

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство»

(наименование кафедры)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Цех по производству стальных магистральных труб

Студент(ка)	<u>И.А. Бузанова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>В.Н. Шишканова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.Н. Одарич</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.К. Родионов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Л.Б. Кивилевич</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.М. Чупайда</u> (Ф.И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Н. Шишканова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>М.И. Галочкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.Ю. Амирджанова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой ПГСигХ

к.т.н., доцент, Д.С. Тошин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Данная квалификационная работа представлена по теме «Цех по производству стальных магистральных труб».

Работа состоит из графической части в количестве 8 листов формата А1 и пояснительной записки - 82 листов формата А4.

Графическая часть включает схему планировочной организации земельного участка; объемно-планировочное, архитектурное, конструктивное решения здания; технологию и организацию строительства.

В пояснительной записке отражены:

- планировочная организация земельного участка, объемно-планировочное и конструктивное решения здания;
- конструирование фермы металлической;
- технологическая карта на монтаж ферм, прогонов и настила;
- календарный план, стройгенплан;
- определение сметной стоимости строительства;
- идентификация опасных и вредных факторов производства строительных работ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1 Схема планировочной организации земельного участка.....	7
1.2 Объемно-планировочное решение	7
1.3 Конструктивное решение	8
1.3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	11
1.4 Архитектурные решения	13
1.5 Инженерные системы	13
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1 Расчет и конструирование металлической фермы	14
2.1.1 Расчетная схема фермы	14
2.1.2 Нагрузки, действующие на ферму.....	14
2.1.2 Расчетные усилия в стержнях фермы	16
2.1.3 Подбор сечений стержней фермы	16
2.1.4 Расчет и конструирование узлов фермы.....	22
3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	39
3.1 Область применения	39
3.2 Организация и технология выполнения работ	39
3.2.1 Требования законченности подготовительных работ	39
3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий	39
3.3 Выбор машин, механизмов, оборудования	40
3.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени	45
3.5 График производства работ	46

3.6 Методы и последовательность производства работ по монтажу ферм, прогонов и настила.....	46
3.7 Требования к качеству и приемке работ.....	47
3.8 Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность	48
3.8.1 Безопасность труда	48
3.8.2 Пожарная безопасность	49
3.8.3 Экологическая безопасность.....	50
3.9 Техничко-экономические показатели	50
4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	52
4.1 Определение объемов работ	52
4.2 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	53
4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ	54
4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ	55
4.5 Разработка календарного плана производства работ	58
4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	59
4.6.1 Расчет и подбор временных зданий	59
4.6.2 Расчет площадей складов	60
4.6.3 Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	60
4.7 Проектирование строительного генерального плана.....	62
4.8 Техничко-экономические показатели	62
5 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА	63
5.1 Пояснительная записка к сметным расчетам по объекту: «Цех по производству стальных магистральных труб».....	63

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА	69
6.1 Технологическая характеристика объекта	69
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	69
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	70
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	70
6.4.2 Разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности	70
6.4.3 Мероприятия по предотвращению пожара	71
6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А	77

ВВЕДЕНИЕ

Производство стальных магистральных труб в настоящее время является важной отраслью металлургической промышленности. Это связано с популярностью металлопроката на рынке, из-за транспортировки нефти, газа и продукты их переработки на территорию Российской Федерации, а также для экспорта в соседние страны. Кроме того, эти промышленные здания представляют значимость для развития инфраструктуры.

Задачей данной работы, является разработка проектной документации для строительства цеха по производству стальных магистральных труб, использование знаний и навыков, полученных в результате обучения в Тольяттинском государственном университете.

Строящиеся промышленное здание - отдельно стоящее сооружение со всей необходимой инфраструктурой предприятия, вписывающейся в границы отведенной территории города Волгоград.

1 АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ

1.1 Схема планировочной организации земельного участка

В административном отношении участок под застройку цеха по производству стальных магистральных труб расположен по адресу: Волгоградская область, город Волгоград.

Участок застройки – равнинная местность. Поверхность участка застройки, ровная, спланированная с абсолютными отметками.

На территории завода предусмотрены независимые подъездные дороги с учетом проезда пожарных автомашин. Ширина дорог составляет 6,0 и 7,0 м. Проезды предусмотрены с асфальтобетонным покрытием, тротуары из асфальтобетона. По контуру проектируемых проездов устанавливаются железобетонные бортовые камни.

Вокруг здания выполнен круговой проезд, используемый для производственных и противопожарных целей. Расстояние от внутреннего края проезда до стены здания принят в основном 7,0 м.

Для обеспечения нормальных условий труда и санитарно-гигиенических условий на площадке предусматривается благоустройство и озеленение территории путем посева многолетних трав и посадки деревьев.

1.2 Объемно-планировочное решение

Цех по производству стальных магистральных труб представляет собой одноэтажное здание прямоугольной формы в плане, с размерами 36,0x120,0м, с пристроенным административно-бытовым корпусом (в перспективе). Планировка цеха зальная с системой поперечных и продольных проездов.

Внутрицеховой транспорт осуществляется мостовым краном грузоподъемностью 50 тонн.

Шаг колонн 12м. Высота здания до низа стропильных конструкций 14,4м.

Уровень ответственности производственного здания – II.

Степень огнестойкости производственного здания – III.

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С1.

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф5.1

Условная отметка 0.000 м - уровень чистого пола первого этажа, это отвечает абсолютной отметке 92,99 метров.

1.3 Конструктивное решение

Конструктивная схема здания - полный каркас, который выполнен из стальных конструкций (колонн, стропильных ферм, связей, прогонов.

Здание обеспечено вертикальными связями в продольном направлении в осях 5-6.

Неизменяемость покрытия в горизонтальной плоскости обеспечивается распорками и горизонтальными крестовыми связями в торцах и середине здания. Прогоны крепятся к фермам на болтах.

Нижние пояса стропильных ферм развязаны из плоскости вертикальными связями и распорками.

Все заводские соединения элементов стропильных ферм и балок сварные.

Фундаменты- столбчатые монолитные из бетона класса В20.

Фундаментные балки – трапециидального сечения по серии 1.415.1-12.

Таблица 1.1 – Спецификация к схеме расположения элементов фундаментов

Позиц.	Обозначен.	Наименов.	Колич.	Масса един., кг	Прим.
		<u>Фундаменты монолитные</u>			
Фм 1		Фундамент монол. Фм 1	18		
Фм 2		Фундамент монол. Фм 2	4		
Фм 3		Фундамент монол. Фм 3	10		

Продолжение таблицы 1.1

ФБ1	с.415.12 вып.1	Фундаментная балка 6БФ 120	16	3500	
ФБ2	с.415.12 вып.1	Фундаментная балка 6БФ 111	4	3100	
ФБ3	с.415-1 вып.1	Фундаментная балка БФ6- 12	12	700	

Колонны – металлические двухветвевые из стали марки С255.

Торцевой фахверк – сварные двутавры из стали марки С255.

Фермы – металлические из парных прокатных уголков.

Связи – металлические из прокатных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93.

Покрытие – стальной профилированный настил по стальным прогонам.

Таблица 1.2 – Спецификация к схеме расположения элементов каркаса и покрытия

Позиц.	Обозначен.	Наименов.	Колич.	Масса един., кг	Прим.
		<u>Колонны</u>			
К1	Индивидуального изготовления	Колонна металлич. К1	22	3030	
К2	Индивидуального изготовления	Колонна металлич. К2	10	1560	
		<u>Подкрановые балки</u>			
ПБ1	Индивидуального изготовления	Подкрановая балка ПБ1	16	1380	
ПБ2	Индивидуального изготовления	Подкрановая балка ПБ2	4	1386	
		<u>Фермы стропильные</u>			
Ф-1	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф-1	11	2840	
		<u>Прогоны</u>			
П1	с. 1.460.2-10/88 в.1, ч.1	[24	130	300	
		<u>Настил</u>			
Н1	с. 1.460.2-10/88 в.1, ч.1	Н75-750-0,7	4320		м ²

Стены – самонесущие из трехслойных панелей с минераловатным утеплителем и обшивкой из стального оцинкованного профилированного листа.

Цоколь - из лицевого керамического кирпича КР-л-по 250x120x65/1НФ/150/1,8/35/ГОСТ 530-2012 на цементно-песчаном растворе М100 с расшивкой швов.

Перегородки - из кирпича керамического полнотелого КО-р-по 1НФ/100/2,0/25/ГОСТ 530 толщиной 120 мм.

Перемычки – железобетонные сборные по серии 1.038.1-1.вып.1.

Таблица 1.3– Ведомость перемычек

Позиц.	Схема сечен.
<p>ПР1 (2 шт.)</p>	

Таблица 1.4 – Спецификация перемычек

Позиц.	Обозначен.	Наименов.	Колич.	Масса един., кг	Прим.
1	с.1.038.1-1. вып.1	Перемычка 1ПБ13-1	2	20,0	

Окна – металлические с одинарным стеклопакетом индивидуального изготовления. Двери – деревянные ГОСТ 6629-88.

Ворота – секционные индивидуального изготовления.

Таблица 1.5 - Спецификация элементов заполнения проемов

Позиц.	Обозначен.	Наименов.	Колич.	Масса един., кг	Прим.
		Окна			
О-1	Индивидуального изготовления	Оконный блок 2400x1800	93		
		Двери			
1	ГОСТ 23747-88	ДН 21-10	2		1000x2100
2	ГОСТ 6629-88	ДГ21-8	1		800x2100
3	ГОСТ 6629-88	ДГ21-8Л	1		800x2100
		Ворота			
В1	Индивидуального изготовления	Секционные ворота	7		4200x3600

Кровля - из двух слоев наплавленного материала «Техноэласт К+П» с утеплителем марки «Rockwool РУФ БАТТС В» плотностью 190 кг/м^3 толщиной 100 мм.

Полы – устроены по грунту с подстилающим слоем из бетона класса В15 толщиной 80-100 мм. В качестве покрытий в полах предусмотрены:

- жаростойкий бетон класса В20 толщиной 90мм в сборно-сварочном участке и участке горячей обработки металлов;
- асфальтобетон толщиной 50мм на остальных участках цеха.

1.3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Исходные данные:

Место положения строительства цеха – г. Волгоград.

Относительная влажность внутреннего воздуха 55%.

$t_{в} = +16^{\circ}\text{C}$ – температура в цеху.

Зона влажности – сухая (приложение А [4]).

Условия эксплуатации – А (таблица 2 [3]).

$\alpha_{в} = 8,7$ (таблица 4 [3]).

$\alpha_{н} = 23$ (таблица 6 [3]).

$Z_{от} = 176$ (таблица 3.1* [4]).

$t_{от} = -2,3^{\circ}\text{C}$ (таблица 3.1* [4]).

Расчет наружной стены:

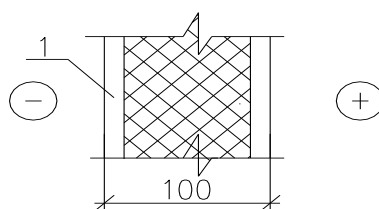


Рисунок 1.1 – К расчету наружной стены

1 – Трехслойная металлическая панель типа «Сэндвич» с утеплителем из минераловатных плит Rockwool $D = 100 \text{ кг/м}^3$. $R_0 = 3,03 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}$.

Градусо-сутки отопительного периода согласно [3]:

$$ГСОП = (t_{вн} - t_{ом}) \cdot Z_{ом} = (6 + 2,2) \cdot 176 = 3203^{\circ}C \quad (1.1)$$

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b = 0,0002 \cdot 3203 + 1,0 = 1,64 м^2 \cdot ^{\circ}C / Вт \quad (1.2)$$

$$R_0 > R_0^T \quad (1.3)$$

По формуле (1.3): $3,03 м^2 \cdot ^{\circ}C / Вт > 1,67 м^2 \cdot ^{\circ}C / Вт$ – следовательно толщина утеплителя равна 100мм.

Расчет покрытия:

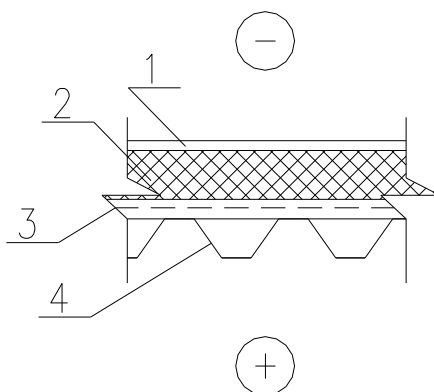


Рисунок 1.2 – К расчету покрытия

Таблица 1.6 – Состав покрытия

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность, кг/м ³	Коэффиц. тепло проводности λ , Вт/(м \cdot °C)
1	Наплавляемый материал «Техноэласт»	0,009	1000	0,17
2	Мин.плита «Rockwool»	x	190	0,046
3	Пленка ПВХ	0,002	2600	0,38

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b = 0,00025 \cdot 3203 + 1,5 = 2,3 м^2 \cdot ^{\circ}C / Вт .$$

Толщина утеплителя:

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{23} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{\delta_2}{0,046} + \frac{0,002}{0,38} + \frac{1}{8,7} = 2,3$$

отсюда $\delta_2=0,095\text{м}$.

Принимаем толщину утеплителя 100мм.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{ext}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{23} + \frac{0,09}{0,17} + \frac{0,1}{0,046} + \frac{0,002}{0,38} + \frac{1}{8,7} = 2,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

По формуле (1.3): $2,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 2,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ – условие выполнено.

1.4 Архитектурные решения

Архитектурная композиция строится на основе целесообразного решения функциональных задач, организации внутреннего пространства к внешней форме здания.

В плане здание представляет собой отдельно стоящее сооружение со всей необходимой инфраструктурой, вписывающейся в границы отведенной территории.

В качестве ограждающих конструкций приняты сэндвич-панели из тонколистовой стали с утеплителем из минеральной ваты с вертикальной раскладкой, окрашенные в светло-фиолетовый цвет.

1.5 Инженерные системы

Отопление – местными нагревательными приборами. Системы - двухтрубные. Теплоноситель – вода с параметрами 95-70°С.

Вентиляция – приточно-вытяжная с механическим, естественное побуждение.

Канализация бытовая самотечная и дождевая – во внутримплощадочную сеть промышленного предприятия.

Водопровод – хозяйственно-питьевой, противопожарный.

Электроснабжение - от трансформаторной подстанции напряжением 380В/220 В.

2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1 Расчет и конструирование металлической фермы

2.1.1 Расчетная схема фермы

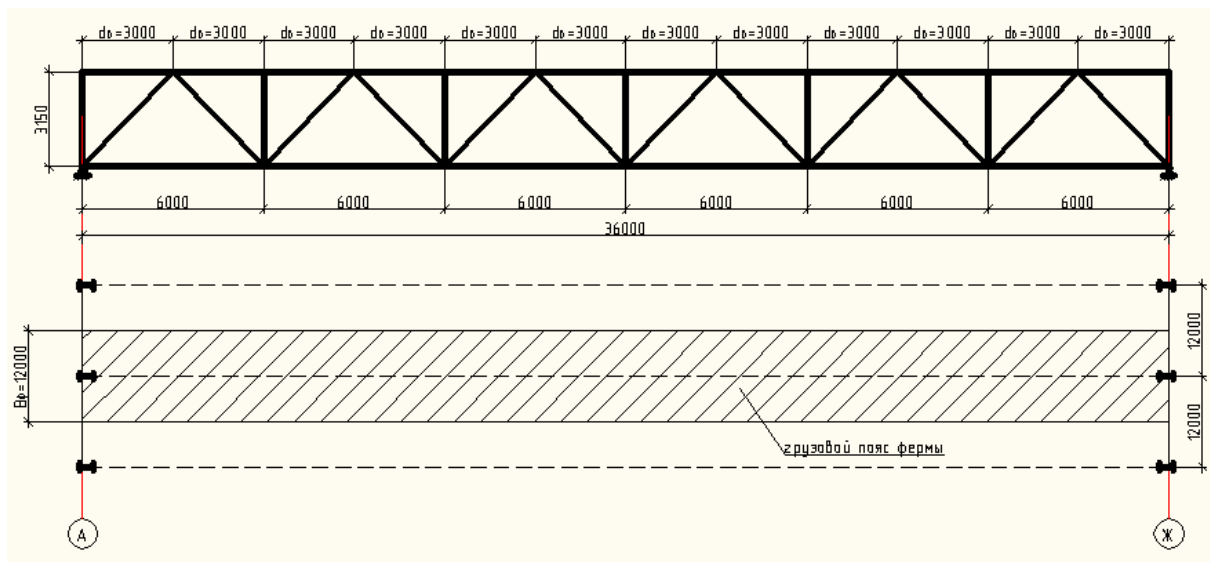


Рисунок 2.1 – Расчетная схема фермы

2.1.2 Нагрузки, действующие на ферму

Постоянная нагрузка:

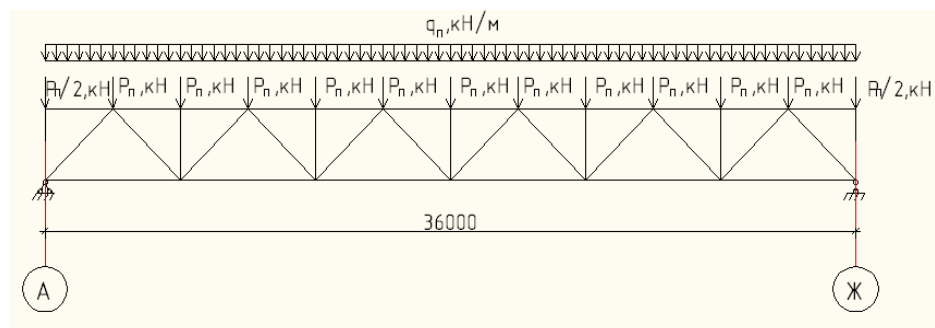


Рисунок 2.2 – Нагрузка от покрытия

Таблица 2.1 – Нагрузка на 1 м^2 покрытия

От чего нагрузка	Норматив. нагрузка, кН/м^2	γ_f	Расчет. нагруз., кН/м^2
Гидроизоляционный ковер Изопласт	0,13	1,3	0,17
Утеплитель РУФ БАТТС	0,28	1,2	0,34
Пароизоляция	0,04	1,3	0,05
Стальной профилированный настил Н75-750	0,09	1,05	0,10
Прогоны	0,05	1,05	0,05
Вес самой фермы	0,36	1,05	0,38
Связи покрытия	0,05	1,05	0,05
Итого:	0,91		1,14

Погонная расчетная нагрузка от покрытия на единицу длины фермы:

$$q_n = q_{\text{покр}} \cdot B_{\phi} = 1,14 \cdot 12 = 13,68 \text{ кН / м} \quad (2.1)$$

Сосредоточенная нагрузка от покрытия:

$$P_n = q_n \cdot d_B = 13,68 \cdot 3 = 41,04 \text{ кН} \quad (2.2)$$

Снеговая нагрузка:

Значение снеговой нагрузки, по нормативному документу, S_0 на 1 м^2 :

$$S_0 = \mu \cdot S_g = 1 \cdot 1,0 = 1,0 \text{ кПа} \quad (2.3)$$

где $S_g = 1,0 \text{ кПа}$ для II района (таблица 10.1 [7]).

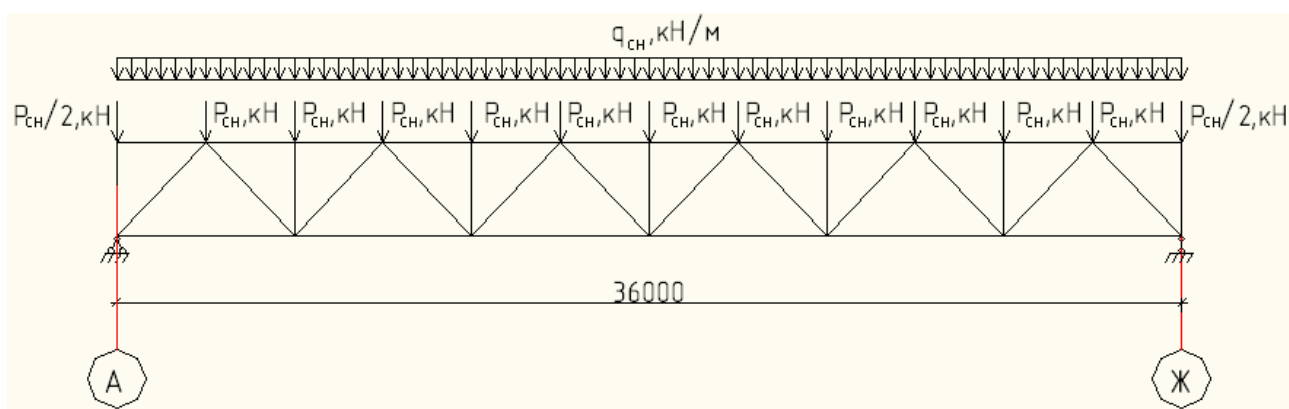


Рисунок 2.3 – Снеговая нагрузка

Погонная расчетная равномерно-распределенная снеговая нагрузка на единицу длины фермы:

$$q_{сн} = S_0 \cdot B_{\phi} \cdot \gamma_f = 1,0 \cdot 12 \cdot 1,4 = 16,8 \text{ кН / м} \quad (2.4)$$

Сосредоточенная снеговая нагрузка:

$$P_{сн} = q_{сн} \cdot d_B = 16,8 \cdot 3 = 50,4 \text{ кН} \quad (2.5)$$

Полная нагрузка равна:

$$\sum P = P_n + P_{сн} = 41,04 + 50,4 = 91,44 \text{ кН}$$

2.1.2 Расчетные усилия в стержнях фермы

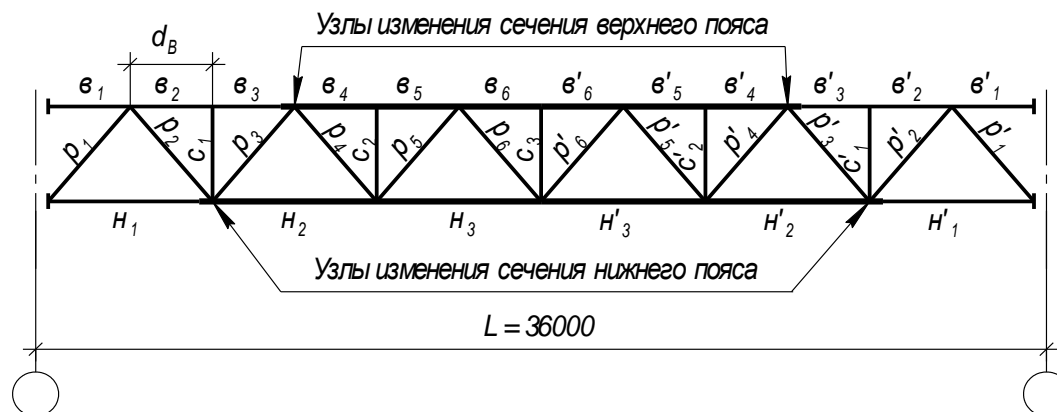


Рисунок 2.4 – К определению расчетных усилий в стержнях фермы

Таблица 2.2 – Расчетные усилия в стержнях фермы

Элемент фермы	Маркировка	Усилия, кН	
		P=1	$\sum P = 91,44$
ВП	B1	0	0
	B2	-9,6	-877,8
	B3	-9,6	-877,8
	B4	-15,6	-1426,5
	B5	-15,6	-1426,5
	B6	-17,4	-1591,1
НП	H1	+5,3	+484,6
	H2	+13,0	+1188,7
	H3	+16,7	+1527,0
Раскосы	P1	-7,6	-694,9
	P2	+6,2	+566,9
	P3	-4,9	-448,1
	P4	+3,5	+320,0
	P5	-2,1	-192,0
	P6	+0,9	+82,3
Стойки	C1	-1,0	-91,44
	C2	-1,0	-91,44
	C3	-1,0	-91,44

2.1.3 Подбор сечений стержней фермы

Материал фермы – сталь С245. $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$. Толщина фасонки $t=14\text{мм}$.

Панель B6:

$N = -1591,1\text{кН}$; $l_x = 300 \text{ см}$; $l_y = 300 \text{ см}$; $\gamma_c = 0,95$

$$\lambda = 70 \rightarrow \varphi = 0,754.$$

Тогда требуемые значения площади и радиусов инерции сечения будут равны:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}, \quad (2.6)$$

$$A_{mp} = \frac{1591,1}{0,754 \cdot 24 \cdot 0,95} = 92,55 \text{ см}^2,$$

$$i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} \text{ и } i_y^{mp} = \frac{l_y}{\lambda}, \quad (2.7)$$

$$i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{300}{70} = 4,3 \text{ см}.$$

Подбираем уголки 200x125x16 широкими полками вместе:

$$A_\varphi = 49,8 \cdot 2 = 99,6 \text{ см}^2; i_x^\varphi = 6,38 \text{ см}; i_y^\varphi = 5,1 \text{ см}$$

Проверяем устойчивость подобранного стержня. Должно удовлетворяться условие с недонапряжением в пределах 5%:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R_y \gamma_c \quad (2.8)$$

$$\text{Определяем гибкость: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{6,38} = 47, \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{5,1} = 58,8$$

Выбираем максимальную гибкость. Для нее определяем $\varphi_{\min} = 0,79$.

Проводим проверку подобранного сечения:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{1591,1}{0,79 \cdot 99,6} = 20,2 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Панель В2, В3:

$$N = -878 \text{ кН}; l_x = 300 \text{ см}; l_y = 300 \text{ см}; \gamma_c = 0,95; \lambda = 60 \rightarrow \varphi = 0,8$$

$$A_{mp} = \frac{877,8}{0,8 \cdot 24 \cdot 0,95} = 48,13 \text{ см}^2, i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ см}$$

Подбираем уголки 160x100x10 широкими полками вместе:

$$A_\phi = 25,3 \cdot 2 = 50,6 \text{ см}^2; i_x^\phi = 5,13 \text{ см}; i_y^\phi = 4,12 \text{ см}$$

$$\text{Проверка: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{5,15} = 58,47; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{4,12} = 72,82$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 72,82 < \lambda_{np} = 120 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,727;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{877,8}{0,727 \cdot 50,6} = 22,58 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН / см}^2.$$

Раскос P1:

$$N = -695 \text{ кН}; l_x = 425 \text{ см}; l_y = 425 \text{ см}; \gamma_c = 0,95; \lambda = 80 \rightarrow \varphi = 0,675.$$

$$A_{mp} = \frac{694,9}{0,675 \cdot 24 \cdot 0,95} = 45,15 \text{ см}^2, i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{425}{80} = 5,31 \text{ см}$$

Подбираем уголки 180x110x10 широкими полками вместе:

$$A_\phi = 28,3 \cdot 2 = 56,6 \text{ см}^2; i_x^\phi = 5,8 \text{ см}; i_y^\phi = 4,43 \text{ см}$$

$$\text{Проверка: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{425}{5,8} = 73,28; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{425}{4,43} = 95,94$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 95,94 < \lambda_{np} = 120 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,558;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{694,9}{0,558 \cdot 56,6} = 22,0 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН / см}^2$$

Раскос P3:

$$N = -448 \text{ кН}; \text{геометрическая длина } l_0 = 435 \text{ см}; l_x = 0,8 \cdot l_0; l_y = l_0; \gamma_c = 0,8$$

$$\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,589.$$

$$A_{mp} = \frac{448,1}{0,589 \cdot 24 \cdot 0,8} = 39,62 \text{ см}^2; i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 435}{90} = 3,87 \text{ см};$$

$$i_y^{mp} = \frac{435}{90} = 4,83 \text{ см}$$

Подбираем уголки 125x9: $A_\phi = 22,0 \cdot 2 = 44,0 \text{ см}^2$; $i_x^\phi = 3,86 \text{ см}$; $i_y^\phi = 5,63 \text{ см}$

$$\text{Проверка: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 435}{3,86} = 90,16; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{5,63} = 77,26$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 90,16 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,58;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{448,1}{0,58 \cdot 44,0} = 17,56 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН/см}^2$$

Раскос P5:

$N = -192,0 \text{ кН}$; геометрическая длина $l_0 = 435 \text{ см}$; $l_x = 0,8 \cdot l_0$; $l_y = l_0$; $\gamma_c = 0,8$

$$\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,6.$$

$$A_{mp} = \frac{192,0}{0,6 \cdot 24 \cdot 0,8} = 16,66 \text{ см}^2; i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 435}{90} = 3,87 \text{ см}; i_y^{mp} = \frac{435}{90} = 4,83 \text{ см}$$

Подбираем уголки 100x7: $A_\phi = 13,8 \cdot 2 = 27,6 \text{ см}^2$; $i_x^\phi = 3,08 \text{ см}$; $i_y^\phi = 4,6 \text{ см}$

$$\text{Проверка: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 435}{3,08} = 113; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{4,6} = 94,6$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 113 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,447;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{192,0}{0,447 \cdot 27,6} = 15,56 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН/см}^2$$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 100x7.

Стойки C1, C2:

$N = -91,4 \text{ кН}$; геометрическая длина $l_0 = 315 \text{ см}$; $l_x = 0,8 \cdot l_0$; $l_y = l_0$; $\gamma_c = 0,8$

$$\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,6.$$

$$A_{mp} = \frac{91,4}{0,6 \cdot 24 \cdot 0,8} = 7,93 \text{ см}^2; i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 315}{90} = 2,8 \text{ см}; i_y^{mp} = \frac{315}{90} = 3,5 \text{ см}$$

Подбираем уголки 70x5: $A_\phi = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2$; $i_x^\phi = 2,16 \text{ см}$; $i_y^\phi = 3,38 \text{ см}$

$$\text{Проверка: } \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 315}{2,16} = 117; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{3,38} = 93,2$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 117 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,424;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{91,4}{0,424 \cdot 13,72} = 15,71 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН / см}^2$$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 70x5.

Стойка С3:

Центральная стойка проектируется крестового сечения.

$N = -91,4 \text{ кН}$; геометрическая длина $l_0 = 315 \text{ см}$; $\gamma_c = 0,8$;

$$\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,6$$

$$A_{mp} = \frac{91,4}{0,6 \cdot 24 \cdot 0,8} = 7,93 \text{ см}^2, i_{x_0}^{mp} = \frac{l_y}{\lambda} = \frac{315}{90} = 3,5$$

Подбираем 2 уголка 70x5: $A_\phi = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2$; $i_{x_0} = 2,72 \text{ см}$

$$\text{Проверка: } \lambda = \frac{l_0}{i_{x_0}} = \frac{315}{2,72} = 115,8 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi = 0,42;$$

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{91,4}{0,42 \cdot 13,72} = 15,86 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН / см}^2$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2 уголка 70x5, скомпонованные в крестовое сечение.

Панель Н1:

$$N = 484,6 \text{ кН}; \gamma_c = 0,95; A_{mp} = \frac{484,6}{24 \cdot 0,95} = 21,3 \text{ см}^2$$

Подбираем уголки 80x7: $A_\phi = 10,8 \cdot 2 = 21,6 \text{ см}^2$

Проверка: $\frac{N}{A} = \frac{484,6}{21,6} = 22,4 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН} / \text{см}^2$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 80х7.

Панель НЗ:

$N = 1527,0 \text{ кН}; \gamma_c = 0,95; A_{mp} = \frac{1527,0}{24 \cdot 0,95} = 66,97 \text{ см}^2$

Подбираем уголки 160х12: $A_\phi = 37,4 \cdot 2 = 74,8 \text{ см}^2; i_y = 7,83 \text{ см}$

Проверка на прочность: $\frac{N}{A} = \frac{1527,0}{74,8} = 20,4 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН} / \text{см}^2$

Проверка гибкости: $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{2400}{7,83} = 307 < \lambda_{пр} = 400$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 160х12.

Раскос Р2:

$N = 566,9 \text{ кН}; \gamma_c = 0,95; A_{mp} = \frac{566,9}{24 \cdot 0,95} = 24,86 \text{ см}^2$

Подбираем уголки 90х7: $A_\phi = 12,3 \cdot 2 = 24,6 \text{ см}^2$

Проверка: $\frac{N}{A} = \frac{566,9}{24,6} = 20,3 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН} / \text{см}^2$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 90х7.

Раскос Р4:

$$N = 320,0 \text{ кН}; \gamma_c = 0,95; A_{mp} = \frac{320,0}{24 \cdot 0,95} = 14,0 \text{ см}^2$$

Подбираем уголки 70х6: $A_\phi = 8,15 \cdot 2 = 16,3 \text{ см}^2$

Проверка: $\frac{N}{A} = \frac{320,0}{16,3} = 19,6 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН} / \text{см}^2$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 70х6.

Раскос Р6:

$$N = 82,3 \text{ кН}; \gamma_c = 0,95; A_{mp} = \frac{82,3}{24 \cdot 0,95} = 3,6 \text{ см}^2$$

Подбираем уголки 50х5: $A_{\phi} = 4,8 \cdot 2 = 9,6 \text{ см}^2$

$$\text{Проверка: } \frac{N}{A} = \frac{82,3}{9,6} = 8,6 \text{ кН / см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН / см}^2$$

Условие удовлетворяется, принимаем уголки 50х5.

2.1.4 Расчет и конструирование узлов фермы

«Длина шва по обушку стержня, исходя из условия среза металла шва:

$$l_{w}^{OB} = \frac{N_{OB}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{OB} \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} \quad (2.9)$$

Длина шва по обушку стержня, исходя из условия среза металла по границе сплавления:

$$l_{w}^{OB} = \frac{N_{OB}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{OB} \cdot R_{wz}} + 1 \text{ см} \quad (2.10)$$

Длину шва по перу стержня, исходя из условия среза металла шва:

$$l_{w}^{II} = \frac{N_{II}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{II} \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} \quad (2.11)$$

Длина шва по перу стержня, исходя из условия среза металла по границе сплавления:

$$l_{w}^{II} = \frac{N_{II}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{II} \cdot R_{wz}} + 1 \text{ см} \quad (2.12)$$

где N_{OB} - расчетное усилие по обушку уголка, $N_{OB} = N \cdot \alpha_{OB}$;

N_{II} - расчетное усилие по перу уголка, $N_{II} = N \cdot \alpha_{II}$;

α_{OB} - коэффициент распределения усилия, $\alpha_{OB} = 0,7$ для равнополочного уголка, $0,68$ для не равнополочного уголка;

α_{II} - коэффициент распределения усилия, $\alpha_{II} = 0,3$ для равнополочного уголка, 0,32 для не равнополочного уголка;

R_{wf} - расчетное сопротивление срезу (сдвигу) металла шва, принимаем $R_{wf} = 18,0 \text{ кН/см}^2$;

R_{wz} - расчетное сопротивление срезу (сдвигу) металла границы сплавления, принимаем $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 37,0 = 16,65 \text{ кН/см}^2$.» [8].

$$R_{un} = 37,0 \text{ кН/см}^2 .$$

Минимальная длина шва 5мм.

«Катет шва по обушку пояса, исходя из условия среза металла шва:

$$k_f^{OB} = \frac{\Delta N_{OB}}{2 \cdot \beta_f \cdot (l-1) \cdot R_{wf}} \quad (2.13)$$

Катет шва по обушку пояса, исходя из условия среза металла по границе сплавления:

$$k_f^{OB} = \frac{\Delta N_{OB}}{2 \cdot \beta_z \cdot (l-1) \cdot R_{wz}} \quad (2.14)$$

Катет шва по перу пояса, исходя из условия среза металла шва:

$$k_f^{II} = \frac{\Delta N_{II}}{2 \cdot \beta_f \cdot (l-1) \cdot R_{wf}} \quad (2.15)$$

Катет шва по перу пояса, исходя из условия среза металла по границе сплавления:

$$k_f^{II} = \frac{\Delta N_{II}}{2 \cdot \beta_z \cdot (l-1) \cdot R_{wz}} \quad (2.16)$$

где l - длина пластины.» [8].

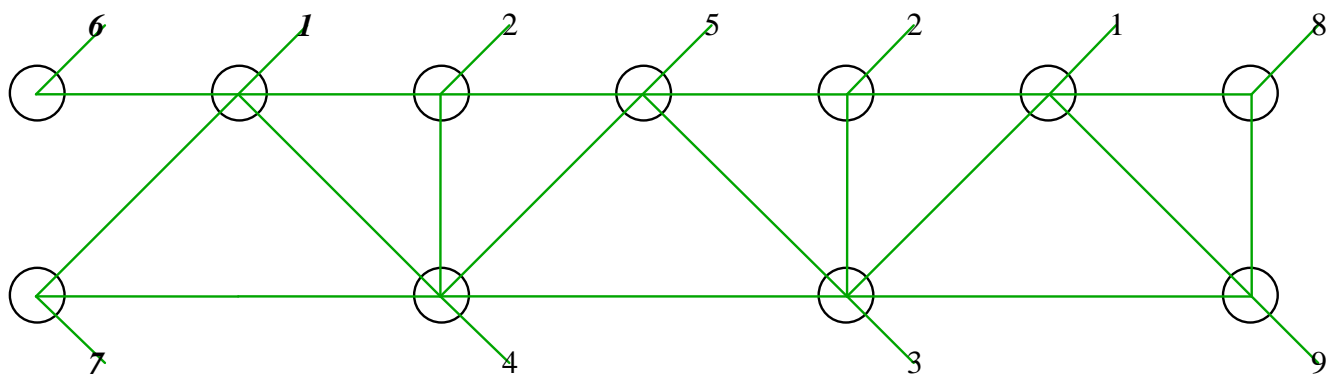


Рисунок 2.5 – Схема узлов полуфермы

Узел 1:

Швы раскоса P_1 :

$$k_f^{o\phi} = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8 \text{ мм} \end{cases}$$

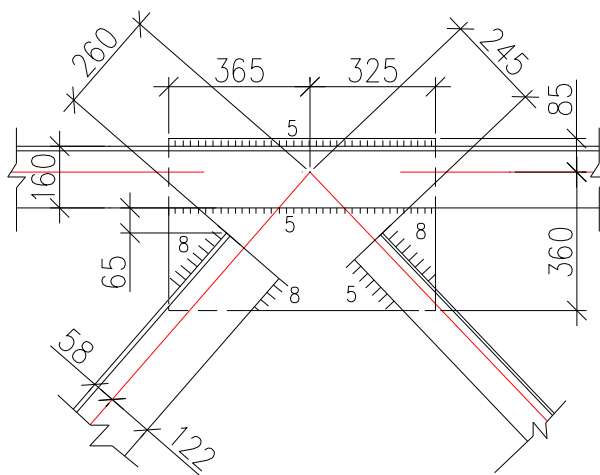


Рисунок 2.6 – Узел 1

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P1}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 694,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 24cM \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P1}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 694,9}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 19cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 21cM$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 694,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 12cM \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 694,9}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 9cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 11cM$$

Швы раскоса P₂:

$$k_f^{o\delta} = 8mm \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5mm \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 14 = 16,8mm \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 5mm \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5mm \\ (k_f^n)_{\max} &= t_L - 2 = 7 - 2 = 5mm \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P2}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1cM = \frac{0,7 \cdot 566,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 21cM \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P2}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1cM = \frac{0,7 \cdot 566,9}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 16cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 18cM$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1cM = \frac{0,3 \cdot 566,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 15cM \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1cM = \frac{0,3 \cdot 566,9}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 11cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 15cM$$

Швы, прикрепляющие пояс к фасонке:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,68 \cdot 877,8}{2 \cdot (73 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,3cM \\ (k_f^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,68 \cdot 877,8}{2 \cdot (73 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,2cM \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{o\delta} = 5mm$$

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^n)' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,32 \cdot 877,8}{2 \cdot (73 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,15cM \\ (k_f^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,32 \cdot 877,8}{2 \cdot (73 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,1cM \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^n = 5mm$$

Узел 2:

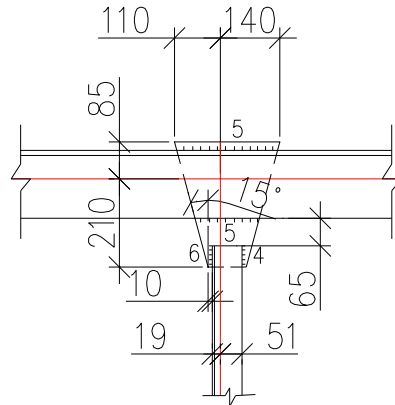


Рисунок 2.7 – Узел 2

Швы стоек С1, С2:

$$k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\delta})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 4 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\delta})' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{C1}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 91,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 5 \text{ см} \\ (l_w^{o\delta})'' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{C1}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 91,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 4 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\delta} = 5 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 91,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 4 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 91,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 3 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = l_w^{\min} = 5 \text{ см}$$

Узел 3:

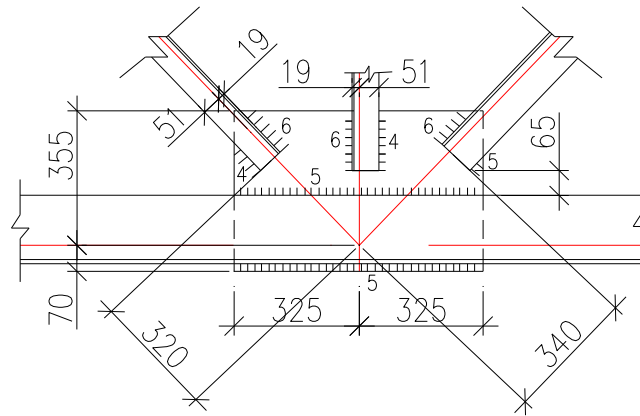


Рисунок 2.8 – Узел 3

Швы раскоса P4:

$$k_f^{o\bar{o}} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\bar{o}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\bar{o}})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 4 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\bar{o}})' = \frac{\alpha_{o\bar{o}} N_{P4}}{2\beta_f k_f^{o\bar{o}} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 320,0}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 16 \text{ см} \\ (l_w^{o\bar{o}})'' = \frac{\alpha_{o\bar{o}} N_{P4}}{2\beta_z k_f^{o\bar{o}} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 320,0}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 12 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\bar{o}} = 15 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{P4}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 320,0}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 11 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{P4}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 320,0}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 10 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 10 \text{ см}$$

Швы раскоса P5:

$$k_f^{o\bar{o}} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\bar{o}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\bar{o}})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

Швы накладки:

Примем толщину накладки $t_H \geq t_L, t_H = 11 \text{ мм}$.

Примем ширину накладки: $b_H \geq b_L, b_H = 180 \text{ мм}$.

Проверка узла изменения сечения на прочность:

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot N_{H1}}{t_{\phi} \cdot 2 \cdot b_L + 2 \cdot t_H \cdot b_H} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (2.17)$$

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot 484,6}{2(18 \cdot 1,4 + 1,1 \cdot 16)} = 6,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 24 \cdot 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \Rightarrow$$

условное сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_{\Gamma H} = \sigma_{\text{усл}}^{1-1} \cdot A_H = 6,2 \cdot 20 \cdot 1,1 = 136,4 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_{zn} - 2 = 11 - 2 = 9 \text{ мм}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Gamma H})' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{136,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 18,0} + 1 = 7 \text{ см} \\ (l_w^{\Gamma H})'' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{136,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 16,65} + 1 = 5 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Gamma H} = 6 \text{ см}$$

Швы фасонки для левых уголков:

$$N_{\text{фас}} = 935 \text{ кН} \left\{ \begin{aligned} N_{\text{фас}} &= \frac{1,2 N_{H1}}{2} = \frac{1,2 \cdot 484,6}{2} = 290,8 \text{ кН} \\ N_{\text{фас}} &= 1,2 \cdot N_{H1} - 2 \cdot N_{\Gamma H} = 1,2 \cdot 484,6 - 2 \cdot 136,4 = 308,7 \text{ кН} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 5 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= t_L - 2 = 7 - 2 = 5 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 308,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 15cM \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 308,7}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 12cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 14cM$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 308,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 8cM \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 308,7}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 6cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 8cM$$

Швы фасонки для правых уголков:

$$N_{\phi ac} = 1153,6кН \left\{ \begin{aligned} N_{\phi ac} &= \frac{1,2 N_{H2}}{2} = \frac{1,2 \cdot 1188,7}{2} = 713,2кН \\ N_{\phi ac} &= 1,2 \cdot N_{H2} - 2 \cdot N_{ГН} = 1,2 \cdot 1188,7 - 2 \cdot 136,4 = 1153,6кН \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{o\delta} = 8мм \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5мм \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8мм \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 6мм \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5мм \\ (k_f^n)_{\max} &= t_L - 2 = 12 - 2 = 10мм \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 1153,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 40cM \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1cM = \frac{0,68 \cdot 1153,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 30cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 36cM$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 1153,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 24cM \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1cM = \frac{0,32 \cdot 1153,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 18cM \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 24cM$$

Швы раскоса P₃:

$$k_f^{o\delta} = 8мм \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5мм \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8мм \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 9 - 2 = 7 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\delta})' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{P3}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 448,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 17 \text{ см} \\ (l_w^{o\delta})'' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{P3}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 448,1}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 13 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\delta} = 15 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{P3}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 448,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 10 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 448,1}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 8 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 10 \text{ см}$$

Узел 5:

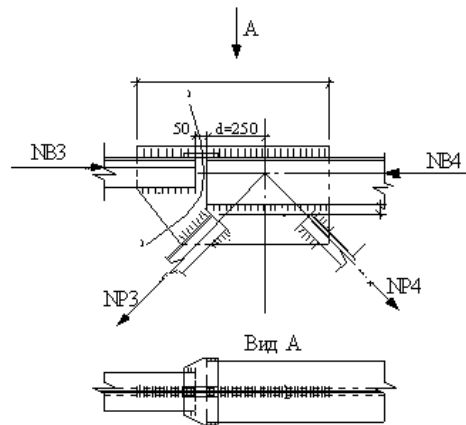


Рисунок 2.10 – Узел 5

Швы накладки:

Примем толщину накладки $t_H \geq t_L, t_H = 16 \text{ мм}$.

Примем ширину накладки: $b_H \geq b_L, b_H = 220 \text{ мм}$.

Проверка узла изменения сечения на прочность:

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot N_{B3}}{2 \cdot t_n \cdot b_{zn} + t_\phi \cdot 2 \cdot b'_{\text{уз}}} = \frac{1,2 \cdot 877,8}{2 \cdot 1,6 \cdot 22 + 1,4 \cdot 2 \cdot 20,0} = 8,49 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$N_{\text{гн}} = \sigma_{\text{усл}}^{1-1} \cdot A_n = 8,49 \cdot 20 \cdot 1,6 = 271,7 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_{zn} - 2 = 16 - 2 = 14 \text{ мм}$$

$$\begin{cases} (l_w^{GH})' = \frac{N_{GH}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{271,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 18,0} + 1 = 9 \text{ см} \\ (l_w^{GH})'' = \frac{N_{GH}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{271,7}{2 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{GH} = 10 \text{ см}$$

Швы фасонки для левых уголков:

$$N_{\phi ac} = 526,7 \text{ кН} \begin{cases} N_{\phi ac} = \frac{1,2 N_{B3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 877,8}{2} = 526,7 \text{ кН} \\ N_{\phi ac} = 1,2 \cdot N_{B3} - 2 \cdot N_{GH} = 1,2 \cdot 877,8 - 2 \cdot 271,7 = 510,0 \text{ кН} \end{cases}$$

$$k_f^{o\phi} = 10 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\phi})' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 526,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 18,0} + 1 = 15 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 526,7}{2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,65} + 1 = 12 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\phi} = 13 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 526,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 9 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 526,7}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 10 \text{ см}$$

Швы фасонки для правых уголков:

$$N_{\phi ac} = 1168,4 \text{ кН} \begin{cases} N_{\phi ac} = \frac{1,2 N_{B4}}{2} = \frac{1,2 \cdot 1426,5}{2} = 855,9 \text{ кН} \\ N_{\phi ac} = 1,2 \cdot N_{B4} - 2 \cdot N_{GH} = 1,2 \cdot 1426,5 - 2 \cdot 271,7 = 1168,4 \text{ кН} \end{cases}$$

$$k_f^{o\phi} = 12 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 12 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 14 - 2 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\phi})' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 1168,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18,0} + 1 = 27 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 1168,4}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 20 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\phi} = 22 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 1168,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18,0} + 1 = 13 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 1168,4}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 10 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 12 \text{ см}$$

Узел 6:

При болтах М18:

$$d_{\text{отв}} = 20 \text{ мм}, a_1 = 1,5 \cdot d_{\text{отв}} = 30 \text{ мм}, b_\phi = 160 + 2 \cdot 30 = 220 \text{ мм}.$$

Длина швов между верхним поясом и фасонкой 100 мм, катет шва 4 мм.

Длина швов фланца к фасонке 200 мм, катет шва 4 мм.

Узел 7:

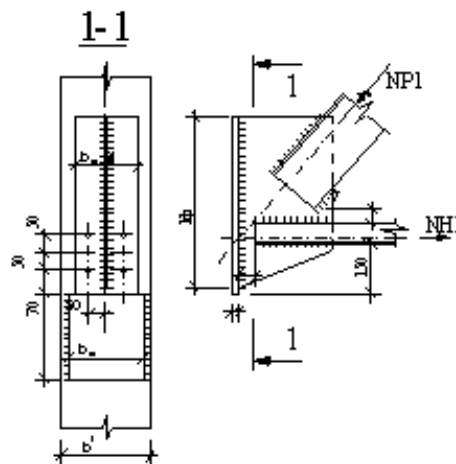


Рисунок 2.11 – Узел 7

ШВЫ Н1:

$$k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\delta})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 5 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 7 - 2 = 5 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\delta})' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{H1}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 484,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 23 \text{ см} \\ (l_w^{o\delta})'' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{H1}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 484,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 17 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\delta} = 20 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{H1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 484,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 13 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{H1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 484,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 9 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 13 \text{ см}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_n + q_{\text{сн}}}{2} \cdot L = \frac{13,68 + 16,8}{2} \cdot 36 = 316 \text{ кН};$$

Примем толщину фланца, $t_{\phi n} = 20 \text{ мм}$.

$$b_{\phi n}^{mp} = \frac{Q_{\max}}{t_{\phi} \cdot R_p} = \frac{316}{2,0 \cdot 36,1} = 4,4 \text{ см};$$

Примем ширину фланца: $b_{\phi n} \geq 180 \text{ мм}$, $b_{\phi n} = 180 \text{ мм}$.

Высота фланца: $h_{\phi ac} = 560 \text{ мм}$.

$$\begin{cases} (k_f)' = \frac{Q_{\max}}{2(h_{\phi ac} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{316}{2 \cdot (56 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,2 \text{ см} \\ (k_f)'' = \frac{Q_{\max}}{2(h_{\phi ac} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{316}{2 \cdot (56 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,17 \text{ см} \end{cases}$$

$$k_f^{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм}; k_f^{\min} = 7 \text{ мм}$$

Принимаем $k_f = 7 \text{ мм}$ для пера и для обушка пояса.

Узел 8:

Вертикальная накладка: $t_{\text{вн}} = t_{\phi} = 14 \text{ мм}$; $b_{\text{вн}} = 180 \text{ мм}$; $l_{\text{вн}} = 250 \text{ мм}$.

Горизонтальная накладка: $t_{ГН} \geq t_{уг}^{B6} = 16 \text{ мм}$; $b_{ГН} \geq b_{уг}^{B6} = 200 \text{ мм}$.

Проверка узла изменения сечения на прочность:

$$\sigma_{\text{усл.}}^{1-1} = \frac{N_{B6}}{t_{\phi} \cdot 2 \cdot b_L'' + 2 \cdot t_H \cdot b_H} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (2.18)$$

$$\sigma_{\text{усл.}}^{1-1} = \frac{1591,1}{1,4 \cdot 2 \cdot 20 + 2 \cdot 1,6 \cdot 20} = 13,3 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 24 \cdot 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \Rightarrow$$

условное сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_{ГН} = \sigma_{\text{усл.}}^{1-1} \cdot t_H \cdot b_H = 13,3 \cdot 1,6 \cdot 20 = 425,6 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_{\text{эн}} - 2 = 16 - 2 = 14 \text{ мм}.$$

$$\begin{cases} (l_w^{ГН})' = \frac{N_{ГН}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{425,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 18,0} + 1 = 13 \text{ см} \\ (l_w^{ГН})'' = \frac{N_{ГН}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{425,6}{2 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 16,65} + 1 = 10 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{ГН} = 15 \text{ см}$$

Фасонка:

$$N_{\phi} = 1,2 N_{B6} - 2 N_{\text{эн}} = 1,2 \cdot 1591,1 - 2 \cdot 425,6 = 1058,1 \text{ кН}$$

$$N_{\phi} = \frac{1,2 N_{B6}}{2} = \frac{1,2 \cdot 1591,1}{2} = 954,7 \text{ кН}$$

$$N_{\phi}^{\text{max}} = 1058,1 \text{ кН}.$$

Швы прикрепления вертикальной накладки к фасонке:

$$\begin{cases} (k_f)' = \frac{N_{\phi}^{\text{max}}}{2(l_{\text{ен}} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{1058,1}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 1,7 \text{ см} \\ (k_w)'' = \frac{N_{\phi}^{\text{max}}}{2(l_{\text{ен}} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{1058,1}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 1,32 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow k_f = 12 \text{ мм}$$

Прикрепление уголков верхнего пояса к фасонке:

$$k_f^{o\phi} = 12 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 12 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 14 - 2 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\phi})' = \frac{\alpha_{o\phi} N_\phi^{\max}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 1058,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18,0} + 1 = 25 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' = \frac{\alpha_{o\phi} N_\phi^{\max}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 1058,1}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 19 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\phi} = 20 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_\phi^{\max}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 1058,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18,0} + 1 = 12 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_\phi^{\max}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 1058,1}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 9 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 12 \text{ см}$$

ШВЫ СЗ:

$$k_f^{o\phi} = 5 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_L = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \end{cases},$$

$$k_f^n = 5 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 4 \text{ мм} \end{cases}$$

$$l_w^{o\phi} = 8 \text{ см} , \quad l_w^n = 8 \text{ см} .$$

Узел 9:

Вертикальная накладка: $t_{\text{BH}} = t_\phi = 14 \text{ мм}$; $b_{\text{BH}} = 180 \text{ мм}$; $l_{\text{BH}} = 250 \text{ мм}$.

Горизонтальная накладка: $t_{\text{ГН}} \geq t_{\text{ГГ}}^{\text{H3}} = 12 \text{ мм}$; $b_{\text{ГН}} \geq b_{\text{ГГ}}^{\text{H3}} = 180 \text{ мм}$.

$$\sigma_{\text{ycl}}^{1-1} = \frac{1,2 N_{\text{H3}}}{2t_{\text{ZH}} \cdot b_{\text{BH}} + t_\phi 2b_{\text{Y2}}^{\text{H3}}} = \frac{1,2 \cdot 1527,0}{2 \cdot 1,2 \cdot 18 + 1,4 \cdot 2 \cdot 18} = 20,16 \text{ кН} / \text{см}^2 \leq R_y \cdot \gamma_c = 24 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$N_{\text{ZH}} = \sigma_{\text{ycl}}^{1-1} (b_{\text{ZH}} \cdot t_{\text{ZH}}) = 20,16 \cdot 18 \cdot 1,2 = 435,5 \text{ кН}$$

$$K_f \approx 0,8 \cdot t_{\text{ZH}} = 0,8 \cdot 12 = 10 \text{ мм} .$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{GH})' &= \frac{N_{GH}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{435,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 18,0} + 1 = 18 \text{ см} \\ (l_w^{GH})'' &= \frac{N_{GH}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{435,5}{2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,65} + 1 = 14 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{GH} = 20 \text{ см}$$

Фасонка:

$$N_\phi = 1,2N_{H3} - 2N_{zH} = 1,2 \cdot 1527,0 - 2 \cdot 435,5 = 961,4 \text{ кН}$$

$$N_\phi = \frac{1,2N_{H3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 1527,0}{2} = 916,2 \text{ кН}$$

$$N_\phi^{\max} = 961,4 \text{ кН.}$$

Швы прикрепления вертикальной накладки к фасонке:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f)' &= \frac{N_\phi^{\max}}{2(l_{6H} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{916,2}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 1,5 \text{ см} \\ (k_w)'' &= \frac{N_\omega^{B5}}{2(l_{6H} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{916,2}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 1,1 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f = 10 \text{ мм}$$

Прикрепление уголков нижнего пояса к фасонке:

$$k_f^{o\phi} = 10 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\phi})_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} &= 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 8 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= t_L - 2 = 12 - 2 = 10 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\phi})' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_\phi^{\max}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 916,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 18,0} + 1 = 26 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_\phi^{\max}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 916,2}{2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,65} + 1 = 20 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\phi} = 30 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_\phi^{\max}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 916,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 15 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_\phi^{\max}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 916,2}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 11 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 17 \text{ см}$$

ШВЫ Р6:

$$k_f^{o\delta} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{o\delta})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} = 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 14 = 16,8\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 4\text{мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 4\text{мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 5\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\delta})' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{P6}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 82,3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 6\text{см} \\ (l_w^{o\delta})'' = \frac{\alpha_{o\delta} N_{P6}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 82,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 4,5\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\delta} = 6\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{P5}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 82,3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 3,4\text{см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{P5}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 82,3}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 3\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = 4\text{см}$$

3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

3.1 Область применения

Технологическая карта составлена на монтаж ферм, прогонов и настила при строительстве цеха по производству стальных магистральных труб.

3.2 Организация и технология выполнения работ

3.2.1 Требования законченности подготовительных работ

Перед началом установки металлических конструкций покрытия:

– должны быть надежно закреплены все металлические колонны и связи;

– рабочее место должно быть обеспечено монтажным оборудованием, приспособлениями и инструментом.

3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий

Таблица 3.1– Ведомость объемов работ на монтаж конструкций покрытия

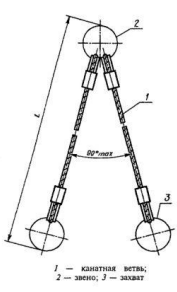
№ п/п	Наименов. работ	Един. измерен.	Объем
1	Монтаж металлических ферм	1 элемент	11
2	Монтаж связей по покрытию	1 элемент	83
3	Монтаж прогонов	1 элемент	130
4	Установка профилированного настила	м ²	4320
5	Электродуговая сварка стыков	м	10,2
6	Установка болтов	шт.	680
7	Антикоррозийная обработка	1стык	614

Таблица 3.2–Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

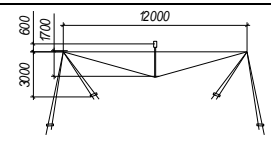
№ п/п	Вид работ			Материальные ресурсы			
	Наименов. работ	Един. измер.	Колич.	Наименов.	Един. измер.	Вес единицы.	Потреб.на весь объем работ
1	Монтаж стропильных ферм	шт.	11	уголок 160x100x10 уголок 200x125x16 уголок 180x110x10, уголок 160x12, уголок 80x7, уголок 90x7, уголок 125x9, уголок 70x6, уголок 70x5, уголок 100x7, уголок 50x5	шт т	1 2,84	11 31,24
2	Монтаж связей	шт.	83	уголок 125x9	шт т	1 0,04	83 3,32
3	Монтаж прогонов	шт.	130	швелер 24	шт т	1 0,3	130 39,0
4	Установка профилированного настила	м ²	4320	профлист Н75-750-0,8	м ² т	1 0,0098	4320 42,34

3.3 Выбор машин, механизмов, оборудования

Таблица 3.3 – Грузозахватные приспособления

№ п/п	Наименование монтируемого элемента	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства	Эскиз с размерами, мм	Характерист.		Выс. строповки, h _{ст} , м
					Грузоподъемность, т	Масса, т	
1	Прогон, связи	0,3	Строп двухветвевой 2СК-2,0 ГОСТ 25573-82*		2	0,04	9,0

Продолжение таблицы 3.3

2	Ферма	2,84	Траверса ПИ Промстальконст рукция, 15946Р-11		5	0,75	3,6
---	-------	------	--	--	---	------	-----

Расчет длины веток стропы:

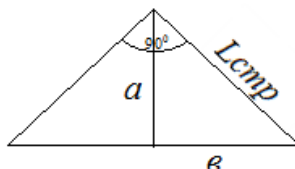


Рисунок 3.1 – К расчету длины стропы

$$L_{стрп} = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{4,3^2 + 4,3^2} = 6,1 м \Rightarrow \text{принимаем длину веток } 11,0 м.$$

$$\text{Высота строповки: } H_{стрп} = \sqrt{L_{стрп}^2 - a^2} = \sqrt{11,0^2 - 4,3^2} = 10 м.$$

Выбор монтажного крана.

Высота подъема крюка:

$$H_{к} = h_0 + h_з + h_{эл} + h_{см} + h_n \quad (3.1)$$

где h_0 - превышение места установки над уровнем стоянки крана

$$h_0 = 0,15 + 14,4 = 14,6 м;$$

$$H_{к} = 14,6 + 0,5 + 3,4 + 3,6 + 1,5 = 23,6 м$$

Оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту:

$$tg \alpha = \frac{2(h_{см} + h_n)}{b_1 + 2S} \quad (3.2)$$

$$tg \alpha = \frac{2 \cdot (3,6 + 2)}{0,5 + 2 \cdot 1,5} = 4,114; \alpha = 76^\circ$$

Длина стрелы:

$$L_c = \frac{H_k + h_n - h_c}{\sin \alpha} \quad (3.3)$$

где h_c - это промежуток от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана.

$$L_c = \frac{23,6 + 2 - 1,5}{0,972} = 25,3 м$$

Вылет крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d \quad (3.4)$$

где d – промежуток от оси вращения крана до оси закрепления стрелы

$$L_k = 25,3 \cdot 0,242 + 1,5 = 7,62 м$$

Когда ведется монтаж крайних прогонов со стоянки крана, нужно поворачивать стрелу в горизонтальной плоскости.

Уклон поворота стрелы в горизонтальной плоскости:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{D}{L_k} \quad (3.5)$$

где D – горизонтальная проекция отрезка от оси пролета здания до центра тяжести монтируемого элемента»

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{17,5}{7,62} = 2,297 \quad \varphi = 66^\circ$$

Проекция на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении:

$$L_{c,\varphi} = \frac{L_k}{\cos \varphi} - d; \quad (3.6)$$

$$L_{c,\varphi} = \frac{7,62}{0,399} - 1,5 = 17,6 м.$$

Наклон стрелы крана в повернутом положении:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\varphi} = \frac{H_{\kappa} - h_c + h_n}{L_{c,\varphi}} \quad (3.7)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\varphi} = \frac{23,6 - 1,5 + 2}{17,6} = 1,369,$$

Меньшая длина стрелы крана при монтаже прогона:

$$L_{c,\varphi} = \frac{L_{c\phi}}{\cos \alpha_{\varphi}} \quad (3.8)$$

$$L_{c,\varphi} = \frac{17,6}{0,59} = 23,8 \text{ м.}$$

Длина вылета крюка в повернутом положении:

$$L_{\kappa\phi} = L_{c\varphi} + d, \text{ м} \quad (3.9)$$

$$L_{\kappa\phi} = 23,8 + 1,5 = 25,3 \text{ м.}$$

Грузоподъемность: $Q_{\kappa} \geq Q_{\text{э}} + Q_{\text{зр}}$

где $Q_{\text{э}}$ - масса монтируемого элемента, т;

$Q_{\text{зр}}$ - это вес грузозахватного устройства, т.

$Q_{\kappa} = 2,84 + 1,75 = 4,59 \text{ т}$, $Q_{\text{расч}} = 1,2 \cdot 4,59 = 5,15 \text{ т}$ - с отношением запаса 20%.

Подбираем гусеничный кран ДЭК-251 с длиной стрелы 22,75 м с гуськом.

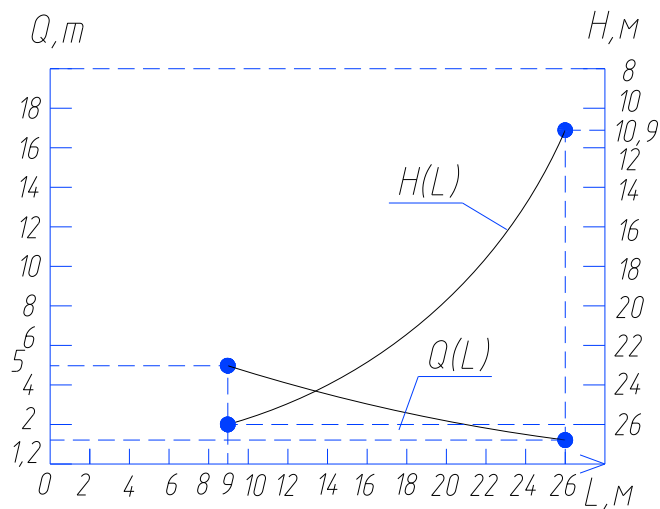


Рисунок 3.1 – Грузозахватные характеристики крана

Таблица 3.4 – Технические параметры монтажного крана ДЭК-251 с гуськом:

Монтируемый элемент	Масса монтажа, Q, т	Высота подъема кр. Н, м		Вылет стр. L _к , м		Длина стр. L _с , м	Грузоподъем., т	
		H _{max}	H _{min}	L _{min}	L _{max}		Q _{max}	Q _{min}
Ферма	2,84	26,0	12,9	9,0	26,0	22,75	5,0	1,2

Необходимые механизмы для строительных работ представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Машины и технологическое оборудование

№ п/п	Наименов.	Тип или марка	Параметры	Кол.
1	Гусеничный кран	ДЭК-251	Скорость передвижения 1км/ч; Мощность двигателя 85,5 кВт; Габаритные размеры: 4760 x 6680 x 4300мм	1шт
2	Сварочный аппарат	MT-1607		1шт

Материально-технические ресурсы приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Потребность в оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях

№ п.п.	Наименов.	Марка и параметры	Един. измер	Колич.	Примеч.
1	Двухветвевой строп	2 СК-2,0	шт.	1	Строповка прогонов
2	Траверса	ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11	шт.	1	Строповка ферм
3	Отвес стальной	ГОСТ 7948-80	шт.	2	Проверка вертикальности конструкции
4	Лестница приставная с площадкой	L=13,5м	шт.	2	Осуществление работ на высоте
5	Щетка стальная	ГОСТ 10112-2001	шт.	2	Очистка поверхности
6	Рулетка стальная	РС-20	шт.	2	Измерение
7	Кувалда	ГОСТ 11401-75	шт.	2	
8	Лом	ГОСТ 2310-77*	шт	2	
9	Теодолит	НА-1	шт.	2	Выверка и разметка осей
10	Расчалка инвентарная	ТТ-4	шт.	2	

Продолжение таблицы 3.6

11	Молоток кирочка стальной	ГОСТ 11042-90	шт.	2	
12	Двусторонний гаечный ключ	ГОСТ 2839-80	шт.	2	Установка болтов
13	Строит. каска	ГОСТ 12.4.087- 84	шт.		Защита
14	Предохр. пояс	ГОСТ Р 50849- 96	шт.		Обесп. безопасности
15	Защит. очки	ГОСТ 12.4.011- 89	шт.		Защита

3.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени

«Трудоемкость работ:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{ep}}{8,0}, \text{ чел.} - \text{дн. (маш.} - \text{см.)} \quad (3.11)$$

где V – объем работ;

H_{ep} – объем времени (чел.-час, маш.-час);

8,0 – протяженность смены, час [13]».

$$T_1 = \frac{11 \cdot 2,9}{8,0} = 3,99 \text{ чел.} - \text{дн.}; \quad T_2 = \frac{83 \cdot 0,64}{8,0} = 6,64 \text{ чел.} - \text{дн.}; \quad T_3 = \frac{130 \cdot 0,3}{8,0} = 4,884 \text{ чел.} - \text{дн.};$$

$$T_4 = \frac{43,2 \cdot 10,5}{8,0} = 56,7 \text{ чел.} - \text{дн.}; \quad T_5 = \frac{10,2 \cdot 0,18}{8,0} = 0,23 \text{ чел.} - \text{дн.};$$

$$T_6 = \frac{6,8 \cdot 11,5}{8,0} = 9,78 \text{ чел.} - \text{дн.}; \quad T_7 = \frac{61,4 \cdot 0,64}{8,0} = 4,91 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

$$T_1 = \frac{11 \cdot 0,58}{8,0} = 0,8 \text{ чел.} - \text{см.}; \quad T_3 = \frac{130 \cdot 0,1}{8,0} = 1,63 \text{ чел.} - \text{см.}; \quad T_4 = \frac{43,2 \cdot 0,03}{8,0} = 0,16 \text{ чел.} - \text{см.}$$

Таблица 3.7 – Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Выполняемые процессы	Обоснован.	Един. измер.	Объем раб.	Норма врем. на един. измер.		Затр. труда	
					чел.- час	маш.- час	чел.- час	маш.- час
1	Установка ферм металлических	Е5-1-6	элемент	11	2,9	0,58	31,9	6,38
2	Установка связей	Е5-1-6	элемент	83	0,64	0,21	53,12	17,43

Продолжение таблицы 3.7

3	Монтаж прогонов	Е5-1-6	элемент	130	0,3	0,1	39,0	13,0
4	Установка профилированного настила отдельными листами	Е5-1-20	100 м ²	43,2	10,5	0,03	453,6	1,3
5	Электродуговая сварка стыков	Е22-1-1	м	10,2	0,18	-	1,84	-
6	Установка болтов	Е5-1-19	100 шт.	6,8	11,5	-	78,2	-
7	Антикоррозийная обработка	Е4-1-25	10 стык	61,4	0,64	-	39,3	-

3.5 График производства работ

Продолжительность выполнения работы:

$$P = \frac{T_p}{n \cdot k} \text{ дни,} \quad (3.12)$$

где T_p – трудозатраты (чел.-дни); n – количество рабочих в звене;

k – сменность.

$$P_1 = \frac{3,99}{5 \cdot 2} = 0,4 \text{ дня; } P_2 = \frac{6,64}{3 \cdot 2} = 1,1 \text{ дня; } P_3 = \frac{4,88}{3 \cdot 2} = 0,8 \text{ дня; } P_4 = \frac{56,7}{3 \cdot 2} = 9,5 \text{ дня;}$$

$$P_5 = \frac{0,23}{2 \cdot 1} = 0,1 \text{ дня; } P_6 = \frac{9,78}{2 \cdot 1} = 5 \text{ дней; } P_7 = \frac{4,91}{2 \cdot 1} = 2,5 \text{ дня.}$$

3.6 Методы и последовательность производства работ по монтажу ферм, прогонов и настила

Монтаж ферм, прогонов и настила покрытия осуществляют комплексным методом в едином потоке. Работы выполняются краном ДЭК-251 в две смены.

Необходимые конструкции доставляются на объект. Затем производится разгрузка при помощи крана, и раскладка в зоне, где ведутся монтажные работы.

На стенде производят сборку полуферм. Перед подъемом фермы наносятся риски. После двое монтажников осуществляют строповку фермы и прикрепляют оттяжки. Третий монтажник прикрепляет за захваты стропы траверсы и дает сигнал машинисту крана, натянуть стопы. При этом проверяется правильность положения крюков и захватов. После поднятую

ферму опускают над местом установки не больше чем на 30 сантиметров выше проектного положения. Далее стропальщики наводят его на место монтажа. Производится крепление фермы при помощи болтов, затем после выверки осуществляется расстроповка.

Установка горизонтальных связей выполняется с площадок передвижных, монтаж производится без укрупнения, поэлементно.

Установка прогонов выполняется сразу же после монтажа ферм ячейки. Строповку прогонов осуществляют двухветвевым стропом. Детали опорных узлов сваривают только после окончательной выверки конструкций в данной ячейке.

Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций.

Антикоррозийная защита стыков выполняется в следующей технологической последовательности:

- подготовка защищаемой поверхности под защитное покрытие;
- нанесение грунтовки;
- нанесение защитного покрытия;
- сушка покрытия.

Профилированный настил в виде листов укладывают по прогонам и крепят к ним комбинированными заклепками. Подают листы на кровлю в пачках при помощи монтажного крана.

3.7 Требования к качеству и приемке работ

Данная работа выполнялась в соответствии с действующими нормативными документами (СП, ГОСТ).

Таблица 3.8 – Операционный контроль качества работ

№	Наименов. контролируемых операций	Контроль качества выполняемых операций			
		Состав	Способ	Период	Прив. Служ.
1	Подгот. работы	Правильность склад. констр. Имеются паспорта и сертификаты качества. Комплектность констр. Соответствие элементов констр. проекту. Наличие внешних дефектов.	Визуально. Измерительный	До начала работ	
2	Подготовка мест установки	Отметка операемой площади колонны. Намечание разбивочных осей, риск на опорные площадки колонн.	Измерительный	До начала работ	Геодез.
3	Укрупнительная сборка	Технология сборки строго по проекту производства работ. Смещение элементов фермы в опорных узлах. Соответствие размеров ферм проекту. Качество сварных швов.	Измерительный	В процессе работ	Геодез.
4	Установка ферм	Прав. и надеж. строповки и врем. крепления согласно производству работ. Вертикальность установки полуферм. Расстояние между осями ферм. Смещение нижнего пояса в стыковочном узле.	Визуально. Измерительный	В процессе работ	Геодезическая
5	Установка настила	Точность установки	Визуально. Измерительный	В процессе работ	

3.8 Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность

3.8.1 Безопасность труда

К работам по монтажу допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие профессиональные навыки для работы монтажниками и не имеющие противопоказаний по полу по выполняемой работе. Перед допуском к самостоятельной работе должны пройти медицинские осмотры для признания годными к выполнению работ в порядке, установленном Минздравом России.

В начале работ, монтажники обязаны пройти инструктаж на рабочем месте с учетом специфики выполняемых работ.

«В процессе монтажа конструкций монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания.

Перед установкой конструкции в проектное положение монтажники обязаны:

а) осмотреть место установки конструкции и проверить наличие разбивочных и геометрических осей на опорной поверхности;

б) приготовить необходимую оснастку для ее проектного или временного закрепления;

в) проверить отсутствие людей внизу непосредственно под местом монтажа конструкции. Запрещается нахождение людей под монтируемыми элементами до установки их в проектное положение и окончательного закрепления.

Временное крепление монтируемых конструкций разрешается снимать только после их постоянного закрепления в соответствии с требованиями проекта.

По окончании работы монтажники обязаны:

а) сложить в отведенное для хранения место технологическую оснастку и средства защиты работающих;

б) очистить от отходов строительных материалов и монтируемых конструкций рабочее место и привести его в порядок;

в) сообщить руководителю или бригадиру о всех неполадках, возникших в процессе работы.

3.8.2 Пожарная безопасность

Правила пожарной безопасности регламентируются ПБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» и ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Работникам необходимо пройти инструктаж по противопожарной безопасности.

К строящимся объектам площадки необходимо обеспечить свободный проезд машин. В случае возникновения пожара, вызвать пожарную службу, до их приезда приступить к тушению средствами, имеющимися на площадке. В случае угрозы жизни работников, необходимо выполнить эвакуацию со стройплощадки.

3.8.3 Экологическая безопасность

Указание экологической безопасности регламентируются ФЗ-7 «Об охране окружающей среды».

Все машины и механизмы, находящиеся на площадке, должны обслуживаться только в специально отведенных для этого зонах, а при выезде с площадки производить мойку колес.

Необходимо вывозить со строительной площадки строительный мусор и отходы, которые следует складировать только в специально предназначенных для этого контейнерах.

3.9 Техничко-экономические показатели

Общая трудоемкость работ $T_{\text{общ}}=87,12$ чел.-дн. (смотри табл. 3.7).

Затраты машинного времени $T_{\text{м}}=38,11$ маш.-см. (смотри табл. 3.7).

Максимальное количество рабочих $R_{\text{max}}=18$ чел. (смотри лист 6 графическая часть).

Продолжительность работ по графику $\Pi=15$ дней.

Среднее количество рабочих:

$$R_{\text{cp}} = \frac{T_{\text{общ}}}{\Pi} \quad (3.13)$$

$$R_{\text{cp}} = \frac{87,12 \text{ чел.} - \text{дн.}}{15 \text{ дн.}} = 6 \text{ чел.}$$

Выработка на одного рабочего в смену:

$$B = \frac{\sum V}{T_{\text{общ}}} \quad (3.14)$$

$$B = \frac{115,91m}{87,12 \text{ чел.} - \text{дн.}} = 1,3m / \text{чел.} - \text{см.}$$

Затраты труда на единицу объема работ:

$$z_{mp} = \frac{1}{B}$$

(3.15)

$$z_{mp} = \frac{1}{1,3} = 0,75 \text{ чел.} - \text{см.} / m.$$

4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

4.1 Определение объемов работ

При осуществлении строительства на основании договора застройщик (заказчик) и лицо, осуществляющее строительство при осуществлении строительства на основании договора, не позднее чем через месяц составляют акт о приемке выполненной части объекта с описанием состояния объекта, указанием объемов и стоимости выполненных работ, ведомость примененных (смонтированных) на объекте оборудования, материалов и конструкций, ведомость неиспользованных и подлежащих хранению оборудования, материалов и конструкций, перечень работ, необходимых для сохранности объекта и неиспользованных оборудования, материалов и конструкций.

Таблица 4.1– Ведомость объемов на общестроительные работы

№ п.п	Наименов. работ	Един. измер.	Колич.	Расчет объемов работ
Фундаменты				
1	Устройство бетон. подгот.	1м ³	12,45	$V_{б.п.} = l_{б.п.} \cdot h \cdot a_{б.п.} = 1,6 \cdot 0,1 \cdot 2,9 \cdot 22 \text{шт} + 1,6 \cdot 0,1 \cdot 1,4 \cdot 10 \text{шт.} = 12,45 \text{ м}^3$
2	Устройство монолитных фундаментов	м ³	61,28	$V_{ст.фун.} = 2,39 \cdot 22 + 0,87 \cdot 10 = 61,28 \text{ м}^3$
3	Установка фунд. балок	шт.	32	По проект. данным
4	Гидроизоляция	100м ²	2,42	По проект. данным
Надземная часть				
5	Устан. металлич. колонн	эл-т	32	Колонны К1 - 22шт.; К2 – 10шт.
6	Устан. подкран. балок	эл-т	20	Балки подкрановые металлические ПБ1-16шт.; ПБ2 – 4шт.
7	Укладка подкр. рельсов	м	240	Подкрановый рельс Кр-80 -240м
8	Устан. ферм	эл-т	11	Фермы металлич. Ф1 -11шт.
9	Монтаж связей по покрытию	эл-т	83	ГС1 -46шт.; ГС2 -25шт.; ВС5 -12шт.
10	Монтаж мет. прогонов	эл-т	130	[24 – 130шт.
11	Устан.стальн. профнаст.	100 м ²	43,2	$F_n = F_{кровли} = a \cdot b = 120 \cdot 36 = 4320 \text{ м}^2$
12	Кирпичная кладка цоколя	м ³	119,76	$V_{кл.} = L_{клр.} \cdot b \cdot h_{кл.} = 312 \cdot 0,38 \cdot 1,2 = 119,8 \text{ м}^3$

Продолжение таблицы 4.1

13	Монтаж стеновых панелей типа «Сэндвич»	эл-т	230	По проект. Данным
14	Устройство перегородок кирпичных толщиной в ½ кирпича, глухих	1 м ²	64	По проект. данным
15	Укладка перемычек массой до 0,5 т.	шт.	2	1ПБ10-3п-2 шт.
Кровля				
16	Устройство пароизоляции кровли из пленки ПВХ	100 м ²	43,2	см. п.11
17	Укладка теплоизоляционных плит толщиной 100мм	100 м ²	43,2	см. п.11
18	Устройство ц.п. стяжки толщиной 30мм	100 м ²	43,2	см. п.11
19	Устр. гидроизоляции в 2 слоя	100 м ²	43,2	см. п.11

4.2 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Таблица 4.2 – Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

№	Работы			Материальные ресурсы			
	Наименов.	Един. измер	Кол.	Наименов.	Ед. изм	Вес единицы	Потреб.на весь объем работ
1	Установка колонн	шт.	32	Колонны металлические	шт/т	1/3,07	32/91,0
2	Установка подкрановых балок	шт.	20	Балки подкрановые ПБ1-16шт.; ПБ2 – 4шт.	шт/т	1/3,125	20/6,25
3	Укладка подкрановых рельсов	м	240	Подкрановый рельс Кр-80 -240м	м/т	1/0,351	240/84,24
4	Монтаж стропильных ферм	шт.	11	Фермы металлические	шт/т	1/2,8	11/31,0
5	Устан. связей	шт.	83	└ 125x10	шт/т	1/0,041	83/3,3
6	Устан. прогонов	шт.	130	[24	шт/т	1/0,3	130/39,0
7	Установка профилированного настила	м ²	4320	Профлист Н75-750-0,8	м ² /т	1/0,0098	4320/42,34

Продолжение таблицы 4.2

8	Кирпичная кладка цоколя, устройство перегородок	м ³	127,4	Кирпич керамический М100	м ³ /т	1/1,8	127,4/229,4
9	Монтаж стеновых панелей	шт.	230	Панель стеновая	шт/т	1/0,2	230/46,0
10	Устр. пароизол. кровли	м ²	4321	Пленка ПВХ m=10кг, 10м ²	рул./т	1/0,01	430/5,4
11	Устр. теплоизол. кровли	м ³	430	Rockwool РУФ БАТТС толщ. 100мм $\gamma = 400 \frac{кг}{м^3}$	м ³ /т	1/0,4	430/172,8
12	Устройство ц.п. стяжки кровли	м ³	129,6	Цементно-песчаный раствор $\delta=30$ мм, $\gamma=1800$ кг/м ³	м ³ /т	1/1,8	129,6/233,28
13	Устр. гидроиз. кровли	м ²	4321	ТЕХНОЭЛАСТ Рулон m=23кг 10м ²	рул./т	1/0,023	432/9,072

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

Ведомость грузозахватных приспособлений смотри таблицу 3.3.

Подбор стрелового самоходного крана смотри раздел 3 данной пояснительной записки.

Таблица 4.3 –Машины, механизмы и оборудование для производства работ

№ п/п	Наименов.	Тип, марка	Параметры	Назначение	Кол ич.
1	Кран на гусеничном ходу	ДЭК-251	Скорость 1км/ч; Двигатель мощностью 85,0 кВт; Габаритные размеры: 4760x6680x4300мм	Монтаж конструкций	1
2	Подъемник	ТП-12	Высота подъема 50м, Q=0,3т	Кровельные работы	1
3	Установка для раскатки и прикатки «Техноэласта»	СО-108		Кровельные работы	1
4	Компрессор передвижной	СО-7А		Кровельные работы	1
5	Автотранспорт	ЗиЛ-555		Перевозка груза	2
6	Сварочный аппарат	МТ-1607		Сварочные работы	1

4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

Трудоемкость работ находим по формуле 3.11 данной пояснительной записки.

Таблица 4.4 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

№ п.п.	Наименов. работ	Един. измер.	Обоснование § ЕНиР	Норма врем.		Трудоемкость			Всего		Профессиональный, квалиф. состав звена
				Чел-ч	Маш-ч	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	Чел-дн	Маш-см	
1	Устройство бетонной подготовки	м ³	Е4-1-54	1,6	-	12,45	0,2	-	2,5	-	Бетонщ. 3р-1, 2р-1
2	Устройство монолитных фундаментов	м ³	Е4-1-49	0,33	-	61,28	0,04	-	2,5	-	Бетонщ. 4р-1 чел, 2р-1 чел
3	Установка фундаментных балок	шт.	Е4-1-1	1,3	0,43	32	0,16	0,05	5,12	1,2	Монтаж. 4р-1, 3р-1, 2р-1, Машинист 6р-1
4	Гидроизоляция	100м ²	Е11-37	1,7	-	2,42	0,20	-	0,5	-	Изолировщик 4р-1, 2р-1
5	Монтаж колонн	1 элемент	Е5-1-8	3,5	0,7	32	0,45	0,09	14,4	2,9	Монтаж. 6р-1, 5р-1 4р-2, 3р-1, машинист 6р-1
6	Монтаж подкрановых балок	1 элемент	Е5-1-8	2,1	0,42	20	0,26	0,05	5,2	1,0	Монтаж. 6р-1, 5р-1, 4р-2, 3р-1, машинист 6р-1
7	Подъем и укладка подкрановых рельсов	м	Е5-1-13	0,71	0,18	240	0,09	0,02	21,6	5,3	Монтаж. 6р-1, 4р-2, 3р-1, машинист электролебедки 3р-1
8	Монтаж стропильных ферм	1 элемент	Е5-1-6	2,9	0,58	11	0,35	0,07	6,4	0,8	Монтаж. 6р -1, 4р-3, 3р-1, машинист 6р-1
9	Монтаж металлических связей	1 элемент	Е5-1-6	0,64	0,21	83	0,08	0,03	6,6	2,1	Монтаж. 5р-1, 4р-1, 3р-1, машинист 6р-1
10	Монтаж прогонов	1 элемент	Е5-1-6	0,64	0,21	130	0,08	0,03	10,4	3,9	Монтаж. 5р-1, 4р-1, 3р-1, машинист 6р-1

Продолжение таблицы 4.4

11	Установка профилированного настила	100м ²	E5-1-20	10,5	0,3	43,2	1,28	0,04	55,3	1,6	Монтаж. 4р-2чел. Монтаж. 3р-2чел. Маш. 6р-1чел
12	Кирпичная кладка цоколя	м ³	E3-3	4,3	-	119,76	0,52	-	62,8	-	Камен. 5р-3чел, 3р-3чел
13	Монтаж стеновых панелей типа «Сэндвич»	1 элемент	E5-1-23	1,54	0,3	230	0,19	0,04	43,7	8,4	Монтаж. 5р-1, 4р-2,3р-1, машинист 6р-1
14	Устройство армированных кирпичных перегородок толщиной в ½ кирпича	м ²	E3-12	0,86	-	64	0,1	-	6,4	-	Камен.4р-1, 2р-1
15	Монтаж железобетонных перемычек массой до 0,5т	шт.	E3-16	0,45	0,15	2	0,05	0,02	0,1	0,1	Камен. 4р-1, 3р-1,2р-1, машинист 5р-1
16	Устройство пароизоляции кровли из пленки ПВХ	100м ²	E 7-13	1,55	-	43,2	0,19	-	8,2	-	Кровельщик 2р-2
17	Укладка теплоизол. плит толщ. 100мм	100м ²	E7-14	7,1	-	43,2	0,87	-	37,4	-	Изолировщик 3р-2, 4р-2
18	Устройство цементно-песчаной стяжки кровли толщиной 30 мм	100м ²	E7-15-9	6,8	-	43,2	0,85	-	36,7	-	Изолировщик 3р-2, 4р-2
19	Устройство гидроизоляции в 2 слоя из «Техноэласта»	100м ²	E7-2	8,82	-	43,2	1,08	-	32,5	-	Кровельщик 4р-1, 3р-2
									362,1	27,3	
20	Прочие неучтенные работы		16%						57,9	-	Подсобный рабочий 1р-2
	Всего:								420,0	27,3	

4.5 Разработка календарного плана производства работ

Продолжительность выполнения работы определяется по формуле:

$$П = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (4.2)$$

где T_p - трудозатраты (чел-дни);

n - количество рабочих в звене;

k - сменность.

Коэффициент равномерности потока по числу рабочих:

$$\alpha = \frac{R_{cp}}{R_{max}} = \frac{6чел.}{11чел} = 0,55, \quad (4.3)$$

где R_{cp} - среднее число рабочих на объекте;

R_{max} - максимальное число рабочих на объекте.

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{П \cdot k} = \frac{420чел. \cdot дн.}{70дн. \cdot 1} = 6чел., \quad (4.4)$$

где $\sum T_p$ - суммарная трудоемкость работ, чел-дн.;

$П$ - продолжительность строительства по графику;

k - сменность.

Равномерность потока во времени:

$$\beta = \frac{П_{уст}}{П} = \frac{18дн}{70дн} = 0,3 \quad (4.5)$$

где $П_{уст}$ - период установившегося потока.

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Расчет и подбор временных зданий

Согласно графика движения рабочей силы $R_{\max} = 11 \text{ чел.}$, в том числе для промышленного строительства: $N_{\text{раб}} = 9 \text{ чел. (85\%)}$; $N_{\text{итр}} = 1 \text{ чел. (11\%)}$; $N_{\text{служ}} = 1 \text{ чел. (3,6\%)}$; $N_{\text{моп}} = 1 \text{ чел. (1,5\%)}$.

«Общее количество рабочих в сутки:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}} \quad [14] \quad (4.6)$$

$$N_{\text{общ}} = 9 + 1 + 1 + 1 = 12 \text{ чел.}$$

Расчетное количество работающих на стройплощадке:

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} \quad (4.7)$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot 12 = 13 \text{ чел.}$$

Таблица 4.7 – Ведомость временных зданий

№ п/п	Наименов. зданий	Числ. персонала	Норма площ.	$S_p, \text{ м}^2$	$S_f, \text{ м}^2$	АхВ, м	Колич. зданий	Характерист.
1	Проходная	-	-	-	6	2x3	2	-
2	Прорабская	3	3	9	18	6x3	1	ГОСС-П-3 передвиж.
3	Гардеробная	9	0,9	8,1	18	6x3	1	31315 контейнерный
4	Душевая	9	0,43	3,86	27	9x3	1	ГОССД-6 контейнер.
5	Комната для обогр., приема пищи и сушки спецодежды и отдыха	12	1,0	1,0	21,7	6,5x2,6	1	4078 – 100 - 00.000. СБ передвиж.
6	Туалет	12	0,07	0,84	25,0	8,7x2,9	1	ТСП-2-8000000 передвиж.
7	Медпункт	12	0,05	0,6	27,0	9x3	1	ГОСС-С-20 контейнер.
8	Мастерская	-	-	-	20,0	5x4	1	передвиж.

4.6.2 Расчет площадей складов

Запас материала на складе определяем по формуле 4.8:

$$Q_{зан} = \frac{Q_{общ}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.8)$$

Площадь для складирования данного вида ресурса:

$$F_{пол} = \frac{Q_{зан}}{q}, \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

где q - порядок складирования.

Общую площадь склада с учетом проездов и проходов:

$$F_{общ} = F_{пол} \cdot K_{исп}, \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

где $K_{исп}$ - коэффициент использования площади склада (коэффициент на проходы и проезды).

Ведомость потребности в складах смотри таблицу 4.8.

4.6.3 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

Вычисление количества прожекторов производим по формуле:

$$N = \frac{P_{y\partial} \cdot E \cdot S}{P_l} \quad (4.11)$$

где $P_{y\partial}$ – мощность, Вт/м²;

F – размер площадки, необходимый для освещения, м²;

E – освещаемость, лк;

P_l – энергия лампы прожектора, Вт.

$$N = \frac{P_{y\partial} \cdot E \cdot S}{P_l} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 20500}{1500} = 5,5$$

Получаем шесть прожекторов маркой ПЗС-45, с лампой мощностью 1500 Вт по плану площадки с высотой установки 22 метра.

Таблица 4.8 - Ведомость потребности в складах

Материальные ресурсы	Продолж. потреб., дни	Потреб. в ресурсах		Запас ресурсов		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		Всего	На сутки	Колич. дней	Колич. Q _{зап}	Нормативная на 1 м ²	Полезная F _{пол} , м ²	Общая F _{общ} , м ²	
Открытые склады									
Панели стенов.	13	1720 м ³	132,3 м ³	1	190 м ³ .	0,5-0,8 м ³	316	395	В вертикал. Полож.
								Σ= 395	
Навесы									
Техноэласт	8	130 рул.	16рул.	8	130 рул.	15рул.	8,85	12	На стеллажах
Утеплитель «Rockwool»	9,5	2,97т	0,31т	9,5	2,97т	0,6т	4,95	6	Штабель
Профнастил	7	24,42м ³	3,49м ³	7	24,42м ³	1,2-1,8 м ³	13,6	18	На стеллажах
								Σ=36	

4.7 Проектирование строительного генерального плана

Конструкций монтируются гусеничным краном ДЭК-251 с вылетом стрелы 22,75 м с гуськом. Склады материалов располагаются в зоне деятельности крана по вылету стрелы. В строительном генплане указаны:

- $R_{\max} = 26,0\text{м}$;
- $R_{\text{пер}} = R_{\max} = 26,0\text{м}$
- $R_{\text{оп}} = R_{\text{п.с.}} + 5 = 26,0 + 3,0 = 29,0\text{м}$.

4.8 Техничко-экономические показатели

Общая трудоемкость работ: $T_p = 420,0$ чел. – дней.

Общая трудоемкость работы машин: $T_{\text{маш}} = 27,3$ маш. – смен.

Общая площадь строительной площадки: $S_{\text{общ}} = 20500 \text{ м}^2$.

Общая площадь застройки: $S_{\text{застр}} = 4300,0 \text{ м}^2$.

Площадь временных зданий: $S_{\text{врем}} = 171,8 \text{ м}^2$.

Площадь складов:

- открытых: $S_{\text{откр}} = 48,0 \text{ м}^2$.
- навесов: $S_{\text{нав}} = 36 \text{ м}^2$.

Протяженность:

- временных дорог: $L_{\text{врем. дор}} = 435,0 \text{ м}$;
- водопровода: $L_{\text{вод}} = 51,0 \text{ м}$;
- канализации: $L_{\text{кан}} = 28,0 \text{ м}$;
- осветительной линии: $L_{\text{освет}} = 624,0 \text{ м}$.

Количество рабочих на объекте:

- максимальное: $R_{\max} = 11$;
- среднее: $R_{\text{ср}} = 6$;
- минимальное: $R_{\min} = 4$.

Коэффициент неравномерности потока равен: по числу рабочих:

$\alpha = 0,55$; по времени: $\beta = 0,3$. Продолжительность производства работ, $P_{\text{общ}} = 70$ дней.

5 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

5.1 Пояснительная записка к сметным расчетам по объекту:

«Цех по производству стальных магистральных труб»

Сметная документация составляется в определенной последовательности, переходя от мелких к более крупным элементам строительства, представляющим собой вид работ (затрат) – объект – пусковой комплекс – очередь строительства – строительство (стройка) в целом.

Для определения сметной стоимости строительства проектируемых предприятий, зданий, сооружений или их очередей составляется сметная документация, состоящая из локальных смет, локальных сметных расчетов, объектных смет, объектных сметных расчетов, сметных расчетов на отдельные виды затрат, сводных сметных расчетов стоимости строительства (ремонта), сводок затрат и др. Сметная стоимость – сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами. Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счет средств, предусмотренных сводным сметным расчетом.

Локальные сметы относятся к первичным сметным документам и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям или по общеплощадочным работам на основе объемов, определившихся при разработке рабочей документации (РД).

Локальные сметные расчеты составляются в случаях, когда объемы работ и размеры затрат окончательно не определены и подлежат уточнению на основании РД, или в случаях, когда объемы работ, характер и методы их выполнения не могут быть достаточно точно определены при проектировании и уточняются в процессе строительства.

Объектные сметы объединяют в своем составе на объект в целом данные из локальных смет и относятся к сметным документам, на основе которых формируются договорные цены на объекты.

Результаты вычислений и итоговые данные в сметной документации рекомендуется приводить следующим образом:

- в локальных сметных расчетах (сметах) построчные и итоговые цифры округляются до целых рублей;

- в объектных сметных расчетах (сметах) итоговые цифры из локальных сметных расчетов (смет) показываются в тысячах рублей (в текущем уровне цен) с округлением до двух знаков после запятой;

- в сводных сметных расчетах стоимости строительства или ремонта (сводках затрат) итоговые суммы из объектных сметных расчетов (смет) показываются в тысячах рублей с округлением до двух знаков после запятой.

Аналогично приводятся результаты вычислений и итоговые данные в расчетах стоимости строительства.

Базисно-индексный метод определения стоимости строительства основан на использовании системы текущих и прогнозных индексов по отношению к стоимости, определенной в базисном уровне цен.

Для пересчета базисной стоимости в текущие (прогнозные) цены могут применяться индексы:

- к статьям прямых затрат (на центр или по видам строительномонтажных работ);

– к итогам прямых затрат или полной сметной стоимости (по видам строительного-монтажных работ, а также по отраслям народного хозяйства).

Индекс состоит из целых чисел и двух знаков после запятой.

Локальные сметные расчеты (сметы) на отдельные виды строительных и монтажных работ, а также на стоимость оборудования составляются исходя из следующих данных:

- параметров зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов, принятых в проектных решениях;

- объемов работ, принятых из ведомостей строительных и монтажных работ и определяемых по проектным материалам;

- номенклатуры и количества оборудования, мебели и инвентаря, принятых из заказных спецификаций, ведомостей и других проектных материалов;

- действующих сметных нормативов и показателей на виды работ, конструктивные элементы, а также рыночных цен и тарифов на продукцию производственно-технического назначения и услуги.

Локальные сметные расчеты (сметы) составляются:

а) по зданиям и сооружениям:

на строительные работы, специальные строительные работы, внутренние санитарно-технические работы, внутреннее электроосвещение, электросиловые установки, на монтаж и приобретение технологического и других видов оборудования, контрольно-измерительных приборов (КИП) и автоматики, слаботочных устройств (связь, сигнализация и т.п.), приобретение приспособлений, мебели, инвентаря и др.;

б) по общеплощадочным работам:

на вертикальную планировку, устройство инженерных сетей, путей и дорог, благоустройство территории, малые архитектурные формы и др.

Стоимость, определяемая локальными сметными расчетами (сметами), может включать в себя прямые затраты, накладные расходы и сметную прибыль.

Прямые затраты учитывают стоимость ресурсов, необходимых для выполнения работ:

- материальных (материалов, изделий, конструкций, оборудования, мебели, инвентаря);
- технических (эксплуатации строительных машин и механизмов);
- трудовых (средства на оплату труда рабочих, а также машинистов, учитываемые в стоимости эксплуатации строительных машин и механизмов).

В составе прямых затрат отдельными строками берется разница в стоимости электроэнергии, получаемой от передвижных электростанций, по сравнению со стоимостью электроэнергии, отпускаемой энергосистемой России, и другие затраты.

Накладные расходы в локальной смете определяются от фонда оплаты труда (ФОТ) на основе:

- укрупненных нормативов по основным видам строительства, применяемых при составлении инвесторских сметных расчетов;
- нормативов накладных расходов по видам строительных, ремонтно-строительных, монтажных и пусконаладочных работ, применяемых при составлении локальных смет;
- индивидуальной нормы для конкретной подрядной организации.

Для определения норм накладных расходов в локальных сметах используются методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве.

Накладные расходы учитывают затраты строительного-монтажных организаций, связанные с созданием общих условий производства, его обслуживанием, организацией и управлением.

Сметная прибыль включает в себя сумму средств, необходимых для покрытия отдельных (общих) расходов строительного-монтажных организаций на развитие производства, социальной сферы и материальное стимулирование.

Начисление накладных расходов и сметной прибыли при составлении локальных сметных расчетов (смет) без деления на разделы производится в конце сметного расчета (сметы), за итогом прямых затрат, а при формировании по разделам – в конце каждого раздела и в целом по сметному расчету (смете).

В составе локальных сметных расчетов (смет) стоимость материальных ресурсов определяется исходя из данных о нормативной потребности материалов, изделий (деталей) и конструкций (в физических единицах измерения) и соответствующей цены на вид материального ресурса. Стоимость материальных ресурсов включается в состав сметной документации, независимо от того, кто их приобретал.

Размер сметной прибыли определяется от фонда оплаты труда (ФОТ) рабочих на основе:

- общеотраслевых нормативов, устанавливаемых для всех исполнителей работ, применяемых при составлении инвесторских сметных расчетов;
- нормативов по видам строительных и монтажных работ, применяемых при составлении локальных сметных расчетов (смет);
- индивидуальной нормы для конкретной подрядной организации (за исключением строек, финансируемых за счет средств федерального бюджета).

Стоимость строительства цеха составлена в соответствии со сметно-нормативной базой, утвержденной Минстроем России, в ценах 2018 года.

Основание для разработки сметной документации ведомостью объемов работ, необходимых для строительства объекта.

При составлении объектных смет (общестроительные работы, инженерные системы и благоустройство территории) и сводного сметного расчета использовались следующие документы:

- сборники укрупненных показателей стоимости строительства (УПСС- 1кв. 2018);
- справочник базовых цен на проектные работы в строительстве.

В последнюю очередь ССР, определяется налог на добавленную стоимость.

В расчетах сметной стоимости, учитывались лимитированные затраты:

- расходы на временные здания и сооружения по ГСН 81-05-01-2001;
- средства на непредвиденные работы и затраты - 3 %, согласно МДС81 – 35.2004.

Сметная стоимость строительства составляет – 272825,51 тыс. руб., в том числе НДС.

Сметная стоимость 1м^3 составляет – 3,51 тыс. руб.

Расчеты размещены в приложение А.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

6.1 Технологическая характеристика объекта

«Цех по производству стальных магистральных труб» г. Волгоград.

Рассматриваем технологический процесс монтажа металлических конструкций покрытия.

Технологический паспорт объекта представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологич. процесс	Технологич. операция, вид вып. работ	Должность работника, выполняющего технологич. процесс, операцию	Оборудов. устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Установка металлических ферм, прогонов, настила	Монтажные работы	Монтажник стальных конструкций, электросварщик	Кран гусеничный, строп, траверса, уровень строительный, лом стальной монтажный	Металлические фермы, прогоны, профилированный настил, болты, электроды

6.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологич. операция, вид вып. работ	Опас. и вред. производ. фактор	Источник опасного и вред. производ. фактора
1	Установка металлических ферм, прогонов, настила	Расположен. рабоч. места на высоте	Лестница с площадкой
		Вероятность падения груза	Монтажный кран
		Повыш. запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Пыль, выхлопные газы, искры
		Подвиж. части оборудования	Монтажный кран

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

На основании таблицы 6.2 подбираем средства индивидуальной защиты (смотри таблицу 6.3).

Таблица 6.3 – Метод и средства снижения воздействий опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опас. и вредн. производ. фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опас. и вред. производ. фактора	Средства индивид. защиты работника на основании приказа №132 от 02.06.2018г.
1	Повыш. уровень шума	Использов. средств индивид. защиты	Беруши
2	Падение с высоты, падение груза	Использов. защитных огражд., предупреждающих знаков, страховочной системы	Страховоч. система, строит. каска
3	Повыш. темпер. воздуха	Защита от повыш. температуры	Рукавицы с наладонниками
4	Повыш. или пониж. подвижность воздуха	Защита от подвижности воздуха	Очки защитные
5	Повыш. влажность воздуха	Защита от повышенной влажности	Костюм сигнал. антистатический

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Опасные факторы и класс пожара рассмотрены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборуд.	Класс пожара	Опас. факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех по производству стальных магистральных труб	Кран гусеничный, сварочный аппарат	Класс II	Пламя и искры, тепловой поток.	Осколки, части разруш. зданий, сооруж., технологич. установок, оборуд., агрегатов, изделий

6.4.2 Разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности

Средства пожарной безопасности смотри таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первич. средства пожаротуш.	Установки пожаротуш.	Пожар. оборудование	Средства индивид. защиты и спасения людей при пожаре	Пожар. Инстр.	Пожар. Сигнал. связь и оповещ.
Вода, ведра, песок, огнетушитель ОХП-10 – 4 шт.	Пожарные гидранты	Пожарные гидранты, пожарные щиты	Приспособления защиты органов дыхания; схемы эвакуации	Пожарный крюк, лопата, внутренняя электропроводка	01,с мобильного телефона 112

6.4.3 Мероприятия по предотвращению пожара

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Средства для предотвращения пожара

Наимен. Технологич. процесса	Наименов. работ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
Устр-во ферм, прогонов и настила Цеха по производству стальных магистральных труб	Монтажные работы; электросварочные работы	Необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, предусмотренные ФЗ-123

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном подразделе производим идентификацию экологических факторов, которую представляем в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов

Наименов. Технич. объекта, технологич. процесса	Средства. составляющие технич. объекта, технологич. процесса	Влияние объекта на атмосферу	Влияние объекта на гидросферу	Влияние объекта на литосферу
Монтаж ферм, прогонов и настила Цеха по производству стальных магистральных труб	Работа автотранспорта; электросварочные работы	Загрязнение воздуха выхлопными газами	Мойка колес	Образование строительного мусора

Таблица 6.8 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименов. строительного объекта	«Цех по производству стальных магистральных труб»
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Производить контроль и регулирование строительной техники по токсичности отработавших газов. Улучшение составов выхлопных газов происходит в результате применения различных добавок.
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Экономия воды.
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Вывоз мусора осуществляется мусоровозом из специализированных баков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки выпускной квалификационной работы, я подробно рассмотрела все пункты, указанные в задании на проектирование.

В архитектурно-планировочном разделе приведена схема планировочной организации земельного участка, описаны объемно-планировочные и конструктивные решения цеха, выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

В расчетно-конструктивном разделе рассчитана и законструирована металлическая ферма из парных уголков.

Технологическая карта была разработана на монтаж металлических конструкций покрытия.

Раздел организация строительства включает в себя: календарный план производства работ, строительный генеральный план на возведение части здания, находящегося от отметки уровня земли.

В разделе экономика строительства определена сметная стоимость строительства.

В разделе безопасность и экологичность объекта разработаны мероприятия по обеспечению пожарной, экологической безопасности проектируемого объекта.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены данные цели и задачи. Основательно закреплены приобретенные знания в области теории и практики проектирования, и технологии строительных процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование одноэтажного производственного здания и административно-бытового корпуса промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Туснина [и др.]. – Москва : МГСУ : Ай Пи Эр Медиа : ЭБС АСВ, 2014.- 114 с. – ISBN 978-5-7264-0933-7.
2. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Текст]. – введ. 01.07.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 94 с.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. [Текст]. – введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 96 с.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. [Текст]. – введ. 01.01.2013. – Москва: Минстрой России, 2015. – 120 с.
5. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. [Текст]. – введ. 05.20.2011. – Москва: Минрегион России, 2011. – 16 с.
6. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
7. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. [Текст]. – введ. 04.06.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 80 с.
8. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. [Текст]. – введ. 28.08.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 140 с.
9. Мандриков, А.П. Примеры расчета металлических конструкций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с.

10. Дьячкова, О.Н. Технология строительного производства [Электронный ресурс]: учеб. Пособие / О.Н. Дьячкова. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ : ЭБС АСВ, 2014. - 117 с. - ISBN 978-5-9227-0508-0.
11. СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. [Текст]. – введ. 05.01.2003. – Москва : Госстрой России, 2002. – 9 с
12. СССР. Госстрой. Госкомтруд. Секретариат ВЦСПС. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Общая часть : утв. постановлением № 43/512/29-50 от 05.12.1986 // Консультант плюс: справочно-правовая система.
13. Маслова, Н.В. Организация строительного производства [Электронный ресурс]: электрон. учеб. –метод. пособие / Н.В. Маслова, Л.Б. Кивилевич ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. «Промышленное и гражданское строительство». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 147 с. : ил. – Библиогр. : с. 104-106. – Прил.: с.115-147. – Глоссарий : с. 107-114. - ISBN 978-5-8259-0890-8. : 1.00 / (дата обращения: 16.04.2018) / (дата обращения: 26.04.2018).
14. Михайлов А.Ю. Организация строительства. Стройгенплан [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ А.Ю. Михайлов. —Москва : Инфра-Инженерия, 2016.— 172 с. : ил. - ISBN 978-5-2729-0113-5.
15. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. [Текст]. – введ. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России, 2010. – 22 с.
16. Укрупненные показатели сметной стоимости строительства : УПСС-2018: /[гл. ред. А.Ю. Сергеева]. – Самара : ООО ЦЦС, 2018. – 164 с.

17. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации : МДС 81-35-2004. – Изд. Офиц. - М. : Госстрой России, 2004. – 72 с. -470 – 0.
18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 №123 (ред. от 29.07.2017).
19. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
20. ГОСТ Р 21.501-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. [Текст]. – введ. 01.05.2013. – Москва : Росстандарт, 2012. – 42 с.
21. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.
22. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
23. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
24. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации: МДС 81-35.2004 / Госстрой России. - Изд. офиц. - Москва : Госстрой России , 2004. - 72 с. - 470-00.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Сводный сметный расчет стоимости строительства

"УТВЕРЖДЕН" " "							
Сводный сметный расчет в сумме		272825,51 тыс. руб.					
В том числе возвратных сумм							
<i>(ссылка на документ об утверждении)</i>							
СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ССР-01							
		Цех по производству стальных магистральных труб					
<i>(наименование стройки)</i>							
Составлен в ценах 2018							
N п/п	Номер сметного расчета (смет)	Главы, объектов, работы и затраты и их наименование	Стоимость (сметная)				Сметная стоимость общая
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели и инвентаря	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 2. Основные объекты строительства:					
	Объектная смета ОС-02-01	Общестроительные работы	138982,30				138982,30
	Объектная смета ОС-02-02	Внутренние системы и оборудование	10238,40	10972,80			21211,20
		Итого по главе 2:	149220,70	10972,80			160193,50
		Глава 7. Благоустройство и озеленение					
	Объектная смета ОС-02-03	Благоустройство и озеленение	44542,33				44542,33
		Итого по главе 7:	44542,33				44542,33
		ИТОГО по главам 1-7:	193763,00	10972,83			204735,83
		Глава 8. Временные здания и сооружения					
	ГСН 81-05-01-2001 п. 1.1	Временные здания и сооружения 3,4%	6587,92	373,10			6961,00
		Итого по главам 1-8:	200350,92	11345,90			211336,83
		Глава 9. Прочие затраты:					
	ГСН 81-05-02-2001, таб. 4.	Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время 1,8х0,9=1,62%	3138,93	177,80			3676,75
		Итого по главе 9:	3138,93	177,80			3676,75
		Итого по главам 1-9:	203489,88	11523,70			215013,58
		Глава 12. Проектно-изыскательские работы:					
	СБЦ на проект. Работы, таб. 1	Проектные работы 4,4%				9460,60	9460,60
		Итого по главе 12:				9460,60	9460,60
		Итого по главам 1-12:	203489,88	11523,70		9460,60	224474,18
		Непредвиденные расходы:					
	МДС 81-35.2004	Резерв средств на непредвиденные работы и затраты 3%	6010,11	345,70		378,42	6734,23
		Итого:	209500,00	11869,40		9839,02	231208,06

Продолжение таблицы 5.1

		Налоги:					
		НДС 18%	37709,9,	2136,50		1771,02	41617,45
		Итого:					
		Всего по сводному сметному расчету:	247209,93	14005,90		11610,04	272825,51
		Возвратные суммы:					

Таблица А.2 – Объектный сметный расчет на общестроительные работы

г.о. Волгоград (наименование стройки)										
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-01										
(ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА)										
на строительство (капитальный ремонт)		Цех по производству стальных магистральных труб. Общестроительные работы								
Сметная стоимость		<u>13 8982,30тыс.руб.</u>								
Средства на оплату труда		<u>0.00 тыс.руб.</u>								
Расчетный измеритель единичной стоимости		<u>77760 м³</u>								
Составлен(а) в ценах по состоянию на		<u>2018</u>								Площадь здания: 77760 м ³
N п/п	Номера сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб					Средства на оплату труда, тыс. руб.	Показатели единичной стоимости, руб.	
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих затрат	всего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	УПСС 3.1-105	Подземная часть, земляные работы	9331,20				9331,20		216,00	
2	УПСС 3.1-105	Каркас	53049,60				53049,60		1 228,00	
3	УПСС 3.1-105	Стены	8337,6				8337,6		193,00	
5	УПСС 3.1-105	Кровля	12312,00				12312,00		285,00	
6	УПСС 3.1-105	Заполнение проемов	6436,80				6436,80		149,00	
7	УПСС 3.1-105	Полы	6825,60				6825,60		158,00	
8	УПСС 3.1-105	Внутренняя отделка (стены, потолки)	4881,60				4881,60		113,00	
9	УПСС 3.1-105	Прочие строительные конструкции и общестроительные работы	7862,40				7862,40		182,00	
Итого затраты по смете:			109036,80				109036,80		2 524,00	

Таблица А.3 – Объектный сметный расчет на внутренние инженерные системы и оборудование

г.о. Волгоград (наименование стройки)									
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-02									
(ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА)									
на строительство (капитальный ремонт)		Цех по производству стальных магистральных труб. Внутренние инженерные системы и оборудование							
Сметная стоимость		<u>21211,20 тыс.руб.</u>							
Средства на оплату труда		<u>0.00 тыс.руб.</u>							
Расчетный измеритель единичной стоимости		<u>77760 м³</u>							
Составлен(а) в ценах по состоянию на		<u>2018</u> Площадь здания: 77760 м³							
N п/п	Номера сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.					Средства на оплату труда, тыс. руб.	Показатели единичной стоимости, руб.
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих затрат	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	УПСС 3.1-105	Отопление, вентиляция, кондиционирование	6393,60				6393,60		148,00
2	УПСС 3.1-105	Горячее, холодное водоснабжение, внутренние водостоки, канализация, газоснабжение	3844,80				3844,80		89,00
3	УПСС 3.1-105	Электроснабжение, электроосвещение		6868,80			6868,80		159,00
4	УПСС 3.1-105	Слаботочные устройства		1209,60			1209,60		28,00
5	УПСС 3.1-105	Прочие		2894,40			2894,40		67,00
		Итого затраты по смете:	10238,40	10972,80			21211,20		
		Всего по смете:	10238,40	10972,80			21211,20		

Таблица А.4 – Объектный сметный расчет на благоустройство и озеленение

г.о. Волгоград

(наименование стройки)

ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-03

(объектная смета)

на строительство

Цех по производству стальных магистральных труб. Благоустройство и озеленение

(наименование стройки)

Сметная стоимость

44542,33 тыс. руб.

Средства на оплату труда

Расчетный измеритель единичной стоимости

1м²

Составлен(а) в ценах по состоянию на

2018

Номера сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	кол-во	Сметная стоимость,	ВСЕГО т.р.
			показатели единичной стоимости, руб.	
2	3	4	5	6
УПВР 3.1.-01-001	Асфальтобетонное покрытие внутриплощадочных проездов и площадок	13300 м ²	1284,00	17077,20
УПВР 3.2 -01-001	Озеленение участка с устройством газонов и посадкой деревьев и кустарников	34600 м ²	793,79	27465,13
	Итого затраты по смете:			44542,33
	Всего по смете:			44542,33