

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)

«Промышленное и гражданское строительство»

(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Цех по сборке и сварке трубопроводных узлов

Студент

У.Г. Ишкуватов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент, Е.М. Третьякова

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

Консультанты

к.т.н., доцент, И.К. Родионов

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

П.Г. Поднебесов

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

к.э.н., доцент, А.М. Чупайда

(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 2021

Аннотация

Пояснительная записка содержит 126 страниц, в том числе 22 рисунка, 39 таблиц, 21 источник, 14 приложений. Графическая часть выполнена на 7 листах формата А1.

В бакалаврской работе изложены основные положения по строительству производственного здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов расположенного в промышленном районе г. Салават, Республики Башкортостан. Подробно разработана архитектурно-планировочная часть здания, в конструкторском разделе на основании расчетов подобраны сечения стропильной решетчатой фермы, а в разделе технологии строительства рассмотрен ее монтаж. Структурные элементы характеризующие организацию строительства представлены в одноименном разделе. Сметная стоимость работ по объекту и технико-экономические показатели строительства здания цеха рассчитаны в экономической части. Безопасность труда и меры по обеспечению экологического благополучия в районе строительства представлены в разделе безопасность и экологичность проекта.

Проект разработан на основе требований норм и стандартов, а также ориентируется на применение современных материалов.

Содержание

Введение.....	6
1 Архитектурно-планировочный раздел	7
1.1 Исходные данные	7
1.2 Планировочная организация земельного участка	8
1.3 Объемно - планировочное решение здания	9
1.4 Конструктивная схема здания и основные конструктивные элементы.....	11
1.4.1 Фундамент.....	11
1.4.2 Колонны.....	12
1.4.3 Подкрановые балки.....	12
1.4.4 Покрытие и кровля.....	12
1.4.5 Наружные стены.....	13
1.4.6 Ворота, окна и двери.....	13
1.4.7 Лестницы.....	15
1.4.8 Полы.....	15
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	16
1.6 Теплотехнический расчет	16
1.6.1 Теплотехнический расчет стенового ограждения	17
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия	19
1.7 Инженерное оборудование.....	20
2 Расчетно-конструктивный раздел.....	22
2.1 Введение	22
2.2 Основные расчетные положения	22
2.3 Сбор нагрузок на ферму.....	23
2.3.1 Постоянные нагрузки	23
2.3.2 Снеговая нагрузка.....	24
2.3.3 Определение узловых нагрузок на ферму.....	25
2.4 Статический расчет элементов фермы.....	26
2.5 Подбор сечений.....	26
2.5.1 Расчет сечений сжатых элементов.....	27
2.5.2 Подбор сечения растянутых элементов.....	27
2.6 Конструирование фермы	28
2.6.1 Верхний опорный узел №1	29
2.6.2 Верхний промежуточный узел №2	35

2.6.3	Нижний промежуточный узел	38
2.6.4	Узел 4 (верхний монтажный узел)	40
2.6.5	Узел 5 (нижний монтажный узел).....	40
3	Технология строительства.....	43
3.1	Область применения	43
3.2	Спецификация монтажных элементов.....	45
3.3	Организация и технология строительного производства	45
3.4	Выбор технологического нормоконспекта инвентаря и приспособлений.....	47
3.5	Выбор крана.....	47
3.6	Калькуляция трудовых затрат и заработной платы	48
3.7	Указания по технике безопасности.....	49
3.8	Обеспечение пожарной безопасности.....	51
3.9	Обеспечение электробезопасности	52
3.10	Указания по обеспечению качества.....	53
3.11	Материально-технические ресурсы.....	53
3.12	График производства работ.....	54
3.13	Технико-экономические показатели	54
4	Организация строительства	55
4.1	Краткая характеристика объекта.....	55
4.2	Определение объемов работ организационной части строительства.....	55
4.3	Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	56
4.4	Подбор строительных машин и механизмов для производства работ.....	56
4.4.1	Выбор монтажных кранов по грузовой характеристикам.....	57
4.5	Определение трудоемкости и машиноемкости работ	58
4.6	Разработка календарного плана производства работ.....	58
4.7	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях.....	60
4.7.1	Расчет и подбор временных зданий.....	60
4.7.2	Расчет площадей складов.....	61
4.7.3	Расчет и проектирование водопотребления и водоотведения	61
4.7.4	Расчет и проектирование электроснабжения строительной площадки .	61
4.8	Проектирование стройгенплана	61
4.9	Мероприятия по охране труда, технике безопасности	62
4.10	Технико-экономические показатели проекта производства работ	64
5	Экономика строительства.....	66

6	Безопасность и экологичность объекта	70
6.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта.....	70
6.2	Идентификация профессиональных рисков	70
6.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	71
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	72
6.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта	73
	Заключение	75
	Список используемой литературы и используемых источников.....	77
	Приложение А Экспликация полов и помещений	79
	Приложение Б Спецификации.....	81
	Приложение В Связи и прогоны	84
	Приложение Г Схема фермы и расчет коэффициентов	87
	Приложение Д Таблица подбора сечений элементов фермы	90
	Приложение Е Монтаж конструкций покрытия.....	91
	Приложение Ж Выбор крана графо-аналитическим методом.....	93
	Приложение И Калькуляция трудозатрат	95
	Приложение К Потребность строительного производства в материалах и механизации	96
	Приложение Л Технические характеристики спецтехники	101
	Приложение М Трудозатраты календарного планирования.....	105
	Приложение Н Проектирование стройгенплана.....	111
	Приложение П Экономические расчеты	116
	Приложение Р Мероприятия пожарной и экологической безопасности	124

Введение

Данная выпускная квалификационная работа разрабатывается с целью проектирования производственного здания предназначенного для изготовления трубопроводных узлов.

Как известно, развитие газовой и нефтехимической промышленности идет высокими темпами, что приводит к потребности в увеличении объемов строительного производства в данный момент исчисляемого сотнями миллиардов рублей. Такие крупные строительные проекты как Амурский газохимический комплекс, перспективный газохимический комплекс на Гыданском полуострове служат ярким примером указанного выше тезиса. Диверсификация зон изготовления готовой продукции или полуфабрикатов, среди которых элементы трубопроводов и трубные узлы, с дальнейшей их транспортировкой к месту сборки будет эффективным способом преодоления проблемы недостатка ресурсов.

Актуальность строительства здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов обусловлена перспективными планами строительства газоперерабатывающего комплекса на территории предприятия АО «Газпром Нефтехим Салават», а также возникающей потребности изготовления элементов технологических трубопроводов предназначенных для поставки на другие строительные объекты России.

Исходя из вышеизложенного в данной выпускной бакалаврской работе предлагается выполнить задачи по разработке в соответствии с заданием шести разделов, в которые будут входить:

- 1 Архитектурно-планировочная часть.
- 2 Расчетно-конструктивная часть.
- 3 Технология строительства.
- 4 Организация строительства.
- 5 Экономическая часть.
- 6 Безопасность и экологичность объекта.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Место строительства – территория под застройку цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов расположена в городе Салават Республики Башкортостан.

Климатические характеристики участка:

- умеренно-холодный климат со значительным количеством осадков даже в засушливый месяц;
- минимальная «температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью:
 - 0,98 - минус 38 °С;
 - 0,92 - минус 33 °С;
- средняя максимальная температура воздуха» [13] наиболее теплого месяца плюс 27,6 °С;
- V район по весу снегового покрова;
- III район по скоростному напору ветра;
- направление преобладающего ветра:
 - в летний период - южное;
 - в зимний период - северное.

Состав грунтов в месте строительства:

- растительный слой - преимущественно преобладает чернозем, вскрытая мощность элемента составляя в среднем 0,60 м;
- суглинок с преобладающим содержанием песка до 60 % и глины менее 40 %, мощность элемента составляя в среднем 1,60 м;
- суглинок твердый темно-коричневого цвета с преобладающим содержанием глины до 60 %, мощность элемента составляя в среднем 4,3 м.

Основные характеристики проектируемого здания:

- класс К1 пожарной опасности строительных конструкций;

- класс Ф5.2 пожарной опасности здания;
- класс С1 пожарной опасности здания;
- категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д;
- степень огнестойкости здания – II;
- класс КС-2 и уровень ответственности сооружения.

1.2 Планировочная организация земельного участка

Строительство цеха выполняется в промышленной части города Салават Республики Башкортостан. Отметки по схеме планировочной организации составляют:

- уровня чистого пола - 0.000 (166,50 м по абсолютной высоте);
- уровень земли – минус 0,150 м (166,35 м).

Участок строительства представляет собой площадку прямоугольной формы в плане. Рельеф местности на участке размещения цеха и ближайших строений спокойный с перепадом высот от 166,00 до 167,00 м возвышаясь на запад. С юга на север проходят две железнодорожные ветки нормальной ширины колеи, одна из которых проходит вдоль пролета цеха, другая - снаружи здания параллельно ряду А. Для обеспечения технологического и противопожарного обслуживания здания предусматривается круговой проезд вокруг здания шириной 6м. Проезжая часть территории и площадки заасфальтирована.

Отвод поверхностных вод с участка предусматривается открытым способом по отмостке, тротуарам и площадкам и далее через дождеприемные колодцы, в проектируемую сеть ливневой канализации с последующим сбросом на рельеф через дренажные колодцы.

На свободной территории, где нет сооружений, выполнено благоустройство путем высадки лиственных деревьев, кустарников, устройство многолетних газонных трав и цветников. Вокруг здания выполнена отмостка шириной 1 м с асфальтобетонным покрытием.

1.3 Объемно - планировочное решение здания

Здание цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов в плане 91×48 м в осях 1-14/А-К с длиной всех пролетов 24 м и шагом колонн 6 м.

Здание одноэтажное, трехпролетное (два пролета в осях 3-14/А-К расположены перпендикулярно пролету в осях 1-2/А-К и отделены температурным швом).

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола цеха.

Высота части здания в осях 1-2/А-К составляет 12,6 м до парапета.

Высота части здания в осях 3-14/А-К составляет 11,4 м до парапета.

«Привязка несущих конструкций к координационным осям здания принимается следующая:

- смещение торцевых колонн с поперечных осей на 0,5 м;
- совпадение фахверковых колонн с поперечными разбивочными осями (нулевая привязка);
- по продольным осям колонны имеют нулевую привязку от наружной грани до оси» [1].

Для обслуживания рабочих в здании запроектированы встроенные административно-бытовые помещения. Каркасом встроенных подсобных помещений являются металлические стойки и ригеля, обшитые гипсокартонными листами с заполнением утеплителем из минеральной ваты.

В здании произведено зонирование со следующими участками и помещениями:

- бытовые помещения: гардеробы (домашней одежды и спецодежды), душевые и санузлы, комнаты отдыха.
- административные помещения: раскомандировочная, кабинет начальника цеха, кабинет по технике безопасности, конструкторская, пост охраны и проходная.
- технические, производственные помещения и ремзона.

Объемно-планировочные решения здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов заданы технологической последовательностью производственных процессов и его функциональным назначением.

Технологический процесс организован по поточно-конвейерному методу. Для доставки материалов, их выгрузки и отгрузки готовой продукции железнодорожным путем в пролете в осях 1-2 и автомобильным транспортом в пролетах в осях А-Д и Д-К, предусмотрены сдвижные и распашные ворота. Здание оснащено электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью 10 тонн в количестве двух единиц в каждом пролете.

Технологический процесс разделен на два потока: в пролете А-Д в осях 3-12 изготавливаются узлы из труб диаметром 57-133 мм, в пролете Д-К в осях 3-12 из труб диаметром 159-529 мм. Поточный метод изготовления трубопроводных узлов подразумевает собой подачу труб и фитингов со склада на стеллаж-бункер суточного запаса с их последующим помещением на заготовительный участок цеха. После подготовки кромок трубопроводных элементов к сборке их транспортируют мостовыми кранами в сборочный участок и далее в сварочный, где происходит производство неразъемных соединений. По завершении сборочно-сварочных операций производится контроль сварных швов неразрушающими методами.

Совокупность основных технических показателей цеха приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Совокупность основных технических показателей здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов

Наименование	Количество
Площадь здания цеха	4368,0 м ²
Рабочая площадь здания цеха	2526,6 м ²
Площадь вспомогательных помещений здания	1716,0 м ²
Общая площадь здания цеха	4242,6 м ²
Строительный объем	56784 м ³

Экспликация помещений представлена в приложении А.

1.4 Конструктивная схема здания и основные конструктивные элементы

Конструктивная система здания каркасная по рамно-связевой схеме. В продольном направлении устойчивость каркаса обеспечивается постановкой подкрановых балок, прогонов и вертикальных связей по колоннам, в надкрановой части по торцам и в середине блока СВ-2, в подкрановой – в середине блока СВ-1. Разрезные подкрановые балки пролетом 6,0 м опираются на подкрановую консоль колонны и передают на нее горизонтальные усилия от ветровой нагрузки и продольного торможения кранов.

В уровне покрытия формируется жесткий диск шатра покрытия, образованный системой горизонтальных и вертикальных связей из труб по ГОСТ 30245-2003 стали марки С255.

Несущие колонны каркаса здания приняты по ГОСТ Р57837-2017 металлические двутавровые (Сталь С255 ГОСТ 27772-2015) сплошностенчатые жестко заземленные в монолитных столбчатых фундаментах.

1.4.1 Фундамент

Фундамент под колонны – столбчатый железобетонный монолитный индивидуального изготовления (Ф1-Ф5).

Фундамент здания цеха столбчатый стаканной высотой 1,8 м из бетона класса В20 на бетонной подготовке В7,5 толщиной 100 мм. Сечения конструкций приняты следующие: подколонники 0,6×0,9 м, плитная нижняя часть крайнего ряда 1,8×2,1 м, плитная нижняя часть среднего ряда – 1,8×2,4 м. Несущий слой грунта – тяжелый суглинок. Под металлические стойки каркаса административно-бытовых и подсобных помещений выполняются столбчатые монолитные фундаменты Ф6 индивидуального изготовления размерами 400×400 мм с глубиной заложения -0,400 с устройством подбетонного основания толщиной 100 мм.

Фундаментные балки приняты сборные железобетонные по серии 1.015.1-1.95 трапециевидные высотой 0,3 м, ширина 200 мм. Опираие балок выполнено на подколонники фундаментов с внешней стороны колонн на цементно-песчаный раствор марки М50.

Спецификация элементов фундаментов и фундаментных балок приведена в таблице Б.1 приложения Б.

1.4.2 Колонны

В проекте здания цеха применены следующие виды колонн: крайний и средний ряд пролета – основные несущие колонны металлические сплошностенчатые по серии 1.424.3-7.3. Высота колонн К3 в пролете 1-2/А-К составляет 9,6 м, по ряду А, Д и К в осях 3-14 по 8,4 м.

Для крепления ограждающих конструкций стен на колоннах крайних осей устанавливают фахверковые стойки К4 и К5 из гнутосварного профиля 200×200 мм. Фахверковые колонны устанавливают на собственные столбчатые монолитные фундаменты.

Спецификация колонн приведена в таблице Б.2 приложения Б.

1.4.3 Подкрановые балки

Разрезные подкрановые балки пролетом 6,0 м двутаврового сечения сплошные стальные сварные и рассчитаны на восприятие нагрузки от двух сближенных мостовых кранов грузоподъемностью 10 т.

Спецификация подкрановых балок приведена в таблице Б.3.

1.4.4 Покрытие и кровля

Покрытие представлено стропильными двускатных решетчатыми фермами, металлическим профнастилом, уложенным поверх прогонов, и мягкой рулонной кровлей с утеплителем из минераловатных жестких плит ТехноРУФ. Более детально о составе кровельного пирога описано в теплотехническом расчете.

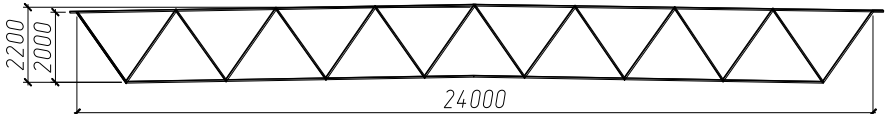
Стропильные фермы по серии 1.460-3-14 пролетом 24,0 м, высотой 2,0 м малоуклонные ($i=0,018$) с параллельными поясами и решеткой из гнуто-сварных прокатных профилей по ГОСТ 30245-2003 шарнирно опираются на колонны. В

продольном направлении устойчивость шатра обеспечивается постановкой вертикальных связей по фермам в торцах и в середине пролета СВ-3.

Ведомость ферм приведена в таблице 1.2.

Спецификация ферм приведена в таблице Б.4 приложения Б.

Таблица 1.2 – Ведомость стропильных ферм

Наименование	Форма
Ферма Ф-1	

К уголкам приваренным к верхнему поясу ферм на болты с шагом 3 м монтируются стальные прогоны, по которым укладываются кровельные листы. Прогоны покрытия – швеллеры горячекатаные по ГОСТ 8240-97 из стали марки С255 по ГОСТ 27772-2015.

1.4.5 Наружные стены

Наружные стены имеют навесную схему опирания и выполняются из металлических трехслойных сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиизоцианурата толщиной 80 мм фирмы «Профмодуль» высотой 1 и 1,2 м. Монтаж выполняется в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012: места соединения панелей герметизируются, покрываются специализированными нащельниками, кроме того участки соединения с цоколем и фундаментом подбиваются минеральной ватой, как элементом теплоизоляции; вдоль колонн цеха предусмотрено устройство уплотнительной ленты.

1.4.6 Ворота, окна и двери

Ворота для пропуска железнодорожного транспорта приняты двустворчатые раздвижные с дверью в створке, расположенные снаружи проема с верхней направляющей и автоматическим открыванием с применением электропривода. Предусмотрены профили из устойчивой к

атмосферным воздействиям резины для заполнения возникающего промежутка между стеновыми панелями и образующей ворот.

Размеры сдвижных ворот показаны на рисунке 1.1.

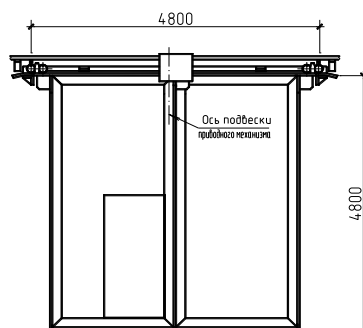
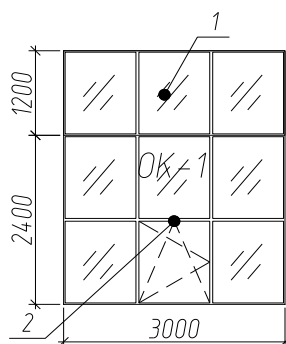


Рисунок 1.1 – Раздвижные ворота

Ворота для пропуска автотранспорта приняты двустворчатые щитовые распашные без дверей, расположенные в проеме с ручным механическим открыванием.

Окна из алюминиевого профиля и одинарным стеклопакетом с термовкладышами приняты по серии 1.436-10.3 глухие с размерами $2,965 \times 1,16$ м и с открывающимися створками для проветривания помещений с размерами $2,965 \times 2,36$ м. Комбинированное остекление окна «ОК-1» показано на рисунке 1.2.

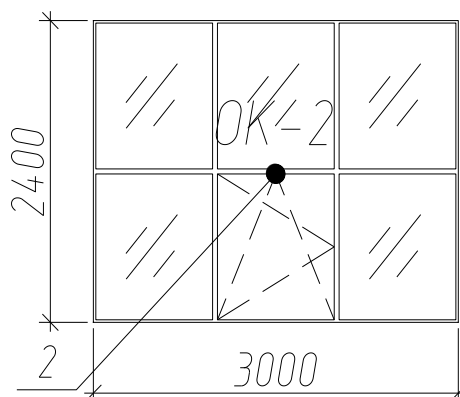


1 – глухое окно П Ст Г 30-12;

2 – окно с открывающейся створкой П Ст 30-24

Рисунок 1.2 – Состав комбинированного окна ОК-1

Эскиз окна «ОК-2» приведен на рисунке 1.3.



2 – окно с открывающейся створкой П Ст 30-24

Рисунок 1.3 – Эскиз окна ОК-2

Наружные двери приняты металлические, двустворчатые, глухие утепленные. Двери в здании приняты деревянные глухие, устанавливаемые в деревянную коробку.

Спецификация заполнения проемов предоставлена в таблице Б.5 приложения Б.

1.4.7 Лестницы

Для доступа на крышу применяют стальные пожарные лестницы типа П-1.1 (без ограждения).

1.4.8 Полы

Устройство полов производственных помещений цеха принято из бетона класса В25 W6 F200 толщиной 50 мм с обработкой проникающей добавкой «Penetron» с последующим шлифованием поверхности.

Покрытие полов санузлов – керамическая плитка с размерами 330×330 мм по ГОСТ 13996-2019. Покрытие полов в административно-бытовых помещениях – линолеум.

Экспликация полов указана в таблице А.2 приложения А.

1.5 Архитектурно-художественное решение здания

На все металлические поверхности наносится антикоррозионная защита в соответствии с разработанной технологией: очистка, обеспыливание, обезжиривание, огрунтовка и покраска. Колонны здания подвергаются огнезащите в виде нанесения специального состава, с пределом огнестойкости 120 мин. В качестве ограждающих конструкций предусмотрены стеновые сэндвич-панели.

Цветовое решение фасадов ограждающих конструкций имеет заводское покрытие следующих цветов:

- цоколь RAL 3003 «рубиново-красный»,
- стены RAL 5017 «транспортный синий»,
- окна ПВХ RAL 9003 (цвет белый),
- ворота распашные автомобильные RAL 6002 цвет «лиственно-зеленый»,
- наружные двери, ворота раздвижные железнодорожные RAL 6001 цвет «изумрудно-зеленый».

Проектом предусмотрено устройство и отделка стен и перегородок административно-бытовых помещений, выполненных по системе КНАУФ с применением простой окраски водоземulsionными составами по подготовленной поверхности; цвет окраски – белый. Отделка перегородок санузлов предусматривается до высоты 2,1 м керамической плиткой, выше 2,1 м окраской водоземulsionными составами белого цвета.

1.6 Теплотехнический расчет

Информацию для расчета толщины ограждающих конструкций примем в соответствии с [17]. Влажностный режим принят нормальный. В соответствии с приложением В [17] на территории проектируемого здания нормальная влажность.

Район строительства: г. Салават, Республика Башкортостан. Ввиду отсутствия этого города в таблице 3.1 «Климатические параметры холодного периода года» [17], принимаем климатические значения для г. Мелеуз.

«Здание цеха производственное.

Расчетная температура воздуха в помещении здания принята 18 °С.

Относительная влажность внутреннего воздуха 60...40%.

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (1.1)$$

где $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода;

$t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха здания, принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий указанных в таблице 3: по поз.1 - по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год» [17].

$$t_{\text{от}} = -6,3^{\circ}\text{C}, z_{\text{от}} = 206 \text{ сут/год}$$

$$\text{ГСОП} = (18 - (-6,3)) \cdot 206 = 5006 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут/год}.$$

1.6.1 Теплотехнический расчет стенового ограждения

В качестве ограждающей конструкции применяются сэндвич-панели с утеплителем из материала пенополиизоцианурат.

Схема сэндвич-панели представлена на рисунке 1.4.

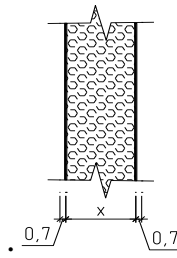


Рисунок 1.4 – Схема сэндвич-панели

Послойный состав сэндвич-панели приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Послойный состав сэндвич-панели

Наименование слоя	Плотность $\gamma, \text{кг/м}^3$	Толщина, $\delta, \text{м}$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$
Стальной профлист	7850	0,0007	58,0
Утеплитель	43	расчетная	0,041
Стальной профлист	7850	0,0007	58,0

«Требуемое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (1.2)$$

где a и b – коэффициенты для соответствующих групп зданий и ограждающих конструкций» [17], $a = 0,0002$; $b = 1,0$.

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0002 \cdot 5006 + 1,0 = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

«Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (1.3)$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$;
 $\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$;
 δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м;
 λ_i – теплопроводность материала i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ » [17].

Из условия $R_0 = R_0^{\text{тр}}$ определим расчетное значение теплоизолирующего слоя:

$$\delta_2 = \left(2,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0007}{58} - \frac{0,0007}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,075 \text{ м.}$$

Принимаем 80 мм.

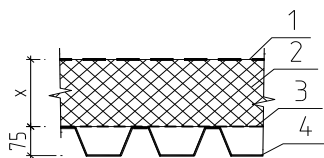
$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,08}{0,041} + \frac{0,0007}{58} + \frac{1}{23} = 2,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт.}$$

$$R_0 = 2,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт} > 2,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт} = R_0^{\text{тр}}.$$

Условие выполняется.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

На рисунке 1.5 приведен эскиз покрытия.



1. – два слоя гидроизоляции. 2. – слой теплоизоляции.
3. – пароизоляция. 4. – профилированный лист

Рисунок 1.5 – Эскиз покрытия

Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия при $a = 0,00025$ и $b = 1,5$:

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00025 \cdot 5006 + 1,5 = 2,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Таблица 1.4 – Состав покрытия

Слой	Толщина, δ	Плотность, мг/кг/м^3	Коэффициент теплопроводности и $\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$	Примечание
Гидроизоляция	0,006	600	0,16	Техноэласт ЭКП
Теплоизоляция	δ_2	155	0,045	ТЕХНОРУФ В60
Пароизоляция	0,0004	100	0,1	Технониколь
Профилированный лист	0,0008	7850	58	Н75-750-0.8

$$\delta_2 = \left(2,75 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,006}{0,16} - \frac{0,0004}{0,1} - \frac{0,0008}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,115 \text{ м}.$$

Принимаем 120 мм.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0006}{0,16} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{0,0004}{0,1} + \frac{0,000}{58} + \frac{1}{23} = 2,83 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

$$R_0 = 2,83 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 2,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} = R_0^{\text{TP}}.$$

Условие выполняется.

1.7 Инженерное оборудование

Теплоснабжение здания цеха трубопроводных узлов осуществляется от существующих сетей отопления промышленной зоны. В качестве нагревательных приборов на производственных участках используются регистры из стальных водопроводных труб, административно-бытовых и подсобных помещениях приняты биметаллические радиаторы с терморегулирующими радиаторными клапанами.

Вентиляция в здании принята приточно-вытяжная с механическим побуждением. В душевых и уборных принята естественная вентиляция.

Источником водоснабжения проектируемого объекта является существующая централизованная система водоснабжения промзоны. Водоснабжение принято холодное из городских сетей с использованием напорных труб из полиэтилена и ПВХ.

Электроснабжение принято трехфазное с напряжением 380/220в. С запитой от существующих заводских сетей.

Проектом предусмотрены следующие системы канализации: внутренняя хозяйственно-бытовая и производственная канализация здания, наружная дождевая ливневая из полиэтиленовых безнапорных труб.

Молниезащита здания осуществляется наложением на кровлю молниеприемной сетки, соединенной с контуром заземления РП-6 кВ.

Выводы по разделу

В разделе были разработаны архитектурные и объемно-планировочные решения производственного одноэтажного здания по сборке и сварке трубопроводных узлов в соответствии с технологическим процессом. В соответствии с местом строительства была разработана планировочная организация земельного участка с привязкой проектируемого здания на местности относительно существующих построек и определены исходные данные применения строительных материалов. Для проектирования здания обоснованно была выбрана каркасная конструктивная система с совокупностью взаимосвязанных несущих конструкций. При разработке архитектурно-художественных и объемно-планировочных решений здания были применены современные строительные материалы.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Введение

В данном разделе выполнен подбор сечений и расчет стальных решетчатых ферм для устройства шатра покрытия здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов. Конструирование выполнено с учетом ширины пролета, которое составляет 24 м, и подобранных гнутосварных профилей квадратного и прямоугольного сечения.

Ферма двускатная, малоуклонная ($i=0,018$) с параллельными поясами, треугольной решеткой и нисходящим опорным раскосом. Прогоны крепятся к уголкам на верхнем поясе фермы через 3 м. Состав и устройство кровли учитывается в соответствии с архитектурно-планировочным разделом. Расстояние между несущими колоннами, а значит и фермами составляет 6 м.

Здание отапливается теплоносителем из центральной системы теплоснабжения циркулирующим по регистрам, установленным в производственных помещениях цеха.

Конструкции шатра покрытия представлены металлическими решетчатыми стропильными фермами, а также связями. Фермы шарнирно сопряжены с колоннами.

2.2 Основные расчетные положения

Расчет фермы произведен с применением:

- СП 16.13330.2017 [14] «Стальные конструкции»;
- СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования»;
- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [15].

2.3 Сбор нагрузок на ферму

Шаг ферм $B = 6$ м.

2.3.1 Постоянные нагрузки

«К постоянным нагрузкам относится нагрузка от веса покрытия. Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций и грунтов приведены в таблице 7.1» [15]. Послойная структура покрытия принята в архитектурном разделе.

Данные, представленные в таблице 2.1, рассчитаны с учетом принятых в нормативной документации коэффициентов надежности.

Таблица 2.1 – Нагрузка на 1 м^2 покрытия

Наименование слоя покрытия, оказывающего воздействие	Плотность материала, ρ , кг/м ³	Нормативная нагрузка (g^H), кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке (γ_f)	Расчетная нагрузка (g^D), кН/м ²
Техноэласт – 2 слоя (t= 6 мм)	100	0,06	1,2	0,072
Плиты минераловатные «Технориф В60»	100	0,12	1,3	0,156
Пленка пароизоляционная для плоских кровель «Технониколь»	110	0,0001	1,3	0,001
Стальной профлист (t= 0,8 мм)	7850	0,098	1,05	0,103
Масса металлоконструкций шатра покрытия	-	0,50	1,05	0,525
ИТОГО:		0,778		0,857

«Распределенная постоянная расчетная нагрузка на ферму:

$$q_{п} = q_0 \cdot B, \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad (2.1)$$

где q_0 – расчетная нагрузка от конструкций покрытия;

B – шаг ферм» [10].

$$q_{п} = 0,857 \cdot 6 = 5,142 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

2.3.2 Снеговая нагрузка

Работы выполняются в г. Салават Республика Башкортостан. Ввиду отсутствия этого города в таблице 3.1 «Климатические параметры холодного периода года» [17], принимаем климатические значения для г. Мелеуз (Республика Башкортостан) – V снеговой район по карте 1 [15, табл. 10.1].

«Нормативная нагрузка от снега на ферму:

$$S_0 = c_e \times c_t \times \mu \times S_g, \quad (2.2)$$

где $\mu = 1$ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с приложением Б (схема 1б)» [15];

$S_g = 2,5$ кПа – «расчетное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли» по [15, табл. 10.1];

c_e – «коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра» [15], который составит согласно приложения

Г, $c_e = 0,863$.

Определим нормативное значение снеговой нагрузки:

$$S_0 = 0,863 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 2,5 = 2,159 \text{ кН/м}^2.$$

Выполним «расчет значения снеговой нагрузки с учетом коэффициента надежности по нагрузке:

$$S = S_0 \cdot \gamma_f, \quad (2.3)$$

где $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке» [15].

$$S = 2,159 \cdot 1,4 = 3,022 \text{ кН/м}^2.$$

Определим погонную расчетную нагрузку на единицу длины фермы:

$$q_S = S \cdot B, \quad (2.4)$$

$$q_S = 3,022 \cdot 6 = 18,132 \text{ кН/м.}$$

2.3.3 Определение узловых нагрузок на ферму

Конструктивная и расчетная схемы приложения нагрузок представлены на рисунке Г.1 и Г.2 приложения Г.

«Определение суммарных узловых нагрузок на ферму от крайних и средних прогонов:

$$P_{кр} = (q_{п} + q_S) \cdot b_{кр}, \quad (2.5)$$

$$P_{ср} = (q_{п} + q_S) \cdot b_{ср}, \quad (2.6)$$

где a – длина панелей верхнего пояса, 3 м;

$b_{кр}$ – ширина грузовой площади крайних прогонов;

$b_{ср}$ – ширина грузовой площади средних прогонов;

$q_{п}$, q_S – погонная постоянная и снеговая нагрузка (соответственно), действующая на верхний пояс фермы» [10].

$q_{п}=5,142 \text{ кН/м}$, $q_S=18,132 \text{ кН/м}$ – распределенная нагрузка.

Таким образом суммарные узловые нагрузки на ферму от крайних и средних прогонов составят:

$$P_{кр} = (5,142 + 18,132) \times 1,5 = 34,91 \text{ кН,}$$

$$P_{ср} = (5,142 + 18,132) \times 3 = 69,82 \text{ кН.}$$

Расчетная схема фермы с приложением суммарной нагрузки показана на рисунке Г.2 приложения Г.

2.4 Статический расчет элементов фермы

«Статический расчет фермы выполнен в программном комплексе «СКАД». Признак схемы - плоская модель с тремя степенями свободы: X, Z, Uy. После загрузки расчетной схемы в программном комплексе СКАД совместно постоянной и снеговой нагрузкой были получены следующие максимальные внутренние усилия» [10], показанные на рисунке Г.3 Приложения Г.

2.5 Подбор сечений

Элементы фермы проектируем как центрально сжатый или растянутый гибкий стержень.

Верхний и нижний пояс фермы выполняем из стали С345, в элементах решетки применяем сталь С255.

«Гибкости элементов не должны превышать предельных значений представленных в таблице 32:

- для сжатого верхнего пояса $\lambda=120-60a$;
- для сжатых элементов решетки $\lambda=180-60a$;
- для растянутых элементов (нижнего пояса, нечетных раскосов) $\lambda=400$ »

[14].

Согласно примечаний к таблице 1 [14], коэффициент условий работы принимаем $\gamma_c = 1$.

Сечения назначаем следующим образом: верхний и нижний пояс принимаем из гнуто-сварной трубы прямоугольного сечения одинаковой шириной D, раскосы – квадратные трубы шириной меньше ширины поясов. Принимаем минимальную толщину стенок профиля 4 мм на исходя из учета

технологии производства сварочных работ и обеспечения коррозионной стойкости.

Таблица 2.2 – Расчетные длины элементов фермы

Группа элементов	Элементы	Расчетная длина	
		В плоскости $-l_x$	Из плоскости $-l_y$
Верхний пояс	1-4,	l	$l_1=0,9l$
Опорные раскосы	9		
Нижний пояс	5-8	l	l_1
Промежуточная решетка	10-16	$0,8l$	$l_1=0,9l$
Примечания – Обозначения, принятые в таблице: l – геометрическая длина элемента (расстояние между центрами ближайших узлов) в плоскости фермы; l_1 – расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм).			

2.5.1 Расчет сечений сжатых элементов

Исходя из п. 7.1.3, «расчет на устойчивость сплошностенчатых элементов, подверженных центральному сжатию силой N , следует выполнять по формуле 7:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1 \rightarrow A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}, \quad (2.7)$$

где N – расчетное продольное усилие;

φ_{min} – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, значение которого определяется в зависимости от предельной гибкости $\bar{\lambda}$ стержня по таблице Д1;

A – площадь поперечного сечения стержня;

R_y – расчетное сопротивление стали» [14].

Подбор сечения сжатых элементов фермы сведены в таблицу Д.1.

2.5.2 Подбор сечения растянутых элементов

«Расчет на прочность растянутых элементов, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести, а также растянутых или сжатых элементов из стали с нормативным сопротивлением

$R_{yn} > 440 \text{ Н/мм}^2$ следует выполнять по формуле 5 с заменой значения R_y на R'_y/γ_n :

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \leq 1 \rightarrow A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c}, \quad (2.8)$$

где R'_y – расчетное сопротивление стали на сжатие, растяжение, изгиб по пределу текучести из таблицы В.5» [14],

$$R_y = \frac{R'_y}{\gamma_n}, \quad (2.9)$$

где γ_n – «коэффициент надежности по ответственности, принимается по ГОСТ 27751- 2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» в зависимости от класса сооружения по степени ответственности из таблицы 2» [14], для КС-2 $\gamma_n = 1,0$.

Сталь С255 при $t_{\text{ст}} \leq 10 \text{ мм}$ $R'_y = 25 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$.

Сталь С345 при $t_{\text{ст}} \leq 10 \text{ мм}$ $R'_y = 34 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$.

Подбор сечения сжатых элементов фермы сведены в таблицу Д.1.

2.6 Конструирование фермы

«Элементы ферм проверяются следующими расчетами:

1. на продавливание (вырывание) участка горизонтальной стенки пояса, контактирующего с элементом решетки;
2. на прочность элемента решетки в зоне примыкания к поясу;
3. на прочность сварных швов крепления элементов решетки к поясу» [10].

Расположение узлов фермы для расчета и конструирования обозначены на рисунке 2.1.

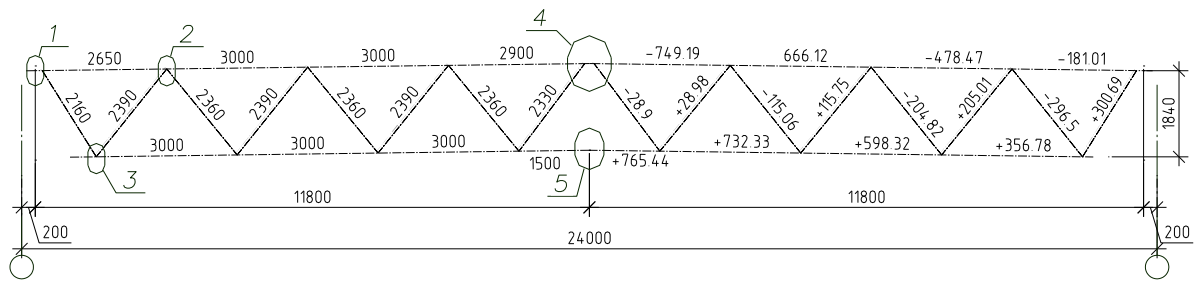


Рисунок 2.1 – Схема расположения узлов к расчету и конструированию узлов фермы

Расчетная часть производится в соответствии с руководством по проектированию стальных конструкций из гнутосварных замкнутых профилей.

2.6.1 Верхний опорный узел №1

Исходя из п. Л.2.2 [14], «В случае одностороннего примыкания к поясу двух или более элементов решетки с усилиями разных, а также одного элемента в опорных узлах 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 [14].

Узел представлен на листе 4 графической части. Опорный узел проектируется с помощью опорного ребра. «Ширина ребра принимается из условия размещения профиля верхнего пояса и болтов для прикрепления узла к колонне. Высота ребра устанавливается при конструировании узла с учетом прикрепления верхнего пояса. Толщина ребра определяется расчетом из условия передачи через торцевое сечение расчетной опорной реакции на нижележащую конструкцию (столлик) по формуле:

$$t \geq \frac{R_a}{R_p \cdot b_p}, \quad (2.10)$$

где R_a – расчетная величина опорной реакции.

$$R_a = (q_n + q_{сн}) \frac{l_p}{2}, \quad (2.11)$$

$$R_p = \frac{R_y}{\gamma_m}, \quad (2.12)$$

где R_p – расчетное сопротивление торцевому смятию материала фермы, кН» [10], ($\gamma_m=1,050$).

$$R_a = (5,142 + 18,132) \cdot 24/2 = 279,3 \text{ кН},$$

$$R_p = \frac{279,3}{1,05} = 266,0 \text{ кН}.$$

«Ширина ребра (b_p) – размер в горизонтальной плоскости исходя из размещения болтов и сварных швов. Так как в проектируемой ферме предусмотрено шарнирное опирание ферм на колонны, то болты, прикрепляющие ребро, назначаются конструктивно» [10], таким образом М20 - 4 единицы. На основе принятых данных ширина опорного элемента составит 280 мм.

$$t \geq \frac{R_a}{R_p \cdot b_p}, \quad (2.13)$$

$$t \geq \frac{279,3}{23,8 \cdot 28} = 0,41 \text{ см} = 4,1 \text{ мм}.$$

Конструктивно толщина ребра (t_p) принимаем $t_p=10$ мм.

Расчет сварного шва, прикрепляющего пояс к ребру

Длина сварного соединения составит:

$$l_w = 2 \cdot (20 - 1) + 2 \cdot (12 - 1) = 60 \text{ см}.$$

Выбираем сварочную проволоку марки Св-08Г2С ESAB.

«Выполним расчет катета сварного шва:

$$N_1 = 187,3 \text{ кН} \leq \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (2.14)$$

где β_f, β_z – коэффициенты глубины проплавления;

R_{wf} – расчетное сопротивление углового шва по металлу шва для сварочной проволоки Св-08;

R_{wz} – расчетное сопротивление углового шва по металлу границы сплавления;

$R_{un} = 47 \text{ кН/см}^2$ – нормативное временное сопротивление [10] для стали С345 при $t_p = 10 \text{ мм}$.

Известно, что $\beta_f = 0,9, \beta_z = 1,05, R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2, R_{un} = 47 \text{ кН/см}^2, R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45 \times 47 = 21,15 \text{ кН/см}^2$.

по металлу сварного соединения

$$N_1 = 187,3 \text{ кН} \leq 0,9 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1 = 486 \text{ кН},$$

по металлу границы сплавления наплавленного и основного металла

$$N_1 = 187,3 \text{ кН} \leq 1,05 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 21,15 \cdot 1 \cdot 1 = 666 \text{ кН}.$$

Для стыка верхнего пояса с опорным ребром «максимально возможный катет сварных соединений принимается в зависимости от минимальной толщины свариваемых элементов с коэффициентом 1,2. Минимально допустимый катет шва при толщине более толстого из свариваемых элементов определяется по таблице 38» [14]. Таким образом, катет шва: минимальный $k_f^{min} = 4 \text{ мм}$; максимальный $k_f^{max} = 1,2t_{min} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм}$.

Принимаем $k_f = 5 \text{ мм}$.

«Расчет величины прочности опорного элемента на поверхностный отрыв в околошовной зоне выполним по формуле:

$$N_1 = 181,01 \text{ кН} \leq 1,4 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{th} \cdot \gamma_c, \quad (2.15)$$

где R_{th} – сопротивление из расчета при растяжении в направлении толщины металлопроката» [10], $R_{th} = 0,5R_u = 23,5 \text{ кН/см}^2$

$$N_1 = 181,01 \text{ кН} \leq 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 23,5 \cdot 1 = 888 \text{ кН.}$$

Принимаем толщину опорного столика конструктивно равным $t_{\text{ст}} = 40$ мм. Принимаем $k_f = 8$ мм.

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (2.17)$$

$$12,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < 21,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2},$$

расчет будет вестись по металлу сварного соединения.

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}, \quad (2.18)$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ МПа}$$

$$0,7 \cdot 18 = 150,5 \text{ МПа} < 1,0 \cdot 21,15 = 211,5 \text{ МПа}$$

Высоту столика определяем из условия размещения угловых сварных швов:

$$h_{\text{ст}} \geq \frac{1,3 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c}, \quad (2.19)$$

$$h_{\text{ст}} \geq \frac{1,3 \cdot 279,3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18 \cdot 1} = 19 \text{ см.}$$

Предельно допустимая высота

$$h_{\text{ст}}^{\text{max}} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f, \quad (2.20)$$

$$h_{\text{ст}}^{\text{max}} = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 47 \text{ см.}$$

Назначаем высоту столика $h_{\text{ст}} = 200$ мм. Соединение производим на болтах нормальной точности $d = 20$ мм.

Проверка на выносливость участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки №9.

В приведенных далее формулах применяют обозначения:

N – усилие в примыкающем элементе (решетки);

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

A – площадь поперечного сечения пояса;

R_y – расчетное сопротивление стали пояса;

t – толщина стенки (полки) пояса;

A_p – площадь поперечного сечения элемента решетки;

g – половина расстояния между смежными стенками элементов решетки или поперечной стенкой раскоса и опорным ребром; расстояние должно быть достаточным для наложения двух сварных швов.

При отношении $\frac{d}{D} \leq 0,9$ и $\frac{g}{b} < 0,25$ «несущую способность стенки пояса следует проверять для каждого примыкающего элемента по формуле 86 СП 294:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + c + \sqrt{2Df})}{(0,4 + 1,8g/b) f \sin \alpha}, \quad (2.21)$$

где b – длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса: $b = d / \sin \alpha$;

γ_c – коэффициент условий работы;

γ_d – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе равен 1,2 при растяжении и 1,0 при сжатии;

γ_D – коэффициент влияния продольной силы в поясе, определяемый при сжатии в поясе» [10], если:

$$F / AR_y > 0,5 \rightarrow \gamma_D = 1,5 - |F| / (AR_y), \quad (2.22)$$

$$F / AR_y \leq 0,5 \rightarrow \gamma_D = 1,0$$

$$f = \frac{D-d}{2} \quad (2.23)$$

Известно, что $\frac{d}{D} = \frac{100}{120} = 0,83 \leq 0,9$ и $\frac{g}{b} = \frac{10}{130} = 0,08 < 0,25$; $N = 300,69$ кН; $F = 184,4$ кН, тогда получаем:

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{184,4}{14,95 \cdot 34} = 0,36 \leq 0,5$$

Исходя из того, что коэффициенты $\gamma_d = 1,2$; $\gamma_D = 1$; $t = 5$ мм, определим следующие значения:

$$b = \frac{100}{\sin 50^\circ} = \frac{100}{0,818} = 130 \text{ мм,}$$

$$g = 20 \text{ мм,}$$

$$f = \frac{120-100}{2} = 10 \text{ мм.}$$

Проверяем выполнение условия:

$$300,69 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 34 \cdot 0,5^2 (13,0 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,08) \cdot 0,818},$$

$$300,69 \text{ кН} < 415,4 \text{ кН.}$$

Условие выполнено.

Элемент №9 точка примыкания решетки к верхнему поясу фермы.

«Определим несущую способность участка по формуле:

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_{yp} \cdot A_p}{1 + 0,013 \frac{d}{t_p}}, \gg [10] \quad (2.24)$$

где $R_y = 34$ кН/см²; $\frac{d}{t_p} = \frac{100}{4} = 25 \geq 3$; $k = 1,2$, $A_p = A_9 = 14,95$ см².

Проверяем условие выполнения:

$$300,69 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 34 \cdot 14,95}{1 + 0,013 \cdot 25} = 464,9 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

«Прочность сварных швов прикрепления элемента решетки №9 к верхнему поясу:

$$\frac{N(0,75 + 0,01 \cdot \frac{d}{t_p})}{\beta_f k_f (\frac{2D_{\text{ВН}}}{\sin \alpha} + D_{\text{ВН}})} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}, \quad (2.25)$$

где R_{wf} , k_f , γ_{wf} , β_{wf} – характеристики сварки» [10].

Наименьший катет шва равен 4 мм по таблице 38 [14], наибольший катет сварного шва $1,2t_{\text{min}} = 4,8 \text{ мм} \approx 5 \text{ мм}$. При максимальной толщине свариваемых элементов $t_{w, \text{в.н}} = 5 \text{ мм}$. Так как « $R_{wf} \gamma_{wf} \beta_f < R_{wz} \gamma_{wz} \beta_z$, то расчет производится только по металлу шва» [10].

Принимаем полуавтоматическую сварку сварочной проволокой Св – 08А. $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$, $k_f = 5 \text{ мм}$, $\gamma_{wf} = 1$, $\beta_{wf} = 0,9$.

$$\frac{300,69 \text{ кН} (0,75 + 0,01 \cdot 25)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot (\frac{2 \cdot 12}{0,818} + 12)} = 17,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2},$$

Условие выполняется.

2.6.2 Верхний промежуточный узел №2

$$\frac{d}{D} = \frac{100}{120} = 0,83 \leq 0,9 \quad \text{и} \quad \frac{g}{b} = \frac{20}{128,7} = 0,155 \leq 0,25 \quad \text{принимаем формулу}$$

2.21 приведенную выше:

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

где $N_{10} = 296,5 \text{ кН}$; $\gamma_d = 1,0$ при сжатии;

$$\gamma_D = 1 \text{ при } \frac{F}{AR_y} = \frac{184,4}{30,36 \cdot 34} = 0,18 \leq 0,5,$$

$$F = N_1 = 184,4 \text{ кН}; t = 5 \text{ мм}; b = \frac{100}{\sin 51^\circ} = \frac{100}{0,777} = 128,7 \text{ мм},$$

$$g = 20 \text{ мм}; f = \frac{D-d}{2} = \frac{120-100}{2} = 10 \text{ мм}.$$

Производим проверку:

$$296,5 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 34 \cdot 0,5^2 (13 + 1,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,155) \cdot 0,777} = 308 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Несущая способность сжатого элемента решетки №10 в зоне примыкания к верхнему поясу рассчитаем по формуле 2.24,

$$\text{где } R_y = 25 \text{ кН/см}^2; \frac{d}{t_p} = \frac{100}{4} = 25 \geq 3; k = 1; A_p = A_{10} = 14,95 \text{ см}^2.$$

Проверяем условие выполнения для участка 10:

$$296,5 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 14,95}{1 + 0,013 \cdot 25} = 513,5 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Прочность сварных швов решетки в узле №10 к верхнему поясу.

Расчет проводим аналогично п. 2.5.1.3.

Катет сварного шва: наибольший – 6 мм; наименьший - 4 мм.

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

$$\frac{296,5(0,75 + 0,01 \cdot 25)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{2 \cdot 12}{0,777} + 12\right)} = 15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2},$$

$$15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf} = 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2},$$

$$15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

При отношении $\frac{d}{D} = \frac{80}{120} = 0,67 \leq 0,9$ и $\frac{c}{b} = \frac{20}{103} = 0,194 \leq 0,25$,

где $N = N_{11} = 205,01 \text{ кН}$; $\gamma_d = 1,2$ при растяжении,

$$\gamma_D = 1 \text{ при } \frac{F}{AR_y} = \frac{478,47}{30,36 \cdot 34} = 0,46 < 0,5,$$

$$F = N_2 = 478,47 \text{ кН},$$

t – толщина стенки пояса = 5 мм;

$$b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{80}{\sin 51^\circ} = \frac{80}{0,777} = 103 \text{ мм}$$

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

Производим проверку:

$$205,01 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 34 \cdot 0,5^2 (10,3 + 2,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2,0})}{2,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,194) \cdot 0,777}$$

$$205,01 \text{ кН} \leq 268 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

$$R_y = 25 \text{ кН/см}^2; \frac{d}{t_p} = \frac{80}{4} = 20 \geq 3; k = 1; A_p = A_{11} = 11,75 \text{ см}^2.$$

Производим проверку для растянутого раскоса 11:

$$205,01 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 11,75}{1 + 0,013 \cdot 20} = 280 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

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

$$\frac{205,01(0,75 + 0,01 \cdot 25)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{2 \cdot 12}{0,777} + 12 \right)} = 10,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2},$$

$$10,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf},$$

$$10,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

2.6.3 Нижний промежуточный узел

Проверка на продавливание участка стенки пояса, контактирующего со сжатым раскосом №10.

При отношении $\frac{d}{D} = \frac{100}{120} = 0,83 \leq 0,9$ и $\frac{c}{b} = \frac{20}{130} = 0,153 \leq 0,25$ по формуле:

$$296,5 \text{ кН} < \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 34 \cdot 0,6^2 (13,0 + 2,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,153) \cdot 0,766} = 470,2 \text{ кН.}$$

$N_{10} = 296,5 \text{ кН}$; $\gamma_d = 1,0$ при сжатии,

$$\gamma_D = 1 \text{ при } \frac{F}{AR_y} = \frac{356,78}{28,83 \cdot 34} = 0,36 \leq 0,5,$$

$F = N_5 = 356,78 \text{ кН}$; $t = 6 \text{ мм}$; $b = 130 \text{ мм}$ $c = 20 \text{ мм}$; $f = 10 \text{ мм}$.

Условие выполняется.

Несущую способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу вновь определим по формуле 2.23:

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

где $R_y = 25 \text{ кН/см}^2$; $\frac{d}{t_p} = \frac{100}{4} = 25 \geq 3$; $k = 1$; $A_p = A_{10} = 14,95 \text{ см}^2$.

$$296,5 \text{ кН} \leq \frac{1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 14,95}{1 + 0,013 \cdot 25} = 382 \text{ кН.}$$

Условие выполняется.

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

$$\frac{296,5(0,75 + 0,01 \cdot 25)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{2 \cdot 12}{0,777} + 12\right)} = 15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2},$$

$$15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf},$$

$$15,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

При отношении $\frac{d}{D} = \frac{100}{120} = 0,83 \leq 0,9$ и $\frac{g}{b} = \frac{20}{116,6} = 0,171 \leq 0,25$.

$N = N_9 = 300,69 \text{кН}$; $\gamma_d = 1,2$ при растяжении.

$$\frac{F}{AR_y} = \frac{0}{24,36 \cdot 34} = 0 < 0,5 \rightarrow \gamma_D = 1,0$$

$$F = N = 0; t = \text{мм}; b = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{100}{\sin 59^\circ} = \frac{100}{0,857} = 116,6 \text{ мм}$$

$$g = 20 \text{ мм}; f = \frac{120 - 100}{2} = 10 \text{ мм}$$

Производим проверку:

$$300,69 \text{кН} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 34 \cdot 0,6^2 (11,66 + 2,0 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 1,0})}{1,0 \cdot (0,4 + 1,8 \cdot 0,171) \cdot 0,857} = 449,4 \text{кН}$$

Условие выполняется.

Несущая способность растянутого раскоса в зоне примыкания к поясу

$$R_y = 25 \text{кН/см}^2; \frac{d}{t_p} = \frac{100}{4} = 25 \geq 3; k = 1; A_p = A_9 = 14,95 \text{ см}^2.$$

Производим проверку для растянутого раскоса 13:

$$296,5 \text{кН} \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot 14,95}{1 + 0,013 \cdot 25} = 338,5 \text{кН}.$$

Условие выполняется.

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

$$\frac{296,5 \text{ кН} (0,75 + 0,01 \cdot 25)}{0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{2 \cdot 12}{0,857} + 12 \right)} = 17,16 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$17,16 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \gamma_c \gamma_{wf} R_{wf}$$

$$17,16 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 1 \cdot 1 \cdot 18 = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

2.6.4 Узел 4 (верхний монтажный узел)

Учитывая работу на сжатие верхнего пояса фермы и задачу унификации, примем конструктивно для узла 4 болты М20 из стали марки 20Х в количестве 4 штук аналогичные опорному узлу.

2.6.5 Узел 5 (нижний монтажный узел)

«Нижний монтажный узел 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» [10].

Усилие растяжения в элементе нижнего пояса $N_8 = 765,44 \text{ кН}$.

Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, определяем по формуле:

$$R_{bt} = \frac{R_{bt} A_{bn}}{\gamma_h}, \quad (2.26)$$

$$R_{bt} = \frac{75,5 \cdot 2,45}{1,008} = 183,5 \text{ кН}$$

«где – расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов для болтов $d = 20$ мм из стали 40Х [14, табл. Г.8];

A_{bn} – площадь сечения болта М20 нетто [14, табл. Г.9];

$\gamma_h = 0,9$ – коэффициент контроля болтов» [10].

$$R_{bh} = 75,5 \text{ кН/см}^2, A_{bn} = 2,45 \text{ см}^2, \gamma_h = 1,12 \times 0,9 = 1,008$$

Определяем «необходимое количество болтов на стык

$$n \geq \frac{N_8}{N_b k \gamma_b \gamma_c}, \quad (2.27)$$

где $k = 1$ – количество плоскостей трения соединяемых элементов» [10].

$$n \geq \frac{765,44}{183,5 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1} = 4,17$$

Для монтажного соединения двух полуферм в одну ответственную конструкцию будет вполне достаточно шести болтов М20 из стали 40х «селект».

$$a_{min,1} = 2,5d_{отв} = 2,5 \cdot 23 = 57,5 \text{ мм.}$$

$$a_{min,2} = 1,3d_{отв} = 1,3 \cdot 23 = 30 \text{ мм.}$$

Принимаем равными: $a_1 = 60 \text{ мм}$, $a_2 = 40 \text{ мм}$.

Расчет сварного шва, прикрепляющего ребра к поясу и фланцу

Длина сварного шва:

$$l_w = 8 \cdot (12 - 1) + 2 \cdot (12 + 14 - 2) = 136 \text{ см.}$$

Принимаем марку сварочного прутка Св-08Г2С производства ESAB.

Выполним расчет катета сварочного соединения:

по наплавленному металлу сварного шва

$$N_8 = 765,44 \text{ кН} \leq \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (2.28)$$

$$N_8 = 765,44 \text{ кН} \leq 0,9 \cdot 0,5 \cdot 136 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1 = 1101 \text{ кН,}$$

по границе сплавления основного металла и наплавленного

$$N_8 = 765,44 \text{ кН} \leq 1,05 \cdot 0,5 \cdot 136 \cdot 21,15 \cdot 1 \cdot 1 = 1510 \text{ кН,}$$

«где β_f, β_z – коэффициенты глубины проплавления [14, табл. 39];

R_{wf} – расчетное сопротивление углового шва по металлу шва для сварочной проволоки Св-08Г2С;

R_{wz} – расчетное сопротивление углового шва по металлу границы сплавления,

$R_{un} = 47 \text{ кН/см}^2$ – нормативное временное сопротивление для стали С345» [10] при толщине соединительного фланца $t_{\phi} = 20 \text{ мм}$.

$\beta_f = 0,9$, $\beta_z = 1,05$, $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$, $R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45 \times 47 = 21,15 \text{ кН/см}^2$.

«Минимально допустимый катет шва для таврового соединения с двусторонними угловыми швами при толщине более толстого из свариваемых элементов 20 мм (толщина фланца)» [10]. Минимальный катет соединения: минимальный $k_f^{min} = 5 \text{ мм}$, тогда окончательно $k_f = 5 \text{ мм}$.

Проверка прочности фланца на поверхностный отрыв в околошовной зоне:

$$N_8 = 765,44 \text{ кН} \leq 1,4\beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{th} \cdot \gamma_c, \quad (2.29)$$

$$N_8 = 765,44 \text{ кН} \leq 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 136 \cdot 23,5 \cdot 1 = 2013 \text{ кН}.$$

Таким образом сечения элементов фермы составят значения

Таблица 2.3 - Сечения конструктивных элементов фермы

Наименование элемента фермы	Деталь	Сечение	ГОСТ	Материал	ГОСТ
Верхний пояс	Гн прямоуг.	200×120×5	С345	С345	30245-2003
Нижний пояс	Гн прямоуг.	140×120×6	С345	С345	30245-2003
Раскос 1	Гн квадратная	80×4;	С255	С255	30245-2003
Раскос 1	Гн квадратная	100×4 мм	С255	С255	30245-2003
Центральная стойка	Гн квадратная	80×4	С255	С255	30245-2003

Выводы по разделу

В разделе выполнены расчеты постоянной и снеговой нагрузок, приложенных на узлы проектируемой фермы и на основании указанных данных подобраны сечения основных элементов конструкции.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

В разделе «Технология строительства» необходимо разработать технологическую карту на монтаж элементов покрытия цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов в г. Салават Республики Башкортостан.

Проектируемое здание – трехпролетное с несущим металлическим каркасом и ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей «Профмодуль». Два пролета параллельны друг другу, третий перпендикулярен двум. Размер здания в плане составляет 48×91 м. Величина каждого из пролетов составляет 24 м, шаг колонн и ферм – 6 м. Устройство покрытия крыши рулонное теплое по профилированному листу и швеллерным прогонам. Для обеспечения технологии изготовления трубопроводных узлов, перемещения оборудования, заготовок и готовой продукции в каждом пролете предусмотрено размещение мостовых кранов грузоподъемностью 10 т.

При проектировании здания учитывались санитарно-технологические и противопожарные нормы. Работы ведутся в весенне-осеннее время года.

В состав работ по монтажу стропильных ферм и элементов покрытия входят следующие:

- подготовка поверхности, монтаж и сварка опорных столиков ферм;
- укрупнительная сборка стропильных ферм на стенде;
- закрепление на ферме распорок, оттяжек и монтажных лестниц;
- установка собранных ферм на колонные опорные столики;
- подгонка и закрепление ферм в соответствии с проектом;
- установка металлических связей по покрытию;
- монтаж металлических прогонов.

Подготовка технологической карты на монтаж стропильных ферм производится с целью определения последовательности монтажа

конструкций исходя из общей технологии возведения здания цеха. Также необходимо обозначить место установки вспомогательных конструкций (стендов и козел) и рассчитать объемы работ и выбрать грузоподъемные приспособления и механизмы.

В разделе необходимо разработать техкарту на монтаж шатра покрытия и отобразить мероприятия, сопутствующие строительно-монтажному процессу, согласно требований действующих нормативов:

- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*»;
- Типовая технологическая карта (ТТК). Монтаж металлических стропильных ферм перекрытия при строительстве одноэтажного производственного здания;
- ГОСТ 24297-2013 «Входной контроль продукции. Основные положения»;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда»;
- СанПиН 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 №40)
- ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
- ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация».

3.2 Спецификация монтажных элементов

Изготовленные на заводе-изготовителе отправочные марки металлической фермы доставляются на строительную площадку грузовым транспортом непосредственно в зону производства монтажных работ, где выгружаются рядом со стендом для укрупнительной сборки полуферм и формирования конструкции. Наименования, масса и объем отправочных марок металлической решетчатой фермы представлены в таблице Е.1 приложения Е.

3.3 Организация и технология строительного производства

До начала работ по монтажу элементов покрытия здания необходимо выполнить:

- собранные на стенде фермы перед установкой необходимо проконтролировать на соответствие проектным размерам и качества поверхностей;
- подготовить необходимые приспособления и инструменты;
- подготовить соединяемые поверхности и тщательно выправить неровности (при необходимости);
- окончить работы по устройству и раскреплению колонн;
- подготовить площадки для складирования и укрупнения конструкций покрытия и работы крана.

Разгрузку, сборку и монтаж конструкций покрытия осуществляем с помощью автокрана. Монтаж ведется внутри здания. Кран устанавливаем в середине пролета. Укрупнительно-сборочный передвижной стенд и поставляемые сборочные элементы покрытия располагаем по разные стороны монтажного крана.

До монтажа ферм покрытия проводят их укрупнительную сборку. Укрупнительная сборка заключается в укладке конструктивных элементов на стенд, подгонке деталей крепления и соединении узлов. Укрупнительная

(стендовая) сборка ферм производится монтажниками на строительной площадке по нанесенным на стенде рискам, что обеспечивает точность сборки. Сборку ферм на стенде на уровне земли следует производить в соответствии с детализовочными чертежами марки КМ. Для монтажа ферм применяют универсальную траверсу ТР–20.5 и оттяжки. Стропуют фермы за два узла верхнего пояса фермы. Монтаж покрытия выполняет комплексная бригада рабочих – монтажников и электросварщиков.

При подъеме металлической фермы крыши машинист крана ориентируется на команды и сигналы звеньевых. Для предотвращения раскачивания собранной конструкции при подъеме применяются канаты-оттяжки, которые регулируют двое монтажников с противоположных сторон фермы. Затем после перемещения конструкции в зону монтажа двое работников разворачивают ее с помощью расчалки. Двое других монтажников принимают ферму на высоте 0,5 м над поверхностью опорных столиков, где она будет установлена. Выверку и закрепление крепежных узлов фермы и опорных столиков на колоннах выполняют совмещением заранее нанесенных рисок, при необходимости смещая устанавливаемую конструкцию ломом в поперечном смещении [2].

Монтаж начинают с фермы в пролете Д-К по оси 3 и продолжают в направлении оси 14, далее монтаж производят в пролете А-Д от оси 3 до оси 14. Заканчивается монтаж покрытия по той же схеме в пролете 1-2.

Для изначального придания жесткости конструкции на уголки ферм первой смонтированной пары в осях 3-4/Д-К крепятся прогоны из швеллера представленные на схеме расчетно-конструктивного раздела. Подъем прогонов и профнастила выполняют пачками и затем складывают в одном специально отведенном месте и далее растаскивают вручную по верхнему поясу ферм. Металлоконструкции в процессе монтажа подают краном и удерживают от раскачивания и разворота пеньковыми оттяжками. Крепление элемента производится при помощи болтового соединения с последующей расстроповкой смонтированного элемента.

Одним из важных компонентов концепции возведения здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов была экономическая целесообразность, которая подразумевала бы собой максимально эффективное использование материальных и трудовых ресурсов без потери в качестве строительно-монтажных работ, поэтому обращение к комплексным бригадам конечной продукции станет закономерным решением вопроса.

3.4 Выбор технологического нормоконспекта инвентаря и приспособлений

Такелажные и монтажные приспособления выбираются исходя из их свойств и характеристик, которые описаны в сопроводительной и конструкторской документации. Потребность в оборудовании, инструментах и средствах механизации для производства монтажных работ приведен в таблице «Ведомость машин и приспособлений» графической части бакалаврской работы.

Ведомость грузозахватных приспособлений приведена в таблице Е.2 приложения Е.

3.5 Выбор крана

По грузоподъемности, высоте подъема крюка и его вылету выбирается кран для производства работ по монтажу стропильных ферм.

«Монтажная масса конструкций, монтажных блоков (монтажных элементов) G_m определяется по формуле:

$$G_m = 1,1 \cdot G_э + 1,2 \cdot \sum g, \quad (3.1)$$

где $G_э$ – масса монтируемой конструкции, монтажного блока, т;

$\sum g$ – масса такелажных и монтажных приспособлений, устанавливаемых на монтируемом элементе и поднимаемых вместе с ним, т» [4].

Масса монтируемых блоков представлена в таблице Е.3 приложения Е.

«Грузоподъемность крана Q должна быть равной или большей монтажной массы монтируемого элемента, поднимаемого на заданную высоту при соответствующем вылете крюка крана.

Высота подъема крюка $H_{пк}$ необходимая для подъема монтажных элементов определяется по формуле:

$$H_{пк} = H_{зд} + H_3 + H_э + H_{стр} + H_{п}, \quad (3.2)$$

где $H_{зд}$ – отметка низа фермы, м;

H_3 – расстояние, на которое монтируемый элемент опускается с посадочной скоростью, м;

$H_э$ – высота (толщина) монтажного элемента, м;

$H_{стр}$ – высота строповочного приспособления, находящаяся над монтируемой конструкцией, м (расчетная высота стропов).

$$G_M = 2,2 \text{ т} \gg [4].$$

$$H_{пк} = 11,8 + 0,5 + 2,0 + 0,5 + 1,2 = 16,0 \text{ м.}$$

Графический подбор крана при монтаже двух последовательных ферм с одной стоянки представлен на рисунке Ж.1 приложения Ж.

При выборе крана принимаются во внимание грузовысотные характеристики и наличие спецтехники у монтажной организации в наличии, в связи с чем выбор пал на автокран КС-55713-2К на шасси КамАЗ 65115 с длиной стрелы 21 м и грузоподъемностью 25 т, представленный на рисунке Ж.2 и Ж.3 приложения Ж.

3.6 Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Калькуляция трудовых затрат представлена в таблице И.1 приложения И, где в монтаж ферм, прогонов и связей включены

дополнительные работы по установке металлоконструкций, их крепление, устройство подмостей и антикоррозийная защита. При монтаже кровельного покрытия из профилированного листа учтены дополнительные работы по укладке кровельных листов, их крепление и антикоррозийная защита.

3.7 Указания по технике безопасности

До начала производства сварочно-монтажных работ мастер или прораб должен ознакомить задействованный персонал с принятыми мероприятиями по безопасному производству работ с оформлением листа ознакомления и проведения инструктажа в наряде-допуске, который выдается уполномоченным лицом руководителя организации [13].

В строительной-монтажной организации необходимо организовать службу контроля и оценки за соблюдением правил охраны и безопасности труда, которые будут включать следующие формы проверок:

- перманентный контроль состояния оборудования, инструмента и приспособлений;
- периодический оперативный контроль;
- выборочный контроль состояния условий и охраны труда.

Рабочий персонал, инженерно-технические работники и другие лица, присутствующие на площадке строительства обязаны носить защитные каски и средства индивидуальной защиты [13].

Безопасные условия работы обеспечиваются устройством переходных мостиков, настилов, защитных сеток, строительных лесов и ограждений с применением рабочими страховочных поясов средств индивидуальной защиты и касок.

Для обеспечения условий безопасного производства работ и перемещения по территории строительной площадки предусматривается устройство временных настилов, подмостей, ограждений и лесов с тросами

для крепления страховочных и предохранительных поясов. Обязательно ношение защитных касок рабочим персоналом и ИТР.

Для движения по не огражденным площадкам и лесам на отметках выше 1,8 м монтажнику необходимо «закрепить карабин страховочного пояса. Для этого на высоте 1,2 м от уровня перемещения натягивается страховочный стальной канат диаметром 8,3... 19 мм» [13].

Рабочий персонал и инженерно-технические работники, задействованный при производстве работ, обеспечивается средствами индивидуальной защиты: каской, спецодеждой и специальной обувью с металлическим носком, страховочным поясом. Исходя из требований нормативно-технической документации Госгортехнадзора, «грузоподъемные машины, механизмы и приспособления до начала работ должны быть зарегистрированы и технически освидетельствованы» [13].

Общая масса конструкции и грузозахватного приспособления при подъеме и монтаже не должна превышать грузоподъемности задействованного крана при заданном вылете стрелы. Перед монтажом груза на проектную высоту конструкции, необходимо выполнить проверку правильности подвески поднятием груза на высоту 100 мм. При возникновении необходимости обойти препятствие груз следует приподнять на высоту 500 мм и переместить на требуемый участок производства сварки и монтажа.

«До начала работ все рабочие и инженерно-технические работники должны:

- быть ознакомлены с настоящей технологической картой и с правилами безопасного производства работ на строительной площадке;
- перед началом работ необходимо проверить исправность всего такелажного оборудования и приспособлений с занесением информации о проверке в журналы;
- запрещается выполнение монтажных работ на высоте и в открытых

- местах при силе ветра 6 баллов и более;
- кран устанавливается с привязкой, обеспечивающей расстояние от движущихся частей крана до складываемых материалов или транспортных средств не менее 0,7 м;
 - включение любого механизма машинистом производится только по команде бригадира или такелажника, сигнал стоп подается любым рабочим, заметившим опасность;
 - выполнять работы по сварка на высоте с лестниц, люлек разрешается только после проверки этих устройств руководителем работ» [20].

3.8 Обеспечение пожарной безопасности

При выполнении технологических операций по сварке и монтажу конструкций требуется следовать следующим руководящим документам:

- СП 1.13130.2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- Постановление № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» от 16.09.2020.

Участок проведения строительных и сварочно-монтажных работ обязан быть оборудован средствами пожаротушения, к которым относятся ящики с песком, огнетушители, резервуары с водой, бочки, ведра, ломы и топоры.

Средства пожаротушения должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации, быть в работоспособном состоянии и с соответствующим доступом к ним и обозначением специализированными табличками.

«Все электротехнические установки по окончании работ необходимо выключать, а кабели и провода обесточивать» [13].

Мокрые или влажные средства индивидуальной защиты высушиваются в специально обустроенных для этого сушильных комнатах и помещениях с водяным отоплением или с водяными калориферами. Не допускается сушить одежду на масляных и электрических радиаторах.

«Легковоспламеняемые и горючие вещества и материалы (промасленная ветошь, опилки и стружки) необходимо хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте» [13]. Запрещено их накопление на строительной площадке.

Перед выполнением строительно-монтажных работ предусмотренных проектом площадку строительства необходимо оборудовать средствами противопожарного водоснабжения (гидранты от центральных сетей водоснабжения, колодцы либо резервуары для хранения воды и водоемы). Необходимо обеспечить постоянный свободный проезд к указанным средствам пожаротушения и их освещение. На площадке строительства предусматриваются места для курения обозначенные специализированными знаками, урнами, бочками с водой или ящиками с песком.

С целью предотвращения пожароопасных ситуаций рабочий персонал должен пройти соответствующий инструктаж и строго соблюдать требования противопожарной безопасности.

3.9 Обеспечение электробезопасности

Только электротехнический персонал с соответствующей группой по электробезопасности выполняет работы по обустройству и техническому обслуживанию на месте производства работ временных и постоянных электрических сетей.

Защищенное исполнение для коммутационных аппаратов ручного управления (рубильники, выключатели и другие), которые устанавливаются на открытом воздухе, в соответствии с нормативной документацией обязательно. Также для распределительных щитов должны быть предусмотрены запирающие механизмы.

Перед началом выполнения строительно-монтажных работ необходимо предусмотреть устройство заземления для корпусов оборудования, электроприводных машин и механизмов, рельсовых путей грузоподъемных

кранов, металлических строительных лесов и ограждений, а также полки и лотки для прокладки кабеля.

Для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям электроустановок предусматривается их изоляция и ограждение, а также размещение в труднодоступных местах.

Защиту электрических сетей и электроустановок на производственной территории от сверхтоков следует обеспечить посредством предохранителей с калиброванными плавкими вставками или автоматических выключателей согласно правилам устройства электроустановок.

3.10 Указания по обеспечению качества

Обеспечение качества производства строительно-монтажных работ выполняется мастером или производителем работ, назначенные приказом. Указанное ответственное лицо выполняет пооперационный контроль по монтажу и сварке металлических ферм. Для проведения контроля качества производимых работ в соответствии с требованиями изготовителя и нормативно-технической документации разрабатывается карта контроля, в которой указывается объем и критерии исследования, степень вовлеченности участников строительства в приемке конструкций (мастер, прораб, представители технического надзора и заказчика). Предельные отклонения фактического положения смонтированных конструкций не должны превышать значения в таблице, указанной в графической части.

3.11 Материально-технические ресурсы

«Потребность в основных конструкциях и материалах для возведения металлического каркаса составляется на основании спецификации элементов и объемов работ, расчетов расхода металла, а также других основных материалов» [4]. Потребность в материальных ресурсах представлена в таблице Е.4 приложения Е.

3.12 График производства работ

График производства работ приведен на листе 5 графической части.

«Среднее количество рабочих $R_{\text{ср}}$, чел. рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum T_p}{T_{\text{общ}} \cdot K}, \quad (3.3)$$

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

$T_{\text{общ}}$ – продолжительность по графику, дн.» [4].

$$R_{\text{ср}} = \frac{510}{51 \cdot 2} = 5 \text{ чел.}$$

Принимаем комплексную бригаду из 5 человек.

3.13 Техничко-экономические показатели

Таким образом, продолжительность строительно-монтажных работ по устройству крыши цеха, включая работы по монтажу прогонов и покрытия составит 51 день. За этот срок будут смонтированы конструкции массой 140,3 т. Индикатором эффективности применения рабочей силы является удельная трудоемкость, которая равна 3,64 чел-дн/т, что является средним показателем. Затраты труда и выработка в итоге составят 510 чел-дн и 0,28 т/чел-дн.

Выводы по разделу

В данным разделе выполнено проектирование технологии производства строительно-монтажных работ по устройству шатра покрытия, в который входят металлические фермы, прогоны и кровля. На основании данных полученных из архитектурно-планировочного и расчетно-конструктивных разделов (план и высота здания, габариты металлических конструкций) уточнены объемы выполняемых работ, потребность в трудовых ресурсах, выбран кран и разработан график производства работ.

4 Организация строительства

4.1 Краткая характеристика объекта

Раздел разрабатывается на возведение надземной части здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов в г. Салават.

Площадь застройки – 14724,1 м². Общая площадь здания – 4368 м². Общий строительный объем – 56784 м³. Рельеф застраиваемой территории спокойный.

Проектируемое здание – трехпролетное с несущим металлическим каркасом. Два пролета параллельны друг другу, третий перпендикулярен двум. Здание цеха прямоугольное, размерами в плане 90×96 м в осях 1-14, А-К. Надземная часть здания возводится из сварных и прокатных металлоконструкций (двутавров, швеллеров, уголков и гнутосварных профилей).

Высота здания в осях 1-2/А-К составляет 12,6 м до парапета, в осях 3-14/А-К составляет 11,4 м до парапета. Здание одноэтажное. Пролеты здания составляют 24 м. Кровля теплая рулонная выполнена по металлическим профилированным листам и прогонам. Стены здания выполнены из сэндвич-панелей по навесной схеме опирания. Для перемещения заготовок, оборудования и готовой продукции предусмотрены 10 т мостовые краны в количестве 2 штук в каждом пролете.

4.2 Определение объемов работ организационной части строительства

Работы по возведению объекта определяется согласно архитектурно-строительным чертежам. «По планам и разрезам здания определяются объемы строительно-монтажных работ с единицами измерения, соответствующими расценка на соответствующие работы (ЕНиР, ГЭСН, ТЭР)» [4].

Расчет объемов СМР сводим в таблицу К.1 приложения К.

4.3 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

При расчете объемов применяемых материалов, ресурсов и конструкций учитывается их расход за единицу выполняемых работ и с учетом возникающих потерь. Нормирование выполняется в соответствии с ГЭСН.

Ресурсная ведомость потребности в материалах представлена в таблице К.2 приложения К.

4.4 Подбор строительных машин и механизмов для производства работ

Спецификация монтажных элементов представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Спецификация монтажных элементов

Наименование конструкции	Ед. изм.	Кол-во	Масса, т	
			Ед.	всего
Колонна К – 1	т	46,6	1,94	46,56
	шт	24		
Колонна К – 2	т	24,5	2,042	24,504
	шт	12		
Колонна К – 3	т	37,1	2,059	37,062
	шт	18		
Связи	т	20,12	0,494	20,12
Подкрановая балка	т	83,23	1,666	83,23
	шт	50		
Стропильная ферма ФС	т	40,0	1,212	39,996
	шт	33		
Кровельный прогон П1	т	29,9	0,12	29,9
	шт	261		

4.4.1 Выбор монтажных кранов по грузовысотным характеристикам

«Подбор грузозахватных приспособлений (строп, траверса) производится с учетом подъема самого тяжелого и самого удаленного элемента. Монтажная масса конструкций поднимаемых элементов G_m определяется по формуле:

$$G_m = 1,1G_3 + 1,2 \sum g \quad (4.1)$$

где G_3 - масса монтируемой конструкции, монтажного блока, т;

$\sum g$ - масса такелажных и монтажных приспособлений, устанавливаемых на монтируемом элементе и поднимаемых вместе с ним, т» [4].

Сведения о массе монтируемых элементов сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Масса монтируемых элементов

Наименование элементов конструкций	Масса элементов (т)			
	МК	Оснастка	Такелажных приспособлений	Общая масса
Ферма	1,212	0,20	0,182	1,79
ПБ1 (подкрановая балка)	1,666	0,12	0,12	2,12
К1	2,059	0,20	0,12	2,65

Схема монтажа колонн и подкрановых балок, а также расчет высоты подъема крюка при монтаже приведен в разделе Л.1 приложения Л.

Кран для монтажа элементов покрытия подобран в технологической карте.

Технология монтажа сэндвич-панелей предусматривает работы на высоте в связи с чем необходимо обратиться к такой специализированной

технике, как автогидроподъемник АПП-18Т на шасси Газель Next, характеристики которой представлены в приложении Е.

4.5 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по Единым нормам и расценкам на строительные и ремонтные работы (ЕНиР), а также по Государственным элементным сметным нормам (ГЭСН). Нормы времени даны в чел-час и маш-час.

Подсчет затрат составляется для того, чтобы определить трудоемкость и стоимость СМР. Выполняется в табличной форме на основании спецификации и объемов СМР» [4].

«Трудозатраты считают по формуле:

$$T = \frac{(V \cdot H_{вр})}{8,2}, \quad (4.2)$$

Неучтенные дополнительные работы в части затрат труда принимают равными 20% от общей трудоемкости общестроительных работ» [4].

4.6 Разработка календарного плана производства работ

В графической части представлен календарный план в виде линейной модели. Под календарным планом обозначена диаграмма перемещения трудовых ресурсов. Стоимость неучтенных работ в части затрат труда принимается в 10% от общей трудоемкости производимых работ на строительной площадке.

Для обеспечения максимальной эффективности использования трудовых и материальных ресурсов, использованию машин и механизмов разрабатывается график производства работ. Объемы строительно-

монтажных работ рассчитываются исходя из сведений в расчетных нормативах актуальных на момент строительства [4].

Проект организации строительства или проект производства работ содержат в своем перечне календарный план, как основной документ.

«Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{n \times k}, \quad (4.3)$$

где T_p - трудозатраты, чел-дн;

n – количество рабочих в звене;

k – сменность рабочего персонала.

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

- среднее число рабочих на объекте:

$$R_{\text{CP}} = \frac{\sum T_p}{T_{\text{общ}} \times k}, \text{ чел} \quad (4.4)$$

где T_p - общая трудоемкость работ, чел-дн;

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

k - преобладающая сменность» [4].

$$R_{\text{CP}} = \frac{3745,5}{334 \times 2} = 12 \text{ чел.}$$

«Степень достигнутой поточности строительства по числу людских ресурсов:

$$\alpha = \frac{R_{\text{CP}}}{R_{\text{max}}}, \quad (4.5)$$

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

R_{max} - максимальное число рабочих на объекте» [4].

$$\alpha = \frac{12}{18} = 0,667.$$

«Степень достигнутой поточности строительства по времени:

$$\beta = \frac{T_{уст}}{T_{общ}} \gg [4], \quad (4.6)$$

$$\beta = \frac{334}{343} = 0,97.$$

4.7 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.7.1 Расчет и подбор временных зданий

На территории строительной площадки по возведению здания цеха необходимо предусмотреть временные здания для обеспечения удобства производства работ и комфортных условий труда. Для данных целей возводятся склады хранения, столовые, туалеты, бытовки и другие постройки хозяйственно-бытовых нужд. Их размещение производится в безопасной зоне от работы крана и вне территории, предназначенной под застройку.

В соответствии с календарным планом (см. графическую часть), наибольшее количество рабочих составит $N_{раб}=18$.

Согласно таблицы 7.1, «численность рабочих для промышленного здания составляет: ИТР – 11%, служащие - 3,6%, МОП – 1,5%» [4], соответственно получаем: ИТР – 2 чел., служащие - 1 чел., МОП – 1 чел.

В итоге получим численность задействованных работников $N_{расч}=24$ чел.

«Расчет площади временных зданий производится в соответствии с нормативными площадями для расчета временных зданий» [4] и сводится в таблицу И.1 приложения И.

4.7.2 Расчет площадей складов

Ведомость потребности в складских помещениях приведена в таблице Н.2 приложения Н.

4.7.3 Расчет и проектирование водопотребления и водоотведения

Данные о расходе воды представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Показатели расхода воды

Наименование		Значение	Значение, л / сек
Расход воды	производственные нужды	$Q_{пр}$	0,072
	санитарно-бытовые нужды	$Q_{хоз}$	0,27
	пожаротушения	$Q_{пож'}$	10
Итого		$Q_{общ}$	10,34

«Расчет площади временных зданий производится в соответствии с нормативными площадями для расчета временных зданий» [4] и сводится в таблицу И.1 приложения И.

4.7.4 Расчет и проектирование электроснабжения строительной площадки

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

Исходя из расчетов выполненных в разделе Н.2 приложения Н принимаем количество прожекторов в 7 штук. Для равномерного освещения строительной площадки осветительные приборы устанавливаются равноудаленно по периметру зоны производства работ по 2, 3 единицы на уровне покрытия цеха, также необходимо учесть минимально допустимый промежуток между опорами прожекторов 30 м и не более 4-х кратной их высоты.

4.8 Проектирование стройгенплана

«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÷6 м» [4].

«Радиус опасной зоны, $R_{оз}$, м, где производятся перемещения и монтаж конструкций, а также возможно возникновение опасности в связи с падением поднимаемых краном предметов (стенowych сэндвич-панелей), определяется формуле:

$$R_{оз} = R_{max} + \frac{l_{max}}{2} + l_{отл} \text{ [4]}, \quad (4.7)$$

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

4.9 Мероприятия по охране труда, технике безопасности

Нормативные действующие документы, диктующие правила безопасности при производстве работ:

- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузо-разгрузочных работ»;
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства» [16];
- СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда» [13];
- Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 N 461 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61983).;

– СП 12-136-2002 «Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ».

Следует строго соблюдать требованиям эксплуатации крановой техники и не превышать ее грузоподъемности. При порывистом ветре силой скоростью 15м/с работу остановить, кран закрепить.

Складирование материалов и конструкций выполнять в соответствии с требованиями ВСН 212-85 и СП 70.13330.2012. Предусматриваются подкладки под строительные конструкции обеспечивающие нормативную высоту над землей.

«При производстве строительного-монтажных работ следует неукоснительно соблюдать требования СП 1.13130.2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» и Постановления от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». Данные нормативно-технические документы являются основополагающими при разработке мер противопожарной безопасности» [10].

Участок проведения строительных и сварочно-монтажных работ обязан быть оборудован средствами пожаротушения, к которым относятся ящики с песком, огнетушители, резервуары с водой, бочки, ведра, ломы и топоры.

Средства пожаротушения должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации, быть в работоспособном состоянии и с соответствующим доступом к ним и обозначением специализированными знаками.

В соответствии с требованиями правил устройства электроустановок для защиты электросетей и установок от сверхтоков в зоне проведения работ необходимо обустроить автоматические выключатели или предохранители с калиброванными плавкими вставками.

«Граница опасной зоны работ крана (расстояние от возможного падения груза при его перемещении стрелой крана)» [4] указана в графической части работы и ограждается на строительной площадке

сигнальной лентой и предупредительными знаками так, чтобы их было видно и в темное время суток.

4.10 Техничко-экономические показатели проекта производства работ

Техничко-экономические показатели проекта производства работ на возведение здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов характеризуется показателями представленными в таблице 4.4.

Таблица 4.4 Техничко-экономические показатели здания цеха

Наименование Показателя	Значение	Единица измерения
1	2	3
Общая площадь здания цеха	4368	м ²
Общий объем здания цеха	56784	м ³
Сметная стоимость строительных работ	97 073,3	тыс. руб
Сметная стоимость единицы объема работ	1,710	тыс.руб/м ³
Общая трудоемкость работ, Т _р	3745,5	чел-дн.
Усредненная трудоемкость работ	0,857	чел-дн/м ²
Общая трудоемкость работы машин	425,6	маш-см.
Денежная выработка на рабочего в день	25,917	тыс.руб/чел-дн
Общая площадь строительной площадки	14724,1	м ²
Площадь временных зданий	115,6	м ²
Площадь складов:		
открытые	569	м ²
закрытые	27	
под навесом	27	

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
Протяженность инженерных систем и дорог:		
водопровод	37,8	м
временные дороги	410,3	
осветительные линии	359,3	
канализация	24,2	
Количество рабочего персонала и ИТР		
максимальное	18	чел.
среднее	12	
минимальное	8	
Коэффициент неравномерности движения рабочих	1,81	
Коэффициент совмещения работ	1,09	
Продолжительность строительства:		
нормативная	16	
фактическая	14	

Экономический эффект от сокращения продолжительности строительства составит 1093,7 тыс. руб.

Выводы по разделу

В разделе организации строительства выполнены расчеты потребности строительного производства в трудовых и материальных ресурсах. На основании данных об объемах производимых работ и средствах механизации разработаны календарный и строительный генеральный план, в которых представлены сведения о сроках строительства и потребности во временных зданиях и сооружениях.

5 Экономика строительства

Определение сметной стоимости строительно-монтажных работ осуществлено на основе составления локальной сметы на строительно-монтажные работы.

Составлена локальная смета (см. Приложение К) на основные общестроительные работы (каркас, покрытие, кровля, полы) по возведению цеха сборки и сварки трубопроводных узлов в г. Салават.

Стоимость строительства определена в соответствии с Приказом Минстроя России от 4 августа 2020 г. № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».

«При выполнении сметных расчетов используется следующая нормативная база:

- федеральные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы (ФЕР);
- федеральные единичные расценки на монтажные работы (ФЕРм);
- федеральные сметные цены на материалы, изделия, конструкции и оборудование, применяемые в строительстве (ФССЦ 81-01-2001)» [11].

Индекс изменения сметной стоимости принят по Письму Минстроя России от 12.11.2020 № 45484-ИФ/09. Для прочих объектов индекс изменения сметной стоимости СМР составляет 7,58.

Сметная стоимость строительства определена на основе сводного сметного расчета стоимости строительства, который рассматривается как документ, определяющий сметный лимит средств, необходимых для полного завершения строительства всех объектов и систем, предусмотренных проектом.

Начисления на сметную стоимость:

- средства на временные здания и сооружения 3,3% в соответствии с п.1.6.2 «Предприятия промышленности строительных материалов и стройиндустрии» ГСН 81-05-01-2001 «Сборник сметных норм и затрат на строительство временных зданий и сооружений»;
- средства на возмещение дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время 4% в соответствии с п. 1.2 «Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности» ГСН 81-05-02-2007 «Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время»;
- «затраты на строительство временных зданий и сооружений, утверждены Приказом Минстроя России от 19.06.2020 г. № 332/пр. В соответствии с пунктом 17 приложения 1 данного документа, сметная норма затрат на строительство титульных временных зданий и сооружений, используемая при определении сметной стоимости строительства» [11] проектируемого зданий установлена в размере 2,7% для строительства «Предприятия прочих отраслей промышленности»;
- средства на непредвиденные затраты 3% по п. 4.96 МДС 81-35.2004;
- подготовительные работы 10%, неучтенные работы 20%;
- в соответствии НКРФ, ст. 164 НДС принят в размере 20 %.

Сводный сметный расчет стоимости строительства здания приведен в таблице 5.1.

Технико-экономические показатели строительных работ по возведению здания сборочного цеха трубопроводных узлов:

- Сметная стоимость строительных работ – 97,073 млн. руб.
- Стоимость строительных работ 1 куб. м – 1,710 тыс. руб/м³.
- Объем здания – 56784 м³.
- Стоимость строительных работ 1 кв. м – 22,224 тыс. руб/м².
- Общая площадь здания цеха – 4368 м².

Таблица 5.1 – Сводный сметный расчет стоимости строительных работ

Здание цеха сборки трубопроводных узлов (г. Салават Республика Башкортостан)						
(наименование стройки)						
Составлена в ценах по состоянию на 2020 год						
ИТОГО ПО СВОДНОМУ СМЕТНОМУ РАСЧЕТУ, рублей 97 073 294,79						
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	6
Глава 2. Основные объекты строительства						
ЛС	г. Салават Республика Башкортостан	57 835 764,83				57 835 764,83
Итого по Главе 2. "Основные объекты строительства"		57 835 764,83				57 835 764,83
Итого по Главам 1-7		57 835 764,83				57 835 764,83
Глава 8. Временные здания и сооружения						
ГСН-81-05-01-2001 п.1.6.2	«Временные здания и сооружения, предприятия промышленности строительных материалов и стройиндустрии - 3,3%» [11]	1 388 058,36				1 388 058,36
Итого по Главе 8. "Временные здания и сооружения"		1 388 058,36				1 388 058,36
Итого по Главам 1-8		59 223 823,19				59 223 823,19
Глава 9. Прочие работы и затраты						
ГСН-81-05-02-2007 п.1.2	«Производство работ в зимнее время, предприятия промышленности строительных материалов: Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности - 4%» [11]	1 599 043,23				1 599 043,23
Итого по Главе 9. "Прочие работы и затраты"		1 599 043,23				1 599 043,23
Итого по Главам 1-9		60 822 866,41				60 822 866,41
Итого по Главам 1-12		60 822 866,41				60 822 866,41
Непредвиденные затраты						

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	6
МДС 81-35.2004 п.4.96	«Непредвиденные затраты для объектов производственного назначения - 3%» [11]	1 824 685,99				1 824 685,99
Итого "Непредвиденные затраты"		1 824 685,99				1 824 685,99
Итого с учетом "Непредвиденные затраты"		62 647 552,40				62 647 552,40
Подготовительные работы и затраты						
Другие работы - 10%		6 082 286,64				6 082 286,64
Итого "Подготовительные работы и затраты"		6 082 286,64				6 082 286,64
Итого с учетом "Непредвиденные затраты"		66 905 153,05				66 905 153,05
Дополнительные работы и затраты						
Другие работы - 20%		12 164 573,28				12 164 573,28
Итого "Дополнительные работы и затраты"		12 164 573,28				12 164 573,28
Итого с учетом "Непредвиденные затраты"		80 894 412,33				80 894 412,33
Налоги и обязательные платежи						
№ 303-ФЗ 3 августа 2018 г.	НДС - 20%	16 178 882,47				16 178 882,47
Итого "Налоги и обязательные платежи"		16 178 882,47				16 178 882,47
Итого по сводному расчету		97 073 294,79				97 073 294,79

Выводы по разделу

В данном разделе на основании локальных сметных расчетов, представленных в приложениях, составлен сводный сметный расчет, характеризующий общую стоимость строительных работ и совокупность затрат на производство. Итоги расчетов сведены в технико-экономических показателях.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта

Цех по сборке и сварке трубопроводных узлов расположен в промышленной зоне города Салават Республики Башкортостан в непосредственной близости от инженерных коммуникаций, автомобильных и железной дорог.

В качестве рассматриваемых операций при строительстве объекта представлены технологические операции по укрупнительной сборке и монтажу металлических стропильных ферм, связей по фермам, прогонов, выполнении сварочных работ.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименов. должности работника	Оборудование устройство, приспособление	Материалы, вещества
Работы по устройству крыши здания, в том числе: монтаж ферм и ограждающих конструкций	«Удаление грязи, пыли. Сборка укрупнительных блоков. Строповка для подъема на проектную высоту. Установка и временное крепление элементов. Выверка проектного положения и закрепление в проектном положении» [20]	Монтажник, стропальщик, такелажник, сварщик РДС или МПС	«Стропы стальные; двухветвевые, оттяжки для предварительного закрепления; автокран КС-55713-1К-2, лом стальной, строительный уровень, сварочный аппарат, шлифмашина» [20].	Электроды марки ОК53.70, Сварочный прутки, болты, металл. щетка

6.2 Идентификация профессиональных рисков

При устройстве шатра покрытия цеха необходимо учесть критические точки в области промышленной и экологической безопасности и разработать

превентивные и ответные меры на их возникновение в условиях производства сварочно-монтажных работ.

Определение рисков возникающих при производстве работ приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Определение рисков при производстве работ

Вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
Работы по устройству крыши здания цеха: монтаж ферм и ограждающих конструкций	«Физические факторы: повышенная температура поверхностей оборудования и изделий, повышенный уровень освещения, высотные работы, увеличенная вибрация, погодно-климатические условия» [20]	«Монтажные приспособления, монтируемые элементы конструкций шатра, значительная высота монтажа конструкций шатра, грузоподъемный кран, электроинструменты, сварочное оборудование» [20]
	Химические: выбросы продуктов сгорания; запыленность воздуха рабочей зоны	«Продукты сгорания обмазки электрода, механический режущий инструмент, материалы для АКЗ конструкций» [9]

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Сварочные и монтажные работы являются одними из самых травмоопасных видов трудовой деятельности из-за воздействия на исполнителей множества негативных факторов, таких как излучение дуги, испарение обмазки электрода и влияние защитных газов на органы дыхания при сварке, а также риска падения с высоты и потенциальная энергия подвешенного груза при монтаже. «Для снижения влияния от вредных и защиты от опасных факторов, воздействующих на работающих

разрабатываются организационные методы и технические средства защиты» [9]. Результаты разработки приведены в приложении Р.

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты можно разделить на следующие направления:

- механизмы предотвращения и продолжения пожара;
- мероприятия и технические средства противопожарной защиты;
- совокупность организационно-технических процедур по выполнению требований пожарной безопасности.

«Для проработки решений по обеспечению пожаробезопасности определяется потенциальный класс пожара и выявляются опасные факторы его возникновения. На основании идентификации классов и опасных факторов пожара принимаются технические средства и инструменты по борьбе с ним» [9].

Результаты идентификации возникающих пожароопасных факторов приведены в приложении Р.

Разработаны организационные мероприятия применимые для повышения пожарной безопасности и снижению опасных факторов пожароопасности.

Технические средства и инструменты приведены в таблице Р.1 приложения Р.

Превентивные меры возникновения возгорания, поддержания пламени и уменьшения затрат на восстановление здания после пожара представлены в документации, характеризующей мероприятия по обеспечению пожаробезопасности на объекте «Цех по сборке и сварке трубопроводных узлов», расположенный в промышленной зоне города Салават Республики Башкортостан.

Организационные мероприятия по предупреждению пожара приведены в приложении Р.

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«При анализе вредных и опасных экологических факторов технологических процессов и разработке мероприятий, направленных на сохранение экологической безопасности окружающей среды проводится идентификация негативных экологических факторов, которые могут возникнуть при технологическом процессе» [9].

Идентификация негативных экологических факторов приведена в таблице Р.2 приложения Р.

«Экологическая безопасность от производственных процессов должна обеспечиваться комплексом организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих негативное влияние на внешнюю среду» [9].

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Наименование объекта	Цех по сборке и сварке трубопроводных узлов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«Анализ ПДК вредных веществ в атмосфере. Разработка технологических цепочек с пониженными выбросами. Использование материалов со сниженным выделением вредных веществ» [9].
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«Применение систем водоотведения и водоочистки, использование техпроцессов снижающих водопотребление и уменьшающих количество стоков» [9].
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«Уборка территории от отходов и строительного мусора, организация оборудованных мест складирования отходов, озеленение территории, повторное использование снятого плодородного слоя грунта» [9].

Выводы по разделу

Строительство цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов с точки зрения безопасности и экологичности было проанализировано на основании данных о технологических процессах и материалах, применяемых при возведении здания, профессии и специальности рабочего персонала и инженерно-технических работников, а также оборудовании, машин и механизмов.

С учетом полученных результатов выявлены критические точки технологических операций, которые требуют повышенного внимания при производстве работ по устройству крыши цеха с ограждающими конструкциями, а также определены действия по снижению рисков возникновения травмоопасных ситуаций и несчастных случаев среди персонала.

Конструкция здания и строительная площадка рассмотрены с точки зрения пожарной безопасности и в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, разработаны мероприятия по снижению возникновения таких опасных факторов как возникновение пожара и его устойчивое продолжение, кроме того разработаны и учтены процедуры действий в случае нештатных ситуаций, проведены инструктажи с рабочим персоналом и ИТР.

Охрана окружающей среды и уровень воздействия строительно-монтажных работ на экологическую безопасность проанализирован на основании данных о производственных процессах, о токсичности применяемых материалов при строительстве, уровне строительных и бытовых отходов и других подобных негативных факторах. Для решения вопроса снижения указанных негативных факторов до приемлемых в соответствии с нормативно-правовой документацией разработаны организационно-технические меры, представленные в разделе в виде таблиц.

Заключение

В соответствии с заданием на бакалаврскую работу, при строительстве производственного здания, расположенного в г. Салават, были разработаны следующие разделы:

1. Архитектурно-планировочный, где была проведена работа по разработке схемы планировочной организации выделенной строительной зоны и близлежащей зоны, а также определены технико-экономические показатели; представлены объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения; произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций стен и крыши.

2. Расчетно-конструктивная часть:

– приведен расчет и конструирование стропильной фермы пролетом 24 м.

3. Технология строительства:

– разработана технологическая карта на монтаж ферм;

– произведен выбор крана и других механизмов для монтажа элементов шатра здания;

– разработан график производства работ по монтажу крыши здания цеха и график движения рабочего персонала по объекту.

4. Организация строительства:

– разработан календарный план производства работ по возведению надземной части здания и график движения рабочих по объекту;

– определены технико-экономические показатели строительства.

– произведен расчет строительного генерального плана;

5. Экономическая часть:

– составлен сводный сметный расчет;

– составлен локальный сметный расчет на строительные-монтажные работы по строительству здания;

– определена стоимость строительства здания цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов.

б. Безопасность и экологичность объекта:

– разработаны методы снижения профессиональных рисков;

– приведены мероприятия по обеспечению пожарной и экологической безопасности.

В ходе разработки выше указанных разделов были учтены: климатические условия строительства, функциональное значение здания, принципы модульных пролетов и типовых конструкций, а также блокировка в одном здании максимального количества производственных процессов.

Приведенные в работе объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения полностью отвечают современным нормативным требованиям, обеспечивают комфортные условия труда, оптимизируют затраты на строительство и отвечают требованиям безопасности на производстве.

Исходя из вышеизложенного следует, что цель и задачи ВКР достигнуты в полном объеме.

Технико-экономические показатели строительства цеха составили:

1. Общая площадь здания цеха – 4368 м².

2. Общая площадь строительной площадки – 14724,1 м².

3. Объем здания цеха – 56784 м³.

4. Сметная стоимость строительства – 93,073 млн. руб.

5. Общая трудоемкость работ, Т_р, – 3745,5чел-дн.

6. Площадь временных зданий – 115,6 м².

7. Коэффициент неравномерности движения рабочих – 1,81.

8. Коэффициент совмещения работ – 1,09.

9. Продолжительность строительства – 14 месяцев.

Список используемой литературы и используемых источников

- 1 Ананьин М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций. Термины и определения : учеб. пособие для вузов. М. : Юрайт, 2018. 130 с.
- 2 Белецкий Б. Ф. Технология и механизация строительного производства : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2020. 752 с.
- 3 Берлинов М. В. Основания и фундаменты : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 320 с.
- 4 Бойкова М. Л. Организация, планирование и управление строительным производством : учебное пособие. Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. 188 с.
- 5 ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация; введ. 01.03.2017. М. : Изд-во стандартов, 2015. 9 с.
- 6 ГОСТ 12.01.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие сведения; введ. 01.07.1992. М. : Стандартиформ, 2006. 25 с.
- 7 ГОСТ 21.501-2018. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. Взамен ГОСТ 21.501-2011; введ. 01.06.2019. М. : Стандартиформ, 2019. 47 с.
- 8 ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации; введ. 01.01.2014. М. : Росстандарт, 2013. 55 с.
- 9 Керро Н. И. Экологическая безопасность в строительстве: риски и предпроектные исследования. Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. 246 с.
- 10 Маилян Д. Р. Проектирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения : учеб. пособие по выполнению выпускных квалификац. работ (бакалавр, специалист). Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. 412 с.

- 11 Плотникова И.А. Сметное дело в строительстве : учебное пособие. Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. 187 с.
- 12 СП 1.13330.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Введ. 19.09.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 49 с.
- 13 СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. Введ. 01.01.2003. М. : Госстрой России, 2002. 9 с.
- 14 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Введ. 28.08.2017. М. : Минстрой России, 2017. 140 с.
- 15 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Введ. 04.06.2017. М : Стандартинформ, 2018. 80 с.
- 16 СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020. М. : Минрегион России, 2020. 25 с.
- 17 СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 01.07.2013. М. : Минрегион России, 2013. 96 с.
- 18 СП 131.13330.2018. Строительная климатология. СНиП 23-01-99*. Введ. 29.05.2019. М. : Стандартинформ, 2019. 120 с.
- 19 Сучилин Г. Б. Основы организации и управления в строительстве : курс лекций. Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. 140 с.
- 20 Федоров П. М. Охрана труда : практическое пособие. М. : РИОР, 2019. 137 с.
- 21 Юдина А. Ф. Технология строительного производства в задачах и примерах (Производство монтажных работ) : учеб. пособие. Санкт-Петербург : СПбГАСУ : ЭБС АСВ, 2016. 88 с.

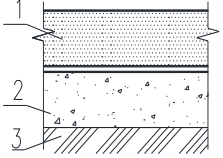
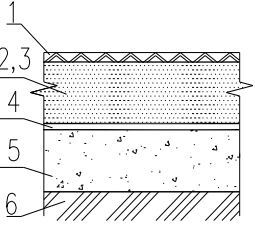
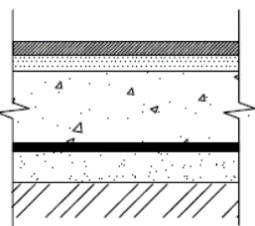
Приложение А
Экспликация полов и помещений

Таблица А.1 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кат. помещения
1	Производственные помещения	2 525,6	Г
2	Зона отгрузки на автотранспорт	227,46	Д
3	Комната охранника	26,31	Д
4	Проходная	65,61	Д
5	Коридор бытовых помещений	45,41	Д
6	Женский туалет	70,82	Д
7	Мужской туалет	71,44	Д
8	Женская душевая	22,12	Д
9	Женская гардеробная	22,12	Д
10	Мужская душевая	22,12	Д
11	Мужская гардеробная	22,12	Д
12	Подсобное помещение	42,71	Г
13	Зона складирования готовой продукции. ОТК	225,23	Д
14	Зона отгрузки железнодорожного транспорта	679,99	Д
15	Ремзона	51,90	Г
16	Комната отдыха крановщиц	25,86	Д
17	Конструкторская. Кабинет ТБ	31,59	Д
18	Кабинет начальника цеха	31,59	Д
19	Раскомандировочная	32,63	Д

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Экспликация полов

Наименование помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
Зона выполнения сборочно-сварочных операций, ремонтная мастерская	I		1. Асфальтобетон – 20-50; 2. Бетонная подготовка - 100; 3. Уплотненный щебнем грунт	10980
Душевая, санузел, кладовая уборного инвентаря	II		Покрытие – плитка керамическая – 5 мм. Прослойка и заполнение швов из цем. – песч. раствора М150 – 15 мм. Подстилающий слой – бетон В12,5 – 80 мм. Гидроизоляция – 2 слоя. Стяжка из цем. – песч. Раствора М150 – 50 мм. Грунт основания с втрамбованным щебнем крупностью 40 – 60 мм.	1044
Гардеробная, служебные помещения, раскомандировочная, кабинет директора, кабинет ТБ, конструкторская	III		Покрытие–линолеум толщина–3 мм. Стяжка цем. – песч. раствора М150 – 20 мм. Подстилающий слой – бетон – В 12,5 – 80 мм. Гидроизоляция – 2 слоя. Стяжка цем. – песч. раствора М150 – 50 мм. Грунт основания с втрамбованным щебнем крупностью 40 – 60 мм.	315

Приложение Б
Спецификации

Таблица Б.1 – Спецификация фундаментов и фундаментных балок

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
Ф1	Индивидуального изготовления	Фм1 (1,8×2,1 м)	37	-	V=2,835 м ³
Ф2	--/--	Фм2 (1,8×2,4 м)	11	-	V=3,24 м ³
Ф3	--/--	Фм3 (2,1×3,24 м)	2	-	V=5,492 м ³
Ф4	--/--	Фм4 (2,1×3,24 м)	1	-	V=5,492 м ³
Ф5	--/--	Фм5 (1,5×1,5 м)	12	-	V=1,773 м ³
Ф6	--/--	Фм6 (0,4×0,4 м)	38	-	V=0,064 м ³
ФБ1	Серия 1.015.1-1.95	5БФ54-3	8	1100	
ФБ2	Серия 1.015.1-1.95	5БФ57-3	6	1110	
ФБ2	Серия 1.015.1-1.95	5БФ58-3	24	1250	

Таблица Б.2 – Спецификация колонн

Марка элемента	Обозначение	Наименование элемента	Кол.	Масса, ед., кг	Размеры сечения
К1	Серия 1.424.3-7.3	КК 84 П9-2	24	1940	
К2	Серия 1.424.3-7.3	КС 84 П9-2	12	2042	
К3	Серия 1.424.3-7.3	КК 96 П9-2	20	2059	
К4	Серия 1.427.3-9.1	Т7	6	380	Гн. 200×200×6
К5	Серия 1.427.3-9.1	Т12	6	550	Гн. 200×200×8

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Спецификация подкрановых балок

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
ПБ-1	Серия 1.426.2-7	Б6-4-1	48	1666	Двугавровое сечение
ПБ-2	Серия 1.426.2-7	Б6-4-1	2	1630	Двугавровое сечение

Таблица Б.4 – Спецификация ферм

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
Ф-1	Серия 1. 460.3-14	ФС-24-2.2	33	2500	см. раздел РКР

Таблица Б.5 – Спецификация заполнения проемов

Марка элемента	Обозначение	Наименование элемента	Кол-во по фасадам					Масса ед., кг	Прим.
			1-14	14-1	А-И	И-А	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК-1 поз. 1	Серия 1.436-10.3	П Ст Г 30-12 (4М1-24-4М1)	12	12	-	8	32	87,99	
ОК-1 поз. 2	Серия 1.436-10.3	П Ст 30-24 (4М1-24-4М1)	12	12	-	8	32	175,9	
ОК-2	Серия 1.436-10.3	П Ст 30-24 (4М1-24-4М1)	-	-	10	-	10	175,9	
ОК-3	ГОСТ 30674-99	ОП В2 1170×1510 (4М1-16-4М1)	-	-	-	-	5	23	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ГОСТ 31173-2016	ДСН Дп Прг Пр Н П2пс М3 У3 23×13	1	1	1	1	4	186	
2	ГОСТ 475-2016	ДВ 1Рп 21х07 Г	-	-	-	-	9	18	
3	ГОСТ 475-2016	ДВ 1Рп 21х09 Г Пр Мд4	-	-	-	-	23	22	
4	ГОСТ 475-2016	ДВ 2Рп 21х13 О Пр Мд4	-	-	-	-	2	34	
5	ГОСТ 31174-2017	ВМ 4800×4800- 560	-	-	2	-	2	560	
6	ГОСТ 31174-2017	ВМ 4200×4200- 440	1	1	-	-	2	440	автом ат

Приложение В
Связи и прогоны

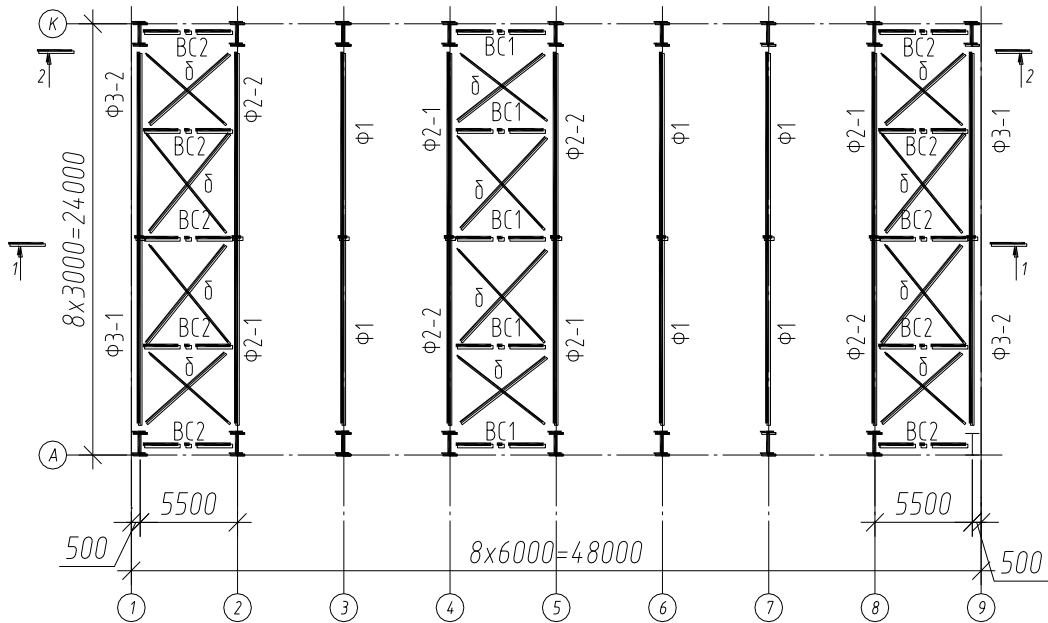


Рисунок В.1 – Схема расположения связей по верхним поясам ферм

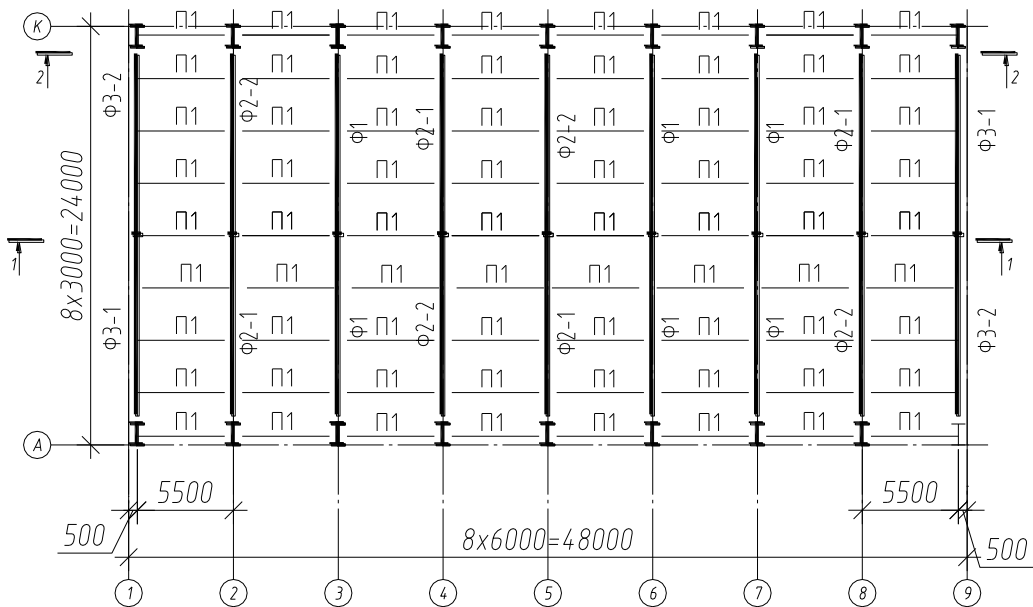


Рисунок В.2 – Схема расположения прогонов по верхним поясам ферм

Продолжение Приложения В

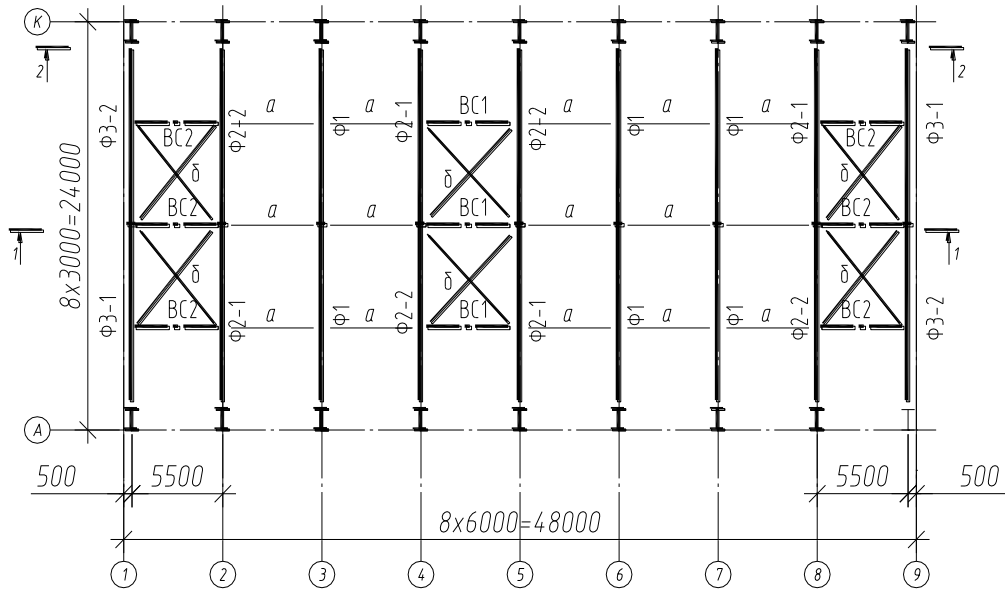


Рисунок В.3 – Схема расположения связей по нижним поясам ферм

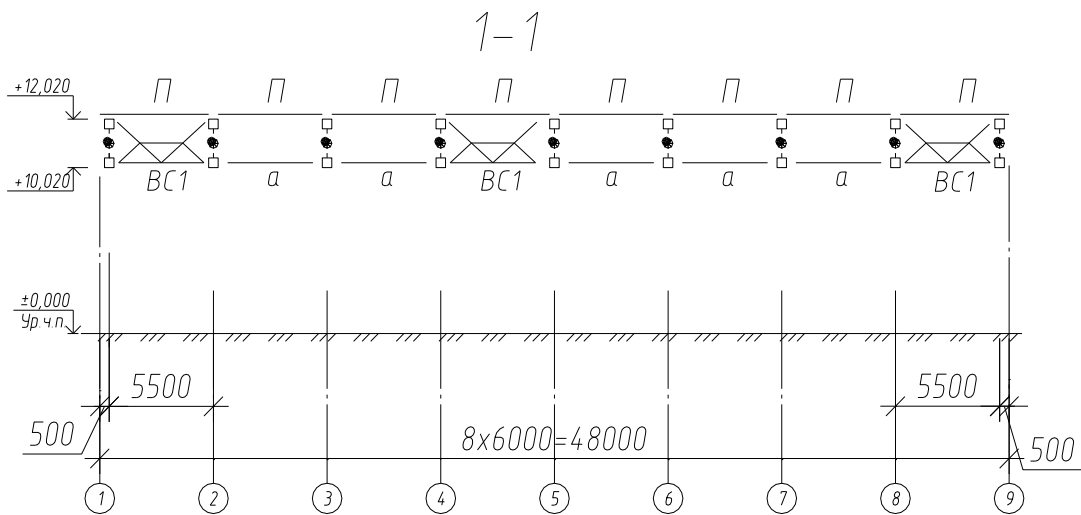


Рисунок В.4 – Связи по фермам в середине пролета здания

Продолжение Приложения В

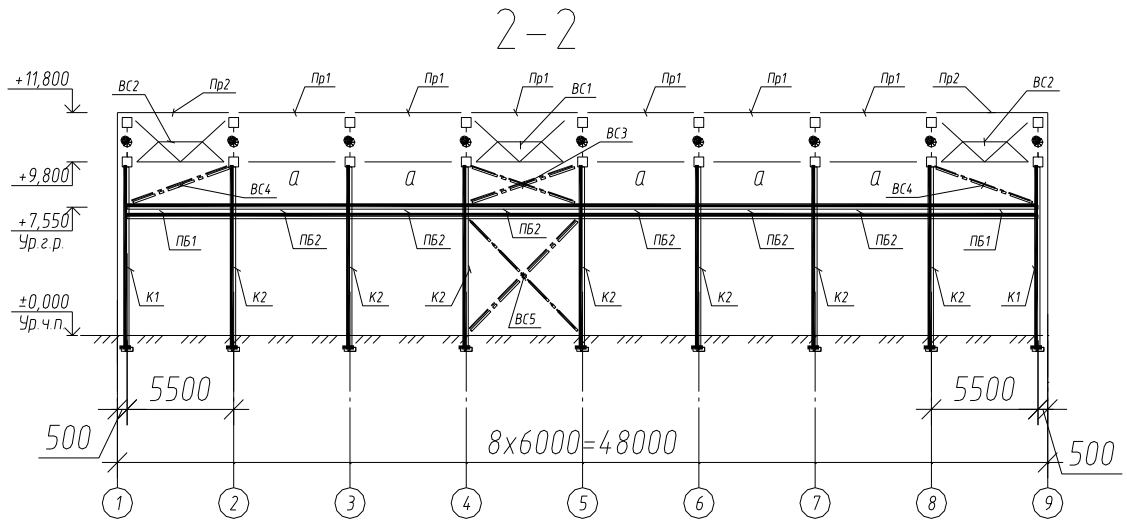


Рисунок В.5 – Связи по колоннам

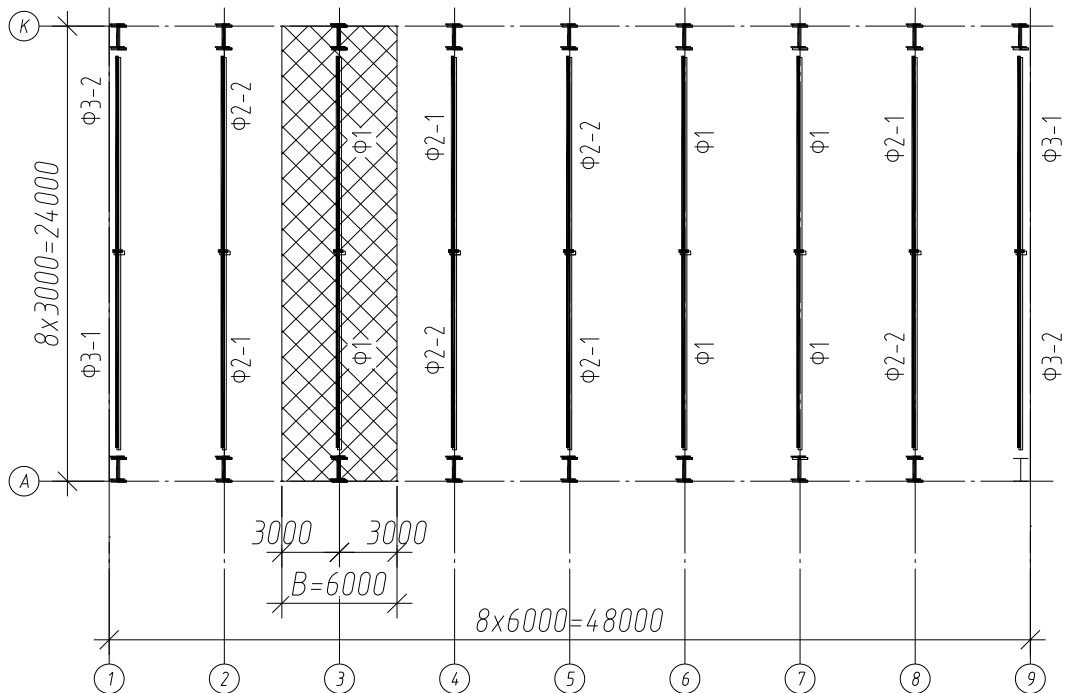


Рисунок В.6 – Грузовая полоса для расчета ферм

Приложение Г

Схема фермы и расчет коэффициентов

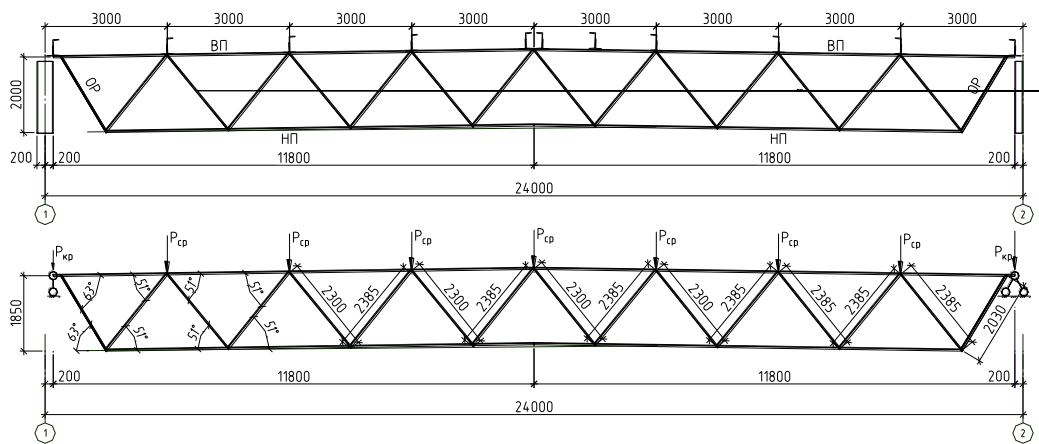


Рисунок Г.1 – Конструктивная и расчетная схема фермы

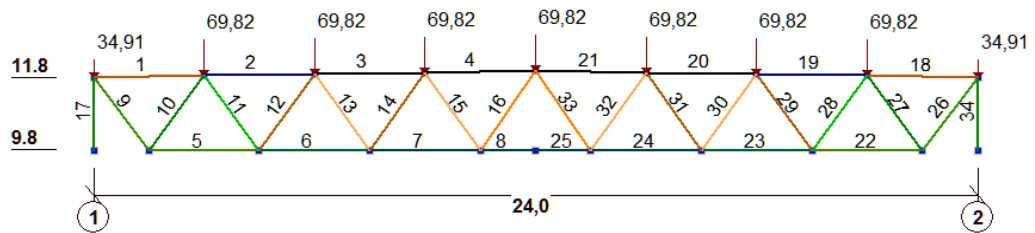


Рисунок Г.2 – Расчетная схема фермы с приложением суммарной нагрузки (постоянная+снег) в программном комплексе «СКАД» с номерами элементов фермы

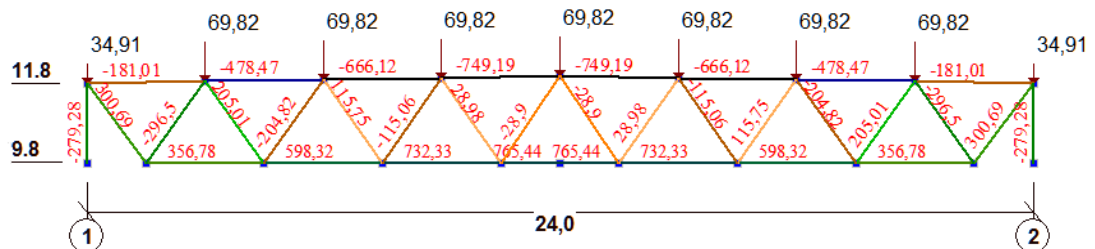


Рисунок Г.3 – Максимальные усилия в стержнях фермы, полученные в программном комплексе «СКАД» от совместного действия постоянной и снеговой нагрузок

Г.1 Расчет коэффициента сноса снега

«Учитываем коэффициент сноса снега исходя из формулы (10.2) с учетом значения не меньше 0,5 как для покрытий высотных зданий, так и для крыш с уклоном равным менее 12% или $f/l \leq 0,05$ покрытий одно- и многопролетных зданий на местности типа А и В и имеющих размер в плане l_c не более 100 м:

$$c_e = (1,2 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot l_c), \quad (\text{Г.1})$$

где k – принимается по табл. 11.2» [12];

c_t – «термический коэффициент c_t следует применять для учета снижения снеговых нагрузок на покрытия с высоким коэффициентом теплопередачи». Т.е. $c_t = 1,0$ (т.к. покрытие утеплено).

«Характерный размер покрытия l_c составит:

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l}, \quad (\text{Г.2})$$

где b - наименьший размер покрытия в плане;

l – наибольший размер покрытия в плане» [10].

$$l_c = 2 \cdot 91 - \frac{48^2}{91} = 156,6 > 100, \text{ принимаем } 100 \text{ м.}$$

Определяем коэффициент k :

$$k = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{\alpha_2}, \quad (\text{Г.3})$$

Продолжение Приложения Г

где $z_e=H=12,38$ м;

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

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

$$k = 0,65 \cdot \left(\frac{12,38}{10}\right)^{0,4} = 0,71$$

Определяем c_e :

$$c_e = (1,2 - 0,4\sqrt{0,71}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 100) = 0,863$$

Приложение Д

Таблица подбора сечений элементов фермы

Таблица Д.1 Результаты подбора сечений элементов фермы

Элемент фермы	№ элемента	Расчетные усилия N, кН	Сечение, □	A, см ²	Расчетная длина, см.			Радиусы инерции, см		Гибкости					α	j _{min}	γ _c	Напряжение, кН/см ²		Сталь
					l _{geom}	l _{ef,x}	l _{ef,y}	i _x	i _y	λ _x	λ _y	λ _{max}	$\bar{\lambda}_{max}$	λ _u				σ	R _y γ _c	
Верхний пояс	1	-181,01	□200x120x5	30,36	300	300	300	7,37	4,97	40,7	60,4	60,4	2,454	131,4	0,756	0,811	1	7,49	34	С345
	2	-478,47																21,38		
	3	-666,12																30,11		
	4	-749,19																33,97		
Нижний пояс	5	356,78	□140x120x6	28,83	300	300	600	5,31	4,71	56,5	113	226	-	400	-	-	1	13,46	34	С345
	6	598,32																23,12		
	7	732,33																28,4		
	8	765,44																29,75		
ОР раст.	9	300,69	□ 100x5	18,36	230	241	241	3,84	3,84	62,8	62,8	59,3	2,188	400	-	-	1	18,1	25	С255
Раскосы +	11	205,01	□ 80x4	11,75	240	229	229	3,07	3,07	74,6	74,6	70	2,599	400	-	-	1	20,13	25	С255
	13	115,75																11,18		
	15	28,98																2,9		
Раскосы -	10	-296,5	□ 100x5	18,36	240	229	229	3,84	3,84	59,6	59,6	55,4	2,076	165,6	0,83	0,867	1	21,35	25	С255
	12	-204,82	□ 80x4	11,75	240	229	229	3,07	3,07	74,6	74,6	70	2,599	148,7	0,723	0,785	1	25,53	25	С255
	14	-115,06																14,18		
	16	-28,9																3,7		

Приложение Е

Монтаж конструкций покрытия

Таблица Е.1 – Структура монтажных блоков

Наименование монтажного блока	Номер отправочной марки	Наименование отправочной марки	Кол-во	Масса, т			Кол-во блоков, шт.	Всего, т.
				ед.	всего	блока		
Стропильная ферма	1	Ф1	15	1,45	1,45	1,45	33	47,9
	2	Ф2	12	1,45	1,45	1,45		
	3	Ф3	6	1,45	1,45	1,45		
Прогон покрытия	4	Пр1	52	0,096	0,096	0,096	52	29,9
	5	Пр2	207	0,12	0,12	0,12	207	
Горизонтальные связи	6	С1, С2	16	0,15	0,15	0,15	16	11,1
	7	Р1, Р2	108	0,08	0,08	0,08	108	
Вертикальные связи	8	ВС1, ВС2	27	0,25	0,25	0,25	27	6,8
Профлист покрытия	9	Н75-750-0.8	4455 ¹	0,01 ²	0,01 ²	0,01 ²	4455 ¹	44,6
Итого								140,3

¹ – в метрах квадратных (м²);
² – масса квадратного метра (кг/м²)

Таблица Е.2 – Перечень грузозахватных приспособлений

Наименование монтируемых элементов	Масса элемента	Наименование грузозахватного элемента, марка	Эскиз с размерами	характеристика		Высота строповки
				Грузоподъемность, т	Масса, т	
1	2	3	4	5	6	7
Профнастил покрытия	1	ТР 1 - 4,8 29700-114 ВНИПИПСК Строп 4СК1-10 29700-102 ВНИПИПСК		1	0,038 0,12	2,0

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.2

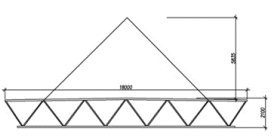
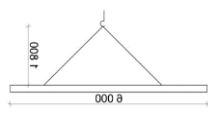
1	2	3	4	5	6	7
Ферма	1,50	Строп 2СК-4,0-9,0 ГОСТ 25573-82		4	0,2	5,85
		Строп 1СК-1,0-2,0 ГОСТ 25573-82		2	0,1	0,5
Прогон	0,20	Строп 2СК-2,0-3,0 ГОСТ 25573-82		2	0,1	1,8

Таблица Е.3 – Масса монтируемых блоков

Наименование блоков	Масса (т)				
	Металлических конструкций	Оснащения	Такелажных приспособлений	Элементы усиления	*Общая
Ф	1,45	0,20	0,25	-	2,2
П, Р	0,12	0,10	0,12	-	0,4
С	0,24	0,01	0,06	-	0,35
ВС	0,25	0,01	0,06	-	0,36
Профлист Н75	1,0	0,01	0,04	-	1,16
*Общая масса посчитана с учетом коэффициентов и формулы 3.1					

Таблица Е.4 – Потребность в материальных ресурсах

Материалы	Кол.	Ед. изм.
Металлопрокат	140,3	т
Болты строительные комплектные	0,29	т
Метизы	22500	шт.
Сварочные расходные материалы (электроды)	0,2	т
Кислород технический	50	м ³
Пропан-бутан	59,6	кг
Бруски обрезные I сорта	1,7	м ³
Отрезные и шлифовальные круги	80	шт.

Приложение Ж

Выбор крана графо-аналитическим методом

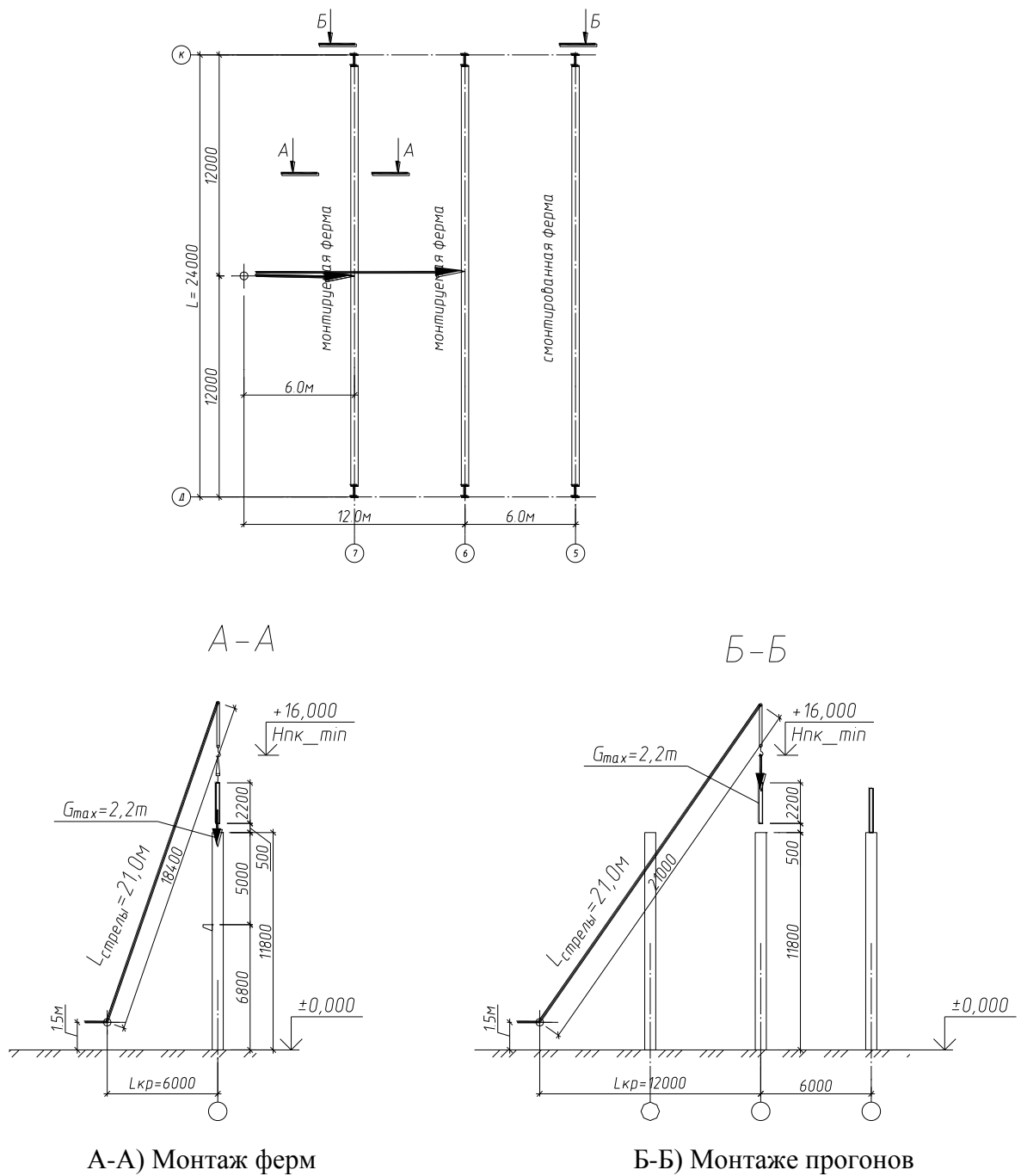


Рисунок Ж.1 – Графо-аналитический выбор крана при монтаже двух последовательных ферм с одной стоянки

Продолжение Приложения Ж

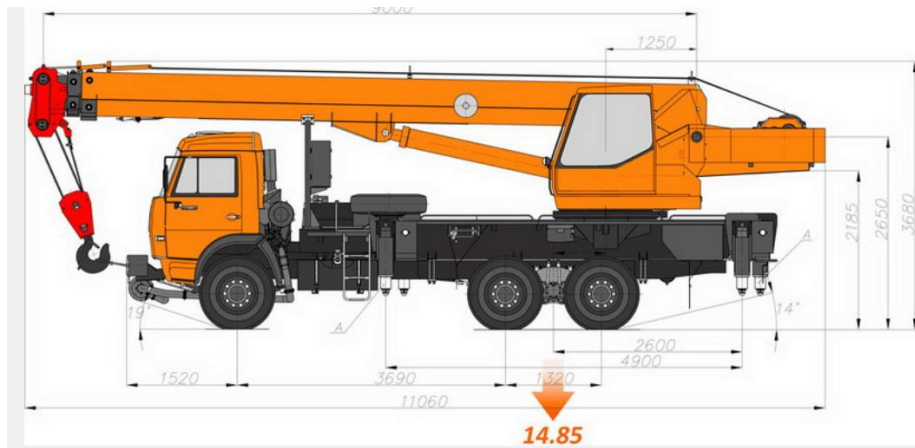


Рисунок Ж.1 – Автокран КС-55713-1К-2 на шасси КАМАЗ-65115

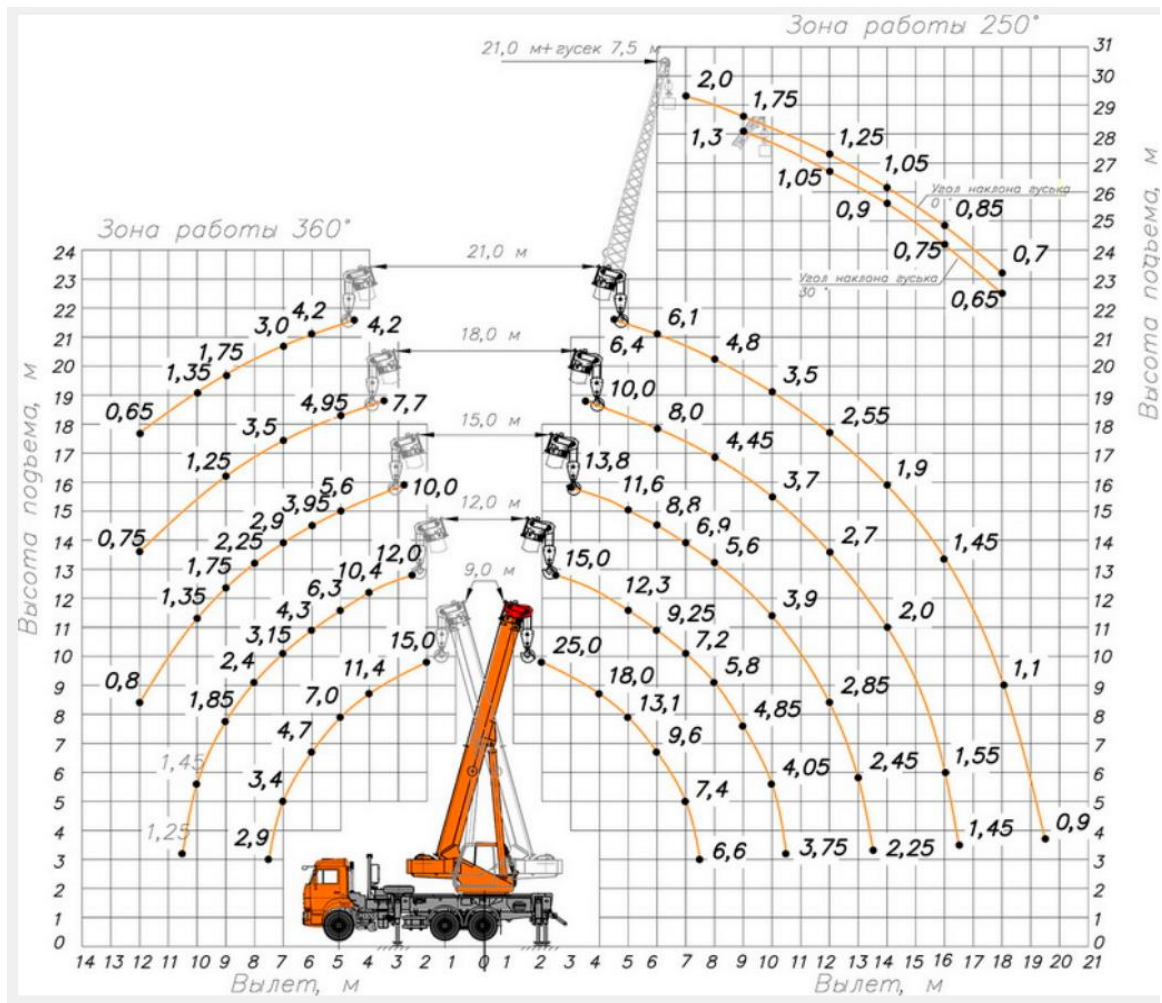


Рисунок Ж.2 – Грузовысотные характеристики автокрана КС-55713-2К на шасси КАМАЗ-65115

Приложение И
Калькуляция трудозатрат

Таблица И.1 – Калькуляция трудозатрат

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование § ЕНиР, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Профквалиф состав звена, рекомендуемый ЕНиР или ГЭСН
			Чел.-час	Маш-час	Объем работ	чел.-ч.	маш.-смен	
Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом до 24 м массой до 3,0 т	т	ФЕР09-03-012-01	25,53	4,21	47,9	1222,9	201,7	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	ФЕР 09-03-013-01	56,11	2,45	6,8	381,5	16,7	
Монтаж связей и распорок для пролетов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	ФЕР09-03-014-02	63,28	3,82	11,1	702,4	42,4	
Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания до 25 м	т	ФЕР09-03-015-01	15,79	1,56	29,9	472,1	46,6	
Монтаж кровельного покрытия: из профлиста при высоте здания до 25 м	100м ²	ФЕР 09-04-002-01	35,5	2,61	44,6	1583,3	116,4	
Всего						4362,2	423,8	

Приложение К

Потребность строительного производства в материалах и механизации

Таблица К.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

Наименование СМР	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Монтаж колонн	1 т	112,2	колонны К1 (ряд А и К): 24шт×1940кг= 46560кг колонны К2 (ряд Д): 12шт×2042кг= 24504кг колонны К3 (ряд 1 и 2): 18шт×2059кг= 37062кг
Монтаж конструкций фахверка	1 т	5,58	колонны фахверка пролета А-К/1-2: К4: 6шт×380кг= 2280кг колонны фахверка пролета А-К/3-14: К5: 6шт×550кг = 3300кг
Монтаж связей по колоннам	т	2,22	ВС: 3шт×494кг+3шт×246кг=2220
Монтаж стропильных ферм	т	33	ФС1: 33шт×1212кг= 39996кг
Монтаж связей по покрытию	т	17,9	ВС(27×250)+СГ(16×150,1)+ +Р(108шт.×80) =17900кг
Монтаж блоков подкрановых балок	т	83,23	БП: 48шт×1666кг+2шт×1630кг = 83228кг
Монтаж прогонов покрытия	т	29,9	П: 52шт×0,096т+207шт×0,12т = 29,9т
Монтаж профилированного листа покрытия	100 м ²	44,55	S=48×24,6+67×48=4455,2м ²
Монтаж металлокаркаса встроенных помещений	т	4,08	283м.пог.×14,4кг=4075 кг
Монтаж ограждающих стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	19,309	-площадь всех стен по периметру здания: S _{общ} =2441,8м ² -площадь всех стеновых проемов здания: S _{проем} =510,9м ² Итого.: S _{огр} =2441,8 - 510,9=1930,9 м ²
Утепление покрытий плитами из минеральной ваты	100 м ²	44,55	-площадь кровли здания: S=4455,2м ² -объем утеплителя при толщине 120 мм: V _{общ} =4455,2×0,12м=534,6 м ³

Продолжение Приложения К

Продолжение таблицы К.1

Наименование СМР	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Устройство наплавленной рулонной кровли	100м ²	44,55	$S=48 \times 24,6 + 67 \times 48 = 4455,2 \text{ м}^2$
Кирпичная кладка цоколя	м ³	93,13	$S_{\text{ст}} = (182 \text{ м} + 96,36 \text{ м} - 24,1) \times 1,2 \text{ м} = 372,5 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 372,5 \times 0,25 \text{ м} = 93,13 \text{ м}^3$
Устройство ограждения встроенных помещений	100м ²	5,08	$S = 141 \text{ м} \times 3,6 = 507,6 \text{ м}^2$
Монтаж лестниц металлических	т	3,3	$m = 2 \text{ шт} \times 1651 \text{ кг} = 3302 \text{ кг}$
Установка ворот с раздвижными полотнами и калитками	100 м ² полотен и проемов	0,461	$S = 2 \text{ шт} \times 4,8 \text{ м} \times 4,8 \text{ м} = 46,1 \text{ м}^2$ $m = 2 \times 560 = 1120 \text{ кг}$
Устройство ворот распашных металлических	100 шт.	2	$S = 2 \text{ шт} \times 4,2 \text{ м} \times 4,2 \text{ м} = 35,3 \text{ м}^2$ $m = 2 \times 440 = 880 \text{ кг}$
Монтаж алюминиевых оконных блоков	100м ²	4,27	$S = 32 \text{ шт} \times (3 \text{ м} \times 1,2 \text{ м}) + 42 \text{ шт} \times (3 \text{ м} \times 2,4 \text{ м}) + 5 \text{ шт} \times (1,5 \text{ м} \times 1,2 \text{ м}) = 426,6 \text{ м}^2$
Установка металлических дверей	1 м ² проема	11,96	$S_{\text{дв}} = 2 \times 2,3 \times 1,3 = 11,96 \text{ м}^2$
Установка деревянных дверей	100 м ² проемов	0,622	$S_{\text{дв}} = 9 \times 2,1 \times 0,9 + 23 \times 2,1 \times 0,9 + 2 \times 2,1 \times 1,3 = 62,16 \text{ м}^2$
Уплотнение грунта щебнем	100 м ² площади уплотнения	43,5	-площадь уплотнения: $S = 3710 + 246 + 315 = 4271 \text{ м}^2$ -объем щебеночного слоя $V_{\text{общ}} = 4271 \times 0,05$ $m = 213,55 \text{ м}^3$
Устройство полов бетонных 80÷100 мм	100 м ² пола	43,5	-площадь полов: $S = 3710 + 246 + 315 = 4350 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 3710 \times 0,1 \text{ м} + (246 + 315) \times 0,08 \text{ м} = 415,9 \text{ м}^3$
Устройство асфальтируемого покрытия пола	1000 м ² покрытия	1,855	-площадь асфальтируемых полов: $S = 1855 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 1855 \times 0,04 \text{ м} = 74,2 \text{ м}^3$
Устройство цементной стяжки пола	100 м ² стяжки	7,90	-площадь наливных полов: $S = 229 + 246 + 315 = 561 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 561 \times 0,02 \text{ м} = 11,22 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения К

Таблица К.2 – Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Работы			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на единицу объема работ	Потребность на весь объем работ
1	2	3	4	5	6	7
Монтаж колонн К1	шт.	24	Двутавр по ГОСТ Р 57837—2017 60Ш1	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,231}$	$\frac{201,6}{46,6}$
Монтаж колонн К2	шт.	12		$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,251}$	$\frac{100,8}{25,4}$
Монтаж колонн К3	шт.	18		$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,238}$	$\frac{172,8}{41,2}$
Монтаж металлических колонн фахверка,	шт	6	Труба по ГОСТ 30245-2003 □200х200х8 длина 11800мм	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,047}$	$\frac{70,8}{3,33}$
Монтаж металлических колонн фахверка	шт	6	Труба по ГОСТ 30245-2003 □200х200х6 длина 10600мм	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,036}$	$\frac{63,6}{2,28}$
Монтаж связей по колоннам	т.	2,22	Труба по ГОСТ 30245-2003 □160х8 вес.п.м.=36,46 кг	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,0365}$	$\frac{60,9}{2,22}$
Монтаж металлических ферм покрытия	шт.	33	ФС1 – 33шт. (см. раздел РКР)	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,212}$	$\frac{33}{40,0}$
Монтаж связей по покрытию	т	17,9	Труба по ГОСТ 30245-2003	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,12}$	$\frac{151}{17,9}$
Монтаж металлических подкрановых балок	шт.	50	Металлическая сварная балка из листового металла длиной 6м весом до 2т	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,66}$	$\frac{50}{83,23}$
Монтаж металлических прогонов покрытия	т	29,9	Швеллер 16	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,115}$	$\frac{261}{29,9}$
Монтаж металлического профлиста	м ²	4455	Профилированный стальной лист марки Н60-845-0,9	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{4455}{44,6}$

Продолжение Приложения К

Продолжение таблицы К.2

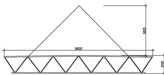
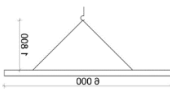
1	2	3	4	5	6	7
Монтаж металлического каркаса встроенных помещений	т	4,08	Труба по ГОСТ 30245-2003 сечением 100х5	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,014}$	$\frac{283}{4,08}$
Монтаж стеновых сэндвич панелей	м ²	1930,9	Сэндвич-панель заводского изготовления толщиной 80 мм «Профмодуль»	$\frac{м2}{шт}$	$\frac{1}{0,2}$	$\frac{1930,9}{268,2}$
Утепление покрытия минераловатными плитами	м ³	534,6	Минераловатный утеплитель «ТехноРУФ»	$\frac{м2}{м3}$	$\frac{1}{0,12}$	$\frac{4455}{534,6}$
Устройство покрытия кровли из техноэласта в 2 слоя	м ²	4455	Техноэласт «Технониколь»	$\frac{м2}{м2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4455}{8910}$
Кирпичная кладка цоколя	м ³	93,13	Кирпич обыкновенный глиняный 250х120х65	$\frac{м3}{шт}$	$\frac{1}{512}$	$\frac{93,13}{4768}$
Устройство ограждения встроенных помещений	м ²		Сэндвич-панель заводского изготовления толщиной 80 мм «Профмодуль»	м ²	1	507,6
Монтаж лестниц металлических	т	3,3	Лестница металлическая	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,65}$	$\frac{2}{3,3}$
Монтаж металлических ворот	шт	4	Ворота стальные	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{4}{2}$
Установка окон ПВХ	шт	79	Окно ПВХ	$\frac{шт}{м2}$	$\frac{1}{5,4}$	$\frac{79}{426,6}$
Монтаж дверей металлических	шт	4	Дверь стальная	$\frac{шт}{м2}$	$\frac{1}{2,99}$	$\frac{4}{11,96}$
Монтаж дверей деревянных	шт	34	Дверь деревянная	$\frac{шт}{м2}$	$\frac{1}{1,83}$	$\frac{34}{62,16}$
Бетонные работы	м ³	415,9	Бетон класса В25	$\frac{м3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{415,9}{1039,7}$
Устройство покрытия пола из асфальтобетона	м ³	185,5	Асфальтобетон	$\frac{м3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{185,5}{408,1}$
Уплотнение грунта щебнем	м ³	213,6	Щебень	$\frac{м3}{т}$	$\frac{1}{1,53}$	$\frac{213,6}{326,7}$
Устройство цементно-песчаной стяжки	м ³	38,04	Цем-пес. раствор	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,014}$	$\frac{283}{4,08}$

Продолжение Приложения К

Таблица К.3 – Машины, механизмы и оборудование для производства работ

Наименование механизма	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во
Автокран	КС-55713-2К	стрела 21м Q=25т	Монтаж металлоконструкций	1
Автокран	КС-35715	стрела 18м Q=16т	Монтаж металлоконструкций и стеновых панелей	1
Сварочный аппарат	АС-500	Сварочный ток 500 А;	Сварочные работы	2
Дрель ударная	Зенит ЗДП-1070	Мощность 870 Вт	Монтажные работы	2
Автогидроподъёмник	АГП-18Т	18м	Подъем оборудования и рабочих на высоту	2
Сварочный аппарат	МИГ 3500	Сварочный ток 350 А;		1
Шлифмашина угловая	ЗУШ 230/2450	Мощность 2450 Вт		4

Таблица К.4 – Ведомость грузозахватных приспособлений

Наименование монтируемых элементов	Масса элемента	Наименование грузозахватного элемента, марка	Эскиз с размерами	характеристика		Высота строповки
				Грузо-Подъемность, т	Масса, т	
Колонна К-1	2,059	Строп 2СК–5,0–4,0 ГОСТ 25573–82		5	0,3	2,0
Ферма	1,212	Строп 2СК–4,0–9,0 ГОСТ 25573–82		4	0,2	5,85
		Строп 1СК–1,0–2,0 ГОСТ 25573-82		2	0,1	0,5
Прогон	0,12	Строп 2СК–2,0–3,0 ГОСТ 25573–82		2	0,1	1,8
Сэндвич-панель	0,126	Строп 2СК–1,0–3,0 Вакуумный захват		1	0,1	4,0
				2	0,01	

Приложение Л

Технические характеристики спецтехники

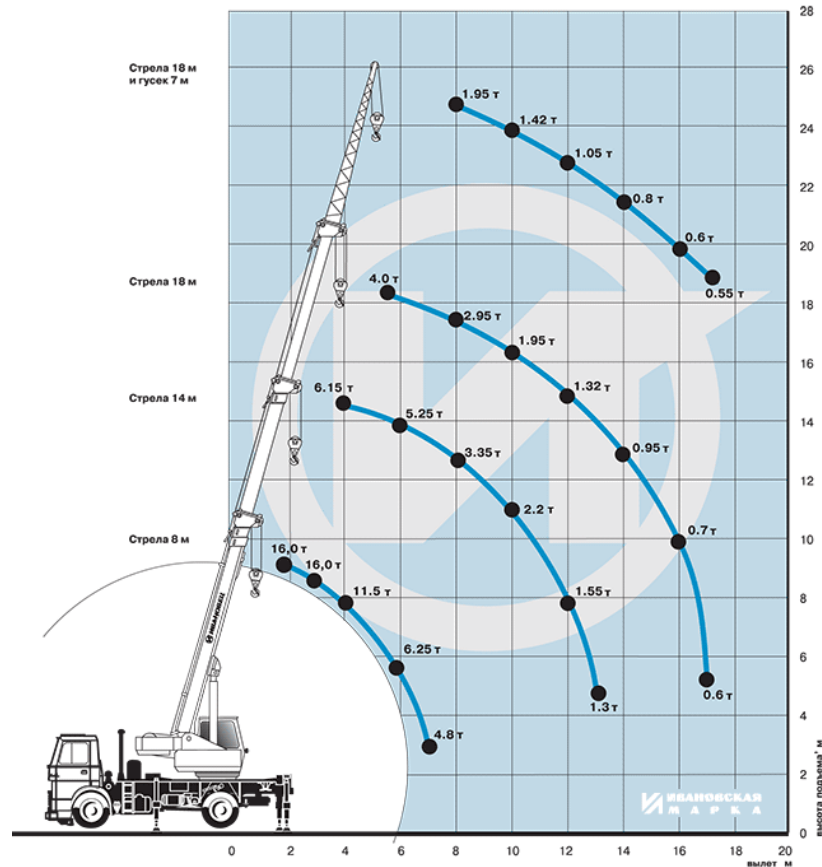


Рисунок Л.1 – Грузовысотные характеристики автокрана КС-35715

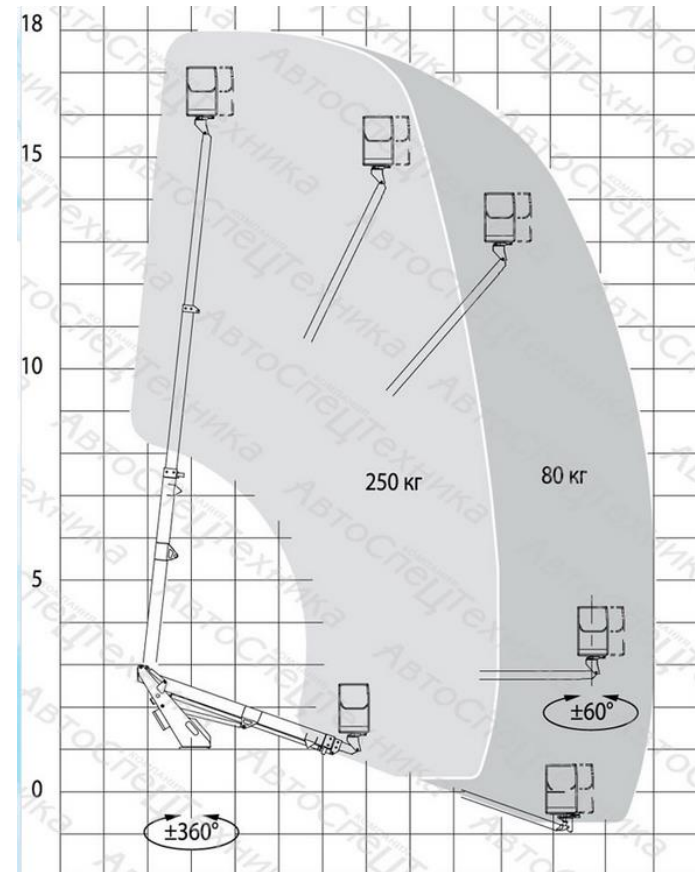


Рисунок Л.2 - Рабочая зона автовышки АПП-18Т

Продолжение Приложения Л

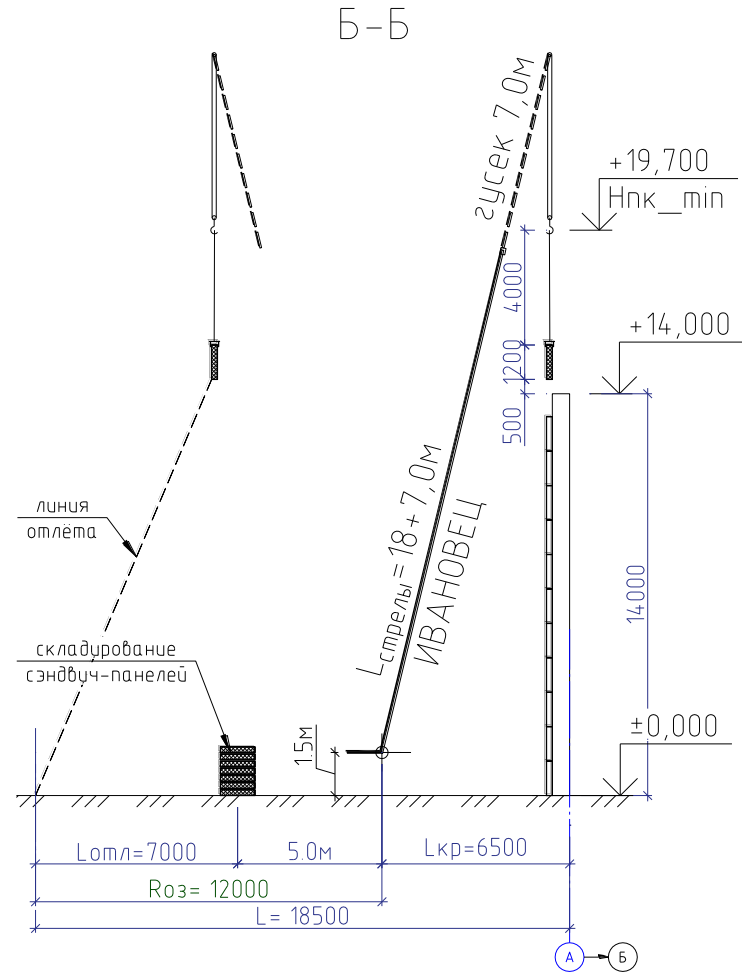
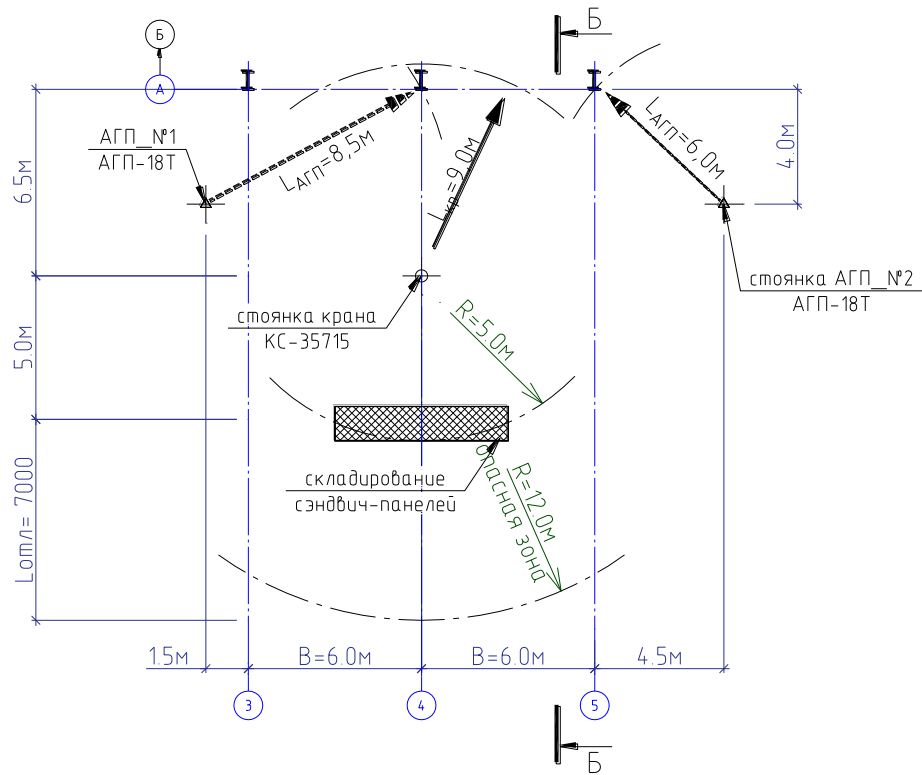


Рисунок Л.3 – Графо-аналитический способ подбора автокрана при монтаже стеновых сэндвич-панелей и определение опасной зоны при их монтаже

Продолжение Приложения Л

Л.1 Расчет высоты подъема крюка при монтаже колонн и подкрановых балок

«Высота подъема крюка $H_{ПК}$ необходимая для подъема монтажных элементов определяется по формуле:

$$H_{ПК} = h_0 + h_3 + H_э + h_{ст}, \quad (Л.1)$$

где h_0 – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана, м (высота до верха смонтированного элемента);

h_3 – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее $1 \div 2,5$ м);

$h_э$ – высота поднимаемого элемента, м;

$h_{ст}$ – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана ($h_{ст} = 0,3 \div 9,3$ м)» [4].

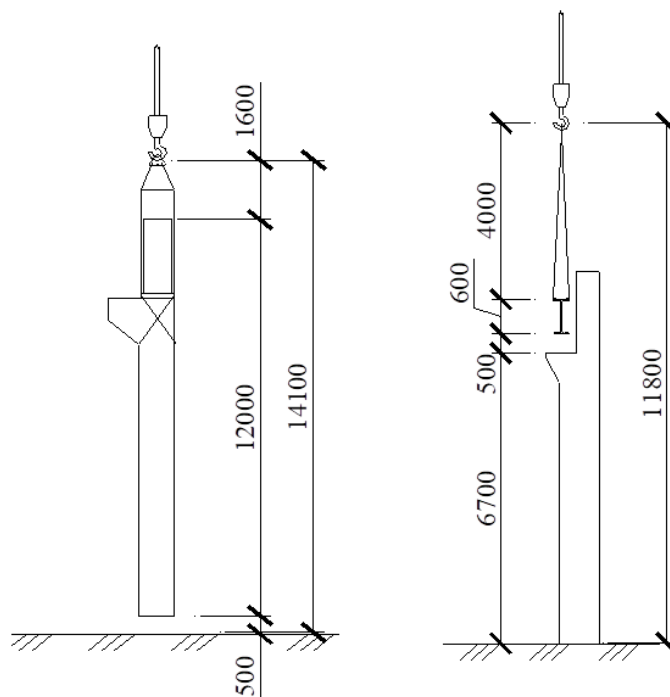


Рисунок Л.4 – Схема монтажа колонн и подкрановых балок

Продолжение Приложения Л

«Требуемая высота подъема крюка при монтаже колонн рассчитывается по формуле:

$$H_{кр}^{тр} = 0,5 + H_{к}^{кр} + h_{стр}, \quad (Л.2)$$

где $H_{к}^{кр}$ - высота колонны;

0,5 – монтажный зазор;

$h_{стр}$ – высота строповки» [10].

$$H_{кр}^{тр} = 0,5 + 12 + 1,6 = 14,1 \text{ м.}$$

$Q_{кр}^{тр}$ – требуемая грузоподъемность крана, 2,65 т

«Требуемая высота подъема крюка при монтаже подкрановых балок рассчитывается по формуле:

$$H_{кр}^{тр} = H'_{к} + 0,5 + h_{пб} + h_{стр}, \quad (Л.3)$$

где $H'_{к}$ - отметка верха консоли средней колонны;

0,5 – монтажный зазор;

$h_{пб}$ – высота подкрановой балки;

$h_{стр}$ – высота строповки» [4].

$$H_{кр}^{тр} = 6,7 + 0,5 + 0,6 + 4 = 11,8 \text{ м.}$$

$Q_{пб}^{тр} = 2,12 \text{ т}$ - требуемая грузоподъемность.

Приложение М

Трудозатраты календарного планирования

Таблица М.1 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование § ЕНиР, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Профессиональный, квалификационный состав звена, рекомендуемый ЕНиР или ГЭСН
			Чел.- час	Маш.- час	Объем работ	чел.- дн.	маш.- смен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подготовительный период	%				10	288,1	32,7	Разнорабочий
НАДЗЕМНЫЙ ЦИКЛ								
Монтаж металлических колонн	т	ФЕР09-03-002-03	5,24	1,11	112,2	73,5	15,6	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлических связей по колоннам	т	ФЕР09-03-014-01	63,28	4,01	2,2	17,4	1,1	
Монтаж блоков подкрановых балок	т	ФЕР 09-03-003-07	22,09	5,54	83,23	229,8	57,6	
Монтаж металлических ферм покрытия	т	ФЕР09-03-012-01	25,53	4,92	33	105,3	20,3	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлических связей покрытия	т	ФЕР09-03-013-01	56,11	2,64	17,9	125,6	5,9	
Монтаж металлических прогонов покрытия	т	ФЕР09-03-015-01	15,79	1,75	29,9	59	6,5	
Монтаж металлического кровельного профлиста покрытия	100м ²	ФЕР 09-04-002-01	35,5	2,93	44,55	197,7	16,3	

Продолжение Приложения М

Продолжение таблицы М.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Монтаж фахверка	т	ФЕР 09-04-006-01	28,34	3,08	5,58	19,8	2,1	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлического каркаса встроенных помещений	т	ФЕР 09-03-039-05	6,59	2,32	4,08	3,4	1,2	
Устройство ограждения встроенных помещений	100м ²	ФЕР 09-03-046-02	235,44	1,76	5,08	149,5	1,1	
Монтаж лестниц металлических	т	ФЕР 09-03-009-05	44,36	10,05	3,3	18,3	4,1	
Устройство утепленных рулонных кровель	100м ²	ФЕР 12-01-013-03 ФЕР12-01-002-09	119,83	2,12	44,55	667,3	11,8	Изолир. 4р.-2 Изолир. 3р.-2
Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100м ²	ФЕР09-04-006-04	170,24	36,14	19,31	410,9	87,2	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-3 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-2 Маш. 6р.-2
Кирпичная кладка цоколя	1 м ³	ФЕР 08-02-015-05	8,4	0,44	93,13	97,8	5,1	Каменщ. 4р.-4 Монт. 2р.-4
Уплотнение грунта щебнем	100м ²	ФЕР 11-01-001-02	7,7	0,88	43,5	41,9	4,8	Разнорабочий
Устройство полов бетонных	100м ³	ФЕР 11-01-014-01	30,3	11,02	43,5	164,8	59,9	Бетонщ. 5р.-2 Монт. 2р.-3
Устройство полов цементных	100м ²	ФЕР 11-01-011-01	39,51	1,27	7,9	39	1,3	
Устройство полов асфальтобетонных	1000м ²	ФЕР 27-06-029-01	20,86	18,85	1,855	4,8	4,4	Разнорабочий

Продолжение Приложения М

Продолжение таблицы М.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство полов плиточных	100м ²	ФЕР 11-01-027-02	119,78	2,94	2,46	36,8	0,9	Плиточник
Устройство полов линолеумных	100м ²	ФЕР 11-01-036-04	31,41	0,83	3,15	12,4	0,3	Отделочник
Монтаж металлических ворот раздвижных	100м ²	ФЕР 10-01-046-01	228,66	11,93	0,461	13,2	0,7	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-4
Монтаж металлических ворот распашных	100 шт	ФЕР 07-01-055-02	1940,2	117,88	0,02	4,9	0,3	
Монтаж алюминиевых оконных блоков	100м ²	ФЕР 09-04-009-04	437,92	19,31	4,27	233,7	10,3	
Монтаж дверей металлических	м ²	ФЕР 10-01-039-00	2,4	0,17	11,96	3,6	0,3	
Монтаж дверей деревянных	100м ²	ФЕР 10-01-013-01	73,14	3,43	0,622	5,7	0,3	
Монтаж подвесных потолков	100м ²	ФЕР 09-03-048-01	272,5	14,96	4,26	145,1	8	Отделочник
Итого СМР на надземный цикл						2881,2	327,4	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ								
Неучтенные работы	%			-	20	576,2	65,5	Разнорабочий
Всего						3745,5	425,6	

Продолжение Приложения М

Таблица М.2 – Календарный план производства работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Трудозатраги чел.-дн.	Машины			Число рабочих в смену	Смен в сутки	Длительность работ	Состав бригады (звена)
				Наименование	Кол-во в смену	Число маш-см.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Подготовительные работы	%	10	288,1	-	-	32,7	5	2	29	Разнорабочий
НАДЗЕМНЫЙ ЦИКЛ										
Монтаж металлических колонн	т	112,2	73,5	КС-35715 Ивановец	1	15,6	5	2	7	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлических связей по колоннам	т	2,2	17,4			1,1	5	2	2	
Монтаж блоков подкрановых балок	т	83,23	229,8			57,6	5	2	23	
Монтаж металлических ферм покрытия	т	33	105,3	КС-55713-2К	1	20,3	5	2	11	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлических связей покрытия	т	17,9	125,6			5,9	5	2	12	
Монтаж металлических прогонов покрытия	т	29,9	59			6,5	5	2	6	
Монтаж металлического кровельного профлиста покрытия	100м ²	44,55	197,7			16,3	5	2	20	

Продолжение Приложения М

Продолжение таблицы М.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Монтаж фахверка	т	5,58	19,8	КС-35715 Ивановец	1	2,1	5	2	2	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
Монтаж металлического каркаса встроенных помещений	т	4,08	3,4			1,2	5	2	0,5	
Устройство ограждения встроенных помещений	100м ²	5,08	149,5			1,1	5	2	15	
Монтаж лестниц металлических	т	3,3	18,3			4,1	5	2	1,5	
Устройство утепленных рулонных кровель	100м ²	44,55	667,3	-	-	11,8	8	2	42	Изолир. 4р.-2 Изолир. 3р.-2
Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100м ²	19,31	410,9	АГП-18Т	2	87,2	8	2	26	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-3 Монт. 3р.-1 Монт. 2р.-2 Маш. 6р.-2
Кирпичная кладка цоколя	1 м ³	93,13	97,8	-	-	5,1	8	2	6	Каменщ. 4р.-4 Монт. 2р.-4
Уплотнение грунта щебнем	100м ²	43,5	41,9	-	-	4,8	5	2	4	Разнорабочий
Устройство полов бетонных	100м ³	43,5	164,8	Cifa K35L XZ	1	59,9	5	2	16	Бетонщ. 5р.-2 Монт. 2р.-3
Устройство полов цементных	100м ²	7,9	39			1,3	5	2	4	
Устройство полов асфальтобетонных	1000м ²	1,855	4,8	-	-	4,4	3	2	1	Разнорабочий

Продолжение Приложения М

Продолжение таблицы М.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Устройство полов плиточных	100м ²	2,46	36,8	-	-	0,9	2	2	9	Плиточник
Устройство полов линолеумных	100м ²	3,15	12,4	-	-	0,3	2	2	3	Отделочник
Монтаж металлических ворот раздвижных	100м ²	0,461	13,2	-	-	0,7	4	2	1,5	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-4
Монтаж металлических ворот распашных	100 шт	0,02	4,9	-	-	0,3	4	2	0,5	
Монтаж алюминиевых оконных блоков	100м ²	4,27	233,7	-	-	10,3	4	2	29,5	
Монтаж дверей металлических	м ²	11,96	3,6	-	-	0,3	4	2	0,5	
Монтаж дверей деревянных	100м ²	0,622	5,7	-	-	0,3	4	2	1	
Монтаж подвесных потолков	100м ²	4,26	145,1	-	-	8	6	2	12	Отделочник
Итого СМР на надземный цикл			2881,2			327,4			256	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ										
Неучтенные работы	%	20	576,2	-	-	65,5	5	2	58	Разнорабочий
Всего			3745,5			425,6			343	

Приложение Н
Проектирование стройгенплана

Таблица Н.1 – Ведомость временных зданий

Наименование зданий	Численность	Норма площади	Расчетная 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	24	0,9	21,6	40,2	6,7х3х3	1	Контейнерный
Проходная				6	2х3	1	Сборно-разборная
Столовая	24	0,6	14,4	27	9х3х3	1	Контейнерный
Туалет	24	0,07	1,68	2,2	1,1х1,1	2	Туалетная кабина
Душевая	24	0,43	10,32	20,1	6,7х3х3	1	Контейнерный

Таблица Н.2 – Ведомость потребности в складах

Наименование конструкций и деталей	Продолжительность потребления, дн	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во	Норматив на 1 м2	Полезная Фпол, м2	Общая Фобщ, м2	
Стеновые сэндвич-панели	26	1931	74,3	2	148,6	1	1,25	185,7	10х20 откр
Кровельный профнастил	20	4455	222,75	2	445,5	1	1,25	556,8	15х23 откр
Оконные блоки	29,5	427	14,47	5	72,35	20	1,25	4,52	2х4 закр
Дверные блоки	1,5	12	8	2	16	15	1,25	1,3	4х4 навес
Ворота	2	46	23	1	23	5	1,2	5,52	2х3 откр

Продолжение Приложения Н

Таблица Н.3 – Расчетная ведомость потребной мощности

Наименование потребителя	Ед. изм.	Установленная мощность, кВт	Кол-во	Общая установленная мощность, кВт
Машины и установки				
Инвертор 220/380 В	шт	30	2	60,00
Бетононасос Isuzu	шт	4	1	4,00
Вспомогательное оборудование.				5,00
Итого P_c				69,00
Внутреннее освещение				
Контора	100м ²	1	0,201	0,201
Бытовки	100м ²	1	0,402	0,402
Помещения приема пищи	100м ²	1	0,402	0,402
Будка охраны	100м ²	1	0,06	0,06
Итого $P_{вс}$				1,065
Наружнее освещения				
Периметр площадки	1000м ²	3,0	4,568	13,703
Склад 1	1000м ²	1	0,7425	0,7425
Склад 2	1000м ²	1,2	0,0045	0,0054
Освещение для нужд безопасности объекта.	км	1,5	0,4975	0,7464
Итого $P_{но}$:				15,2

Продолжение Приложения Н

Н.1 Расчет и проектирование водопотребления и водоотведения

«Расчетный расход воды, л/с:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (\text{Н.1.3})$$

где $Q_{\text{пр}}$ – 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:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \times q_{\text{н}} \times n_{\text{н}} \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}}, \quad (\text{Н.1.2})$$

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

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

$n_{\text{н}}$ – объем работ в сутки, $n_{\text{н}} = 5, 44 \text{ м}^3$;

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

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

$K_{\text{ч}} = 1, 5 \text{ л/с}$ – коэффициент сменной неравномерности потребителя» [4].

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \times 250 \times 5,44 \times 1,3}{3600 \times 8,2} = 0,072 \text{ л/сек.}$$

«Секундный расход на санитарно-бытовые нужды на строительной площадке:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{у}} \times n_{\text{р}} \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}} + \frac{q_{\text{д}} \times n_{\text{д}}}{60 \times t_{\text{д}}}, \quad (\text{Н.1.3})$$

Продолжение Приложения Н

где q_y – удельный расход воды, 15 л,

q_d – удельный расход воды в душе на 1 работающего, 30 л,

n_p – максимальное число работающих в смену $N_{расч}=22$ чел,

K_q – коэффициент часовой неравномерности потребления воды,

$$K_q=2,$$

t_d – продолжительность пользования душем. $t_d = 45$ мин,

n_d – число людей, пользующихся душем в наиболее нагруженную смену» [4], $n_d=22$ чел.

$$Q_{хоз} = \frac{15 \times 22 \times 2}{3600 \times 8,2} + \frac{30 \times 22}{60 \times 45} = 0,27 \text{ л/сек},$$

$$Q_{общ} = 0,072 + 0,27 + 10 = 10,34 \text{ л/сек}.$$

«Диаметр труб водопроводной сети, мм:

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{Q_{общ} \cdot 1000}{3,14 \cdot V}}, \quad (\text{Н.1.4})$$

Округляем получившиеся значение до стандартного диаметра трубы с толщиной стенки не менее 4 мм» [4].

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{10,34 \times 1000}{3,14 \times 0,7}} = 137,18 \text{ мм}.$$

Н.2 Расчет и проектирование электроснабжения строительной площадки

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

Продолжение Приложения Н

$$P_p = \alpha \times \left(\sum \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos \phi} + \sum \frac{k_{2c} \times P_T}{\cos \phi} + \sum k_{3c} \times P_{ов} + \sum k_{4c} \times P_{он} \right), \quad (\text{Н.2.1})$$

где α - коэффициент, учитывающий потери в электросети в зависимости от протяженности, сечения проводов и т.п.;

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}, k_{4c}$ - коэффициенты спроса потребителей;

$P_c, P_T, P_{ов}, P_{он}$ - установленная мощность силовых токоприемников «с», технологических потребителей «т», осветительных приборов внутреннего «о.в» и наружного «о.н» освещения.

$\cos \phi$ - коэффициенты мощности» [4].

Мощность для обеспечения нужд потребителей представлена в таблице Н.3.

$$P_p = 1,1 \cdot \left(\sum \frac{69 \cdot 0,35}{0,4} + 1,065 \times 1 + 15,2 \times 1 \right) = 76,64 \text{ кВт.}$$

$P=76,64$ кВтА. Принимаем тип трансформатора СКТП-100-10/6/0,4, мощностью 20-100 кВтА (конструкция закрытая).

«Определяем количество прожекторов для освещения строительной площадки:

$$N = \frac{p_{уд} \times E \times S}{P_l}, \quad (\text{Н.2.2})$$

где $p_{уд}$ - удельная мощность, Вт/м²;

E – освещенность, лк;

S – величина площадки, подлежащей освещению, м²;

P_l – мощность лампы прожектора, Вт» [4].

$$N = \frac{0,25 \times 2,5 \times 14724,1}{1500} = 6,13 \text{ шт.}$$

Приложение П

Экономические расчеты

Основание:

Сметная стоимость 57 735751, 34 руб.

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

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	Стоимость СМР в текущих ценах	ТЗ осн.раб ТЗ мех. на единицу	ТЗ осн.раб ТЗ мех. всего
				Всего	Экспл. маш.	Всего	Экспл. маш.						
				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
ФЕР09-03-002-04	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м составного сечения массой до 3,0 т	т	112,2	570,59 <u>128,52</u>	370,06 <u>42,68</u>	64020,2 <u>14419,94</u>	41520,73 <u>4788,7</u>	19208,64	Нр 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	97635,32	727 383,13	14 <u>3,2</u>	1570,8 <u> </u>
ФССЦ-07.2.07.13-0012	Балки промежуточные	т	112,2	11425,09		1281895,1		0		1281895,1	1	9 550 118,50	

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФЕР09-04-006-01	Монтаж фахверка	т	5,58	1067,06 285,1	556,34 41,45	5954,19 1590,86	3104,38 231,29	1822,15	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	9142,96	68 115,05	28,34 3,08	158,14 —
ФССЦ-07.2.07.13-0031	Клинья парные	т	7,8	12600		98280		0		98280	732 186,00		—
ФЕР09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	т	2,22	1258,46 553,07	473,06 53,96	2793,78 1227,82	1050,19 119,79	1347,61	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	5152,1	38 383,15	63,28 4,01	140,48 —
ФЕР09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	33	878,74 229	556,71 65,12	28998,42 7557	18371,43 2148,96	9705,96	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	45983,85	342 579,68	25,53 4,92	842,49 —
ФССЦ-07.2.07.13-0043	Конструкции металлические крепежных блоков с распорами	т	50,9	7441		378746,9		0		378746,9	2 821 664,41		—
ФЕР09-03-013-01	Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	т	17,9	962,57 490,4	307,75 35,47	17230 8778,16	5508,73 634,91	9413,07	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	33702,87	251 086,38	56,11 2,64	1004,37 —

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФЕР09-03-003-07	Монтаж блоков подкрановых балок, укрупняемых на монтаже, на отметке: до 25 м пролетом до 12 м массой до 2,0 т	т	83,23	1153,28 205,22	881,99 77,67	95987,49 17080,46	73408,03 6464,47	23544,93	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	137191,12	1 022 073,84	22,09 5,54	1838,55 —
ФЕР09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	29,9	503,98 138	280,49 24,65	15069 4126,2	8386,65 737,04	4863,24	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	23579,67	175 668,54	15,79 1,75	472,12 —
ФЕР09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия: из профилированного листа при высоте здания до 25 м	100 м2	44,55	933,04 310,27	468,81 41,15	41566,93 13822,53	20885,49 1833,23	15655,76	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	68964,51	513 785,60	35,5 2,93	1581,53 —
ФЕР09-03-039-05	Монтаж опорных конструкций: этажерочного типа	т	4,08	868,38 182,17	235,79 19,67	3542,99 743,25	962,02 80,25	823,5	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	4984,12	37 131,69	19,38 1,47	79,07 —
ФЕР09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен: из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м	100 м2	19,309	7180,49 1600,26	5152,79 453,43	138648,08 30899,42	99495,22 8755,28	39654,7	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	208043,81	1 549 926,38	170,24 36,14	3287,16 —

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФССЦ-07.2.07.13-0001	Балка (наклонная горка) из стали угловой 250x16 мм, стали листовой толщиной 8 и 14 мм, труб профильных 180x8, 120x7, 100x7, 80x7, 150x7 и 120x160x9 мм, огрунтованная ГФ-021 и окрашенная эмалью ПФ-115 за два раза	т	5,271357	9634,48		50786,78		0		50786,78	378 361,51		—
ФЕР12-01-013-03	Утепление покрытий плитами: из минеральной ваты или перлита на битумной мастике в один слой	100 м2	44,55	1430,17 433,09	126,24 10,68	63714,07 19294,16	5623,99 475,79	19769,95	НР 120% от ФОТ СП 65% от ФОТ	100288,48	747 149,18	45,54 0,83	2028,81 —
ФССЦ-12.2.05.11-0001	Панель теплоизоляционная конструктивная марки "REIN"	м2	4588,65	586,57		2691564,4 3		0		2691564,4 3	20 052 155,00		—
ФЕР12-01-007-10	«Комплекс работ по устройству кровель из наплавляемых рулонных материалов для зданий шириной от 12 до 24 метров: в два слоя» [11]	100 м2	44,55	3771,75 649,29	110,75 17,1	168031,46 28925,87	4933,91 761,81	29687,68	НР 120% от ФОТ СП 65% от ФОТ	222953,67	1 661 004,84	74,29 1,29	3309,62 —
ФССЦ-12.1.02.15-0051	Кромел-1Р, эластомерный	м2	12384,9	29,34		363372,97		0		363372,97	2 707 128,63		—
ФЕР08-02-015-05	Кладка наружных и внутренних кирпичных стен с теплоизоляционными плитами: общей толщиной 380 мм при высоте этажа до 4 м	м3	93,13	252,93 73,42	36,99 5,85	23555,37 6837,6	3444,88 544,81	7382,41	НР 122% от ФОТ СП 80% от ФОТ	38467,84	286 585,41	8,4 0,44	782,29 —

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФССЦ-06.1.01.05-0001	«Кирпич керамический лицевой профильный размером 250х120х65 мм» [11]	1000 шт	37,53139	2420		90825,96		0		90825,96	676 653,40		—
ФЕР09-03-046-02	Монтаж перегородок: из алюминиевых сплавов звукоизоляционных	100 м2	5,08	2995,94 2368,53	381,59 22,35	15219,38 12032,13	1938,48 113,54	12145,67	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	36474,3	271 733,54	235,44 1,76	1196,04 —
ФССЦ-09.2.03.04-0001	Алюминиевые профили прессованные	т	5	53421		267105		0		267105	1 989 932,25		—
ФЕР39-01-009-05	Монтаж металлических: лестниц и площадок	т	3,3	1894,18 446,26	1131,75 129,43	6250,79 1472,66	3734,78 427,12	1899,78	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	9575,4	71 336,73	44,36 10,05	146,39 —
ФЕР10-01-046-01	Установка ворот с коробками стальными, с раздвижными или распахивающимися неутепленными полотнами и калитками	100 м2	0,461	6554,59 2124,25	1510,68 155,74	3021,67 979,28	696,42 71,8	1051,08	НР 118% от ФОТ СП 63% от ФОТ	4924,12	36 684,69	228,66 11,93	105,41 —
ФССЦ-01.7.15.11-0022	Шайбы диаметром 8-12 мм	кг	1,7057	28,17		48,05		0		48,05	357,97		—
ФЕР07-01-055-01	Устройство ворот распашных с установкой столбов: металлических	100 шт	2	33557,78 18936,35	12877,95 1561,67	67115,56 37872,7	25755,9 3123,34	40996,04	НР 130% от ФОТ СП 85% от ФОТ	155257,04	1 156 664,95	1940,2 117,88	3880,4 —

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФССЦ-08.1.06.04-0002	Панели ворот сварные из стержней диаметром: 18 мм по 2 шт через 125 мм. S=1,74x1,07=1,86 м2, ПМ 7А (серия 3.017-1)	шт	400	2332,94		933176		0		933176	6 952 161,20		—
ФССЦ-07.2.07.11-0031	Стойки фальшполов металлические опорные с накладками высотой 40-60 мм	шт	400	10,62		4248		0		4248	31 647,60		—
ФССЦ-06.1.01.05-0001	Кирпич керамический лицевой профильный размером 250x120x65 мм	1000 шт	0,212	2420		513,04		0		513,04	3 822,15		—
ФЕР09-04-009-04	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	100 м2	4,27	23718,11 4344,17	1954,5 275,28	101276,33 18549,61	8345,72 1175,45	19725,06	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	135795,18	1 011 674,09	437,92 19,31	1869,92 —
ФЕР09-04-012-01	Установка металлических дверных блоков в готовые проемы	м2	11,96	63,94 23,81	14,41 1,97	764,72 284,77	172,34 23,56	308,33	НР 90% от ФОТ СП 85% от ФОТ	1304,3	9 717,04	2,4 0,17	28,7 —
ФССЦ-07.1.01.03-0001	Блок дверной стальной внутренний однопольный ДСВ, площадь 2,1 м ² (ГОСТ 31173-2003)	м2	11,96	1799,14		21517,71		0		21517,71	160 306,94		—
ФЕР10-04-013-01	Установка: деревянных дверных блоков	100 м2	0,622	968,76 639,24	288,79 42,4	602,57 397,61	179,63 26,37	423,98	НР 118% от ФОТ СП 63% от ФОТ	1369,98	10 206,35	73,14 3,43	45,49 —

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФЕР11-01-014-01	Устройство полов бетонных толщиной: 100 мм	100 м2	43,5	529,86 291,49	190,65 127,83	23048,91 12679,82	8293,28 5560,61	18240,43	НР 123% от ФОТ СП 75% от ФОТ	59164,96	440 778,95	30,3 11,02	1318,05 —
ФЕР27-06-029-01	«Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных смесей асфальтоукладчиками второго типоразмера, толщина слоя 4 см» [11]	1000 м2	1,855	8759,73 182,32	7702,63 241,4	16249,3 338,2	14288,38 447,8	786	НР 142% от ФОТ СП 95% от ФОТ	18112,12	134 935,29	20,86 18,85	38,7 —
ФССЦ-04.2.01.04-0001	Смеси асфальтобетонные дорожные мелкозернистые щебеночные типа Б марки 1	т	5	460		2300		0		2300	17 135,00		—
ФЕР11-01-001-02	Уплотнение грунта: щебнем	100 м2	43,5	146,77 64,53	81,7 9,25	6384,5 2807,06	3553,95 402,38	3209,44	НР 123% от ФОТ	12739,19	94 906,97	7,7 0,88	334,95 —
ФССЦ-02.2.05.04-0083	Щебень из природного камня для строительных работ марка: 400, фракция 40-70 мм	м3	221,85	90,5		20077,43		0		20077,43	149 576,85		—
ФЕР11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м2	7,9	366,49 313,71	44,24 17,15	2895,27 2478,31	349,5 135,49	2613,8	НР 123% от ФОТ СП 75% от ФОТ	8070,59	60 125,90	39,51 1,27	312,13 —
ФССЦ-04.3.01.09-0001	Раствор готовый кладочный тяжелый цементный	м3	19,314	424,88		8206,13		0		8206,13	61 135,67		—

Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ФЕР11-01-027-02	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток: керамических для полов многоцветных	100 м2	2,46	8201,43 1046,88	122,7 37,92	20175,52 2575,32	301,84 93,28	2668,6	НР 123% от ФОТ —	25459,35	189 672,16	119,78 2,94	294,66 —
ФЕР11-01-036-04	«Устройство покрытий: из линолеума насухо со свариванием полотнищ в стыках» [11]	100 м2	3,15	321,21 261,02	60,19 10,16	1011,81 822,21	189,6 32	854,21	НР 123% от ФОТ —	2703,15	20 138,47	31,41 0,82	98,94 —
ФССЦ-01.6.03.04-0022	Линолеум «Спецстрол», Г-2, шириной 1,5 м, толщиной 2,1 мм	м2	321,3	72		23133,6		0		23133,6	172 345,32		—
ФЕР09-03-048-01	Монтаж потолков подвесных: комбинированных стальных с облицовкой алюминиевыми листами	100 м2	4,26	6346,1 2471,58	1650,76 196,94	27034,39 10528,93	7032,24 838,96	11367,89	НР 90% от ФОТ — СП 85% от ФОТ	46928,2	349 615,09	272,5 14,96	1160,85 —
Итого прямые затраты по смете в базисных ценах											7 195 959,80	27926,06 3084,13	
Накладные расходы											312 776,27		
Сметная прибыль											241 029,21		
Итого по смете:													
Итого											7 749 765,28	27926,06 3084,13	
Всего с учетом "Минстроя России № 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 г. СМР=7,45"											57 735 751,34	27926,06 3084,13	
ВСЕГО по смете											57 735 751,34	27926,06 3084,13	

Составил: Ишкуватов У.Г.

Проверил:

Приложение Р

Мероприятия пожарной и экологической безопасности

При разработке мероприятий по увеличению эффективности организации безопасного проведения работ по строительству цеха «необходимо учитывать следующие производственные факторы, а именно:

- физические (повышенная температура поверхностей оборудования и изделий, высота, увеличенная вибрация, погодные-климатические условия, повышенный уровень освещения);

- химические (выбросы продуктов сгорания, запыленность воздуха рабочей зоны)» [9].

Исходя из вышеперечисленных факторов, внедряются следующие «организационно-технические методы защиты от вредных производственных факторов:

- налаживание эффективного производственного цикла;
- оснащение объекта средствами коллективной и индивидуальной защиты;

- нормализация условий труда, проведение плановых и внеплановых инструктажей» [9].

Также необходимо определить, какие пожароопасные факторы возникают при производстве работ по строительству цеха по изготовлению трубопроводных узлов. Учитывается технология выполнения операций и, в данном случае, рассматриваются сварочные работы и работы с электроинструментом (сварочные аппараты, шлифовальные машинки, отрезной инструмент и др.), которые характеризуются возникновением открытого пламени при работе с резаком, открытой электрической дугой, расплавленным металлом, повышенными температурами и токсичными газами, образующимися при испарении обмазки электрода.

Класс пожара принимается Е.

Продолжение Приложения Р

Таблица Р.1 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация и связь
Асбестовые покрывала, огнеупорное полотно, наполненные водой бочки, наполненные песком ящики, огнетушители (ручные, передвижные), 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

При устройстве крыши здания цеха по изготовлению трубопроводных узлов разработаны «организационно-технические мероприятия по обеспечению пожаробезопасности, которые обязаны включать следующие:

- 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

Указанные мероприятия должны соответствовать Федеральным законам № 123-ФЗ, № 69-ФЗ, официальным сводам правил (СП) и правилам противопожарного режима (ППР-2012)» [9].

Выполнить исследование строительного процесса на наличие факторов

Продолжение Приложения Р

негативно влияющих на окружающую среду несложно. Достаточно изучить сопроводительную документацию на применяемые материалы и оборудование, где степень токсичности и опасности будет указан недвусмысленно.

Таблица Р.2 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование структурного элемента, технологическая операция	Наименование вида строительной активности	Влияние на атмосферу	Влияние на гидросферу	Влияние на литосферу
Монтаж шатра покрытия цеха по сборке и сварке трубопроводных узлов	Промышленный объект, подъемные машины и механизмы, использование автотранспорта и электроинструмента и оборудования	Выброс дыма и продуктов горения при электросварных работах и работе автотранспорта, выбросы легкоиспаряемых химических токсичных продуктов при покрасочных работах	Вымывание токсичных веществ в водоемы	Загрязнение и разрушение плодородного слоя почвы