

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

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации  
строительства

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

(направленность (профиль)/ специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Цех покраски строительных металлоконструкций

Студент

Н.А. Родионова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.К. Родионов

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

Консультанты

П.Г. Поднебесов

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

к.т.н. М.В. Безруков

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

к.т.н., доцент В.Н. Шишканова

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

М.А. Веселова

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

Тольятти 2020

## АННОТАЦИЯ

Целью выпускной квалификационной работы является разработка архитектурно-конструктивных и организационно-технологических решений по строительству цеха окраски строительных металлоконструкций в г. Тольятти.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений:

- в первом разделе изучаются характеристики района строительства, проводится проектирование схемы планировочной организации земельного участка, объемно-планировочных и конструктивных решений здания;

- во втором разделе выполняется расчетно-конструктивное проектирование стальной стропильной фермы;

- в третьем разделе разрабатываются вопросы проектирования технологии строительства здания цеха, технологическая карта на монтаж элементов покрытия;

- в четвертом разделе разрабатываются вопросы организации строительства здания, календарный план строительства объекта, строительный генеральный план на момент монтажа здания, рассчитываются технико-экономические показатели по стройгенпану;

- в пятом разделе составляется объектная смета и сводный сметный расчет, приводятся ТЭП строительства;

- в шестом разделе разрабатываются мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности.

Объект исследования – цех окраски строительных металлоконструкций в г. Тольятти.

Данная выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку в количестве 80 страниц и 7 листов графической части.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1 Схема планировочной организации земельного участка .....	6
1.2 Объемно - планировочное решение.....	6
1.3 Конструктивное решение.....	7
1.3.1 Фундаменты .....	7
1.3.2 Фундаментные балки .....	8
1.3.3 Колонны.....	8
1.3.4 Подкрановые балки .....	9
1.3.5 Покрытие .....	10
1.3.6 Стеновые ограждающие конструкции .....	10
1.3.7 Другие конструкции .....	11
1.3.8 Наружная и внутренняя отделка здания .....	12
1.4 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.....	13
1.4.1 Стеновые ограждающие конструкции .....	13
1.4.2 Кровельные ограждающие конструкции .....	15
1.5 Инженерное оборудование .....	16
1.5.1 Водопровод.....	16
1.5.2 Отопление.....	16
1.5.3 Вентиляция .....	16
1.5.4 Канализация .....	17
1.5.5 Электроснабжение.....	17
1.5.6 Слаботочные устройства .....	17
1.6 Мероприятия по промышленной санитарии и охране труда.....	17
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....	18
2.1 Общая часть.....	18
2.2 Основные расчетные положения .....	19
2.3 Сбор нагрузок на ферму.....	20

2.3.1	Постоянная нагрузка .....	20
2.3.2	Снеговая нагрузка.....	20
2.3.3	Сбор сосредоточенной нагрузки на ферму .....	22
2.4	Подбор сечений.....	25
2.4.1	Подбор сечения сжатых элементов фермы.....	25
2.4.2	Подбор сечения растянутых элементов фермы.....	29
2.5	Расчет и конструирование узлов.....	31
2.5.1	Верхний монтажный узел (№8) .....	42
2.5.2	Нижний монтажный узел (№7') .....	42
2.5.3	Конструирование опорного узла.....	45
3	ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА .....	46
3.1	Область применения.....	46
3.2	Спецификация монтажных элементов .....	47
3.3	Выбор технологического нормокомплекта инвентаря, приспособлений и инструментов.....	48
3.4	Организация и технология строительного производства.....	49
3.5	Выбор крана .....	52
3.6	Калькуляция трудовых затрат и заработной платы .....	53
3.7	Указания по технике безопасности.....	54
3.8	Указания по обеспечению качества.....	58
3.9	Материально-технические ресурсы .....	60
3.10	График производства работ .....	60
3.11	Технико-экономические показатели.....	60
4.1	Краткая характеристика объекта.....	61
4.2	Определение объемов работ .....	61
4.3	Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах .....	62
4.4	Подбор строительных машин и механизмов для производства работ.....	62
4.4.1	Выбор монтажных кранов по грузовысотным характеристикам .....	63
4.5	Определение трудоёмкости и машиноёмкости работ.....	65

4.6	Разработка календарного плана производства работ.....	66
4.7	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	67
4.7.1	Расчет и подбор временных зданий.....	67
4.7.2	Расчет площадей складов .....	67
4.7.3	Расчет и проектирование водопотребления и водоотведения .....	67
4.7.4	Расчет и проектирование электроснабжения строительной площадки..	69
4.8	Проектирование строительного генерального плана.....	70
4.9	Мероприятия по охране труда, технике безопасности на строительной площадке .....	71
4.10	Технико-экономические показатели ППР .....	72
5	ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА .....	74
5.1	Сводный сметный расчет .....	75
5.2	Локальная смета на надземный цикл работ .....	75
5.3	Расчет стоимости проектных работ .....	75
6	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА .....	76
6.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	76
6.2	Идентификация профессиональных рисков .....	77
6.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	77
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	78
6.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	80
6.6	Заключение к разделу 6.....	82
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	83
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	84
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Связи.....	88
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Таблицы несущей способности кровельных панелей.....	92
	ПРИЛОЖЕНИЕ В Потребность в машинах, оборудовании и инструменте .....	93
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г Организационная часть .....	94
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д Сметные расчёты .....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Конструкции из металла в нашей жизни встречаются повсеместно. Производство их ведётся на специализированных заводах металлоконструкций. Заводы включают следующие подразделения: склады металлопроката, цех металлообработки, конструкторское бюро, цех покраски (подготовка под окраску, покрасочная камера, отделение сушки).

Для того, чтобы придать им привлекательный внешний вид, и, самое главное - защитить от коррозии, которая со временем приведет к разрушению сооружения, применяется окраска металлоконструкций. Покрасочный цех, как правило, имеет свое оборудование и материалы, чтобы качественно окрасить поверхность металлоконструкции. Состоит же цех из следующих отделений : участка окраски, где происходит непосредственно сама окраска металлоконструкций, сушильной камеры, где происходит уже просушка окрашенной поверхности после покраски, кладовой, где хранятся все инструменты и материалы, которые применяются в ходе работы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка архитектурно-конструктивных и организационно-технологических решений по строительству цеха окраски строительных металлоконструкций в г. Тольятти.

Для достижения цели в ходе выполнения работы требуется решить следующие задачи:

- разработать схему планировочной организации земельного участка, разработать объемно-планировочные и конструктивные решения объекта;
- разработать технологические и организационные решения по строительству цеха;
- разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке;
- рассчитать сметную стоимость.

# **1 АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ**

## **1.1 Схема планировочной организации земельного участка**

Проект цеха окраски строительных металлоконструкций г. Тольятти Самарской области разработан в соответствии со следующими нормативными требованиями:

- вес снегового покрова в IV районе;
- скоростной напор ветра в III районе ( $53 \text{ кг/м}^2$ );
- по температуре наружного воздуха за наиболее холодную пятидневку  $-36^\circ\text{C}$ .

За отметку  $\pm 0.000$  принят уровень чистого пола помещения, соответствующий абсолютной отметке  $+66,65$ . Отметка уровня земли  $-0.150$ , что соответствует абсолютной отметке  $+66,40$  – по СПОЗУ.

Проектируемый цех окраски строительных металлоконструкций расположен в пределах промышленной зоны. Проектом предусмотрено устройство дороги к проектируемому зданию с асфальтовым покрытием с покрытием. Ширина проездов и дорог составляет 6 м.

Схема планировочной организации земельного участка разработана с учетом спокойного рельефа территории и с соблюдением санитарно-технологических и противопожарных норм.

Для озеленения участка используются лиственные деревья (клен, дуб, береза, тополь, кустарники, и газонные травы.

## **1.2 Объемно - планировочное решение**

Проектируемое здание – трехпролетное с несущим металлическим каркасом. Каждый пролет равен 18м, шаг колонн – 6 м. В среднем пролете предусмотрен светоаэрационный фонарь. Здание запроектировано прямоугольной формы с размерами в осях 72 x 54 м. Ограждающие стеновые и кровельные конструкции выполняются из сэндвич-панелей заводского изготовления. Для технологических нужд производства предусмотрены электрические мостовые краны грузоподъемностью 5 и 10 т.

Предусмотрено деление цеха на зоны: поток крупногабаритной продукции, поток мелкогабаритной продукции отделение металлообработки, склад металла и склад готовой продукции. Для санитарных нужд рабочих предусмотрены уборные, раздевалки и комнаты приема пищи.

### **1.3 Конструктивное решение**

Здание каркасное, рамно-связевой системы. Рамы трёхпролётные, стальные.

Жёсткость каркаса обеспечивается:

– в поперечном направлении жёсткостью рам, представляющих собой колонны, жёстко сопряжённые с фундаментами, и фермы, шарнирно прикреплённые к колоннам;

– в продольном направлении – связями по колоннам.

Совместность работы рам также достигается подкрановыми балками, связями по шатру, прогонами.

Для обеспечения технологичности строительства проект разработан с условием применения максимального количества одинаковых конструктивных элементов заводского изготовления.

#### **1.3.1 Фундаменты**

Фундаменты – столбчатые, монолитные, железобетонные фундаменты, состоящие из подколонника и двухступенчатой плитной части, устраиваемые под каждой колонной здания по осям здания с выпусками анкеров для крепления базы. Обрез фундамента расположен на отметке – 0,700 м. Размеры подколонника под крайние колонны 1,2х1,8 м, под средние колонны 1,2х2,1 м, под фахверковые колонны 1,2х1,2 м. Глубина заложения подошвы фундаментов –2,500 м. Размеры подошвы под крайние колонны 2,7х4,8 м, под средние колонны – 2,7х4,2 м, под фахверковые торцевые колонны – 2,4х2,4 м. Под фундаментами устраивается песчаная подготовка толщиной 300 мм. Для последующего безвыверочного монтажа колонн на оголовки подколонника устанавливается опорная металлическая плита по цементно-песчаному раствору.



### 1.3.2 Фундаментные балки

Запроектированы монолитные железобетонные, сечением 300x400 мм. Фундаментные балки укладывают на приливы фундаментов с внешней стороны колонн на цементно-песчаный раствор марки М 50. Верхняя грань балок расположена на отметке – 0,050 м, щель между торцами балок заполняют бетоном класса В 15. Для предотвращения деформации балок вследствие возможного вздымания грунтов предусмотренная подсыпка из крупнозернистого песка.

Предусмотрено выполнение рулонной горизонтальной и вертикальной гидроизоляции фундаментов двумя слоями рубероида на битумной мастике.

Таблица 1.1 – Экспликация фундаментов и фундаментных балок

№	Наименование	Размеры, мм	Кол-во
1	Фундамент Ф-1	2700x4200, h=1800	26
2	Фундамент Ф-2	2700x4200, h=1800	26
3	Фундамент Ф-3	2400x2400, h=1800	12
4	Фундаментная балка ФБ-1	300x420, l=4800	28
5	Фундаментная балка ФБ-2	300x400, l=4300	16
6	Фундаментная балка ФБ-3	300x400, l=4500	4

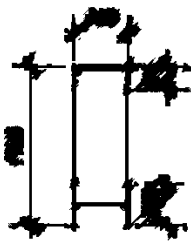
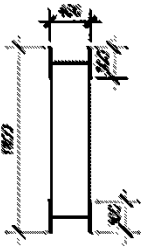
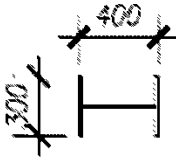

### 1.3.3 Колонны

Проектом предусмотрено использование трех видов колонн: основные несущие колонны крайнего К-2 и среднего К-1 рядов – двухветвевые, подкрановая часть которых состоит из швеллера № 40 и двутавра №40, соединенных элементами решетки, надкрановая часть выполнена из двутавра №45, и фахверковых колонн К-3 по торцам здания в из двутавра №45.

### 1.3.4 Подкрановые балки

Подкрановые балки ПБ-1 запроектированы стальные сварные, работающие по разрезной схеме. Балки крепятся к консоли колонны с помощью анкерных болтов, которые после рихтовки заваривают. По подкрановым балкам закрепляют рельс, который устанавливается на упругую прокладку типа транспортерных лент толщиной 10 мм. Для предотвращения возможного тарана краном торцевой стены, на торцах крайних балок устанавливается конечная опора.

Таблица 1.2 – Экспликация колонн и подкрановых балок

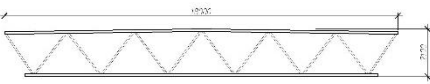
№	Наименование	Сечение, мм	Высота / длина, мм	Кол-во
1	Колонна К-1		14650	26
2	Колонна К-2		14650	26
3	Колонна К-3		14500	16
4	Подкрановая балка ПБ-1		6000	60
5	Подкрановая балка ПБ-1		5300	12

### 1.3.5 Покрытие

Покрытие состоит из стропильных двускатных решетчатых ферм типа «Молодечно» длиной 18 м и высотой в коньке 2,1 м, которые крепятся к колоннам через стальные надколонники. По верхним поясам ферм в узлах с шагом 3 м устанавливаются стальные прогоны из швеллера №18, по которым укладываются кровельные сэндвич-панели.

Водоотвод запроектирован внутренний организованный. Диаметр трубы не менее 160 мм.

Таблица 1.3 - Эxpликaция кровельных ферм и прогонов

№	Наименование	Форма	Пролет, мм	Кол-во
1	Ферма Ф-1		18000	39
2	Прогон П-1		6000	288

Проектом предусмотрено устройство двух светоаэрационных фонарей П-образного сечения длиной 24 м и шириной 6 м в среднем пролете. Основными элементами стальных конструкций фонаря являются фонарные фермы, фонарные панели, торцовые глухие панели и связи по фонарям.

### 1.3.6 Стеновые ограждающие конструкции

Проектом предусмотрено использование сэндвич-панелей заводского изготовления номинальной высотой 1,2 и 1 м. Принята навесная схема опирания стенового ограждения. Толщина панелей определена теплотехническим расчетом. Между фундаментной балкой и панелью прокладывается полоса изоляции из минеральной ваты. По всей высоте колонн каркаса устанавливается самоклеящаяся уплотнительная лента.

Парапет и места стыков панелей закрываются металлическими нащельниками.

Цвет наружной обкладки панелей определяется согласно ведомости наружной отделки.

### 1.3.7 Другие конструкции

Лестницы применяют стальные, состоящие из маршей и площадок. Ограждение лестниц металлическое с деревянными поручнями.

Ворота приняты двухстворчатые утепленные распашные, с размерами 3,4 x 3,8 м, 4,0x3,8 м.

Чтобы предотвратить продувку ворот к каркасу приваривают нащельник из стальной полосы с законопачиванием щели минеральной ватой.

Окна запроектированы из металлопластика, которые монтируются на стальные прогоны, закрепленные к колоннам.

Таблица 1.4 – Ведомость окон и дверей

№	Наименование	Обозначение	Размеры, мм	Кол-во
1	Оконный блок	ОК-1	3000x6000	10
2	Оконный блок	ОК-2	1000x6000	10
3	Оконный блок	ОК-3	1700x24000	4
4	Ворота	В-1	3800x3400	4
5	Ворота	В-2	4000x3400	6
6	Двери	Д-1	1950x2500	1
7	Двери	Д-2	2550x2500	1
8	Двери	Д-3	950x2100	12

### Полы

Приняты полы по уплотненному грунту монолитные бетонные.

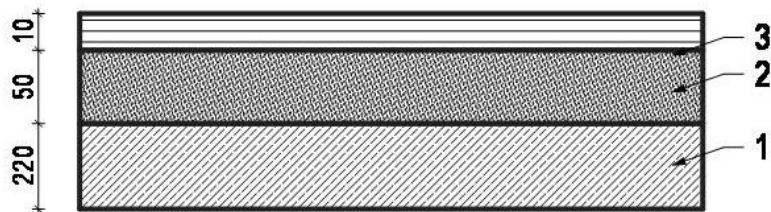


Рисунок 1.1 – Полы  
1 – истирающий слой,  
2 – бетонный пол,  
3 – уплотненный грунт с втрамбованным слоем щебня

### Перегородки

Перегородки запроектированы из сэндвич-панелей толщиной 80 мм с заполнением минеральной ватой.

### 1.3.8 Наружная и внутренняя отделка здания

Наружные стены производственного комплекса выполнены из сэндвич-панелей заводского изготовления. Металлические конструкции окрашивают противокоррозионными покрытиями. В целях повышения огнестойкости применяемых конструкций, выполняют огнезащиту металлических конструкций с доведением предела огнестойкости: колонны каркаса на 120 мин, стропильные конструкции перекрытия и кровли не нормируются.

## 1.4 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

### 1.4.1 Стеновые ограждающие конструкции

В качестве ограждающих конструкций приняты сэндвич-панели заводского изготовления с минераловатным утеплителем

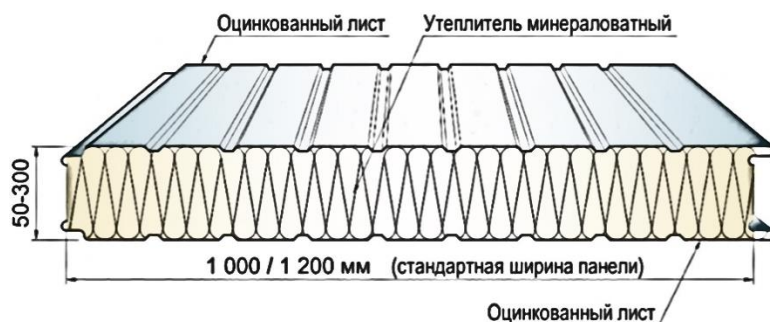


Рисунок 1.2 - Сэндвич-панель с минераловатным утеплителем

### Теплотехнический расчёт стенового ограждения

Для определения необходимой толщины утеплителя определяем количество градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год},$$

где  $t_{\text{от}} = -5,2^\circ\text{C}$  – средняя температура наружного воздуха,

$z_{\text{от}} = 203 \text{ сут}$  – продолжительность отопительного периода.

$t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $t_{\text{в}} = 19^\circ\text{C}$ .

$$\text{ГСОП} = (19 - (-5,2)) \cdot 203 = 4912,6^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}.$$

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей стеновой конструкции:

$$R_0^{\text{ТР}} = a \cdot \text{ГСОП} + b$$

$a=0,0002, b=1$  – коэффициенты, принятые по таблице 3 [10] для промышленных зданий.

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,0002 \cdot 4912,6 + 1 = 1,983 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

Нормативное сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{тр}} m_p$$

где  $m_p = 1$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

$$R_o^{\text{норм}} = 1,983 * 1 = 1,983 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Таблица 1.4.1 – Состав ограждающей конструкции покрытия

№ слоя	Наименование слоя	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°C)
1	Профилированный стальной лист	0,0005	7850	58,0
2	Утеплитель минераловатный	?	2500	0,045
3	Профилированный стальной лист	0,0005	7850	58,0

Фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения определяется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

где  $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,

$\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,

$\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, м;

$\lambda_i$  – теплопроводность материала  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м·°C).

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{\delta_3}{0,045} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 1,983 \text{ м}^2\text{°C/Вт},$$

$$\delta_3 = \left( 1,983 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - 2 * \frac{0,005}{58} \right) \cdot 0,045 = 0,083 \text{ м}.$$

Принимаем толщину слоя утеплителя 0,10 м.

Определяем фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,10}{0,045} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,38 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

$$R_0 = 2,38 \text{ м}^2\text{°С/Вт} > R_0^{\text{ТР}} = 1,983 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Условие выполняется. Поэтому в качестве стеновых конструкций приняты сэндвич-панели с минераловатным наполнителем толщиной 100 мм.

#### 1.4.2 Кровельные ограждающие конструкции

Таблица 1.4.2 – Состав ограждающей конструкции покрытия

№ слоя	Наименование слоя	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Профилированный стальной лист	0,0005	7850	58,0
2	Утеплитель минераловатный	?	2500	0,045
3	Профилированный стальной лист	0,0005	7850	58,0

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче кровельной ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{ТР}} = a * \text{ГСОП} + b$$

$a=0,0002$ ,  $b=1$ - по таблице 3 [10] для промышленных зданий.

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,00025 * 4912,6 + 1,5 = 2,728 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$R_0^{\text{НОРМ}} = 2,728 * 1 = 2,728 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{\delta_3}{0,045} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,728 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

$$\delta_3 = \left( 2,728 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - 2 * \frac{0,005}{58} \right) \cdot 0,045 = 0,115 \text{ м.}$$



Принимаем толщину слоя утеплителя 0,12 м.

Определяем фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,826 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

$$R_0 = 2,826 \text{ м}^2\text{°С/Вт} > R_0^{\text{тp}} = 2,728 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Условие выполняется, поэтому принимаем кровельные сэндвич-панели с минераловатным наполнителем толщиной 120 мм.

## **1.5 Инженерное оборудование**

### **1.5.1 Водопровод**

Водопровод в здании принят хозяйственно-питьевой от заводской сети. Напор на вводе 20 м. Система внутреннего водопровода предусматривается с одним вводом.

### **1.5.2 Отопление**

В проектируемом здании предусмотрена система водяного отопления, которая обеспечивает снижение теплоотдачи в помещении в нерабочее время. Параметры теплоносителя - 130°- 70°С.

### **1.5.3 Вентиляция**

Вентиляция принята естественная в сочетании с установкой вентиляционных дефлекторов.

#### **1.5.4 Канализация**

Канализация монтируется из чугунных канализационных труб. Бытовые стоки от санитарных приборов отводятся внутренней системой канализации и одним выпуском подключается к наружной системе.

#### **1.5.5 Электроснабжение**

Электроснабжение - от внешнего источника. Напряжение 380/220 В. Лампы накаливания и люминесцентные лампы.

#### **1.5.6 Слаботочные устройства**

Оборудование связи - радиотрансляция, телефонные вводы.

### **1.6 Мероприятия по промышленной санитарии и охране труда**

Подвесные краны оборудованы звуковой и световой сигнализацией. По условиям равномерного расположения эвакуационных выходов ворота и двери здания расположены по всему периметру здания. Площадь, размеры и расположение окон и световых фонарей обеспечивают нормальные условия зрительной работы в светлое время суток.

Склад оборудован автоматической системой пожаротушения и пожарной лестницей.

## 2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Общая часть

В разделе представлен расчет и конструирование фермы в осях 4 по ряду А-Б трёхпролётного производственного здания пролётом 18 м с параллельными поясами из гнuto-сварных профилей прямоугольного сечения по ГОСТ 30245-2003 [9].

Конструкции покрытия разработаны для применения в отапливаемых зданиях с неагрессивной средой при сухом и нормальном влажностном режиме помещения.

Конструкции покрытия применяются при следующей схеме и параметрах здания:

- пролет 18 м;
- шаг колонн и стропильных ферм 6 м;
- здание с мостовыми кранами;
- стены зданий из металлических панелей типа «Сэндвич»;
- водосток с покрытий внутренний организованный;
- кровля прогонная из сэндвич-панелей.

Стальные конструкции покрытий состоят из стропильных ферм, вертикальных и горизонтальных связей. Сопряжение ферм с колоннами – шарнирное.

Стропильные фермы с уклоном верхнего пояса 1,5%, с параллельными поясами и с нисходящими опорными раскосами. Полная высота фермы – 2,0 м. Размер панелей верхнего пояса фермы – 3,0 м. Фермы komponуются из двух отпpавочных марок длиной в осях (9 м + 9 м).

Монтажные соединения - фланцевые. Соединение элементов решетки с поясами ферм бесфасоночное. Все заводские соединения элементов стропильных ферм сварные.

Геометрическая неизменяемость шатра в горизонтальной плоскости обеспечивается горизонтальными связями. Пргоны выполняются из

прокатных швеллеров. В процессе передачи нагрузок участвуют горизонтальные связи и диск покрытия. Нижние пояса стропильных ферм развязаны из плоскости вертикальными связями и растяжками. Подбор связей отображен в приложении Б.00

## 2.2 Основные расчетные положения

Расчет элементов покрытия произведен в соответствии с главами и обязательными приложениями СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» и «Пособием по проектированию стальных конструкций».

Стропильные фермы рассчитаны как разрезные свободно-опертые конструкции. Усилия в элементах ферм получены при расчете на узловую нагрузку, приложенную в местах крепления прогонов к верхнему поясу. Узел крепления прогонов показан на рисунке 2.1.

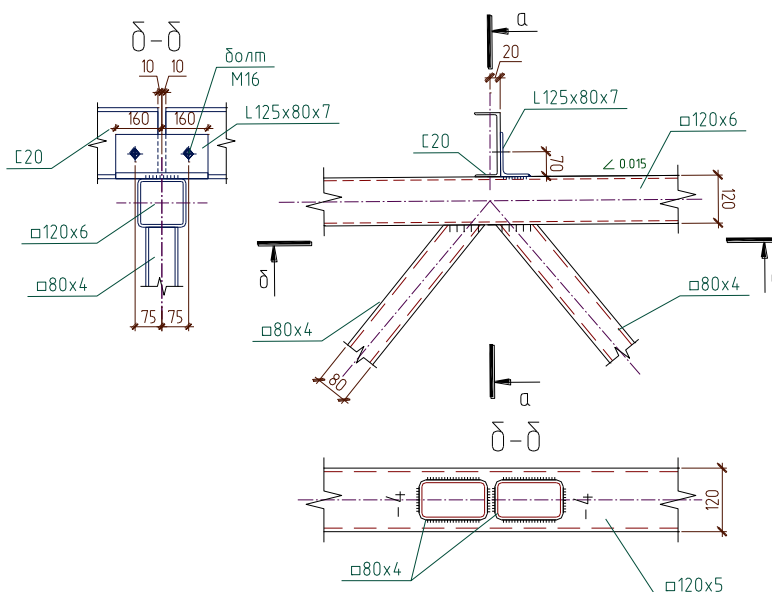


Рисунок 2.1 - Узел крепления прогона

*Полная высота фермы  $H_{\phi} = 2000$  мм.*

Принимаем соединение ригеля (фермы) с колонной сверху шарнирным.

Превышение опорного узла над низом фермы 2000 мм.

Ферма опирается на колонну через надколонник сечением из колонного двутавра 40К3 по ГОСТ 26020-83 с высотой сечения 400 мм.

## 2.3 Сбор нагрузок на ферму

Ширина расчетной полосы равна шагу ферм  $B = 6$  м.

### 2.3.1 Постоянная нагрузка

Определяем нагрузку на  $1\text{ м}^2$  покрытия. Расчет выполняем в табличной форме и заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Определение нагрузки на  $1\text{ м}^2$  покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, $\text{кН/м}^2$	Коэф. надёжности по нагрузке	Расчетная нагрузка, $\text{кН/м}^2$
Панели типа сэндвич на пенополиуретановом заполнителе $m=0,4 \text{ кН/м}^2$ (прилож. В)	0,4	1,2	0,48
Собственная масса метал. конструкций покрытия (ферма, связи, прогоны [№20])	$(0,25 + 0,05 + 0,05) = 0,35$	1,05	0,36
Итого ( $q$ )	0,75		0,86

Определяем постоянную расчетную нагрузку на ригель:

$$q_{\text{п}} = q_0 \cdot B = 0,86 \cdot 6 = 5,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

### 2.3.2 Снеговая нагрузка

Район строительства – IV. По карте 1 [26, табл. 10.1]  $S_g = 2,0 \text{ кПа}$ ;

Покрытие утепленное:  $\alpha = 0,85^\circ$ ;  $L = 18$  м;  $\gamma_f = 1,4$ ;

Нормативная нагрузка от снега на ферму:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g$$

$\mu = 1$  - «коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с прил. Б (схема 1б)» [26];

$S_g = 2,0 \text{ кПа}$  – «расчетное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли» по [26, табл. 10.1];

$c_e$  – «коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра» [26].

Для пологих покрытий однопролётных зданий без фонарей ( $c_i < 12\%$ ,

рассматривается ферма крайнего пролета без фонарей с малоуклонной кровлей) со средней скоростью ветра за 3 наиболее холодных месяца  $\vartheta \geq 2$  м/с :

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot \vartheta \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot b)$$

$k$  – принимается по табл. 11.2 [26];

$b$  – ширина покрытия ( $\leq 100$  м);

$c_t$  – термический коэффициент, принимаемы для учёта понижения снеговой нагрузки на покрытия с высоким коэффициентом теплопередачи ( $> 1$  Вт/м<sup>2</sup> · °С) вследствие таяния, вызванного потерей тепла;

$c_t = 1,0$  (т.к. утеплённое покрытие).

Процент уклона кровли:

$$\alpha' = 100 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180}\right) = 100 \cdot \sin\left(\frac{180 \cdot 0,85}{180}\right) = 1,5\%$$

Т.к.  $\alpha' < 12\%$   $\rightarrow c_{_e} = (1,2 - 0,1 \cdot \vartheta \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot b)$

Определяем коэффициент  $k$ :

$$k = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{\alpha_2} = 0,65 \cdot \left(\frac{14,8}{10}\right)^{0,4} = 0,76;$$

$z_e = H = 14,8$  м – эквивалентная высота;

$k_{10} = 0,65$  (по табл. 11.2. – тип местности В)

$$\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0,2 = 0,4$$

$\alpha = 0,4$  – коэффициент (по табл. 11.3. – тип местности В)

Определяем  $c_e$ :

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot 3,0 \cdot \sqrt{0,76}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 100) = 0,94$$

Находим нормативное значение снеговой нагрузки:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 2,0 = 1,88$$

Находим расчётное значение снеговой нагрузки:

$$S = S_0 \cdot \gamma_f = 1,88 \cdot 1,4 = 2,63 \text{ кПа}$$

где  $\gamma_f = 1,4$  – коэффициент надёжности по нагрузке.

Расчетное значение снеговой нагрузки:

$$S = 2,63 \text{ кПа} = 2,63 \text{ кН/м}^2$$

Определяем расчетную снеговую линейную нагрузку на ригель:

$$q_s = S \cdot B = 2,63 \cdot 6 = 15,8 \text{ кН/м}$$

### 2.3.3 Сбор сосредоточенной нагрузки на ферму

Определение узловых нагрузок на ферму:

Определение суммарных узловых нагрузок на ферму:

$$P_1 = (g + s) \cdot a_2 = (5,2 + 15,8) \cdot 1,5 = 31,5 \text{ кН - крайняя.}$$

$$P_2 = (g + s) \cdot a_1 = (5,2 + 15,8) \cdot 3 = 63 \text{ кН - средняя.}$$

где  $a_1 = 3\text{ м}$ ,  $a_2 = 1,5\text{ м}$ , - длины панелей пояса;

$g=5,2\text{ кН}$ ,  $s=15,8\text{ кН}$  – погонная постоянная и снеговая нагрузка (соответственно), действующая на ригель рамы.

Опорные реакции от действия суммарной нагрузки:

$$R_A = R_B = \frac{2P_1 + 5P_2}{2} = \frac{2 \cdot 31,5 + 5 \cdot 63}{2} = 189 \text{ кН.}$$

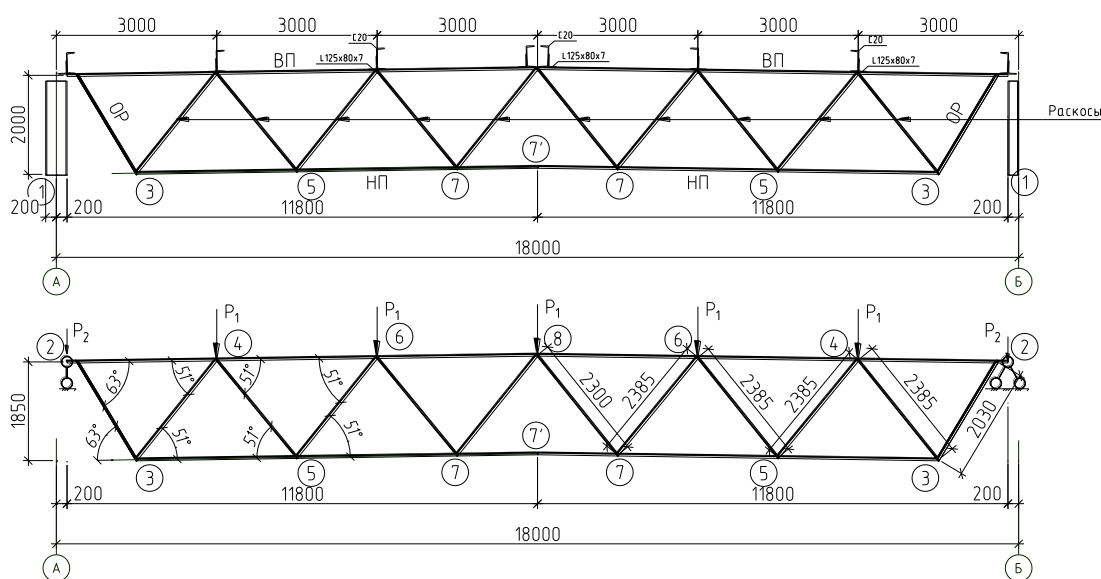


Рисунок 2.2 - Конструктивная и расчетная схемы фермы

Статистический расчет. Определение усилий в элементе фермы выполняем методом вырезания узлов. В расчетной схеме высота фермы принята ориентировочно, равной расстоянию между центрами тяжести поясов  $h_{\phi} - 150\text{ мм} = 2000 - 150 = 1850\text{ мм}$

$$\text{Cos } 63,9^\circ = 0,4399; \text{ sin } 63,9^\circ = 0,898; \text{ cos } 51^\circ = 0,6293; \text{ sin } 51^\circ = 0,7771.$$

	<p><b>узел 2:</b></p> $\sum Y = 0: R_A - P_1 - N_{23} \cdot \sin 63,9^\circ = 0$ $N_{23} = \frac{R_A - P_1}{\sin 63,9^\circ} = \frac{189 - 31,5}{0,898} = 175,4 \text{ кН (растяжение)}$ $\sum X = 0: -N_{24} + N_{23} \cdot \cos 63,9^\circ = 0$ $N_{24} = N_{23} \cdot \cos 63,9^\circ = 175,4 \cdot 0,4399 = 77,2 \text{ кН (сжатие)}$
	<p><b>узел 3:</b></p> $\sum Y = 0: N_{23} \cdot \sin 63,9^\circ - N_{34} \cdot \sin 51^\circ = 0$ $N_{34} = \frac{N_{23} \cdot \sin 63,9^\circ}{\sin 51^\circ} = \frac{175,4 \cdot 0,898}{0,7771} = 202,7 \text{ кН (сжатие)}$ $\sum X = 0: -N_{23} \cdot \cos 63,9^\circ - N_{34} \cdot \cos 51^\circ + N_{35} = 0$ $N_{35} = N_{23} \cdot \cos 63,9^\circ + N_{34} \cdot \cos 51^\circ = 175,4 \cdot 0,4399 + 202,7 \cdot 0,6293 = 204,7 \text{ кН (растяжение)}$
	<p><b>узел 4:</b></p> $\sum Y = 0: N_{43} \cdot \sin 51^\circ - P_2 - N_{45} \cdot \sin 51^\circ = 0$ $N_{45} = \frac{N_{43} \cdot \sin 51^\circ - P_2}{\sin 51^\circ}$ $N_{54} = \frac{202,7 \cdot 0,7771 - 63}{0,7771} = 121,6 \text{ кН (растяжение)}$ $\sum X = 0: N_{43} \cdot \cos 51^\circ + N_{45} \cdot \cos 51^\circ + N_{24} - N_{46} = 0$ $N_{46} = N_{43} \cdot \cos 51^\circ + N_{45} \cdot \cos 51^\circ + N_{24}$ $N_{46} = 202,7 \cdot 0,6293 + 121,6 \cdot 0,6293 + 77,2 = 281,3 \text{ кН (сжатие)}$
	<p><b>узел 5:</b></p> $\sum Y = 0: N_{54} \cdot \sin 51^\circ - N_{56} \cdot \sin 51^\circ = 0$ $N_{56} = \frac{N_{54} \cdot \sin 51^\circ}{\sin 51^\circ} = N_{54} = 121,6 \text{ кН (сжатие)}$ $\sum X = 0: -N_{54} \cdot \cos 51^\circ - N_{56} \cdot \cos 51^\circ - N_{35} + N_{57} = 0$ $N_{57} = N_{54} \cdot \cos 51^\circ + N_{56} \cdot \cos 51^\circ + N_{35}$



	$N_{57} = 121,6 \cdot 0,6293 + 121,6 \cdot 0,6293 + 204,7$ $= 357,7 \text{ кН (растяжение)}$
	<p><b>узел 6:</b></p> $\sum Y = 0: N_{65} \cdot \sin 51^\circ - P_2 - N_{67} \cdot \sin 51^\circ = 0$ $N_{67} = \frac{N_{65} \cdot \sin 51^\circ - P_2}{\sin 51^\circ}$ $N_{67} = \frac{121,6 \cdot 0,7771 - 63}{0,7771} = 40,6 \text{ кН (растяжение)}$ $\sum X = 0: N_{65} \cdot \cos 51^\circ + N_{67} \cdot \cos 51^\circ + N_{64} - N_{86} = 0$ $N_{68} = N_{65} \cdot \cos 51^\circ + N_{67} \cdot \cos 51^\circ + N_{64}$ $N_{68} = 121,6 \cdot 0,6293 + 40,6 \cdot 0,6293 + 281,3$ $= 383,4 \text{ кН (сжатие)}$
	<p><b>узел 7:</b></p> $\sum Y = 0: N_{76} \cdot \sin 51^\circ - N_{78} \cdot \sin 51^\circ = 0$ $N_{78} = \frac{N_{76} \cdot \sin 51^\circ}{\sin 51^\circ} = N_{76} = 40,6 \text{ кН (сжатие)}$ $\sum X = 0: -N_{76} \cdot \cos 51^\circ - N_{78} \cdot \cos 51^\circ - N_{57} + N_{79} = 0$ $N_{77'} = N_{76} \cdot \cos 51^\circ + N_{78} \cdot \cos 51^\circ + N_{57}$ $N_{77'} = 40,6 \cdot 0,6293 + 40,6 \cdot 0,6293 + 357,7$ $= 408,8 \text{ кН (растяжение)}$

Полученные усилия заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Усилия в элементах фермы

Эл-ты	Верхний пояс.			Нижний пояс.			Раскосы					
	2-4	4-6	6-8	3-5	5-7	7-7'	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Усилия	-77,2	-281,3	-383,4	+204,7	+357,7	+408,8	+175,4	-202,7	+121,6	-121,6	+40,6	-40,6

## 2.4 Подбор сечений

Найдем расчетное сопротивление стали  $R_y = R'_y / \gamma_n$

где  $R'_y$ - сопротивление на основании [25, таблица В.5], для С255

$$R'_y = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \text{ при толщине стенки до } 10\text{мм};$$

$\gamma_n$ - коэффициент надежности по ответственности, принимается по ГОСТ 27751- 2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» в зависимости от класса сооружения по степени ответственности,  $\gamma_n = 1,0$ .

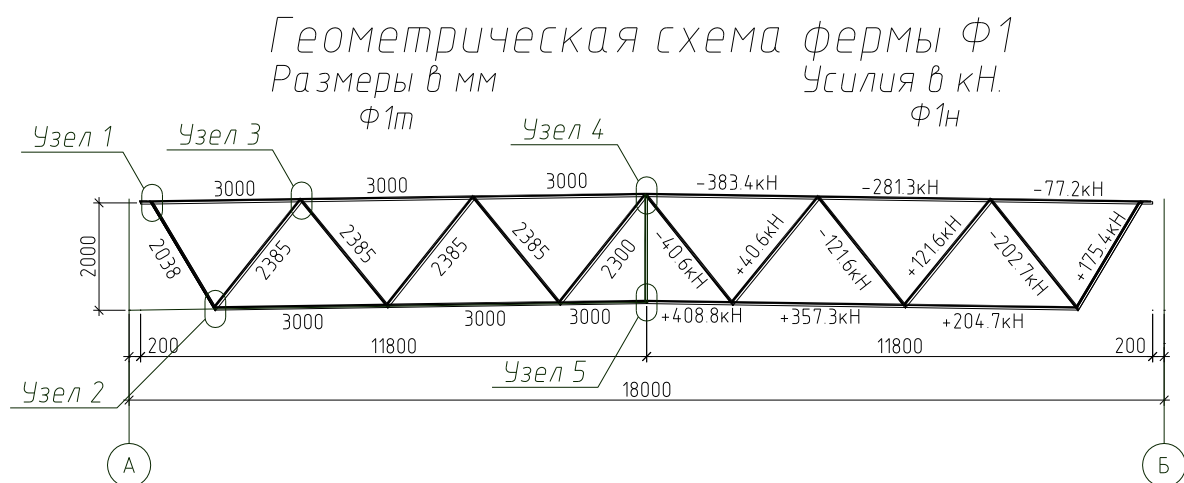
$$R_y = \frac{24}{1,0} = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

В соответствии с табл. 32 [25] предельные гибкости принимаем:

- для сжатого верхнего пояса и опорных сжатых раскосов  $\lambda=180-60a$  [25, таблица 32 п.1а];
- для сжатых элементов решетки  $\lambda=180-60a$  [25, таблица 32 п.2а];
- для всех растянутых элементов  $\lambda=400$ .

В соответствии с примечанием №5 таблицы 1 [25], «в случаях, не оговоренных в настоящей таблице, в формулах следует принимать» коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1$

Минимальная толщина стенки для всех труб 4 мм.



### 2.4.1 Подбор сечения сжатых элементов фермы

Рассмотрим элемент верхнего пояса с максимальным расчетным сжимающим усилием  $N = - 383,4 \text{ кН}$  (эл-т 6-8).

Определяем ориентировочно требуемую площадь сечения элемента

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{383,4}{1 \cdot 0,8 \cdot 24} = 15,9 \text{ см}^2$$

$\varphi_{\text{min}} = 0,8$  – ориентировочно принятое значение.  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба,  $\varphi = 0,5 \div 0,8$ .

Принимаем гнутый замкнутый квадратный профиль по ГОСТ 30245-2003 □ гн. 120x5 [9] с характеристиками:

$$A = 22,36 \text{ см}^2 \quad i_x = 4,66 \text{ см}; \quad i_y = 4,66 \text{ см}$$

Проверка сечения:

$$\frac{N}{\varphi_{\text{min}} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

где -  $\varphi_{\text{min}}$  – коэффициент продольного изгиба относительно оси x или y, наименьший из них, определяется по [25] в зависимости от гибкости

$$\lambda_x = \frac{\ell_{\text{efx}}}{i_x} \leq \lambda_u \quad \text{либо} \quad \lambda_y = \frac{\ell_{\text{efy}}}{i_y} \leq \lambda_u$$

где -  $\lambda_u$  – предельная гибкость сжатых элементов.

Проверим гибкость верхнего пояса согласно п. 10.4.2 [25] по формуле

$$\lambda_{\text{max}} < \lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\text{min}} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}$$

$\ell_{\text{efx}}$  и  $\ell_{\text{efy}}$  – расчетные длины верхнего пояса фермы в плоскости и из плоскости.  $\ell_{\text{efx}} = 300 \text{ см}$  и  $\ell_{\text{efy}} = 300 \text{ см}$  (расстояние между закреплениями связей). Связи отображены в приложении Б.

Определяем гибкость ( $\lambda_x = \lambda_y$ , так как профиль квадратный и радиусы инерции одинаковые) принятого профиля и сравниваем с предельной гибкостью по формуле из таблицы 32 [25]:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,84 = 137,1$$

где  $\alpha$  – коэффициент, принимаемый не менее 0,5 по формуле из примечания таблицы 32 [25]:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{383,4}{0,851 \cdot 22,36 \cdot 24 \cdot 1} = 0,84 \geq 0,5$$

Вычисляем значение максимальной гибкости верхнего пояса:

$$\lambda_x = \lambda_y = \lambda_{\max} = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{300}{4,66} = 64,4 < \lambda_u = 137,1;$$

Определяем значение условной гибкости:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 64,4 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,198$$

По таблице Д1 [25, приложение Д] для сечения «а» при условной гибкости  $\bar{\lambda} = 2,198$  определяем значение коэффициента продольного изгиба верхнего пояса  $\varphi = 0,851$ .

Определяем несущую способность подобранного сечения:

$$\frac{383,4}{0,851 \cdot 22,36 \cdot 24 \cdot 1} = 0,84 < 1$$

Устойчивость сжатых стержней верхнего пояса обеспечена.

Рассмотрим раскос с максимальным расчетным сжимающим усилием  $N = -202,7$  кН (эл-т 3-4).

Расчеты ведем аналогично предыдущего элемента.

$$A_{\text{тр}} = \frac{202,7}{1 \cdot 0,8 \cdot 24,0} = 8,45 \text{ см}^2$$

Принимаем замкнутый квадратный профиль  $\square$  гн. 80x4 с характеристиками:  $A = 11,75 \text{ см}^2$   $i_x = i_y = 3,07 \text{ см}$

Длина стержня рассматриваемого элемента решетки  $\ell = 238,5$  см

Согласно [25, таблица 24], для любых не опорных элементов решетки в плоскости и из плоскости расчетные длины равны:

$$\ell = \ell_1 = 0,9 \ell = 0,9 \cdot 238,5 = 215 \text{ см.}$$

$$\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,873 = 166,9$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{202,7}{0,823 \cdot 11,75 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,873 \geq 0,5$$

Вычисляем значение максимальной гибкости верхнего пояса:

$$\lambda_x = \lambda_y = \lambda_{\max} = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{215}{3,04} = 69,7 < \lambda_u = 166,9.$$

Определяем значение условной гибкости:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 69,7 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,379$$

При условной гибкости  $\bar{\lambda} = 2,379$  значение коэффициента продольного изгиба верхнего пояса  $\varphi = 0,823$ .

Определяем несущую способность выбранного сечения:

$$\frac{202,7}{0,823 \cdot 11,75 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,873 < 1$$

Условие выполняется.

Рассмотрим элемент раскоса с сжимающим усилием  $N = -40,6$  кН (эл-т 7-8). Расчет ведем аналогично предыдущих.

Определяем ориентировочно требуемую площадь сечения элемента

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{40,6}{1 \cdot 0,6 \cdot 24,0} = 3,8 \text{ см}^2$$

Принимаем замкнутый квадратный профиль  $\square$  гн. 60x4 с характеристиками:  $A = 8,55 \text{ см}^2$   $i_x = i_y = 2,26 \text{ см}$ .

Длина стержня рассматриваемого элемента решетки  $\ell = 230 \text{ см}$

Расчетные длины равны:

$$\ell = \ell_1 = 0,9 \ell = 0,9 \cdot 230 = 207 \text{ см}.$$

$$\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,5 = 150$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{40,6}{0,653 \cdot 8,55 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,303 < 0,5, \text{ принимаем } \alpha = 0,5.$$

Максимальная гибкость верхнего пояса:

$$\lambda_{\max} = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{207}{2,26} = 94,7 < \lambda_u = 150.$$

Определяем значение условной гибкости:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 94,7 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 3,232$$

При условной гибкости  $\bar{\lambda} = 3,232$  значение коэффициента продольного изгиба верхнего пояса  $\varphi = 0,653$ .

Определяем несущую способность подобранного сечения:

$$\frac{40,6}{0,653 \cdot 8,55 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,303 < 1$$

Условие выполняется. Сечение средних раскосов принимаем окончательно из профиля □ гн. 60x4 [9] с запасом ввиду невозможности применения профилей по ГОСТ 30245-2003 с более тонкой стенкой и меньшими габаритными размерами.

#### 2.4.2 Подбор сечения растянутых элементов фермы

Растянутые элементы (нижний пояс фермы, нисходящие раскосы). Согласно п.9.5.2. [17], подбор растянутых элементов ведется «исходя из условия развития пластических деформаций» по формуле 9.12 [17]:

$$A_{тр} = \frac{N}{R_y \gamma_c}$$

В растянутых элементах фермы– предельная гибкость по таблице 33 [25] равна  $\lambda_u = 400$ .

$l_{efx}$  и  $l_{efy}$  - расчетные длины элементов решетки:  $l_{efx} = 300$  см,  $l_{efy} = 600$  см

Согласно [25, таблица 24], для любых элементов пояса в плоскости и из плоскости расчетные длины равны геометрическим:

- в плоскости фермы  $l_{efx} = l = 300$  см (длина панели нижнего пояса фермы).

- из плоскости фермы  $l_{efy} = l = 600$  см – расстояние между точками закрепления фермы (см. рисунок 2.3).

Для опорного раскоса в обеих плоскостях  $l_{efx} = l_{efy} = l_{геометр}$  (табл. 24).

Для всех остальных элементов решетки  $l_{efx} = l_{efy} = 0,9 \cdot l_{геометр}$ .

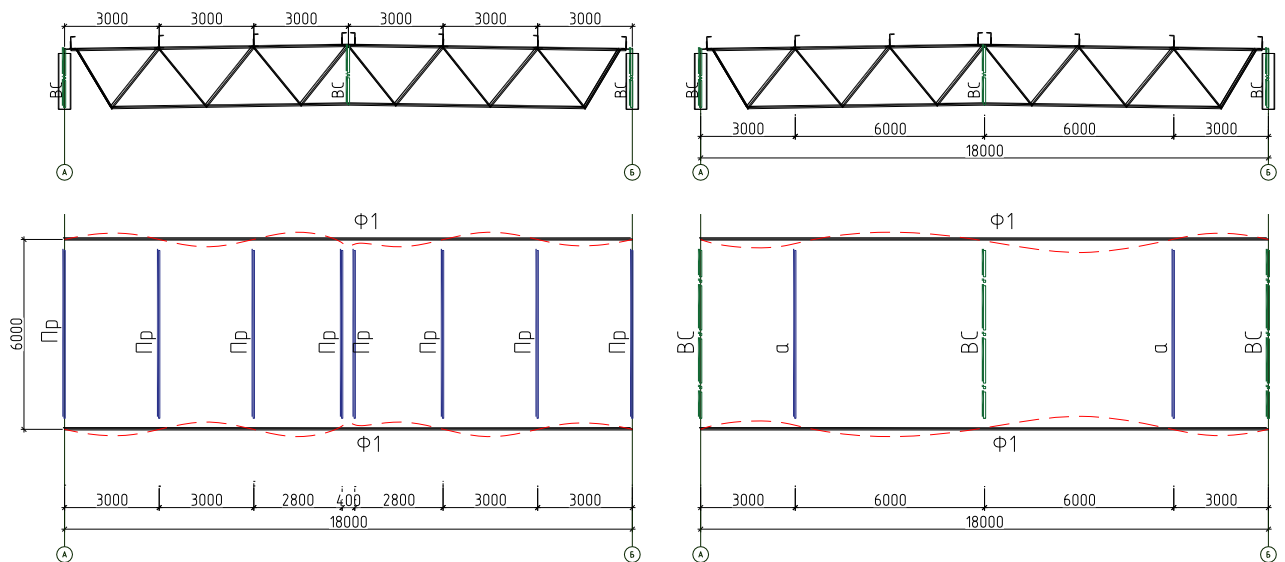


Рисунок 2.3 - Закрепление поясов фермы из плоскости по верхним поясам (слева) и по нижним поясам (справа)

Рассмотрим элемент нижнего пояса с максимальным расчетным растягивающим усилием  $N = 408,8 \text{ кН}$  (эл-т 7-7').

Подбор требуемого сечения:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{408,8}{1 \cdot 24} = 17,03 \text{ см}^2$$

Принимаем гнутый замкнутый прямоугольный профиль по [9] □ гн. 100x5 с характеристиками:  $A = 18,36 \text{ см}^2$   $i_x = i_y = 3,48 \text{ см}$ .

Проверяем чтобы гибкость элемента не превышала предельную.

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{300}{3,48} = 86,2 < \lambda_u = 400.$$

Проверяем прочность элемента

$$\frac{408,8}{18,36 \cdot 24 \cdot 1} = 0,928 < 1$$

Прочность растянутого элемента обеспечена

Рассмотрим элемент раскоса с максимальным расчетным растягивающим усилием  $N = 175,4 \text{ кН}$  (эл-т 2-3 опорный раскос).

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{175,4}{1 \cdot 24,0} = 7,31 \text{ см}^2$$

Принимаем гнутый замкнутый квадратный профиль по [9] □ гн. 80x4 с

характеристиками:  $A = 11,75\text{см}^2$   $i_x = i_y = 3,07\text{см}$

Для опорного раскоса  $l_{efx} = l_{efy} = l_{геометр} = 203\text{см}$ ;

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{203}{3,07} = 66,1 < \lambda_u = 400$$

Проверяем прочность элемента

$$\frac{175,4}{11,75 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,622 < 1$$

Прочность опорного раскоса обеспечена.

Рассмотрим элемент раскоса с расчетным растягивающим усилием  $N = 40,6\text{кН}$  (эл-т 6-7).

$$A_{тр} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{40,6}{1 \cdot 24,0} = 1,7\text{см}^2$$

Принимаем гнутый замкнутый квадратный профиль по [9] 60x4 с характеристиками:  $A = 8,55\text{см}^2$   $i_x = i_y = 2,26\text{см}$ .

Геометрическая длина элемента решетки  $l_{геом} = 230\text{см}$ .

Расчетная длина  $l_{efx} = l_{efy} = 0,9 \cdot l_{геометр} = 230 \cdot 0,9 = 207\text{см}$ .

Определяем гибкость элемента решетки и сравниваем с предельной:

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{214}{2,26} = 89,4 < \lambda_u = 400$$

Проверяем прочность элемента

$$\frac{40,6}{8,55 \cdot 24,0 \cdot 1} = 0,2 < 1$$

Прочность раскоса обеспечена с большим запасом. Согласно п. 9.5 [17], «из условия обеспечения качества сварки и повышения коррозионной стойкости толщину замкнутых профилей не следует принимать менее 3мм. Для предотвращения повреждения стержней при транспортировке и монтаже не рекомендуется также применять профили размером менее 50мм».

Окончательно принимаем гнуто-сварной квадратный профиль по ГОСТ 30245-2003 □ гн. 60x4.

## 2.5 Расчет и конструирование узлов

Верхний опорный узел.



Согласно п. Л.2.2 [25], «В случае одностороннего примыкания к поясу двух или более элементов решетки с усилиями разных знаков (см. рисунок 2.4, б), а также одного элемента в опорных узлах (см. рисунок 2.4, а) при  $d/D \leq 0,9$  и  $c/b \leq 0,25$  несущую способность стенки пояса следует проверять для каждого примыкающего элемента по формуле» Л.1 [25]:

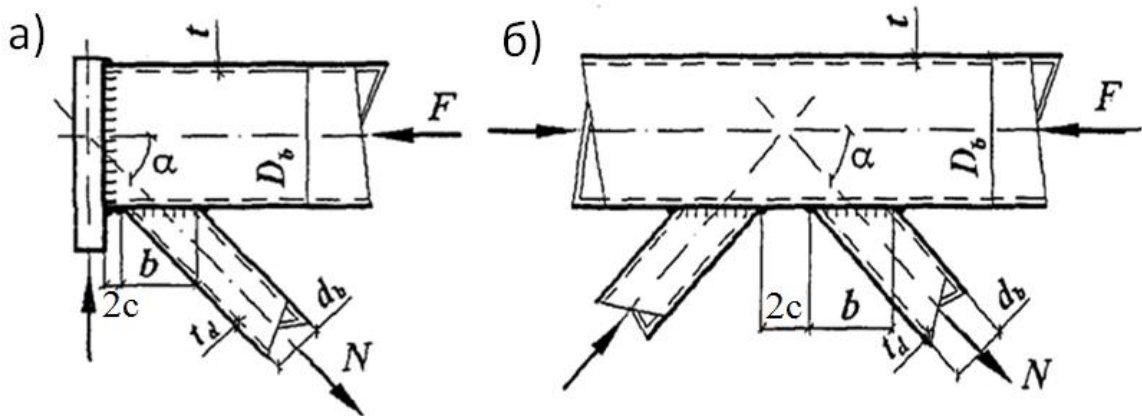


Рисунок 2.4 - Опорный узел и К-образный при треугольной решетке

При отношении  $\frac{d}{D} = \frac{80}{120} = 0,7 \leq 0,9$  и  $\frac{c}{b} = \frac{10}{90} = 0,111 < 0,25$  принимаем формулу:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8c/b) f \sin \alpha}$$

где  $N$  – усилие в примыкающем элементе = 175,4кН;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы = 1;

$\gamma_d$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе

$\gamma_d = 1,2$  при растяжении;

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе  $\gamma_D = 1$

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{77,2}{10,15 \cdot 24,0} = 0,09 \leq 0,5$$

$F$  – продольная сила в поясе со стороны растянутого элемента решетки = 77,2кН;

$t$  – толщина стенки пояса = 5мм;

$b$  – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса:

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{80}{\sin 63^\circ} = \frac{80}{0,7771} = 103 \text{ мм}$$

с – половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки = 10 мм;  $f = \frac{D-d}{2} = \frac{120-80}{2} = 20 \text{ мм}$

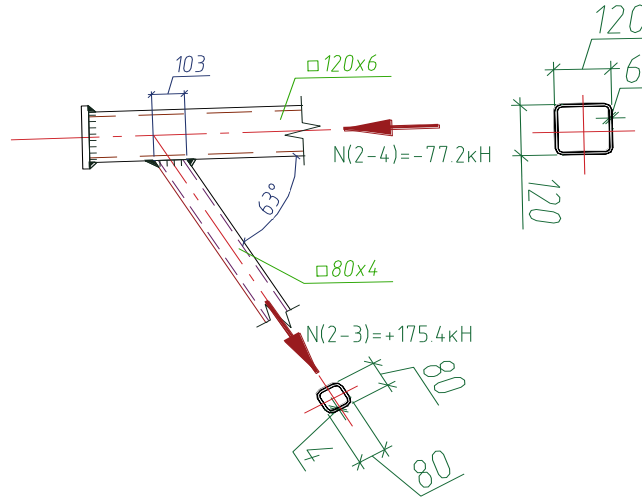


Рисунок 2.5 - Опорный узел

Производим проверку:

$$175,4 \text{ кН} > \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,5^2 (10,3 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2,0})}{2,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,111) \cdot 0,7771}$$

$$175,4 \text{ кН} < 140,6 \text{ кН}$$

Условие не выполняется. Увеличиваем толщину стенки верхнего пояса до 6 мм. Производим проверку:

$$175,4 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,6^2 (10,3 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2,0})}{2,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,111) \cdot 0,7771}$$

$$175,4 \text{ кН} < 202,7 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу.

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}$$

где  $k$  – при  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$   $\frac{d}{t_p} = \frac{80}{4} = 20 \geq 3$   $k = 1,0$

$A_p$  – площадь поперечного сечения элемента решетки  $A_{2-3} = 11,75 \text{ см}^2$ .

Производим проверку для растянутого раскоса 2-3:

$$175,4 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 24,0 \cdot 11,75}{1 + 0,013 \cdot 20} = 268,2 \text{ кН}$$

условие выполняется.

Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{en}}{\sin \alpha} + D_{en})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

где  $R_{wf}$ ,  $k_f$ ,  $\gamma_{wf}$ ,  $\beta_{wf}$  – характеристики сварки.

Принимаем полуавтоматическую сварку сварочной проволокой Св–08А.

$$R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2, k_f = 5 \text{ мм}, \gamma_{wf} = 1, \beta_{wf} = 0,7$$

$$\frac{175,4 \text{ кН}(0,75 + 0,01 \cdot 20)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot (\frac{2 \cdot 12}{0,7771} + 12)} = 8,63 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$8,63 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Условие выполняется.

- Верхний промежуточный узел.

Проверка на выносливость участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки (сжатым раскосом)

$$\text{При отношении } \frac{d}{D} = \frac{80}{120} = 0,7 \leq 0,9 \text{ и } \frac{c}{b} = \frac{10}{103} = 0,1 \leq 0,25 \text{ принимаем}$$

формулу:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8c / b) f \sin \alpha}$$

где  $N$  – усилие в примыкающем элементе  $N_{3,4} = 202,7 \text{ кН}$ ;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы = 1;

$\gamma_d$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе

$\gamma_d = 1,0$  при сжатии.

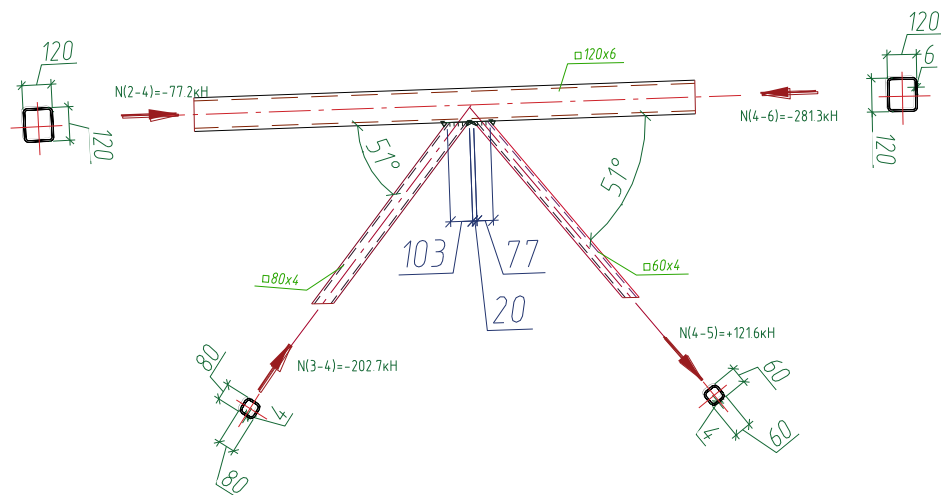


Рисунок 2.6 - Верхний промежуточный узел

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе  $\gamma_D = 1$ ;

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{77,2}{22,36 \cdot 24} = 0,202 \leq 0,5$$

$F$  – продольная сила в поясе со стороны сжатого элемента решетки

$$N_1 = 77,2 \text{ кН};$$

$t$  – толщина стенки пояса = 6 мм;

$b$  – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса:

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{80}{\sin 51^\circ} = \frac{80}{0,76} = 103 \text{ мм}$$

$c$  – половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки = 10 мм;

$$f = \frac{D - d}{2} = \frac{120 - 80}{2} = 20 \text{ мм}$$

Производим проверку:

$$202,7 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,6^2 (10,3 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2,0})}{2,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,1) \cdot 0,76}$$

$$202,7 \text{ кН} \leq 292,1 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу.

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}$$

где  $k$  – при  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$       $\frac{d}{t_p} = \frac{80}{4} = 20 \geq 3$       $k = 1$

$A_p$  – площадь поперечного сечения элемента решетки  $A_{3-4} = 11,75 \text{ см}^2$ .

Производим проверку для сжатого раскоса 3-4:

$$202,7 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 24,0 \cdot 11,75}{1 + 0,013 \cdot 20} = 223,8 \text{ кН}$$

условие выполняется.

Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{en}}{\sin \alpha} + D_{en})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

где  $R_{wf}$ ,  $k_f$ ,  $\gamma_{wf}$ ,  $\beta_{wf}$  – определяем по указаниям п. 12.8 [25].

Принимаем полуавтоматическую сварку проволокой Св – 08А.

$R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$ ,  $k_f = 5 \text{ мм}$ ,  $\gamma_{wf} = 1$ ,  $\beta_{wf} = 0,7$

$$\frac{202,7 \text{ кН}(0,75 + 0,01 \cdot 20)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot (\frac{2 \cdot 12}{0,76} + 12)} = 9,82 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$9,82 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Условие выполняется.

Проверка на выносливость участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки (растянутым раскосом)

При отношении  $\frac{d}{D} = \frac{60}{120} = 0,5 \leq 0,9$  и  $\frac{c}{b} = \frac{10}{77} = 0,13 \leq 0,25$  принимаем формулу:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8c / b) f \sin \alpha}$$

где  $N$  – усилие в примыкающем элементе = 121,6кН;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы = 1;

$\gamma_d = 1,2$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе при растяжении;

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе;

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{281,3}{22,36 \cdot 24} = 0,53 > 0,5$$

$$\gamma_D = 1,5 - \left| \frac{F}{AR_y} \right| = 1,5 - 0,53 = 0,97$$

$F$  – продольная сила в поясе со стороны растянутого элемента решетки  
 $N_{4-6} = 281,3$ ;

$t$  – толщина стенки пояса = 6мм;

$b$  – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса:

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{60}{\sin 51^\circ} = \frac{60}{0,7771} = 77 \text{ мм}$$

$c$  – половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки = 10мм;  $f = \frac{D-d}{2} = \frac{120-60}{2} = 30 \text{ мм}$

Производим проверку:

$$121,6 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 24 \cdot 0,6^2 (7,7 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 3,0})}{3,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,13) \cdot 0,7193}$$

$$121,6 \text{ кН} \leq 126,9 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу.

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}$$

где  $k$  – при  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$       $\frac{d}{t_p} = \frac{60}{4} = 15 \geq 3$       $k = 1$

$A_p$  – площадь поперечного сечения элемента решетки  $A_{10} = 8,55 \text{ см}^2$ .

Производим проверку для растянутого раскоса 13:

$$121,6 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 24,0 \cdot 8,55}{1 + 0,013 \cdot 15} = 206,06 \text{ кН}$$

условие выполняется.

Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{en}}{\sin \alpha} + D_{en})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

где  $R_{wf}$ ,  $k_f$ ,  $\gamma_{wf}$ ,  $\beta_{wf}$  – характеристики сварки.

Принимаем полуавтоматическую сварку проволокой Св – 08А.

$$R_{wf} = 18 \text{кН/см}^2, k_f = 5 \text{мм}, \gamma_{wf} = 1, \beta_{wf} = 0,7$$

$$\frac{121,6 \text{кН}(0,75 + 0,01 \cdot 15)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot (\frac{2 \cdot 12}{0,7771} + 12)} = 5,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$5,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Условие выполняется.

- Нижний промежуточный узел.

Проверка на выносливость участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки (сжатым раскосом)

При отношении  $\frac{d}{D} = \frac{80}{100} = 0,8 \leq 0,9$  и  $\frac{c}{b} = \frac{10}{90} = 0,111 \leq 0,25$  по формуле:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8c / b) f \sin \alpha}$$

где  $N$  – усилие в примыкающем элементе  $N_{3-4} = 202,7 \text{кН}$ ;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы = 1;

$\gamma_d = 1,0$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе при сжатии;

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе  $\gamma_D = 1$ ;

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{204,7}{14,95 \cdot 24} = 0,53 > 0,5$$

$$\gamma_D = 1,5 - \left| \frac{F}{AR_y} \right| = 1,5 - 0,53 = 0,97$$

$F$  – продольная сила в поясе со стороны сжатого элемента решетки

$$N_4 = 204,7 \text{ кН};$$

$t$  – толщина стенки пояса = 5 мм;

$b$  – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса:

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{80}{\sin 51^\circ} = \frac{80}{0,7771} = 103 \text{ мм}$$

$c$  – половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки = 10 мм;

$$f = \frac{D - d}{2} = \frac{100 - 80}{2} = 10 \text{ мм}$$

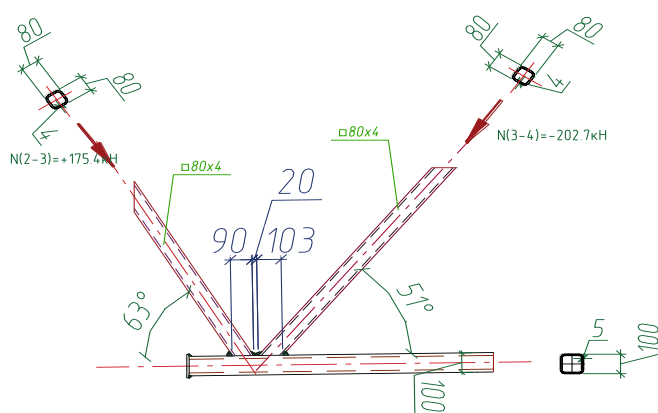


Рисунок 2.7 - Нижний крайний узел

Производим проверку:

$$175,4 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,5^2 (10,3 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,111) \cdot 0,7771} = 203,0 \text{ кН}$$

$$175,4 \text{ кН} > 203,0 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу.

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}$$

где  $k$  – при  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$   $\frac{d}{t_p} = \frac{80}{4} = 20 \geq 3$   $k = 1$

$A_p$  – площадь поперечного сечения элемента решетки  $A_{3-4} = 11,75 \text{ см}^2$ .

Производим проверку для сжатого раскоса 9:



$$175,4 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 24,0 \cdot 11,75}{1 + 0,013 \cdot 20} = 223,8 \text{ кН}$$

условие выполняется.

Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{nn}}{\sin \alpha} + D_{nn})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

где  $R_{wf}$ ,  $k_f$ ,  $\gamma_{wf}$ ,  $\beta_{wf}$  – характеристики сварки.

Принимаем полуавтоматическую сварку проволокой Св – 08А.

$R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$ ,  $k_f = 5 \text{ мм}$ ,  $\gamma_{wf} = 1$ ,  $\beta_{wf} = 0,9$

$$\frac{175,4 \text{ кН}(0,75 + 0,01 \cdot 20)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot (\frac{2 \cdot 10}{0,7771} + 10)} = 10,3 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$10,3 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Условие выполняется.

Проверка на выносливость участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки (растянутым раскосом-опорным)

При отношении  $\frac{d}{D} = \frac{80}{100} = 0,8 \leq 0,9$  и  $\frac{c}{b} = \frac{10}{90} = 0,111 \leq 0,25$

принимаем формулу Л.2 [25]:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8c/b) f \sin \alpha}$$

где  $N$  – усилие в примыкающем элементе = 175,4 кН;

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы;

$\gamma_d = 1,2$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе при растяжении;

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе;

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{0}{22,36 \cdot 24} = 0 < 0,5 \rightarrow \gamma_D = 1,0$$

$F$  – продольная сила в поясе со стороны растянутого элемента решетки

$N=0$  (нет усилий);

$t$  – толщина стенки пояса = 5мм;

$b$  – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса:

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{80}{\sin 63^\circ} = \frac{80}{0,891} = 90 \text{ мм}$$

$c$  – половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки = 10мм;

$$f = \frac{D - d}{2} = \frac{100 - 80}{2} = 10 \text{ мм}$$

Производим проверку:

$$175,4 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 24 \cdot 0,5^2 (9,0 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,103) \cdot 0,891}$$
$$175,4 \text{ кН} \leq 199,8 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу.

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}$$

где  $k$  – при  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$       $\frac{d}{t_p} = \frac{80}{4} = 20 \geq 3$       $k = 1$

$A_p$  – площадь поперечного сечения элемента решетки  $A_{2-3} = 11,75 \text{ см}^2$ .

Производим проверку для растянутого раскоса 8:

$$175,4 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 24,0 \cdot 11,75}{1 + 0,013 \cdot 20} = 268,6 \text{ кН}$$

условие выполняется.

Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{en}}{\sin \alpha} + D_{en})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

где  $R_{wf}$ ,  $k_f$ ,  $\gamma_{wf}$ ,  $\beta_{wf}$  – характеристики сварки.

Принимаем полуавтоматическую сварку проволокой Св – 08А.

$$R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2, k_f = 5 \text{ мм}, \gamma_{wf} = 1, \beta_{wf} = 0,9$$

$$\frac{175,4 \text{ кН} (0,75 + 0,01 \cdot 20)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{2 \cdot 10}{0,891} + 10 \right)} = 11,4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$11,4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Условие выполняется.

### 2.5.1 Верхний монтажный узел (№8)

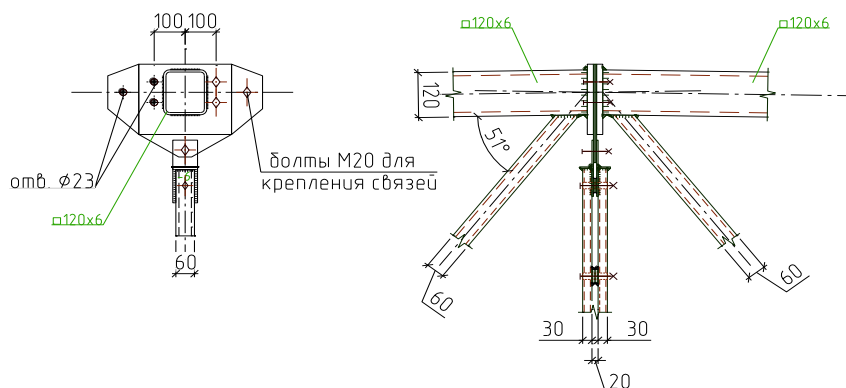


Рисунок 2.8 - Верхний монтажный узел.

Верхний монтажный узел (см. рисунок 2.8) работает на сжатие. Данный узел решается конструктивным методом без дополнительного расчета с обязательным условием раскрепления из плоскости и в плоскости. «Распорки в коньке верхнего пояса ферм обеспечивают устойчивость верхнего пояса из плоскости фермы как во время эксплуатации, так и при монтаже» [17]. Сварной шов при плотном примыкании пояса к фланцу принимается конструктивно.

### 2.5.2 Нижний монтажный узел (№7')

Нижний монтажный узел (рисунок 2.9) является более ответственной конструкцией, так как это один из самых нагруженных узлов. Работает на центральное растяжение. Узел выполняется со сплошными фланцами и ребрами жесткости, расположенными вдоль углов профиля пояса и проектируется на высокопрочных болтах марки 40х «Селект».

Согласно п. 14.3.3 [25], «расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой плоскостью трения элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, следует определять по формуле» 191:

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} A_{bn}}{\gamma_h} = \frac{75,5 \cdot 2,45}{1,008} = 188,4 \text{ кН}$$

где  $R_{bh} = 75,5 \text{ кН/см}^2$  – расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов для болтов  $d = 20 \text{ мм}$  из стали 40Х [25, табл. Г.8];

$A_{bn} = 2,45 \text{ см}^2$  – площадь сечения болта нетто [25, табл. Г.9];

$\gamma_h = 1,12 \cdot 0,9 = 1,008$  – коэффициент, здесь 0,9 – коэффициент, применяемый при контроле натяжения болтов по углу поворота гайки.

Определяем необходимое количество болтов на стык

$$n \geq \frac{N_{7-7'}}{N_b k \gamma_b \gamma_c} = \frac{408,8}{188,4 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1} = 2,17$$

где  $k = 1$  – количество плоскостей трения соединяемых элементов;

Принимаем 4 болта М20 из стали 40х «селект».

Определяем минимальные расстояния:

между центрами болтов  $a_{\min,1} = 2,5d_{oms} = 2,5 \cdot 23 = 57,5 \text{ мм}$

от центра болта до края элемента  $a_{\min,2} = 1,3d_{oms} = 1,3 \cdot 23 = 30 \text{ мм}$

Окончательно все расстояния при размещении болтов принимаем  $a_1 = 60 \text{ мм}, a_2 = 40 \text{ мм}$

Расчет сварного шва, прикрепляющего ребра к поясу и фланцу

Длина сварного шва:

$$l_w = 8 \cdot (10 - 1) + 2 \cdot (10 + 10 - 2) = 108 \text{ см.}$$

Принимаем марку сварочной проволоки Св-08Г2С.

Определяем катет шва:

- по металлу шва

$$N_{7-7'} = 408,8 \text{ кН} \leq \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c = 0,9 \cdot 0,5 \cdot 108 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 874,8 \text{ кН}$$

- по металлу границы сплавления

$$N_{7-7'} = 408,8 \text{ кН} \leq \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c = 1,05 \cdot 0,5 \cdot 108 \cdot 21,15 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 1199 \text{ кН}$$

где  $\beta_f = 0,9$ ,  $\beta_z = 1,05$  – коэффициенты глубины проплавления;



### 2.5.3 Конструирование опорного узла

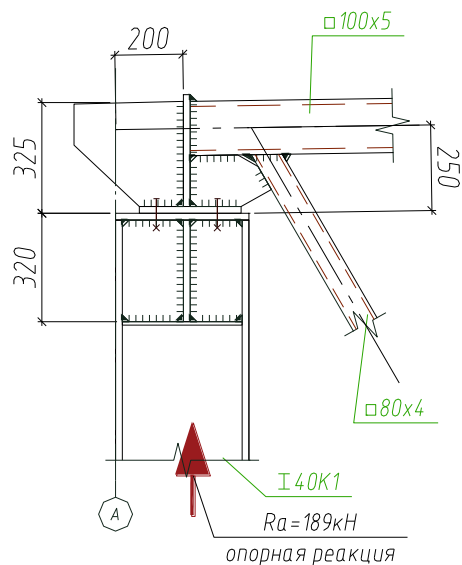


Рисунок 2.10 - Опираение фермы на колонну

Сопряжение принимаю на болтах нормальной точности М 20 (болты класса точности В) класса прочности 5.8, отверстия под болты  $d_{отв} = 23$  мм.

С учетом расчета узлов окончательно принимаем такие сечения элементов фермы:

- Верхний пояс из Гн □ 120x6 мм
- Нижний пояс из Гн □ 100x5 мм
- Раскосы из Гн □ 80x4; 60x4 мм
- Центральная стойка из Гн □ 60 × 30 × 4мм (конструктивно).

### **3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

#### **3.1 Область применения**

Технологическая карта №1 разрабатывается на монтаж покрытия цеха окраски строительных металлоконструкций г. Тольятти.

«Монтаж сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий ведут специализированными потоками, каждому из которых придают комплект транспортных и монтажных машин и соответствующую монтажную оснастку. При этом каждый специализированный поток обслуживает монтажный участок, границы которого соответствуют пролету зданий или секции, ограниченной температурными швами. Размеры участков устанавливаются с таким расчетом, чтобы на каждом из них были приблизительно одинаковые объемы и трудоемкость работ. Причем в качестве монтажного участка должна приниматься наименьшая часть здания в плане, с тем чтобы на ней обеспечить непрерывный монтаж сборных конструкций с соблюдением необходимых технологических перерывов и требований безопасной организации труда» [6].

«Ведущим процессом при возведении надземной части здания является монтаж сборных стальных конструкций. При этом одним из основных условий эффективности монтажных работ является поточное осуществление их в увязке с другими строительными процессами (устройство кровли, производство санитарно-технических и электромонтажных работ, монтаж технологического оборудования, устройство полов и отделочные работы). При возведении объекта могут выполняться несколько комплексных процессов, образующих в совокупности сложный процесс, результатом которого является возведение здания или сооружения» [6].

Строительство ряда объектов силами одной строительной организации требует координации и взаимоувязки объектных систем. В этом случае формируется строительный поток, в основе которого лежит совокупность нескольких объектных потоков, образующих межобъектный процесс.

Основные процессы:

- геодезическая разбивка положения конструкций,
- установка конструкции в проектное положение,
- выверка и закрепление конструкций

Вспомогательные работы:

- организация рабочих зон,
- устройство стендов для укрупнительной сборки ферм,
- установка необходимых средств подмащивания,
- разгрузка и складирование материалов и конструкций,
- сортировка конструкций.

Заключительные работы:

- приемка выполненных работ,
- составление актов скрытых работ,
- составление акта приемки работ.

### 3.2 Спецификация монтажных элементов

Таблица 3.1 – Спецификация монтажных элементов

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Масса, т	
				Ед.	всего
1	Кровельная ферма Ф-1	шт	39	1,50	58,50
2	Кровельный прогон П-1	шт	288	0,20	57,60
3	Конструкции фонарей	шт	4	1,41	7,46
	Итого				123,56

Таблица 3.2 – Ведомость монтажных блоков

Наименование блоков	Масса, т				
	Металлоконструкции	Оснастка	Такелажн. приспособл.	Элемент усиления	Общая
1	2	3	4	5	6
Ф-1	1,5	0,5	0,1	0,2	2,3
П-1	0,2	-	0,10	-	0,3
ФН-1	1,41	0,5	0,19	0,2	2,3



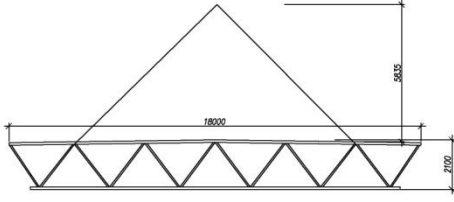
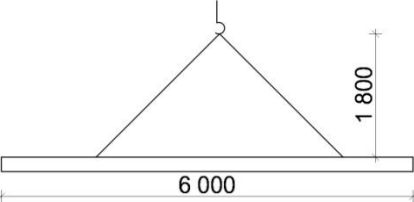
### **3.3 Выбор технологического нормоконспекта инвентаря, приспособлений и инструментов**

Согласно п. 4.5 [7], «при монтаже строительных конструкций используют грузозахватные устройства (траверсы, стропы) для подъема сборных элементов; технические средства для выверки и предварительного закрепления конструкций; оснастку, обеспечивающую нормальную безопасную работу монтажников на высоте».

Выбор грузозахватных приспособлений (стропов, траверс) производят для каждого конструктивного элемента здания. При этом одно и то же приспособление стремятся использовать для подъема нескольких сборных элементов. Общее количество приспособлений на строительной площадке должно быть наименьшим. Траверсы применяют для подъема длинномерных конструкций, когда использование обычных строп оказывается невозможным.

Рабочее место монтажника на высоте оборудуют переносными подмостями (при высоте до 5 м), переносными лестницами с площадкой (при высоте до 8 м), навесными монтажными площадками с подвесными лестницами (при высотах более 8 м). Монтажные площадки имеют ограждения для безопасного ведения работ. Выбор грузозахватных устройств, технических средств для предварительного закрепления и выверки конструкций, монтажных приспособлений записываем в табл. 3.3

Таблица 3.3 – Ведомость такелажных приспособлений

Эскиз (схема строповки)	Наименование марка	Кол- во	Масса, кг		
			един ицы	всех	общая
1	2	3	4	5	6
	Строп 2СК-4/9000 ГОСТ 25573-82	1	98,82	198,6	198,6
	Строп 1 СК-2/1000 ГОСТ 25573-82	2	1,68	3,36	3,36
	2СК-1/2000 ГОСТ 25573-82	1,63	1,63	2,26	2,26

### 3.4 Организация и технология строительного производства

Подготовительные процессы. «Транспортирование сборных строительных конструкций. В зависимости от места расположения монтируемого объекта и принятой организации монтажных работ могут быть следующие варианты доставки сборных конструкций:

– железнодорожным транспортом от завода - изготовителя к месту укрупнительной сборки или непосредственно в зону монтажа. Этим вариантом в основном пользуются для перевозки металлических конструкций, доставляемых с заводов-изготовителей отправочными марками;

– автомобильным транспортом от завода-изготовителя к месту складирования или в зону монтажа». Так доставляют металлические конструкции, изготавливаемые, как правило, на близ расположенных предприятиях.

Основными технологическими условиями при перевозке сборных конструкций является обеспечение их сохранности, а также доставка в последовательности и сроки, обусловленные графиком производства монтажных работ. Сохранность конструкций гарантирована при перевозке их на специализированных транспортных средствах.

Комплексный процесс монтажа металлического покрытия состоит из следующих процессов и операций:

- подготовка мест опирания ферм;
- установка, выверка и закрепление готовых ферм на опорных поверхностях;
- установка, выверка и закрепление готовых конструкций фонарей;
- монтаж прогонов.

До начала монтажа каркаса здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- доставить конструкции на строительную площадку с заводов-поставщиков, а также перевезти в пределах строительной площадки от складов к местам их установки,
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа покрытия, прошедшие входной контроль,
- нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей,
- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.

Фермы доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде из двух монтажных единиц (полуферм), далее сортируются, укрупняются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

«При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с

помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала» [2].

Подготовка ферм к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- укрупнительная сборка ферм;
- закрепления распорки (элемента усиления) одним концом винтовыми зажимами к верхнему поясу фермы (в коньковом узле) и привязывания ко второму концу распорки каната-оттяжки;
- прикрепления по концам фермы двух оттяжек из пенькового каната для удержания фермы от раскачивания при подъеме.

Для монтажа ферм применяют автомобильный стреловой кран Liebherr LTM 1040-2/1 оснащенный траверсой с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют ферму за верхний пояс, в узлах, где сходятся стойки и раскосы, - за две или четыре точки. Монтаж ферм выполняет звено рабочих- монтажников из пяти человек. К работе также привлекают электросварщика.

После подъема, установки и выверки первую ферму раскрепляют расчалками, которые закрепляют за колонны.

После установки первой пары ферм на них укладывают и закрепляют 4-6 прогонов для создания жесткой начальной системы. Затем снимают все элементы временного крепления, т.е. все инвентарные распорки и расчалки удаляют по мере укладки и приварки плит покрытия. Расстроповку осуществляют после установки распорок и приварки связей к верхним поясам.

Затем монтируют горизонтальные связи, рамы фонарей, прогоны и фахверковые конструкции.

До начала монтажа кровельных и стеновых панелей необходимо подкрасить все сварные соединения металлоконструкции согласно технологической карте на окраску металлической поверхностей.

### 3.5 Выбор крана

Выбор крана выполняется по трем показателям: грузоподъемность, вылет стрелы и высота подъема крюка.

Выбираем кран для монтажа ферм.

Высота подъема крюка

$$H_{\text{тр}} = H_0 + h_3 + h_э + h_{\text{стр}} + h_{\text{пол}} = 13,95 + 1 + 2,1 + 5,83 + 1,5 = 24,38 \text{ м}$$

Требуемая грузоподъемность крана:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{эл}} + q_{\text{стр}} = 2,3 \text{ т (из таблицы 3.2)}$$

Вылет стрелы определяем графическим способом на рисунке 3.1.

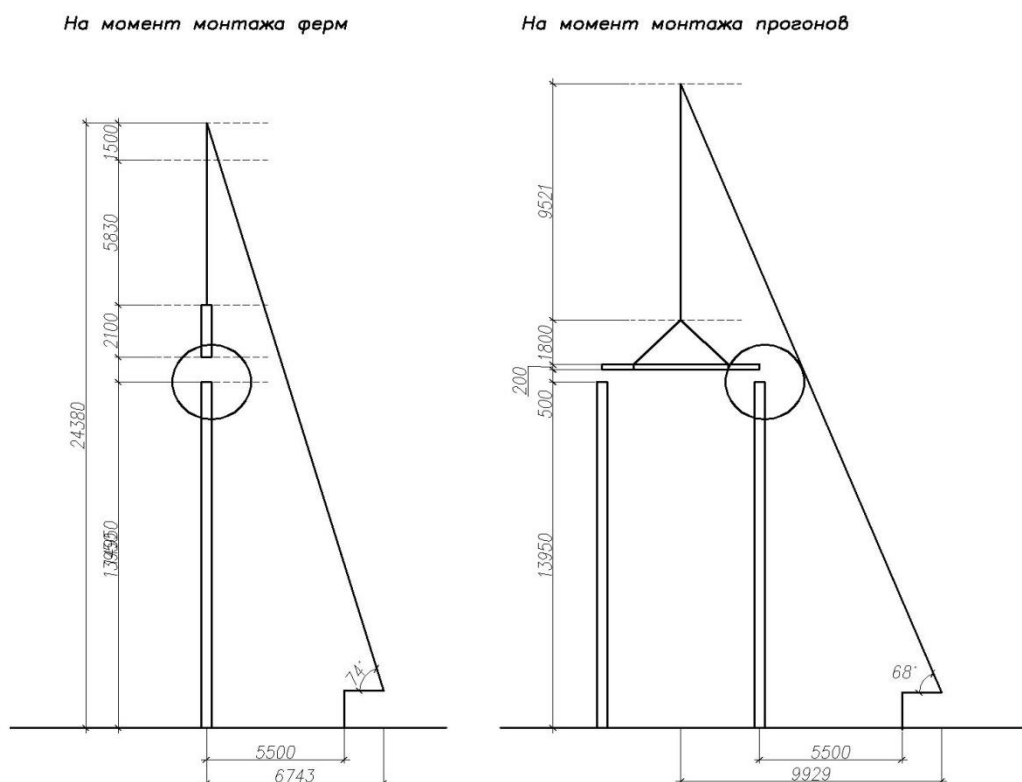


Рисунок 3.1 - Выбор крана для монтажа ферм и прогонов.

Для монтажа покрытия принимаем кран Liebherr LTM 1040-2.1 со стрелой 25.2 м. Грузовысотные характеристики крана приведены на рис. 3.2.

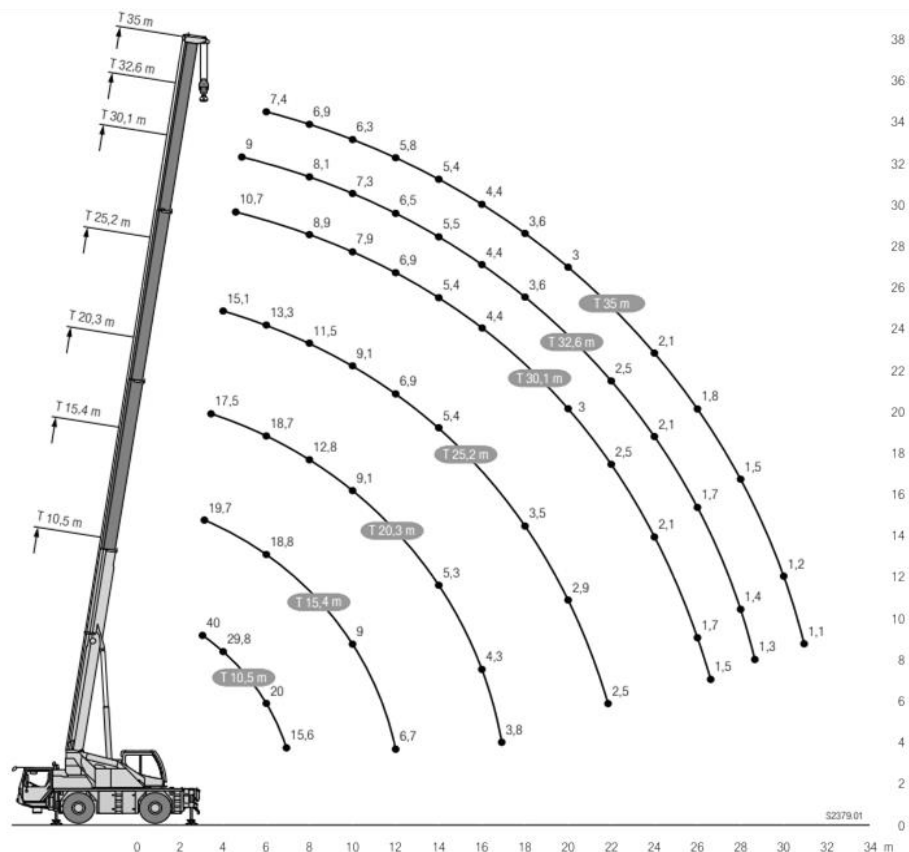


Рисунок 3.2 – Грузовысотные характеристики крана

### 3.6 Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Таблица 3.4 – Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Трудозатраты		Состав звена
				На ед. чел.-ч	На весь объем чел.-ч	
1	2	3	4	5	6	7
Е 5-1-1	Сортировка конструкций	т	123,56	0,65	80,32	МОНТ 4р-1 3р-2
ГЭСН 09-03-012-01	Монтаж ферм	т	58,5	25,53	1493,51	МОНТ 5р-1 4р-1 3р-1 2р-1 машбр-1
Е 5-1-3	Укрупнительная сборка ферм	шт	39	5,8	226,20	
ГЭСН 09-03-015-01	Монтаж прогонов П-1 массой 0,1 т	т	57,5	15,79	907,92	МОНТ 6р-1 4р-2 3р-1 машбр-1

ГЭСН 09-03-021-01	Монтаж каркасов фонарей	т	7,46	236,8	1766,8	МОНТ 6р-1 4р-2 3р-1 маш6р-1
Е 5-1-2	Установка лестниц приставных	шт	78	0.34	26,52	МОНТ 4р-1 3р-2
Е 5-1-2 № 10а	Установка лестниц навесных	шт	50	0.62	17,00	МОНТ 4р-1 3р-2
		Всего			4518,27	

### 3.7 Указания по технике безопасности

«Наряд-допуск выдается непосредственному руководителю работ (прорабу, мастеру, менеджеру и т.п.) лицом, уполномоченным приказом руководителя организации. Перед началом работ руководитель работы обязан ознакомить работников с мероприятиями по безопасности производства работ и оформить инструктаж с записью в наряде-допуске.

В организации, как правило, назначаются лица, ответственные за обеспечение охраны труда в пределах порученных им участков работ, в том числе:

- в целом по организации (руководитель, заместитель руководителя, главный инженер);
- в структурных подразделениях (руководитель подразделения, заместитель руководителя);
- на производственных территориях (начальник цеха, участка, ответственный производитель работ по строительному объекту);
- при эксплуатации машин и оборудования (руководитель службы главного механика, энергетика и т.п.);
- при выполнении конкретных работ и на рабочих местах (менеджер, мастер)» [2].

В организации должно быть организовано проведение проверок, контроля и оценки состояния охраны и условий безопасности труда, включающих следующие уровни и формы проведения контроля:

- постоянный контроль работниками исправности оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда;

- периодический оперативный контроль, проводимый руководителями работ и подразделений предприятия согласно их должностным обязанностям;

- выборочный контроль состояния условий и охраны труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

«Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Работники без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются.

Производственные территории (площадки строительных и промышленных предприятий с находящимися на них объектами строительства, производственными и санитарно-бытовыми зданиями и сооружениями), участки работ и рабочие места должны быть подготовлены для обеспечения безопасного производства работ» [2].

При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест необходимо выполнять требования п.4.10 [2], а именно, «места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов - сигнальные ограждения и знаки безопасности».

Основными средствами создания условий для безопасной работы и перемещения являются временные настилы, подмости и ограждения, защитные сетки, страховочные, предохранительные пояса и монтажные каски.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов



относятся:

- места вблизи от незащищенных токоведущих частей электроустановок;

- места вблизи от незащищенных перепадов по высоте 1,3 м и более;

- места, где возможно превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить: участки территории вблизи строящегося здания (сооружения); этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования; зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов; места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

Размеры указанных опасных зон устанавливаются согласно приложению Г [2].

При выполнении работ на высоте более 1 м от уровня земли или перекрытия настилы подмости должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 м от уровня земли. Наряду с металлическими используют вертикальные капроновые сетки для предупреждения падения с высоты. Под рабочими местами ставят горизонтальные сетки для ограждения падения.

Для переходов по фермам или базисам нужно закрепить карабин предохранительные пояса монтажника. Для этого на высоте 1,2 м от уровня перемещения натягивают страховочный стальной канат 08,3... 19 мм.

Монтажникам, выполняющим роль подсобных рабочих, при работе электрогазосварщиками, выдаются щитки или очки с защитными стеклами.

Рабочие, занятые на монтаже конструкций, обеспечиваются спецодеждой и спецобувью. Грузоподъемные машины, механизмы и приспособления до начала работ должны быть зарегистрированы и технически освидетельствованы в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Суммарная масса поднимаемой конструкции и захватного приспособления не должна превышать грузоподъемности крана при данном

вылете стрелы. Груз поднимается сначала на высоту 100мм для проверки правильности подвески, устойчивости крана и надежности действия его тормозов, а затем на проектную отметку.

По горизонтали груз перемещают на расстоянии 0,5м над встречающимися препятствиями.

При ветре силой более 6 баллов (скорость 10,8... 13,8м/с) работу прекращают, а кран закрепляют противоугонными приспособлениями.

Лица ответственные за содержание грузоподъемных машин, или прорабы и мастера шедшие проверку специальных знании, осматривают клещи и другие захваты - через месяц; сторону, тару, цепи - через каждые 10 дней. При пережимах, сплющивании, уменьшении диаметра на небольшой длине, слабине или выпирании прядей, образовании не выпрямляемых петель на канатах строп, не допускается к эксплуатации. Совмещение монтажа с какими - либо другими работами по одной вертикали в пределах монтажного участка запрещается.

Перед подъемом конструкции очищают, при необходимости красят и усиливают. Для предотвращения раскачивания поднимаемые конструкции удерживают оттяжками из пенькового каната.

При разгрузке машин нельзя перемещать конструкции над кабиной водителя.

На площадке обозначают границы опасных зон, те, расстояние по горизонтали от возможного места падения груза при его перемещении краном. При высоте подъема груза до 20м и 1/10 большей высоты, но не менее 10м. На границе опасной зон устанавливают предупредительные знаки и надписи, хорошо видимые в любое время суток.

На монтажной площадке должен существовать единый порядок сигнализации. Установку, временное закрепление, расстроповку и постоянное закрепление конструкций следует производить с перекрытий, инвентарных подмостей, стремянок, лесов. Пользоваться приставными лестницами, а также находится на стене в этих случаях запрещается.

Временные крепления удаляют после закрепления конструкции всеми средствами предусмотренными проектом.

Согласно п. 6.5 обеспечения пожаробезопасности [2], «в местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50м.

Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации».

### **3.8 Указания по обеспечению качества**

Раздел включает в себя: перечень операций или процессов, подлежащих контролю, виды и способы контроля, используемые приборы и оборудование, указания по осуществлению контроля и оценки качества, нормативные требования, порядок проведения контроля.

Операционный контроль качества выполняемых работ осуществляют в соответствии с требованиями нормативных документов [2].

При входном контроле выясняется, отвечают ли указанным выше требованиям материалы, конструкции и заготовки, поступающие на приобъектные и центральные склады. При этом осуществляются внешний осмотр (с выявлением дефектов) и отдельные замеры, определяется соответствие данным, приведенным в паспортах, рабочих чертежах, эскизах, проверяется наличие сертификатов, штампов ОТГ (завода-изготовителя и маркировки, устанавливается, имеются ли детали для сборки и фиксации стыков и крепления подмостей, обозначены ли места страховки, а также есть ли осевые риски и метки, указывающие на точки стирания при складировании.

Операционный контроль качества работ – перечень операций или процессов, подлежащих контролю; виды и способы контроля; используемые приборы и оборудование; указания по осуществлению контроля и оценки качества выполняемых процессов.

При операционном контроле выполняется контроль монтажного процесса после завершения определенной производственной операций, заключающийся в систематической проверке соответствия выполнения работы требованиям, установленными проектно - нормативной документацией. Он осуществляется по схемам операционного контроля качества, которые разрабатываются для операции: сборки элементов конструкций под сварку, укрупнительной сборки и установки.

Приемочный контроль производят прорабы и мастера, принимая у бригадиров выполненные работы и оценивая их качество на скрытые работы.

При приемке предъявляют следующие документы: рабочие чертежи монтируемых конструкций; паспорта на сборные конструкции и их элементы; сертификаты на материалы используемые при монтаже; сертификаты на электроды; исполнительные схемы инструментального положения; акты промежуточной приемки; документацию по результатам испытания качества сварки.

Фермы выверяют на прямолинейность поясов натяжением проволоки между опорными узлами, на вертикальность плоскости фермы — с помощью отвеса. Отклонения от проектного положения ферм устраняются изменением длины прогонов, распорок или связей. После выполнения всех операций выверки ферм они окончательно закрепляются на опорах и в узлах примыкания связей, распорок.

Отклонения при монтаже ферм:

- смещение относительно разбивки ферм в нижнем сечении  $\pm 10$ мм;
- отклонение ферм и панелей в верхнем сечении от вертикали 1:250 высоты фермы.

Погрешность измерения должна быть не более 10% при приемке элементов и 20% при монтаже от предельных отклонений по контролируемому параметру.

В процессе приемки отправочные элементы должны быть выборочно проверены компарированной рулеткой. Если отклонения размеров превышают предельные, следует проверить все элементы. Элементы с отклонениями размеров выше предельных бракуют.

### 3.9 Материально-технические ресурсы

Потребность в машинах, оборудовании и инструменте приведена в таблице В.1 приложения В.

Таблица 3.6 – Потребность в конструкциях, полуфабрикатах и материалах

Наименование материала, полуфабриката, конструкции и т.д.	Марка	Единица измерения	Количество
Конструкции стальные	Ф-1, П-1	т	123,56
Канаты пеньковые пропитанные		т	0,036
Пропан-бутан,	смесь техническая	м <sup>3</sup>	27
Электроды диаметром: 4 мм	Э42	т	3,7
Кислород технический:	газообразный	м <sup>3</sup>	89
Гвозди строительные		т	0,038
Бруски деревянные, I сорта		м <sup>3</sup>	0,012
Растворитель марки: Р-4		шт.	0,074

### 3.10 График производства работ

График производства работ приведен на листе.

### 3.11 Техничко-экономические показатели

Объём работ– 123,56 т

Продолжительность выполнения работ – 44 дней

Принятая трудоемкость – 550,00 чел.-дн.

Выработка 1 рабочего – 0,24 т/чел-дн

Трудоемкость 1 ед. продукции – 4,46 чел-дн/т.

## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

### 4.1 Краткая характеристика объекта

Проектируемое здание – двухпролетное с несущим металлическим каркасом, расположен в г. Тольятти. Пролет равен 18 м, шаг колонн – 6 м. В среднем пролете предусмотрен свето-, аэрационный фонарь. Здание запроектировано прямоугольной формы с размерами осей 72 × 54м. Ограждающие стеновые и кровельные конструкции выполняются из сэндвич-панелей заводского изготовления. Для технологических нужд производства предусмотрены электрические мостовые краны грузоподъемностью 5 и 10т.

Проектируемый цех окраски строительных металлоконструкций расположен в пределах промышленной зоны. Проект разработан с учетом спокойного рельефа территории и с соблюдением санитарно-технологических и противопожарных норм.

### 4.2 Определение объемов работ

Расчет объемов строительно-монтажных работ сводим в табл.4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Ведомость объёмов строительно-монтажных работ

№	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	Монтаж металлических колонн	т	138,99	Колонна К-1-26 шт, Колонна К-2-26 шт, Колонна К - 3-16 шт
2	Монтаж подкрановых балок	т	63,36	Подкрановая балка ПБ-1 - 60 шт Подкрановая балка ПБ-2 – 12 шт
3	Монтаж вертикальных связей	т	1,72	Вертикальная связь ВС-1 – 3 шт Вертикальная связь ВС-2 – 3 шт
4	Монтаж ферм	т	58,2	Ферма Ф-1 – 39 шт
5	Монтаж конструкций фонарей	т	7,46	По расчету в разделе МК
6	Монтаж прогонов	т	57,6	Прогон П-1 – 288 шт
7	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	м <sup>2</sup>	4159	$S_k = 4 \times L \times \sqrt{B^2 + H^2} = 4 \times 72.2 \times 14.4 = 4158.72$
8	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	м <sup>2</sup>	3258	$S_{\phi} = 2 \times (S_{\phi} - S_{\text{пр}}) + 2 \times (S_{\text{осн}} - S_{\text{пр}}) = 2 \times (54.8 \times 14.45 - 3 \times 4.2 \times 4) + 2 \times (72.2 \times 14.3 - 5 \times 3 \times 6 - 5 \times 1 \times 6 - 4.4 \times 4 \times 2) = 3257.5$

9	Установка оконных блоков	м <sup>2</sup>	403	ОК-1 – 10 шт, ОК-2 – 10 шт
10	Установка дверных блоков и ворот	м <sup>2</sup>	169	В-1 – 4 шт В-2 – 6 шт Д-1 – 1 шт Д-2 – 1 шт Д-3 – 12 шт
11	Монтаж гипсокартонных перегородок	м <sup>2</sup>	128	S=128 м <sup>2</sup>
12	Уплотнение грунта щебнем	м <sup>2</sup>	4057	$S_{уп} = L_{п} \times B_{п} \times h_{уп} = 72,2 \times 54,8 = 4057,1$
13	Устройство подстилающих слоев бетонных т=50 мм	м <sup>3</sup>	202,85	$S_{уп} = L_{п} \times B_{п} \times h_{уп} = 72,2 \times 54,8 \times 0,05 = 202,85$
14	Устройство гидроизоляции из полиэтиленовой пленки	м <sup>2</sup>	4057	$S_{уп} = L_{п} \times B_{п} \times h_{уп} = 72,2 \times 54,8 = 4057,1$
15	Устройство полимерных наливных полов из полиуретана	м <sup>2</sup>	4057	$S_{уп} = L_{п} \times B_{п} \times h_{уп} = 72,2 \times 54,8 = 4057,1$

#### 4.3 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Потребность в конструкциях, изделиях и материалах определяется на основании объемов работ с учетом расхода по нормам на единицу работ по ГЭСН (см. таблицу Д.1 приложения Д)

#### 4.4 Подбор строительных машин и механизмов для производства работ

Таблица 4.4.1– Спецификация монтажных элементов

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Масса, т	
				Ед.	всего
1	Колонна К-1	шт	68	2,04	138,99
2	Вертикальная связь ВС-1	шт	4	0,43	1,72
3	Подкрановая балка	шт	72	0,88	63,36
4	Кровельная ферма Ф-1	шт	39	1,50	58,50
5	Кровельный прогон П-1	шт	288	0,20	57,60
6	Конструкции фонарей	шт	4	1,41	7,46

Кран подбирается для самого тяжелого и самого удаленного элемента.

Подбор такелажных приспособлений приведен в таблице Д2 приложения Д.

#### 4.4.1 Выбор монтажных кранов по грузовысотным характеристикам

Выбор крана выполняется по трем показателям: грузоподъемность, вылет стрелы и высота подъема крюка.

Выбираем кран для монтажа ферм.

Высота подъема крюка для монтажа прогонов:

$$H_{\text{кр}} = H_0 + h_3 + h_3 + h_{\text{стр}} + h_{\text{пол}} = 13,95 + 1 + 2,1 + 5,83 + 1,5 = 24,38 \text{ м}$$

Требуемая грузоподъемность крана:

$$Q_{\text{кр}} = Q_{\text{эл}} + q_{\text{стр}} = 2,34 \text{ т}$$

Вылет стрелы определяем графическим способом на рисунке 4.4.1.

*На момент монтажа ферм*

*На момент монтажа прогонов*

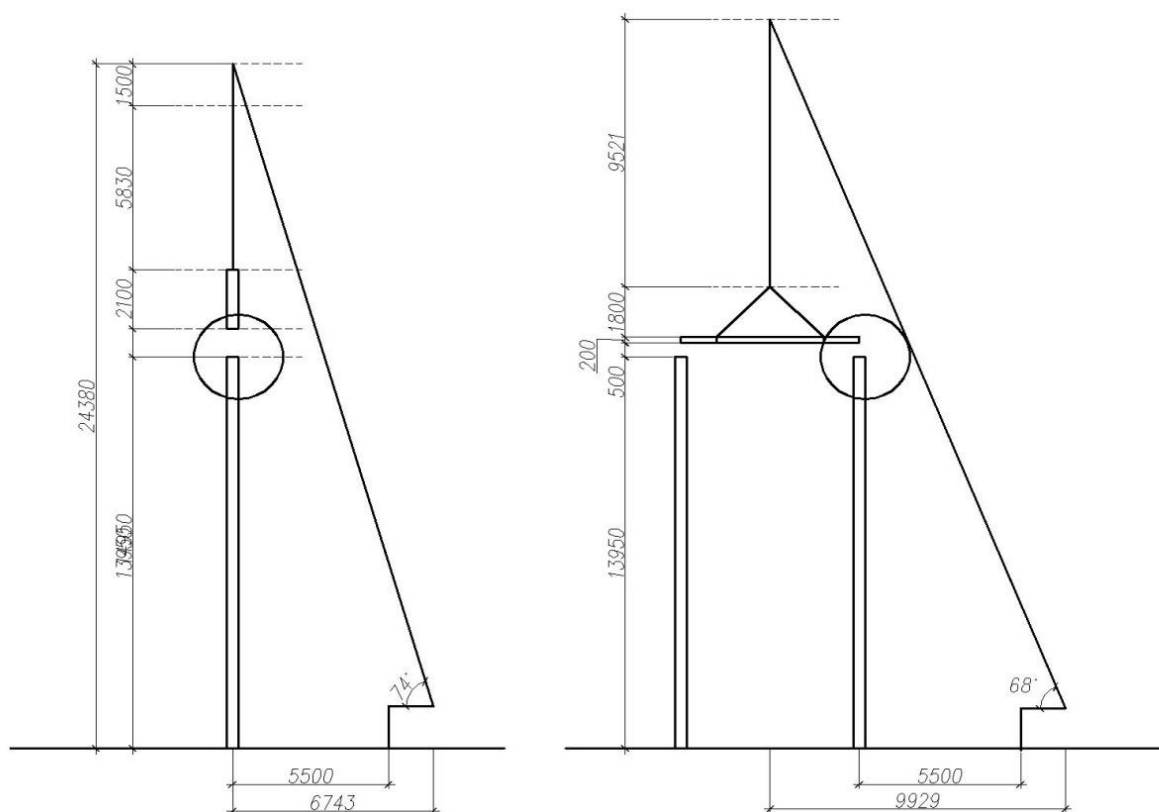


Рисунок 4.4.1 – Выбор крана для монтажа ферм и прогонов.

Для монтажа покрытия принимаем кран Liebherr LTM 1040-2.1 со стрелой 25,2 м.

Технические характеристики крана Liebherr LTM 1040-2.1 приведены на рисунке Д.4 и в таблице 4.4.2.



Таблица 4.4.2 – Технические характеристики стрелового самоходного крана

Наименование монтируемого элемента	Масса элемента	Высота подъема крюка, Н, м		Вылет стрелы L, м		Длина стрелы L, м	Грузоподъемность, т	
		Hmax	Hmin	Lmax	Lmin		Qmax	Qmin
Колонна	2,04		15,95		5,5	25,2	15,1	2,5
Ферма	1,5	24,38			6,75	25,2	15,1	2,5
Прогон	0,2	24,38		9,93		25,2	15,1	2,5

Выбираем кран для монтажа сэндвич-панелей.

Высота подъема крюка для монтажа прогонов:

$$H_{тр} = H_0 + h_3 + h_3 + h_{стр} + h_{пол} = 14,15 + 0,5 + 1,0 + 1,0 + 4,75 = 21,4 \text{ м}$$

Требуемая грузоподъемность крана для сэндвич-панели:

$$Q_{тр} = Q_{эл} + q_{стр} = 0,126 + 0,1 = 0,226 \text{ т}$$

Вылет стрелы определяем графическим способом на рисунке Д.1 приложения Д.

Так как высота подъема крюка большая, для монтажа сэндвич-панелей принимаем автомобильный кран КС-35715 Ивановец на базовом шасси МАЗ-5337А2 с длиной стрелы 18м и дополнительным гуськом 7м.

Грузовысотные характеристики автокрана КС-35715 Ивановец приведены на рисунке Д.2 приложения Д.

Дополнительно для монтажа сэндвич-панелей применяются автовышки телескопического типа АПП-18Т на шасси Газель Next в количестве двух единиц.

Технические характеристики автовышки АПП-18Т:

- алюминиевая люлька с алюминиевыми нескользящими помостами;
- ограничитель предельного груза;
- запуск и остановка двигателя автомобиля из люльки, электрогидравлическое управление с земли и люльки;
- телескопическая стрела (основная стрела + 2 секции) с цепной синхронизацией выдвигания секций;

- гидравлическое выравнивание люльки и 4 стабилизатора с датчиками положения опор;
- гидравлические шланги и проводка проложены внутри стрелы для защиты от повреждений.

Рабочая зона автовышки АГП-18Т показана на рисунке Д.3 приложения Д.

Выбор машин и механизмов, необходимых для производства работ приведен в таблице 4.4.3.

Таблица 4.4.3 – Машины, механизмы и оборудование для производства работ

№	Наименование	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во
1	Кран	Liebherr LTM 1040-2.1	стрела 25,2	Монтажные работы	1
2	Кран	КС-35715 ИВАНОВЕЦ	стрела 18м+ гусёк 7,0м	Монтажн сэндвич-панелей	1
3	Автогидроподъёмник	АГП-18Т	18м	-//-	2
4	Сварочный аппарат	АС-500	Сварочный ток 500 А; Мощность 30 кВт	Сварочные работы	2
5	Дрель ударная	Зенит ЗДП-870 Профи	Мощность 870 Вт	Монтажн сэндвич-панелей	2
6	Машина ручная шлифовальная	УШМ-2100	Диаметр круга 200/125 мм		3
7	Бетононасос передвижной	Putzmeister M 740	Давление 10 бар	Бетонирование полов	1

#### 4.5 Определение трудоёмкости и машиноёмкости работ

Требуемые затраты труда и машинного времени определены по Государственным элементным сметным нормам и приведены в таблице Д.3 приложения Д.

#### 4.6 Разработка календарного плана производства работ

Календарный план график производства работ позволяет разработать строительный проект по объекту любого уровня сложности, рассчитать для него необходимые финансовые, человеческие ресурсы, техническое обеспечение.

Календарный план производства работ представляет собой таблицу, отображающие все разновидности работ, необходимых для воплощения конкретного проекта. Кроме этого, график показывает, в какой очередность будут выполняться работы, и привязывает их к конкретной дате.

Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{n \times k}, \text{ дни} \quad (4.6.1)$$

где  $T_p$  - трудозатраты, чел-дн;

$n$  - кол-во рабочих звене;

$k$  - сменность.

После построения календарного графика, диаграммы движения людских ресурсов и их оптимизации рассчитывают следующие показатели:

- среднее число рабочих на объекте:

$$R_{CP} = \frac{\Sigma T_p}{T_{общ} \times k}, \text{ чел} \quad (4.6.2)$$

где  $T_p$  - суммарная трудоёмкость работ, чел-дн;

$T_{общ}$  - общий срок строительства по графику, дн;

$k$  - преобладающая сменность.

$$R_{CP} = \frac{1968}{97 \times 2} = 20 \text{ чел.}$$

- степень достигнутой поточности строительства по числу людских ресурсов:

$$\alpha = \frac{R_{CP}}{R_{max}}, \quad (4.6.3)$$

где  $R_{CP}$  - среднее число рабочих на объекте;

$R_{\max}$  - максимальное число рабочих на объекте.

После построения календарного графика, диаграммы движения людских ресурсов и их оптимизации рассчитывают следующие показатели:

- степень достигнутой поточности строительства по числу людских ресурсов по формуле 6.2:

$$\alpha = \frac{20}{29} = 0,69$$

где  $T_p$  – суммарная трудоемкость работ, чел-дн;

$T_{\text{общ}}$  – общая продолжительность работ, принимаемая по календарному плану;

Необходимо, чтобы  $0,5 < \alpha < 1$ .

Степень достигнутой поточности строительства по времени:

$$\beta = \frac{T_{\text{уст}}}{T_{\text{общ}}} = \frac{97}{252} = 0,382$$

## **4.7 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях**

### **4.7.1 Расчет и подбор временных зданий**

Определим расчетное число рабочих, ИТР и служащих. Количество рабочих определяем для наиболее многочисленной смены по графику движения рабочей силы  $N_{\text{раб}}=29$ .

Число ИТР, служащих и МОП определяем в процентном отношении от максимального числа рабочих на объекте: ИТР – 11%, служащие - 3,6%, МОП – 1,5%.

$N_{\text{итр}}=3$  чел.,  $N_{\text{служ}}=1$  чел.,  $N_{\text{моп}}=1$  чел.

Итого расчетное число рабочих  $N_{\text{расч}}=29+3+1+1=34$  чел.

Расчет площади временных зданий приведен в табл. Д.4 приложения Д.

### **4.7.2 Расчет площадей складов**

Ведомость потребности в складах приведена в таблице Д5 приложения Д.

### **4.7.3 Расчет и проектирование водопотребления и водоотведения**

На строительной площадке вода расходуется на производственные нужды, хозяйственные и санитарно-бытовые, а также для тушения пожаров.

Расчетный расход воды определялся суммарно на основе календарного плана строительства для периода с наиболее интенсивным водопотреблением по каждому потребителю на основе норм удельного расхода воды.

Расчетный расход воды, л/с:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (4.7.1)$$

$Q_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные нужды;

$Q_{\text{хоз}}$  – расход воды на хозяйственные и санитарно-бытовые нужды

$Q_{\text{пож}}$  – расход воды для тушения пожара на строительной площадке

Секундный расход воды на производственные нужды, л/с:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \times q_{\text{н}} \times n_{\text{н}} \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}}, \text{ л/сек}, \quad (4.7.2)$$

$K_{\text{ну}}$  – неучтенный расход воды,  $K_{\text{ну}} = 1, 2 \dots 1, 3$ ,

$q_{\text{н}}$  – удельный расход воды на единицу объема работ,

$q_{\text{н}} = 250 \text{ л}$  – для приготовления и укладки бетона подготовки пола,

$n_{\text{н}}$  – объем работ в сутки,  $n_{\text{н}} = 8, 23 \text{ м}^3$ ,

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, 8,2 часа

$K_{\text{ч}} = 1, 5 \text{ л/с}$  – коэффициент сменной неравномерности потребителя

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \times 250 \times 8,23 \times 1,3}{3600 \times 8,2} = 0,1 \text{ л/сек}$$

Секундный расход на санитарно-бытовые нужды на строительной площадке:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{у}} \times n_{\text{р}} \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}} + \frac{q_{\text{д}} \times n_{\text{д}}}{60 \times t_{\text{д}}}, \quad (4.7.3)$$

$q_{\text{у}}$  – удельный расход воды, 15л,

$q_{\text{д}}$  – удельный расход воды в душе на 1 работающего, 30л,

$n_{\text{р}}$  – максимальное число работающих в смену  $N_{\text{расч}} = 34 \text{ чел}$ ,

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды,  $K_{\text{ч}} = 2$ ,

$t_{\text{д}}$  – продолжительность пользования душем.  $t_{\text{д}} = 45 \text{ мин}$ ,

$n_{\text{д}}$  – число людей, пользующихся душем в наиболее нагруженную смену,  $n_{\text{д}} = 27 \text{ чел}$ .

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \times 34 \times 2}{3600 \times 8,2} + \frac{30 \times 27}{60 \times 45} = 0,33 \text{ л/сек}$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,1 + 0,33 + 10 = 10,34 \text{ л/сек}$$

Диаметр труб водопроводной сети, мм

$$D = 2 * \sqrt{\frac{Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot V}} = 2 * \sqrt{\frac{10,34 \times 1000}{3,14 \times 0,7}} = 137,18 \text{ мм}$$

Принят диаметр труб водопроводной сети-159 мм, толщина стенки 4мм.

#### 4.7.4 Расчет и проектирование электроснабжения строительной площадки

Расчет мощности источников электроснабжения производится для случая максимального потребления электроэнергии одновременно по всем потребителям на стройплощадке по формуле:

$$P_p = \alpha \cdot \left( \sum \frac{P_c \cdot K_{1c}}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_m \cdot K_{2c}}{\cos \varphi} + \sum P_{oe} \cdot K_{3c} + \sum P_{он} \cdot K_{4c} \right), \quad (4.7.4)$$

$P_p$  – потребная мощность электроустановки, кВт;

$\alpha=1,1$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети;

$P_c$  – потребная мощность, кВт, на машины и установки;

$P_T$  – потребная мощность, кВт, на технологические нужды;

$P_{об}$  – потребная мощность, кВт, для внутреннего освещения, определяется умножением удельной мощности на  $1 \text{ м}^2$  площади помещения на общую освещаемую площадь согласно генплану;

$P_{он}$  – потребная мощность, кВт, для наружного освещения;

$K_{1c}, K_{2c}, K_{3c}, K_{4c}$  - коэффициенты одновременности спроса, зависящие от числа потребителей;

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности, зависящий от характера, количества и нагрузки потребителей силовой энергии.

Расчетная ведомость потребной мощности приведена в приложении Д.

$$P_p = 1,1 \cdot \left( \sum \frac{69 \cdot 0,35}{0,4} + 1,065 \times 1 + 13,382 \times 1 \right) = 82,30 \text{ кВт}$$

$P=82,30$  кВтА. Принимаем тип трансформатора СКТП-100-10/6/0,4, мощностью 20-100 кВтА (конструкция закрытая).

Расчет количества прожекторов для строительных площадок обычно выполняют по номограммам. Число прожекторов  $n$  может быть установлено

упрощенным методом через удельную мощность по формуле:

$$n = \frac{pES}{P_{л}} = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 15092,85}{1000} = , n = 12,01$$

где  $p$  - удельная мощность при освещении прожекторами ПЗС-35 принимаем 0,4 Вт/(м<sup>2</sup>лк);

E-освещенность 2 лк;

S- площадь подлежащая освещению, 15092,85 м<sup>2</sup>;

$P_{л}$  - мощность лампы прожектора 1000Вт.

Прожекторы устанавливаем на инвентарные опоры группами (по 3, 4 и более) по контуру площадки и в зоне монтажа. Высота установки на уровне крыши.

Расстояние между опорами не превышает 4-кратной высоты осветительных приборов  $L_{\max}=(18*4=72\text{м})$ . Минимально допустимое расстояние 30м.

#### **4.8 Проектирование строительного генерального плана**

Строительный генеральный план разрабатывается на момент монтажа стеновых сэндвич-панелей.

Границы опасной зоны определяются с использованием схемы работы крана и наносятся на план строительной площадки штрихпунктирной линией.

При проектировании подъездных и внутриплощадочных дорог предусмотрена кольцевая схема движения автотранспорта по объекту. Движение одностороннее. Ширина дороги 3,5 м.

Радиус опасной зоны,  $R_{\text{оз}}$ , м, где производятся перемещения и монтаж конструкций, а также возможно возникновение опасности в связи с падением поднимаемых краном предметов, определяется по формуле:

$$R_{\text{оз}} = R_{\text{мах}} + \frac{l_{\text{мах}}}{2} + l_{\text{отл}} = 5 + \frac{6}{2} + 7 = 15,0 \text{ м}$$

Схематически определение опасной зоны монтажа сэндвич-панелей показано на рисунке Д.1.

#### **4.9 Мероприятия по охране труда, технике безопасности на строительной площадке**

Грузоподъемные машины, механизмы и приспособления до начала работ должны быть зарегистрированы и технически освидетельствованы в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Суммарная масса поднимаемой конструкции и захватного приспособления не должна превышать грузоподъемности крана при данном вылете стрелы. Груз поднимается сначала на высоту 100мм для проверки правильности подвески, устойчивости крана и надежности действия его тормозов, а затем на проектную отметку. По горизонтали груз перемещают на расстоянии 0,5м над встречающимися препятствиями.

При ветре силой более 6 баллов (скорость 10,8... 13,8м/с) работу прекращают, а кран закрепляют противоугонными приспособлениями.

Складирование материалов и конструкций на временных складских площадках выполнять в соответствии с требованиями «Правила перевозки, складирования и хранения материалов, изделий, конструкций и оборудования в строительстве».

На строительной площадке должны выполняться следующие противопожарные мероприятия:

- склады баллонов с газом располагать на расстоянии не менее 20м от строящихся сооружений. Наполненные и пустые баллоны с кислородом и баллоны с другими газами запрещается хранить в одном месте.

- строительная площадка должна быть обеспечена первичными средствами пожаротушения: водой, песком, огнетушителями и противопожарным инвентарем.



- в целях предупреждения пожаров горючие строительные материалы и грузы в горючей упаковке необходимо доставлять на строительную площадку в количестве сменной потребности с распределением непосредственно по рабочим местам, своевременно удалять в безопасные места или уничтожать отходы горючих материалов и строительного мусора. Вывоз мусора с территории стройплощадки должен осуществляться 1-2 раза в месяц.

Скорость движения автотранспорта на стройплощадке должна быть не более 5 км/ч.

Рабочие, занятые на монтаже конструкций, обеспечиваются спецодеждой и спецобувью.

На площадке обозначают границы опасных зон, т.е. расстояние по горизонтали от возможного места падения груза при его перемещении краном. При высоте подъема груза до 20м и 1/10 большей высоты, но не менее 10м. На границе опасной зон устанавливают предупредительные знаки и надписи, хорошо видимые в любое время суток.

На монтажной площадке должен существовать единый порядок сигнализации. Установку, временное закрепление, расстроповку и постоянное закрепление конструкций следует производить с перекрытий, инвентарных подмостей, стремянок, лесов.

#### **4.10 Технико-экономические показатели ППР**

1. Площадь здания – 3888 м<sup>2</sup>
2. Объем здания – 57765,78 м<sup>3</sup>
3. Сметная стоимость строительства - 74591,4тыс. руб
4. Сметная стоимость единицы объема работ – 1,29 тыс.руб/м<sup>3</sup>
5. Общая трудоемкость работ, Т<sub>р</sub>, - 1968,00чел-дн.
6. Усредненная трудоемкость работ – 0,48 чел-дн/м<sup>2</sup>,
7. Общая трудоемкость работы машин – 228 маш-см.
8. Денежная выработка на 1 рабочего в день – 37,90 тыс.руб/чел-дн

9. Общая площадь строительной площадки – 15092,85 м<sup>2</sup>
10. Общая площадь застройки - 3888 м<sup>2</sup>
11. Площадь временных зданий – 115,6 м<sup>2</sup>
12. Площадь складов:
  - открытых –569,00 м<sup>2</sup>
  - закрытых -27 м<sup>2</sup>
  - под навесом - 27 м<sup>2</sup>.
13. Протяженность:
  - водопровода – 37,8 м
  - временных дорог -198,0 м
  - осветительной линии - 359,3 м
  - канализации –24,2 м.
14. Количество рабочих на объекте:
  - максимальное – 29 чел.,
  - среднее – 20 чел.,
  - минимальное – 8 чел.,
15. Коэффициент неравномерности движения рабочих – 1,45
16. Коэффициент совмещения работ – 1,65
17. Продолжительность строительства:
  - нормативная – 120 дней, - фактическая – 97 дней.
18. Экономический эффект от сокращения продолжительности строительства – 1232,99 тыс.руб

## 5 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

Объект: «Цех покраски металлоконструкций».

В соответствии с МДС 81-35.2004.3 «определена стоимость строительства».

При выполнении сметных расчетов используется следующая нормативная база:

- УКРУПНЕННЫЕ НОРМАТИВЫ ЦЕНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, НЦС 81-02-02-2020;
- ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЕДИНИЧНЫЕ РАСЦЕНКИ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.

Цены приняты в текущем уровне цен по состоянию на 2020 г., согласно письму МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020. Самарская область, город Тольятти.

Начисления на сметную стоимость:

- В соответствии с ГСН-81-05-01-2001 п.1.4 «принята стоимость временных зданий и сооружений – 2,8%».
- В соответствии с МДС 81-35.2004 п.4.96 «принят Резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 3,8%».
- По УКРУПНЕННЫМ НОРМАТИВАМ ЦЕНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, НЦС 81-02-02-2020 была принята стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации
- В соответствии налоговым кодексом Российской Федерации, ст. 164 НДС принят в размере 20 %.

Сметная стоимость строительства по УКРУПНЕННЫМ НОРМАТИВАМ ЦЕНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, НЦС 81-02-02-2020 190 945,93 тыс. руб., в т ч. НДС 20% – 31 824,32 тыс. руб., в том числе стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации 6 100,18 тыс. руб.

Стоимость 1 м<sup>2</sup> – 49,1 тыс. руб.

Все расчеты приведены в приложении Д.

### **5.1 Сводный сметный расчет**

Общая стоимость строительства по сводному сметному расчету сведена в приложение Д.

Согласно ССР стоимость строительства составляет 97 687,32 тыс. руб., в том числе НДС 20% 16 281,22 тыс. руб.

Стоимость 1 м<sup>2</sup> – 25 125 тыс. руб.

### **5.2 Локальная смета на надземный цикл работ**

Локальная смета представлена в приложении Д.

### **5.3 Расчет стоимости проектных работ**

Стоимость проектных работ определяется в процентах к расчетной стоимости строительства в фактических ценах, в прямой зависимости от расчетной стоимости строительства и категории сложности объекта (УКРУПНЕННЫЙ НОРМАТИВ ЦЕНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, НЦС 81-02-02-2020 (УНЦС)).

Расчетная стоимость цеха покраски металлоконструкций 1м<sup>2</sup> 25,125 тыс. руб. /м<sup>2</sup>

Расчетная стоимость цеха покраски металлоконструкций 1м<sup>3</sup> 1,29 тыс. руб. /м<sup>3</sup>

Общая площадь – 3888 м<sup>2</sup>.

Объем здания – 57765,78 м<sup>3</sup>

Стоимость строительства согласно ССР 97 687,32 тыс. руб.

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

### 6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Технический объект выпускной квалификационной работы: «Цех окраски строительных металлоконструкций г. Тольятти».

Технологический паспорт объекта разработан на монтаж покрытия цеха включающего в себя монтаж стропильных ферм, прогонов и элементов фонарей.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Выполнение операций по монтажу покрытия цеха	Удаление грязи, пыли; Строповка для подъема на проектную высоту; Установка и временное крепление элементов; Выверка проектного положения и закрепление в проектном положении	Монтажник; электросварщик	Стропы стальные; двухветвевые, оттяжки для предварительного закрепления; кран LiebherrLTM 1040-2.1; Лом стальной; Строительный уровень; сварочный аппарат; шлифмашина.	Сварочные электроды, зачистные щетки.

## 6.2 Идентификация профессиональных рисков

Для выявления опасных, вредных производственных факторов выполнена идентификация профессиональных рисков при выполнении работ по монтажу покрытия цеха. Итоги идентификации профессиональных рисков сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая операция и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	Выполнение операций по монтажу покрытия цеха	Физические: Повышенная поверхностная температура оборудования и изделий; повышенный уровень освещения; высотные работы; увеличенная вибрация; погодноклиматические условия.	Монтируемые элементы конструкций, грузоподъемный кран, электроинструменты, сварочное оборудование.
		Химические: Выбросы продуктов сгорания; запыленность воздуха рабочей зоны	Аппарат для ручной сварки, зачистные машины, лакокрасочные материалы

## 6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для снижения влияния от вредных и защиты от опасных факторов воздействующих на работающих были разработаны организационные методы и технические средства защиты

В результате разработки составлена таблица 6.3.

Таблица 6.3 – Организационно-технические методы снижения отрицательного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы защиты, частичного снижения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Физические: Повышенная поверхностная температура оборудования и изделий высотные работы; увеличенная вибрация; погодно-климатические условия; повышенный уровень освещения;	налаживание эффективного производственного цикла, оснащение объекта средствами коллективной защиты, нормализация условий труда, проведение плановых и внеплановых инструктажей	Спецодежда и спецобувь, в зависимости от времени года. Каска строительная, средства защиты от падения с высоты.
	Химические: Выбросы продуктов сгорания; запыленность воздуха рабочей зоны	Применение локальных вытяжек с фильтрацией Снижение времени пребывания в зоне повышенной вредности	Респиратор, защитная маска, защитные очки

#### 6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Для выявления опасных факторов возникающих при пожаре проведена выполнена идентификация потенциального класса пожара и выявления опасных факторов пожара

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформлена таблица 6.4.1.

Таблица 6.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех окраски строительных металлоконструкций г. Тольятти	Сварочные аппараты, Электроинструменты	Е	-образование искр, - повышенная температура -открытое пламя, - задымление, - образование токсических веществ из продуктов горения	Образование осколков и частей зданий, оборудования и материалов. Разрушение конструкций Выброс отравляющих веществ. Вероятность поражения электрическим током

На основании идентификации классов и опасных факторов пожара приняты технические средства, а также разработаны организационные мероприятия способствующие обеспечению пожарной безопасности, которые были сведены в таблицу 6.4.2.

Таблица 6.4.2 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Асбестовые покрывала; огнеупорное полотно); наполненные водой бочки; ящики с песком; огнетушители; пожарные краны	Автоподъемники Автонасосные станции Трактора, экскаваторы, краны	Гидранты, противопожарные щиты	Пожарная сигнализация и системы автоматического пожаротушения	пожарные краны; пожарные рукава;	Самоспасатель, огнестойкая накидка, диэлектрические материалы	пожарные багры, ломы, , , ножницы для резки электропроводов Мотопомпы	Использование проводной и беспроводной связи Громкоговорители и системы централизованного оповещения

Для уменьшения риска возникновения пожара и снижения ущерба от опасных факторов пожара разработаны основные требования, организационные мероприятия и инженерно-технические средства по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Организационные мероприятия по предотвращению пожара представлены в таблице 6.4.3.



Таблица 6.4.3 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

№ п/п	Наименование технологического процесса в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	Выполнение операций по монтажу покрытия цеха	Назначение лиц отвечающих за обеспечение пожарной безопасности. Проведение инструктажей. Разработка инструкций о мерах пожарной безопасности. Разработка схем эвакуации при пожаре. Разработка порядка оповещения людей о пожаре. Обеспечение объектов первичными средствами пожаротушения	Обеспечение пожарной безопасности обязано отвечать требованиям нормативных документов: Федеральные Законы № 123-ФЗ и 69-ФЗ; официальные своды правил (СП); правила противопожарного режима (ППР-2012).

### **6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Для анализа вредных и опасных экологических факторов технологического процесса и разработке мер, направленных на обеспечение экологической безопасности окружающей среды проводится идентификация негативных экологических факторов, возникающих при реализациях технологического процесса,

Идентификация негативных экологических факторов которая выполнена в виде таблицы 6.5.1.

Таблица 6.5.1 – Идентификация негативных экологических факторов

№	Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	Выполнение операций по монтажу покрытия цеха	Цех покраски, действующие подъемные машины механизмы, использование автотранспорта и электроинструмента и оборудования	Выброс дыма и продуктов горения. Выбросы легкоиспаряемых химических продуктов при покрасочных работах	Попадание токсичных химикатов в результате смыва ливневыми осадками, загрязнение агрессивными жидкостями	Загрязнение почв химическими продуктами и отходами производства, Разрушение плодородного слоя почвы

Экологическая безопасность от производственных процессов должна обеспечиваться комплексом организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих негативное влияние на окружающую среду

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду приводится в табл. 6.5.2

Таблица 6.5.2 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Цех покраски металлоконструкций
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Анализ ПДК вредных веществ в атмосфере. Разработка технологических цепочек с пониженными выбросами, Использование материалов не выделяющих вредных веществ в атмосферу.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Разработка и внедрение систем водоотведения с локальной фильтрацией загрязнений, снижение потребления водных ресурсов, ограничение стоков.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Уборка территории от отходов и строительного мусора, озеленение территории, Повторное использование снятого плодородного слоя грунта.

## **6.6 Заключение к разделу 6**

В разделе приведена характеристика объекта строительства «Цех окраски строительных металлоконструкций», перечислены технологические операции, специальности работников, используемое оборудование, материалы, изделия, применяемые машины и механизмы.

Проведена идентификация возникающих профессиональных рисков работников возникающих при выполнении технологических операций.

Подобраны организационные мероприятия и технические средства, уменьшающие влияние вредных и опасных факторов при выполнении технологических операций.

Разработаны организационные мероприятия и подобраны технические средства по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара с разработкой инженерно-технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Разработанные в разделе организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности объекта строительства соответствуют требованиям действующим (перспективным) нормативным документам.

Идентифицированы негативные экологические факторы влияющие на окружающую среду, связанные с выполнением производственно-технологического процесса и разработаны организационно-технические мероприятия с целью снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых документов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа представлена на тему «Цех окраски строительных металлоконструкций». Целью бакалаврской работы является разработка разделов проекта.

В выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

- были изучены характеристики района строительства, проведены проектирование схемы планировочной организации земельного участка, объемно-планировочных и конструктивных решений здания;

- выполнено расчетно-конструктивное проектирование стальной стропильной фермы;

- разработаны вопросы проектирования технологии строительства здания цеха, технологическая карта на монтаж элементов покрытия с указаниями по технике безопасности и производству работ, приведен график работ и рабочей силы;

- разработаны вопросы организации строительства здания, календарный план строительства объекта, строительный генеральный план на момент монтажа здания, рассчитываются технико-экономические показатели по стройгенплану;

- составлена объектная смета и сводный сметный расчет с ТЭП строительства;

- разработаны организационно-технические мероприятия по технике безопасности, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности объекта строительства, соответствующие требованиям действующих нормативных документов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Архитектурно-строительное проектирование. Общие требования [Электронный ресурс] : сб. нормат. актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 501 с.
2. Архитектурно-строительное проектирование. Проектирование внутренних санитарно-технических систем зданий, строений, сооружений [Электронный ресурс] : сб. нормат. актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 136 с.
3. Борозенец Л. М. Расчет и проектирование фундаментов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. М. Борозенец, В. И. Шполтаков ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 64.
4. Бузало Н. А. Крыши и кровли гражданских и производственных зданий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. А. Бузало, И. Д. Платонова, Н. Г. Царитова. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2014. - 152 с.
5. Выпускная квалификационная работа бакалавра [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Коробова [и др.] ; Новосибир. гос. архит.-строит. ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. – 73 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Введ. 2017-03-01 М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации – Москва: Изд-во стандартов, 2015.- 9 с.
7. ГОСТ 12.01.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Введ. 1992-07-01. – Министерство внутр.дел СССР. М.: Постановление Государственного комитета, 1983. – 25 с.
8. ГОСТ 21.508-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-

- гражданских объектов. – введ. 31.08.1994. – Москва : Стандартиформ, 2004. – 70 с.
9. ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия. – введ. 03.09.2003. 2008. – 16 с.
  10. ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент (с Изменением N 1 от 29.07.2013) . – введ. 03.09.2003. – 9 с
  11. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. [Текст.] – М.: Изд-во Стройиздат, 1988.
  12. Загидуллина Г. М. Экономика строительного производства: Учебник/Г.М. Загидуллина, А.И. Романова - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 360 с.
  13. Керро Н. И. Экологическая безопасность в строительстве [Электронный ресурс] : риски и предпроектные исследования : монография / Н. И. Керро . – Москва : Инфра-Инженерия, 2017. - 246 с.
  14. Кузин Н. Я. Проектирование и расчёт стальных ферм покрытий промышленных зданий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Я. Кузин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2015. - 240 с.
  15. Маслова, Н.В. Организация строительного производства : электрон. учеб.-метод. пособие / Н.В. Маслова, Л.Б. Кивилевич. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015. – 147 с. : 1 опт. диск.
  16. МДС 81-35.2004. «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации (с Изменениями от 16.06.2014)» [Текст.] – Введ. 2004–03–09. – М.: Минстрой России, 2014. – 38 с.
  17. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатьева и др.]; под ред. Ю.И.Кудишина. 13 изд., стер. – Издательский центр «Академия», 2011. – 688 с.

18. Павеллек Г. Комплексное планирование промышленных предприятий [Электронный ресурс] : базовые принципы, методика, ИТ-обеспечение: [учеб. пособие] / Г. Павеллек ; пер. с нем. [Н. Сироткин ; науч. ред. А. Черепанов]. - Москва : Альпина Паблишер, 2015. - 365 с.
19. Парлашкевич В. С. Металлические конструкции, включая сварку [Электронный ресурс]: учеб. пособие : Ч. 1. Производство, свойства и работа строительных сталей / В. С. Парлашкевич. - Москва: МГСУ: ЭБС АСВ, 2014. - 161 с.
20. Проектирование одноэтажного производственного здания и административно-бытового корпуса промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Туснина [и др.]. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2014. - 114 с.
21. Рыжков И. Б. Основы строительства и эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. Б. Рыжков, Р. А. Сакаев. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.
22. СП 1.13330.2009. «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [Текст.] – Введ. 2009–05–01, – М.:ТАН ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 40 с.
23. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые конструкции по охране труда\*.[Текст]. – введ. 01.07.2003. – Москва : Госстрой России, 2013. – 151 с.
24. 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.
25. СП 16.13330–2017. «Стальные конструкции» [Текст.] – Введ. 2017–28–08. – М.: Минрегион России, 2017. (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85\*). – 143 с.
26. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [Текст.] – Введ. 2017–06–04, – М.: Госстрой России, 2016. –87 с.

27. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – 90 с.
28. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12.01.2004. Введ. 2011-05-20. Технический комитет по стандартизации ТК465 «Строительство». – М.: Минрегион РФ, 2010. – 25 с.
29. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Введ. 2013–01–07. – М.: Минрегион России, 2013. (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). – 93 с.
30. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. Введ. 2017-05-08. – М.: Стандартинформ, 2017.
31. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.[Текст]. – введ. 20.05.2011. –Москва : Росстандарт, 2011. – 14 с.
32. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003\*. Введ. 2017-06-17. Технический комитет по стандартизации ТК465 «Строительство». – М.: Минстрой РФ, 2016. – 104 с.
33. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» – Введ. 2019-06-20. – М.: Минрегион России, 2013. (Актуализированная редакция СНиП 52.01-2003).–143 с.
34. СП 70.13330.2012. «Несущие и ограждающие конструкции» [Текст.] – Введ. 2014–09–01. – М.: Госстрой, 2012. (Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87). – 78 с.
35. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия [Текст]. – введ. 28.08.2017. – Москва: ФГБОУ ВО НИУ МГСУ, 2017. – 82 с.
36. СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» [Текст.] – Введ. 2019–05–29, – М.: Минстрой России, 2019. –110 с.



# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Связи

«Элементы верхнего пояса стропильных ферм сжаты, поэтому необходимо обеспечить их устойчивость из плоскости фермы. Прогоны (рисунок А.1) рассматриваются как опоры препятствующие смещению верхних узлов из плоскости фермы при условии что они закреплены от продольных перемещений связями. Для закрепления прогонов от продольных смещений устраиваются поперечные связи по верхним поясам ферм которые целесообразно располагать в торцах цеха, чтобы они обеспечивали пространственную жесткость покрытия» [17].

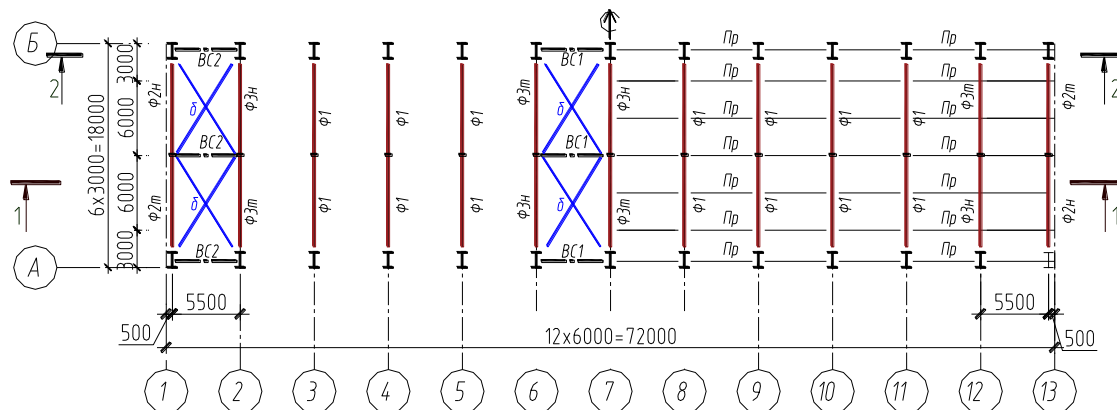


Рисунок А.1 Схема расположения связей (слева) и прогонов (справа) по верхним поясам ферм.

Так как по конструктивным особенностям у ферм типа «Молодечно» отсутствует нижний опорный узел, необходимо раскрепить нижний пояс фермы в приопорной зоне связями «а» (см. рисунок А.2).

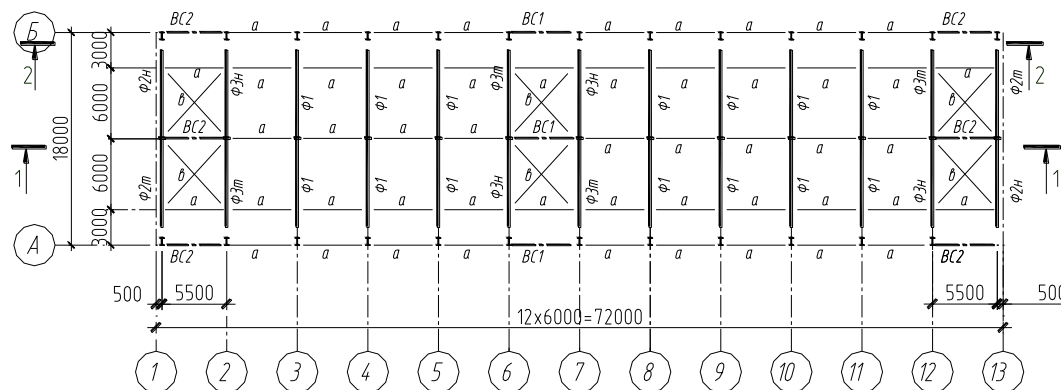


Рисунок А.2 Схема расположения связей по нижним поясам ферм.

На рисунке А.3 показаны связи в середине пролета. В разделе рассматриваются элементы шатра. Связи по колоннам показаны на рисунке А.4.

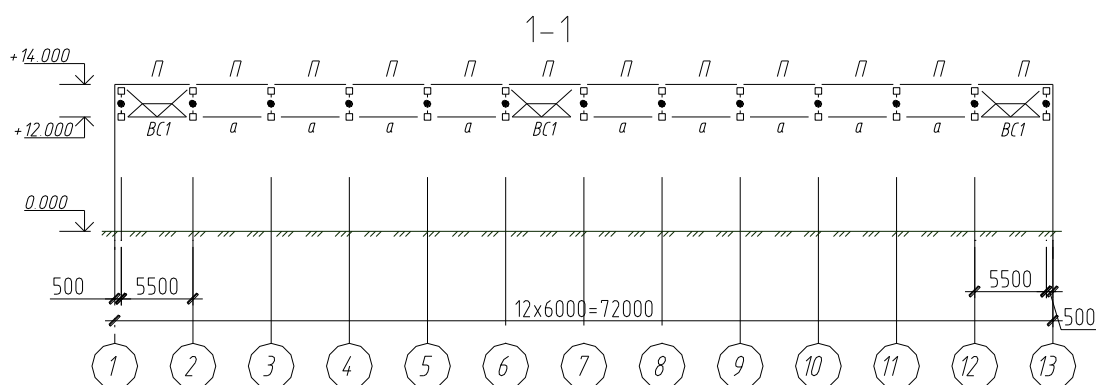


Рисунок А.3 - Продольный разрез 1-1 здания в середине пролета

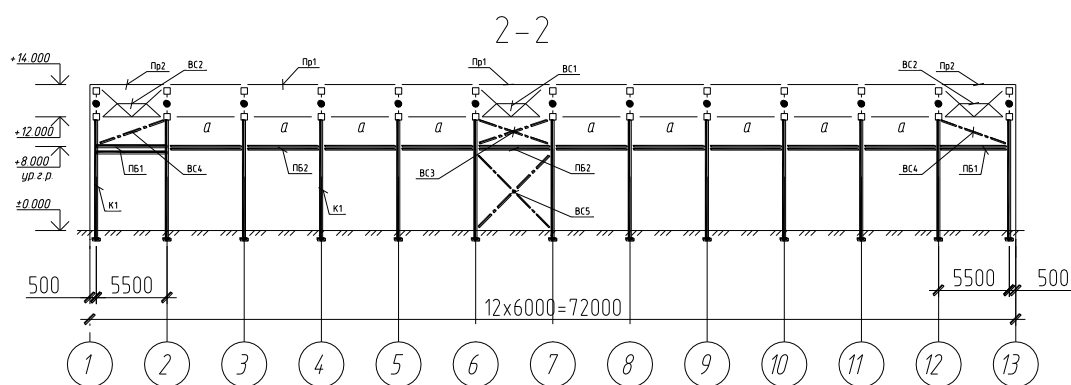


Рисунок А.4 - Продольный разрез 2-2 здания в пропорльной части пролета

В соответствии с п. 11.3.2 [17], «вертикальные связи (рисунок А.3) между фермами устанавливают в тех же осях, в которых размещают горизонтальные поперечные связи. Вертикальные связи располагают в плоскости стоек стропильных ферм в пролёте и на опорах. В пролёте устанавливают одну две вертикальные связи по ширине пролёта (через 12-15 м). Вертикальные связи придают неизменяемость пространственному блоку, состоящему из двух стропильных ферм и горизонтальных поперечных связей по верхним и нижним поясам ферм. Стропильные фермы обладают незначительной боковой жесткостью, поэтому на монтаже их закрепляют к жёсткому пространственному блоку распорками.

Сечения элементов связей зависят от их конструктивной схемы и шага стропильных ферм. Для горизонтальных связей при шаге ферм 6м применяют крестовую или треугольную решётку. Раскосы крестовой решетки работает только на растяжение, а стойки - на сжатие. Поэтому стойки обычно проектируют из двух уголков крестового сечения, а раскосы - из одиночных уголков».

Элементы треугольной решетки могут быть как сжаты, так и растянуты, поэтому их проектируют обычно из гнутых профилей. Треугольные связи несколько тяжелее крестовых, но монтаж их проще.

Элементы связи шатра рассчитываются, как правило, по гибкости. предельная гибкость для сжатых элементов этих связей -200, для растянутых - 400. Определить растянут элемент связи или сжат, можно, если учесть, что связи воспринимают условные поперечные силы, ветровые воздействия на торец здания, продольные и поперечные воздействие мостовых кранов и что эти силы могут быть направлены в одну или другую сторону.

Распорки в коньке верхнего пояса ферм обеспечивают устойчивость верхнего пояса из плоскости фермы как во время эксплуатации, так и при монтаже. В последнем случае они прикреплены только к одной поперечной связи, сечение их подбирается исходя из сжатия.

Растянутый нижний пояс фермы не может потерять устойчивость, поэтому растяжки ставятся для уменьшения колебаний нижнего пояса во время эксплуатации цеха.

## РАСЧЁТ СВЯЗЕЙ

Расчет связей как слабонагруженных элементов производится по предельной гибкости. Для сжатых элементов связей по шатру и по колоннам выше подкрановых балок  $\lambda_u = 200$  [25, табл. 32 п.6], для растянутых  $\lambda_u = 400$  [25, табл. 33 п.5]. Растянутыми считаются диагональные элементы связей с крестовой решеткой, сжатыми - с треугольной решеткой. Для связей по колоннам ниже подкрановых балок: сжатых -  $\lambda_u = 150$ , растянутых  $\lambda_u = 300$  в

зависимости от расположения тормозных планок у подкрановых балок в связевом блоке.

Согласно п. 10.1.1 [25], расчетные длины сжатых элементов плоских ферм и связей в их плоскости и из плоскости следует принимать по таблице 32.

### Расчёт связей в шатре

Расчет горизонтальных связей.

Распорки «а» (рисунок А.5):  $l_{ef} = 6,0\text{м}$ ,  $i_{x,тр} = l_{ef} / \lambda_u = 600/200 = 3,0\text{ см}$ .

Принимаем гнутую сварную квадратную трубу Гн 90х3 по [9]  $i_x = 3,53\text{ см}$ .

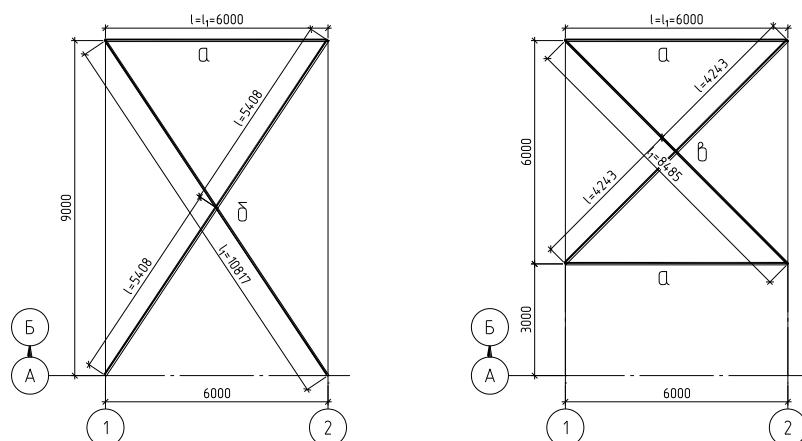


Рисунок А.5 - Сечение горизонтальных связей.

Раскосы «б»  $l_{ef,max} = l_{ef,y} = 10,817\text{ м}$ .  $i_{y,тр} = l_{ef,y} / \lambda_u = 1081,7/200 = 5,4\text{ см}$ .

Принимаем гнутую сварную квадратную трубу Гн 140х5 по [9]  $i_x = i_y = 5,48\text{ см}$ .

Раскосы «в»  $l_{ef,max} = l_{ef,y} = 8,485\text{ м}$ .  $i_{y,тр} = l_{ef,y} / \lambda_u = 848,5/200 = 4,24\text{ см}$ .

Принимаем гнутую сварную квадратную трубу Гн 120х4 по [9]  $i_x = i_y = 4,74\text{ см}$ .

Расчетная длина раскосов вертикальных связей показана на рисунке Бб.

Принимаем сечение вертикальных связей по максимальной расчетной длине  $l_1 = 600\text{ см}$  согласно рисунка 14 [25] в плоскости «у» из спаренных уголков при толщине соединительных планок «сухариков» 8мм сечением L70х5 по [ГОСТ 8509-93] с радиусом инерции  $i_x = 3.16\text{ см}$ .

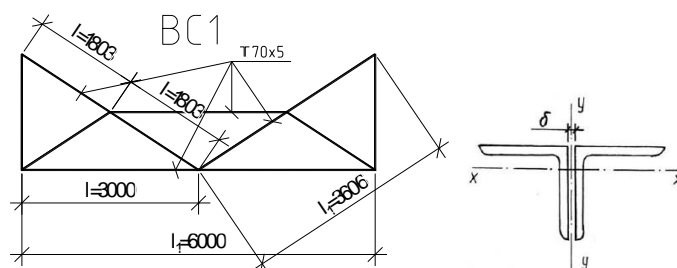


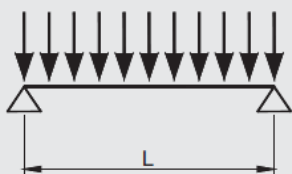
Рисунок А.6 - Расчетные длины и сечение вертикальных связей.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Таблицы несущей способности кровельных панелей

#### Таблицы несущей способности кровельных панелей

Схема нагружения – однопролетная балка



Примечание:

1. Толщина панелей в таблице приравнена к толщине утеплителя.
2. Толщина металлических обшивок принята 0,6 мм.
3. Ширина опор не должна быть менее 60 мм.
4. При расчете несущей способности учтена собственная масса панелей и сосредоточенная нагрузка величиной 100 кгс в середине пролета.
5. Допускаемый прогиб принят  $L/200$  пролета.

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м <sup>2</sup>											
	Пролет, м											
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
50	249	157	111	71	38	15						
80	468	301	218	166	112	74	46	25				
100	614	398	289	224	164	116	79	50	30			
120	761	494	361	281	218	160	111	75	49	30		
150	980	638	467	365	297	228	160	112	78	54	35	21
180	1199	783	574	449	366	298	210	151	108	77	54	36
200	1345	879	645	505	412	343	244	176	128	93	67	47
250	1714	1123	811	603	462	361	285	226	178	140	102	76

Кровельные панели «Венталл-К3» с минераловатным утеплителем плотностью - 130 кг/м<sup>3</sup>

Тип панели	Толщина панели, мм	Длина панели, м	Масса панели при толщине обшивки, мм							
			0,5		0,55		0,6		0,7	
			кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п
Венталл-К3	50	2,5 - 12,0	17,1	17,1	18,0	18,0	18,9	18,9	20,7	20,7
	80		21,0	21,0	21,9	21,9	22,8	22,8	24,6	24,6
	100		23,6	23,6	24,5	24,5	25,4	25,4	27,2	27,2
	120		26,2	26,2	27,1	27,1	28,0	28,0	29,8	29,8
	150		30,1	30,1	31,0	31,0	31,9	31,9	33,7	33,7
	180		34,0	34,0	34,9	34,9	35,8	35,8	37,6	37,6
	200		36,6	36,6	37,5	37,5	38,4	38,4	40,2	40,2
	250		43,1	43,1	44,0	44,0	44,9	44,9	46,7	46,7

#### Основные технические данные

Стеновые панели «Венталл-С3» с минераловатным утеплителем плотностью - 110 кг/м<sup>3</sup>

Тип панели	Толщина панели, мм	Длина панели, м	Масса панели при толщине обшивки, мм							
			0,5		0,55		0,6		0,7	
			кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п	кг/м <sup>2</sup>	кг/м.п
Венталл-С3	50	2,5 - 12,0	14,5	17,3	15,4	18,3	16,2	19,3	17,8	21,2
	80		17,8	21,2	18,7	22,2	19,5	23,2	21,1	25,2
	100		20,0	23,9	20,9	24,8	21,7	25,8	23,3	27,8
	120		22,2	26,5	23,1	27,5	23,9	28,4	25,5	30,4
	150		25,5	30,4	26,4	31,4	27,2	32,4	28,8	34,3
	180		28,8	34,3	29,7	35,3	30,5	36,3	32,1	38,3
	200		31,0	36,9	31,9	37,9	32,7	38,9	34,3	40,9
	250		36,5	43,5	37,4	44,5	38,2	45,5	39,8	47,4

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Потребность в машинах, оборудовании и инструменте

Таблица В.1 – Потребность в машинах, оборудовании и инструменте

Наименование материала, полуфабриката, конструкции и т.д.	Марка	Единица измерения	Количество
Кран монтажный	Liebherr LTM 1040-2.1	шт.	1
Тягач	МАЗ -504 В	шт.	2
Полуприцеп-панелевоз		шт.	2
Сварочный аппарат		шт	
Лестница секционная приставная с площадкой	Шифр 17203Р	шт.	4
Лестница навесная монтажная Л1	Шифр 29800-11	шт.	4
Расчалки		шт.	10
Оттяжки из пенькового каната		шт.	4
Нивелир	2Н-КЛ	шт.	3
Инвентарная распорка		шт.	4
Отвес стальной	ГОСТ 7948-80	шт.	2
Дрель ударная электрическая	Bosch GSB 90-2E	шт.	1
Шуруповерт	Hammer ACD 144	шт.	1
Перфоратор ударный электрический	BOSH GBH 2-24	шт.	1
Машина шлифовальная ручная	Bosch GWS 14-125C	шт.	1
Ограждение леерное сигнальное	ГОСТ Р 12.4.026-2001	мп	200
Ножницы ручные для резки металла	ГОСТ 7210-75	шт.	2
Комплект спецодежды	ГОСТ 12.4.011-89	шт.	5
Каска строительная	ГОСТ 12.4.087-84	шт.	5
Растворитель	Р-4	кг	45.32
Грунтовка красно-коричневая	ГФ-021	кг	1164.928
Кислород технический газообразный	ГОСТ 5583-78 1-й сорт	м <sup>3</sup>	1485.677
Пропан-бутан технический	ГОСТ 20448-90	м <sup>3</sup>	1815.8929
Болты с шестигранной головкой оцинкованные	ГОСТ 7796-70	кг	250.72
Бруски обрезные из хвойных пород толщ.40-75мм	ГОСТ 8486-86	м <sup>3</sup>	0.77

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Организационная часть

Таблица Г.1 – Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

№	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Наименование	Ед.изм.	Вес ед.	Всего
1	Монтаж металлических колонн	т	138,99	Колонна	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,04}$	$\frac{68}{138,99}$
2	Монтаж подкрановых балок	т	63,36	Подкрановая балка	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,93}$	$\frac{72}{63,36}$
3	Монтаж вертикальных связей	т	1,72	Связь вертикальная	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,43}$	$\frac{4}{1,72}$
4	Монтаж ферм	т	58,2	Ферма	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,49}$	$\frac{39}{58,2}$
5	Монтаж конструкций фонарей	т	7,46	Конструкции фонаря	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,41}$	$\frac{4}{7,46}$
6	Монтаж прогонов	т	57,6	Прогоны	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,20}$	$\frac{288}{57,6}$
7	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	м <sup>2</sup>	4159	Сэндвич-панель	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,22}$	$\frac{4159}{914,98}$
8	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	м <sup>2</sup>	3258	Сэндвич-панель	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{4}{1,72}$	$\frac{4}{1,72}$
9	Установка оконных блоков	м <sup>2</sup>	403	Блок оконный	$\frac{\text{шт}}{\text{м}^2}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{24}{169}$
10	Установка дверных блоков и ворот	м <sup>2</sup>	169	Ворота	$\frac{\text{шт}}{\text{м}^2}$ $\frac{\text{шт}}{\text{м}^2}$	$\frac{1}{12,92}$ $\frac{1}{2,8}$	$\frac{10}{129}$ $\frac{14}{40,0}$
11	Уплотнение грунта щебнем	м <sup>2</sup>	4057	Щебень	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,4}$	$\frac{1217,1}{1704}$
12	Устройство подстилающих слоев бетонных т=50 мм	1м <sup>3</sup>	202,85	Бетон	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,45}$	$\frac{202,85}{294,1}$

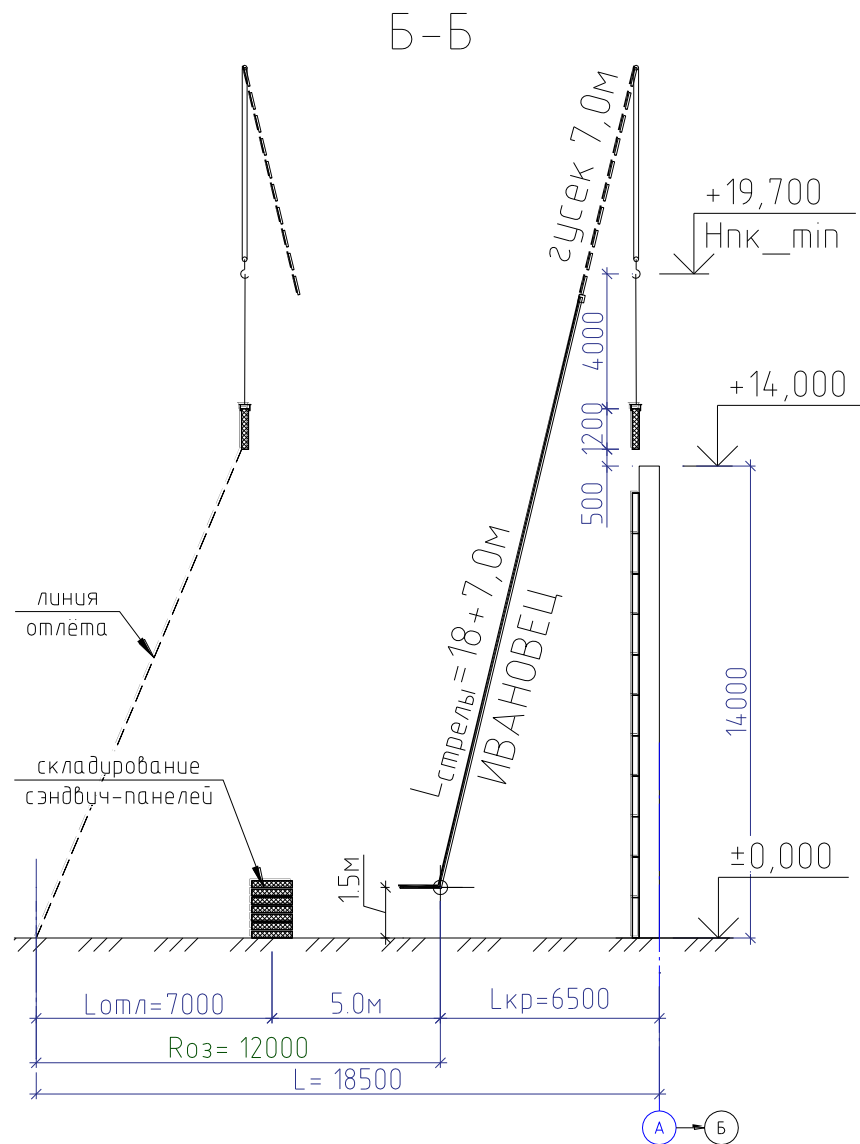
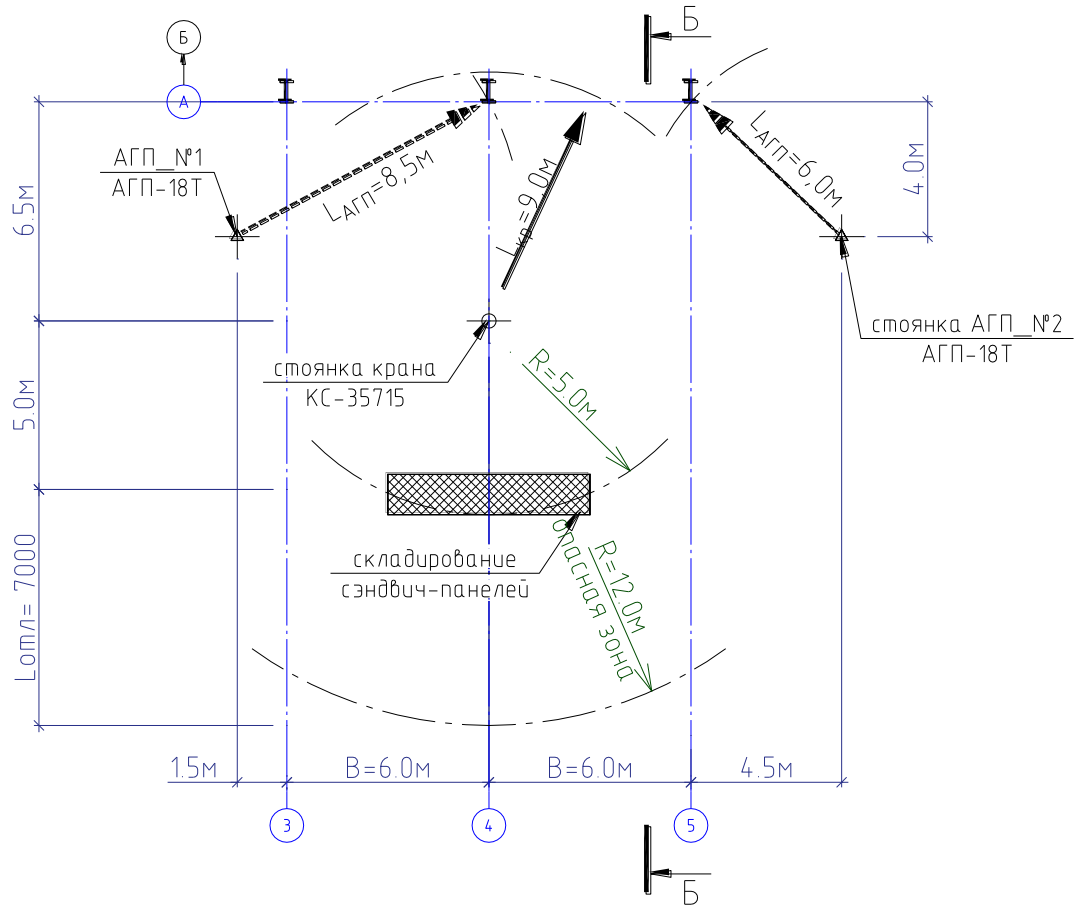


Рисунок Г.1 – Графо-аналитический способ подбора автокрана при монтаже стеновых сэндвич-панелей и определение опасной зоны при их монтаже



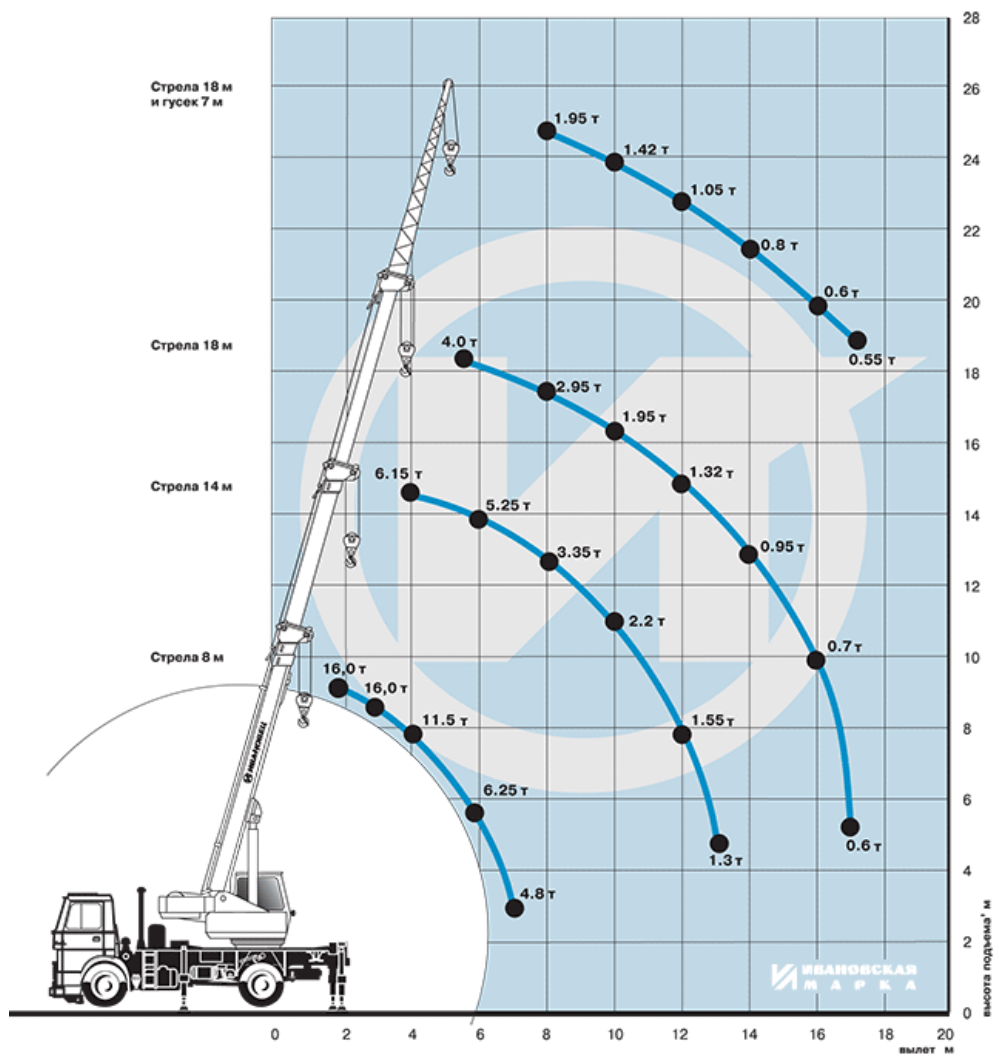


Рисунок Г.2 – Грузовысотные характеристики автокрана KC-35715

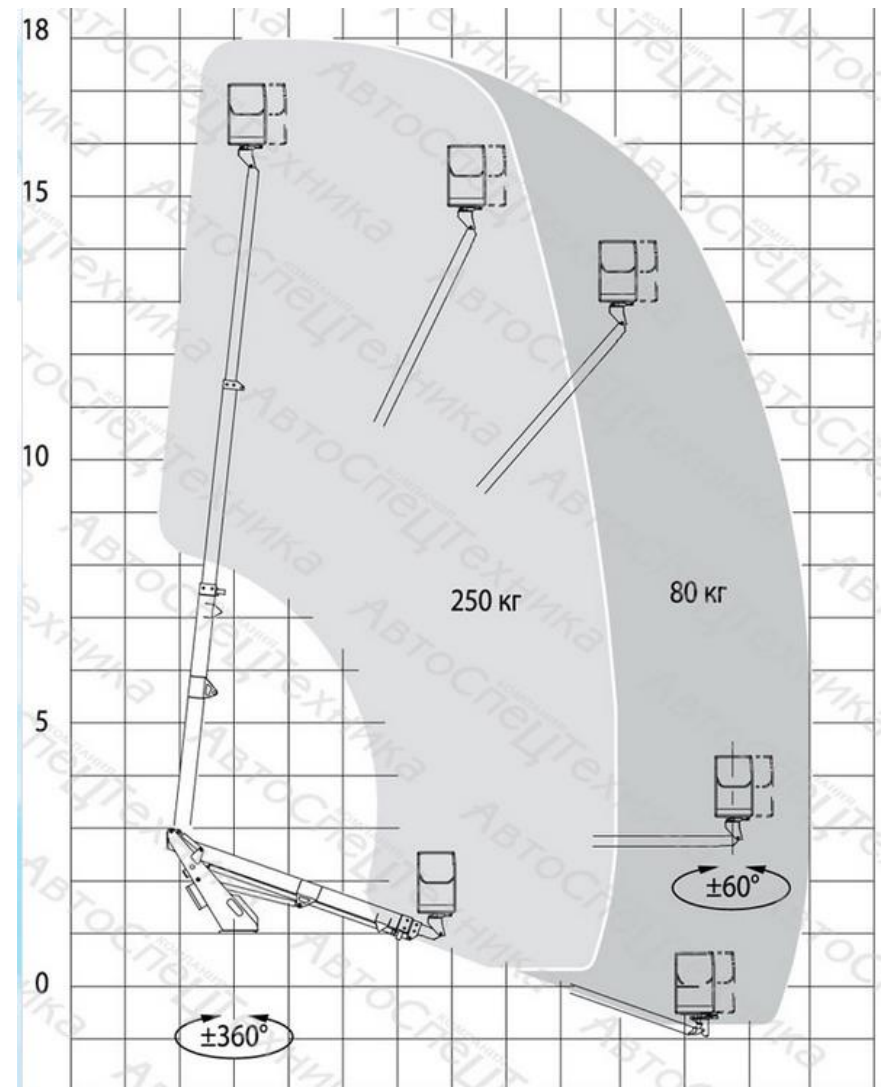


Рисунок Г.3 – Рабочая зона автовышки АГП-18Т

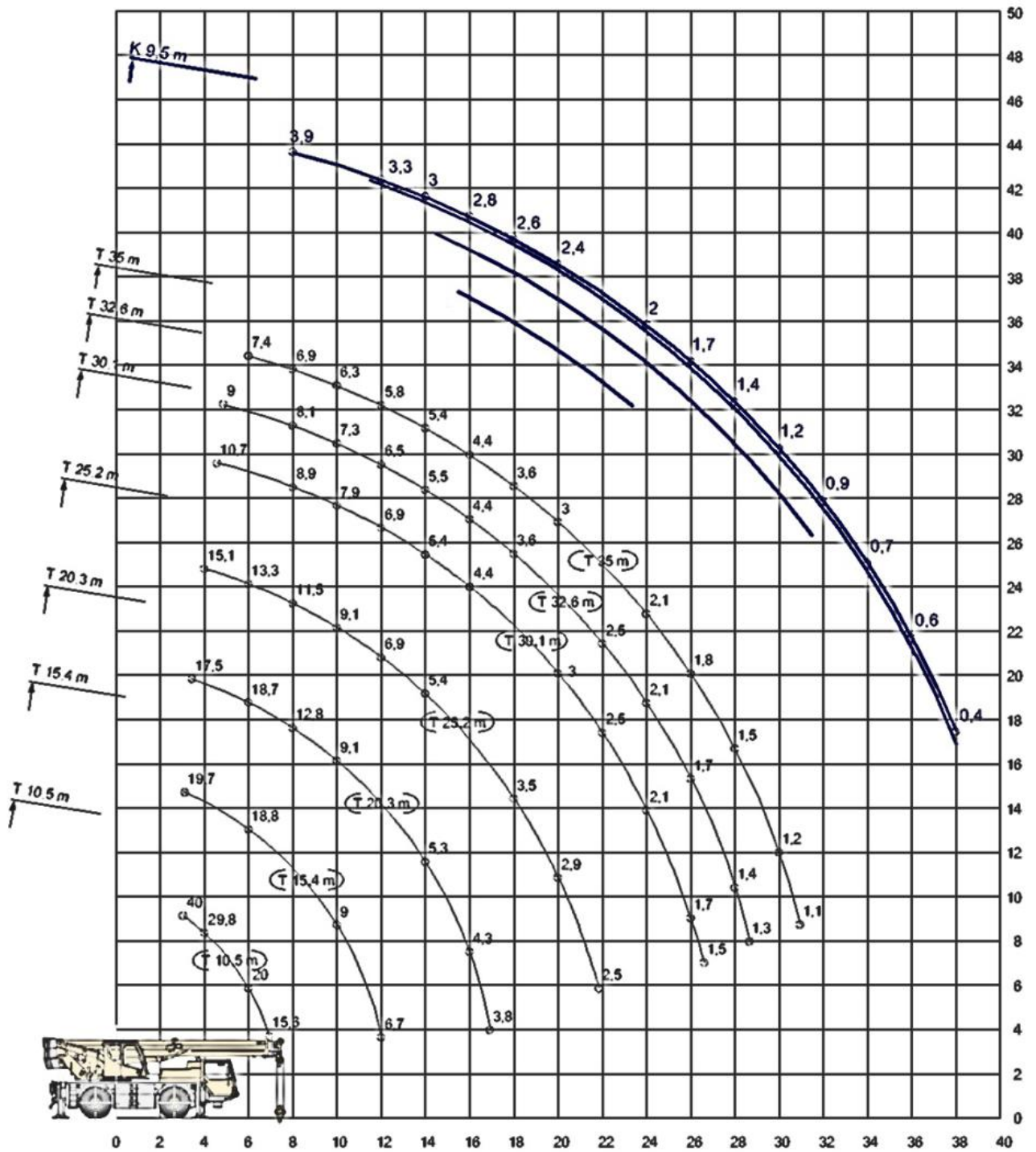


Рисунок Г.4 – Грузовысотные характеристики крана Liebherr LTM 1040-2.1

Таблица Г.2 – Ведомость грузозахватных приспособлений

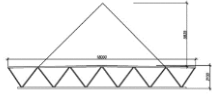
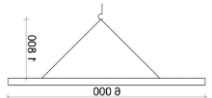
№	Наименование монтируемых элементов	Масса элемента	Наименование грузозахватного элемента, марка	Эскиз с размерами	характеристика		Высота строповки
					Грузо-Подъемность, т	Масса, т	
1	Колонна К-1	2,04	Строп 2 СК-5,0-4,0 ГОСТ 25573-82		5	0,3	2,0
2	Ферма	1,50	Строп 2СК-4,0-9,0 ГОСТ 25573-82 Строп 1СК-1,0-2,0 ГОСТ 25573-82		4	0,2	5,85
					2	0,1	0,5
3	Прогон	0,20	Строп 2СК-2,0-3,0 ГОСТ 25573-82		2	0,1	1,8
4	Сэндвич-панель	0,126	Строп 2СК-1,0-3,0 Вакуумный захват		1	0,1	4,0
					2	0,01	

Таблица Г.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

Наименование работ	Объем работ		Обоснование	Трудоемкость, чел-ч		Механоёмкость, маш-ч		Состав звена рекомендуемый ГЭСН
	Ед. изм.	Кол-во		На ед	Всего	На ед	Всего	
1	2	3		4	5	7	8	9
1.Монтаж металлических колонн	т	138,99	ГЭСН 09-03-002-03	5,24	728,31	0,92	127,87	М 5р- 1 М 4р- 2 М 3р-1 М 2р-1 Маш бр-1
2.Монтаж подкрановых балок	т	63,36	ГЭСН 09-03-003-02	9,11	577,21	1,87	118,48	
3.Монтаж вертикальных связей	т	1,72	ГЭСН 09-03-013-03	56,11	96,51	2,45	4,21	
4.Монтаж ферм	т	58,2	ГЭСН 09-03-012-01	13,21	772,79	7,54	441,09	
5.Монтаж конструкций фонарей	т	7,46	ГЭСН 09-03-021	24,51	182,84	2,18	16,26	
6.Монтаж прогонов	т	57,6	ГЭСН 09-03-015-01	15,79	909,50	1,56	89,86	
7.Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100м2	41,59	ГЭСН 09-04-002-03	45,20	1879,87	3,37	140,16	
8.Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100м2	32,58	ГЭСН 09-04-002-03	170,24	5546,42	34,58	1126,62	
9.Установка оконных блоков	м2	4,03	ГЭСН 10-01	437,92	1764,82	18,49	74,51	
10.Установка дверных блоков и ворот	м2	1,69	ГЭСН 09-04	228,66	386,44	9,13	15,43	
11.Монтаж гипсокартонных перегородок	м2	1,28	ГЭСН 10-05-001-02	103	131,84	-	0,00	
12.Уплотнение грунта щебнем	100 м <sup>2</sup>	40,57	ГЭСН 11-01-001-02	7,7	312,39	0,88	35,70	
13.Устройство подстилающих слоев бетонных т=50 мм	1м <sup>3</sup>	202,85	ГЭСН 11-01-002-09	3,66	742,43	-	0,00	
14. Устройство гидроизоляции из	100м <sup>2</sup>	40,57	ГЭСН 11-01	15,18	615,85	4,91	199,20	
<b>Всего</b>					<b>18557</b>		<b>5051,79</b>	Отд 4р-2 Бетонш 4р-2 3р-2 2р-1

Таблица Г.4 – Ведомость временных зданий

Наименование зданий	Численность	Норма площади	Расчётная площадь $S_p, м^2$	Принимаемая площадь $S_{ф}, м^2$	Размеры АхВ, м	Кол-во зданий	Характеристика
Прорабская	3	3	9	20,1	6,7х3х3	1	Контейнерный
Гардеробная	34	0,9	30,6	40,2	6,7х3х3	2	Контейнерный
Душевая	34	0,43	14,62	20,1	6,7х3х3	1	Контейнерный
Туалет	34	0,07	2,38	2,2	1,1х1,1	2	Туалетная кабина «Биотуалет»
Столовая	34	0,6	20,4	27	9х3х3	1	Контейнерный
Проходная				6	2х3	1	Сборно-разборная

Таблица Г.5 – Ведомость потребности в складах

Наименование конструкций и деталей	Продолжительность потребления, дн	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	сточная	На сколько дней	Кол-во	Норматив на 1 м2	Полезная $F_{пол}, м2$	Общая $F_{общ}, м2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стеновые сэндвич-панели	43	3258	75,76	5	378,8	1	1,25	189,4	10х20 откр
Кровельные сэндвич-панели	14	4159	297,07	5	1485,1	1	1,25	342,5	15х23 откр
Оконные блоки	18	403	22,39	5	111,95	20	1,25	7,01	2х4 откр
Дверные блоки	4	169	42,25	5	211,25	25	1,25	13,2	4х4 откр
Гипсокартон	2	128	64	1	64	29	1,2	2,64	2х2 закр

Таблица Г.6 – Расчетная ведомость потребной мощности

№	Наименование потребителя	Ед. изм.	Установленная мощность, кВт	Кол-во	Общая установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
Потребная мощность на машины и установки					
1	Сварочный аппарат	шт	30	2	60,00
	Бетононасос передвижной	шт	4	1	4,00
	Различные мелкие механизмы				5,00
	Итого $P_c$				69,00
Потребная мощность для внутреннего освещения					
	Кантора прораба	100м <sup>2</sup>	1	0,201	0,201
	Гардеробные	100м <sup>2</sup>	1	0,402	0,402
	Помещение для приема пищи	100м <sup>2</sup>	1	0,402	0,402
	Проходная	100м <sup>2</sup>	1	0,06	0,06
	Итого $P_{вс}$				1,065
Потребная мощность для наружного освещения					
	Монтаж строительных конструкций	1000м <sup>2</sup>	3,0	4,06	12,18
	Открытые склады	1000м <sup>2</sup>	1	0,59	0,59
	Закрытые склады	1000м <sup>2</sup>	1,2	0,06	0,072
	Охранное освещение	км	1,5	0,36	0,54
	Итого $P_{но}$ :				13,382

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Сметные расчёты

### СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Цех покраски металлоконструкций

(наименование стройки)

Составлена в ценах по состоянию на 2020 год  
Сводный сметный расчет в сумме **97 687 320 руб.**

№ пп	Номера сметных расчетов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, руб.				Общая сметная стоимость, руб.
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Глава 2. Основные объекты строительства</b>							
1	ЛС	АХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ	30257722				30257722
2	ЛС	КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ	39635317				39635317
	<b>Итого по Главе 2. "Основные объекты строительства"</b>		69893039				69893039
<b>Глава 7. Благоустройство и озеленение территории</b>							
	<b>Итого по Главам 1-7</b>		69893039				69893039
<b>Глава 8. Временные здания и сооружения</b>							
3	ГСН-81-05-01-2001 п.1.4	Временные здания и сооружения, предприятия машиностроения и электротехническая промышленность - 2,8%	1957005 2,8% от 69893039	2,8% от 0			1957005,1
	<b>Итого по Главе 8. "Временные здания и сооружения"</b>		1957005,1				1957005,1
	<b>Итого по Главам 1-8</b>		71850044,1				71850044,1
<b>Глава 12. Публичный технологический и ценовой аудит, проектные и изыскательские работы</b>							
	<b>Итого по Главам 1-12</b>		71850044,1				71850044,1

<b>Непредвиденные затраты</b>							
4		Непредвиденные затраты для объектов производственного назначения - 3%	2155501 3% от 71850044	3% от 0	3% от 0	3% от 0	2155501,3
<b>Итого "Непредвиденные затраты"</b>			2155501,323				2155501,3
<b>Итого с учетом "Непредвиденные затраты"</b>			74005545,4				74005545,4
<b>Дополнительные работы и затраты</b>							
5	Другие работы	Другие работы	7400554 10% от 74005545	10% от 0	10% от 0	10% от 0	7400554,541
<b>Итого "Дополнительные работы и затраты"</b>			7400554,5				7400554,5
<b>Итого с учетом "Дополнительные работы и затраты"</b>			81406100,0				81406100,0
6	МДС 81-35.2004 п.4.100		НДС 20%	16281220 20% от 81406100	20% от 0	20% от 0	20% от 0
<b>Итого "Налоги и обязательные платежи"</b>			16281220,0				16281220,0
<b>Итого по сводному расчету</b>			97687319,9				<b>97 687 320</b>



УТВЕРЖДАЮ

СОГЛАСОВАНО

\_\_\_\_\_ //

\_\_\_\_\_ //  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_

"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2020 г.

\_\_\_\_\_ //  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_  
2020г.

Цех покраски металлоконструкций

(наименование стройки)

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ**

на АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость **30 257 722,57** руб.

Составлен в базисных и текущих ценах по состоянию на 2020 г.

№ пп	Обоснование	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы в базисных ценах			Общая стоимость в базисных ценах			ФОТ	Нормативные показатели (2001 г.) в % от ФОТ Ннр/Нсп	Стоимость СМР в ценах 2001г. с накладными и сметной прибылью	Индекс к стоимости СМР, обоснование индекса	Стоимость СМР в текущих ценах
					Всего	Экспл. маш.	Материалы	Всего	Экспл. маш.	Материалы					
					оплата труда	в т.ч. оплата труда		оплата труда	в т.ч. оплата труда						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Раздел 1. АР</b>															
1	ФЕР09-04-002-03 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж кровельного покрытия: из многослойных панелей заводской готовности при высоте до 50 м	100 м2	41,59	2035 409,96	1471,83 141,07	153,21	84636 17050	61213 5867	6373	22917	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	124740	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	971724,6

2	ФССЦ-07.2.05.05-0004 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Сэндвич-панель трехслойная кровельная "Металл Профиль" с наполнителем из минеральной ваты (НГ) плотностью 110кг/м3, марка МП ТСП-К, толщина: 50 мм, тип покрытия полиэстер, толщина металлических облицовок 0,7 мм (Россия)	м2	4159	220,31		220,31	916269		916269	0		916269	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	7137735,5 1
3	ФЕР09-04-006-04 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж ограждающих конструкций стен: из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м	100 м2	32,58	7180,49 1600,26	5152,79 453,43	427,44	233940 52136	167878 14773	13926	66909	НР 90% от ФОТ  СП 85% от ФОТ	351031	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	2734531,4 9
4	ФССЦ-07.2.07.13-0081 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Конструкции стальные приспособлений: для монтажа	т	8,894	7441		7441	66180		66180	0		66180	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	515542,2

5	ФССЦ-07.2.05.05-0062 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Сэндвич-панель трехслойная стеновая "Металл Профиль" с видимым креплением Z-LOCK, с наполнителем из минеральной ваты (НГ) плотностью 110кг/м3, марка МП ТСП-Z, толщина: 50 мм, тип покрытия полиэстер, толщина металлических облицовок 0,5 мм (Россия)	м2	3258	185,92		185,92	605727		605727	0		605727	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	4718613,3 3
6	ФЕР10-01-028-02 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Установка в каменных стенах промышленных зданий оконных с одинарными и спаренными переплетами площадью проема: до 10 м2	100 м2	4,03	2675,36 <u>747,48</u>	303,2 <u>44,5</u>	1624,6 8	13794 <u>30</u>	12 <u>2</u>	13794	32	НР 118% от ФОТ  СП 63% от ФОТ	166	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	107455,1

7	ФССЦ-11.2.07.06-0017 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Блоки оконные с тройным остеклением с раздельно-спаренными створками: двухстворные ОРСМ 6-11, площадь 0,6 м2	м2	403	758,23		758,23	305623		305623	0		305623	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	2380803,17
8	ФЕР10-01-039-02 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Установка блоков в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах, площадь проема более 3 м2	100 м2	1,69	2682,2 <u>762,25</u>	747,73 <u>119,59</u>	1172,2 2	4533 <u>1312</u>	1312 <u>230</u>	1981	1542	НР 118% от ФОТ  СП 63% от ФОТ	7426	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	57848,54
9	ФССЦ-11.2.02.01-0032 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Блоки дверные внутренние: однопольные глухие шлифованные, из массива сосны, тонированные	м2	169	1448,8		1448,8	244800		244800	0		244800	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	1906992
10	ФЕР10-01-046-01 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Установка ворот с коробками стальными, с раздвижными или распахивающимися полотнами и калитками	100 м2	1,69	6554,59 <u>2124,25</u>	15168 <u>15574</u>	291966	11077 <u>3589,6</u>	2566 <u>2984</u>	13 643	6 573,6	НР 118% от ФОТ  СП 63% от ФОТ	31293,6	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	243777,144

11	ФССЦ-11.2.05.02-0004 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Ворота утепленные с полотнами, обшитыми: фанерой клееные, глухие ВРГ 24-24, площадь 5,4 м2	м2	169	390,98		390,98	66075,6		66075,6	0		66075,6	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	514728,924
12	ФЕР10-05-002-01 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Устройство перегородок из гипсокартонных листов (ГКЛ) по системе «КНАУФ» с одинарным металлическим каркасом и двухслойной обшивкой с обеих сторон (С 112): глухих	100 м2	1,28	2500,1 1197,24	3,36	1299,5	3200,1 1532,4		1667,7	1532,4	НР 118% от ФОТ  СП 63% от ФОТ	6400,2	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	49857,558
13	ФССЦ-07.2.06.03-0113 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Профиль направляющий: ПН-3 65/30/0,6	м	97,28	5,98		5,98	581,6		581,6	0		581,6	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	4530,664
14	ФССЦ-01.7.06.11-0001 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Лента ПСУЛ	10 м	16,13	64,1		64,1	1 033,9 33		1 033,9 33	0		1033,9 33	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	8054,33807

15	ФССЦ-01.6.01.02-0006 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Листы гипсокартонные: ГКЛ 12,5 мм	м2	538,9	150		150	80 835		80 835	0		80835	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	629704,65
16	ФЕР11-01-052-01 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Устройство полимерных наливных полов из полиуретана: с толщиной покрытия 2 мм	100 м2	40,57	15835,4 465,22	12,04 2,52	15358,14	642442 18874	488 102	623080	18976	НР 123% от ФОТ СП 75% от ФОТ	680014	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	5297309,06
17	ФССЦ-14.4.03.15-0006 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Лак матовый полиуретановый двухкомпонентный MASTERTOP TC441 C, компонент А, бесцветный	кг	811,4	278,22		278,22	225748		225748	0		225748	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	1758576,92
18	ФССЦ-14.4.01.21-0211 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Грунтовка: "FG-35"	кг	1623	96,49		96,49	156603		156603	0		156603	1 МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79	1219937,37
<b>Итого по смете:</b>															
Итого															3133146
Всего с учетом "МИНСТРОЙ РОССИИ 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 СМР=7,79"															30257722
Справочно, в базисных ценах:															
Материалы															3249311
Машины и механизмы															284741
ФОТ															135040
Накладные расходы															129334
Сметная прибыль															112404

УТВЕРЖДАЮ

СОГЛАСОВАНО

\_\_\_\_\_  
 //  
 " \_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

\_\_\_\_\_  
 //  
 " \_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

Цех покраски металлоконструкций  
 (наименование стройки)

### ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ

на КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЕ

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная **39 635 317,00** руб.

стоимость

Составлен в базисных и текущих ценах по состоянию на **2020 г.**

№ пп	Обоснование	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы в базисных ценах			Общая стоимость в базисных ценах			ФОТ	Нормативные показатели (2001 г.) в % от ФОТ Нпр/Нсп	Стоимость СМР в ценах 2001г. с накладными и сметной прибылью	Индекс к стоимости СМР, обоснование индекса	Стоимость СМР в текущих ценах
					Всего	Экспл. маш.	Материалы	Всего	Экспл. маш.	Материалы					
					оплата труда	в т.ч. оплата труда		оплата труда	в т.ч. оплата труда						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Раздел 1. КР</b>															
1	ФЕР09-03-002-10 Приказ Минстроя России от 30.12.2016	Монтаж колонн многоэтажных зданий различного назначения при высоте здания: до 25 м	т	138,99	628,89 63,74	488,07 33,51	77,08	87409 8859	67837 4658	1071 3	13517	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	111063	1 МИНСТРОЙ РОССИИ И 5414-ИФ/09	86518 0,77

	№1039/пр													от 19.02.2 020 СМР=7, 79	
2	ФССЦ-07.2.03.03-0002 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Конструкции каркасов для зданий с металлическими колоннами, расход стали на 1 м2 суммарной площади этажей здания: от 75 до 125 кг	т	139	11265,37		11265,37	1565886		1565886	0		1565886	1 МИНСТРОЙ РОССИИ И 5414-ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	12198 251,94
3	ФЕР09-03-003-03 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж одиночных подкрановых балок на отметке до 25 м массой: более 2,0 т	т	63,36	429,24 83,63	256,09 27,73	89,52	27197 5299	16226 1757	5672	7056	НР 90% от ФОТ  СП 85% от ФОТ	39545	1 МИНСТРОЙ РОССИИ И 5414-ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	30805 5,55
4	ФССЦ-05.1.03.02-0011 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Балки подкрановые пролетом: 6 м, объемом до 1,5 м3 из бетона В30 (М400) с расходом арматуры (при напрягаемой арматуре класса А-IV) 140 кг/м3 под грузоподъемность крана 5т; 10т; 12,5 т	м3	520	3030,97		3030,97	1576104		1576104	0		1576104	1 МИНСТРОЙ РОССИИ И 5414-ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	12277 850,16
5	ФЕР09-03-013-01 Приказ Минстроя России от 30.12.2016	Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов: до 24 м при высоте здания	т	1,72	962,57 490,4	307,75 35,47	164,42	1656 843	529 61	284	904	НР 90% от ФОТ  СП 85% от ФОТ	3238	1 МИНСТРОЙ РОССИИ И 5414-ИФ/09	25224, 02



	№1039/пр	до 25 м												от 19.02.2 020 СМР=7, 79	
6	ФССЦ- 07.2.07.13- 0012 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Балки промежуточные	т	1,72	11425,09		11425,0 9	19651		1965 1	0		19651	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	15308 1,29
7	ФЕР09-03- 012-03 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой более 5,0 т	т	58,5	487,95 <u>118,49</u>	290,73 <u>33,31</u>	78,73	28545 <u>6932</u>	17008 <u>1949</u>	4605	8881	НР 90% от ФОТ  СП 85% от ФОТ	44087	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	34343 7,73
8	ФССЦ- 07.2.07.13- 0101 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Конструкции стропильных и подстропильных ферм металлические из труб квадратных периметром от 0,32 м до 0,56 м и труб прямо- угольных от 0,64 м до 0,72 м, тощиной от 3 мм до 10 мм, стали листовой толщиной от 4 мм до 32 мм, стали угловой 110x8 мм, оградуемые грунт-эмалью ХВ-	т	58,5	15828,38		15828,3 8	92596 0		9259 60	0		925960	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	72132 28,4

		0278 за два раза													
9	ФЕР46-02-005-02 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж: зенитных фонарей	т	7,46	1164,07 <u>310,83</u>	642,2 <u>55,12</u>	211,04	8684 <u>2319</u>	4791 <u>411</u>	1574	2730	НР 110% от ФОТ  СП 70% от ФОТ	13598	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	10592 8,42
10	ФССЦ-07.1.04.02-0012 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Фонари зенитные: глухие, площадь светового проема свыше 2,25 до 9 м2	т	7,46	8475		8475	63224		6322 4	0		63224	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	49251 4,96
11	ФЕР46-02-005-03 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 №1039/пр	Монтаж: прогонов	т	57,6	629,53 <u>190,16</u>	199,16 <u>19,98</u>	240,21	36261 <u>10953</u>	11472 <u>1151</u>	1383 6	12104	НР 110% от ФОТ  СП 70% от ФОТ	58048	1 МИНСТ РОЙ РОССИ И 5414- ИФ/09 от 19.02.2 020 СМР=7, 79	45219 3,92
12	ФССЦ-07.2.07.13-0047 Приказ	Конструкции прогонов металлические из швеллера 24У и	т	57,6	11589,75		11589,7 5	66757 0		6675 70	0		667570	1 МИНСТ РОЙ РОССИ	52003 70,3

