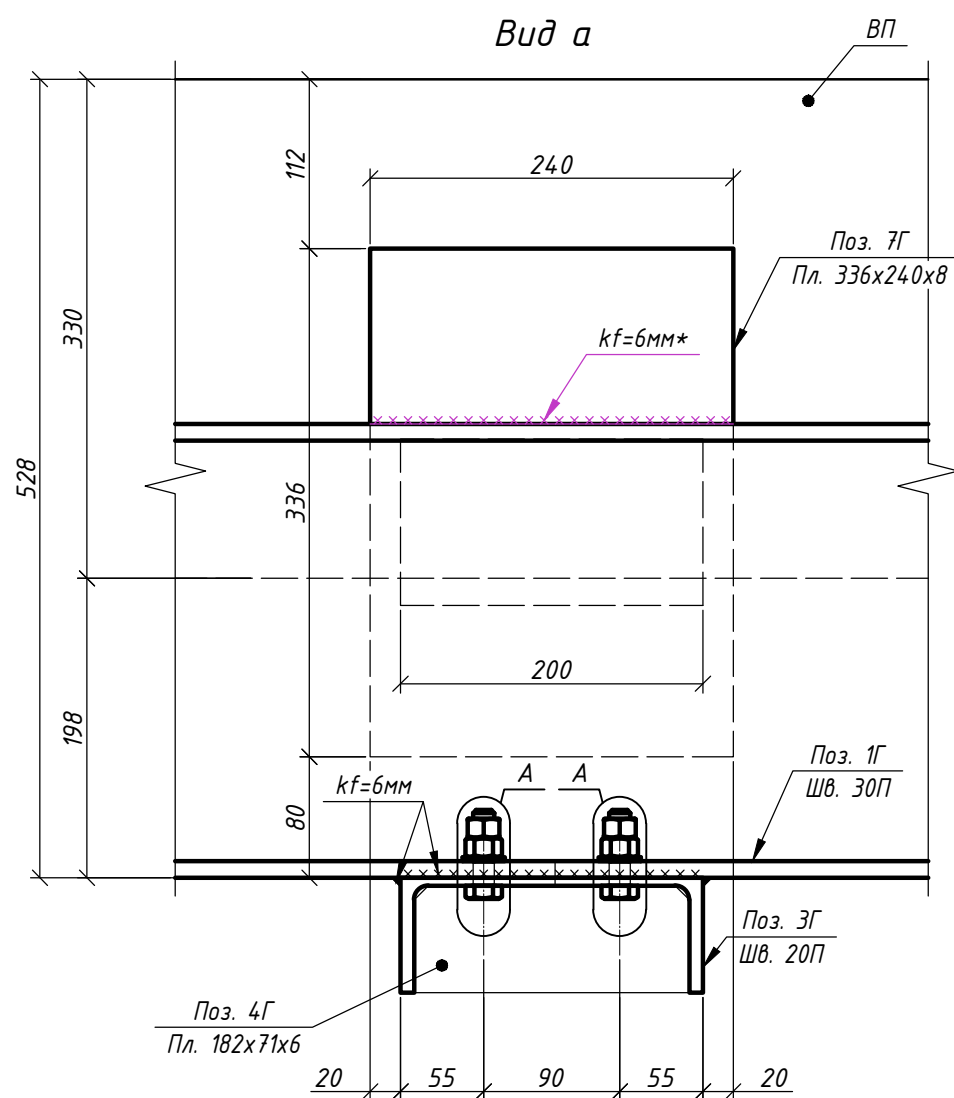
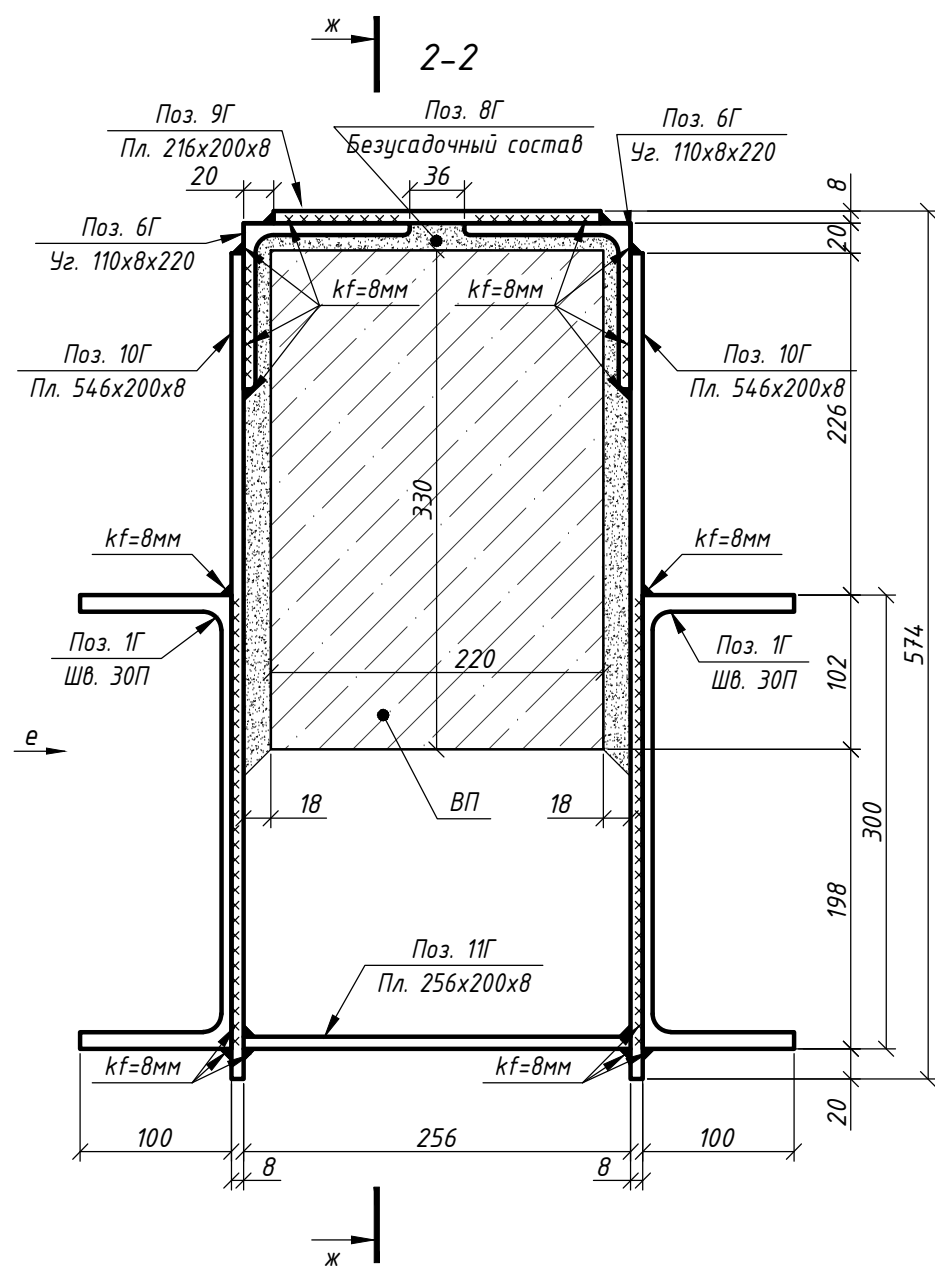
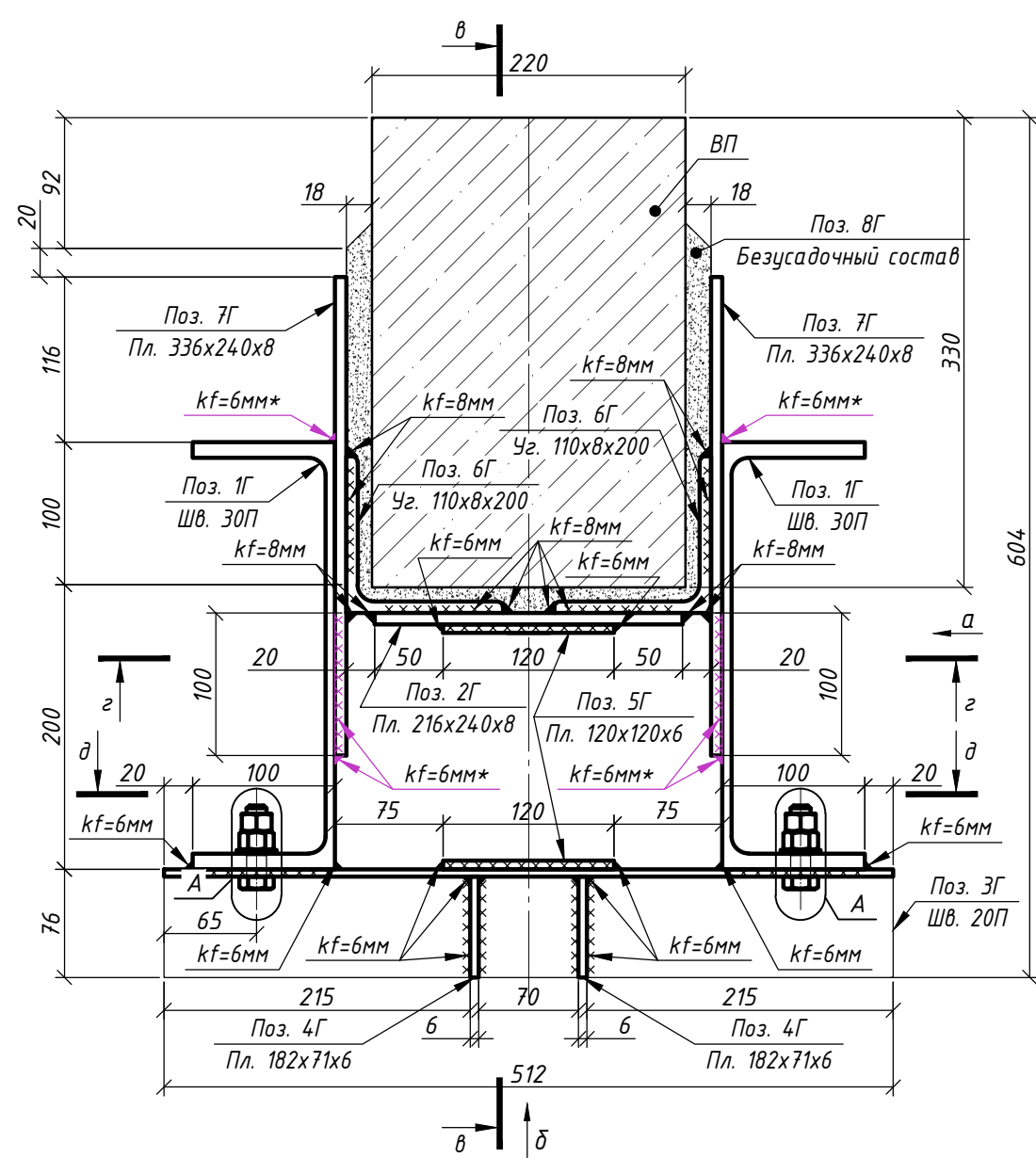
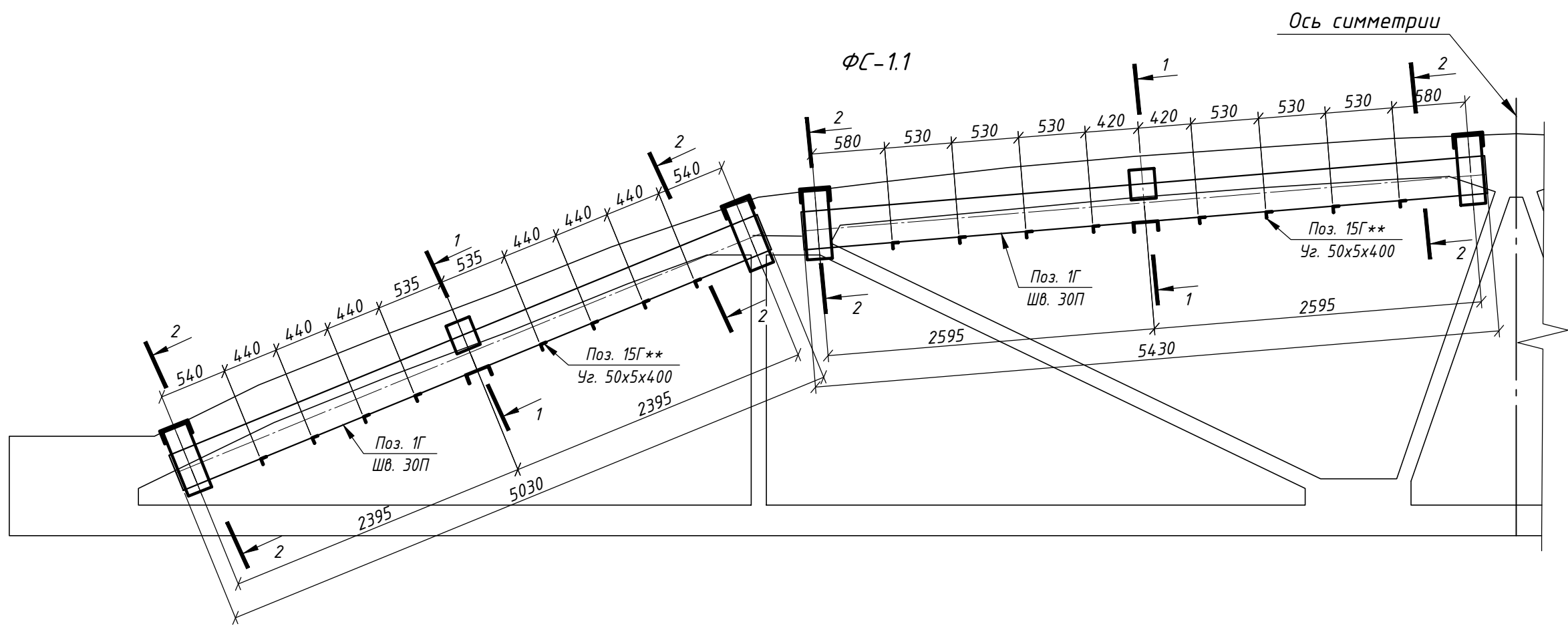
2мм - необходимый вынос балки усиления

Примечания:

- Работать совместно с листами "Общие данные".
- Смета усиления ферм ФС-2.1 и ФС-3.1 идентична.

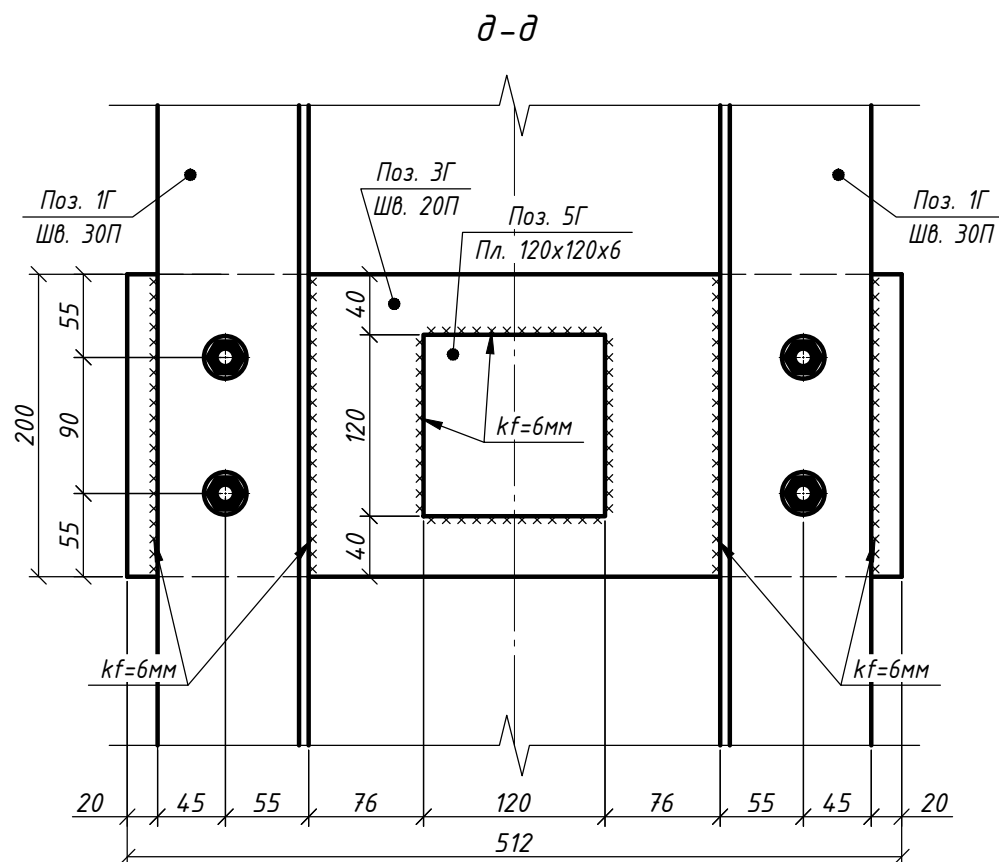
ИК-ДС-3-09-12-2024-КР			
Усиление стальных конструкций покрытия цеха №10 на территории АО "Колосенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Паровозный, д.42			
Дир. ИОЛ	И.И.И.И.	Лист №1	Подп.
Разработчик	Иванов	05.25	
Проверка	Васильев	05.25	
Конструктивные решения			
Смета железобетонных ферм, подлежащих усилению			
И. контрол.	Васильев	05.25	
Стан.	Лист	Листов	
Р	8		

Формат А0



Спецификация элементов на усиление ферм ФС-1.1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		ФС-1.1	44.00	шт.		1712.94	75369.18
1Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 30П	41.84	м.п	31.8	1330.51	58542.53
2Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 216x240x8	4	шт.	3.26	13.04	573.76
3Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 20П	2.05	м.п	18.4	37.72	1659.68
4Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.013м2	8	шт.	0.61	4.88	214.72
5Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 120x120x6	8	шт.	0.68	5.44	239.36
6Г	ГОСТ 8509-93	Уг. 110x8	5.44	м.п.	13.5	73.44	3231.36
7Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 336x240x8	8	шт.	5.07	40.56	1784.64
8Г	Техническое описание № 4-12.10	Стармекс РМ5	0.03	м3			1.32
9Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 216x200x8	8	шт.	2.71	21.68	953.92
10Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 546x200x8	16	шт.	6.86	109.76	4829.44
11Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 256x200x8	8	шт.	3.21	25.68	1129.92
12Г	ГОСТ 7805-70	Болт М14x50, кл.10.9	16	шт.	0.082	1.31	57.73
13Г	ГОСТ 11371-78	Шайба М14	16	шт.	0.009	0.14	6.05
14Г	ГОСТ 5927-70	Гайка М14 кл.10.9	32	шт.	0.016	0.52	22.81
15Г	ГОСТ 8509-93	Уг.50x5	12.8	м.п.	3.77	48.26	2123.26
		Итого:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	0.22	м2	4.71	10.32	454.08
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=8мм	3.36	м2	62.8	210.72	9271.68



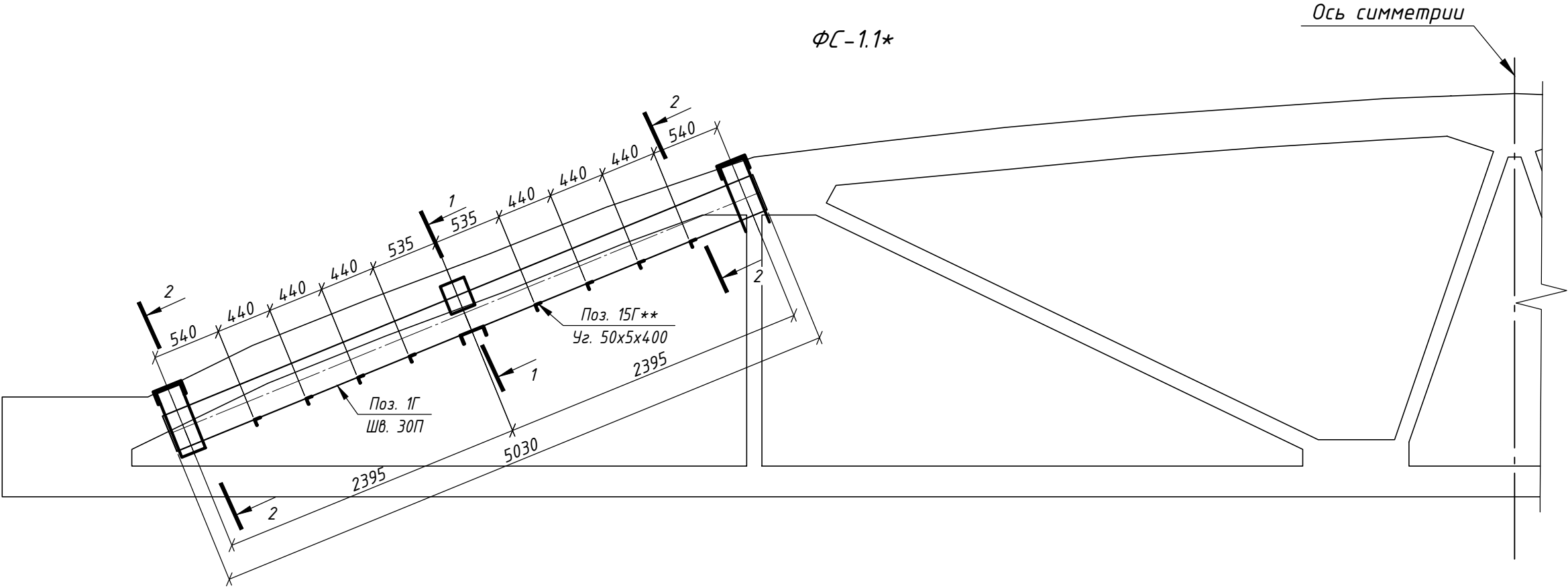
Порядок работ:

- Защистить поверхность от краски и пыли в зоне устройства опорных и дократного хомута;
- Уложить безусадочный выравнивающий раствор на поверхность усиливаемой фермы в зоне устройства хомута (поз. 8Г);
- На верхнюю часть усиленной конструкции устанавливаются опорные хомуты (См. разрез 2-2);
- Установить дократный хомут на нижнюю часть усиливаемой конструкции (См. разрез 1-1);
- Металлические балки усиления (поз. 1Г) привариваются к опорным хомутам;
- К балкам усиления присоединить упор дократы (поз. 3Г, 4Г) с помощью болтовых и сварных соединений;
- Между собой балки скрепляются соединительными элементами (поз. 15Г, данные элементы приварить к балкам швом 1-5мм по всему периметру);
- Установить дократ (гидравлический бутылочный дократ, грузоподъёмностью 20т, высота подвеса - 150мм) между опорных пластин (поз. 5Г);
- С помощью дократы натянуть стальные балки усиления (поз. 1Г) на расчётную величину, см. схемы на л. 8, 12. Нагрузку от дократы прикладывать попогово, выйд балок контролировать с помощью электронного штангенциркуля;
- Приварить (данные сварные швы выделены цветом и помечены *) балки усиления (поз. 1Г) к пластинам дократного хомута, после чего дократ демонтируется.

Примечания:

- Работать совместно с листами "Общие данные";
- Фермы ФС-1.1 замаркированы на л.8.

1К-ДС-3-09-12-2024-КР					
Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Ноджов				05.25
Проверил	Васильев				05.25
Конструктивные решения					
Стадия					
Лист					
Листов					
Р					
9					
Усиление фермы ФС-1.1					
ООО "КДС-3"					
Н. контроль					
Васильев					
05.25					



Спецификация элементов на усиление ферм ФС-1.1*

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		ФС-1.1*	26.00	шт.		837.55	21776.25
1Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 30П	20.12	м.п	31.8	639.82	16635.22
2Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 216х240х8	4	шт.	3.26	13.04	339.04
3Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 20П	1.03	м.п	18.4	18.86	490.36
4Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.013м2	4	шт.	0.61	2.44	63.44
5Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 120х120х6	4	шт.	0.68	2.72	70.72
6Г	ГОСТ 8509-93	Уз. 110х8	2.72	м.п.	13.5	36.72	954.72
7Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 336х240х8	4	шт.	5.07	20.28	527.28
8Г	Техническое описание № 4-17.10	Стармекс РМ5	0.02	м3		м3	0.39
9Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 216х200х8	4	шт.	2.71	10.84	281.84
10Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 546х200х8	8	шт.	6.86	54.88	1426.88
11Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 256х200х8	4	шт.	3.21	12.84	333.84
12Г	ГОСТ 7805-70	Болт М14х50, кл.10.9	8	шт.	0.082	0.66	17.06
13Г	ГОСТ 11371-78	Шайба М14	8	шт.	0.009	0.07	1.79
14Г	ГОСТ 5927-70	Гайка М14 кл.10.9	16	шт.	0.016	0.26	6.74
15Г	ГОСТ 8509-93	Уз.50х5	6.4	м.п.	3.77	24.13	627.33
		Итого:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	0.11	м2	47.1	5.16	134.16
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=8мм	1.78	м2	62.8	111.88	2908.88

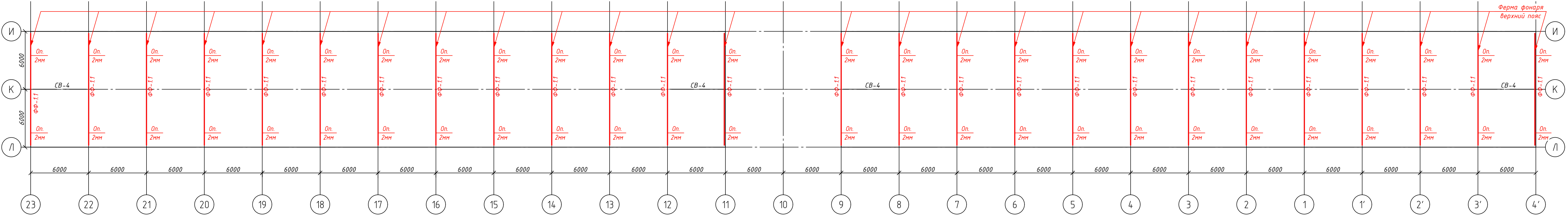
- Порядок работ:
1. Зачистить поверхность от краски и пыли в зоне устройства опорных и домкратного хомута;
 2. Уложить безусадочный выравнивающий раствор на поверхность усиливаемой фермы в зоне устройства хомутов (поз. 8Г);
 3. На верхнюю часть усиливаемой конструкции устанавливаются опорные хомуты (См. разрез 2-2);
 4. Установить домкратный хомут на нижнюю часть усиливаемой конструкции (См. разрез 1-1);
 5. Металлические балки усиления (поз. 1Г) привариваются к опорным хомутам;
 6. К балкам усиления присоединить упор домкрата (поз. 3Г, 4Г) с помощью болтовых и сварных соединений;
 7. Между собой балки скрепляются соединительными элементами (поз. 15Г, данные элементы приварить к балкам швом t=5мм по всему периметру);
 8. Установить домкрат (гидравлический дутылочный домкрат, грузоподъемностью 20т, высота подхвата – 150мм) между опорных пластин (поз. 5Г)
 9. С помощью домкрата оттянуть стальные балки усиления (поз. 1Г) на расчётную величину, см. схемы на л. 8, 12. Нагрузку от домкрата прикладывать пошагово, выгиб балок контролировать с помощью электронного штангенциркуля;
 10. Приварить (данные сварные швы выделены цветом и помечены “*”) балки усиления (поз. 1Г) к пластинам домкратного хомута, после чего домкрат демонтируется.

- Примечания:
1. Работать совместно с листами “Общие данные”;
 2. Фермы ФС-1.1* замаркированы на л.8.

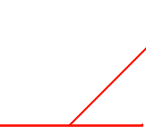
						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25			Р	10	
Проверил	Васильев				05.25					
						Усиление фермы ФС-1.1*		ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25					

Примечания:						
1. Работать совместно с листами "Общие данные";						
2. Фермы ФС-2.1, ФС-3.1 замаркированы на л.в.						
					1К-ДС-3-09-12-2024-KP	
					Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Патризан, в.42	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист
Разработал	Новиков			05.25	Р	11
Проверил	Васильев			05.25		
					Конструктивные решения	
					Усиление фермы ФС-2.1, ФС-3.1	
Н. контроль	Васильев			05.25	ООО "KDCS-З"	

Схема железобетонных ферм фонарей подлежащих усилению



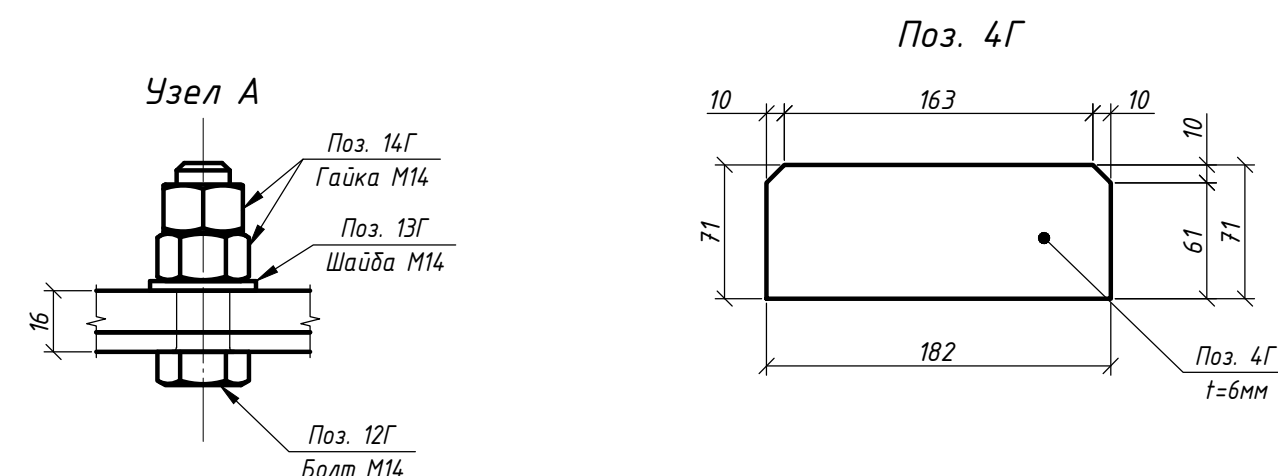
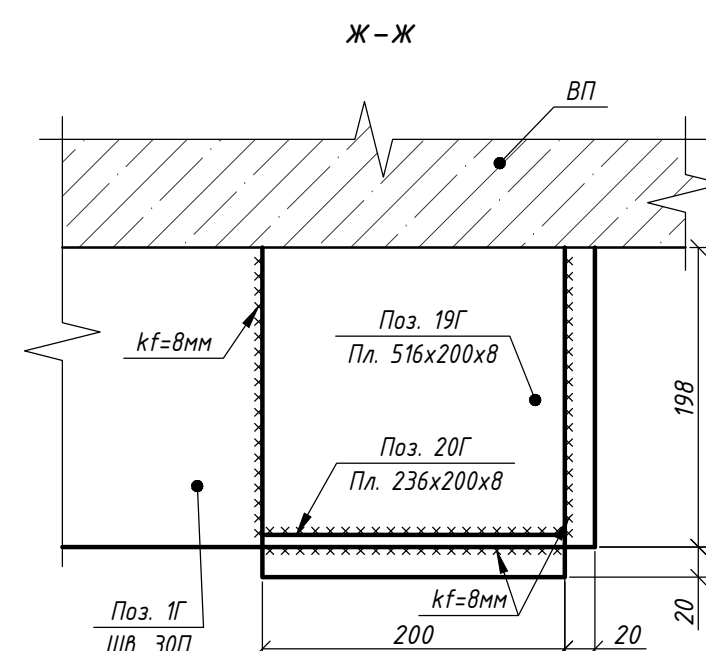
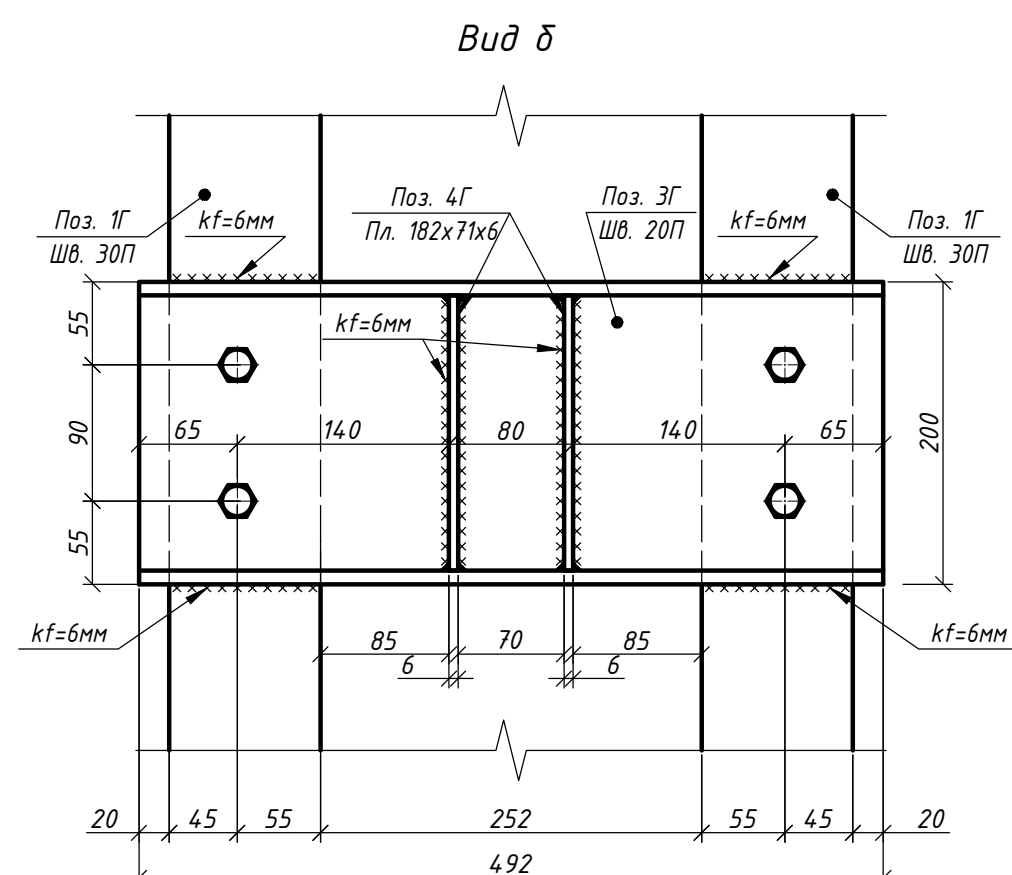
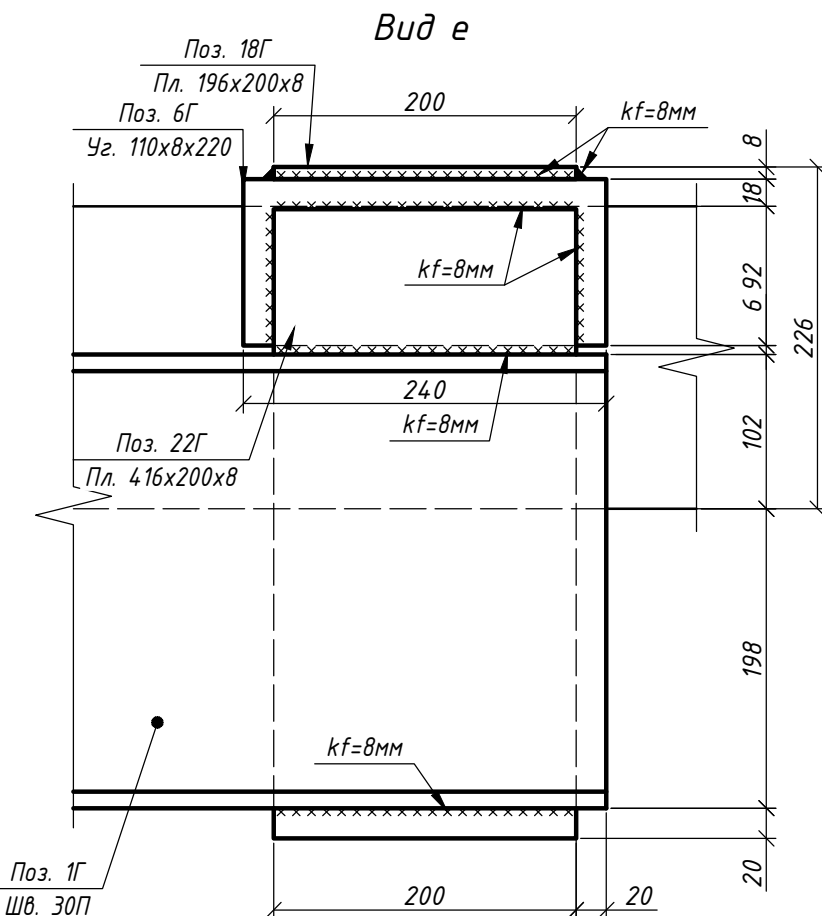
Условные обозначения:

 **Ферма раскосы** - конструкция требующая усиления
элемент требующий усиления.

$\frac{Op}{2mm}$ - Op - пропорный пролёт, $пр$ - центральный пролёт
 $2mm$ - необходимый выгиб балок усиления

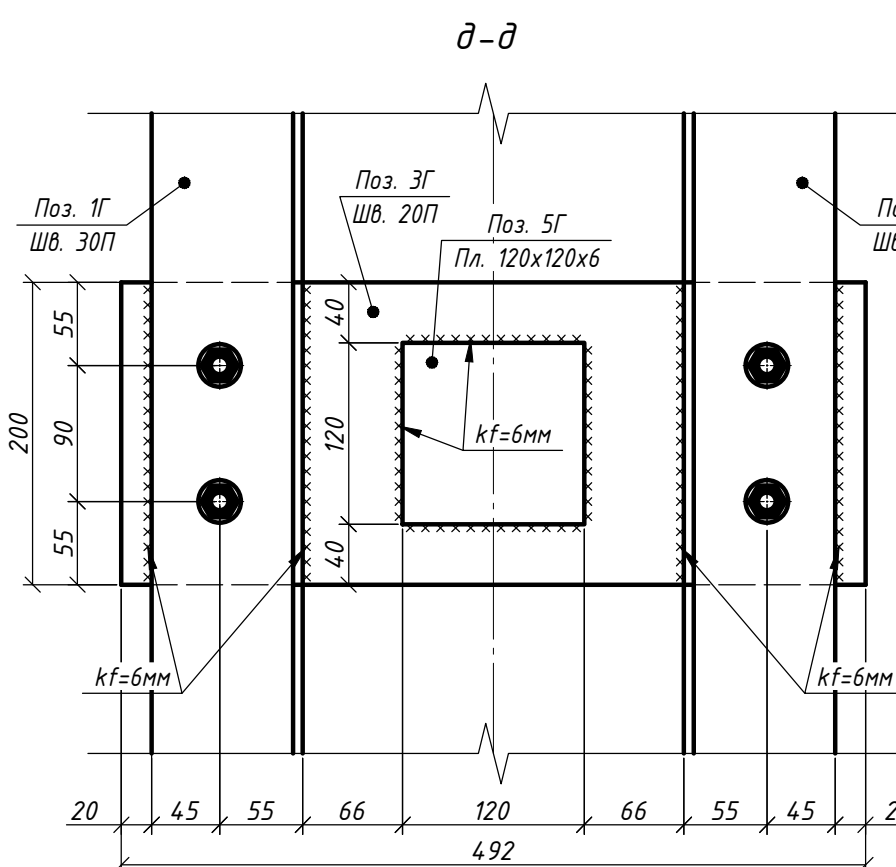
Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Ноджов			05.25		Р	12	
Проверил		Васильев			05.25	Схема железобетонных ферм фонарей, подлежащих усилению	ООО "КДС-З"		
Н. контроль		Васильев			05.25				



Спецификация элементов на усиление фермы ФФ-1.1

Поз.	Обозначение	Наименование	Ко-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	Всего, кг	Примечание
		ФФ-11	26,00	шт.		932.32	24240.4
1Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 30П	22.84	м.п.	31.8	726.31	18884.11
16Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 196x240x8	2	шт.	2.96	5.92	153.92
3Г	ГОСТ 8240-97	Шв. 20П	0.98	м.п.	18.4	18.11	4.70.75
4Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.013м	4	шт.	0.61	2.44	63.44
5Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 120x120x6	4	шт.	0.68	2.72	70.72
6Г	ГОСТ 8509-93	Уд. 110x8	5.44	м.п.	13.5	73.44	1909.44
21Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 266x240x8	4	шт.	4.01	16.04	417.04
8Г	Техническое описание № 4-12.10	Стармакс РМ5	0.02	м3		м3	0.52
18Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 196x200x8	4	шт.	2.46	9.84	255.84
22Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 416x200x8	8	шт.	5.22	41.76	1085.76
20Г	ГОСТ 19903-2015	Пл. 236x200x8	4	шт.	2.96	11.84	307.84
12Г	ГОСТ 7805-70	Болт М14х50, кл.10.9	8	шт.	0.082	0.66	17.06
13Г	ГОСТ 11371-78	Шайба М14	8	шт.	0.009	0.07	1.79
14Г	ГОСТ 5927-70	Гайка М14 кл.10.9	16	шт.	0.016	0.26	6.74
15Г	ГОСТ 8509-93	Уд.50x5	6.1	м.п.	3.77	22.92	595.96
		Итого:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	0.11	м2	4.71	5.16	134.16
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=8мм	1.36	м2	62.8	85.4	2220.4



- Порядок работ:
1. Зачистить поверхность от краски и пыли в зоне устройства опорных и домкротного хомута;
 2. Уложить беззастывающий выровняющий раствор на поверхность усиливаемой фермы в зоне устройства хомутов (поз. 8Г);
 3. На верхнюю часть усиливательной конструкции устанавливаются опорные хомуты (см. разрез 2-2);
 4. Установить домкратный хомут на нижнюю часть усиливательной конструкции (см. разрез 1-1);
 5. Металлические балки усиления (поз. 1Г) привариваются к опорным хомутам;
 6. К балкам усиления присоединяется упор домкрата (поз. 3Г, 4Г) с помощью долтовых и сварных соединений;
 7. Между собой балки скрепляются соединительными элементами (поз. 15Г, данные элементы приварить к балкам швом т-образной кресту перпендикулярно);
 8. Установить домкрат гидравлический, бутылочный домкрат, грузоподъемностью 20т, высота подъема - 150мм между опорных пластин (поз. 5Г);
 9. С помощью домкрата оттянуть стальные балки усиления (поз. 1Г) на расчетную величину, с учетом на л. 8, 12. Нагрузка от домкрата прикладывается поазового, выгид балок контролируется с помощью электронного штангенциркуля;
 10. Приварить (данные сварные швы выделены цветом и помечены "*") балки усиления (поз. 1Г) к пластинкам домкротного хомута, после чего домкрат демонтируется.

- Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные";
 2. Фермы ФФ-1.1 замаркированы на л.12.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	кол.ч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25		Р	13	
Проверил		Васильев			05.25				
						Усиление ферм ФФ-11	ООО "КДС-3"		
Н. контроль		Васильев			05.25				

Ведомость объёмов подготовительных работ на усиление железобетонных ферм

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во на 1 эл.	Ед. изм.	Кол-во всего	Примечание	Ед. изм.
ФС-1.1			44.00	шт.			
1Р		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	2.9	м2	127.776		
ФС-1.1*			26.00	шт.			
2Р		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	1.452	м2	37.752		
ФС-2.1, ФС-3			83	шт.			
3Р		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	2.64	м2	219.12		
ФФ-1.1			26	шт.			
4Р		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	1.056	м2	27.456		
Итого по узлам:							
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски		м2	412.104		

Сводная спецификация на усиление ферм

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1	ГОСТ 8240-97	Шв. 30П	175883.26	кг
2	ГОСТ 8240-97	Шв. 20П	5629.37	кг
3	ГОСТ 8509-93	Уг. 110х8	12191.04	кг
4	Техническое описание № 4-17.10	Стармекс РМ5	4.72	м3
5	ГОСТ 7805-70	Болт М14х50, кл.10.9	200.75	кг
6	ГОСТ 11371-78	Шайба М14	21.05	кг
7	ГОСТ 5927-70	Гайка М14 кл.10.9	79.32	кг
8	ГОСТ 8509-93	Уг.50х5	5249.04	кг
9	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	1578.96	кг
10	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=8мм	30649.04	кг
Итого масса металла:			231.482	т

Ведомость объёмов работ на усиление железобетонных ферм покрытия

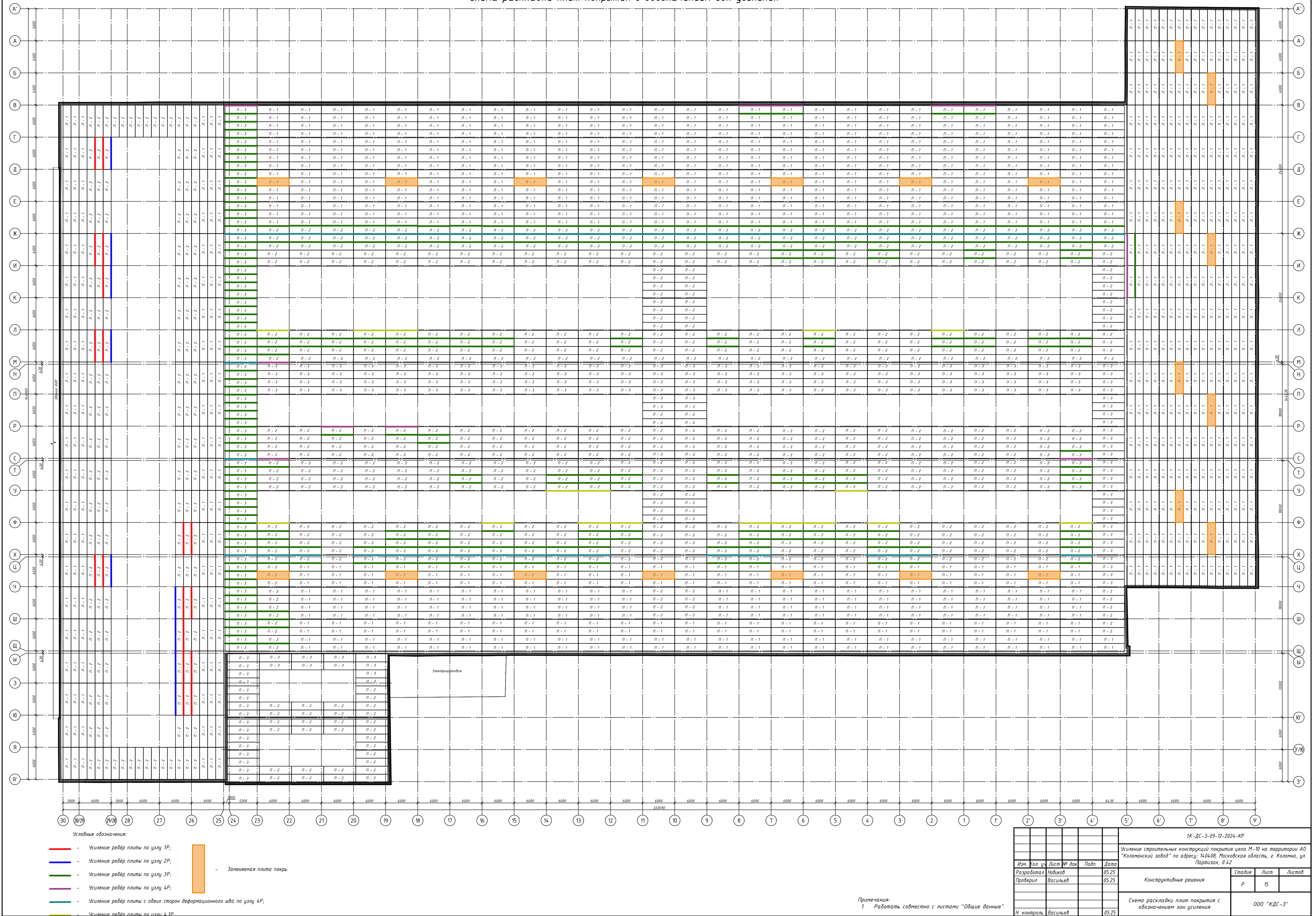
Поз.	№ в ЛСР	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов
1		Покрытие грунтовкой ГФ-021, толщина 50мкм	м2	7285	См. п. 10.2 ТЧ	Площадь принимается идентичной, принятой при расчёте огнезащиты
2		Покрытие огнезащитной краской Термобарьер	м2	7285	См. п. 10.2 ТЧ	Расчёт предоставлен в задании на огнезащиту,5256кг
3		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	м2	412.104	См. ГЧ л.14	См. ведомость объёмов подг.работ по усилению ферм
4		Монтаж стальных элементов	т	231.482	См. ГЧ л.14	См. сводную спецификацию на усиление ферм
5		Выравнивание поверхности ремонтным составом, толщина до 20мм	м2	412.104	См. ГЧ л.14	Площадь принята идентичной площадки зачистки поверхности, 4.72м3
6		Оттягивание балок с помощью гидравлического домкрата	шт.	612	См. ГЧ л.14	

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные".

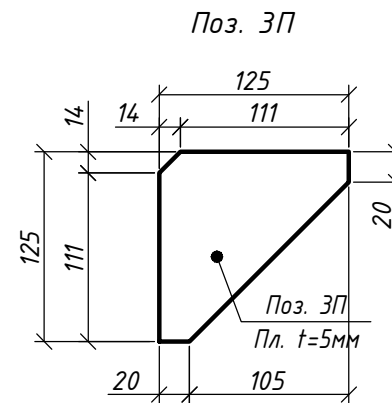
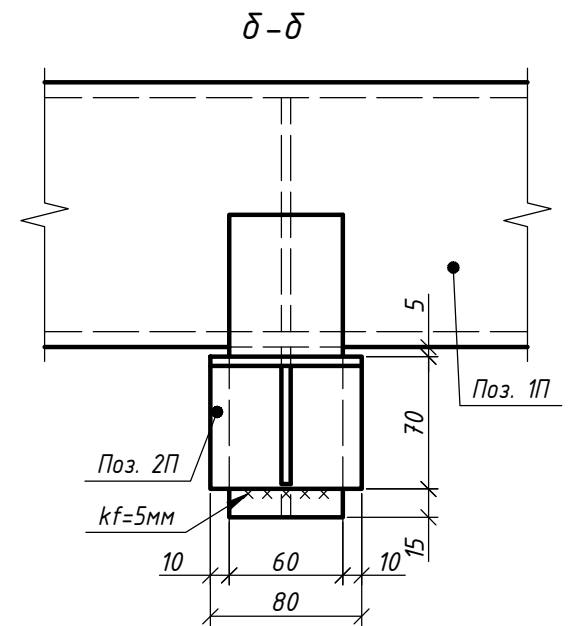
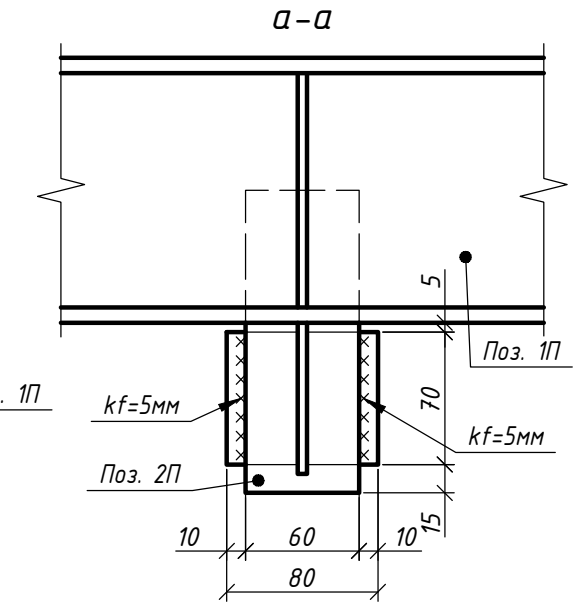
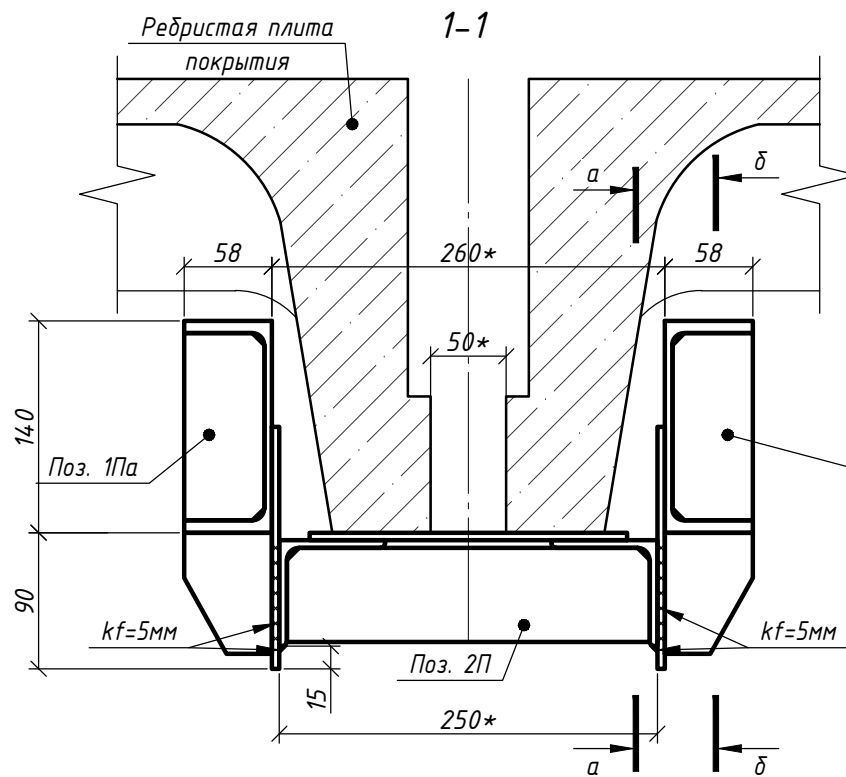
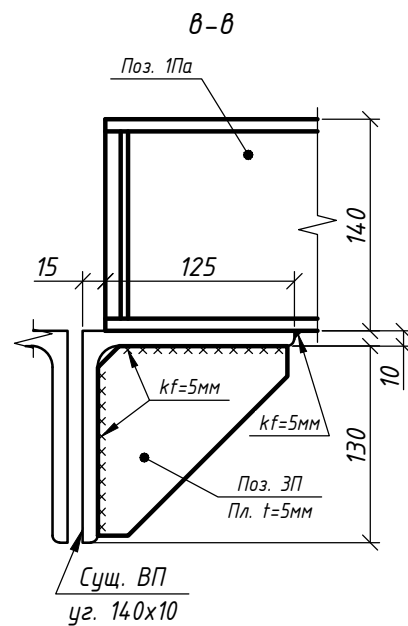
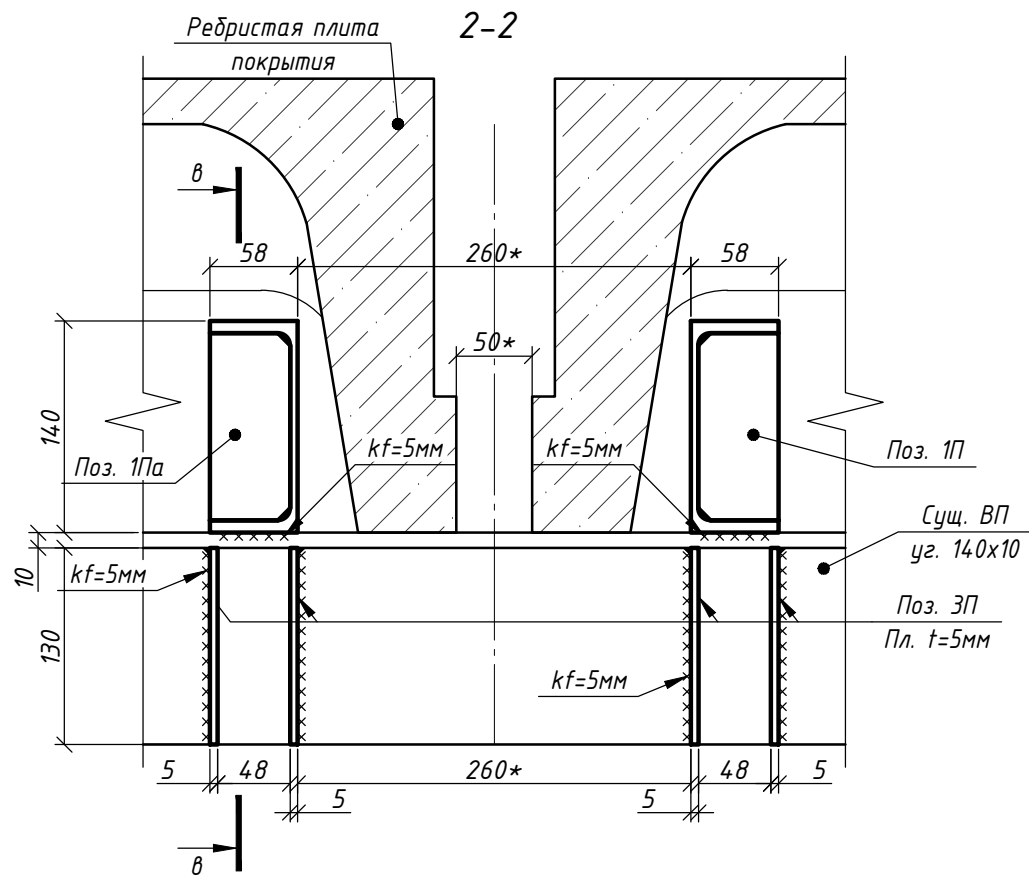
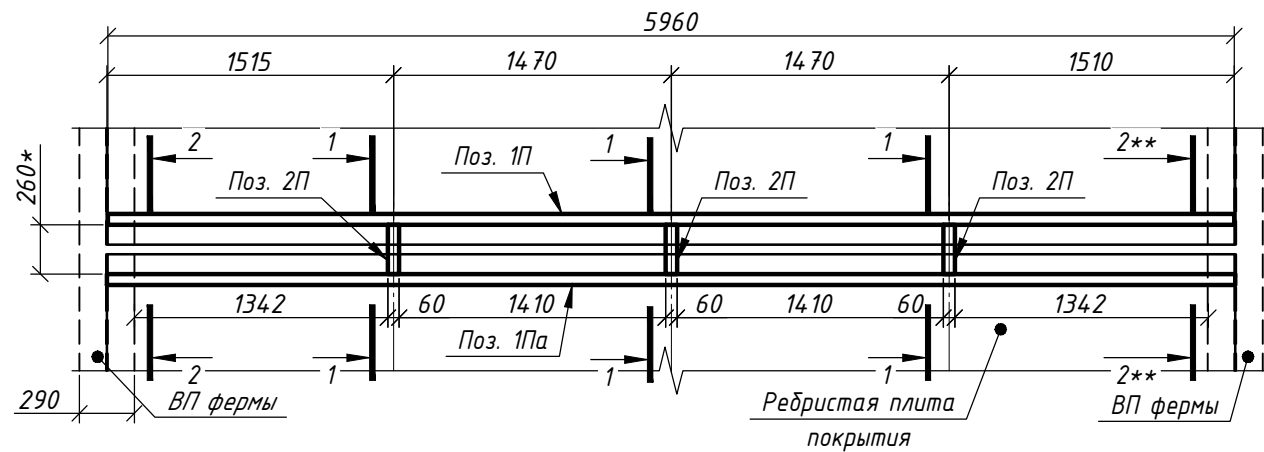
						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25			Р	14	
Проверил	Васильев				05.25					
						Спецификация и ВОР на усиление ферм		ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25					

Схема раскладки плит покрытия с обозначением зон усиления



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

Узел 1Р



Спецификация элементов на узел 1Р

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел 1Р	18.00	шт.		161.33	2903.9
1П	См. лист 20	1П	1	шт	76.17	76.17	1371.06
1Па	См. лист 20	1Па	1	шт	76.17	76.17	1371.06
2П	См. лист 21	2П	3	шт	1.94	5.82	104.76
3П	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0101м2	8	шт	0.396	3.17	57.02
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.08	м2	39.25	3.17	57.02

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. *- расстояние между плитами измерить по месту и скорректировать все сопутствующие размеры;
3. ** - разрез зеркален разрезу 2-2 относительно вертикальной оси;
4. Перед производством работ необходимо зачистить поверхность существующих металлоконструкций в местах стыков и устройства сварных швов от лакокрасочного покрытия.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков				05.25		Р	16
Проверил	Васильев				05.25			
						Узел 1Р	ООО "КДС-З"	
Н. контроль	Васильев				05.25			

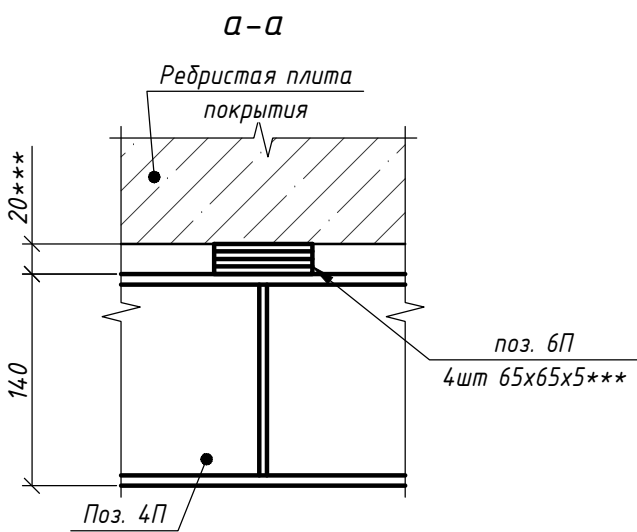
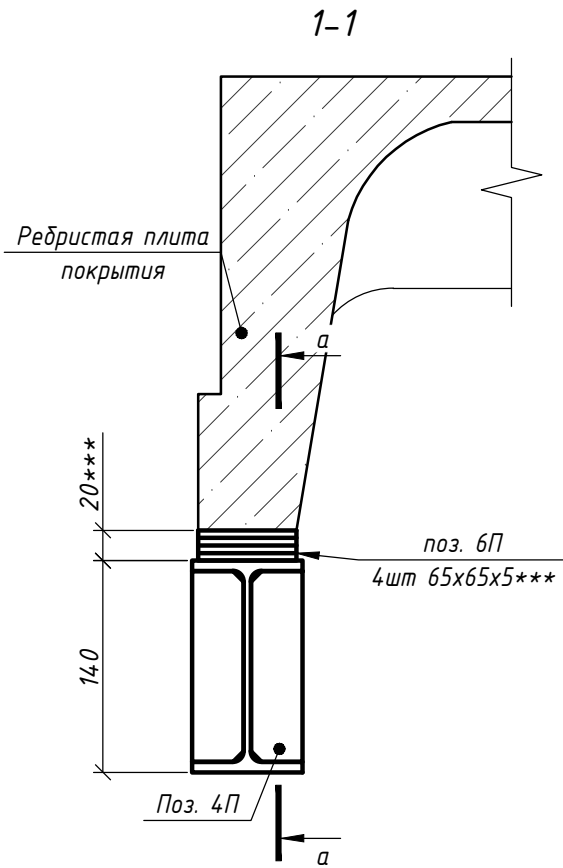
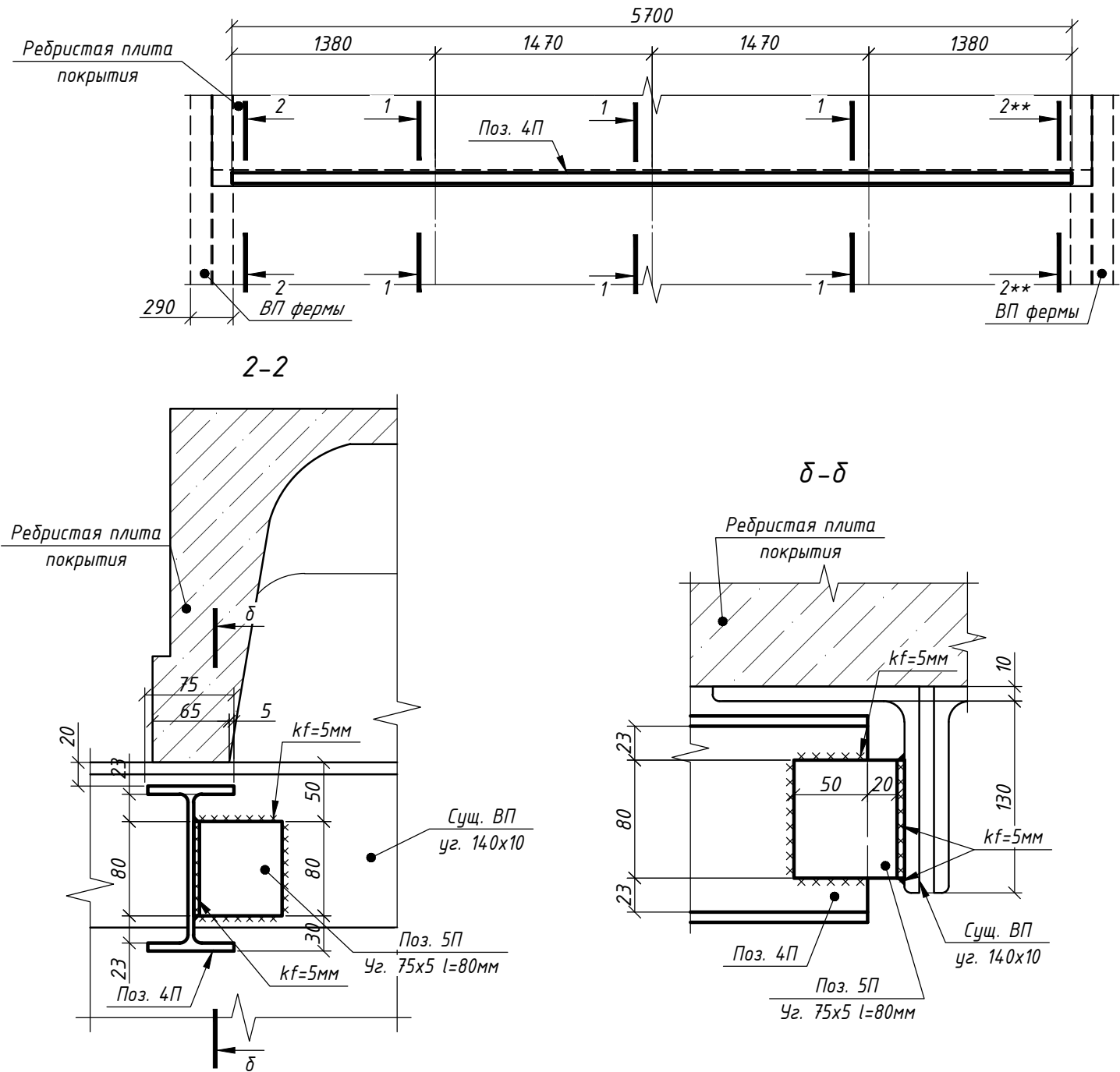
Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Узел 2Р



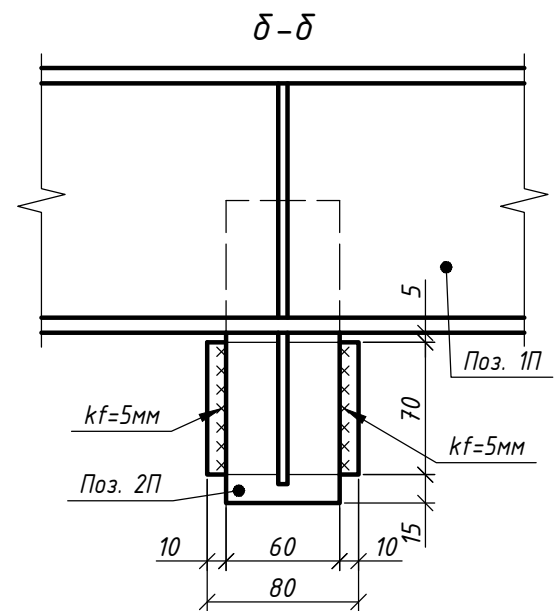
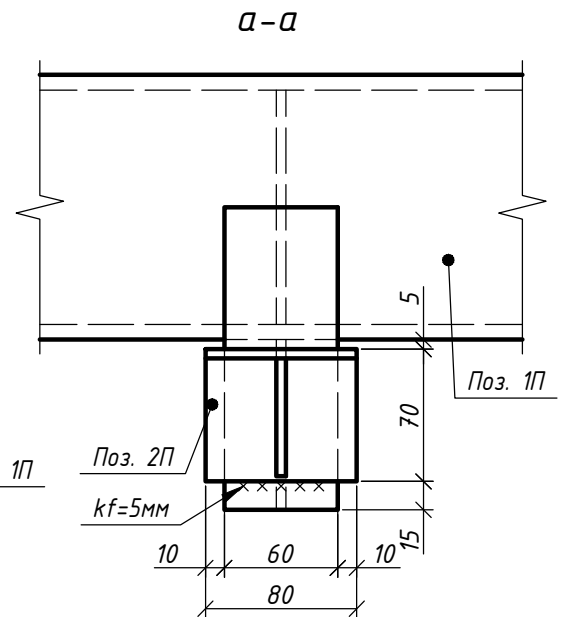
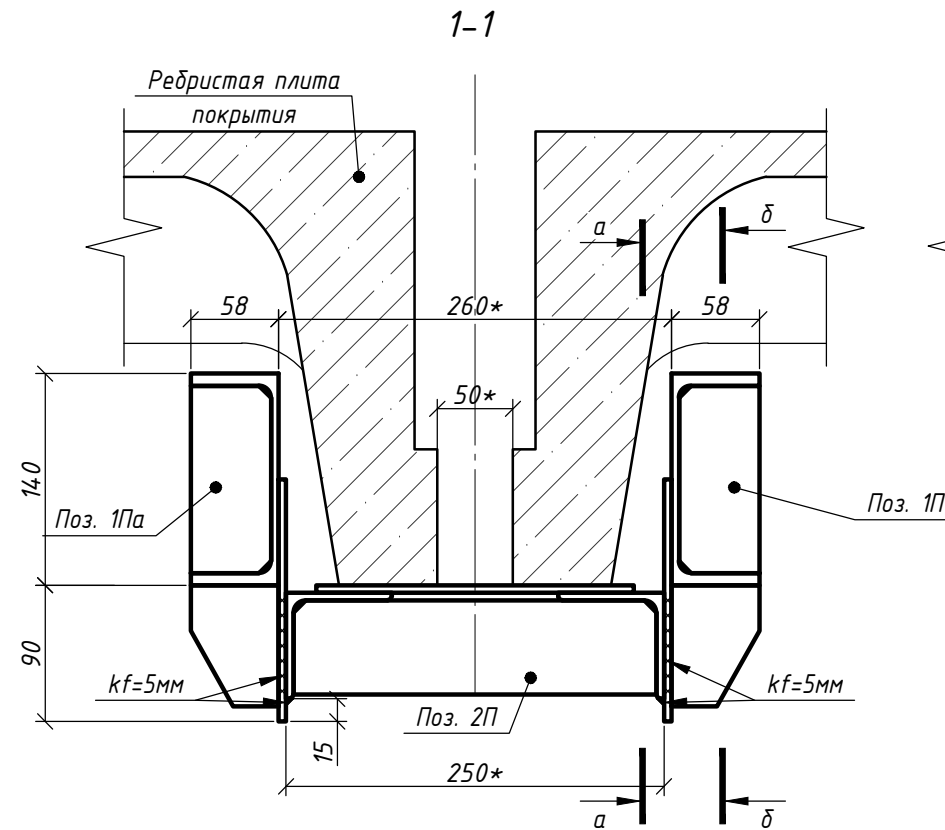
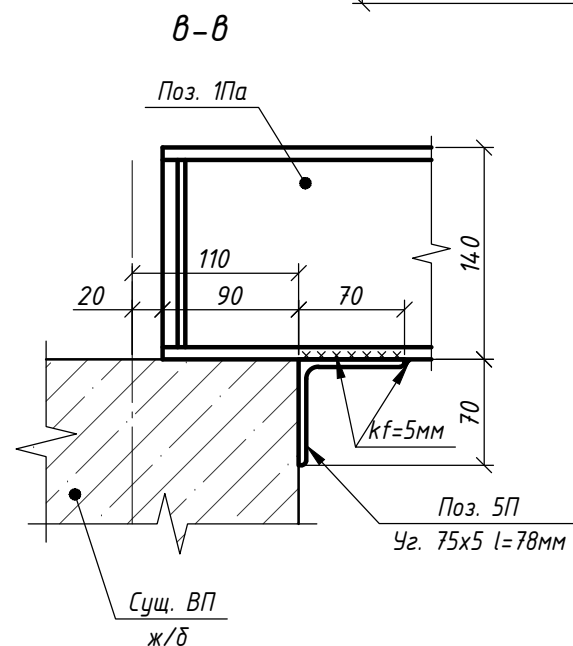
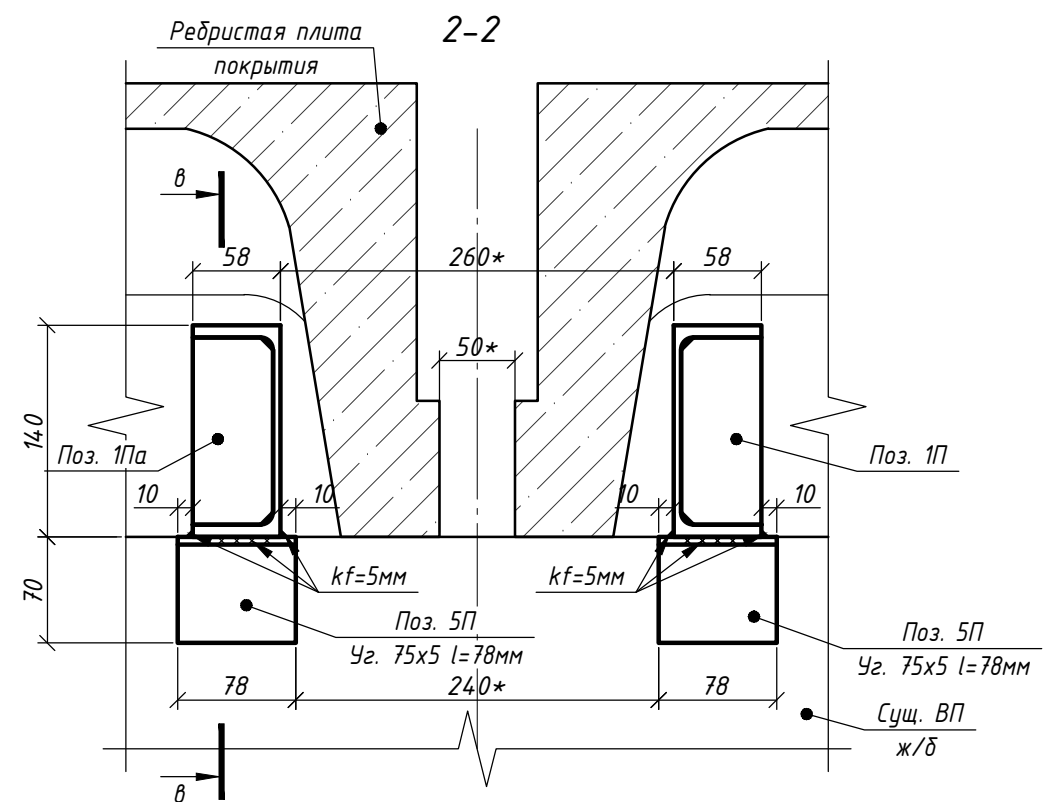
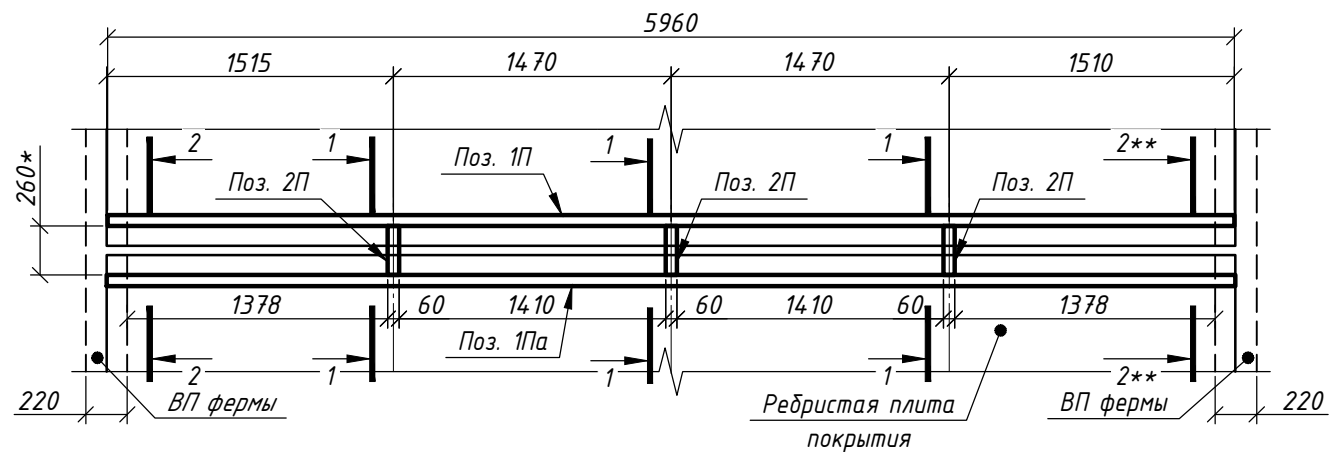
Спецификация элементов на узел 2Р

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел 2Р	9.00	шт.		77.45	697.03
4П	См. лист 22	4П	1	шт	74.54	74.54	670.86
5П	ГОСТ 8509-93	Уг. 75x5	0.16	м.п.	5.8	0.93	8.35
6П	ГОСТ 19903-2015	Пл. 65x65x5мм	12	шт	0.165	1.98	17.82
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.05	м2	39.25	1.98	17.82

- Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные";
 2. ** - разрез зеркален разрезу 2-2 относительно вертикальной оси;
 3. *** - количество и толщину доборных пластин по высоте принять по месту в зависимости от текущего прогиба плит покрытия. Зазор между верхом пластин и нижней плоскостью ребра плиты покрытия должен составлять не более 1мм на этапе с отсутствием других нагрузок, кроме собственного веса плит. Пластины между собой скрепить контактной сваркой;
 4. Перед производством работ необходимо зачистить поверхность существующих металлоконструкций в местах стыков и устройства сварных швов от лакокрасочного покрытия.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков			05.25			Р	17
Проверил	Васильев			05.25				
						Узел 2Р	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев			05.25				

Узел 3Р



Спецификация элементов на узел ЗР

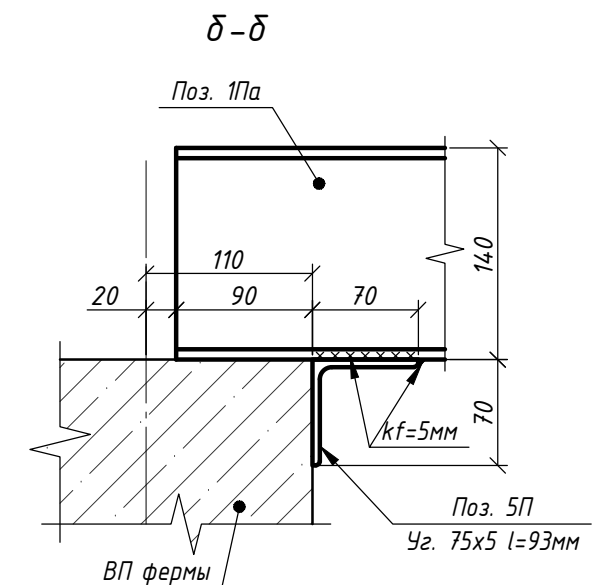
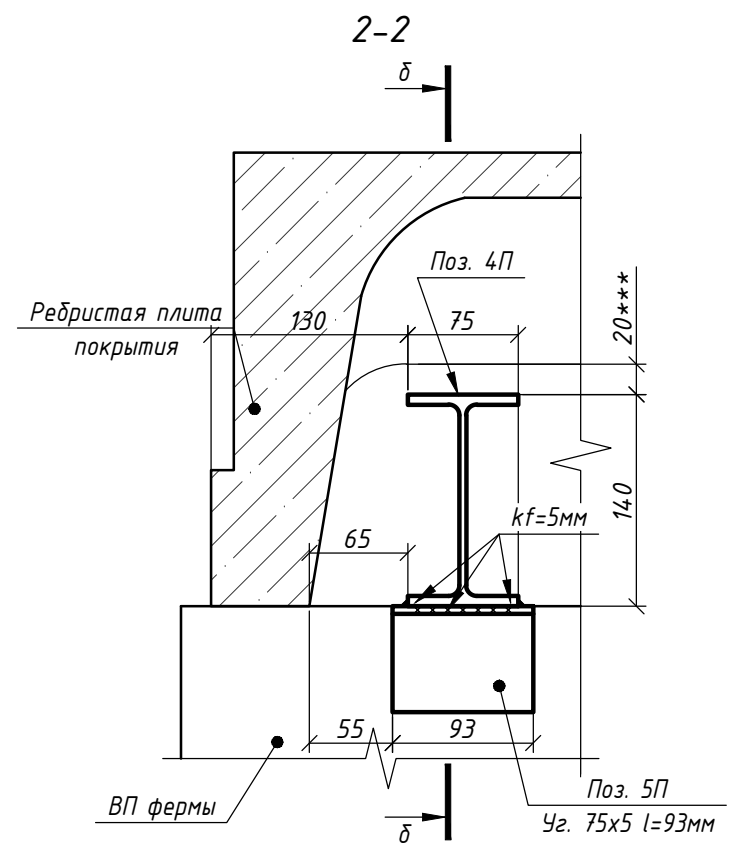
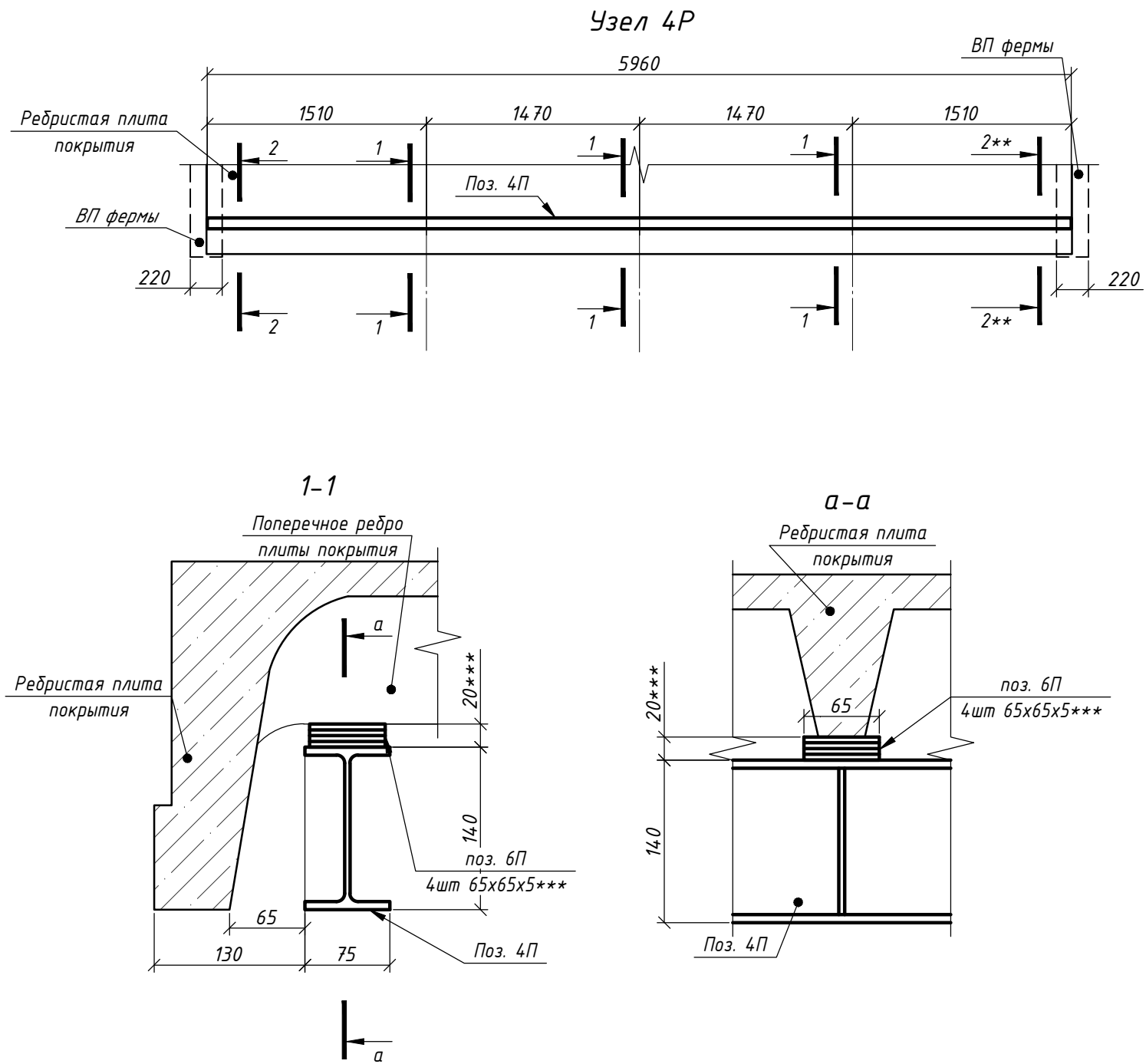
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел ЗР	246.00	шт.		159.97	39352.52
1П	См. лист 20	1П	1	шт	76.17	76.17	18737.82
1Па	См. лист 20	1Па	1	шт	76.17	76.17	18737.82
2П	См. лист 21	2П	3	шт	1.94	5.82	1431.72
5П	ГОСТ 8509-93	Уз. 75x5	0.312	м.п	5.8	1.81	445.16

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. *- расстояние между плитами измерить по месту и скорректировать все сопутствующие размеры;
3. ** - разрез зеркален разрезу 2-2 относительно вертикальной оси;
4. Перед производством работ необходимо зачистить существующих бетонных конструкций в местах опираний и устройства закладных деталей от отделочных слоёв.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25		Р	18	
Проверил		Васильев			05.25	Узел ЗР	ООО "КДС-3"		
Н. контроль		Васильев			05.25				

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



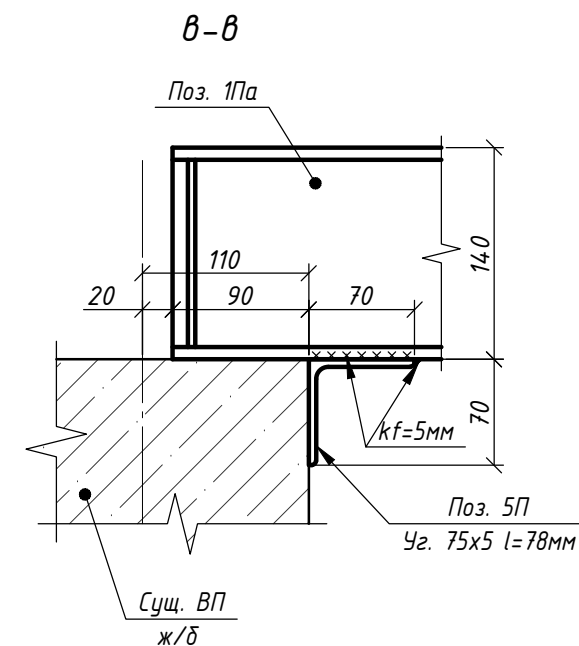
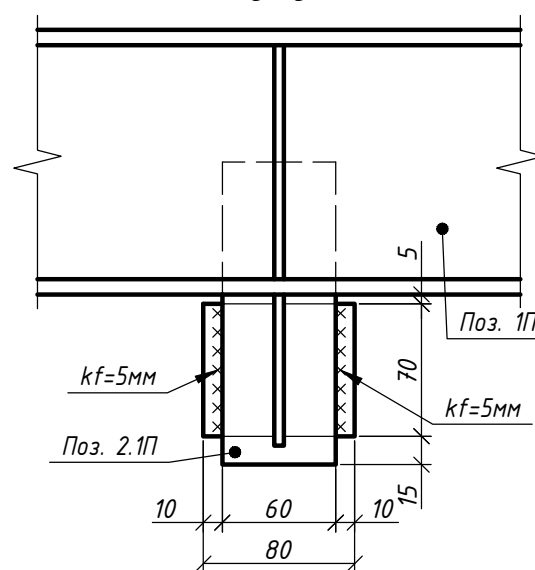
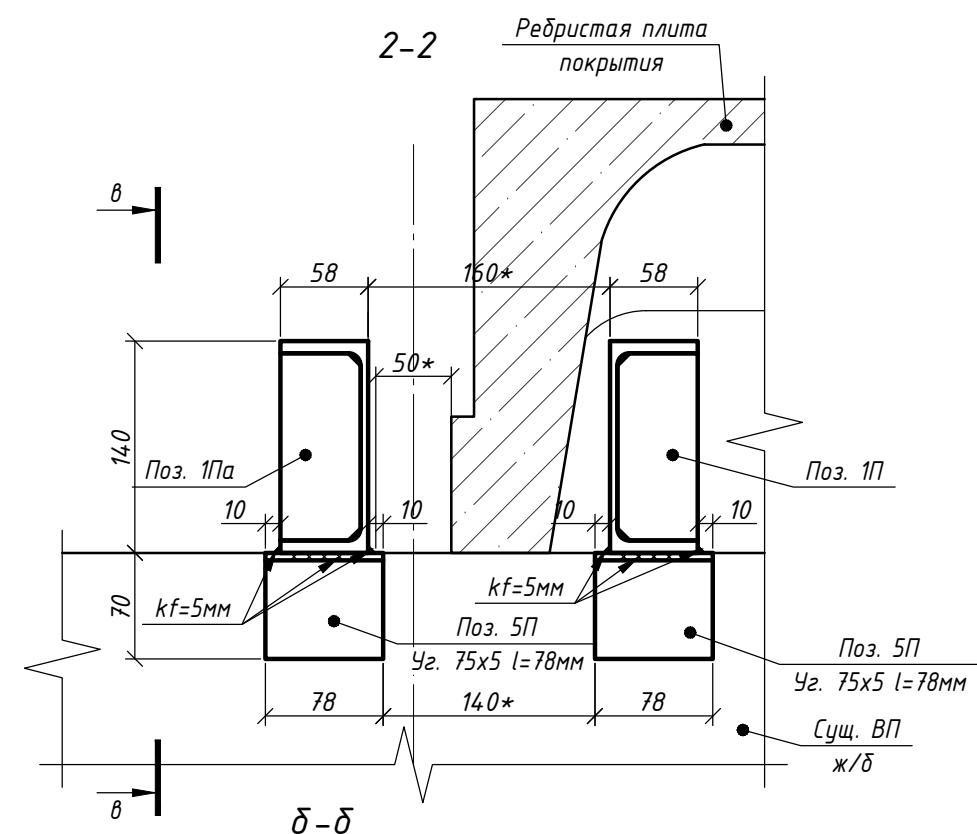
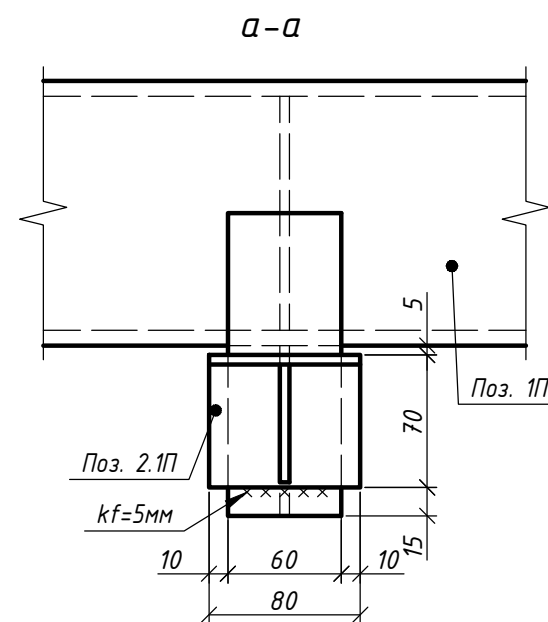
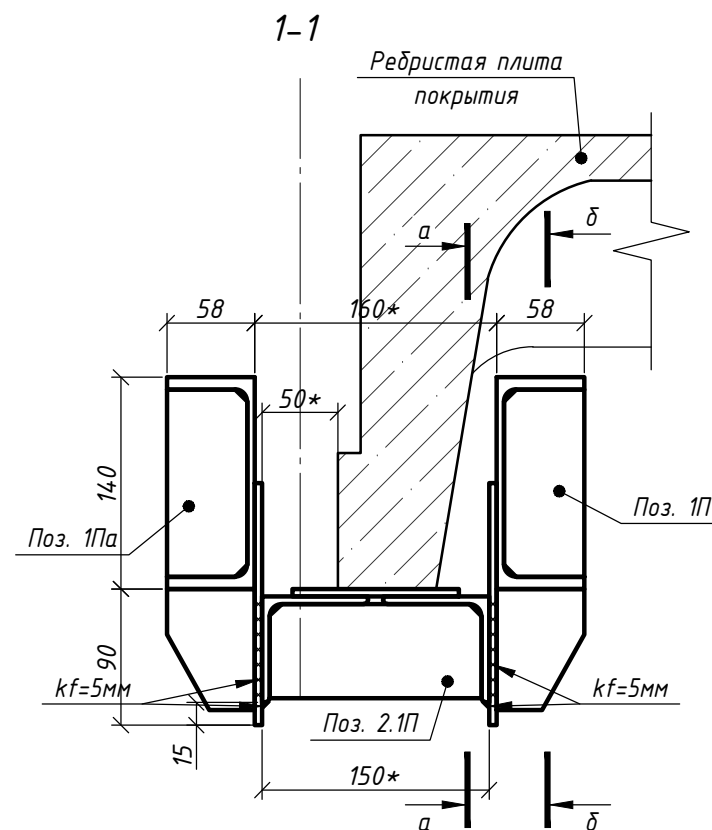
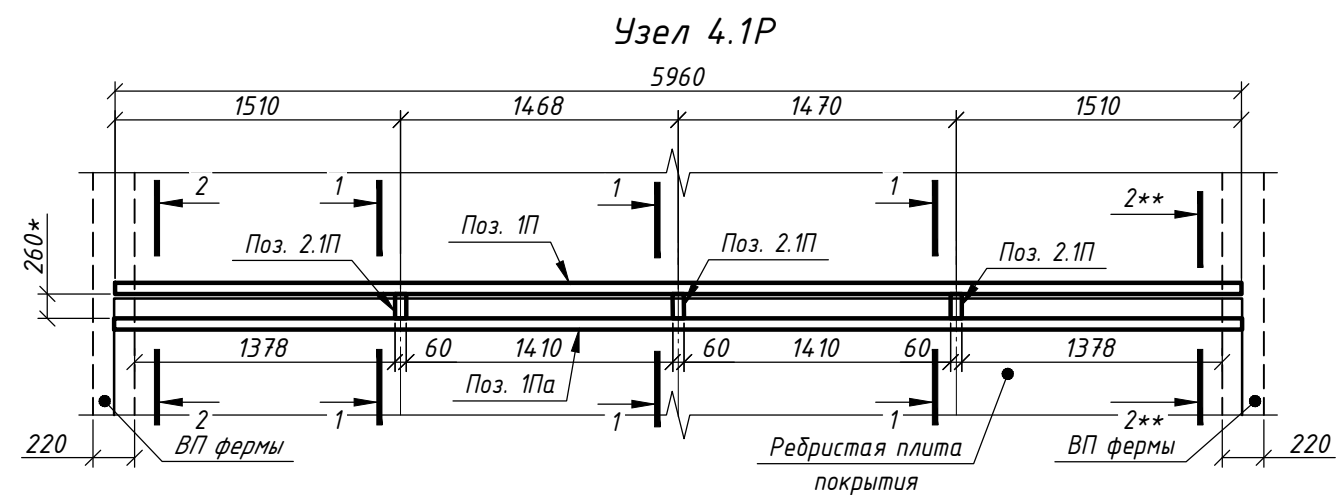
Спецификация элементов на узел 4Р

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел 4Р	104.00	шт.		90.67	9429.47
4П	См. лист 22	4П	1	шт	77.9	77.9	8101.6
5П	ГОСТ 8509-93	Уг. 75x5	1.86	м.п.	5.8	10.79	1121.95
6П	ГОСТ 19903-2015	Пл. 65x65x5мм	12	шт	0.165	1.98	205.92
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.05	м2	39.25	1.98	205.92

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. ** - разрез зеркален разрезу 2-2 относительно вертикальной оси;
3. *** - количество и толщину доборных пластин по высоте принять по месту в зависимости от текущего прогиба плит покрытия. Зазор между верхом пластин и нижней плоскостью ребра плиты покрытия должен составлять не более 1мм на этапе с отсутствием других нагрузок, кроме собственного веса плит. Пластины между собой соединить контактной сваркой;
4. Перед производством работ необходимо зачистить поверхность существующих бетонных конструкций в местах опираний и устройства закладных деталей от отделочных слоёв.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков			05.25			Р	19
Проверил	Васильев			05.25				
						Узел 4Р	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев			05.25				



Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. *- расстояние между плитами измерить по месту и скорректировать все сопутствующие размеры;
3. ** - разрез зеркален разрезу 2-2 относительно вертикальной оси;
4. Перед производством работ необходимо зачистить существующих бетонных конструкций в местах опираний и устройства закладных деталей от отделочных слоёв.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел 4.1Р	17.00	шт.		158.53	2695
1П	См. лист 20	1П	1	шт	76.17	76.17	1294.89
1Па	См. лист 20	1Па	1	шт	76.17	76.17	1294.89
2.1П	См. лист 21.1	2.1П	3	шт	1.46	4.38	74.46
5П	ГОСТ 8509-93	Уз. 75x5	0.312	м.п	5.8	1.81	30.76

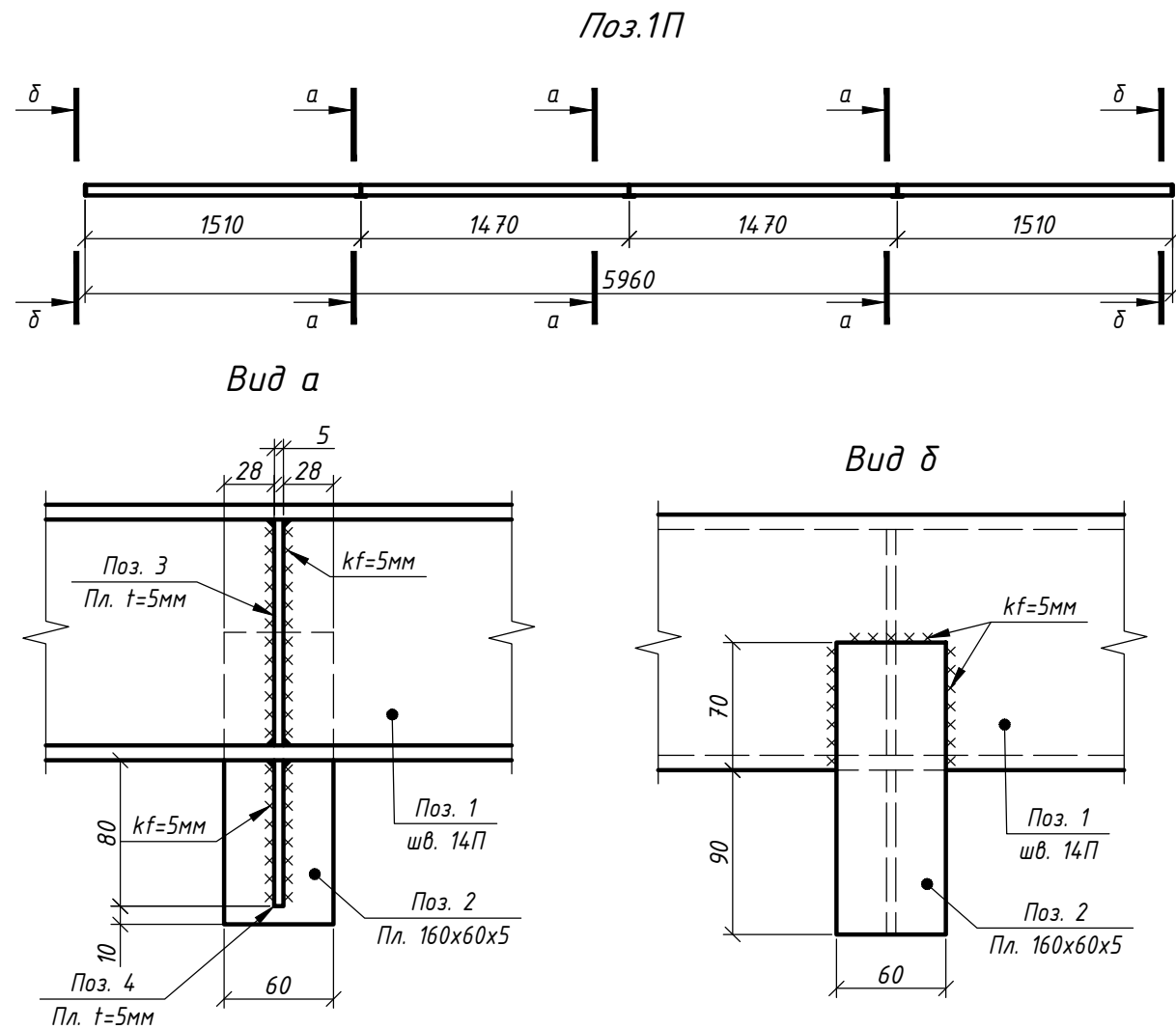
						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Проверил	Васильев				05.25		Р	19.1
						Узел 4.1Р	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев				05.25			

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

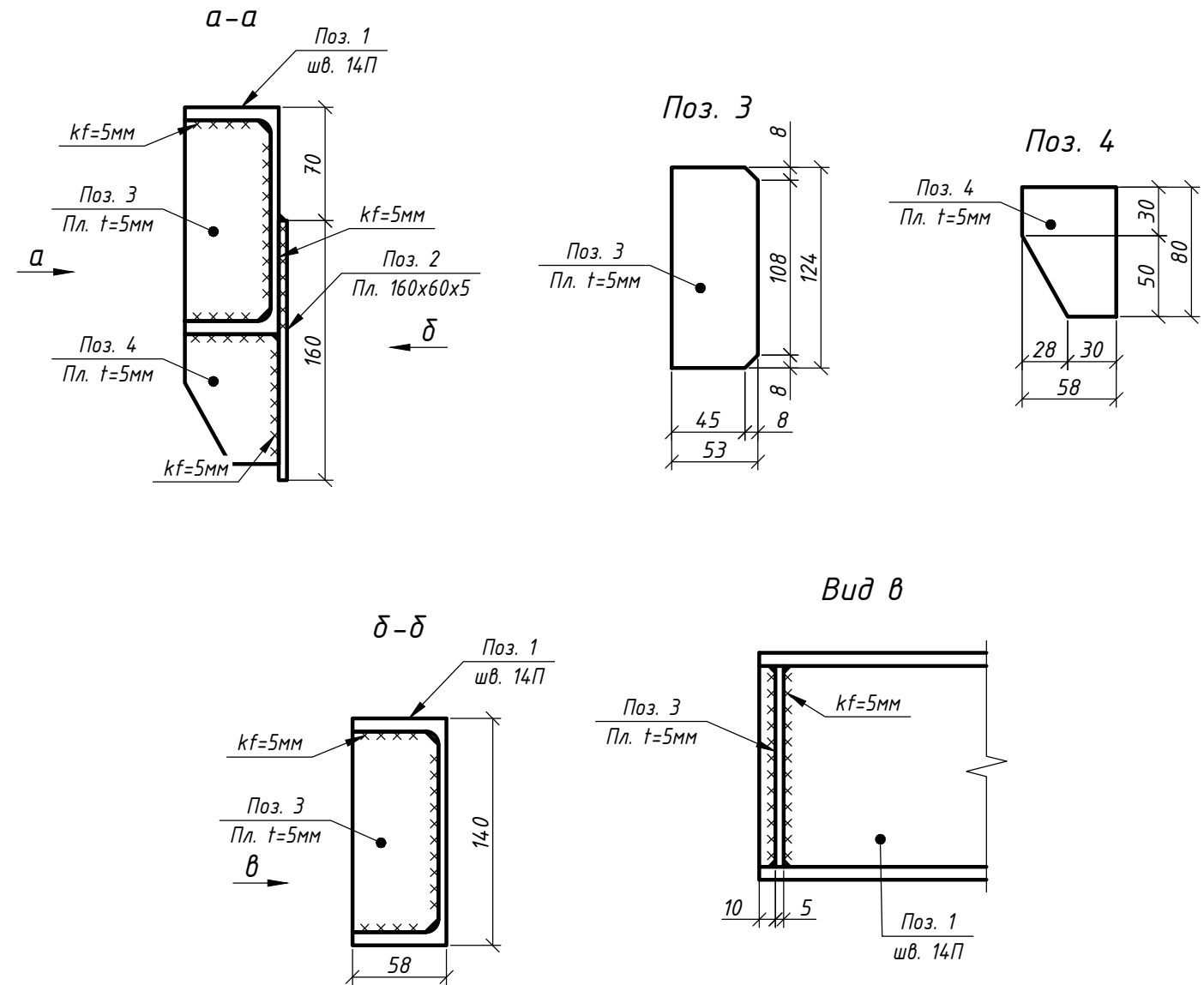


Спецификация элементов изделия 1П

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		1П	281.00	шт.		76.17	21404.61
1	ГОСТ 8240-97	Шв. 14П	5.96	м.п.	12.3	73.31	20599.55
2	ГОСТ 19903-2015	Пл.160x60x5	3	шт	0.377	1.13	317.81
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0065м2	5	шт	0.255	1.28	358.28
4	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0039м2	3	шт	0.153	0.46	128.98
		Сварные швы kf=5мм	3.186	м.пог		0.37	104.81
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.07	м2	39.25	2.87	805.07

Спецификация элементов изделия 1Па

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		1Па	281.00	шт.		76.17	21404.61
1	ГОСТ 8240-97	Шв. 14П	5.96	м.п.	12.3	73.31	20599.55
2	ГОСТ 19903-2015	Пл.160x60x5	3	шт	0.377	1.13	317.81
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0065м2	5	шт	0.255	1.28	358.28
4	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0039м2	3	шт	0.153	0.46	128.98
		Сварные швы kf=5мм	3.186	м.пог		0.37	104.81
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.07	м2	39.25	2.87	805.07

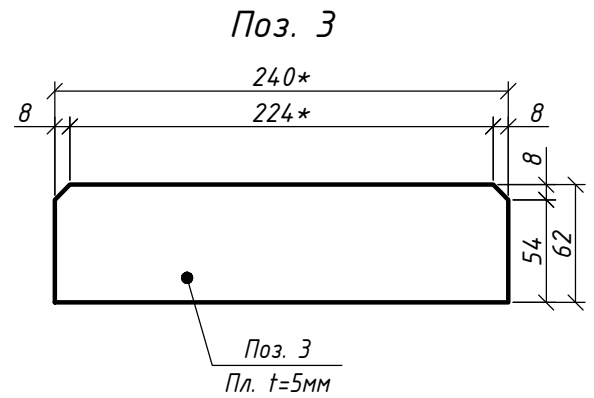
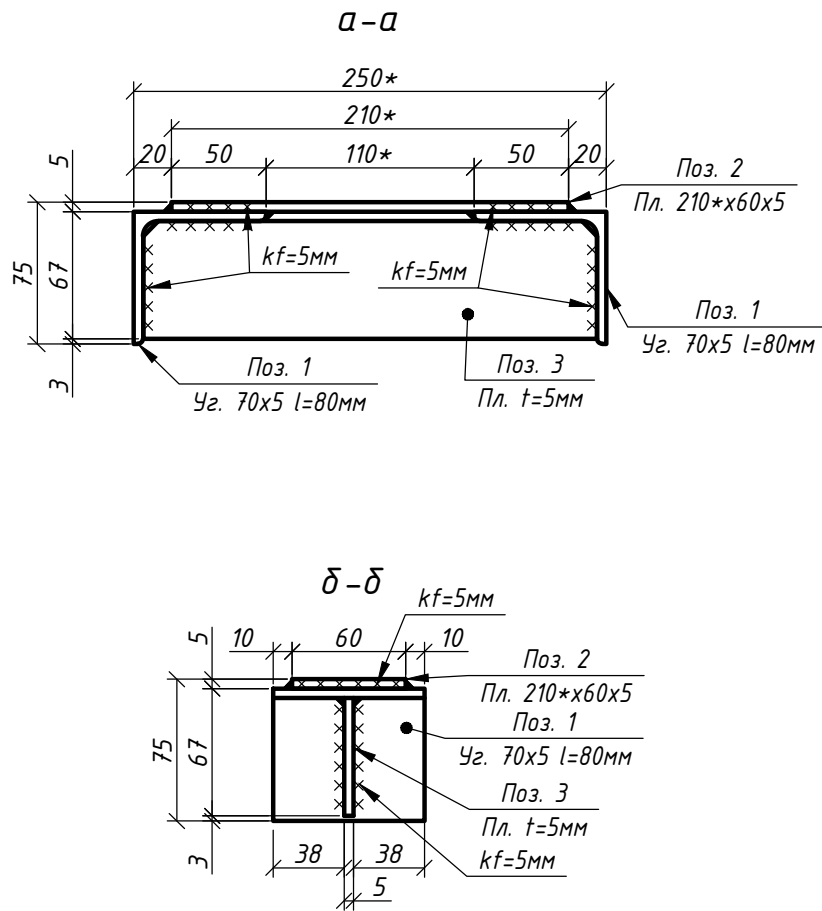
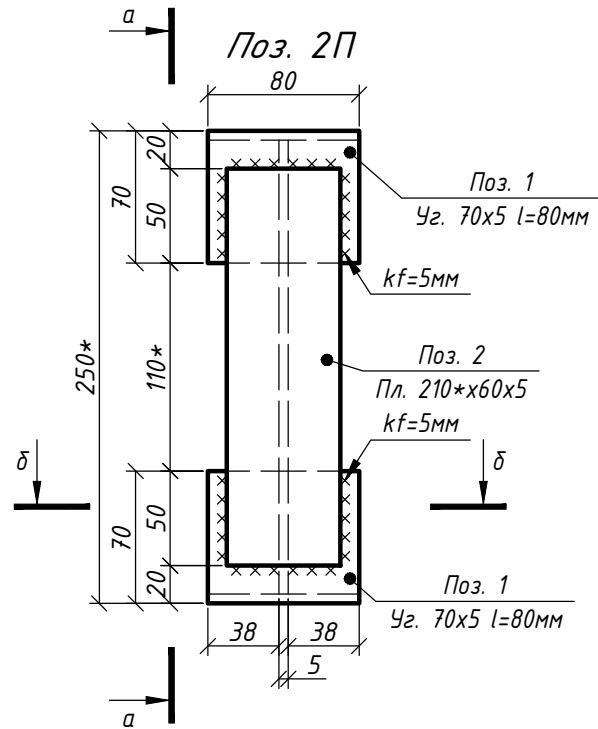


Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. ** - Позиции П1 и П1а зеркальны между собой относительно вертикальной оси;

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	20	
Проверил	Васильев				05.25				
						Позиция П1, П1а	ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

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



Спецификация элементов изделия 2П

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		2П	792.00	шт.		1.94	1536.32
1	ГОСТ 8509-93	Уг. 70x5	0.16	м.п.	5.38	0.86	681.75
2	ГОСТ 19903-2015	Пл.210x60x5	1	шт	0.494	0.49	391.25
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0149м2	1	шт	0.585	0.59	463.32
		Сварные швы Kf=5мм	0.87	м.п.		0.1	80.78
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.03	м2	39.25	1.08	854.57

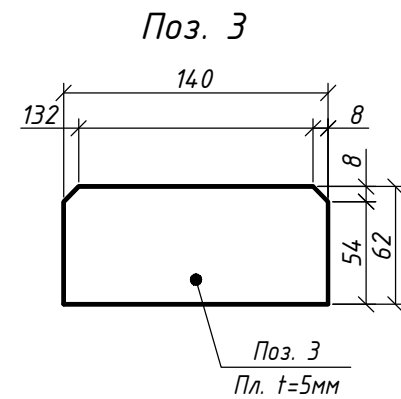
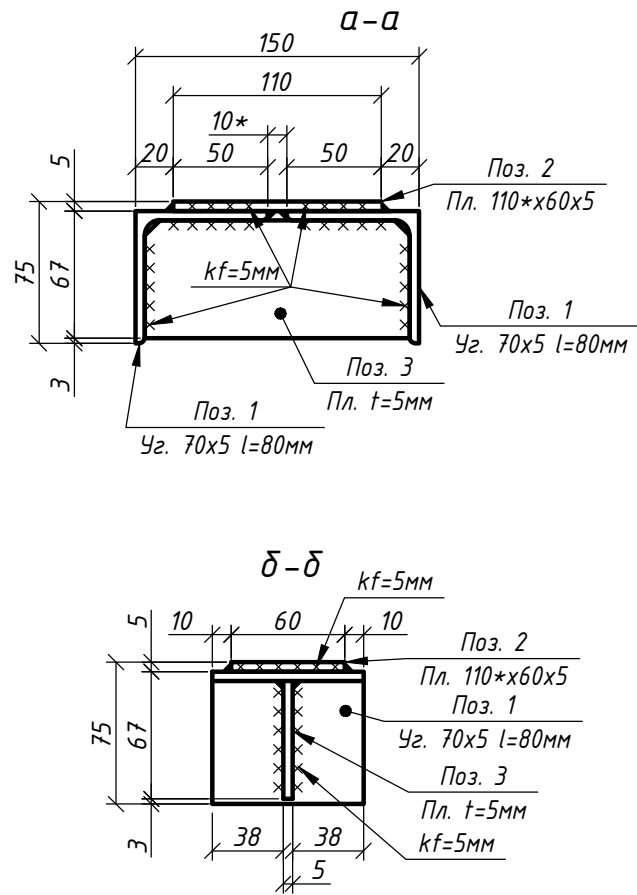
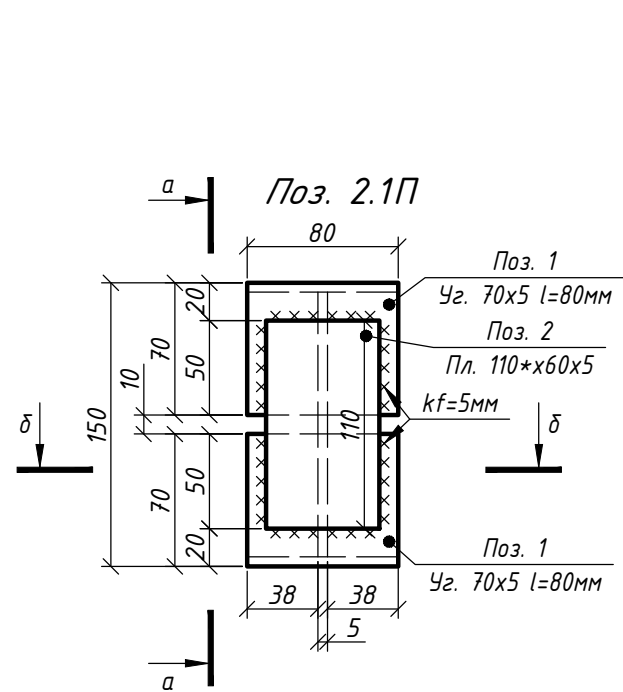
Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные".

2. *- расстояние между плитами измерить по месту и скорректировать все сопутствующие размеры.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	21	
Проверил	Васильев				05.25				
						Позиция 2П	ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

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



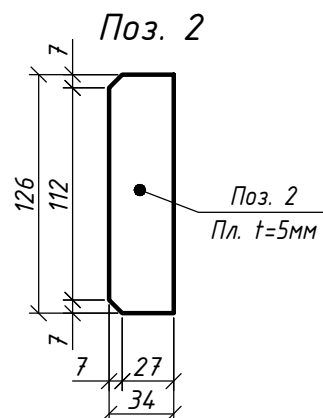
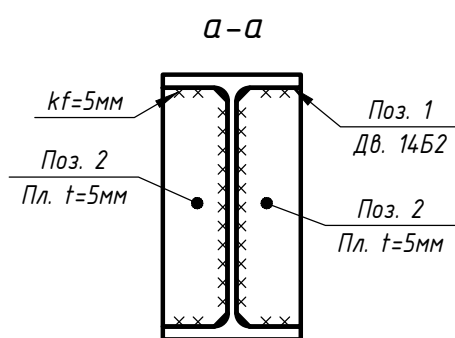
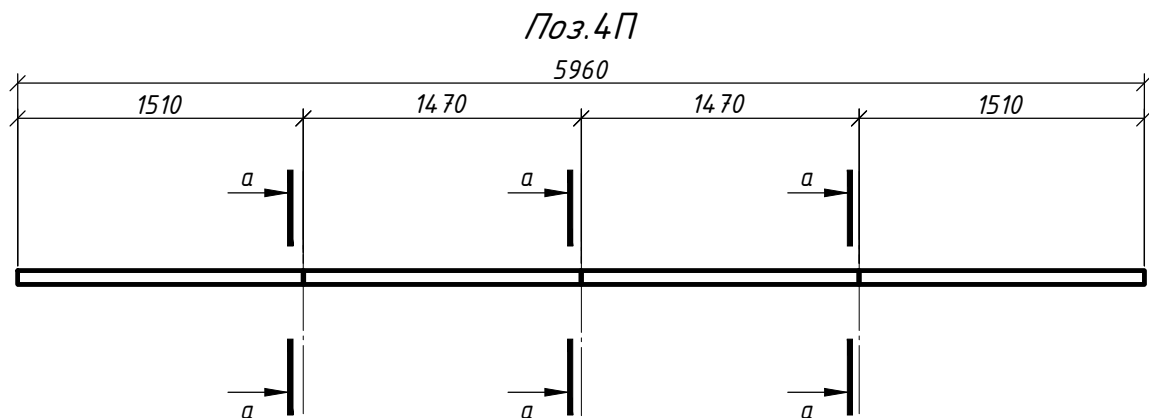
Спецификация элементов изделия 2.1П

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		2.1П	51.00	шт.		1.46	74.5
1	ГОСТ 8509-93	Уг. 70x5	0.16	м.п.	5.38	0.86	11.37
2	ГОСТ 19903-2015	Пл.110x60x5	1	шт	0.259	0.26	13.21
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0087м2	1	шт	0.341	0.34	17.39
		Сварные швы Kf=5мм	0.64	м.п.		0.1	5.2
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.02	м2	39.25	0.6	30.6

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков				05.25		Р	21.1
Проверил	Васильев				05.25			
						Позиция 2.1П		
Н. контроль	Васильев				05.25	ООО "КДС-З"		



Спецификация элементов изделия 4П

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		4П	113.00	шт.		77.9	8802.47
1	ГОСТ Р 57837-2017	Дв. 14Б2	5.96	м.п.	12.9	76.88	8687.89
2	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм S=0.0043м2	6	шт	0.169	1.01	114.58
		Сварные швы kf=5мм	1.99	м.п.		0.23	26.31
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	0.03	м2	39.25	1.01	114.58

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные".

1К-ДС-3-09-12-2024-КР					
Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Новиков				05.25
Проверил	Васильев				05.25
Н. контроль	Васильев				05.25

Конструктивные решения

Позиция 4П

Стадия	Лист	Листов
Р	22	

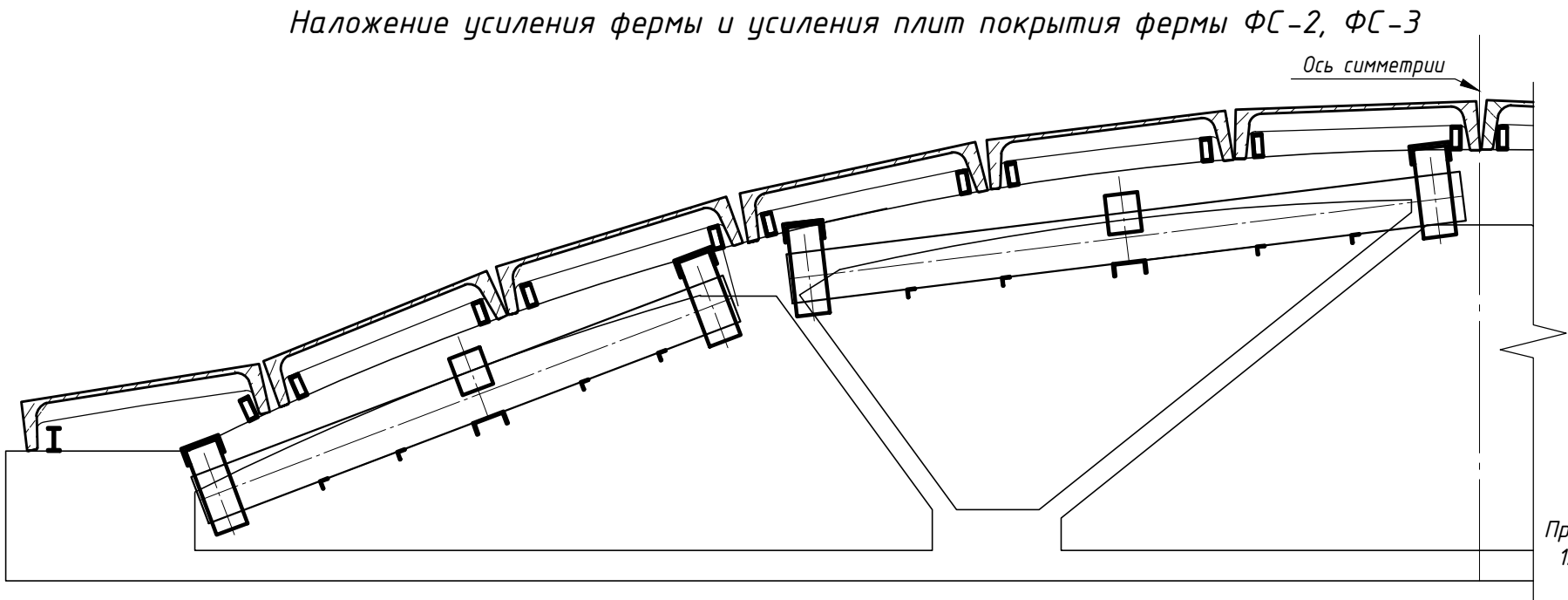
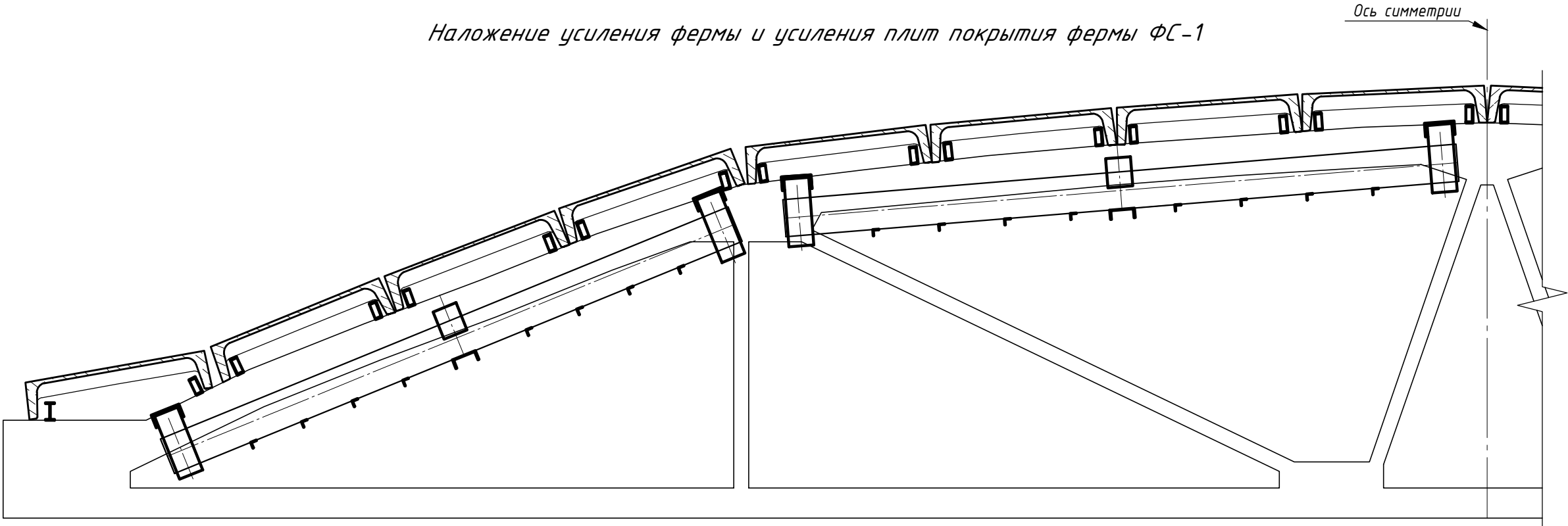
ООО "КДС-3"

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Примечания:
1. На данных видах ферм узлы усиления плит покрытия расположены в каждом из возможных узлов для визуального определения возможных наложений на усиление верхнего пояса ферм.

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

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25			Р	23	
Проверил	Васильев				05.25	Наложение усиления фермы и усиления плит покрытия ферм ФС-1, ФС-2, ФС-3		ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25					

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Ведомость объёмов подготовительных работ по узлам 1Р-4.1Р (без учёта сборных позиций)							
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во на 1 эл.	Ед. изм.	Кол-во всего	Примечание	Ед. изм.
Узел 1Р			18.00	шт.			
1Р		Сварные швы kf=5мм	4.83	м.пог	86.94	10.172	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.11	м2	1.899		
Узел 2Р			9.00	шт.			
2Р		Сварные швы kf=5мм	0.82	м.пог	7.38	0.864	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.015	м2	0.135		
Узел 3Р			246	шт.			
3Р		Сварные швы kf=5мм	0.79	м.пог	194.832	22.8	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.045	м2	11.07		
Узел 4Р			105	шт.			
4Р		Сварные швы kf=5мм	0.82	м.пог	86.1	11.61	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.2	м2	21		
Узел 4.1Р			17	шт.			
4Р		Сварные швы kf=5мм	0.82	м.пог	13.94	11.61	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.2	м2	3.4		
Итого по узлам:							
		Сварные швы kf=5мм		м.п.	389.192	57.056	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски		м2	37.504		

Спецификация элементов на усиление плит покрытия

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Маса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
1		Узел 1Р	18.00	шт.	161.33	2903.94	
2		Узел 2Р	9	шт.	77.45	697.05	
3		Узел 3Р	246	шт.	159.97	39352.62	
4		Узел 4Р	104	шт.	90.67	9429.68	
5		Узел 4.1Р	17	шт.	158.53	2695.01	
		Всего металла:				55076.98	кг

Ведомость объёмов подготовительных работ по позициям 1П, 1Па, 2П, 2П1, 4П							
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во на 1 эл.	Ед. изм.	Кол-во всего	Примечание	Ед. изм.
Поз. 1П+1Па			562.00	шт.			
1П+1Па		Сварные швы kf=5мм	6.37	м.пог	3581.064	209.62	кг
Поз. 2П			792.00	шт.			
2П		Сварные швы kf=5мм	0.87	м.пог	689.04	81.4	кг
Поз. 4П			113	шт.			
4П		Сварные швы kf=5мм	1.99	м.пог	224.87	26.31	кг
Поз. 4.1П			51				
4.1П		Сварные швы kf=5мм	0.64	м.пог	32.64	4.08	кг
Итого по элементам:							
		Сварные швы kf=5мм		м.п.	4527.614	321.41	кг

Сводная спецификация на усиление плит покрытия

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1	ГОСТ 8509-93	Уг. 75x5	1606.22	кг
2	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=5мм	2890.65	кг
3	ГОСТ 8240-97	Шв. 14П	41199.1	кг
4	ГОСТ 8509-93	Уг. 70x5	693.12	кг
5	ГОСТ Р 57837-2017	Дв. 14Б2	8687.89	кг
		Итого масса металла:	55.077	т

Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Васильев				05.25		Р	24	
						Ведомость объёмов подготовительных работ по усилению плит покрытия, спецификация			
Н. контроль	Васильев				05.25	ООО "КДС-З"			

Ведомость объёмов работ на усиление плит покрытия

Поз.	№ в ЛСР	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов
1		Покрытие грунтовкой ГФ-021, толщина 50мкм	м2	2288	См. п. 10.1 ТЧ	Площадь принимается идентичной, принятой при расчёте огнезащиты
2		Покрытие огнезащитной краской Термобарьер	м2	2288	См. п. 10.1 ТЧ	Расчёт предоставлен в задании на огнезащиту, 2060кг
3		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	м2	37.504	См. ГЧ л.24	См. ведомость объёмов подг.работ по узлам 1Р-4Р
4		Монтаж стальных элементов	т	55.077	См. ГЧ л.24	См. сводную спецификацию на усиление ферм

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

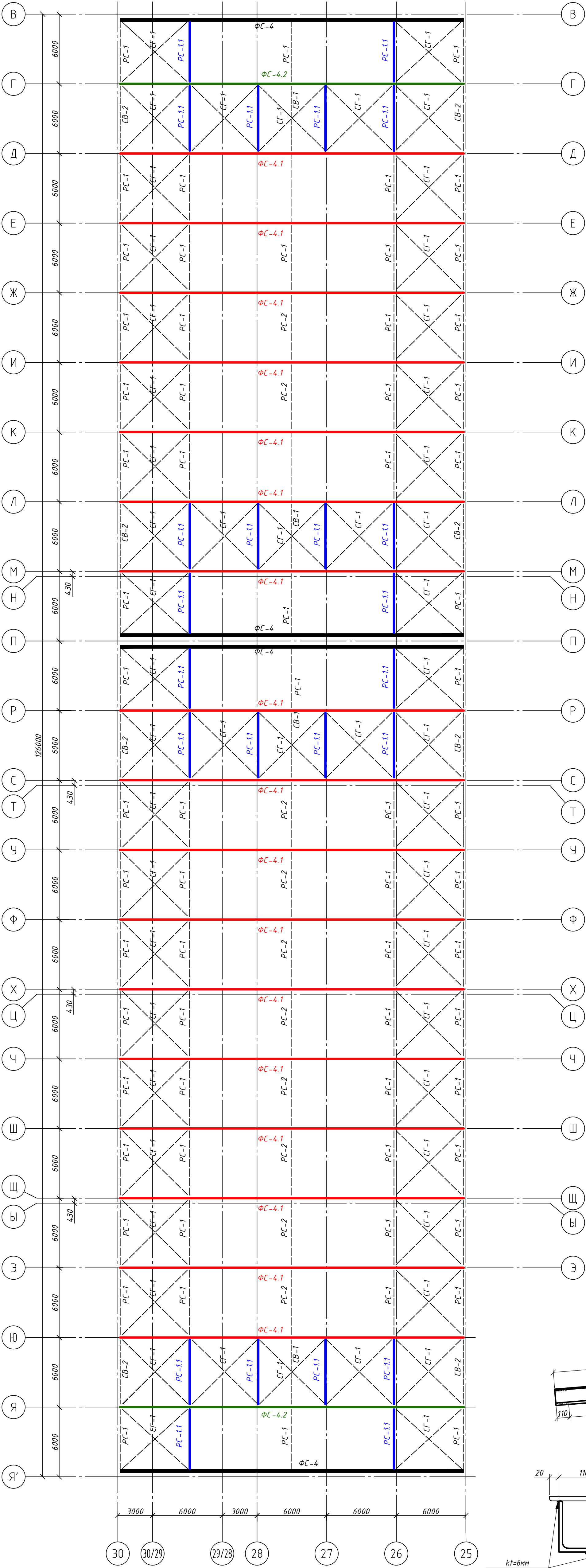
Инв. № подл.

1К-ДС-3-09-12-2024-КР

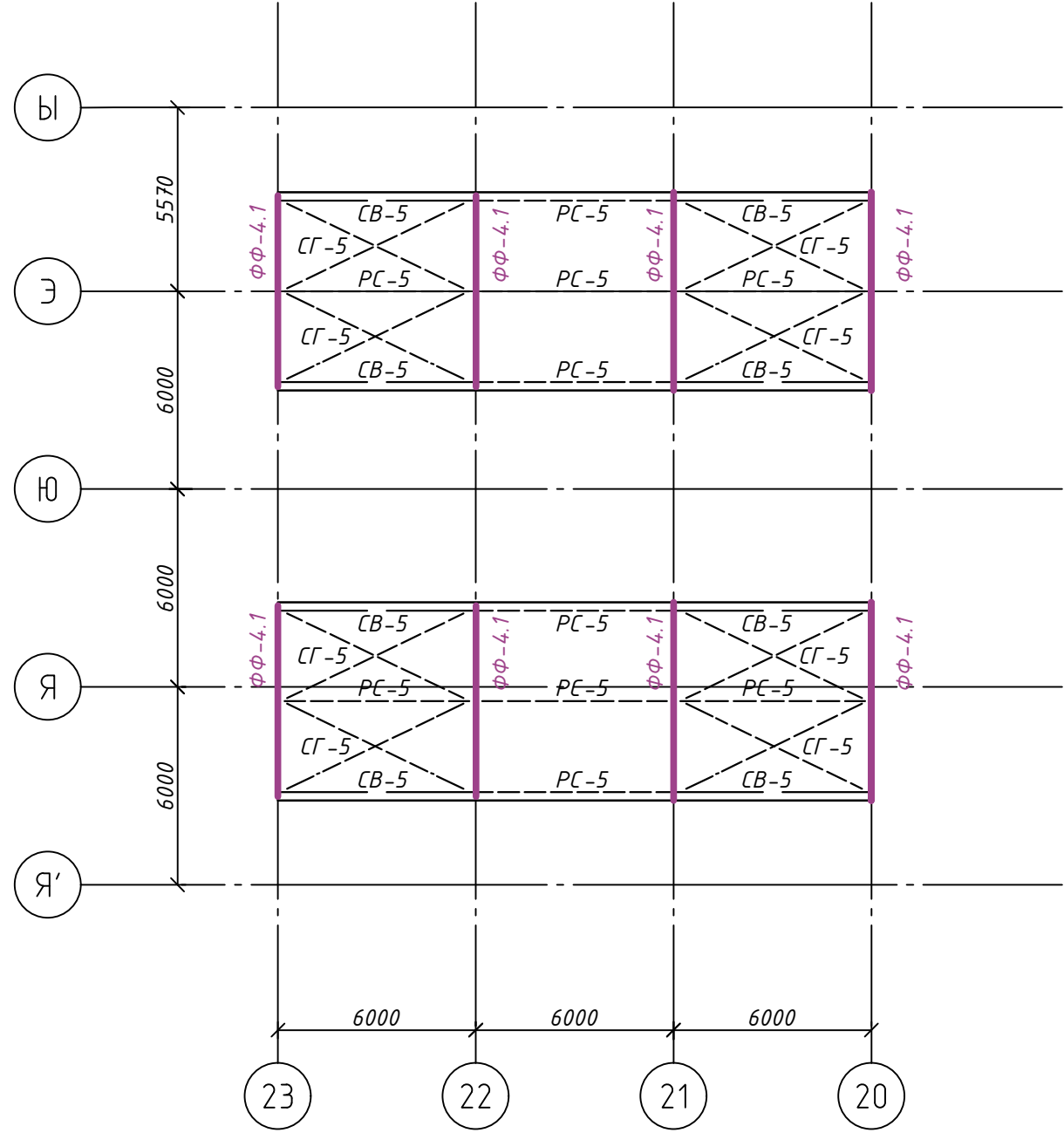
Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Проверил	Васильев				05.25		Р	25
						Сводная ведомость объёмов работ на усиление плит покрытия	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев				05.25			

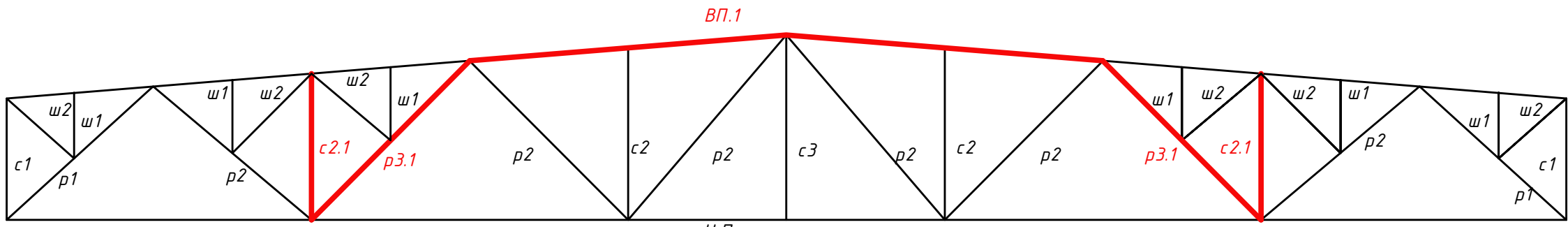
Схема раскладки ферм и связей с обозначением усиливаемых конструкций



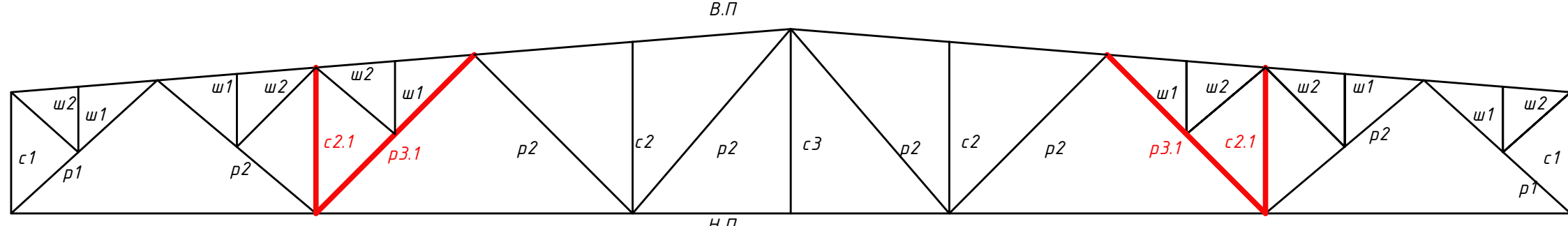
План ферм фонарей с обозначением усиливаемых конструкций



Геометрическая схема ФС-4.1 с указанием усиливаемых элементов



Геометрическая схема ФС-4.2 с указанием усиливаемых элементов



Геометрическая схема ФФ-4.1 с указанием усиливаемых элементов

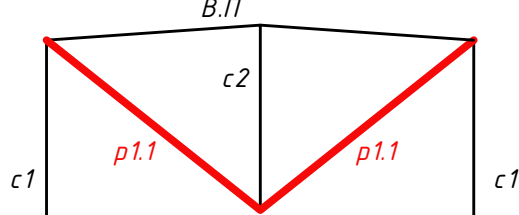


Схема усиления раскоса р3.1

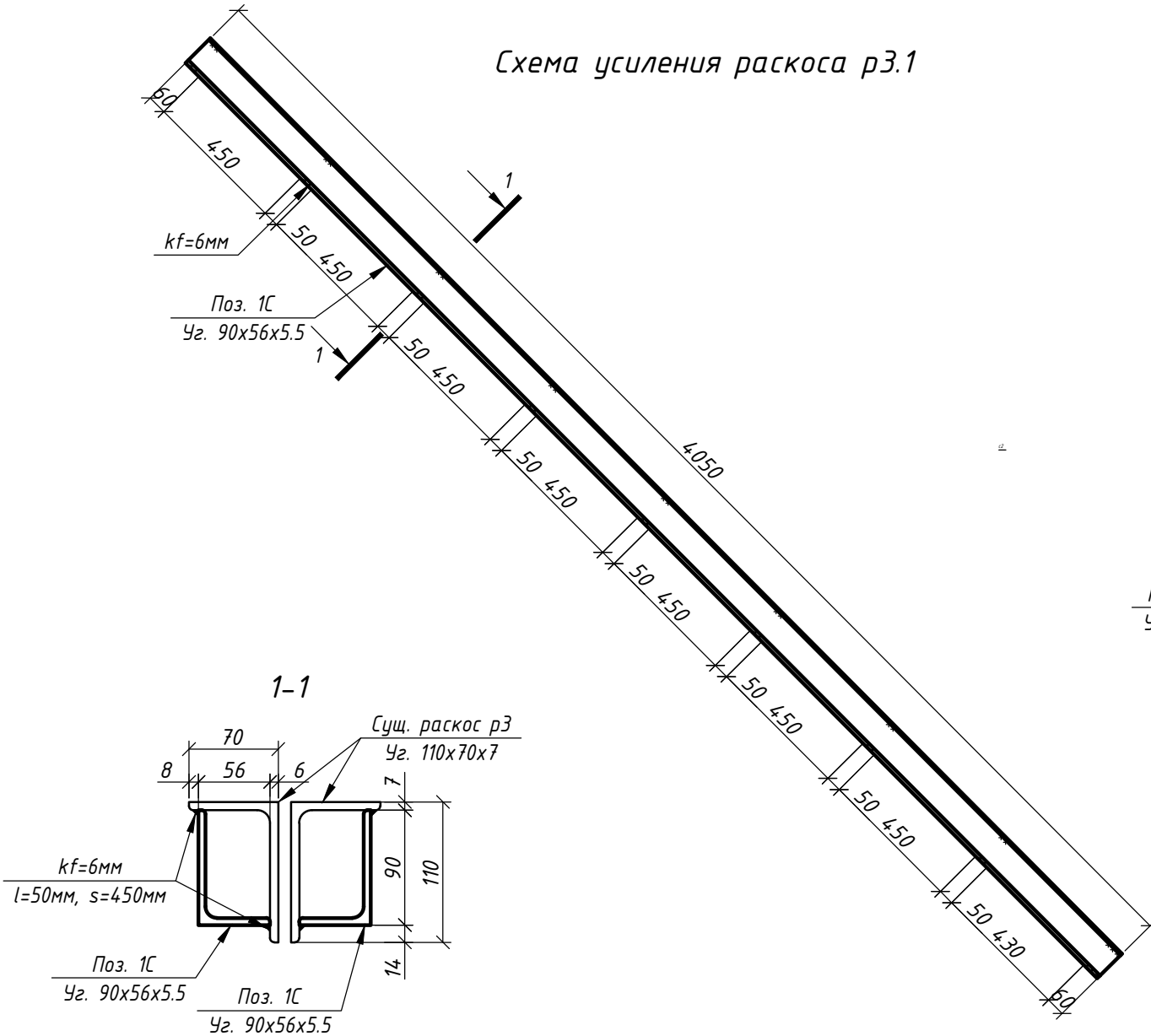


Схема усиления стойки с2

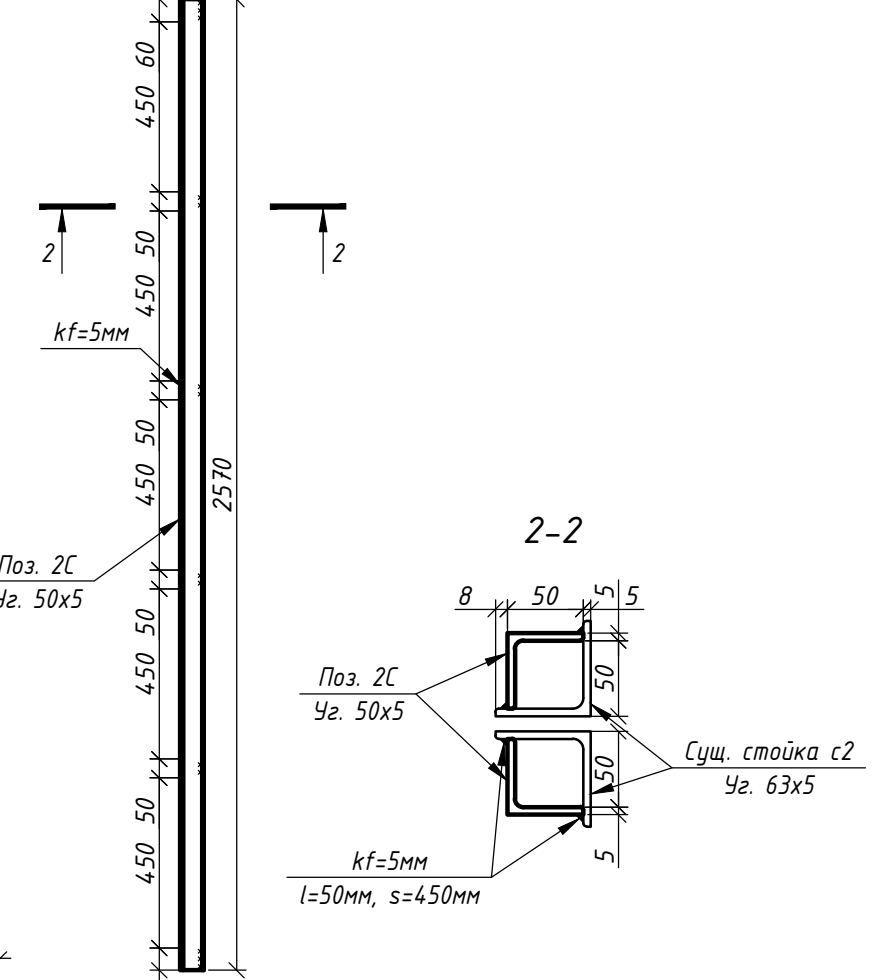


Схема усиления ВП.1

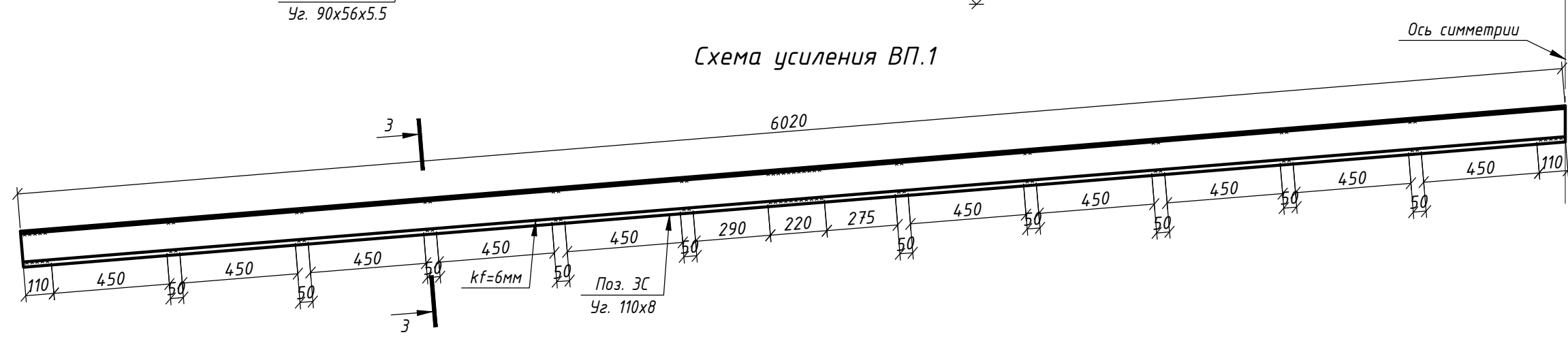
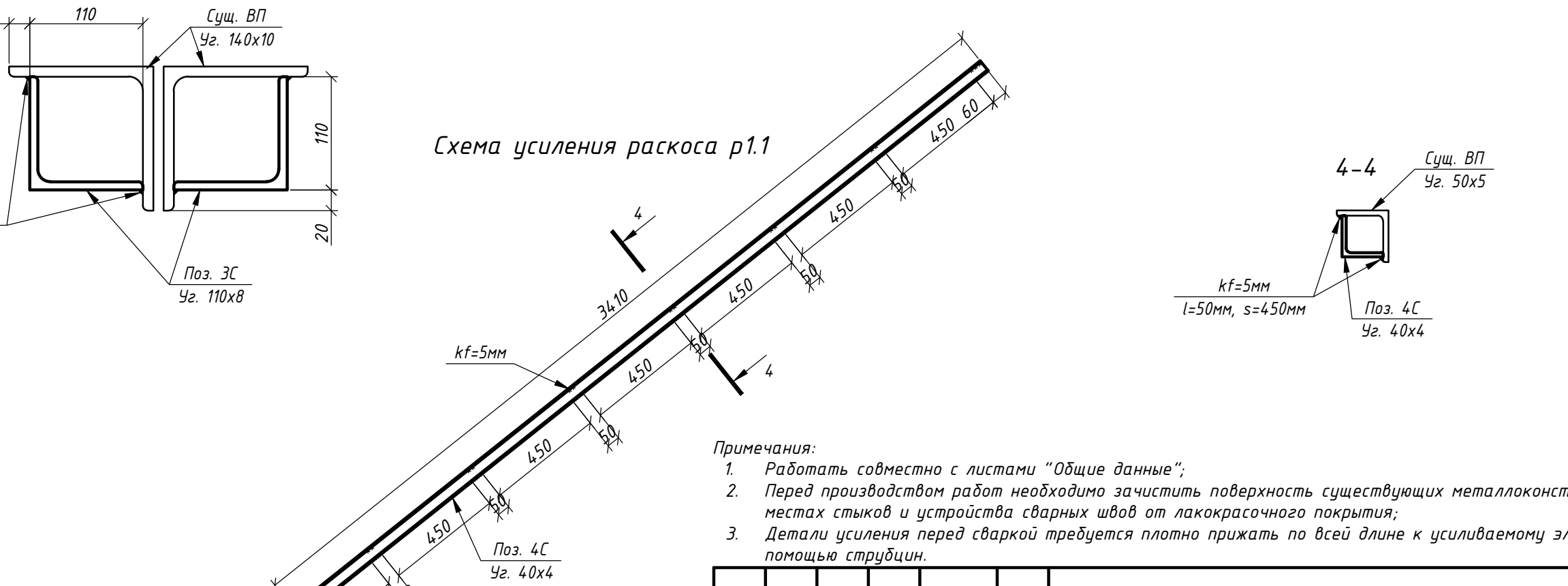


Схема усиления раскоса р1.1



Спецификация элементов усиления стальных ферм и связей по элементам

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса	Всего, кг	Примечание
		ФС-4.1	17.00	шт.		115.22	2746.45
1С	ГОСТ 8510-86	Уг. 90x56x5.5	16	м.п.	6.17	98.72	1678.24
2С	ГОСТ 8509-93	Уг. 50x5	10.28	м.п.	3.77	38.76	658.85
3С	ГОСТ 8509-93	Уг. 110x8	24.08	м.п.	13.5	325.08	409.36
		ФС-4.2	2.00	шт.		137.48	274.95
1С	ГОТ 8510-86	Уг. 90x56x5.5	16	м.п.	6.17	98.72	197.44
2С	ГОСТ 8509-93	Уг. 50x5	10.28	м.п.	3.77	38.76	77.51
		ФФ-4.1	8	шт.		16.5	132.04
4С	ГОСТ 8509-93	Уг. 40x4	6.82	м.п.	2.42	16.5	132.04
		РС-11	24	шт.		53.25	1277.92
5С	ГОСТ 8509-93	Уг. 63x5	11.07	м.п.	4.81	53.25	1277.92
		Итого металла:					4431.35

Условные обозначения:

- Расположение усиливаемых ферм ФС-4.1;
- Расположение усиливаемых связей РС-11;
- Расположение усиливаемых ферм ФС-4.2;
- Расположение усиливаемых ферм ФФ-4.1;

Примечания:

- Работать совместно с листами "Общие данные";
- Перед производством работ необходимо зачистить поверхность существующих металлоконструкций в местах стыков и устройства сварных швов от лакокрасочного покрытия;
- Детали усиления перед сваркой подлежат плотно прижать по всей длине к усиливаемому элементу с помощью струбцин.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стация	Лист	Листов
Разработал					05.25		Р	26	
Проверил					05.25				
						Усиление стальных ферм и связей	ООО "КДС-3"		
Н. контроль					05.25				

Ведомость объёмов подготовительных работ на усиление стальных ферм

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во на 1 эл.	Ед. изм.	Кол-во всего	Примечание	Ед. изм.
ФС-4.1			17.00	шт.			
1С	ГОСТ 8510-86	Уг. 90х56х5.5	16	м.п.			
		Сварные швы kf=6мм	3.76	м.п.	63.92	10.76	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.19	м2	3.196		
2С	ГОСТ 8509-93	Уг. 50х5	10.28	м.п.			
		Сварные швы kf=5мм	2.56	м.п.	26.3168	3.08	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.13	м2	1.31584		
3С	ГОСТ 8509-93	Уг. 110х8	24.08	м.п.			
		Сварные швы kf=6мм	7.52	м.п.	181.0816	30.51	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.38	м2	9.05408		
ФС-4.2			2.00	шт.			
1С	ГОТ 8510-86	Уг. 90х56х5.5	16	м.п.			
		Сварные швы kf=6мм	3.76	м.п.	7.52	1.27	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.19	м2	0.376		
2С	ГОСТ 8509-93	Уг. 50х5	10.28	м.п.			
		Сварные швы kf=5мм	2.56	м.п.	5.12	0.599	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.13	м2	0.256		
ФФ-4.1			8	шт.			
4С	ГОСТ 8509-93	Уг. 40х4	6.82	м.п.			
		Сварные швы kf=5мм	1.68	м.п.	13.44	1.57	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.08	м2	0.672		
РС-1.1			24	шт.			
5С	ГОСТ 8509-93	Уг. 63х5	11.07	м.п.			
		Сварные швы kf=6мм	2.48	м.п.	59.52	10.04	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски	0.12	м2	2.976		
Итого по фермам:							
		Сварные швы kf=5мм		м.п.	356.918	57.829	кг
		Зачистка поверхности сущ.фермы от краски		м2	17.846		

Спецификация элементов усиления стальных ферм и связей

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1	ГОСТ 8510-86	Уг. 90х56х5.5	1875.68	кг
2	ГОСТ 8509-93	Уг. 50х5	736.36	кг
3	ГОСТ 8509-93	Уг. 110х8	409.36	кг
4	ГОСТ 8509-93	Уг. 40х4	132.04	кг
5	ГОСТ 8509-93	Уг. 63х5	1277.92	кг
		Итого металла:	4.43	т

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						1К-ДС-З-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	27	
Проверил	Васильев				05.25				
						Ведомость объёмов подготовительных работ по усилению стальных ферм	ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Ведомость объёмов работ на усиление стальных ферм

Поз.	№ в ЛСР	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов
1		Покрытие грунтовкой ГФ-021, толщина 50мкм	м2	211	См. п. 10.3 ТЧ	Площадь принимается идентичной, принятой при расчёте огнезащиты
2		Покрытие огнезащитной краской Термодарьер	м2	211	См. п. 10.3 ТЧ	Расчёт предоставлен в задании на огнезащиту, 212кг
3		Зачистка поверхности сущ. фермы от краски	м2	412.104	См. ГЧ л.27	См. ведомость объёмов подг. работ по усилению стальных ферм
4		Монтаж стальных элементов	т	4.431	См. ГЧ л.27	См. сводную спецификацию на усиление ферм

Согласовано

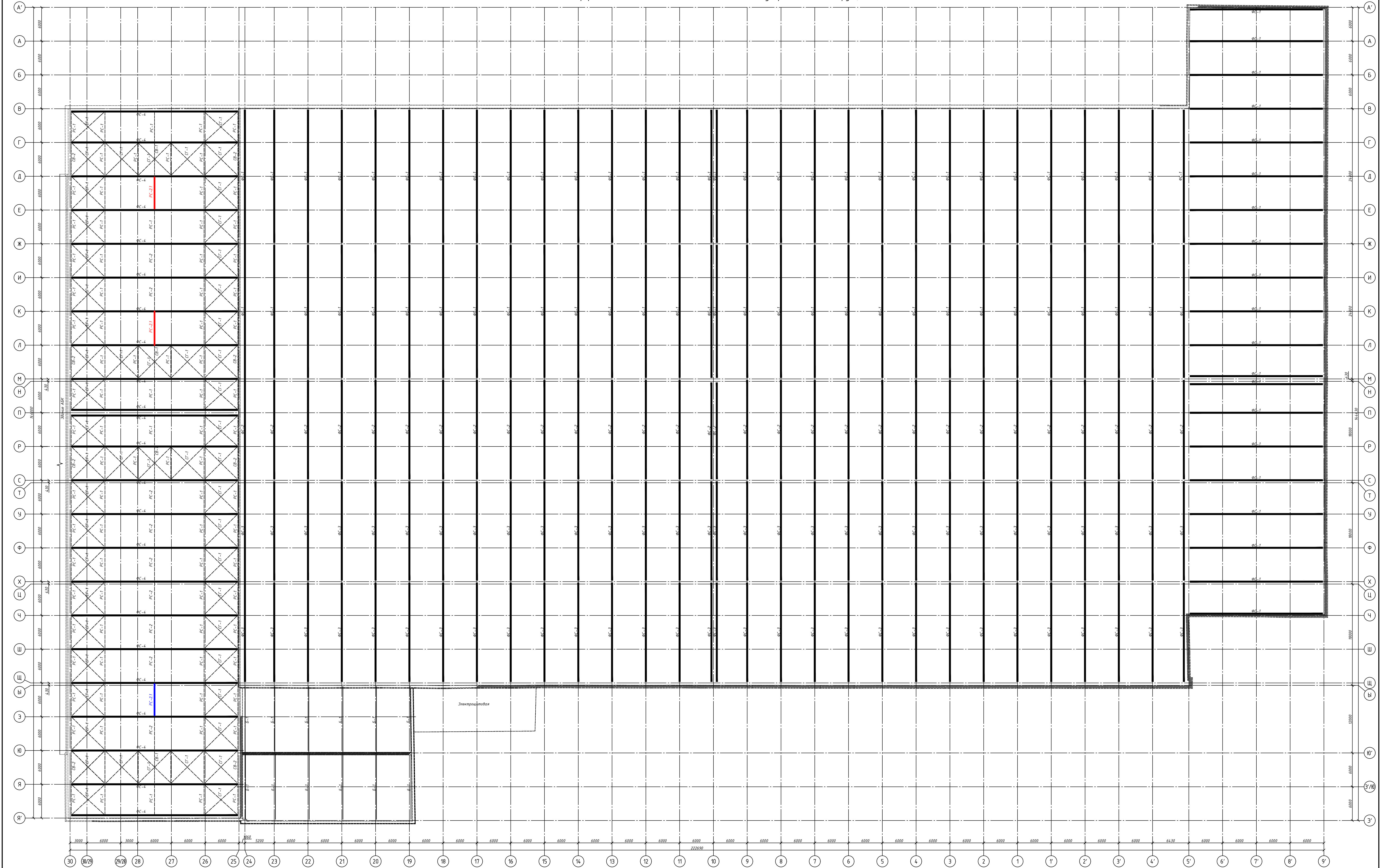
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25			Р	28	
Проверил	Васильев				05.25					
						Сводная ведомость объёмов работ на усиление стальных ферм		ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25					

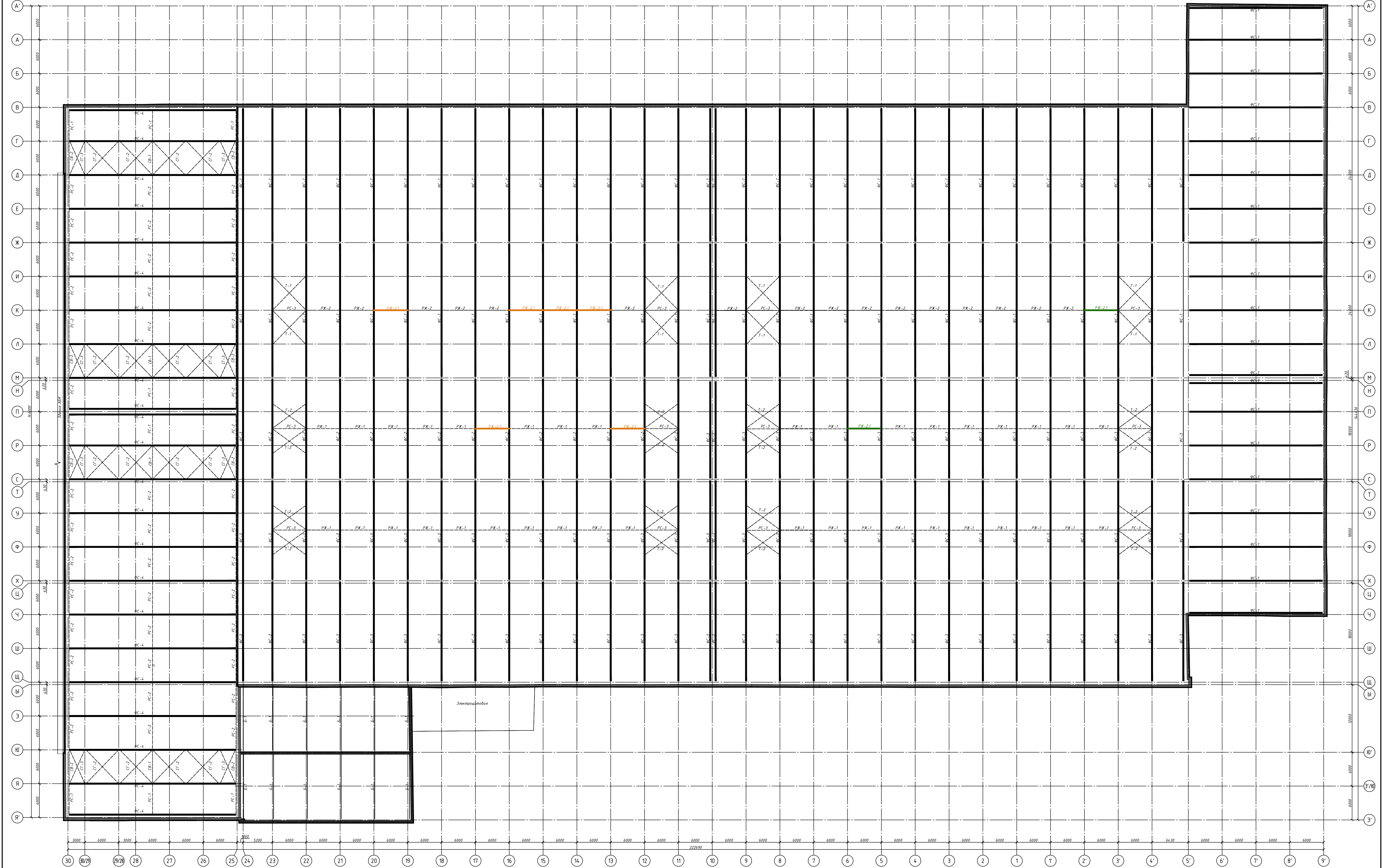
План ферм и связей по нижним поясам с обозначением устраиваемых конструкций



Условные обозначения:

- Устраиваемые горизонтальные связи по нижним поясам РС-2,1;
- Демонтируемая существующая связь с монтажом связи РС-2,1.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Нодиков	05.25					Р	29
Проверил	Васильев	05.25				План ферм и связей по нижним поясам с обозначением устраиваемых конструкций	ООО "КДС-З"	
Н. контроль	Васильев	05.25						



Условные обозначения:

- Устраиваемые горизонтальные связи по верхним поясам РЖ-2.1;
- Демонтируемая существующая связь с монтажом связи РЖ-2.1.

Примечания:
1. Работать совместно с листами "общие данные";
2. Замену существующих распорок выполнять попеременно.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Наблюд	05.25					Р	30
Проверил	Васильев	05.25				План ферм и связей по верхним поясам с обозначением устраиваемых конструкций	ООО "КДС-Э"	
							Формат А1	

Схема устройства связи РС-2.1

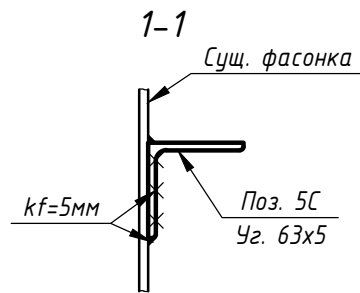
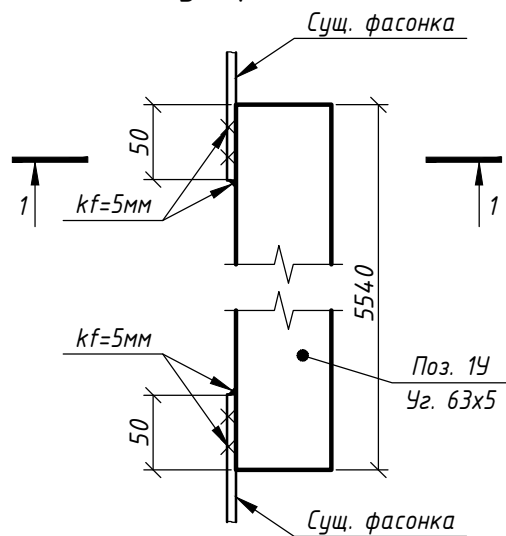
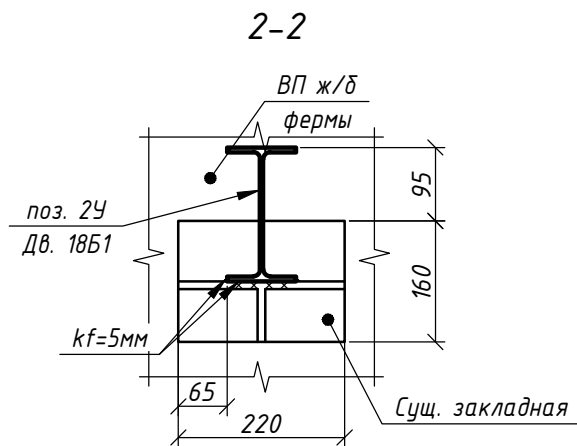
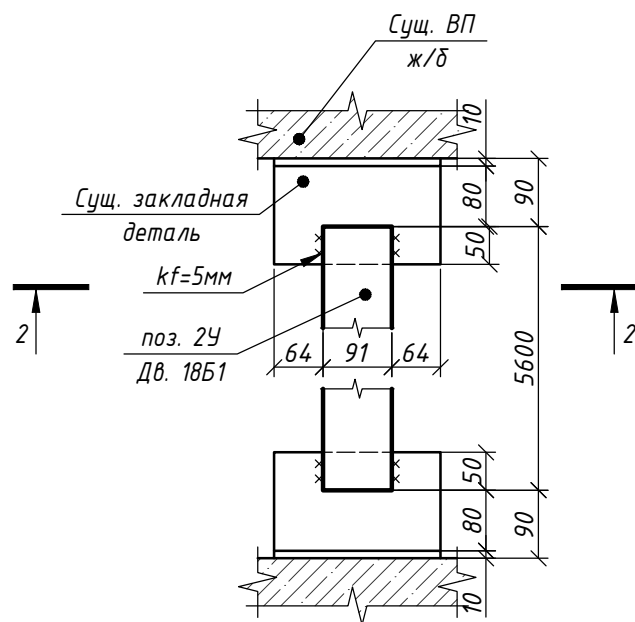


Схема устройства связи РЖ-2.1



Спецификация элементов устраиваемых связей по элементам

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		РС-2.1	3	шт.		26.65	79.94
1У	ГОСТ 8509-93	Уг. 63х5	5.54	м.п.	4.81	26.65	79.94
		РЖ-2.1	6	шт.		86.24	517.44
2У	ГОСТ Р 57837-2017	Дв. 18 Б1	5.6	м.п.	15.4	86.24	517.44
		Итого металла:					597.38

Ведомость объемов демонтажных работ

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Связь РС-2 из уголка 63х6	м.поз	5.54
2	Связь РЖ-1,2 по ПК-01-28 Выпуск 1. Масса элемента 0.376 т	шт.	6

Ведомость объемов подготовительных работ на устройство связей

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во на 1 эл.	Ед. изм.	Кол-во всего	Примечание	Ед. изм.
РС-2.1			3.00	шт.			
РС-2.1	ГОСТ 8510-86	Уг.63х5	5.54	м.п.			
		Сварные швы kf=5мм	0.23	м.п.	0.678	0.08	кг
РЖ-2.1			6.00	шт.			
РЖ-2.1	ГОТ 8510-86	Дв.18Б1	5.6	м.п.			
		Сварные швы kf=5мм	0.38	м.п.	2.292	0.27	кг
Итого по связям:							
		Сварные швы kf=5мм		м.п.	2.97	0.35	кг

Спецификация элементов устраиваемых связей

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1	ГОСТ 8509-93	Уг. 63х5	79.94	кг
2	ГОСТ Р 57837-2017	Дв. 18 Б1	517.44	кг
		Итого металла:	0.5974	т

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. Перед производством работ необходимо зачистить поверхность существующих металлоконструкций в местах стыков и устройства сварных швов от лакокрасочного покрытия.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков			05.25	Р			31		
Проверил	Васильев			05.25		Схемы устройства связей РС-2.1, КЖ-2.1, спецификация, ведомость объёмов подг. работ по устройству связей		ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев			05.25						

Ведомость объёмов работ на устройство/замену горизонтальных связей

Поз.	№ в ЛСР	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов
1		Покрытие грунтовкой ГФ-021, толщина 50мкм	м2	27	См. п. 10.5 ТЧ	Площадь принимается идентичной, принятой при расчёте огнезащиты
2		Покрытие огнезащитной краской Термобарьер	м2	27	См. п. 10.5 ТЧ	Расчёт предоставлен в задании на огнезащиту, 26кг
3		Демонтаж стальных элементов	кг	26.65	См. ГЧ л.31	См. ведомость демонтажных работ по связям
4		Демонтаж железобетонных элементов (масса одного элемента 0.376 т)	шт	6	См. ГЧ л.31	См. ведомость демонтажных работ по связям (суммарная масса элементов 2.256т, 0.9м3)
5		Монтаж стальных элементов	т	0.597	См. ГЧ л.31	См. спецификацию на устройство связей

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

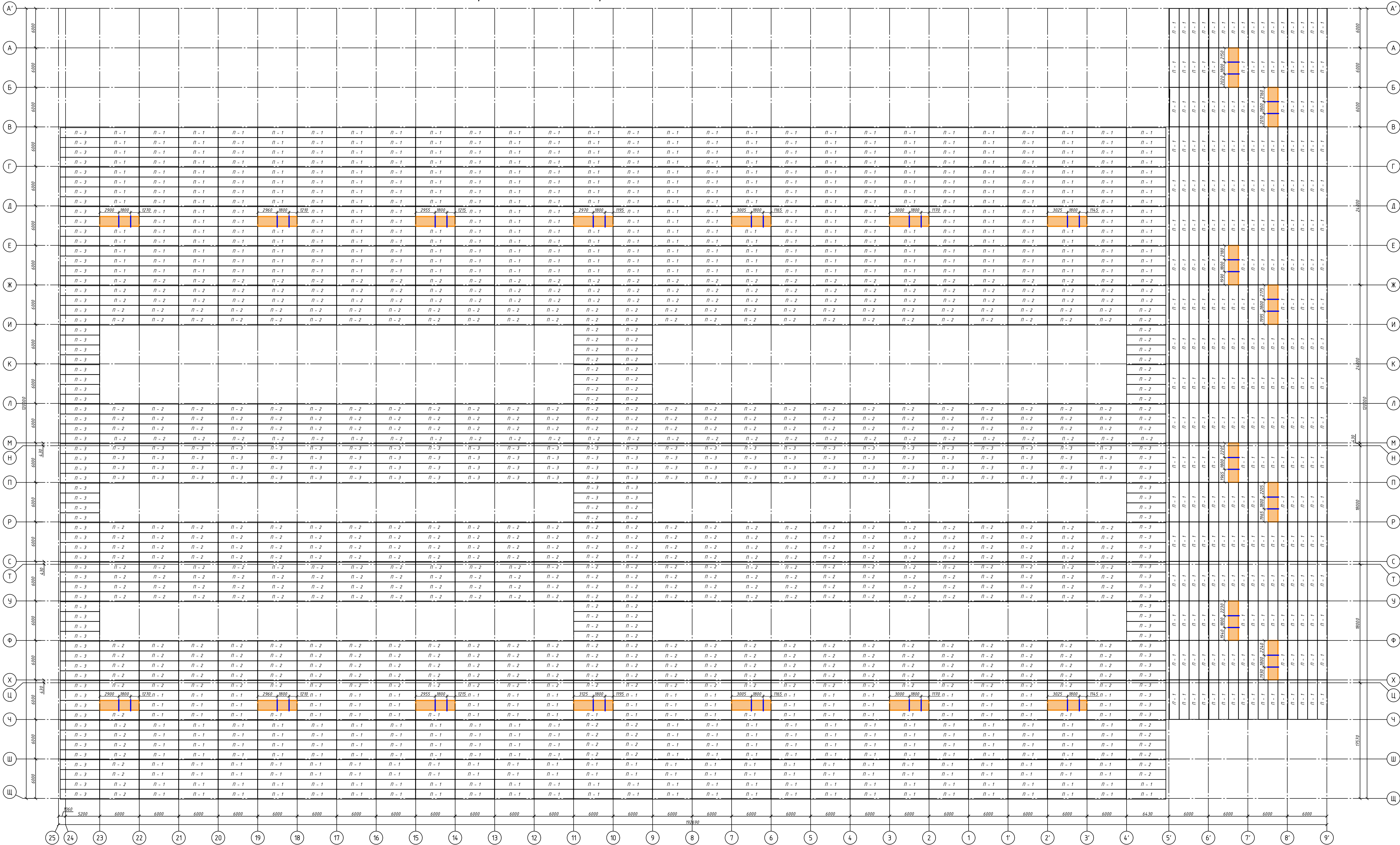
Инв. № подл.

1К-ДС-3-09-12-2024-КР

Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	32	
Проверил	Васильев				05.25	Сводная ведомость объёмов работ на устройство горизонтальных связей	ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

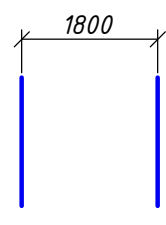
Схема раскладки плит покрытия с обозначением заменяемых плит



Условные обозначения:



- Заменяемая плита покрытия, см. узел 5Р.



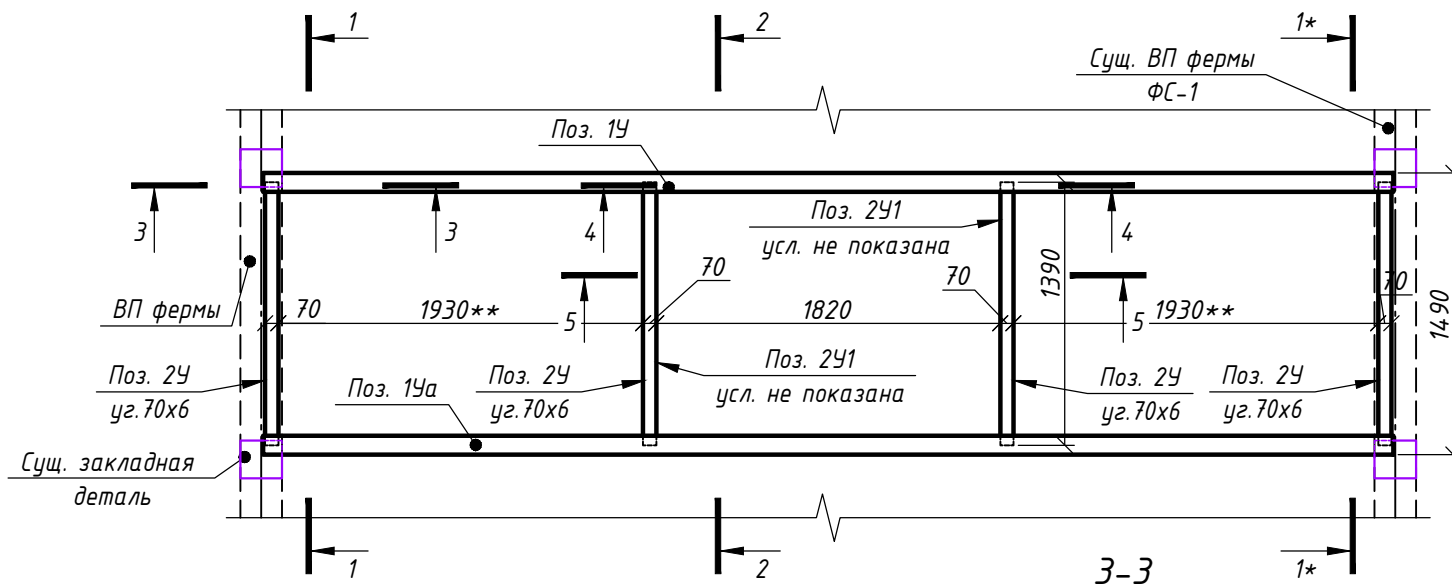
- Расстояние в свету между торцами поз. 2У1 (см. разрез 5-5, л.34);

- Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. Узел 5Р см. на листе 34.

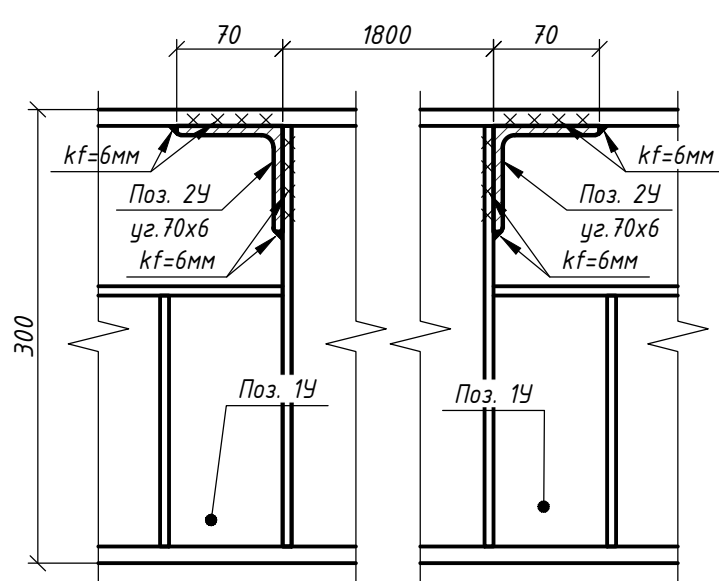
						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал		Нодыбов			05.25		Р	33
Проверил		Васильев			05.25			
						Схема раскладки плит покрытия с обозначением заменяемых плит		
Н. контроль						000 "КДС-З"		
						05.25		

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

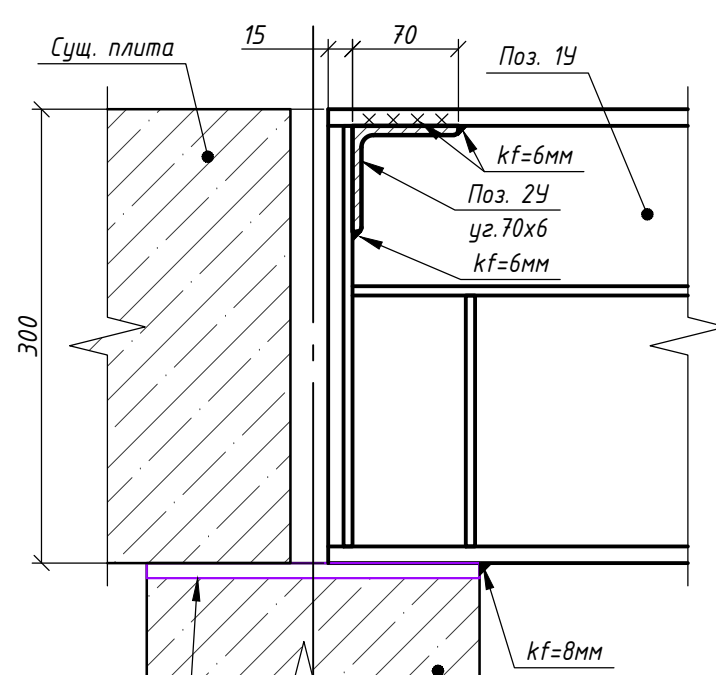
Узел 5Р
Стальной каркас



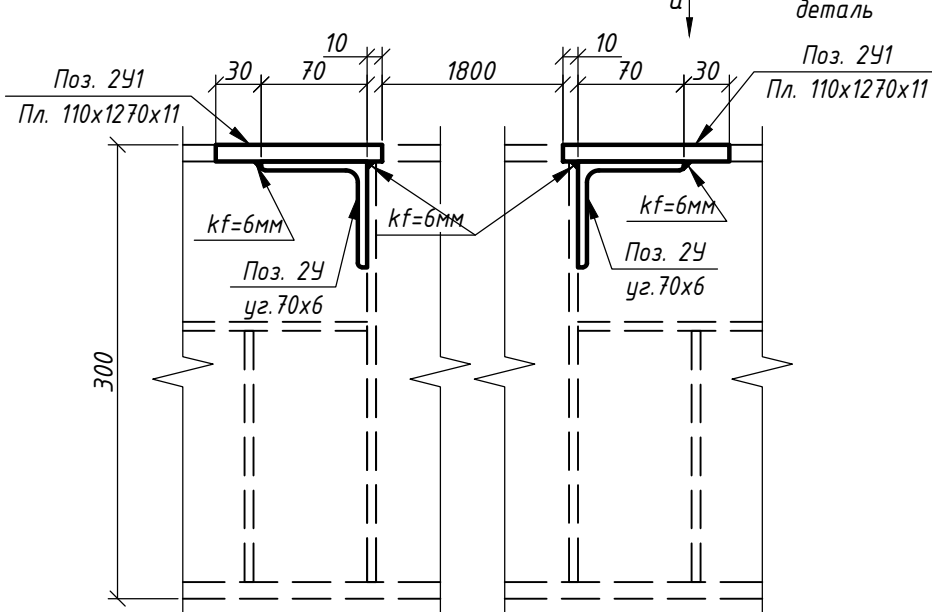
4-4
Стальной каркас



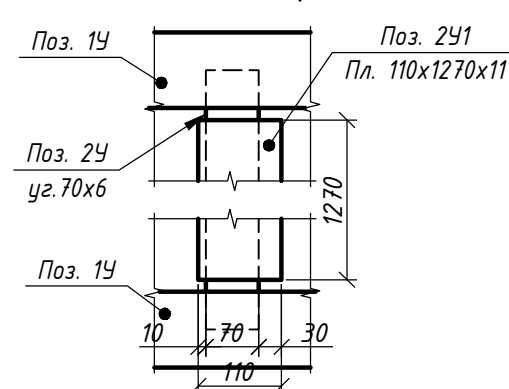
3-3
Стальной каркас



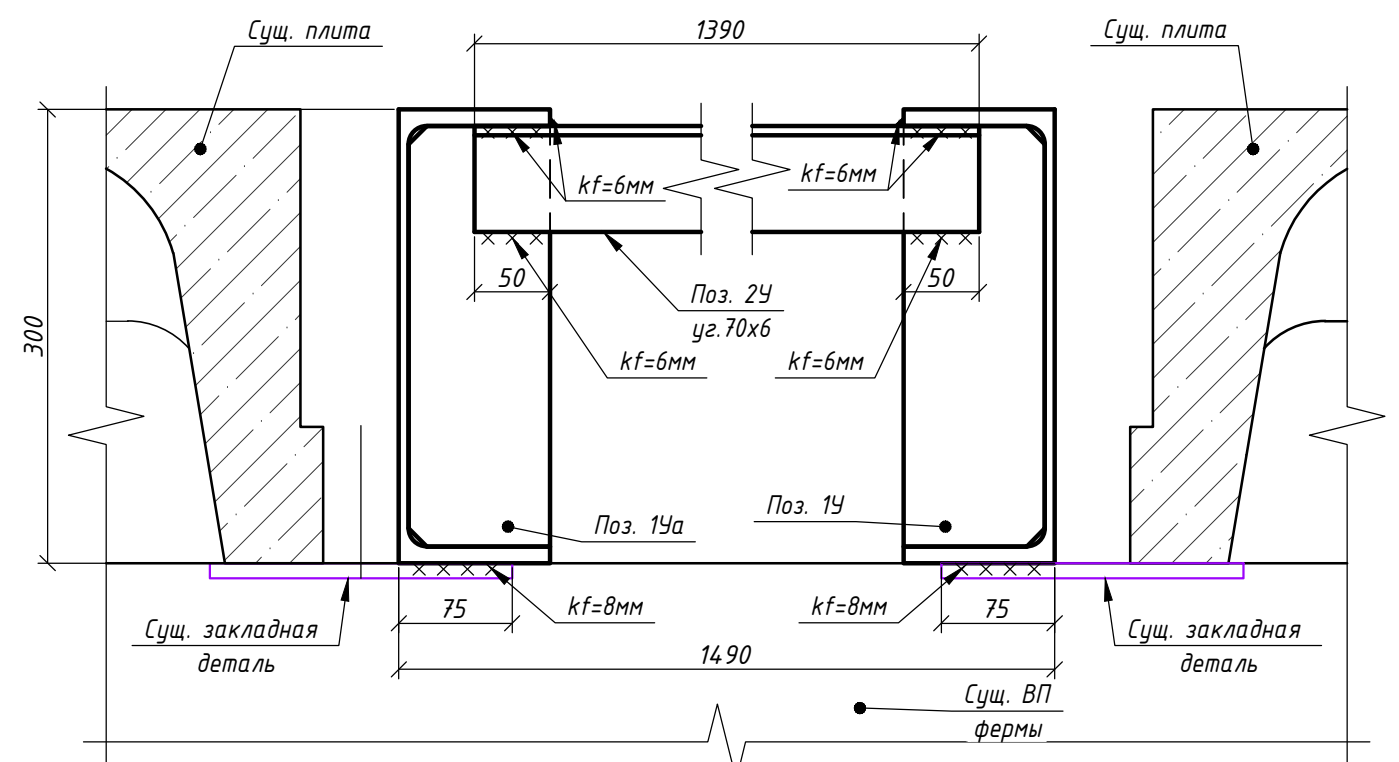
5-5
Стальной каркас



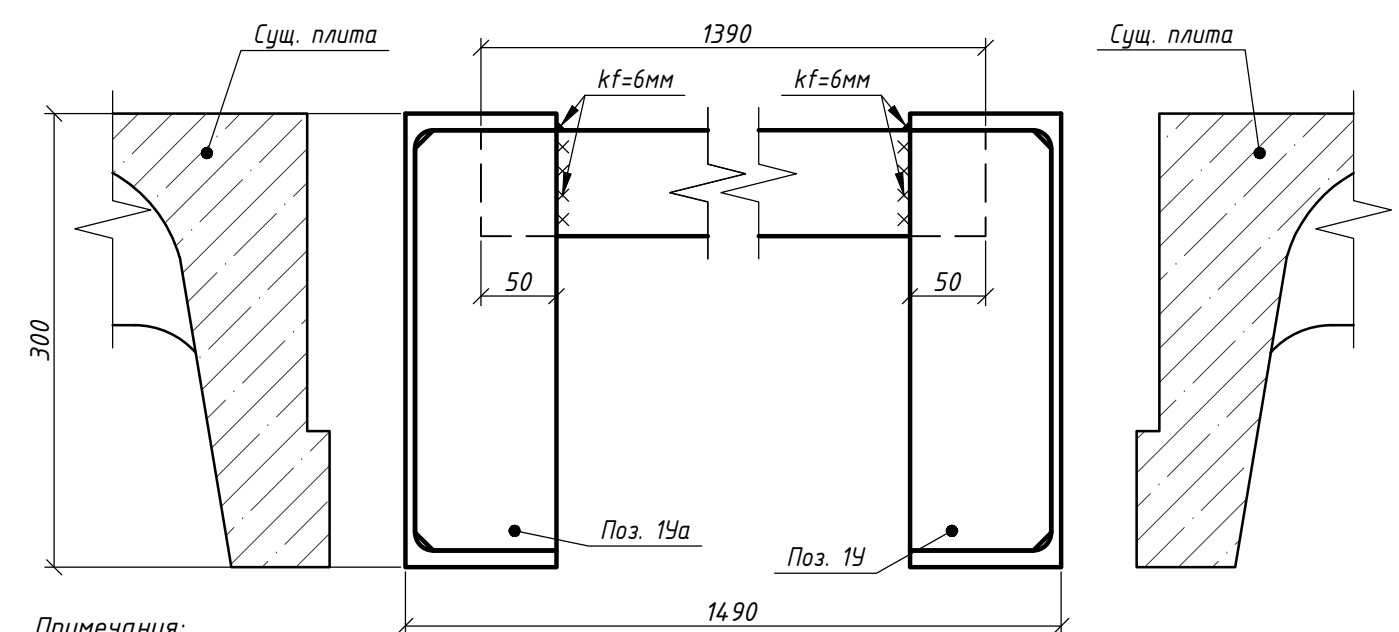
Вид а
Стальной каркас



1-1
Стальной каркас



2-2
Стальной каркас



Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. ** - расстояния между рёбрами уточнить по расположению дымозора. Размеры приведены на л.33.
3. *- разрез зеркален разрезу 1-1 относительно вертикальной оси;
4. Спецификацию элементов устройства плит см. на листе 37.

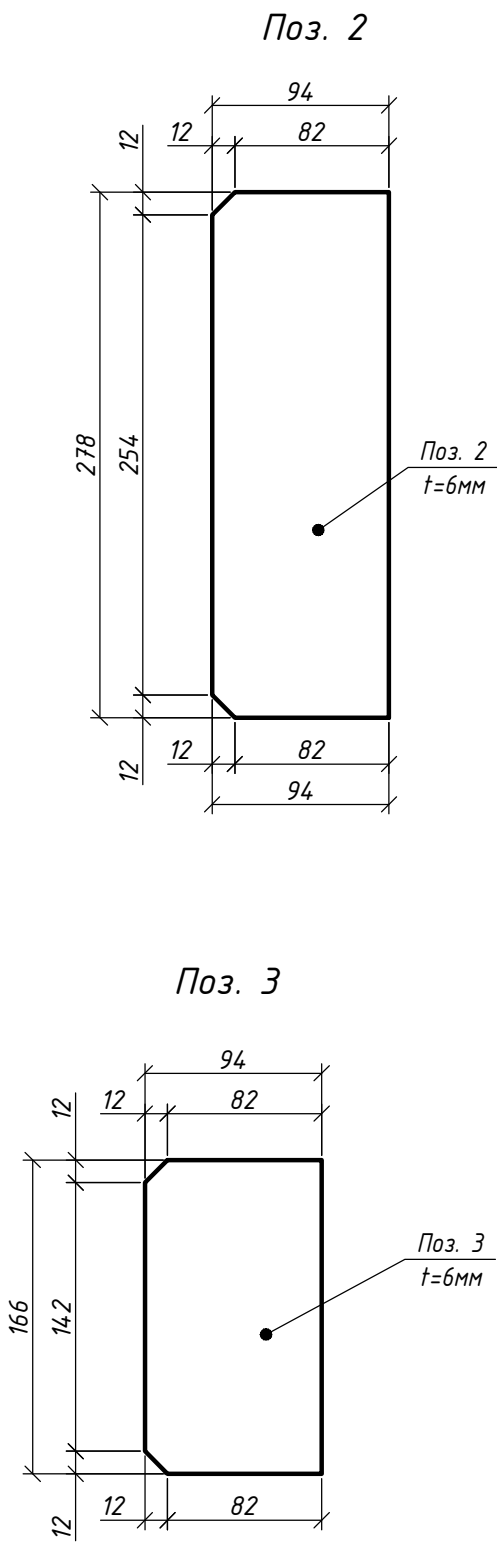
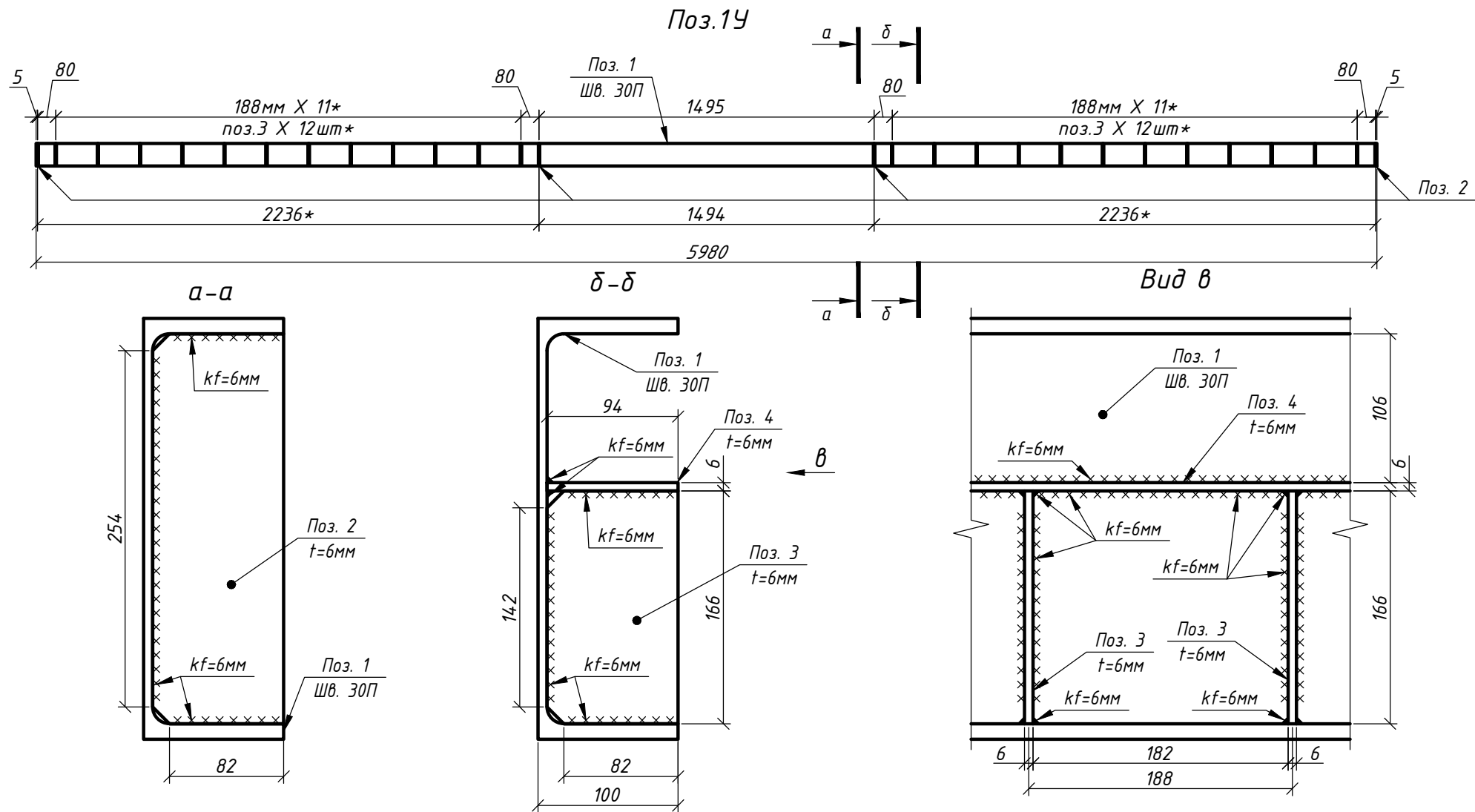
						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	34	
Проверил	Васильев				05.25				
						Узел 5Р Стальной каркас	ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Спецификация элементов изделия 1У

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		1У	22.00	шт.		232.82	5122.13
1	ГОСТ 8240-97	Шв. 30	5.98	м.п.	31.8	190.16	4183.61
2	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.026м2	4	шт	1.23	4.92	108.24
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.016м2	24	шт	0.75	18	396
4	ГОСТ 19903-2015	Пл. 2230x94x6мм	2	шт	9.87	19.74	434.28
		Сварные швы kf=6мм	26.95	м.пог		4.16	91.52
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	0.91	м2	47.1	42.66	938.52

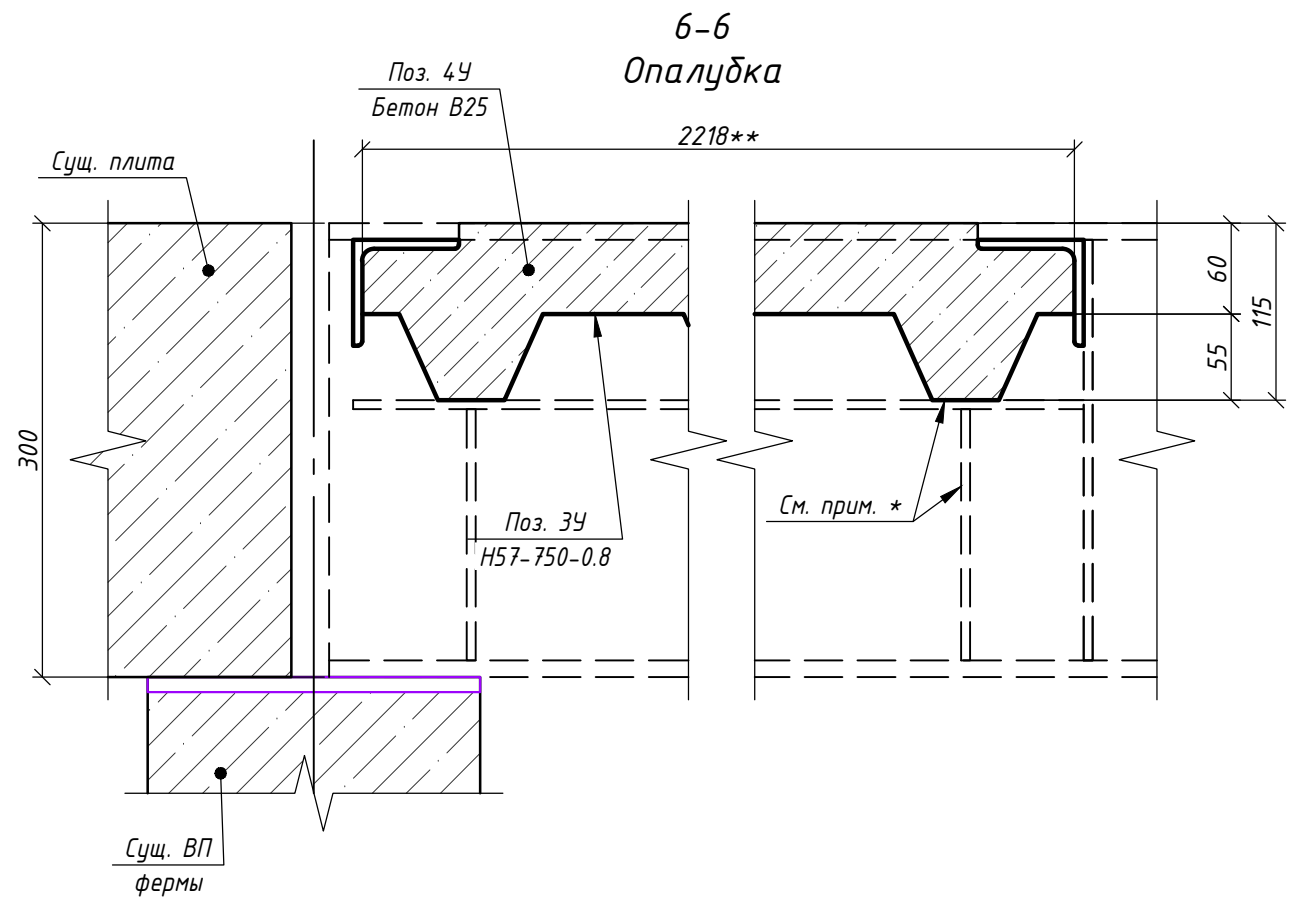
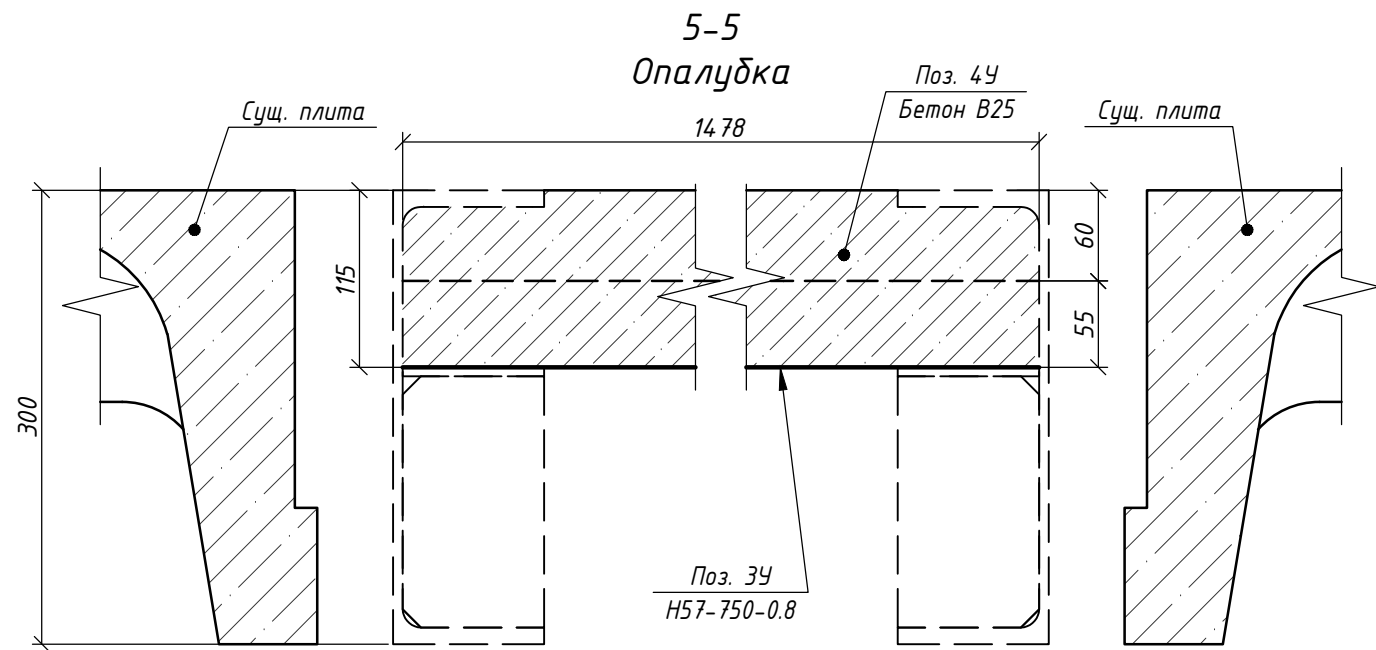
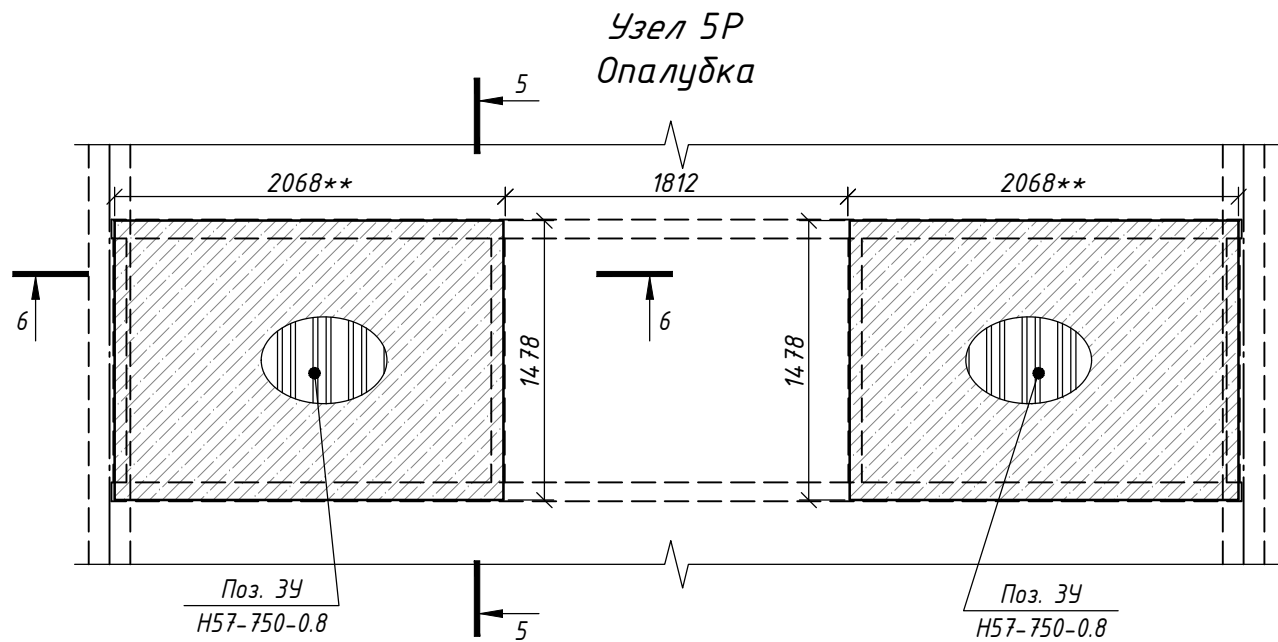
Спецификация элементов изделия 1Уа

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		1Уа	22.00	шт.		232.82	5122.13
1	ГОСТ 8240-97	Шв. 30	5.98	м.п.	31.8	190.16	4183.61
2	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.026м2	4	шт	1.23	4.92	108.24
3	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм S=0.016м2	24	шт	0.75	18	396
4	ГОСТ 19903-2015	Пл. 2230x94x6мм	2	шт	9.87	19.74	434.28
		Сварные швы kf=6мм	26.95	м.пог		4.16	91.52
		Всего:					
	ГОСТ 19903-2015	Пл. t=6мм	0.91	м2	47.1	42.66	938.52

- Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные";
 2. Позиции У1 и У1а зеркальны между собой относительно вертикальной оси;
 3. *- расстояния между рёбрами уточнить по расположению дымозора. Размеры приведены на л.33.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР				
						Усиление строителных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42				
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения		Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25			Р	35	
Проверил	Васильев				05.25					
						Позиция У1, У1а		ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25					

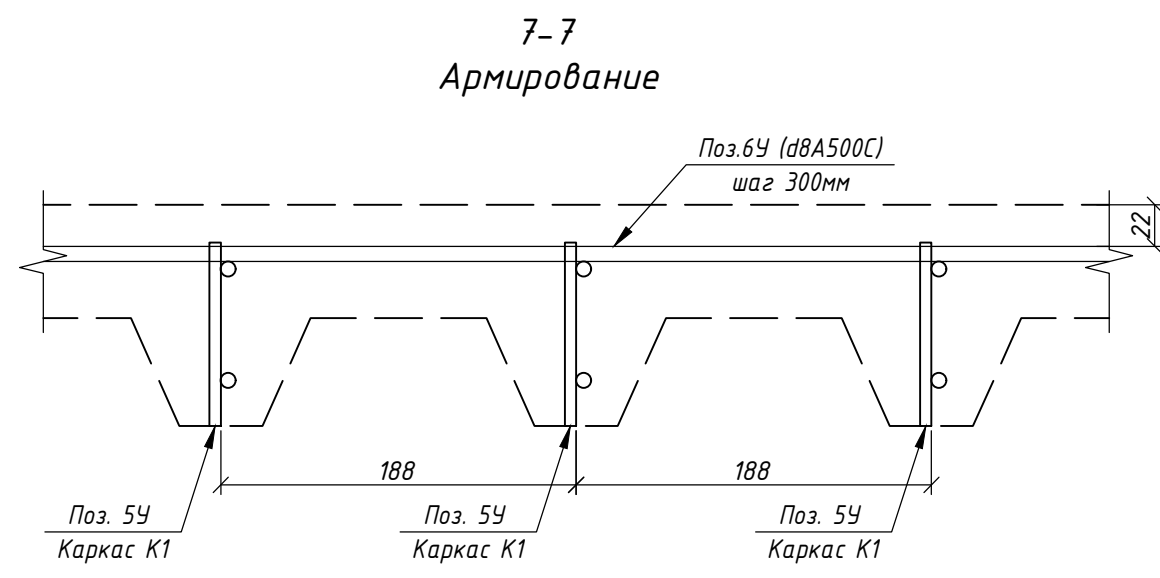
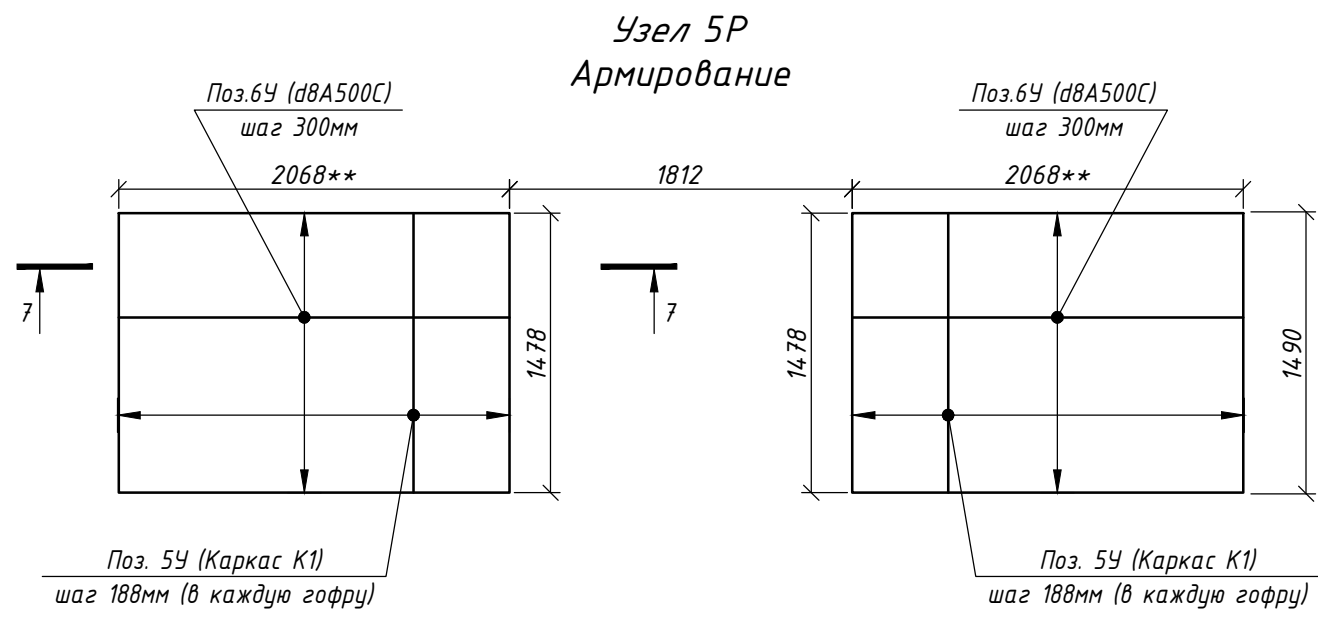
Согласовано				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				



- Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные";
 2. ** - расстояния между рёбрами уточнить по расположению дымозора. Размеры приведены на л.33.
 3. * - гофры профлиста располагать над рёбрами балок;
 4. Спецификацию элементов устройства плит см. на листе 37.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	36	
Проверил	Васильев				05.25				
						Узел 5Р Опалубка	ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

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



Спецификация элементов на узел 5Р

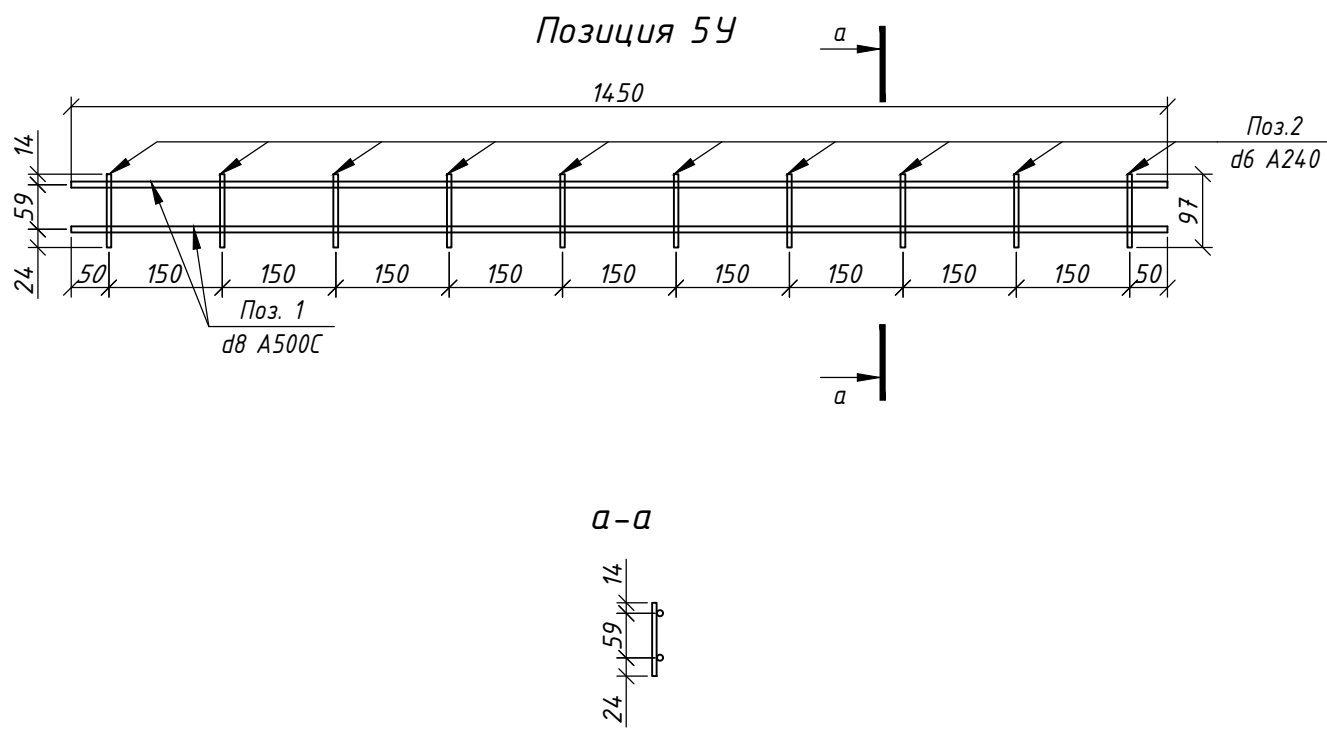
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		Узел 5Р	22.00	шт.			
1У	См. лист 35	1У	1	шт	232.82	232.82	5122.04
1Уа	См. лист 35	1Уа	1	шт	232.82	232.82	5122.04
2У	ГОСТ 8509-93	Уг. 70х6	5.56	м.пог	6.39	35.53	122.32
2У1	ГОСТ 19903-2015	Пл. 110х1270х11мм	2	шт	12.06	24.12	530.64
3У	ГОСТ 24045-2016	Профлист Н57-750-0.8*	13.11	м2	6.38	83.64	1840.12
4У	ГОСТ 26633-2015	Бетон В25	0.507	м3		м3 на все узлы	11.15
5У	См. лист 38	Каркас 5У	24	шт	1.38	33.12	
6У	ГОСТ 34028-2016	d8A500C	26.6	м.пог	0.395	10.51	
		Сварные швы Kf=6мм	5.76	м.пог		0.97	
		Сварные швы Kf=8мм	0.3	м.пог		0.08	
		Итого вес металла (без армирования)		кг		584.81	12737.16
		Всего арматуры (с учётом эл-в 5У):					
	ГОСТ 34028-2016	d8A500C	94.41	м.пог	0.395	37.29	820.42
	ГОСТ 34028-2016	d6 A240	24.96	м.пог	0.222	5.54	121.9
		Итого масса арматуры:		кг		42.83	942.33

*- Масса профлиста дана с учётом перехлёста на 2 гофры

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные";
2. ** - расстояния между рёбрами уточнить по расположению дымозора. Размеры приведены на л.33.
3. Позицию 5У см. на листе 38.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25		Р	37	
Проверил		Васильев			05.25				
						Узел 5Р Армирование, спецификация элементов узла 5Р	ООО "КДС-З"		
Н. контроль		Васильев			05.25				



Спецификация элементов изделия каркас 5У

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Масса ед., кг	ВСЕГО, кг	Примечание
		5У	528.00	шт.		1.38	726.53
1	ГОСТ 34028-2016	d8 A500C, l=1450мм	2	шт	0.573	1.15	605.09
2	ГОСТ 34028-2016	d6 A240, l=97мм	10	шт	0.023	0.23	121.44
		Всего:					
	ГОСТ 34028-2016	d8 A500C	2.9	м.пог	0.395	1.15	605.09
	ГОСТ 34028-2016	d6 A240	1.04	м.пог	0.222	0.23	121.44

Согласовано

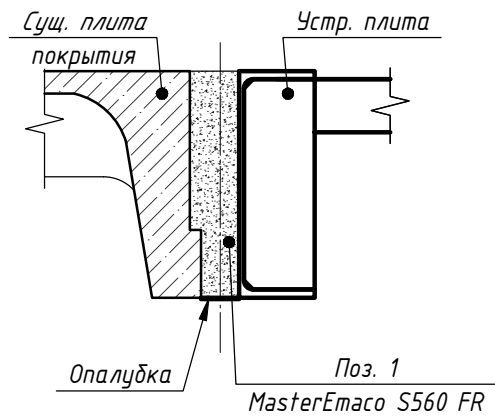
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР		
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист
Разработал	Новиков				05.25		Р	38
Проверил	Васильев				05.25	Позиция 5У	ООО "КДС-3"	
Н. контроль	Васильев				05.25			

Разрез по
устраиваемому шву



Устройство межплиточных швов

1. Выполнить устройство межплиточных швов на участках, прилегающих к заменяемым плитам покрытия. В швах шириной более 50 мм выполнить ремонт с установкой арматурного каркаса в шов, ремонт производить сверху (со стороны крыши).
2. Очистить повреждённый участок шва от старых материалов, грязи, пыли и остатков цементного раствора.
3. На боковой поверхности рёбер ж.б. плит вдоль шва выполнить насечки.
4. Увлажнить поверхность.
5. Устроить опалубку по нижней грани шва;
6. Заполнение швов производить безусадочной быстротвердеющей ремонтной смесью типа MasterEmaco S 560 FR или смесью с аналогичными характеристиками. При работе с ремонтной смесью следовать инструкции завода-изготовителя.
7. Ремонтным составом заполнить шов при помощи штукатурной станции или кельмой. После схватывания ремонтного состава при необходимости выровнять поверхность терком.
8. Выполнить защитное покрытие краской или синтетической полимерной штукатуркой с учётом требований СП 28.13330.

Спецификация элементов на устройство межплитных швов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	ВСЕГО, кол-во
		Устраиваемые швы	263.12	м.пог	
1		MasterEmaco S560FR	0.0182	м3	4.79
2		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд (0.05м2 на м.пог, слой 1мм, расход 0.9кг/м2)	0.05	кг	11.84
		Промывка поверхности бетона	0.32	м2	82.88

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1К-ДС-3-09-12-2024-КР

Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Новиков				05.25
Проверил	Васильев				05.25
Н. контроль	Васильев				05.25

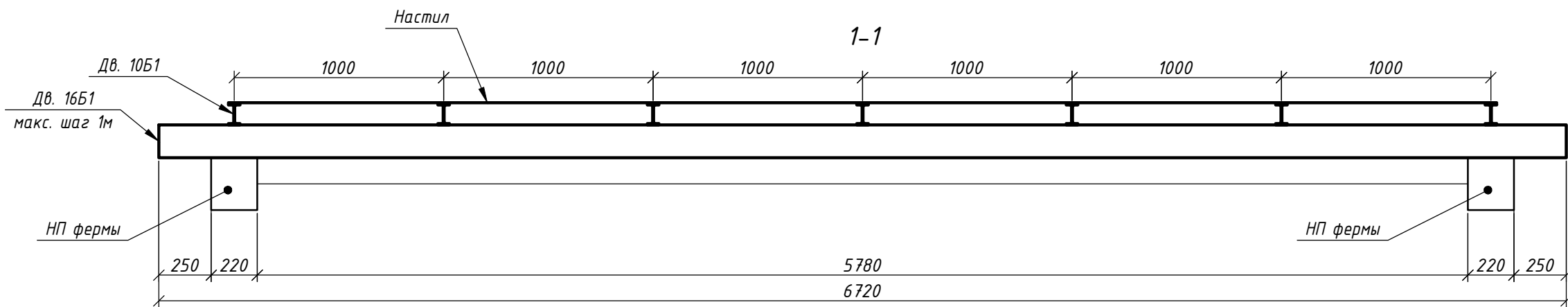
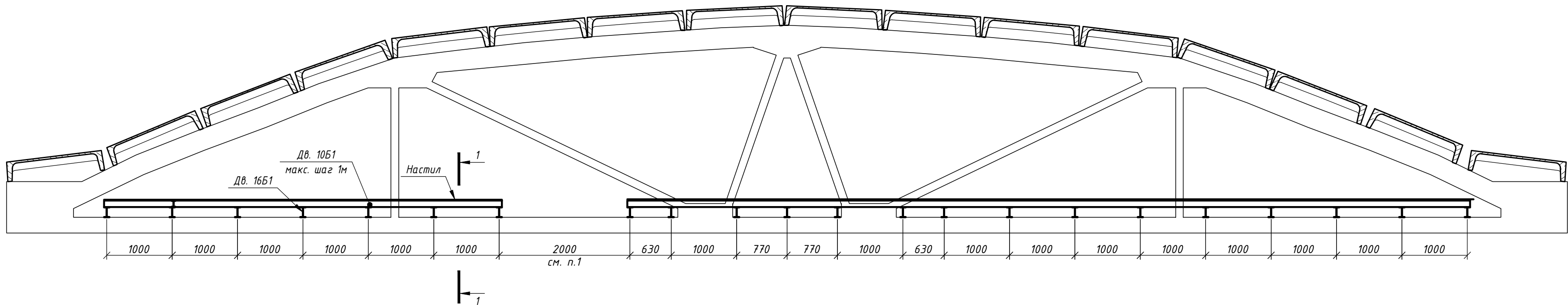
Конструктивные решения

Узел устройства межплитных швов, спецификация

Стадия	Лист	Листов
Р	39	

ООО "КДС-3"

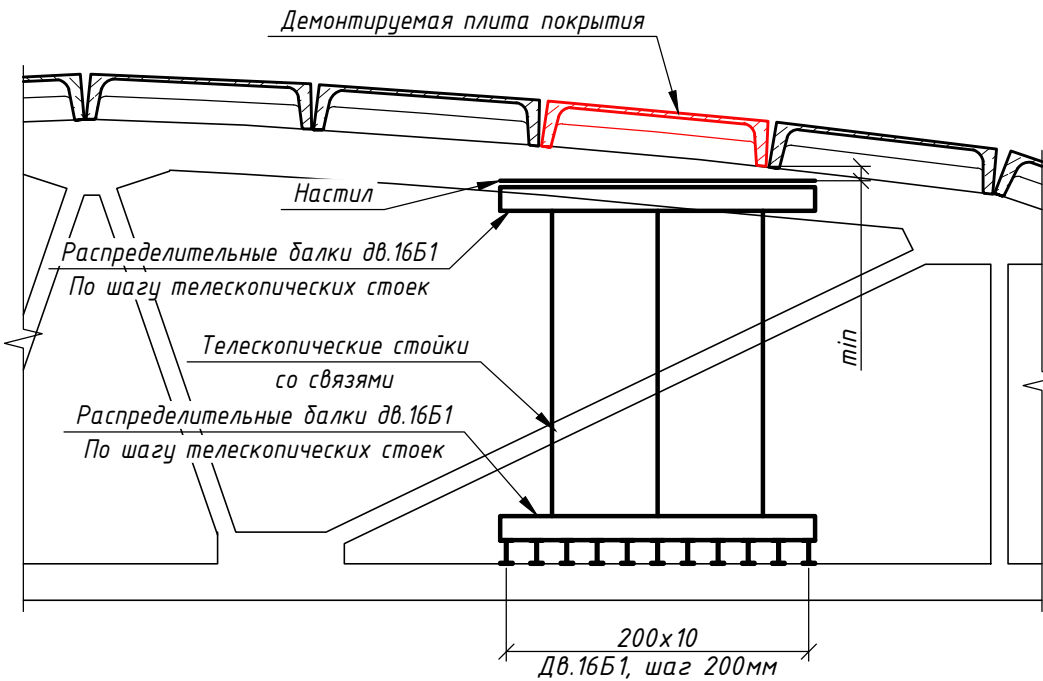
Типовая раскладка конструкций рабочего настила



Порядок устройства рабочего настила:

1. Монтаж подстропильных балок следует производить начиная от "кармана" в месте подъёма подъёмника. Местоположение "кармана" выбирается из условий доступа подъёмника. Требуется попеременно поднимать стальные балки и разводить их на шаг не более 1м. После устройство рабочего настила "карман" необходимо оставить для последующего подъёма материалов и передвижения рабочих;
2. Установить стропильные балки в проектное положения, исключая стыков в пролёте. По мере установки требуется выполнять соединение стропильных и подстропильных балок точечной сваркой.
3. Уложить листы настила, исключая стыков в пролёте. Настил точно закрепить к стропильным балкам;
4. В процессе работ не допускается складирования материалов на подмости с превышением нормативной нагрузки.

Частный случай устройства конструкций настила под демонтируемую плиту



Порядок устройства настила для демонтажа плит:

1. Уложить балки дв.16Б1 с шагом 200мм на нижний пояс фермы;
2. Установить распределительные балки со приваркой к нижележащим балкам для обеспечения раскрепления.
3. Смонтировать каркас из телескопических стоек и диагональных связей;
4. Смонтировать верхние распределительные балки, обеспечить раскрепление верхних поясов путём приварки арматурных стержней;
5. Уложить листы настила, исключая стыков в пролёте. Настил закрепить к распределительным балкам. При устройстве настила обеспечить минимальное расстояние между настилом и ближайшим ребром демонтируемой плиты.

Примечания:

1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-3-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Новиков				05.25		Р	41	
Проверил	Васильев				05.25				
						Подмости рабочего настила	ООО "КДС-3"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Сводная спецификация металлопроката									
Наименование профиля ГОСТ, ТУ	Наименование или марка металла ГОСТ, ТУ	Номер или размеры профиля, мм	№ п.п.	Усиление плит покрытия	Усиление стальных ферм	Устройство дымозоров	Устройство/ замена связей	Усиление ж/б ферм	Общая масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прокат листовой горячекатанный	ГОСТ 19903-2015	1	Пл t=5мм	2890,65					2890,65
		2	Пл t=6мм			1877		1578,96	3455,96
		3	Пл t=8мм					30649,04	30649,04
		4	Пл t=11мм			530,64			530,64
Швеллер с параллельными гранями полок	ГОСТ 8240-97	6	Шв 30П			8377,22		175883,26	184260,48
		8	Шв. 20П					5629,37	5629,37
		10	Шв.14П	41199,1					41199,1
Уголки стальные горячекатанные равнополочные	ГОСТ 8509-93	11	Уг.110х8		409,36			12191,04	12600,4
		12	Уг 75х5	1606,22					1606,22
		13	Уг. 70х6			122			122
		14	Уг.70х5	693,12					693,12
		15	Уг 63х5		1277,92		79,94		1357,86
			Уг 50х5		736,36			5249,04	5985,4
Уголки стальные горячекатанные неравнополочные	ГОСТ 8510-86	17	Уг. 90х56.5.5		1875,68				1875,68
		18	Дв 18Б1				517,44		517,44
Двутавры балочные	ГОСТ Р 57837-2017	19	Дв. 14Б2	8687,89					8687,89
		20	Н57-750-0.8			1840,12			1840,12
Профилированный настил	ГОСТ 24045-2016								
Итого металла:				55076,98	4431,36	12746,98	597,38	231180,71	304033,41

Примечания:
1. Работать совместно с листами "Общие данные".

						1К-ДС-З-09-12-2024-КР			
						Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал	Новиков				05.25	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Васильев				05.25		Р	42	
						Сводная ведомость металлопроката, сводная спецификация	ООО "КДС-З"		
Н. контроль	Васильев				05.25				

Сводная спецификация (кроме металлопроката)				
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1		MasterEmaco S560 FR	44.38	м3
2		Штукатурка КНАУФ-Ротбанд	1935.27	кг
3		МСИ-2020 Ингибитор коррозии	2648.14	л
5	ГОСТ 25129-2020	Грунтовка ГФ-021	0.508	м3
6		Краска термобарьер	7816	кг
7	ГОСТ 26633-2015	Бетон В25	11.15	м3
8	ГОСТ 2715-75	Оцинкованная сетка 50х50х4	11.84	кг
9	ГОСТ 34028-2016	Арматурный стержень d8 А500С	820.42	кг
10	ГОСТ 34028-2016	Арматурный стержень d6 А240	121.9	кг
11	Техническое описание № 4-17.10	Стармекс РМ5	4.72	м3
12	ГОСТ 7805-70	Болт М14х50, кл.10.9	200.75	кг
13	ГОСТ 11371-78	Шайба М14	21.05	кг
14	ГОСТ 5927-70	Гайка М14 кл.10.9	79.32	кг

Сводная ведомость объёмов работ

Поз.	№ в ЛСР	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во	Ссылка на чертежи, спецификации	Формула расчёта. Расчёт объёмов работ и расхода материалов
1		Устройство металлоконструкций	т	304.033	См. ГЧ.л.42	См. "итого металла" в ведомости металлопроката
2		Монтаж арматурных каркасов	т	0.942	См. ГЧ л.40	См. детальный ВОР, л.40, п.5
3		Покрытие грунтовкой ГФ-021, 50мкм	м2	10164	См. ГЧ л.14,25,28,32,40	Сумма по детальным ВОРа: 27+353+211+7285+2288=10164м2/ 0.508 м3
4		Покрытие огнезащитной краской Термобарьер	м2	10164	См. ГЧ л.14,25,28,32,40	Сумма по детальным ВОРа: 2060+5256+212+262+26=7816кг/ 10164м2
5		Зачистка поверхности сущ. фермы от краски	м2	861.712	См. ГЧ л.14,25,28	Сумма по детальным ВОРа: 412.104+37.504+412.104=861.712м2
6		Укладка ремонтной смеси MasterEmaco S560 FR	м3	44.38	См. ГЧ л.7,40	Сумма по детальным ВОРа: 4.79+39.59=44.38м3
7		Нанесение штукатурки КНАУФ-Ротбанд на поверхность бетона	кг	1935.27	См. ГЧ л.7,40	Сумма по детальным ВОРа:11.84+1923.43=1935.27кг
8		Обработка арматуры ингибитором коррозии MCI-2020	л	2658.14	См. ГЧ л.7	См. детальный ВОР, л.7, п.3.
9		Укладка оцинкованной сетки 50х50х4	м2	11.84	См. ГЧ л.7	См. детальный ВОР, л.7, п.4.
10		Зачистка арматуры от коррозии	м2	720.64	См. ГЧ л.7	См. детальный ВОР, л.7, п.6
11		Промывка поверхности бетона	м2	1307.35	См. ГЧ л.7,40	Сумма по детальным ВОРа:82.88+1224.37=1307.35м2
12		Укладка бетона В25 в несъёмную опалубку из профлиста	м3	11.15	См. ГЧ л.40	См. детальный ВОР, л.40
13		Демонтаж бетона В15 отбойными молотками с разрезкой	м3	49.1	См. ГЧ л.7,40	Сумма по детальным ВОРа:36.68+12.42=49.1м32
14		Демонтаж стальных элементов	кг	26.65	См. ГЧ л.32	См. детальный ВОР, л.32, п.4
15		Демонтаж железобетонных элементов (масса одного элемента 0.376 т)	шт	6	См. ГЧ л.32	См. детальный ВОР, л.32, п.5
16		Демонтаж цементного раствора из межплиточных швов	м3	5.62	См. КР л.40	См. детальный ВОР, л.32, п.8
17		Выравнивание поверхности ремонтным составом "Стармекс РМ5", толщина до 20мм	м2	412.104	См. ГЧ л.14	См. детальный ВОР, л.14, п.5. 4.72м3 раствора
18		Оттягивание балок с помощью гидравлического домкрата	шт.	612	См. ГЧ л.14	См. детальный ВОР, л.14, п.6

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1К-ДС-3-09-12-2024-КР

Усиление строительных конструкций покрытия цеха М-10 на территории АО "Коломенский завод" по адресу: 140408, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д.42

Изм.	Кол. уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Конструктивные решения	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Новиков			05.25		Р	43	
Проверил		Васильев			05.25	Сводная ведомость объёмов работ	ООО "КДС-3"		
Н. контроль		Васильев			05.25				