

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 производству крупногабаритных металлоконструкций

Обучающийся

О.А.Чуваткина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. тех. наук, доцент, В.Н.Шишканова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. тех. наук, доцент, В.Н. Шишканова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. техн. наук, доцент, М.М. Гайнуллин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент, П.В. Воробьев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент, В.Н. Чайкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент, Т.А. Журавлева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. техн. наук, А.Б.Стещенко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Пояснительная записка содержит 129 страниц, в том числе 28 таблиц, 50 источников. Графическая часть выполнена на 8 листах формата А1.

В выпускной квалификационной работе изложены основные положения по организации строительства цеха по производству металлоконструкций. Подробно разработана архитектурно-планировочная часть здания, выполнен расчет прочности основных элементов и конструкций. В разделе технологии строительства разработана технологическая карта на монтаж основных конструктивных элементов. В разделе организации строительства рассмотрены основные этапы и методы выполнения строительных работ, разработан календарный план строительства. В разделе экономической части проведена сметная оценка затрат на возведение объекта, рассчитаны технико-экономические показатели эффективности строительства.

Особое внимание уделено вопросам обеспечения безопасности и экологической чистоты на строительном объекте. В ходе работы проработаны мероприятия, направленные на минимизацию неблагоприятных воздействий на окружающую среду и безопасность персонала.

Проектом предусмотрено применение современных строительных материалов и технологий, обеспечивающих высокое качество и долговечность возводимого объекта.

Содержание

Введение.....	6
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	8
1.1 Исходные данные	8
1.2 Планировочная организация земельного участка	9
1.3 Объемно планировочное решение здания	11
1.4 Конструктивное решение здания.....	13
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	15
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	17
1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания	17
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия	26
1.7 Инженерные системы	29
1.7.1 Отопление	29
1.7.2 Вентиляция	30
1.7.3 Водопровод	31
1.7.4 Канализация	32
1.7.5 Электроснабжение	32
2 Расчетно-конструктивный раздел	35
2.1. Описание конструкции, принятой для расчета и конструирования, исходные данные для проектирования	35
2.2 Расчет и конструирование стропильной фермы	36
2.3 Определяем сосредоточенную нагрузку в узлах верхнего пояса ферм. ...	37
2.4 Определение усилий в стержнях фермы и расчетных длин стержней.....	37
Таблица 2 - Усилия в стержнях фермы.....	38
2.5 Подбор сечения стержней фермы.....	38
2.6 Конструирование и расчет узлов стропильной фермы.	45
3 Технология строительства.....	48
3.1 Область применения	48
3.2 Технология и организация выполнения работ	49

3.2.1 Требования законченности подготовительных и предшествующих работ	49
3.2.2 Расчеты объемов работ, расхода материалов и изделий	49
3.2.3 Выбор грузозахватных приспособлений	50
3.2.4 Выбор монтажного крана	50
3.2.5 Технология производства работ по монтажу стальных ферм	52
3.3 Требования к качеству и приемке работ	55
3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность	57
3.4.1 Безопасность труда	57
3.4.2 Пожарная безопасность	59
3.4.3 Экологическая безопасность	61
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах	62
3.6 Техничко-экономические показатели	62
3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени	62
3.6.2 График производства работ	63
3.6.3 Основные технико-экономические показатели	63
4. Организация и планирование строительства	65
4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ	65
4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях	65
4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ	66
4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени	68
4.5 Разработка календарного плана производства работ	69
4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	71
4.7 Проектирование строительного генерального плана	76
5. Экономика строительства	79
5.1 Определение сметной стоимости строительства	79
5.2. Расчет стоимости проектных работ	81
5.3 Заключение по разделу экономика строительства	82
6 Безопасность и экологичность технического объекта	84

6.1 Характеристика рассматриваемого технического объекта.....	84
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	84
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	85
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	85
6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара	85
6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	86
6.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара	86
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	87
Заключение	88
Список используемой литературы	89
Приложения.....	97

Введение

Всё многообразие металлоконструкций по области применения условно можно разделить на две больших группы – машиностроительные металлические конструкции и металлические конструкции зданий и сооружений, которые также можно назвать строительными металлоконструкциями. Если в машиностроении обычно под металлоконструкциями подразумеваются конструкции и детали, изготовленные из профилированного или листового металла, в отличие от деталей получаемых литьём или ковкой, то в строительстве термином «строительные металлоконструкции» называют несущие строительные элементы зданий изготовленные, из металла.

Так как строительство промышленных и жилых зданий (колонны, подкрановые балки, стропильные и подстропильные фермы и связи между ними) строительство резервуаров, башен и мачт для коммуникаций и многого другого связано с реализацией весьма крупных объектов, то в данном случае возникает потребность в крупногабаритных металлоконструкциях, которые широко применяются в различных областях и имеют значительное значение для производства, обеспечения безопасности и надежности сооружений. Вследствие этого они используются в строительстве зданий и сооружений, мостов, нефтегазовой промышленности, энергетике, машиностроении и других отраслях, вследствие чего на сегодняшний день потребность в металлических конструкциях чрезвычайно велика и непрерывно увеличивается, поэтому производство крупногабаритных металлоконструкций не теряет актуальности и постоянно наращивает свои мощности.

Целью данной выпускной квалификационной работы является реализация предпроектного исследования строительства цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций для обеспечения региона собственными производственными мощностями.

Для достижения поставленной цели был сформирован ряд задач, которые заключаются в следующем:

1. Проанализировать общую характеристику предприятия и систематизировать исходные данные для проектирования;
2. Рассмотреть вопросы организации технической эксплуатации системы производства крупногабаритных металлоконструкций;
3. Разработать технологические и организационные решения по строительству цеха;
4. Определить сметную стоимость строительства;
5. Рассмотреть вопросы безопасности труда и экологичности производства;
6. Разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке.

Информационную базу настоящей работы составили нормативные акты Российской Федерации, литературные источники, периодические издания, материалы научных конференций и семинаров и информационные данные сети Интернет по теме «Строительство производственных объектов».

Практическая и социальная значимость работы заключается в том, что согласно данному проекту возможно провести возведение цеха изготовления деталей и узлов изделий, имеющих неразъемные соединения, выполненные преимущественно сваркой, что приведет к экономии электроэнергии и снижению аварийности, а также расходов на транспорт металлоконструкций из других областей.

В соответствии с темой, целью и задачами исследования была определена структура дипломной работы, представленная введением, шестью разделами основной части, заключением, списком использованной литературы и приложением.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Строительная площадка расположена в городе Тольятти, который относится к климатической зоне II. Здесь преобладает умеренно-континентальный климат, характеризующийся холодной зимой и теплым летом, со среднегодовой температурой $+6^{\circ}\text{C}$. Зимние минимумы иногда опускаются ниже -25°C , а летние максимумы могут достигать $+35^{\circ}\text{C}$. Зимой ветры дуют с юго-запада, и район относится к категории III с расчетной снеговой нагрузкой 180 кгс/м^2 . Это требует тщательного учета накопления снега при проектировании несущих конструкций, таких как крыши и полы, а также усиления каркаса и ограждающих конструкций здания.

Сейсмическая активность Тольятти оценивается в 6 баллов по сейсмической шкале, что требует проведения сейсмостойких расчетов и проектных мероприятий для повышения устойчивости здания к возможным землетрясениям. Строящийся объект предназначен для производства крупных металлических конструкций и будет включать в себя такое оборудование, как мостовые краны, рельсы и подкрановые балки для обеспечения тяжелых погрузочно-разгрузочных и сборочных операций. Здание относится к категории нормальной ответственности и отвечает стандартным требованиям надежности и безопасности. По уровню пожаро- и взрывоопасности оно относится к категории А, что предъявляет жесткие требования к пожарной безопасности, включая установку систем пожаротушения, механизмов дымоудаления и эффективных путей эвакуации.

Класс огнестойкости - III, поэтому в конструкции здания должны использоваться огнестойкие материалы и соблюдаться нормы, направленные на сдерживание распространения огня. Класс капитальности - II, что требует использования прочных и долговечных материалов для обеспечения долговечности. Класс конструктивной пожарной опасности - С0, что говорит об

отсутствии горючих материалов в первичных конструктивных элементах. Положения пожарной безопасности соответствуют стандартам для функциональных категорий пожарной опасности ф5.1 и ф5.2, включая современные системы пожаротушения, надежную пожарную сигнализацию и эффективную инфраструктуру эвакуации. Здание рассчитано на предполагаемый срок эксплуатации 50 лет, что отражает стремление к прочности и долгосрочной функциональности.

1.2 Планировочная организация земельного участка

В городе Тольятти строится новый производственный комплекс по изготовлению крупных металлоконструкций. Проект занимает обширную территорию площадью 196 390 квадратных метров, что подчеркивает значительный масштаб и амбициозный потенциал предприятия.

Стратегический выбор места для строительства обусловлен отличным транспортным сообщением. С севера территория граничит с автомагистралью М5 «Урал», которая обеспечивает прямой доступ к городу Самара, что гарантирует эффективную логистику поставок сырья и дистрибуции продукции. С восточной стороны проходит железнодорожная ветка, обеспечивающая дополнительный транспортный путь, особенно для крупногабаритных грузов. Западный и южный края участка находятся в непосредственной близости от соседних компаний, что открывает возможности для сотрудничества, например, совместного использования инфраструктуры или поставок комплектующих.

Застроенная площадь проекта составляет 27 432 квадратных метра, из которых 22 500 квадратных метров отведены под дороги, тротуары и парковку. Эти объекты инфраструктуры спроектированы таким образом, чтобы обеспечить комфорт и безопасность для автомобилей и пешеходов. Помимо функциональных элементов, проект уделяет большое внимание зеленым

насаждениям, включая озеленение и садоводство на участках, не занятых зданиями и дорогами.

Кроме того, в проекте предусмотрен слой фундамента с основанием из гравия толщиной 15 сантиметров, который выполняет функцию дренажной системы (рис. 1).

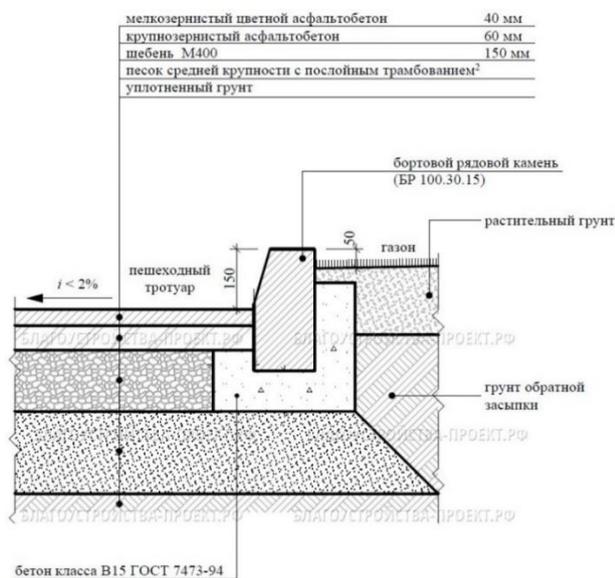


Рисунок 1 - Структура покрытия тротуара

Ширина тротуаров, которая составляет 1,5 метра, является оптимальной для обеспечения комфортного передвижения пешеходов. Этот размер позволяет людям свободно проходить мимо друг друга.

Эти слои обеспечивают необходимую прочность и устойчивость дорожного покрытия к различным нагрузкам и воздействиям окружающей среды (рисунок 2).

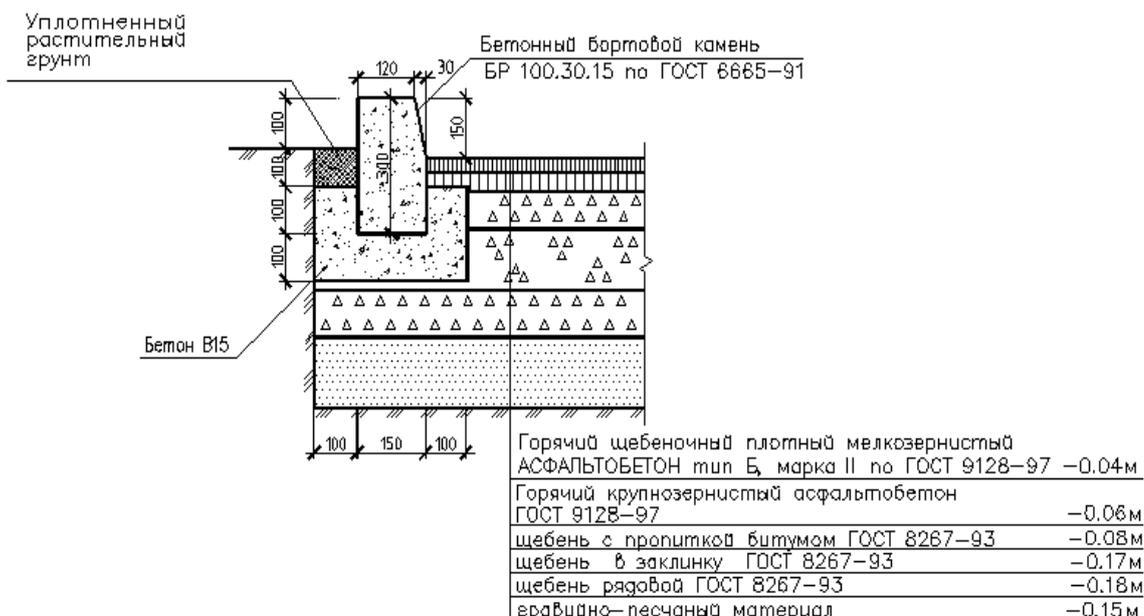


Рисунок 2 - Конструкция дорожного покрытия

Озеленение планируется газонным покрытием и на отдельных участках посадкой деревьев и кустарников.

1.3 Объемно планировочное решение здания

Участок, отведенный под комплексную застройку площадью 25620 м², обеспеченных инженерными сетями водо-, газо-, электроснабжения, с современным спортивным залом, уличными спортплощадками, беговыми дорожками, зелеными зонами.

Проектируемая территория под комплексную компактную застройку свободна от строений и зеленых насаждений, соответствует экологическим и санитарно-эпидемиологическим нормам.

Проектируемое здание состоит из 2 блоков, ориентировано продольными осями с северо-запада на юго-восток. На территории комплексной компактной застройки цеха выделены 2 основные зоны:

- 1) территория цеха;
- 2) хозяйственная зона.

Все нормируемые расстояния от зданий комплекса и между сооружениями выдержаны. Для цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций примерные значения показателей технико-экономической оценки могут быть следующими (табл. 1):

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели для общественных зданий на I и II очередь

	Цех
1. Мощность, вместимость	150 мест
2. Общая площадь здания	2400 м ²
3. Строительный объем	15313,4 м ³
4. Полезная площадь	2348,9 м ²
5. Расчетная площадь	1838,8 м ²
6. Удельный расход энергоресурсов на единицу площади, (ккал/ч) / кв.м	149,2
7. Общая стоимость строительства (стадия проект) в ценах 2021 года	40 262,16
в том СМР	28 228,87
оборудование	9 306,83
прочие затраты	2 726,30
8. Продолжительность строительства	17 мес.

Таблица 2 - Теплотехнические показатели

1	2	3	4	5
1	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	R _{0r} , м ² · °C/Вт		
	- стен	R _w	3,536	3,808
	- окон и балконных дверей	R _F	0,605	0,680
	- витражей	R _F	-	-
	- фонарей	R _F	-	-
	- входных дверей и ворот	R _{ed}	0,999	1,000
	- покрытий (совмещенных)	R _c	-	-
	- чердачных перекрытий (холодных чердаков)	R _c	4,646	4,982
	- перекрытий теплых чердаков (включая покрытие)	R _c	-	-
	- перекрытий над техподпольями	R _f	-	-
	- перекрытий над неотапливаемыми подвалами или подпольями	R _f	-	-
	- перекрытий над проездами и под эркерами	R _f	-	-
	- пола по грунту			

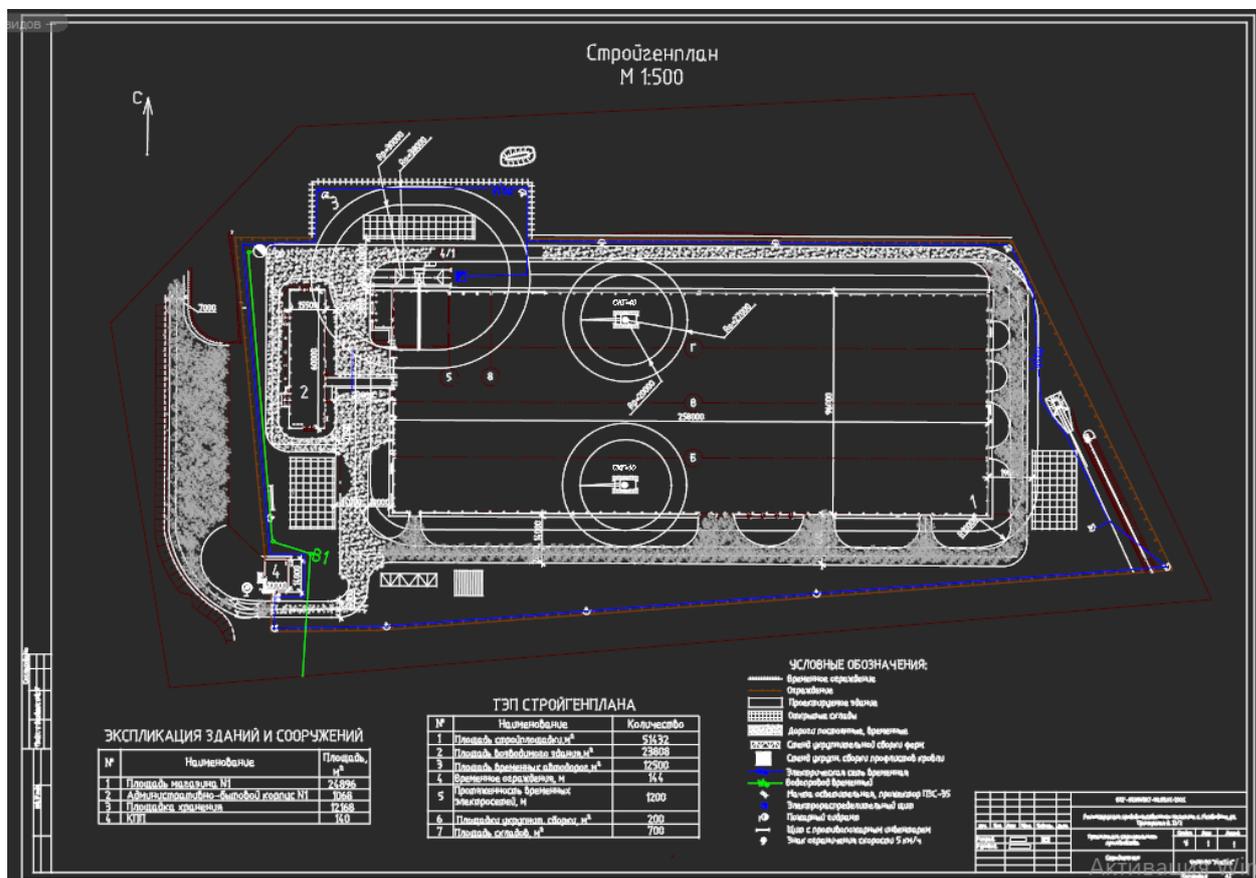


Рисунок 3 - Схема планировочной организации земельного участка

1.4 Конструктивное решение здания

Производственный цех был построен с использованием каркасной конструкции, которая обеспечивает прочность и долговечность. Местность на объекте относительно ровная, перепады высот составляют менее 5 метров. Завод расположен между отметками 98,13 и 102,69 метра над уровнем моря.

Геологическое строение участка демонстрирует разнообразную стратификацию. Поверхностный слой состоит из почвы и растительности (ИГЭ-1), затем идут плотные, компактные суглинки с просадочными свойствами (ИГЭ-

2 и ИГЭ-3). Под ними находятся более мягкие, пластичные, непросадочные суглинки (ИГЭ-3) и среднеплотные, среднекрупнозернистые пески (ИГЭ-4). В этом регионе грунт сезонно промерзает на глубину около 0,92 м на открытых участках без снежного покрова.

В основной конструкции здания используются стальные конструкции, выбранные за их исключительную прочность и способность выдерживать значительные нагрузки [1]. Наружные стены выполнены из современных трехслойных стальных панелей, которые обеспечивают надежную защиту от таких факторов окружающей среды, как ветер, дождь и шум, и при этом отвечают требованиям энергоэффективности. Эти панели помогают снизить потребность в отоплении и охлаждении, повышая экологическую устойчивость здания. Кроме того, их доступность в различных цветах и фактурах дает возможность создавать визуально яркие и архитектурно изысканные фасады.

Внутренний каркас здания состоит из стальных элементов, таких как фермы, балки и обрешетка. Они рассчитаны на значительные нагрузки и обеспечивают общую стабильность конструкции. Прочный фундамент, усиленный поперечными и продольными колоннами, еще больше повышает прочность здания. Для улучшения теплоизоляции и защиты от механических повреждений нижние стены высотой до 1,2 м выполнены из трехслойного прочного ламината [6]. Крыша верхних уровней представляет собой монолитную железобетонную плиту толщиной 20 см с интегрированными стальными панелями в качестве постоянных конструктивных элементов. В процессе проектирования приоритетное внимание уделялось соблюдению современных стандартов безопасности, оптимизации энергоэффективности и созданию эстетически привлекательного промышленного пространства.

1.5 Архитектурно-художественное решение здания

При проектировании комплекса зданий были тщательно учтены несколько факторов, включая его функциональное назначение, особенности технологических процессов, которые он поддерживает, и соответствие нормативным стандартам, регулирующим промышленное строительство и эксплуатацию. Для улучшения условий труда в производственном помещении стратегически расположенные окна позволяют естественному свету заливать пространство, создавая светлую и уютную атмосферу. Кроме того, окна способствуют эффективной вентиляции, обеспечивая комфорт и улучшая условия для сотрудников, выполняющих свои повседневные задачи.

Внешний вид цеха разработан с учётом его функционального назначения и в гармонии с окружающей застройкой. При проектировании архитектурных решений были приняты во внимание требования экономической целесообразности и использования современных, энергоэффективных строительных и отделочных материалов [2].

Фасады здания оформлены цветными акцентами, выделяющими объёмы групповых ячеек, что создаёт визуальное разнообразие и делает объект привлекательным для детей. Окна на фасаде заглублены, а откосы скошены под разными углами и выделены яркими цветами, что добавляет динамику и выразительность внешнему облику.

Оконные блоки выполнены из ПВХ профиля коричневого цвета, что гармонично сочетается с общим цветовым решением фасадов. Наружные двери — из стального полотна, покрытого порошковой полимерной краской коричневого цвета, что обеспечивает их долговечность и устойчивость к воздействию внешней среды.

Внутреннее пространство здания спроектировано с использованием экологичных и негорючих материалов, таких как краски и лаки на основе натуральных масел, не выделяющие токсичных веществ.

Стены центра оштукатурены и окрашены пастельными интерьерными красками Tikkurila Perfecta, отличающимися износостойкостью и глубокоматовым эффектом. В санузлах стены облицованы светлой керамической плиткой Kerama Marazzi от пола до потолка.

Потолки оштукатурены и окрашены красками Tikkurila Perfecta в пастельных тонах, создавая гармоничный и светлый интерьер.

Для обеспечения комфортных условий пребывания детей и персонала, а также для соблюдения стандартов безопасности, были выбраны материалы, соответствующие высоким требованиям к экологичности и пожарной безопасности.

Отделка помещений представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Отделка помещений

Наименование помещений	Потолок	Стены и перегородки	Пол
Коридоры	Подвесной потолок Грильято	Флоковое покрытие	Керамогранитная плитка с антискользящей поверхностью
Тамбуры	Подвесной потолок «Албес»	Улучшенная окраска интерьерной краской (КМ0)	Керамогранитная плитка
Административные помещения	Подвесной потолок	Флоковое покрытие	Поливинилхлоридное гомогенное покрытие
Мокрые помещения	Окраска вододисперсионной краской	Керамическая плитка	Керамическая плитка
Лестничные клетки	Окраска вододисперсионной краской	Флоковое покрытие	Керамогранитная плитка, полиуретановое покрытие
Технические помещения (подвал)	Масляная краска	Масляная краска	Бетон

Для обеспечения безопасности работников в помещениях, а также в раздевалках, лестничных клетках и коридорах выполнено ограждение отопительных приборов деревянными экранами. Эти экраны защищают людей от возможных ожогов и других травм. Огнезащита деревянных экранов обеспечивается специальными средствами, гарантирующими первую группу

огнезащитной эффективности. Расстояние от радиатора до защитной решётки составляет не менее 100 мм, что способствует безопасному теплообмену.

1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания

«Проектирование зданий и сооружений должно осуществляться с учетом требований к ограждающим конструкциям в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;

- тепловой защиты;
- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;
- эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;
- необходимой надежности и долговечности конструкций.

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, коррозионную стойкость, стойкость к температурным воздействиям, в том числе циклическим, к другим разрушительным воздействиям окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций.» [п.4.1 42]

В нормах устанавливают требования к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;
- удельной теплотехнической характеристике здания;
- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года, за исключением светопрозрачного заполнения

(стеклопакетов, стекла) с вертикальным остеклением (с углом наклона заполнения к горизонту 45° и более);

- теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года;
- воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
- влажностному состоянию ограждающих конструкций;
- теплоусвоению поверхности полов;
- расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий [п.4.2 42].

Проект посвящен строительству наружной стены с использованием современных трехслойных стальных сэндвич-панелей, обеспечивающих исключительную теплоизоляцию и прочность конструкции. Стена состоит из многослойной системы, каждый компонент которой служит определенной цели.

Внешний слой - это сталь толщиной всего 0,0007 метра, которая обеспечивает прочную и защитную поверхность. Средний слой состоит из минераловатных плит, которые выступают в качестве основного теплоизоляционного материала. Сухая плотность этих плит составляет 110 кг/м^3 , что делает их очень эффективными для удержания тепла во внутренних помещениях. Внутренний слой, как и внешний, изготовлен из стали одинаковой толщины для обеспечения однородности и прочности.

В Тольятти существуют особые климатические условия, которые требуют повышенного внимания к теплоизоляции. В регионе нормальный уровень влажности внутри помещений, что позволяет использовать стандартные методы расчета тепловых характеристик. Ожидаемая температура внутри помещения составляет комфортные 18°C , подходящие для жизни и работы.

Климатические данные показывают, что средняя температура в самые холодные пять дней подряд ниже -24°C . Кроме того, отопительный период в этом районе составляет 218 дней в году, что является критическим фактором при проектировании как систем отопления, так и изоляции. Расчеты количества дней

отопительного периода используются для оценки тепловых характеристик ограждающих конструкций, обеспечивая соответствие здания требуемым стандартам энергоэффективности и комфорта для жильцов (1):

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{th}}) \cdot z_{\text{ht}} \quad (1)$$

где:

$t_{\text{int}} = 18^\circ \text{C}$ – расчетная температура внутреннего воздуха,

$t_{\text{th}} = -6.5^\circ \text{C}$ – средняя температура наружного воздуха,

$Z_{\text{ht}} = 218$ сут – продолжительность отопительного периода.

Подставив значения в формулу, получаем

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{th}}) \cdot z_{\text{ht}} = (18 - (-6.5)) \cdot 218 = 5341^\circ \text{C} \cdot \text{сут}.$$

Это значение позволяет оценить тепловые потери здания за отопительный период.

Далее, нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены определяется по формуле (2):

$$R_{\text{reg}} = a \cdot Dd + b, \quad (2)$$

$$R_{\text{reg}} = 0.0002 \cdot 5341 + 1 = 2.07 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}.$$

Это значение указывает на эффективность теплоизоляции наружной стены (рис. 4).

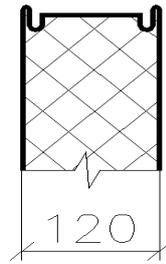


Рисунок 4 - Конструкция наружной стены (мм)

Следующим шагом определяется приведенное сопротивление теплопередачи наружной стены. Это значение рассчитывается по формуле (3):

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (3)$$

где

R_{si} — сопротивление внутренней поверхности,

R_k — сопротивление материала стены,

R_{se} — сопротивление внешней поверхности.

где

$R_{si} = 1/a_{int} = 1/8.7 = 0.115 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ - термическое сопротивление теплоотдачи.

$R_{se} = 1/a_{ext} = 1/23 = 0.043 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ - термическое сопротивление тепловосприятию.

В этом примере, R_0 составит $2.11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Подставляя значения, можно получить:

$$R_0 = 0.115 + \delta / 0.056 + 0.043$$

При толщине стенки $\delta = 120 \text{ мм}$ (0.12 м),

расчет будет выглядеть следующим образом:

$R_0 = 0.115 + 0.12/0.056 + 0.043 = 2.3$ — это значение превышает минимально допустимое значение

$R_{\text{рег}} = 2.07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, что является положительным результатом.

Следующее это проверка расчетного температурного перепада Δt_0 между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Количество конструктивных слоев – 4:

1) Штукатурка известково-песчаная:

$\delta_1 = 0,015$ м – толщина отдельного слоя многослойной конструкции;

$\lambda_1 = 0,7$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) – расчетный коэффициент теплопроводности материала

[4].

2) Газозолобетонные блоки:

$\delta_2 = 0,2$ м;

$\lambda_2 = 0,29$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) [4]

3) Минераловатная плита “Rockwool”:

$\delta_3 = 0,15$ м;

$\lambda_3 = 0,044$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) [4]

4) Кладка из керамического пустотного кирпича:

$\delta_4 = 0,12$ м;

$\lambda_4 = 0,58$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) [4]

Сниженное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, обозначаемое как R_0 , должно соответствовать или превышать минимально необходимые значения $R_{т.0}$. Эти показатели определяются на основе санитарных, гигиенических и энергосберегающих стандартов, чтобы обеспечить комфорт жильцов и соответствие нормативным требованиям.

В конструктивных элементах проекта используется тяжелый бетон с классом прочности В40 для уровней до +7 950 и В35 для уровней выше +7 950.

Этот бетон имеет класс водопроницаемости W8 и морозостойкость F150, что обеспечивает долговечность в сложных климатических условиях. Толщина несущих стен определена в 300 мм для наружных стен подземной части и 250 мм для внутренних. Сечение колонн составляет 500x500 мм, 500x950 мм и 650x950 мм, что обеспечивает достаточную поддержку конструкции.

Процесс проектирования и строительства соответствует руководящим принципам, изложенным в СП 63.13330.2012. Коэффициенты надежности как для нагрузки, так и для второго предельного состояния установлены на 1. Рассматриваемый элемент имеет расчетную длину 3 м, при этом коэффициент расчетной длины равен 1 в плоскостях XoY и XoZ . Случайные эксцентриситеты по осям Z и Y включены в расчеты в соответствии с тем же стандартом. Конструкция считается статически неопределимой, порог гибкости ограничен 120 единицами.

Определенный участок модельной конструкции, показанный на рис. 1-3, анализируется с использованием двух различных подходов к проектированию. В одном методе используются объемные конечные элементы, а в другом - пластинчатые и балочные элементы. Модели оцениваются по ряду параметров, включая линейные и угловые перемещения в точках средней плоскости перекрытия, а также перемещения вдоль граней колонн, ребер жесткости и стен. Также оцениваются коэффициенты внутренних сил в этих точках, используя результаты объемной конечно-элементной модели в качестве эталона.

Основные характеристики расчетной модели включают толщину перекрытия 160 мм и лежащие под ним ребра высотой 200 мм, в результате чего общая высота ребер и перекрытия составляет 360 мм. Ребра выровнены по ширине колонн, которая составляет 400 мм. Колонны с размерами поперечного сечения 400x400 мм усилены на стыках капителями, каждый размером 2000x2000 мм в плане и толщиной 360 мм. Стены имеют толщину 200 мм и опираются на ребра той же высоты, в результате чего общая высота ребер и стен составляет 400 мм. Высота всей конструкции составляет 1,5 метра, измеренная

от уровня опор до нижней части перекрытия. Размеры и расположение конструкции подробно описаны на осевом плане, показанном на рисунке 5.

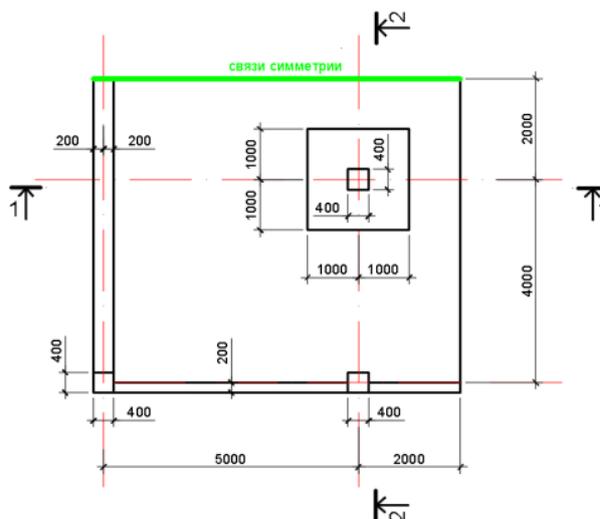


Рисунок 5 - Сечение колонны

Свойства материала определяются рядом ключевых параметров, которые необходимы для поддержания стабильности и целостности конструкции. Модуль упругости, установленный на уровне $3 \cdot 10^4$ кН/м², является мерой способности материала сопротивляться деформации под действием внешних сил. Коэффициент Пуассона, установленный на 0,2, описывает соотношение между поперечным сжатием и продольным расширением материала под нагрузкой. Кроме того, расчетная плотность материала, 27,5 кг/см³, дает оценку его веса на единицу объема и позволяет судить о его поведении в конструкции.

Граничные условия имеют решающее значение для точного моделирования реакции конструкции при различных нагрузках. Стены и колонны рассматриваются как абсолютно жесткие элементы, обеспечивающие стабильную основу для проектирования. Для упрощения анализа применяются ограничения симметрии, которые показаны на рисунке 6.

Анализ нагрузок включает несколько факторов, чтобы гарантировать, что конструкция выдержит ожидаемые нагрузки. Первый тип нагрузки учитывает мертвую нагрузку конструкции, которая представляет собой мертвую нагрузку

всех компонентов. Вторая нагрузка - это равномерно распределенная сила, приложенная к центральной плоскости перекрытия, величиной $4,8 \text{ кН/м}^2$. Чтобы всесторонне оценить поведение системы, эти нагрузки объединяются в единую комбинацию нагрузок, известную как РСН1, для целостного анализа их совокупного воздействия.

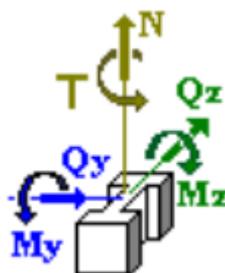


Рисунок 6 - Схема приложение нагрузок на колонну

Арматура

Продольная А500, коэффициент условий работы – 1

Поперечная А500, Коэффициент условий работы – 1

Бетон

Вид бетона – Тяжелый

Класс бетона - В25

Плотность бетона - $2,5 \text{ Т/м}^3$

Коэффициенты условий работы бетона

γ_{b1} - учет нагрузок длительного действия - 0,9

γ_{b2} - учет характера разрушения – 1

γ_{b3} - учет вертикального положения при бетонировании – 1

γ_{b5} учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур – 1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Трещиностойкость – отсутствие трещин.

Длинна участка – 3 м.

Заданное армирование S1 - 3o28, S2 - 3o28, S3 - 1o28.

На рисунке 7 представлена схема нагрузок на участке

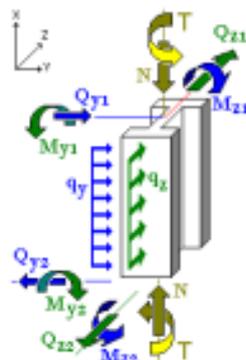


Рисунок 7 - Схема нагрузок на участке

Загружение 1

Тип: постоянное

Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1

Коэффициент длительной части: 1

$N = 325$ т, $T = 0$ т·м, $M_{y1} = 3,6$ т·м, $M_{z1} = 0$ т·м, $Q_{z1} = 0,3$ т, $Q_{y1} = 0$ т, $M_{y2} = 4,5$ т·м, $M_{z2} = 0$ т·м, $Q_{z2} = 0,3$ т, $Q_{y2} = 0$ т, $q_z = 0$ т/м, $q_y = 0$ т/м.

В таблице 4 представлен результат расчета колонны.

Таблица 4 - Результат расчета колонны

Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СП
0,747	Прочность по предельной продольной силе сечения	п. 8.1.18
0,82	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 8.1.8-8.1.14
0,582	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
0,073	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	пп. 8.1.15, 7.1.11
0,027	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	пп. 8.1.32, 8.1.34
0,026	Прочность по наклонным сечениям без поперечной арматуры	пп. 8.1.33, 8.1.34
0,026	Поперечная сила при отсутствии наклонных трещин	пп. 8.1.33, 8.1.34
0,173	Предельная гибкость в плоскости XoY	п. 10.2.2
0,173	Предельная гибкость в плоскости XoZ	п. 10.2.2

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Передача тепла из помещения во внешнюю среду через ограждение представляет собой сложный процесс теплопередачи. Внутренняя поверхность кожуха обменивается теплом с помещением. Сопротивление теплообмена внутренней поверхности равно $R_{\text{в}} = 1/\alpha_{\text{в}}$. Наружная поверхность рассеивает тепло наружному воздуху и окружающим поверхностям. Сопротивление теплообмена на внешней поверхности оболочки равно $R_{\text{з}} = 1/\alpha_{\text{з}}$. В установившемся температурном режиме, то есть когда температура и другие параметры процесса остаются постоянными во времени, тепло передается из помещения через внутреннюю поверхность и более толстую оболочку на его внешнюю поверхность и выделяется во внешнюю среду. При этом по закону сохранения энергии тепло, прошедшее через внутреннюю поверхность оболочки, равно сумме тепла, проходящего через более толстую оболочку, и тепла, излучаемого с внешней поверхности (рис. 8).

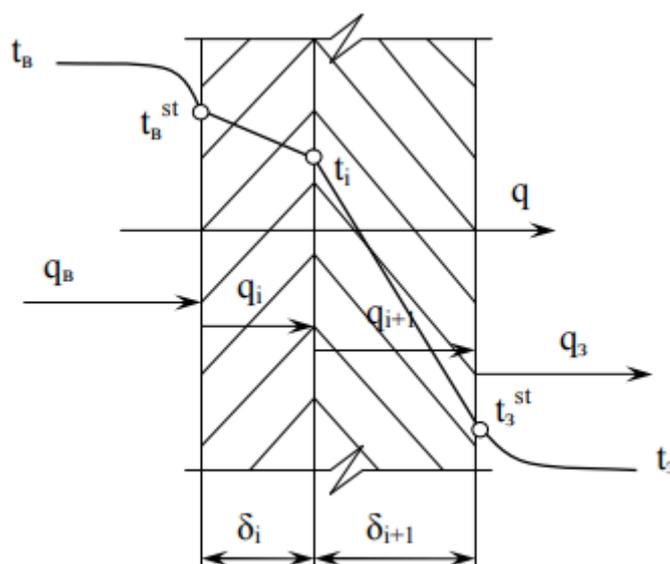


Рисунок 8 – Стационарная теплопередача через ограждение

В общем случае термическое сопротивление теплопередаче сложной многослойной конструкции (рисунок 1.9) равно $R = R_B + \sum R_i + R_3$, а удельный тепловой поток определяется по следующей формуле (4):

$$q = \alpha_B (t_B - t_B^{st}) = \frac{\lambda_i}{\delta_i} (t_i^{st} - t_{i+1}^{st}) = \alpha_3 (t_3^{st} - t_3) = k(t_B - t_3) \quad (4)$$

Коэффициент теплоотдачи оболочки равен (5)

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}}. \quad (5)$$

Значения R_B , R_3 приведены в работе. Термическое сопротивление каждого слоя во многом зависит от влажности материала, из которого он изготовлен, и относительной влажности наружного и внутреннего воздуха $R = f(\varphi_B, \varphi_3)$. В зависимости от значения φ выполняются следующие режимы: сухой ($\varphi < 50\%$), нормальный ($\varphi = 50...60\%$), влажные ($\varphi = 60...70\%$) и влажные ($\varphi > 75\%$).

1.7 Инженерные системы

1.7.1 Отопление

Система отопления цеха спроектирована в соответствии с действующими нормами и правилами. Она обеспечивает поддержание комфортной температуры воздуха в помещениях в холодное время года.

Источником теплоснабжения цеха является центральная котельная.

«При централизованном теплоснабжении системы отопления и внутреннего теплоснабжения жилых и общественных зданий следует, как правило, присоединять к тепловым сетям по независимой схеме.» [43]

Теплоноситель (горячая вода) подается в здание по подземному трубопроводу.

Система теплоснабжения выполнена по двухтрубной схеме с нижней разводкой магистральных трубопроводов. Магистральные трубопроводы проложены в подвальном помещении и теплоизолированы.

В качестве отопительных приборов используются стальные панельные радиаторы. Радиаторы установлены под окнами и имеют терморегулирующие вентили, что позволяет регулировать температуру воздуха в помещениях в зависимости от наружной температуры.

Регулирование системы отопления осуществляется с помощью автоматизированного узла управления. Узел управления включает в себя контроллер, датчики температуры и исполнительные механизмы. Контроллер поддерживает заданную температуру воздуха в помещениях путем регулирования расхода теплоносителя через отопительные приборы.

В случае аварийной ситуации предусмотрено автоматическое отключение системы отопления. Отключение осуществляется с помощью электромагнитных клапанов, установленных на магистральных трубопроводах.

Предусмотрен коммерческий учет потребления согласно СП 60.13330.2012

«В общественных и производственных зданиях следует предусматривать коммерческий учет расхода теплоты в системах внутреннего теплоснабжения на здание.» [43]

1.7.2 Вентиляция

«Системы отопления, вентиляции и кондиционирования следует выбирать с учетом требований безопасности, изложенных в нормативных документах органов государственного надзора, а также инструкций предприятий - изготовителей оборудования, арматуры и материалов, если они не противоречат требованиям настоящего свода правил.» [43]

Система вентиляции цеха в данном проекте спроектирована в соответствии с действующими нормами и правилами. Она обеспечивает необходимый воздухообмен в помещениях, создавая комфортные условия для пребывания детей и персонала.

В цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Приточная вентиляция обеспечивает подачу свежего воздуха в помещения, а вытяжная вентиляция удаляет отработанный воздух.

Приточная система состоит из следующих элементов:

- Приточные вентиляционные камеры
- Воздуховоды
- Приточные решетки

Приточные вентиляционные камеры расположены в подвальном помещении. В камерах установлены фильтры для очистки приточного воздуха от пыли и других загрязнений. Воздуховоды проложены по подвальному помещению и теплоизолированы. Приточные решетки установлены на стенах помещений.

Вытяжные вентиляционные камеры расположены в подвальном помещении. В камерах установлены вентиляторы, которые удаляют отработанный воздух из помещений. Воздуховоды проложены по подвальному

помещению и теплоизолированы. Вытяжные решетки установлены на потолках помещений.

Регулирование системы вентиляции осуществляется с помощью автоматизированного узла управления. Узел управления включает в себя контроллер, датчики температуры и влажности, а также исполнительные механизмы. Контроллер поддерживает заданные параметры воздуха в помещениях путем регулирования расхода приточного и вытяжного воздуха.

В случае аварийной ситуации предусмотрено автоматическое отключение системы вентиляции. Отключение осуществляется с помощью электромагнитных клапанов, установленных на воздуховодах.

1.7.3 Водопровод

Система водоснабжения цеха обеспечивает подачу холодной и горячей воды в помещения. Она включает в себя следующие элементы:

- ввод водопровода;
- водомерный узел;
- насосная станция;
- водопроводные сети;
- сантехнические приборы.

Ввод водопровода осуществляется от городской сети водоснабжения. Водомерный узел расположен в подвальном помещении и предназначен для учета расхода воды. Насосная станция обеспечивает повышение давления воды в системе водоснабжения. Водопроводные сети проложены по подвальному помещению и теплоизолированы. Сантехнические приборы (раковины, унитаза, душевые кабины и т.д.) установлены в помещениях цехаа.

1.7.4 Канализация

Система водоотведения предназначена для отвода сточных вод из помещений цеха. Она включает в себя следующие элементы:

- выпуски канализации;
- канализационные сети;
- очистные сооружения;
- выпуск в городскую канализацию.

Выпуски канализации расположены в подвальном помещении и предназначены для сбора сточных вод от сантехнических приборов. Канализационные сети проложены по подвальному помещению и теплоизолированы. Очистные сооружения предназначены для очистки сточных вод перед их сбросом в городскую канализацию. Выпуск в городскую канализацию осуществляется через колодец.

1.7.5 Электроснабжение

Электроснабжение цеха осуществляется от двух независимых источников питания [3]:

- городской электросети;
- дизельной электростанции.

Городская электросеть обеспечивает основное электроснабжение цеха. Дизельная электростанция служит резервным источником питания и включается в работу автоматически при отключении городской электросети.

Электроснабжение цеха осуществляется по двум вводам:

- основной ввод - от городской электросети;
- резервный ввод - от дизельной электростанции.

Вводные устройства устанавливаются в электрощитовой цеха. Электрощитовая должна быть оборудована автоматическими выключателями, которые защищают электрооборудование цеха от перегрузок и коротких замыканий.

От вводных устройств электроэнергия распределяется по распределительным щитам, которые устанавливаются в каждом помещении цеха. Распределительные щиты должны быть оборудованы автоматическими выключателями и устройствами защитного отключения (УЗО).

В цехе предусматривается установка системы аварийного освещения, которая включается в работу при отключении основного электроснабжения. Аварийное освещение должно обеспечивать освещенность помещений на уровне не менее 1 лк.

Для внутреннего освещения помещений цеха применяются следующие типы светильников:

- светильники общего освещения - обеспечивают равномерное освещение всего помещения;
- светильники местного освещения - предназначены для освещения отдельных рабочих зон, таких как столы, игровые уголки и т.д;
- светильники аварийного освещения - обеспечивают освещение в случае отключения основного источника питания;

Уровни освещенности в помещениях цеха должны соответствовать следующим нормам:

- комнаты, групповые комнаты - 300 лк;
- санузлы, душевые - 200 лк;
- административные помещения - 200 лк.

Система управления освещением должна обеспечивать возможность регулирования уровня освещенности в зависимости от времени суток, погодных условий и других факторов. Для этого используются различные устройства, такие как диммеры, датчики движения и т.д.

Вывод по разделу

Данный раздел посвящен анализу архитектурно-планировочных решений для цеха, предназначенного для производства крупных металлоконструкций. Исследование начинается с анализа исходных данных по проекту, после чего разрабатывается комплексный план планировки территории. Детальное внимание уделяется объемно-планировочному решению здания и его конструктивным решениям, дополненным предложенной архитектурно-эстетической концепцией. Для обеспечения энергоэффективности и соответствия климатическим требованиям выполняются тепловые расчеты ограждающих конструкций и кровли. Кроме того, в проект включены основные технические системы, включая отопление, вентиляцию, водоснабжение, водоотведение и электрическую инфраструктуру, чтобы обеспечить соответствие объекта эксплуатационным и функциональным требованиям.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1. Описание конструкции, принятой для расчета и конструирования, исходные данные для проектирования

Малоуклонная стропильная ферма с поясами и решеткой из парных уголков используется как несущий элемент покрытия в отапливаемом промышленном здании. Пролет 24 м, в нем предусмотрена кран-балка, сопряжение ригеля с колонной - шарнирное. Покрытие – металлическое. Климатологический район строительства ША, расчетная температура -34°C , снеговой район III.

Основная задача этого проекта - точно определить координаты всех узлов ферменной конструкции, что включает в себя определение положения узлов на опорах колонн фермы, а также узлов на пересечениях элементов фермы. Расчеты для узлов опор и соединений будут подробно описаны в отчете, а координаты остальных узлов также будут задокументированы и наглядно представлены на соответствующих чертежах.

Исходные данные

$H_{\text{оп}}=3,15\text{м};$

$I=1,5\%;$

$B=6\text{м};$

$L_{\text{ф}}=24\text{ м}.$

Сталь для конструкций:

Марка стали: С-255.

$R_y = 240\text{ МПа}$

$E=2,06*10^4\text{кН/см}^2$ - модуль упругости стали.

В данном разделе представлен расчет металлической конструкции цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций.

Пространственную устойчивость здания в продольном направлении обеспечивает система вертикальных связей, установленных на колоннах (оси 7-8) и фермах (1-44), а также горизонтальные связи на кровле и распорки по

нижним балкам. Поперечная жесткость обеспечивается несущими рамными конструкциями. Предлагаемое здание расположено в г. Тольятти, где снеговая нагрузка определена в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и составляет $1,5 \text{ кН/м}^2$ (табл. 10.1) [21].

2.2 Расчет и конструирование стропильной фермы

Определение нагрузок, действующих на стропильную ферму.

Сбор нагрузок представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Сбор нагрузок

№ п/п.	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кг/м^2	К-т по нагрузке, γ	Расчетная нагрузка, кг/м^2
	I Постоянные			
1	Полимерная мембрана logic roof v-гp	1,56	1,2	1,87
2	Утеплитель технорф В60	5	1,2	6
3	Утеплитель технорф Н30	7,5	1,2	9
4	Пароизоляция	1	1,2	1,2
5	Стальной проф. настил Н-114-750-0,8	6,5	1,05	13,13
6	Прогон ИЗОШЗ	22,8	1,05	23,94
7	Стропильная ферма	8,3	1,05	8,72
8	Связи	5	1,05	5,25
	Итого g	63,66	-	69,11
	II. Временные			
9	Вес снегового покрова	165	1,4	231
	Итого v	165	-	231
	Всего g+v	228,66	-	300,11

Ферма с параллельными поясами пролетом 24 м. высота фермы на опоре 3150 мм. Решетка фермы запроектирована с панелями, равными 3 м.

Пояса ферм выполнены из спаренных уголков. Геометрическая схема фермы показана на рисунке 10.

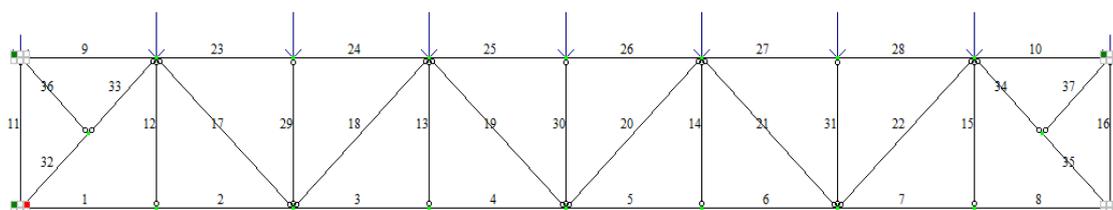


Рисунок 10 - Геометрическая схема фермы

2.3 Определяем сосредоточенную нагрузку в узлах верхнего пояса ферм.

Постоянная нагрузка:

$$F_g = q_g B d_B \quad (6)$$

где $q_g = 69,11 \text{ кг/м}^2$ – расчетное значение постоянной равномерно распределенной нагрузки;

B – шаг фермы;

d_B – длина панели фермы верхнего пояса.

$$F_g = 69,11 \text{ кг/м}^2 \cdot 6 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 1244 \text{ кг} \quad (7)$$

Снеговая нагрузка:

$$F_v = q_v B d_B \quad (8)$$

где $q_v = 231 \text{ кг/м}^2$ – расчетное значение снеговой нагрузки;

$$F_g = 231 \text{ кг/м}^2 \cdot 6 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 4158 \text{ кг} \quad (9)$$

2.4 Определение усилий в стержнях фермы и расчетных длин стержней.

Определяем усилия в стержнях фермы с помощью программного комплекса ЛИРА-САПР. Эпюры усилий N от постоянной нагрузки представлены на рисунке 11, временной на рисунке 12. Усилия в стержнях фермы занесены в таблицу 6.

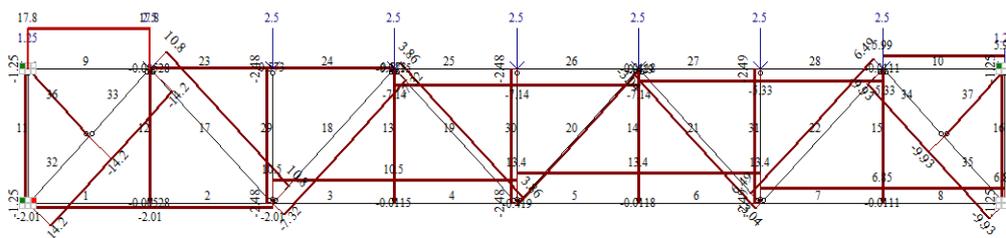


Рисунок 11 - Усилия N от действия постоянной нагрузки, т

Принимаем механические характеристики стали:

Марка стали: С-255.

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$Y_c = 0,9$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Так как для фермы пролетом 24 м сечение верхнего и нижнего поясов принимается без изменений, то для подбора сечения верхнего и нижнего поясов достаточно рассчитать стержень с наибольшим расчетным усилием. Для верхнего пояса им является стержень 9, для нижнего 3.

Подбор сечения верхнего пояса:

Расчет стержня 9.

Верхний пояс испытывает сжатие, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y Y_c} \quad (10)$$

где φ – коэффициент продольного изгиба.

$$\lambda = 110, \varphi = 0,427$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{64097 \text{ кг}}{0,427 \cdot 2400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 0,9} = 55,9 \text{ см}^2 \quad (11)$$

Расчетные длины стержней: $l_x = l_y = 300 \text{ см}$

$$i_{x \text{ тр}} = i_{y \text{ тр}} = \frac{l_{\text{ef}}}{\lambda} = \frac{300}{110} = 2,73 \text{ см} \quad (12)$$

Принимаем сечение из парных уголков 140х6 с характеристиками:

$$A_{\text{ф}} = 64,98 \text{ см}^2, i_x = 4,31 \text{ см}, i_y = 2,76 \text{ см}.$$

Определяем гибкость стержня в плоскости и из плоскости действия усилия:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{300}{4,31} = 69,6; \varphi = 0,654 \quad (13)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{300}{2,76} = 108,7; \varphi = 0,416 \quad (14)$$

Предельная гибкость для верхнего пояса:

$$\lambda_{\text{пр}} = 231 - 60 \cdot \alpha, \text{ где}$$

$$\alpha_x = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{64097}{0,654 \cdot 64,98 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,62 \quad (15)$$

$$\alpha_y = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{64097}{0,416 \cdot 64,98 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,97 \quad (16)$$

$$\lambda_{x\text{пр}} = 231 - 60\alpha_x = 142 > 69,6 \quad (17)$$

$$\lambda_{y\text{пр}} = 231 - 60\alpha_y = 61 > 108,7 \text{ Условия выполняются}$$

Проверяем стержень на устойчивость:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c = \frac{64097}{0,416 \cdot 64,98} = 2371 < 2430 \quad (18)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430 - 2371}{2430} \cdot 100\% = 2,42\% \quad (19)$$

Подбор сечения нижнего пояса:

Расчет стержня 3

Нижний пояс испытывает растяжение, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{37665}{2400 \cdot 0,9} = 15,5 \text{ см}^2 \quad (20)$$

Принимаем сечение из парных уголков 70x6 с характеристиками:

$$A_{\text{ф}} = 16,3 \text{ см}^2, i_x = 2,15 \text{ см}, i_y = 1,38 \text{ см.}$$

Проверим сечение по гибкости $[\lambda] = 400$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{2,15} = 140 < 400 \quad (21)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{1,38} = 218 < 400 \quad (22)$$

Проверяем сечение на прочность:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c = \frac{37665}{16,3} = 2310 < 2430 \quad (23)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430 - 2310}{2430} \cdot 100\% = 4,9\% \quad (24)$$

Подбор сечения опорных раскосов:

Расчет стержня 32

Раскос испытывает сжатие, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{тр} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} \quad (25)$$

где ϕ – коэффициент продольного изгиба.

$$\lambda = 110, \phi = 0,427$$

$$A_{тр} = \frac{51199 \text{ кг}}{0,472 \cdot 2400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 0,9} = 44,63 \text{ см}^2 \quad (26)$$

Расчетные длины стержней: $l_x = l_y = 210 \text{ см}$

$$i_{x \text{ тр}} = i_{y \text{ тр}} = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{210}{110} = 1,91 \text{ см} \quad (27)$$

Принимаем сечение из парных уголков 65х6 с характеристиками:

$$A_{\phi} = 57,72 \text{ см}^2, i_x = 3,82 \text{ см}, i_y = 2,46 \text{ см}.$$

Определяем гибкость стержня в плоскости и из плоскости действия усилия:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} \leq \lambda_{пр} = \frac{210}{3,82} = 55; \phi = 0,775 \quad (28)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \leq \lambda_{пр} = \frac{210}{2,46} = 86; \phi = 0,528 \quad (29)$$

Предельная гибкость для верхнего пояса:

$$\lambda_{пр} = 231 - 60 \cdot \alpha, \text{ где}$$

$$\alpha_x = \frac{N}{\phi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{51199}{0,775 \cdot 57,72 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,47 \quad (30)$$

$$\alpha_y = \frac{N}{\phi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{51199}{0,528 \cdot 57,72 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,69 \quad (31)$$

$$\lambda_{xпр} = 231 - 60\alpha_x = 151 > 55 \quad (32)$$

$$\lambda_{yпр} = 231 - 60\alpha_y = 138 > 86 \text{ Условия выполняются}$$

Проверяем стержень на устойчивость:

$$\sigma = \frac{N}{\phi \cdot A} \leq R_y \gamma_c = \frac{51199}{0,528 \cdot 57,72} = 1680 < 2430 \quad (33)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430-1680}{2430} \cdot 100\% = 30\% \quad (34)$$

Подбор сечения сжатых раскосов:

Расчет стержня 18.

Раскос испытывает сжатие, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} \quad (35)$$

где φ – коэффициент продольного изгиба.

$$\lambda = 110, \varphi = 0,427$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{26350 \text{ кг}}{0,472 \cdot 2400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 0,9} = 23 \text{ см}^2 \quad (36)$$

Расчетные длины стержней: $l_x = l_y = 435 \text{ см}$

$$i_{x \text{ тр}} = i_{y \text{ тр}} = \frac{l_{\text{ef}}}{\lambda} = \frac{435}{150} = 2,9 \text{ см} \quad (37)$$

Принимаем сечение из парных уголков 160x10 с характеристиками:

$$A_{\phi} = 62,86 \text{ см}^2, i_x = 4,96 \text{ см}, i_y = 3,19 \text{ см}.$$

Определяем гибкость стержня в плоскости и из плоскости действия усилия:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{435}{4,96} = 87; \varphi = 0,540 \quad (38)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{435}{3,19} = 137; \varphi = 0,298 \quad (39)$$

Предельная гибкость для верхнего пояса:

$$\lambda_{\text{пр}} = 231 - 60 \cdot \alpha, \text{ где}$$

$$\alpha_x = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{26350}{0,540 \cdot 62,86 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,32 \quad (40)$$

$$\alpha_y = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{26350}{0,298 \cdot 62,86 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,58 \quad (41)$$

$$\lambda_{x \text{ пр}} = 231 - 60 \alpha_x = 160 > 87 \quad (42)$$

$$\lambda_{\text{упр}} = 231 - 60\alpha_y = 145 > 137 \text{ Условия выполняются}$$

Проверяем стержень на устойчивость:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c = \frac{26350}{0,298 \cdot 62,86} = 1406 < 2430 \quad (43)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430 - 1406}{2430} \cdot 100\% = 38\% \quad (44)$$

Подбор сечения растянутого раскоса

Расчет стержня 17.

Раскос испытывает растяжение, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{38749}{2400 \cdot 0,9} = 16 \text{ см}^2 \quad (45)$$

Принимаем сечение из парных уголков 70х6 с характеристиками:

$$A_{\phi} = 16,3 \text{ см}^2, i_x = 2,15 \text{ см}, i_y = 1,38 \text{ см}.$$

Проверим сечение по гибкости $[\lambda] = 400$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{435}{2,15} = 202 < 400 \quad (46)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{1,38} = 315 < 400 \quad (47)$$

Проверяем сечение на прочность:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c = \frac{38749}{16,3} = 2378 < 2430 \quad (48)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430 - 2378}{2430} \cdot 100\% = 2,2\% \quad (49)$$

Подбор сечения стоек

Расчет стержня 30.

Стойка испытывает сжатие, требуемую площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} \quad (50)$$

где φ – коэффициент продольного изгиба.

$$\lambda = 110, \varphi = 0,427$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{8951 \text{ кг}}{0,472 \cdot 2400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 0,9} = 7,8 \text{ см}^2 \quad (51)$$

Расчетные длины стержней: $l_x = l_y = 315 \text{ см}$

$$i_{x \text{ тр}} = i_{y \text{ тр}} = \frac{l_{\text{ef}}}{\lambda} = \frac{315}{110} = 2,86 \text{ см} \quad (52)$$

Принимаем сечение из парных уголков 140х6 с характеристиками:

$$A_{\phi} = 64,98 \text{ см}^2, i_x = 4,31 \text{ см}, i_y = 2,76 \text{ см}.$$

Определяем гибкость стержня в плоскости и из плоскости действия усилия:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{315}{4,31} = 73; \varphi = 0,631 \quad (53)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \leq \lambda_{\text{пр}} = \frac{315}{2,76} = 114; \varphi = 0,390 \quad (54)$$

Предельная гибкость для верхнего пояса:

$$\lambda_{\text{пр}} = 231 - 60 \cdot \alpha, \text{ где}$$

$$\alpha_x = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{8951}{0,631 \cdot 64,98 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,08 \quad (55)$$

$$\alpha_y = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{8951}{0,390 \cdot 64,98 \cdot 2400 \cdot 0,9} = 0,14 \quad (56)$$

$$\lambda_{x\text{пр}} = 231 - 60\alpha_x = 174 > 73 \quad (57)$$

$$\lambda_{y\text{пр}} = 231 - 60\alpha_y = 171 > 114 \text{ Условия выполняются}$$

Проверяем стержень на устойчивость:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c = \frac{8951}{0,390 \cdot 64,98} = 353 < 2430 \quad (58)$$

Запас прочности:

$$\frac{2430 - 353}{2430} \cdot 100\% = 84\% \quad (59)$$

Подобранные сечения находятся в приложении А таб.А1.

2.6 Конструирование и расчет узлов стропильной фермы.

Для сварки узлов фермы применяем полуавтоматическую сварку проволокой СВ-08 Г2С $\varnothing = 1,4...2$ мм.

$$\alpha = 0,7; 1 - \alpha = 0,3.$$

$$\beta_f = 0,9; \beta_z = 1,05; \gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1; R_{wf} = 2150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}; R_{wz} = 0,45 \cdot 380 = 1710 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (54)$$

Определим расчетное сечение:

$$\beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} = 0,9 \cdot 215 \cdot 1 = 1935 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (60)$$

$$\beta_z \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} = 1,05 \cdot 171 \cdot 1 = 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (61)$$

Расчет ведем по металлу границы сплавления.

Расчетная длина швов определяется по формулам:

- длина шва по обушку:

$$l_a^{\text{об}} = \frac{0,7 \cdot N}{n_w \cdot h_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 10 \text{ мм} \quad (62)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{\text{об}} = \frac{0,3 \cdot N}{n_w \cdot h_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 10 \text{ мм} \quad (63)$$

k_f - катет шва, равный наименьшей толщине свариваемых деталей.

Для элементов верхнего пояса: $k_f = 10$ мм

- длина шва по обушку:

$$l_a^{\text{об}} = \frac{44867 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}}{2 \cdot 1 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 6,5 + 1 = 13,5 \text{ см принимаем } 15 \text{ см.} \quad (64)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{\text{об}} = \frac{19229 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}}{2 \cdot 1 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 5,3 + 1 = 6,3 \text{ см принимаем } 7 \text{ см} \quad (65)$$

Для элементов нижнего пояса: $k_f = 6$ мм

- длина шва по обушку:

$$l_a^{\text{об}} = \frac{26366 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}}{2 \cdot 0,6 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 6,3 + 1 = 13,3 \text{ см принимаем } 15 \text{ см.} \quad (66)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{об} = \frac{11300 \text{ кг}}{2 \cdot 0,6 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 5,2 + 1 = 6,2 \text{ см принимаем } 7 \text{ см} \quad (67)$$

Для элементов опорных раскосов: $k_f = 10\text{мм}$

- длина шва по обушку:

$$l_a^{об} = \frac{35840 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 10 + 1 = 11 \text{ см принимаем } 6 \text{ см.} \quad (68)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{об} = \frac{15360 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 4,3 + 1 = 5,3 \text{ см принимаем } 6 \text{ см} \quad (69)$$

Для элементов сжатых раскосов: $k_f = 10\text{мм}$

- длина шва по обушку:

$$l_a^{об} = \frac{18445 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 5,2 + 1 = 6,2 \text{ см принимаем } 10 \text{ см.} \quad (70)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{об} = \frac{7905 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 2,2 + 1 = 3,2 \text{ см принимаем } 5 \text{ см} \quad (71)$$

Для элементов растянутых раскосов: $k_f = 6\text{мм}$

- длина шва по обушку:

$$l_a^{об} = \frac{2765 \text{ кг}}{2 \cdot 0,6 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 6,6 + 1 = 13,6 \text{ см принимаем } 15 \text{ см.} \quad (72)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{об} = \frac{11625 \text{ кг}}{2 \cdot 0,6 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 5,4 + 1 = 6,4 \text{ см принимаем } 7 \text{ см} \quad (73)$$

Для стоек: $k_f = 10\text{мм}$

- длина шва по обушку:

$$l_a^{об} = \frac{6266 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1795 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 1,7 + 1 = 2,7 \text{ см принимаем } 5 \text{ см.} \quad (74)$$

- длина шва по перу:

$$l_a^{об} = \frac{2686 \text{ кг}}{2 \cdot 1 \cdot 1796 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}} + 1 \text{ см} = 0,7 + 1 = 1,7 \text{ см принимаем } 3 \text{ см} \quad (75)$$

Длины сварных швов представлены в приложении А табл. А2

Вывод по разделу

В данном разделе были выполнены расчеты и конструирование фермы из парных уголков, пролет здания цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций. Осуществлён сбор нагрузок и описание расчетной схемы. Определены усилия в элементах фермы, произведён расчёт несущей способности и проверка по деформациям. Полученные результаты подтвердили надежность и прочность элементов. На основе расчетов были выполнены необходимые чертежи и выбраны оптимальные сечения для конструкции фермы.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

В этом разделе рассматривается процесс монтажа стальных ферм пролетом 24 метра и весом 3,04 тонны, предназначенных для цеха по производству крупных металлоконструкций в Тольятти Самарской области. Фермы устанавливаются на опорные платформы на металлических колоннах, высота от уровня пола до верха платформы составляет 12 метров. Монтаж будет осуществляться с помощью автокрана КС-45719-8К, оснащенного 23-метровой стрелой для облегчения подъема и установки ферм.

Стальные элементы ферм изготавливаются на заводе и доставляются на площадку в виде сегментов для сборки. Каждая ферма перевозится в виде двух 12-метровых полуферм, а поперечные балки либо поставляются в виде отдельных брусьев, либо предварительно собираются на месте, чтобы подготовить конструкцию к установке. Сборка и установка ферм планируется после возведения колонн и подкрановых балок. Эти работы запланированы на весенние и летние месяцы и будут проводиться в две смены при благоприятных погодных условиях для обеспечения эффективности и безопасности.

«Технологические карты разрабатываются на отдельные (сложные) виды работ и на работы, выполняемые по новым технологиям.

Для остальных работ применяются типовые технологические карты, которые корректируются с учетом особенностей данного объекта и местных условий. Технологические карты разрабатывают и оформляют согласно МДС 12-29.» [32].

Технологический процесс монтажа стальных ферм будет разработан в соответствии с руководящими принципами, изложенными в МДС 12-29.2006, в котором подробно описана схема выполнения работ [11].

3.2 Технология и организация выполнения работ

3.2.1 Требования законченности подготовительных и предшествующих работ

«До начала производства работ по монтажу ферм должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- I. закончены работы нулевого цикла;
- II. выполнен монтаж колонн каркаса здания;
- III. проложены временные дороги и проезды;
- IV. обустроены места для укрупнительной сборки ферм;
- V. доставлены элементы ферм на место их сборки;
- VI. доставлены инвентарные приспособления, инструменты и другие материально-технические ресурсы, необходимые для монтажа ферм;
- VII. выполнена укрупнительная сборка конструкций ферм;
- VIII. проведен инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, выполнены все нормативные требования охраны труда по организации рабочих мест» [12].

3.2.2 Расчеты объемов работ, расхода материалов и изделий

Ведомость потребности в материалах представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Ведомость потребности в материалах

Наименование	Марка	Масса элемента, т	Единица измерения	Количество
Стальная ферма длиной 24 м	Ф1	3,04	шт.	180

3.2.3 Выбор грузозахватных приспособлений

Выбор оснастки и приспособлений для производства работ осуществляется на основе ведомости потребности в материалах и ГОСТ Р 58753-2019 «Стропы грузовые канатные для строительства. Технические условия» [13]. Выбран двухветвевой текстильный строп 2СТ-5/4000. Ведомость грузозахватных приспособлений приведена в таблице Б.1 приложения Б.

3.2.4 Выбор монтажного крана

«Монтажный кран подбирается по трем основным характеристикам:

- вылет крюка;
- высота подъема крюка;
- грузоподъемность.

Выбор грузоподъемного крана производится по его техническим параметрам, а именно: грузоподъемность, наибольший вылет стрелы, наибольшая высота подъема крюка» [14].

«Грузоподъемность крана Q_k :

$$Q_k = Q_э + Q_{пр} + Q_{зр}, \quad (76)$$

где $Q_э$ – масса элемента (стальная ферма Ф1); $Q_{пр}$ – масса приспособлений для монтажа; $Q_{зр}$ – масса грузозахватного устройства.

$$Q_k = 3,04 + 0,011 = 3,051 \text{ т} \quad (77)$$

С учетом запаса 20%:

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot Q_k \quad (78)$$

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot 3,051 = 3,66 \text{ т};$$

$$M_{max} = Q_{расч} \cdot L = 3,66 \cdot 5,7 = 31,1 \text{ тм}. \quad (79)$$

$$M_{max} = 3,66 \cdot 5,7 = 31,1 \text{ тм}.$$

Высота подъема крюка:

$$H_{\kappa} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{cm}, \text{ м} \quad (80)$$

где h_0 – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана (высота до верха смонтированного элемента), м; $h_3 = 1,0$ м – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее $1 \div 2,5$ м), м; $h_3 = 2,58$ м – высота поднимаемого элемента, м; $h_{ст} = 4,0$ м – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана, м» [14].

$$H_{\kappa} = 12 + 1,0 + 2,58 + 4 = 19,58 \text{ м.} \quad (81)$$

«Определяем оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту:

$$tg\alpha = \frac{2(h_{ст}+h_{п})}{b_1+2S}, \quad (82)$$

где $h_{ст}$ – высота строповки, м; $h_{п}$ – длина грузового полиспаста крана. Ориентировочно принимают от 2 до 5 м; b_1 – длина или ширина сборного элемента, м; S – расстояние по горизонтали от здания или ранее смонтированного элемента до оси стрелы ($\sim 1,5$ м) или от края элемента до оси стрелы» [14].

$$tg\alpha = \frac{2(4+2)}{0,25+2 \cdot 1,5} = 75^\circ \quad (83)$$

«Длина стрелы:

$$L_{стр} = \frac{H_{\kappa}+h_{п}-h_c}{\sin\alpha}, \text{ м} \quad (84)$$

где h_c – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана (1,5 м).

$$L_{стр} = \frac{19,58+2-1,5}{\sin 75^\circ} = 20,8 \text{ м.}$$

Вылет крюка:

$$L_{\kappa} = L_{стр} \cdot \cos\alpha + d, \text{ м} \quad (85)$$

где d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (1,5 м)» [14].

$$L_{\kappa} = 20,8 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 6,9 \text{ м.}$$

Подбираем близкий по техническим расчётным характеристикам автомобильный кран КС-45719-8К с длиной стрелы 23 м грузоподъемностью 16 т.

Технические характеристики крана представлены в таблице 8. На рисунке 13 представлены грузовые характеристики крана.

Таблица 8 – Технические характеристики крана КС-45719-8К

«Наименование монтируемого элемента»	Масса элемента Q, т	Высота подъема крюка H_k , м		Вылет стрелы L_k , м		Длина стрелы L_c , м	Грузоподъемность крана, т» [14]	
		H_{max}	H_{min}	L_{min}	L_{max}		Q_{max}	Q_{min}
Стальная ферма Ф1 длиной 24 м	3,04	23	7	7	21	23	5	0,8

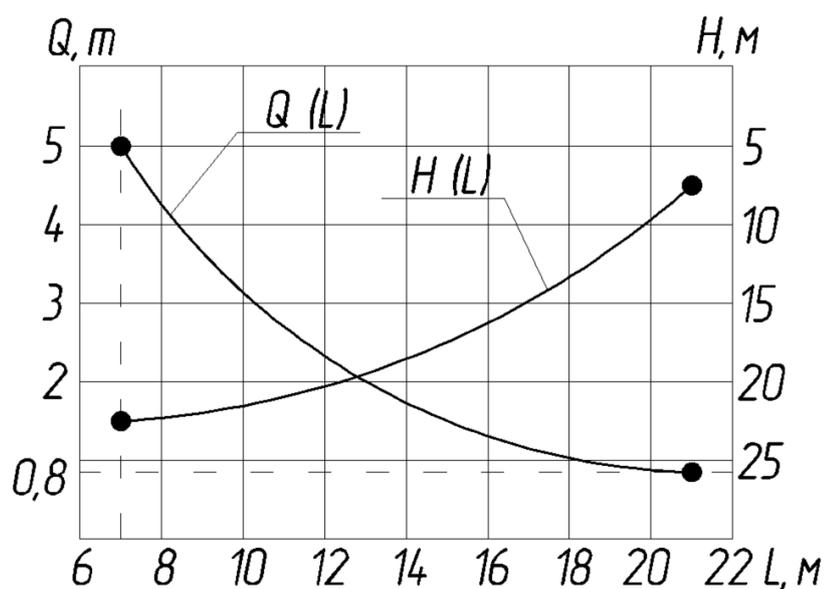


Рис. 13 – Грузовые характеристик крана КС-45719-8К

3.2.5 Технология производства работ по монтажу стальных ферм

Монтаж ферм выполняется на опорные площадки металлических колонн (высота от уровня чистого пола до верха опорной площадки 12 м).

Монтаж стропильных ферм выполняется с применением автомобильного крана КС-45719-8К с длинной стрелы 23 м.

Конструкции стальных ферм изготавливаются на заводе-изготовителе виде элементов, собираемых (укрупняемых) на строительной площадке в готовую для монтажа конструкцию. Фермы поступают на строительную площадку в виде

двух полуферм длиной по 12 м каждая, крестовые связи также могут поступать в виде стержней и перед монтажом укрупняться на строительной площадке.

Элементы металлических ферм доставляются к месту укрупнительной сборки с помощью тягача МАЗ-6422 с полуприцепом. За один рейс предусматривается перевозка четырёх элементов ферм длиной 12 м.

Во время погрузки, транспортирования, выгрузки и хранения сборочных элементов ферм следует обеспечить сохранность защитного покрытия конструкций. Запрещается выгружать фермы сбрасыванием.

Для хранения конструкций ферм используют склады под навесом или закрытые помещения. В месте хранения не допускается скапливание атмосферной влаги, во избежание коррозии конструкций.

«Регулярный мониторинг и техническое обслуживание необходимы для соблюдения стандартов безопасности кранов. Следует проводить постоянные проверки для выявления любого износа, повреждения или неисправности компонентов. Своевременное сообщение и устранение проблем безопасности гарантирует, что необходимый ремонт или замена будут выполнены перед дальнейшими операциями. Тщательно контролируя и обслуживая краны, организации поддерживают высокий уровень безопасности на протяжении всей своей деятельности.» [50]

Допускается хранение металлических ферм в штабелях высотой не более 1,5 м. Между штабелями устраивают проходы шириной не менее 1 м и проезды. Перед началом монтажа необходимо выполнить укрупнительную сборку конструкций ферм, предварительно очистив конструкции от ржавчины и грязи.

После укрупнительной сборки к фермам крепятся инвентарные распорки, строповочный трос и оттяжки. Стропуют ферму двухветвевым стропом 2СТ–5/4000 (рис. 14). Строповку фермы выполняют два монтажника 4-го разряда. На рисунке 3.2 представлена схема строповки фермы.

Во избежание раскачивания, во время подъема, конструкцию фермы удерживают с помощью оттяжек. Ферму с помощью крана подают к месту

установки с зазором 0,5 м от опорных площадок на колоннах. Далее конструкцию фермы выравнивают в соответствии с рисками на опорных поверхностях.

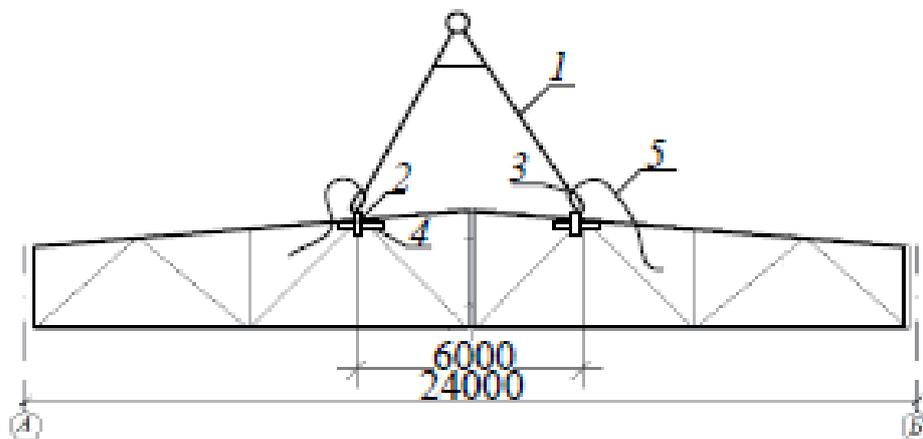


Рисунок 14 – Схема строповки стальной фермы:

- 1 – строп 2 СТ-5/4000; 2 – строп ВК-4/1600; 3 – пружинный замок Пр-3,2;
4 – подкладка под канат; 5 – канат для расстроповки

Временное крепление фермы (приварка к опорной поверхности не менее 50% по каждому шву) выполняется после проверки соответствия её положения проектному. Для обеспечения устойчивости фермы в пространстве на время проведения монтажных работ, её закрепляют с помощью парных расчалок.

К расчалкам предъявляют следующие требования: их крепление должно выполняться к надежным опорам; запрещается размещение расчалок в местах движения транспорта.

«Независимо от того, насколько надежно закреплены материалы, всегда есть риск их падения. Это представляет угрозу для находящихся ниже людей, а также может привести к материальному ущербу. Многочисленные факторы могут способствовать падению материалов с крана, в том числе нарушения зрения, механические неисправности, некомпетентность оператора и поскользывание.» [50]

Окончательное закрепление фермы выполняется электросварщиком после проверки соответствия положения фермы проектному. Расстроповку фермы производят монтажники с земли после её закрепления.

3.3 Требования к качеству и приемке работ

В соответствии с [15, п.9.1] «участники строительства – лицо, осуществляющее строительство, застройщик (технический заказчик) – обязаны осуществлять строительный контроль (входной, операционный, приемочный), предусмотренный в [16], с целью оценки соответствия строительно-монтажных работ, возводимых конструкций и систем инженерно-технического обеспечения здания и сооружения требованиям технических регламентов, проектной и рабочей документации» [15].

Согласно п. 9.5 [15] застройщик «в составе строительного контроля выполняет:

IX. «входной контроль проектной документации;» [15]

X.«входной контроль рабочей документации;» . [15]

XI. «верификационный (выборочный) входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций, полуфабрикатов и оборудования, в том числе проверку наличия у лица, осуществляющего строительство, документов о качестве (сертификатов в установленных случаях) на применяемые им материалы, изделия, полуфабрикаты и оборудование, документированных результатов лабораторного контроля;» . [15]

XII. «контроль соблюдения лицом, осуществляющим строительство, правил складирования и хранения применяемых материалов, изделий, полуфабрикатов и оборудования;» . [15]

XIII. «проверку наличия на строительной площадке ответственного представителя лица, осуществляющего строительство (главного инженера проекта);» . [15]

XIV. «запрещается применение неправильно складированных и хранящихся материалов до подтверждения соответствия физико-механических свойств таких материалов проектным показателям соответствующими лабораторными испытаниями – при выявлении нарушений этих правил представителем строительного контроля застройщика (технического заказчика);» . [15]

XV. «верификационный (выборочный) операционный контроль в ходе выполнения строительно-монтажных работ, включая записи в соответствующем разделе общего журнала работ;» [15]

XVI. «контроль наличия и правильности ведения лицом, осуществляющим строительство, исполнительной документации, в том числе оценку достоверности геодезических исполнительных схем, выполненных конструкций с выборочным контролем точности положения элементов;» .[15]

XVII. «организацию работ по внесению изменений и корректировок проектной документации, необходимость которых возникла в процессе строительства, организация работ по повторному утверждению откорректированной проектной документации в установленном порядке;» [15]

XVIII. «контроль исполнения лицом, осуществляющим строительство, предписаний органов государственного надзора и местного самоуправления;»[15]

XIX. «извещение органов государственного надзора обо всех случаях аварийного состояния на объекте строительства;» [15]

XX. «участие в освидетельствовании выполненных работ (в том числе скрытых), конструкций (в том числе ответственных), участков инженерных сетей, подписание соответствующих актов, подтверждающих соответствие;» [15]

XXI. «верификационный (выборочный) контроль качества готовой строительной продукции (результатов строительного-монтажных работ) (приемочный контроль);» [15]

XXII. «контроль за выполнением лицом, осуществляющим строительство, требования о недопустимости выполнения последующих работ до подписания соответствующих актов освидетельствования скрытых работ;» [15]

XXIII. заключительную оценку (совместно с лицом, осуществляющим строительство) соответствия законченного строительством объекта требованиям технических регламентов, проектной документации и условиям договоров технологического присоединения к сетям инженерного обеспечения (приемка законченного строительством объекта у лица, осуществляющего строительство, в соответствии с СП 68.13330.2017)» [16].

Контроль качества монтажа ферм на опорных площадках колонн осуществляется под руководством бригадира или супервайзера, при необходимости с использованием специализированного технического оборудования. Меры оперативного контроля качества подробно описаны в таблице В.2 Приложения В. Обеспечение высоких стандартов строительства требует многоступенчатого подхода, начиная с первоначальной проверки рабочей документации и материалов, поставляемых на объект. Затем следует непрерывный контроль технологических процессов во время монтажа. Наконец, проводится тщательный приемочный контроль собранных ферм, который включает в себя проверку скрытых работ путем сертификации и выдачу акта приемки, подтверждающего соответствие всем стандартам качества.

3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность

3.4.1 Безопасность труда

«Работники не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие профессиональные навыки для работы монтажниками и не имеющие

противопоказаний по полу по выполняемой работе, перед допуском к самостоятельной работе должны пройти:

- обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования) для признания годными к выполнению работ в порядке, установленным Минздравом России;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда» [23, п. 5.41.1].

«Монтажники обязаны соблюдать требования безопасности труда для обеспечения защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест на значительной высоте;
- передвигающиеся конструкции;
- падение вышерасположенных материалов, инструмента;
- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений» [23, п. 5.41.2].

«Для защиты от механических воздействий монтажники обязаны использовать предоставляемые работодателями бесплатно: костюмы хлопчатобумажные, рукавицы с наладонниками из винилискожи – Т прерывистой, полусапоги кожаные на нескользящей подошве, а также костюмы на утепляющей прокладке и валенки для зимнего периода года.

При нахождении на территории стройплощадки монтажники должны носить защитные каски. Кроме того при работе на высоте монтажники должны использовать предохранительные пояса, а при разбивке бетонных конструкций отбойными молотками – защитные очки» [23, п. 5.41.3].

«Находясь на территории строительной (производственной) площадки, в производственных и бытовых помещениях, участках работ и рабочих местах

монтажники обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

Допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на указанные места запрещается» [23, п. 5.41.4].

«В процессе повседневной деятельности монтажники должны:

- применять в процессе работы средства малой механизации, по назначению, в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей;

- поддерживать порядок на рабочих местах, очищать их от мусора, снега, наледи, не допускать нарушений правил складирования материалов и конструкций;

- быть внимательными во время работы и не допускать нарушений требований безопасности труда» [23, п. 5.41.5].

«Монтажники обязаны немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя работ о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении своего здоровья, в том числе о появлении острого профессионального заболевания (отравления)» [23, п. 5.41.6].

3.4.2 Пожарная безопасность

При строительстве и монтаже необходимо строго соблюдать требования действующей редакции СП 112.13330, регламентирующей нормы пожарной безопасности для зданий и сооружений. Кроме того, все участники проекта должны соблюдать положения Постановления № 1479, в котором подробно изложены правила пожарной безопасности, действующие на всей территории Российской Федерации [24].

«Раздел по пожарной безопасности должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать: - решения по количеству въездов на строительную площадку, наличию проездов требуемой ширины, их количеству и расстояний между ними; - мероприятия по эвакуации рабочих с лесов и

высотных сооружений; - решения по складированию горючих материалов; - порядок выполнения работ с горючими материалами, выдачи нарядов-допусков на производство работ; - порядок использования электрических калориферов, газовых горелок, воздухонагревателей' - правила выполнения пожароопасных работ (окрасочных, с клеями, мастиками, битумами, полимерными и другими горючими материалами, огневых, газосварочных и паяльных); - оснащение рабочих мест (рабочей зоны) средствами пожаротушения: бочки с водой, ведра, емкости с песком, огнетушители; - схемы эвакуации работающих в случае возникновения пожара; - схемы опасных зон с установкой защитных и сигнальных ограждений; индивидуальных и коллективных средств защиты.» [п.5.6.5 24].

Для обеспечения безопасности строительной площадки необходимо, чтобы каждый работник понимал свою ответственность в случае возникновения пожара. Рабочие должны быть тщательно обучены правильному использованию противопожарного оборудования и знать, как быстро оповестить пожарную охрану с помощью имеющихся систем связи.

В конце каждого рабочего дня все электрооборудование должно быть выключено, а цепи обесточены, чтобы снизить риск возникновения пожара. Необходимо поддерживать достаточный запас воды для пожаротушения, доступной из гидрантов или резервуаров с водой, а все гидранты должны находиться в рабочем состоянии.

Чтобы еще больше снизить риск пожара, следует выделить специальные места для курения, а также установить достаточное количество мусорных баков и ящиков для песка. Регулярное обучение и строгое соблюдение мер пожарной безопасности являются основой для обеспечения безопасной и хорошо подготовленной рабочей среды [24].

«Сушка одежды и обуви должна производиться в специально приспособленных для этих целей помещениях, зданиях или сооружениях с центральным водяным отоплением либо с применением водяных калориферов.

Устройство сушилок в тамбурах и других помещениях, располагающихся у выходов из зданий, не допускается. Не разрешается накапливать на строительных площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте» [24].

3.4.3 Экологическая безопасность

Все мероприятия по охране окружающей среды проводятся в соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

При организации движения транспорта на территории и вокруг нее приоритет должен отдаваться снижению уровня загрязнения воздуха и шума. Для этого необходимо тщательно регулировать использование техники, чтобы двигатели не работали без необходимости или дольше, чем это необходимо для эффективной работы. «Допуск строительной и автомобильной техники к производству работ осуществлять после проверки их на выброс вредных веществ при работе двигателей. Заправку строительной техники осуществлять специализированным транспортом на оборудованных поддонами площадках, исключающих возможность попадания ГСМ в почву.

Расстановка работающих машин и механизмов на строительной площадке осуществляется с учетом взаимного звукоограждения и естественных преград» [25].

«Во избежание загрязнения окружающей среды необходимо регулярно удалять отходы. Для этого нужно использовать специальные отведенные места для мусора. В этих местах необходимо установить контейнеры. Все что осталось после установки ферм, должно быть утилизировано на специально отведенных местах на стройплощадках. Для того, чтобы воздух не был загрязнен, сгорающие отходы должны быть запрещены» [25].

3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Ведомость механизмов, инвентаря и приспособлений представлена в таблице Б.3 приложения Б.

3.6 Техничко-экономические показатели

3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по ГЭСН. Сборник 9. Нормы времени даны в чел-час и маш-час. Трудоемкость работ в чел-днях и машино-сменах рассчитывается по формуле (3.8):

$$T_p = \frac{V \cdot N_{вр.}}{8}, \text{ чел-дн (маш-см)}, \quad (86)$$

где $N_{вр.}$ – норма времени на единицу объема работ, чел-час (маш-час)» [9];

« V – объем работ, принимаемый из таблицы 9, выраженный в натуральных единицах измерения (m^2 ; m^3 ; шт; т);

8 – продолжительность смены, час» [9].

«Материально-технические ресурсы, затраты труда и машинного времени приводятся в технологических картах на технологический процесс и его операции, на весь объем работ или укрупненные измерители конечной продукции, например: на площадь - 10, 100 или 1000 м²; на объем - 10, 100 или 1000 м³; на расстояние - 100 или 1000 м; на массу - 100 или 1000 т; на количество - 10 или 100 шт.» [32]

Таблица 9 – Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование технических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость	
					чел.-ч.	маш.-ч.	чел.-дн.	маш.-см.
1	Монтаж ферм пролетом 24 м массой до 5,0 т	т	547,2	ГЭСН 09-03-012-02	15,6	3,24	1067,04	221,62

3.6.2 График производства работ

График производства работ на монтаж стальных стропильных ферм представлен в графической части на листе 6.

3.6.3 Основные технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели представлены в графической части на листе 6.

Вывод к разделу технологии строительства

В разделе «Технология строительства» разработана технологическая карта на монтаж стальных стропильных ферм пролетом 24 м при возведении надземной части цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций.

В данном разделе подсчитаны объемы работ, подобраны основные грузозахватные приспособления.

Описана технология производства работ по монтажу стальных стропильных ферм пролетом 24 м. Указаны требования к операционному контролю качества работ и приемке работ, рассчитана калькуляция затрат труда и машинного времени.

Представлены указания по безопасному производству работ и охране труда, мероприятия при пожарной и экологической безопасности производства работ. В приложении Б представлены ведомость грузозахватных приспособлений, состав операций и средства контроля качества, потребность механизмов, инвентаря и приспособлений. В графической части представлены технологическая схема организации работ, основные технологические операции, график производства работ, схема организации рабочего места, схемы строповки.

4 Организация и планирование строительства

Данный раздел посвящен разработке производственного плана (ППР) строительства цеха по производству крупных металлоконструкций в г. Тольятти Самарской области. Технологические процессы, задействованные в проекте, подробно описаны в разделе 3. Структура и содержание ППР соответствуют нормам, указанным в СП 48.13330-2019 «Организация строительства» [21]. Полное описание предлагаемого объекта приведено в разделе 1 проекта.

4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ

Объем работ определяется расчетами на основе архитектурно-строительных чертежей. Единицы измерения для этих расчетов должны соответствовать нормам, установленным Государственными элементными сметными нормами [8]. Подробная разбивка объемов строительно-монтажных работ приведена в таблице Б.1 в Приложении Б.

4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях

После определения объема строительно-монтажных работ были определены точные объемы необходимых строительных материалов, компонентов и конструктивных элементов. Эта оценка основывалась на документированном объеме работ и стандартных нормах расхода материалов, используемых в процессе строительства. Подробный перечень необходимых материалов, компонентов и конструктивных элементов представлен в таблице Б.2 в Приложении Б.

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

«Для производства работ необходимо подобрать монтажный кран для монтажа элементов всего здания.

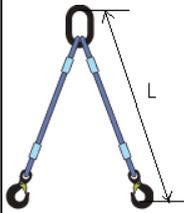
Монтажный кран подбирается по трем основным характеристикам:

- вылет крюка;
- высота подъема крюка;
- грузоподъемность» [8].

Сначала необходимо подобрать грузоподъемные приспособления.

Ведомость представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Подбор грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемых элементов»	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз	Характеристика		Высота строповки, м» [8]
				Грузоподъемность	Масса, т	
1	2	3	4	5	6	7
Самый тяжелый и удаленный элемент по горизонтали – бадя с бетоном	2,85	2СК-5,0		5,0	0,036	4,0
Самый тяжелый и удаленный элемент по вертикали – металлическая ферма Ф1	3,04					

«Выбор грузоподъемного крана производится по его техническим параметрам, а именно: грузоподъемность, наибольший вылет стрелы, наибольшая высота подъема крюка.

Грузоподъемность крана Q_k :

$$Q_k = Q_э + Q_{пр} + Q_{эр} \quad (87)$$

где Q_3 – масса самого тяжелого элемента; $Q_{пр}$ – масса приспособлений для монтажа; $Q_{гр}$ – масса грузозахватного устройства.

$$Q_{кр} = 3,04 + 0,036 = 3,076 \text{ т}$$

С учетом запаса 20%:

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot Q_{кр} \quad (88)$$

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot 3,076 = 3,691 \text{ т};$$

$$M_{max} = Q_{расч} \cdot L = 3,691 \cdot 6,9 = 25,5 \text{ тм.} \quad (89)$$

Высота подъема крюка:

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_э + h_{ст}, \text{ м} \quad (90)$$

где h_0 – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана (высота до верха смонтированного элемента), м; $h_3 = 1,0$ м – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее 1÷2,5м), м; $h_э$ – высота поднимаемого элемента, м; $h_{ст} = 4,0$ м – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана, м» [8].

$$H_{кр} = 12 + 1,0 + 2,58 + 4,0 = 19,58 \text{ м.}$$

«Определяем оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту:

$$tg\alpha = \frac{2(h_{ст} + h_{п})}{b_1 + 2S}, \quad (91)$$

где $h_{ст}$ – высота строповки, м; $h_{п}$ – длина грузового полиспаста крана. Ориентировочно принимают от 2 до 5 м; b_1 – длина или ширина сборного элемента, м; S – расстояние по горизонтали от здания или ранее смонтированного элемента до оси стрелы (~1,5 м) или от края элемента до оси стрелы» [8].

$$tg\alpha = \frac{2(4+2)}{0,25+2 \cdot 1,5} = 75^\circ.$$

Длина стрелы:

$$L_{стр} = \frac{H_{кр} + h_{п} - h_c}{\sin\alpha}, \text{ м} \quad (92)$$

где h_c – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана (1,5 м).

$$L_{стр} = \frac{19,58 + 2 - 1,5}{\sin 75^\circ} = 20,8 \text{ м.}$$

Вылет крюка:

$$L_k = L_{стр} \cdot \cos\alpha + d, \text{ м} \quad (93)$$

где d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (1,5 м).

$$L_k = 20,8 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 6,9 \text{ м.}$$

Выбираем автомобильный кран КС-45719-8К с длиной стрелы 23 м грузоподъемностью 16 т.

Технические характеристики автомобильного крана представлены в таблице 11. На рисунке 15 представлены грузовые характеристики крана.

Таблица 11 – Технические характеристики крана КС-45719-8К

«Наименование монтируемого элемента»	Масса элемента Q, т	Высота подъема крюка H _к , м		Вылет стрелы L _к , м		Длина стрелы L _с , м	Грузоподъемность крана, т» [8]	
		H _{max}	H _{min}	L _{min}	L _{max}		Q _{max}	Q _{min}
Стальная ферма Ф1 длиной 24 м	3,04	23	7	7	21	23	5	0,8

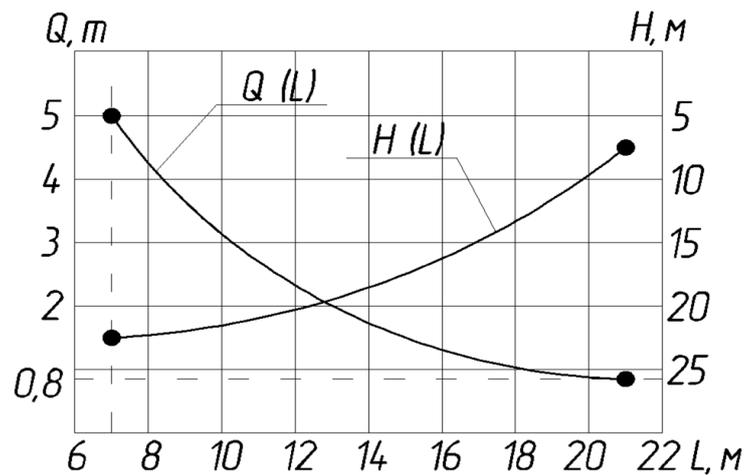


Рис. 15 – Грузовые характеристик крана КС-45719-8К

Для производства работ приняты другие машины и механизмы, которые представлены в таблице В.4, Приложение В.

4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени

Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по Государственным элементным сметным нормам (ГЭСН) [7].

Норма времени для каждого вида работ приводится в человеко-часах или машино-часах.

«Трудоемкость работ в человеко-днях и машино-сменах рассчитывается по формуле:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8}, \quad (94)$$

где V – объем работ;

$H_{вр}$ – норма времени (чел-час, маш-час);

8 – продолжительность смены, час» [9,10].

«Кроме основных работ необходимо также учесть затраты труда на подготовительные работы в размере 8 %, санитарно-технические работы – 7%, электромонтажные работы – 5%, а также неучтенные работы в размере 16% от суммарной трудоемкости выполняемых работ» [8,12].

Ведомость трудозатрат и затрат машинного времени представлена в таблице В.3.

4.5 Разработка календарного плана производства работ

4.5.1 Определение нормативной продолжительности строительства

«Нормативная продолжительность строительства определяется в составе ПОС по укрупненным нормативам СНиП 1.04.03-85» [8].

Для завода строительных стальных конструкций мощностью 20 тыс. т/год нормативная продолжительность строительства составляет 18 месяцев.

Фактическая продолжительность строительства цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций по календарному графику составила 533 дня.

4.5.2 Разработка календарного плана производства работ, графика движения трудовых ресурсов

«В календарном плане строительства приводятся очередность и сроки строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, пусковых комплексов и работ подготовительного периода с распределением инвестиций и объемов строительно-монтажных работ по этапам строительства и по времени.» [п.5.5, 32].

«Календарный план является документом, который устанавливает последовательность, сроки и интенсивность производимых работ.

При разработке линейного календарного графика соблюдается ряд требований:

- максимальное совмещение разнотипных работ на одной захватке;
- общий срок строительства не должен превышать нормативного или директивного;
- временные разрывы в работе одного звена на разных захватках, а также простои на одной захватке не должны превышать 3-х дней;
- не рекомендуется изменять сменность работы одного звена на захватках;
- в графике движения людских ресурсов не должно быть резких провалов и пиков, т.е. должна достигаться равномерность потребления.

Продолжительность выполнения i -го вида работы определяется по формуле:

$$T = T_p / n \cdot k, \text{ дни} \quad (95)$$

где T_p – трудоемкость i -го вида работ (чел.-дн.); n – численность рабочих в смену; k – число смен работы звена (бригады).

После построения календарного плана производства работ, графика движения рабочих и их оптимизации рассчитаем коэффициент неравномерности использования трудовых ресурсов:

$$K = \frac{R_{max}}{R_{cp}}, \quad (96)$$

где $R_{max} = 50$ чел. – максимальное число рабочих на объекте, находится по ведомости трудоемкости работ; R_{cp} – среднее число рабочих на объекте.

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{T_{общ}} = \frac{17680,52}{533} = 34 \text{ чел.} \quad (97)$$

где $\sum T_p$ – суммарная трудоемкость всех работ, с учетом подготовительных, электромонтажных, санитарно-технических и неучтенных работ, чел-дн.; $T_{общ}$ – общий срок строительства здания.

$$K_n = \frac{R_{max}}{R_{cp}} = \frac{50}{34} = 1,47$$

Условие $1,0 < K_n = 1,47 < 1,5$ выполняется» [8].

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Расчет и подбор временных зданий

«Удельный вес различных категорий работающих принимается в следующих процентных соотношениях для промышленного строительства:

– численность рабочих, занятых на СМР, принимается равной R_{max} из оптимизированного графика движения людских ресурсов;

– численность ИТР – 11%;

– численность служащих – 3,6%;

– численность младшего обслуживающего персонала (МОП) – 1,5%»

[8,10,12].

«Общее количество работающих определяется по формуле:

$$N_{общ} = N_{раб} + N_{итр} + N_{служ} + N_{моп} \quad \text{»}[8,10] \quad (98)$$

где, $N_{раб}$ – определяется по графику движения рабочей силы $R_{max} = 20$ человек.

$$N_{\text{итр}} = 50 \cdot 0,11 = 5,5 = 6 \text{ чел.} \quad (99)$$

$$N_{\text{служ}} = 50 \cdot 0,036 = 1,8 = 2 \text{ чел.} \quad (100)$$

$$N_{\text{моп}} = 50 \cdot 0,015 = 0,75 = 1 \text{ чел.} \quad (101)$$

$$N_{\text{общ}} = 50 + 6 + 2 + 1 = 59 \text{ чел.} \quad (102)$$

Расчетное количество работающих на стройплощадке:

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} = 1,05 \cdot 59 = 62 \text{ чел.} \quad (103)$$

Ведомость санитарно-бытовых помещений представлена в таблице В.6 приложения В.

4.6.2 Расчет площади для складирования материалов

«Сначала необходимо определить запас каждого материала на складе:

$$Q_{\text{зан}} = Q_{\text{общ}} / T * n * k_1 * k_2, m \quad (104)$$

здесь $Q_{\text{общ}}$ – общее количество материала данного вида (изделия, конструкции), необходимого для строительства;

T – продолжительность работ;

n – норма запаса материала;

k_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов;

k_2 – коэффициент неравномерности потребления материала» [9].

«Затем рассчитаем полезную площадь, необходимую для каждого вида материалов по следующей формуле:

$$F_{\text{пол}} = Q_{\text{зан}} / q, m^2 \quad (105)$$

здесь q – норма складирования

Определяют общую площадь склада с учетом проходов и проездов

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} * K_{\text{исп}}, m^2 \quad (106)$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования площади склада» [8].

Расчеты сводим в таблицу В.5 приложения В.

4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

«Для обеспечения строительных процессов, а также соблюдения противопожарных норм, необходимо соорудить временное водоснабжение.

Максимальный расход воды на производственные нужды рассчитывается для периода наибольшего водопотребления. В нашем случае это период бетонирования монолитных перекрытий в АБК» [8].

Определим объем работ, требующих водопотребления:

$$n_n = \frac{V}{t_{\text{МОНТ}}}, \quad (107)$$

где V – объем работ (бетонирование, м³); $t_{\text{МОНТ}}$ – продолжительность работы, дни.

$$n_n = \frac{866}{22 \cdot 2} = 19,68 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{НУ}} \cdot q_{\text{Н}} \cdot n_n \cdot K_{\text{Ч}}}{3600 \cdot t_{\text{СМ}}}, \text{ л/сек} \quad (108)$$

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \cdot 200 \cdot 19,68 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,25 \text{ л/сек}$$

Рассчитаем расход воды на хозяйственно-бытовые нужды в смену, с наибольшим количеством людей по формуле:

$$Q_{\text{ХОЗ}} = \frac{q_{\text{У}} \cdot n_{\text{Р}} \cdot K_{\text{Ч}}}{3600 \cdot t_{\text{СМ}}} + \frac{q_{\text{Д}} \cdot n_{\text{Д}}}{60 \cdot t_{\text{Д}}}, \text{ л/сек} \quad (109)$$

$$Q_{\text{ХОЗ}} = \frac{15 \cdot 50 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} + \frac{50 \cdot 40}{60 \cdot 45} = 0,78 \text{ л/сек}$$

Расход воды на пожаротушение принимаем $Q_{\text{ПОЖ}} = 10, \text{ л/сек}$.

Определим максимальный расход воды на строительной площадке:

$$Q_{\text{ОБЩ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{ХОЗ}} + Q_{\text{ПОЖ}}, \text{ л/сек} \quad (110)$$

$$Q_{\text{ОБЩ}} = 0,25 + 0,78 + 10 = 11,03 \text{ л/сек}$$

По определенному максимальному расходу рассчитаем диаметр труб

временной водопроводной сети по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{\text{общ}}}{\pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (111)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 11,03}{3,14 \cdot 1,5}} = 96,8 \text{ мм}$$

Принимаем трубу с $D_y=100$ мм.

Водоснабжение проекта будет осуществляться из существующей городской водопроводной сети. Поскольку строительные работы запланированы на лето, временная система водоснабжения будет проложена методом открытой траншеи. Временная система водоснабжения спроектирована как тупиковая. Временная канализационная система была спроектирована с использованием труб диаметром 100 мм для обеспечения эффективного водоотвода в период строительства.

4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

«Проектирование электроснабжения строительной площадки определяют при помощи расчетной нагрузки, необходимой мощности трансформаторной подстанции.

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{k_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{k_{2c} \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum k_{3c} \cdot P_{\text{ов}} + \sum k_{4c} \cdot P_{\text{он}} \right), \text{ кВт} \quad (112)$$

Таблица 12 - Ведомость установленной мощности силовых потребителей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Установленная мощность	Кол-во	Общая установленная мощность, кВт
Сварочный аппарат СТЕ-24	кВт	54	1	54
Вибратор ИВ-47	кВт	1,2	2	2,4
Виброрейка СО-47	кВт	0,6	1	0,6
Итого:				57

Вычисляем мощность силовых потребителей с учетом коэффициентов мощности и коэффициентов одновременности спроса.

$$\sum \frac{k_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} = \frac{k_{1c} \cdot P_{c1}}{\cos \varphi} + \frac{k_{2c} \cdot P_{c2}}{\cos \varphi} + \frac{k_{3c} \cdot P_{c3}}{\cos \varphi} = \frac{0,35 \cdot 54}{0,4} + \frac{0,1 \cdot 2,4}{0,4} + \frac{0,1 \cdot 0,6}{0,4} = 47,25 + 0,6 + 0,15 = 48 \text{ кВт.}$$

Мощность уменьшилась с 57 кВт до 48 кВт.

Таблица 13 - Потребная мощность наружного освещения

Потребители эл. энергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность кВт
Территория строительства	1000 м ²	0,4	2	59416,3	0,4*59,42=23,768
Открытые склады	1000м ²	1	10	1303,28	1*1,303 = 0,564
Итого мощность наружного освещения					$\sum P_{\text{он}}=24,33$

Таблица 14 - Потребная мощность внутреннего освещения

Потребители эл. энергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность кВт
Контора прораба	100 м ²	1	75	0,24	0,24
Гардеробная	100 м ²	1	50	0,56	0,56
Диспетчерская	100 м ²	1	75	0,21	0,21
Проходная	100 м ²	0,8	-	0,12	0,096
Душевая	100 м ²	0,8	-	0,28	0,224
Сушильная	100 м ²	0,8	-	0,16	0,13
Столовая	100 м ²	1	75	0,24	0,24
Комната для отдыха и обогрева	100 м ²	0,8	-	0,44	0,352
Туалет	100 м ²	0,8	-	0,143	0,114
Закрытые склады	1000 м ²	1,2	15	0,102	0,122
Итого мощность внутреннего освещения					$\sum P_{\text{ов}}=2,29$

$$P_p = 1,1(48 + 0,8 \cdot 2,29 + 1 \cdot 24,33) = 81,58 \text{ кВт}$$

«Производим перерасчет мощности из кВт в кВ·А:

$$P_p = P_y \cdot \cos \varphi = 81,58 \cdot 0,8 = 65,26 \text{ кВ·А} \quad (113)$$

Принимаем 1 временный трансформатор марки СКТП-100 мощностью 100 кВ·А.

Рассчитаем количество прожекторов, для освещения строительной площадки по формуле:

$$N = \frac{p_{\text{уд}} \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (114)$$

где $p_{\text{уд}}$ – удельная мощность, Вт/м². Для прожекторов ПЗС-45 = 0,2–0,3; S – величина площадки, подлежащей освещению, м²; E – освещенность, лк, для

стройплощадки в целом $E = 2$ лк; $P_{л}$ – мощность лампы прожектора, 1500 Вт» [8].

$$N = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 59416,3}{1500} = 16 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 16 ламп прожектора ПЗС-45 мощностью 1500 Вт.

4.7 Проектирование строительного генерального плана

«Строительный генеральный план составляется отдельно для подготовительного и основного периодов строительства с указанием расположения строящихся зданий и сооружений, участков для размещения временных инвентарных зданий и сооружений, постоянных и временных железных и автомобильных дорог, основных инженерных коммуникаций, складов, монтажных кранов, объектов производственной базы (с выделением объектов, сооружаемых в подготовительный период), а также существующих и подлежащих сносу строений.» [п.5.6, 32].

«На стройгенплан наносятся: границы строительной площадки и виды ее ограждения, действующие и временные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации, постоянные и временные дороги, схемы движения средств транспорта и механизмов, места установки строительных и грузоподъемных машин, пути их перемещения и зоны действия, размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений» [8,12].

Схема движения транспорта по стройплощадке принята кольцевая с односторонним движением.

«Определение зон влияния крана.

При работе грузоподъемного крана на строительстве отдельного здания выделяют три самостоятельных зоны:

1 – зона обслуживания – 7 м, см. СГП.

2 – зона перемещения груза:

$$R_{\text{пер}} = R_{\text{max}} + 0,5l_{\text{max}} = 7 + 0,5 \cdot 24 = 19 \text{ м} \quad (115)$$

3 – опасная зона для нахождения людей» [9,11]:

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{п.с.}} + l_{\text{без.}} = 19 + 7 = 26 \text{ м} \quad (116)$$

4.8 Техничко-экономические показатели ППР

«Техничко-экономическая оценка проекта производства работ ведется по следующим показателям:

1. Объем здания – 351 705,6 м³.
2. Общая трудоемкость работ – $T_p = 17680,52$ чел/дн.
3. Усредненная трудоемкость работ – 0,05 чел-дн/м³.
4. Общая трудоемкость работы машин – 1621,99 маш-см.
5. Общая площадь строительной площадки – 59 416,30 м².
6. Площадь временных зданий – 239,30 м².
7. Площадь складов:
 - открытых – 1303,28 м²;
 - закрытых – 102,23 м²;
 - под навесом – 90,20 м².
8. Протяженность:
 - водопровода – 233,36 м;
 - канализации – 67,47;
 - временных дорог – 952,30 м;
 - осветительной линии – 850,80 м.
9. Количество рабочих на объекте:
 - максимальное $R_{\text{max}} = 50$ чел.;
 - среднее $R_{\text{ср}} = \frac{\sum T_p}{T_{\text{общ}}} = \frac{17680,52}{533} = 34$ чел;
 - минимальное $R_{\text{min}} = 20$ чел.

10. Коэффициент неравномерности использования трудовых ресурсов – 1,47.

11. Продолжительность строительства:

– нормативная – 540 дней;

– фактическая – 533 дня» [8].

5 Экономика строительства

5.1 Определение сметной стоимости строительства

Объем строительных работ может существенно различаться в зависимости от выбора материалов и методов строительства. Например, использование сэндвич-панелей или пеноблоков в качестве основного материала подчеркивает различные факторы стоимости и эффективности.

Сэндвич-панели - это современный строительный материал, известный своей отличной теплоизоляцией и простотой монтажа. При рассмотрении финансовой целесообразности этого варианта важно учитывать не только стоимость панелей, но и дополнительные расходы, связанные со стальными конструкциями. Эти дополнительные расходы обычно составляют 120 % от базового бюджета проекта, то есть косвенные затраты составляют значительную часть общей стоимости проекта. Кроме того, к таким проектам применяется стандартная норма прибыли в размере 77 %, чтобы учесть непредвиденные расходы. Эта маржа помогает обеспечить более точный финансовый прогноз и снижает риск непредвиденного превышения бюджета на этапе реализации.

Для того чтобы привести бюджеты проектов в соответствие с региональными экономическими условиями, на второй квартал 2024 года был установлен индекс стоимости в размере 9,28. Этот индекс, указанный в письме Министерства строительства Российской Федерации (№ 29044-ИФ/09 от 23 мая 2024 года), служит важнейшим ориентиром для корректировки сметы проекта с учетом колебаний материальных и экономических затрат. С учетом этих соображений финансовое планирование строительных проектов становится более точным и комплексным, обеспечивая реалистичное представление о сопутствующих затратах [10].

Второй подход предполагает использование пеноблоков, при этом объем строительства составляет 664 квадратных метра кладки. Это составляет значительную часть всего проекта. Наценка на кирпич и блоки для данного вида

работ установлена в размере 155 %. Это отражает более высокие организационные и эксплуатационные расходы, связанные с этими материалами, которые включают в себя сырье, рабочую силу, аренду оборудования, транспортировку и другие сопутствующие расходы. Рентабельность работ с кирпичом и блоками обычно оценивается в 90 %. Это требует значительных финансовых резервов для покрытия потенциальных рисков, таких как колебания цен на материалы или транспортные задержки.

В данном проекте особое внимание уделяется использованию легких бетонных блоков для кладки благодаря их превосходным теплоизоляционным свойствам и долговечности. Данные материалы особенно ценятся за их малый вес, что облегчает транспортировку и погрузку во время строительства. Газобетонные блоки плотностью 600 кг/м³ были выбраны специально из-за их превосходной теплоизоляции, что делает их хорошо подходящими для более холодного климата. Кроме того, раствор М100 был выбран за его высокую прочность и надежность, обеспечивающую прочное сцепление между блоками и повышающую структурную целостность кладки.

Анализ стоимости этого варианта включает подробную разбивку расходов на материалы и монтаж. Стоимость сэндвич-панелей составляет 2 500 рублей за квадратный метр, а стоимость монтажа - 500 рублей за квадратный метр. Пеноблоки оцениваются в 3 200 руб/куб. м, а раствор М100 стоит 1 800 руб/куб. м. Монтаж пеноблоков оценивается в 700 рублей. Данные по ценам приведены в таблице Г1 приложения Г. При выборе между двумя вариантами строительства решающее значение имеют бюджетные ограничения, сроки реализации проекта и конкретные эксплуатационные требования к зданию. Каждый вариант имеет уникальные преимущества и проблемы, и окончательное решение должно соответствовать приоритетам проекта. Всесторонний финансовый анализ, представленный в Таблице 2, позволяет сделать обоснованный выбор.

5.2. Расчет стоимости проектных работ

Выбранным объектом строительства является цех по производству крупногабаритных металлоконструкций, который будет возведен на промышленной территории. Для данного объекта необходимо провести расчет стоимости проектных работ, исходя из основных показателей площади, высоты и сложности строительства. Расчет выполнен в соответствии с действующими рекомендациями и методическими указаниями по определению стоимости проектных работ для промышленных объектов.

Проектные работы включают несколько этапов, таких как подготовка исходных данных, разработка проектной документации, инженерные изыскания, а также согласование и утверждение проекта в контролирующих органах. Стоимость каждого из этапов рассчитывается на основе нормативов, применяемых для промышленных объектов.

Стоимость проектных работ определяется на основе укрупненного показателя стоимости проектирования на 1 м² общей площади здания. Согласно формуле (48):

$$C_{\text{проект}} = S_{\text{общ}} P_{\text{укр}} K_{\text{сл}} \quad (117)$$

где:

$C_{\text{проект}}$ — стоимость проектных работ,

$S_{\text{общ}}$ — общая площадь здания,

$P_{\text{укр}}$ — укрупненный показатель стоимости проектирования на 1 м²,

$K_{\text{сл}}$ — коэффициент, учитывающий сложность и специфические требования объекта.

Для данного объекта значимыми факторами являются специфика работы с крупногабаритными металлоконструкциями и необходимость проектирования специализированного оборудования. Коэффициент сложности $K_{сл}$ учитывает не только габариты здания, но и необходимость установки сложных инженерных систем, таких как мощные вентиляционные установки и грузоподъемные механизмы.

Кроме того, в расчет стоимости проектных работ включены затраты на выполнение инженерных изысканий, которые являются необходимыми для выбора фундамента и обеспечения устойчивости здания под нагрузкой тяжелого производственного оборудования. Дополнительно учитываются расходы на согласование проектной документации в органах государственного надзора, а также проведение обязательной государственной экспертизы.

Для составления сводного сметного расчета необходимо разбить проект на основные категории затрат. В данном случае приведем пример структуры в виде таблицы Г.3.

5.3 Заключение по разделу экономика строительства

В рамках проведенного экономического анализа проекта по строительству цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций была осуществлена комплексная оценка всех затрат, связанных с проектированием, строительством и последующей эксплуатацией объекта. На основании произведенных расчетов можно сделать вывод о том, что проект является экономически целесообразным при соблюдении утвержденных нормативов и рекомендаций.

Расчет стоимости проектных работ, показал, что общая стоимость определяется на основе ряда факторов, таких как площадь объекта, его сложность, а также специфические требования к производственным процессам. Использование нормативных укрупненных показателей стоимости и

корректирующих коэффициентов, учитывающих особенности объекта, позволило получить реалистичную оценку затрат на проектные работы.

Экономическая часть проекта также учитывает необходимые затраты на проведение инженерных изысканий, согласование проектной документации и экспертизы, что обеспечивает соблюдение всех требований безопасности и качества строительства. Таким образом, проектные решения и предварительный экономический анализ показывают, что строительство цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций возможно с минимальными рисками для инвесторов при условии рационального распределения ресурсов и контроля затрат на всех этапах реализации проекта.

Экономическая эффективность проекта обеспечивается за счет применения современных технологий строительства и проектирования, что позволяет снизить эксплуатационные затраты и повысить производительность. Учет всех факторов, влияющих на стоимость строительства, а также тщательное планирование бюджета и использование нормативной базы позволяют говорить о рентабельности и устойчивости проекта на этапе его реализации.

Вывод по разделу

В разделе «Экономика строительства» представлены сводные сметы, включающие общие расчеты стоимости основного строительства, а также благоустройства и обустройства территории. Также подготовлены локальные сметы для отдельных задач проекта. Приведены все основные данные, необходимые для расчета общей стоимости строительства цеха по производству крупных металлоконструкций. Кроме того, были учтены затраты на проектирование и рассчитаны технико-экономические показатели, способствующие точному планированию и эффективному управлению затратами на протяжении всей работы.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Характеристика рассматриваемого технического объекта

Технический объект представляет собой цех по производству крупных металлических конструкций, расположенный в Тольятти. Сооружение представляет собой одноэтажное металлокаркасное здание, к которому примыкает административная часть, позволяющая в полном объеме выполнять все производственные процессы по изготовлению крупногабаритных конструкций. Подробные характеристики объекта приведены в Техническом паспорте, который включен в таблицу Д.1 Приложения Д.

6.2 Идентификация профессиональных рисков

Был проведен анализ с целью выявления опасных и вредных факторов, присутствующих в цехе по производству крупногабаритных металлоконструкций, которые могут оказать негативное влияние на здоровье работников. Используя основы, определенные в ГОСТ Р 12.0.007-2021 «Система стандартов безопасности труда: Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация», были оценены профессиональные риски, особенно связанные со сборочно-сварочными операциями и использованием тяжелой строительной техники. Выявленные риски подробно представлены в таблице Е.2 Приложения Е. Информированность об этих факторах имеет решающее значение для предотвращения несчастных случаев на производстве и обеспечения благополучия работников, что, в свою очередь, способствует бесперебойной и стабильной работе производства.

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Обеспечение безопасности работников при изготовлении крупных металлических конструкций требует применения комплексного подхода, сочетающего организационные и технические стратегии. Данный подход направлен на минимизацию профессиональных рисков с помощью скоординированных мер, таких как эффективное управление рабочими местами и использование специализированных инструментов, оборудования и средств индивидуальной защиты, предназначенных для защиты здоровья и благополучия работников [1].

В соответствии с ГОСТ Р 12.0.004-2021 «Система стандартов безопасности труда. Управление охраной труда. Общие требования», в проекте предусмотрены организационные меры, такие как регулярное обучение персонала, контроль за соблюдением технологий и правил безопасности, а также проведение регулярных медицинских осмотров [2].

Кроме того, исходя из данных таблицы Е.2 приложения Е, были выбраны средства индивидуальной защиты (СИЗ) согласно ГОСТ 12.4.011-2021 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [3]. Список используемых СИЗ представлен в таблице Д.3 приложения Д. Эти средства помогут минимизировать воздействие опасных и вредных производственных факторов на работников.

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

При разработке организационных и технических мер по обеспечению пожарной безопасности в цехе по производству крупных металлических конструкций необходимо учитывать классификацию возможных пожаров в зависимости от типа горючих материалов. Данные классификации

подразделяются на конкретные категории пожарной опасности, которые подробно представлены в таблице Д.4 Приложения Д.

6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

«Разработка и реализация мероприятий по пожарной безопасности для производственных объектов, включая цехи и площадки, должны в обязательном порядке предусматривать решения, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей в случае пожара. Для цехов по производству крупногабаритных металлоконструкций необходимо разрабатывать планы тушения пожаров, которые будут содержать решения по обеспечению безопасности персонала. Меры пожарной безопасности для производственных объектов разрабатываются и реализуются в соответствии с требованиями государственных и муниципальных органов, а также в рамках государственного строительного надзора» [3].

Меры, обеспечивающие пожарную безопасность, представлены в таблице Д.5 приложения Д.

6.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Сведения о мерах, осуществляемых для предотвращения возникновения пожаров в цехе, включая правила эксплуатации оборудования и хранения горючих материалов, представлены в таблице Д.6 приложения Д.

6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

После тщательного анализа потенциальных негативных экологических воздействий, связанных с производственными процессами в цехе, были разработаны рекомендации и действия, направленные на минимизацию их влияния на окружающую среду. Соответствующая информация представлена в таблицах Д.7 и Д.8 приложения Д.

Вывод по разделу

Раздел «Безопасность и экологичность технического предприятия» посвящен цеху по производству крупных металлических конструкций. В нем определяются профессиональные риски, присущие производственному процессу, и предлагаются стратегии по их снижению, включая использование средств индивидуальной защиты. Меры пожарной безопасности рассматриваются путем определения классификации пожаров и анализа потенциальных факторов риска с последующей разработкой соответствующих профилактических мер. Кроме того, в разделе уделяется внимание охране окружающей среды, описываются меры по снижению экологического воздействия предприятия.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены ключевые аспекты проектирования и строительства цеха по производству крупногабаритных металлоконструкций. Проведенное исследование позволило сформулировать выводы, направленные на достижение главной цели – реализации исследования и разработки технологических решений для организации производственных мощностей.

В ходе работы было достигнуто несколько ключевых целей. Был проведен комплексный анализ общих характеристик предприятия и систематизированы основные данные, необходимые для проектирования. Исследование было посвящено организации производственных систем и операционных процессов для крупных металлических конструкций, были разработаны технологические и организационные решения для строительства цеха. Кроме того, была определена сметная стоимость строительства и рассмотрены важнейшие аспекты безопасности труда и экологической устойчивости производства.

Особое внимание было уделено проектированию с учетом современных требований к безопасности и экологичности, что позволяет минимизировать негативное влияние на окружающую среду и обеспечить комфортные и безопасные условия для персонала.

Практическая значимость проекта заключается в возможности его применения для возведения аналогичных объектов на промышленных предприятиях, что будет способствовать развитию отечественного производства, повышению его эффективности.

Таким образом, проведенная работа демонстрирует, что разработанная технология строительства, предусмотренные меры по охране труда и экологической безопасности, а также предложенные организационно-технологические решения могут успешно применяться в условиях современного производства, способствуя росту промышленной мощности и удовлетворению потребностей различных отраслей.

Список используемой литературы

1. Альхименко А. И. Инновационные технологии. Теория и практика. /Альхименко А. И., Ватин Н. И., Рыбаков В. А. // Технология легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК). М.: Мир, 2017. – 208 с.
2. Ананьин М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций. Термины и определения [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Ю. Ананьин; под ред. И. Н. Мальцева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС Лань, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99092> - Электроннобиблиотечная система "Лань" (дата обращения: 03.07.2024).
3. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 416 с.
4. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Д., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий. СПб, Гуманистика, 2004. 463 с.
5. Бадагуев, Б.Т. Организация и производство строительного-монтажных работ. Сдача в эксплуатацию объектов строительства. Документальное обеспечение / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2016. - 592 с.
6. Беленя, Е.И. Исследования совместной работы оснований, фундаментов и поперечных рам стальных каркасов промышленных зданий / Е.И. Беленя, Л.В. Клепиков. - М.: Госстройиздат, 1967. - 59 с.
7. Бердичевский, М.М. Изучение работы стального каркаса промышленных зданий методом натуральных дифференцированных статических испытаний, проводимых в процессе возведения / М.М. Бердичевский. - В кн: Материалы по стальным конструкциям // Труды ЦНИИПСК. - М.: Госстройиздат, 1957. - № 1. - С. -145.

8. Бернгардт К.В. Краны для строительно-монтажных работ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / К.В. Бернгардт, А.В. Воробьев, О.В. Машкин; М-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург: Изд-во Урал. Унта, 2021 — 195, [1] с. — Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/103646> (дата обращения 04.05.2024)
9. Болотин, С.А. Организация строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.А.Болотин, А.Н.Вихров. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 208 с
10. Булавина М.А. Организационно-экономический механизм управления бизнес-процессами производства металлоконструкций в условиях кризиса // Вестник УМЦ. 2024. №2 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiiy-mehanizm-upravleniya-biznes-protsessami-proizvodstva-metallokonstruktsiy-v-usloviyah-krizisa> (дата обращения: 03.07.2024).
11. Валь В. Н. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции / В. Н. Валь, Е. В. Горохов, Б. Ю. Уваров. М.: Стройиздат, 1987. 220 с.
12. Вдовин, К. Н. Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению Metallургия. – 2016.
13. Вьюшина, Л. С. Техногенная безопасность и охрана труда в цехе по производству металлоконструкций / Л. С. Вьюшина // Энергия-2022: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Материалы конференции. В 6-ти томах, Иваново, 11–13 мая 2022 года. Том 2. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 79.

14. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2024. –22 с.
15. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда.
16. ГОСТ 34028-2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия.
17. Груздев В.М. Основы градостроительства и планировка населенных мест: учебное пособие / В. М. Груздев. - Нижний Новгород: ННГАСУ: ЭБС АСВ, 2017. - 106 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/808> (дата обращения: 01.04.2024). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-528-00247-7. - Текст: электронный.
18. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник / Л. Г. Дикман. - Изд. 7-е, стер. - Москва: АСВ, 2019. - 588 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/boo> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "Консультант студента". - ISBN 978-5-93093-141-9. - Текст: электронный.
19. Захарова М.В., Пономарев А.Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-stroitelstva-zdaniy-i-sooruzheniy-po-modulnoy-tehnologii> (дата обращения: 05.07.2024).
20. Золина, Т.В. Автоматизированная оценка остаточного ресурса промышленного здания в процессе его эксплуатации / Т.В. Золина, Ш.А. Фейтуллаев // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2013»: сборник материалов Международной научной конференции. - Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2013. - С. 196-197.
21. Золина, Т.В. Повышение надежности и снижение материалоемкости стальных каркасов одноэтажных промышленных зданий / Т.В. Золина, М.В.

Кобзева // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сборник статей Международной конференции. - Пенза, 2009. - С. 58-60.

22. Золина, Т.В. Увеличение срока эксплуатации промышленного объекта введением конструктивных мер // Вестник МГСУ. 2015. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uvvelichenie-sroka-ekspluatatsii-promyshlennogo-obekta-vvedeniem-konstruktivnyh-mer> (дата обращения: 03.07.2024).

23. Колотушкин В.В. Мероприятия по безопасности труда в строительстве: учебное пособие / В. В. Колотушкин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова; Воронежский государственный технический университет. - Воронеж: ВГТУ, 2018. - 194 с. URL: - <http://www.iprbookshop.ru/93265> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7731-141-9. - Текст: электронный.

24. Короткий А.А., Павленко А.Н., Симонов Д.Н. Вопросы безопасности соединений конструкций грузоподъемных кранов // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-bezopasnosti-soedineniy-konstruktsiy-gruzopodemnyh-kranov> (дата обращения: 06.07.2024).

25. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. – Минск: Высшая школа, 2018. – 352 с.

26. Кузин Н.Я. Проектирование и расчет стальных ферм покрытий промышленных зданий [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Пенза: ПГАСА, 1998. - 184с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/345226> (дата обращения: 04.07.2024).

27. Лобанов Н.В. -Строительная механика и металлоконструкции. Учебное пособие для студентов. Северодвинск 2006.

28. Макеев М.Ф. Архитектурно- строительная теплотехника: учебное пособие / М. Ф. Макеев, Е. Д. Мельников, М. В. Агеенко; Воронежский государственный технический университет. - Воронеж: ВГТУ, 2018. - 80 с. -

URL: <http://www.iprbookshop.ru/932> (дата обращения: 01.04.2024). - Режим доступа: Электронно-библиотечная edu.rosdistant.ru. Текст: электронный.

29. Малахова А.Н. Армирование железобетонных конструкций: учеб. пособие / А. Н. Малахова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МИСИ - МГСУ, 2018. - 127 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/86295> (дата обращения: 08.07.2024). - Текст: электронный.

30. Маслова Н. В. Организация и планирование строительства [Электронный ресурс]: учеб-метод. пособие / Н. В. Маслова; ТГУ; Архитектурно-строит. ин-т; каф. "Пром и гражд. стр-во". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2012. - 103 с.: ил. - Библиогр.: с. 63-64.

31. Маслова Н.В. Организация строительного производства: электрон. учеб-метод. пособие / Н. В. Маслова, Л. Б. Кивилевич; ТГУ; Архитектурно-строит. ин-т; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - Тольятти: ТГУ, 2015. - 147 с.: ил. - Прил.: с. 115-147. - Глоссарий: с. 107- 114. - Библиогр.: с. 104-106. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/12>; (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0890-8. - Текст: электронный.

32. МДС 12–29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты / ЦНИИОМТП. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 13 с.

33. Методика 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 [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649004> (дата обращения 05.07.2024).

34. Олейник П.П. Организация строительного производства: подготовка и производство строительно-монтажных работ: учебное пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский. - 2-е изд. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. - 96 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/932>

// www.iprbookshop.ru/10180 (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264- 2120-9. - Текст: электронный.

35. Олейник П.П. Организация строительной площадки: учеб. пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский. - 3-е изд. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. - 80 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/10177> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264-2121-6. - Текст: электронный.

36. Пимшин Ю.И. Геометрическая теория движения грузоподъемных кранов мостового типа // Известия вузов. СевероКавказский регион. Серия: Технические науки. 2010. №2а. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskaya-teoriya-dvizheniya-gruzopodyomnyh-kranov-mostovogo-tipa> (дата обращения: 04.07.2024).

37. Плешивцев, А.А. Технология возведения зданий и сооружений: учеб. пособие / А. А. Плешивцев. - Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 443 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/89247> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-9729-0433-4. - Текст: электронный.

38. Плотникова, И.А. Сметное дело в строительстве: учеб. пособие / И. А. Плотникова, И. В. Сорокина. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 187 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/70280> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4486- 0142-2. - Текст: электронный.

39. Плотникова, Л.Г. Технология железобетонных изделий: учебник для бакалавров / Л. Г. Плотникова. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2021. - 188 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/10578> (дата обращения: 08.07.2024). - Режим доступа: Электронно- библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4497- 0984-4. - Текст: электронный.

40. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям, М.: МЧС РФ, 2013.
41. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования, М.: МЧС РФ, 2009.
42. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Электронный ресурс]. – введ. 01.07.2013 – Москва: Минрегион России, 2012. 96 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 05.07.2024).
43. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Минрегион РФ, 2012. – 34 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 05.07.2024).
44. СП 63.13330.2016. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003 / НИИЖБ. – М.: Минрегион России, 2016. – 84 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200082522> (дата обращения 05.07.2024).
45. Спицына, Д.Н. Исследование работы кранов мостового типа при сейсмических воздействиях // Известия вузов. Машиностроение. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-raboty-kranov-mostovogo-tipa-pri-seysmicheskikh-vozddeystviyah> (дата обращения: 06.07.2024).
46. Сысоева Е.В. Конструирование общественных зданий: учеб- метод. пособие / Е. В. Сысоева, А. П. Константинов, Е. Л. Безбородов. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. - 55 с. : ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/105> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264-2200-8. - Текст : электронный. Д
47. Тошин, Д.С. Промышленное и гражданское строительство. Выполнение бакалаврской работы: электронное учебно-методическое пособие / Д.С. Тошин. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. -1 оптический диск. - ISBN 978-5-8259-1538-8.

48. Цех по производству металлоконструкций. URL: <http://www.stk-metal.ru/ceh-po-proizvodstvu-metallokonstrykicii/>(дата обращения: 05.07.2024).

49. Ширшиков, Б.Ф. Организация, управление и планирование в строительстве: Учебник / Б.Ф. Ширшиков. - М.: АСВ, 2016. - 528 с.

50. 10 советов по безопасности работы мостового крана в промышленности. URL: <https://www.dgcrane.com/ru/posts/10-tips-for-overhead-crane-operation-safety-in-industry/>(дата обращения: 05.07.2024).

Приложение А

Таблица А.1 - Сечения ферм

Элементы фермы	Подобранное сечение
Верхний пояс	└ 140х6
Нижний пояс	└ 70х6
Опорный раскос	└ 65х6
Сжатый раскос	└ 160х10
Растянутый раскос	└ 70х6
Стойка	└ 140х6

Таблица А.2 – Длина сварных швов.

Элемент фермы	Сечение	Усилие, кг	Шов по обушку			Шов по перу		
			Расчетное Усилие, кг	Катет Шва, мм	Длина Шва, мм	Расчетное Усилие, кг	Катет Шва, мм	Длина Шва, мм
Верхний пояс	└ 140х6	-64097	44867	10	150	19229	10	70
Нижний пояс	└ 70х6	37665	26366	6	150	11300	6	70
Опорный раскос	└ 65х6	-51199	35840	10	60	15360	10	60
Сжатый раскос	└ 160х10	-26350	18445	10	100	7905	10	50
Растянутый раскос	└ 70х6	38749	2765	6	150	11625	6	70
Стойка	└ 140х6	-8951	6266	10	50	2686	10	30

Приложение Б

Дополнительные сведения к разделу «Технология строительства»

Таблица Б.1 – Ведомость грузозахватных приспособлений

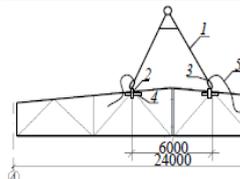
Наименование	Марка грузозахватного приспособления	Эскиз	Масса элемента, т
1	2	3	4
Стальная ферма Ф1 длиной 24м	2СТ-5/4000	 <p>1 – строп 2 СТ-5/4000; 2 – строп ВК-4/1600; 3 – пружинный замок Пр-3,2; 4 – подкладка под канат; 5 – канат для расстроповки</p>	0,011 т

Таблица Б.2 – Состав операций и средства контроля

Наименование технологических процессов	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный	Технические характеристики оценки качества
1	2	3	4	5	6
Подготовительные работы	<p>Правильность складирования. Наличие паспортов.</p> <p>Соответствие формы, геометрических размеров проектным. Правильность нанесения разбивочных осей и рисок.</p> <p>Внешние дефекты. Правильность расположения закладных деталей, очистка их от ржавчины.</p> <p>Отметки опорных узлов</p> <p>Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении</p>	Визуально, рулеткой	До начала монтажа	Прораб	10 мм 5 мм

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6
<p>Монтаж конструкций</p>	<p>Правильность и надежность строповки. Точность фиксирования оснастки. Соответствие технологии монтажа проекту производства работ. Смещение ферм с осей на оголовках колонн из плоскости рамы Стрела прогиба между точками закрепления сжатых участков пояса фермы Расстояние между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления Совмещение осей нижнего и верхнего поясов ферм относительно друг друга (в плане)</p>	<p>Визуально, измерительный</p>	<p>В процессе монтажа</p>	<p>Мастер</p>	<p>15 мм 0,0013 длины закрепленного участка, но не более 15 мм 0,004 высоты фермы</p>
<p>Сварка закладных деталей</p>	<p>Качество сварки. Акты приемки сварных соединений. Размеры швов.</p>	<p>Визуально, рулеткой</p>	<p>Периодически в процессе</p>	<p>Прораб</p>	<p>согласно ГОСТ 23118-99</p>

Таблица Б.3 – Ведомость механизмов, инвентаря и приспособлений

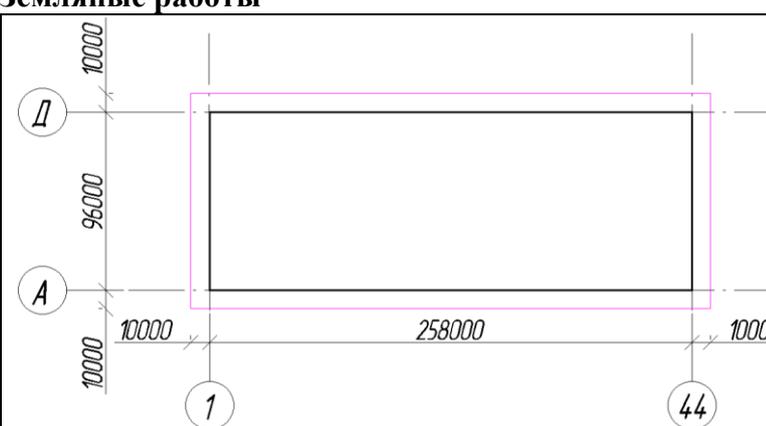
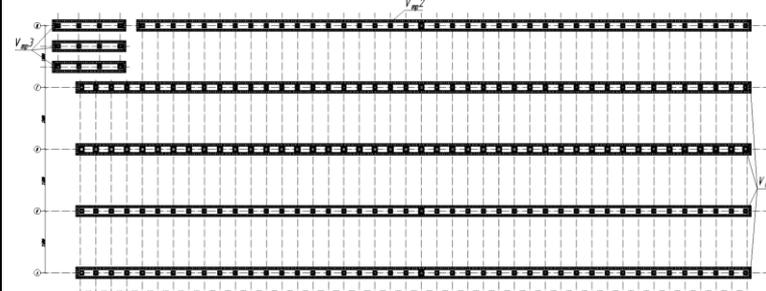
Наименование оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений	Марка, ГОСТ	Техническая характеристика	Кол-во
1	2	3	4
Автомобильный кран	КС-45719-8К	Длина стрелы: 23 м Грузоподъемность: 16 т Высота подъема крюка: 22 м	2
Строп двухветвевой	2СТ-5/4000	Грузоподъемность 5 т	1
Строп двухветвевой	2СК-1,25/2000	Грузоподъемность: 1,25 т	1
Оттяжки из пенькового каната		Диаметр 15-20 мм	2
Расчалки			2
Нивелир	Bosch GOL 20 D		1

1	2	3	4
Теодолит	CST/berger DGT		1
Рулетка измерительная		ГОСТ 7505-98	1
Уровень строительный		ГОСТ 9416-83	2
Отвес стальной строительный		ГОСТ 7948-80	2
Домкрат реечный	ДР-3,2		1
Инвентарная винтовая стяжка			3
Кондуктор для закрепления и выверки ферм			2
Лом стальной		ГОСТ 2310-77*	2
Каски строительные			5
Жилеты оранжевые			5

Приложение В

Дополнительные материалы к разделу «Организация и планирование строительства»

Таблица В.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4
I. Земляные работы			
Планировка площадки бульдозером	1000 м ²	32,25	 <p style="text-align: center;">$F = (258 + 20) \cdot (96 + 20) = 32248 \text{ м}^2$</p>
Разработка грунта в траншеях экскаватором	1000 м ³	7,68	 <p> $H_K = 1,65 - 0,15 = 1,5 \text{ м}$ Суглинок – $m=0,5, \alpha=63^\circ$ $A_{H1} = 2,0 + 2 \cdot 0,6 = 3,2 \text{ м}$ $B_{H1} = 258 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,6 = 259,7 \text{ м}$ $F_{H1} = A_{H1} \cdot B_{H1} = 3,2 \cdot 259,7 = 831,04 \text{ м}^2$ $A_{B1} = A_{H1} + 2mH_K = 3,2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 4,7 \text{ м}$ $B_{B1} = B_{H1} + 2mH_K = 259,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 261,2 \text{ м}$ $F_{B1} = A_{B1} \cdot B_{B1} = 4,7 \cdot 261,2 = 1227,64 \text{ м}^2$ $V_{\text{тр1}} = \frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot (831,04 + 1227,64 + \sqrt{831,04 \cdot 1227,64}) = 1534,37 \text{ м}^3$ </p>
-навымет		0,56	
-с погрузкой			

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
			$A_{H2} = 2,0+2*0,6 = 3,2 \text{ м}$ $B_{H2} = 234+2*0,25+2*0,6 = 235,7 \text{ м}$ $F_{H2} = A_{H2} \cdot B_{H2} = 3,2 \cdot 235,7 = 754,24 \text{ м}^2$ $A_{B2} = A_{H2} + 2mH_K = 3,2+2*0,5*1,5 = 4,7 \text{ м}$ $B_{B2} = B_{H2} + 2mH_K = 235,7+2*0,5*1,5 = 237,2 \text{ м}$ $F_{B2} = A_{B2} \cdot B_{B2} = 4,7 \cdot 237,2 = 1114,84 \text{ м}^2$ $V_{Tр2} = \frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot (754,24 + 1114,84 + \sqrt{754,24 \cdot 1114,84}) = 1393,03 \text{ м}^3$ $A_{H3} = 2,0+2*0,6 = 3,2 \text{ м}$ $B_{H3} = 24+2*0,25+2*0,6 = 25,7 \text{ м}$ $F_{H3} = A_{H3} \cdot B_{H3} = 3,2 \cdot 25,7 = 82,24 \text{ м}^2$ $A_{B3} = A_{H3} + 2mH_K = 3,2+2*0,5*1,5 = 4,7 \text{ м}$ $B_{B3} = B_{H3} + mH_K = 25,7+0,5*1,5 = 27,2 \text{ м}$ $F_{B3} = A_{B3} \cdot B_{B3} = 4,7 \cdot 27,2 = 127,84 \text{ м}^2$ $V_{Tр3} = \frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot (82,24 + 127,84 + \sqrt{82,24 \cdot 127,84}) = 156,31 \text{ м}^3$ $V_{Tр.общ} = 4V_{Tр1} + V_{Tр2} + 3V_{Tр3} = 4*1534,37+1393,03+3*156,31 = 7999,44 \text{ м}^3$ $V_{зас}^{обп} = (V_{Tр} - V_{констр}) \cdot k_p = (7999,44 - 546,85) \cdot 1,03 = 7676,17 \text{ м}^3$ $V_{изб} = V_{Tр} \cdot k_p - V_{зас}^{обп} = 7999,44 \cdot 1,03 - 7676,17 = 563,25 \text{ м}^3$ $V_{констр} = V_{ФМ} + V_{осн}^{бет} = 487,15 + 59,7 = 546,85 \text{ м}^3$
Ручная зачистка дна котлована	100 м ³	4,0	$V_{р.з.} = 0,05 \cdot V_{Tр} = 0,05 \cdot 7999,44 = 399,97 \text{ м}^3$
Уплотнение грунта трамбовками	100 м ³	8,65	$F_{упл.} = 4F_{H1} + F_{H2} + 3F_{H3} = 4 \cdot 831,04 + 754,24 + 3 \cdot 82,24 = 4325,12 \text{ м}^2$ $V_{упл.} = 4325,12 \cdot 0,2 = 865,02 \text{ м}^3$
Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	7,68	$V_{зас}^{обп} = 7676,17 \text{ м}^3$
II. Основания и фундаменты			
Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м ³	0,6	$V_{осн}^{бет} = 1,5*1,5*0,1*180+2*2*0,1*48 = 59,7 \text{ м}^3$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м ³	4,87	$V_{ФМ1} = (1,5*1,5*0,3+1,2*1,2*0,3+0,9*0,9*0,9)*180 = 330,48 \text{ м}^3$ $V_{ФМ2} = (2*2*0,3+1,6*1,6*0,3+1,2*1,2*0,9)*48 = 156,67 \text{ м}^3$ $V_{общ.} = 330,48+156,67 = 487,15 \text{ м}^3$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
Устройство обмазочной вертикальной гидроизоляции столбчатых фундаментов	100 м ²	15,98	$F_{гид}^{вер} = F_{опал.фунд}^{ФМ} = (1,5 * 0,3 * 4 + 1,2 * 0,3 * 4 + 0,9 * 0,9 * 4) * 180 + (2 * 0,3 * 4 + 1,9 * 0,3 * 4 + 1,2 * 0,9 * 4) * 48 = 1166,4 + 432 = 1598,4 \text{ м}^2$
III. Надземная часть			
Установка металлических колонн на фундаменты	т	408,33	Металлические колонны из прокатных двутавров: 40К1, L=10800 мм, M = 1,584 т (82 шт.); 40К1, L=11400 мм, M = 1,672 т (86 шт.); 40К1, L=12000 мм, M = 1,76 т (48 шт.); 40КС1, L=28500 мм, M = 4,181 т (12 шт.); $M_{общ} = 82*1,584+86*1,672+48*1,76+12*4,181 = 408,33 \text{ т}$
Монтаж металлических связей вертикальных и горизонтальных	т	18,63	СВ1 – Гн 120х5, 4 шт; СВ2 – Гн 80х5, 4 шт; СВ3 – Гн 160х5, 2 шт; ГВ1 – Гн 120х5, 12 шт; ГВ2 – Гн 100х5, 49 шт; ГВ3 – Гн 100х5, 40 шт.; $M_{общ} = 18,63 \text{ т}$
Монтаж металлических ферм покрытия	т	535,04	Металлические фермы пролетом 24 м: Ф1, L=24000 мм, M = 3,04 т (176 шт.); $M_{общ} = 176*3,04 = 535,04 \text{ т}$
Монтаж металлических балок	т	68,3	Балки стальные из прокатных двутавров: Б1 – 200х16, t10, 26 шт; Б2 – 30Ш1, 20 шт; Б3 – 20Ш1, 20 шт; Б4 – 30Ш1, 23 шт; Б5 – 30Ш2, 26 шт; Б6 – 25Ш1, 3 шт; Б7 – [20П, 3 шт; Б8 – 40Б2, 2 шт; Б9 – [12П, 146 шт; Б10 – 25Б1, 23 шт. $M_{общ} = 68,3 \text{ т}$
Монтаж металлических прогонов	т	253,44	Стальные прогоны из прокатного швеллера №24: П1, L=6000 мм, M = 0,144 т (1760 шт.); $M_{общ} = 1760*0,144 = 253,44 \text{ т}$.
Устройство монолитного перекрытия толщиной 200 мм	100 м ³	8,66	На отм. +6,500 в осях Б-Д/1-5: $V_{пл.пер.} = (16 * 32 + 24 * 8 + 72 * 6) * 0,2 = 227,2 \text{ м}^3$ На отм. +6,500 в осях А-Б/24-55: $V_{пл.пер.} = (42 * 24 + 12 * 6) * 0,2 = 216 \text{ м}^3$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
			На отм. +12,000, +16,500, +22,500 в осях Г-Д/1-5: $V_{\text{пл.пер.}} = (16 \cdot 32 + 24 \cdot 8) \cdot 0,2 \cdot 3 = 422,4 \text{ м}^3$ $V_{\text{общ.}} = 227,2 + 216 + 422,4 = 865,6 \text{ м}^3$
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	96,9	$L_{\text{ст}} = 258 \cdot 2 + 96 \cdot 2 = 708 \text{ м}$ $S_{\text{дв}} = 14,7 \text{ м}^2$ $S_{\text{ок}} = 262,8 \text{ м}^2$ $S_{\text{ворота}} = 192 \text{ м}^2$ $F_{\text{нар.ст.}} = L_{\text{ст}} \cdot H_{\text{ст}} - S_{\text{дв}} - S_{\text{ок}} - S_{\text{ворота}} = 708 \cdot 14,35 - 14,7 - 262,8 - 192 = 9690,3 \text{ м}^2$
Устройство перегородок из трехслойных стеновых сэндвич-панелей с базальтовым утеплителем толщиной 120 мм	100 м ²	30,74	В осях А-Б/24-44: $F_{\text{нар.ст.}} = (24 \cdot 5 + 12 + 120 + 24 \cdot 2 + 12 + 6) \cdot 6,5 = 2067 \text{ м}^2$ $S_{\text{дв}} = 29,7 \text{ м}^2$ $F_{\text{нар.ст.}} = F_{\text{нар.ст.}} - S_{\text{дв}} = 2067 - 29,7 = 2037,3 \text{ м}^2$ В осях Г/4: $F_{\text{нар.ст.}} = (24 + 24) \cdot 22 = 1056 \text{ м}^2$ $S_{\text{дв}} = 19,11 \text{ м}^2$ $F_{\text{нар.ст.}} = F_{\text{нар.ст.}} - S_{\text{дв}} = 1056 - 19,11 = 1036,9 \text{ м}^2$ $F_{\text{нар.ст.}} = 2037,3 + 1036,9 = 3074,2 \text{ м}^2$
Устройство перегородок из ГКЛ толщиной 120 мм в АБК	100 м ²	52,78	$F_{\text{нар.ст.}} = (24 \cdot 3 + 18 \cdot 3 + 12 \cdot 4 + 6 \cdot 8) \cdot 6 \cdot 4 = 5328 \text{ м}^2$ $S_{\text{дв}} = 49,69 \text{ м}^2$ $F_{\text{нар.ст.}} = F_{\text{нар.ст.}} - S_{\text{дв}} = 5328 - 49,69 = 5278,31 \text{ м}^2$
Монтаж ж/б ступеней по металлическим косоурам	100 м ²	0,6	Ж/б монолитные ступени по металлическим косоурам из швеллеров №20 по ГОСТ 8240-97 из стали С245 $S_{\text{л}} = 2,5 \cdot 3 \cdot 8 = 60 \text{ м}^2$
Устройство металлических лестниц	т	0,513	Три лестницы ЛГФ60-36.7
Устройство металлических ограждений	100 м	0,36	ОПГ-12.9 – 2 шт; ОПБГ-12.60-1 шт; ОГЛГ60-12.35-2 шт; ОГЛГ60-12.36-2шт.
IV. Кровля			
Монтаж трехслойных сэндвич-панелей кровельного типа толщиной 200 мм	100 м ²	254,76	АБК: $F_{\text{кровли}} = 32 \cdot 24 = 768 \text{ м}^2$ Цеха: $F_{\text{кровли}} = 258 \cdot 74 + 234 \cdot 24 = 24708 \text{ м}^2$ $F_{\text{общ.}} = 768 + 24708 = 25476 \text{ м}^2$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
Установка металлического ограждения кровли	100 м	7,74	$L_{огр.} = 258+234+96+74+32*2+24*2 = 774 \text{ м}$
V. Пола			
Уплотненный щебнем грунт	м ³	1238,4	$V_{пола} = 258 \cdot 96 \cdot 0,05 = 1238,4 \text{ м}^3$
Уплотненный песок толщиной 50 мм	м ³	1238,4	$V_{пола} = 258 \cdot 96 \cdot 0,05 = 1238,4 \text{ м}^3$
Устройство бетонного пола толщиной 200 мм	100 м ²	247,68	$V_{пола} = 258 \cdot 96 = 24768 \text{ м}^3$
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	100 м ²	23,04	Помещения АБК – офисные помещения, санузлы, душевые, кабинет директора, гардеробная, коридоры, конференц-зал $S_{пола} = 24 \cdot 24 \cdot 4 = 2304 \text{ м}^3$
Устройство гидроизоляции полов	100 м ²	0,48	Помещения АБК – санузлы, душевые $S_{пола} = (8,5 + 15,3) \cdot 2 = 47,6 \text{ м}^3$
Покрытие полов керамогранитной плиткой	100 м ²	22,56	Помещения - административные помещения, офисные помещения, кабинет директора, гардеробная, коридоры, конференц-зал $S_{пола} = 2304 - 47,6 = 2256,4 \text{ м}^3$
Покрытие полов керамической плиткой	100 м ²	0,48	Помещения АБК – санузлы, душевые $S_{пола} = (8,5 + 15,3) \cdot 2 = 47,6 \text{ м}^3$
Устройство плинтусов из плиток керамических	100 м	4,51	$L_{плинтус} = 394,6 + 56,8 = 451,4 \text{ м}$
VI. Окна и двери			
Установка оконных блоков	100 м ²	2,63	ГОСТ 30674-2023: ОПМ ОСП 6-10 ПО – 30 шт., ОПМ ОСП 12-30 ПО – 28 шт., ОПМ ОСП 12-30 – 50 шт., $S_{ок.} = 0,6*1,0*30+1,2*3,0*28+1,2*3,0*40 = 262,8 \text{ м}^2$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
Установка дверных блоков	100 м ²	1,1	<p>В наружных стеновых панелях: ГОСТ 31173-2016: ДСН ППН 1-1-1 2100-1000 – 7 шт., $S_{дв} = 2,1 \cdot 1,0 \cdot 7 = 14,7 \text{ м}^2$</p> <p>Во внутренних стеновых панелях в осях А-Б/24-44: ДПВ С Г П Пр 2100-910 – 2 шт., ДПВ С Г П Л 2100-910 – 3 шт., ДПВ Г Пр 2100-910 – 2 шт., ДПВ Г Л 2100-910 – 4 шт., 910х2100(н) правая – 1 шт., 910х2100(н) левая – 1 шт., 1010х2100(н) левая – 1 шт., ДПН О П Дв 2100-1310 – 1 шт., $S_{дв} = 2,1 \cdot 0,91 \cdot 13 + 2,1 \cdot 1,3 + 2,1 \cdot 1,01 = 29,7 \text{ м}^2$</p> <p>Во внутренних стеновых панелях в осях Г/4: ДПВ Г Пр 2100-910 – 5 шт., ДПВ Г Л 2100-910 – 5 шт., $S_{дв} = 2,1 \cdot 0,91 \cdot 10 = 19,11 \text{ м}^2$</p> <p>Во внутренних перегородках из ГКЛ в АБК: ДПВ Г Пр 2100-910 – 12 шт., ДПВ Г Л 2100-910 – 14 шт., $S_{дв} = 2,1 \cdot 0,91 \cdot 26 = 49,69 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 14,7+29,7+19,11+49,69 = 110,2 \text{ м}^2$</p>
Установка металлических ворот	100 м ²	1,92	<p>ГОСТ 30970-2014: Металлические распашные утепленные ворота 4000×4000 – 12 шт.; $S_{в} = 4,0 \cdot 4,0 \cdot 12 = 192 \text{ м}^2$</p>
VII. Отделочные работы			
Огрунтовка металлических конструкций	100 м ²	14,56	$S = 1456 \text{ м}^2$
Окраска металлических конструкций	100 м ²	14,56	$S = 1456 \text{ м}^2$
Оштукатуривание внутренних перегородок	100 м ²	105,57	$F_{вн.пер.} = F_{пер.} \cdot 2 = 5278,31 \cdot 2 = 10556,62 \text{ м}^2$
Окраска внутренних перегородок	100 м ²	105,57	$F_{вн.пер.} = F_{пер.} \cdot 2 = 5278,31 \cdot 2 = 10556,62 \text{ м}^2$
Устройство подвесных потолков	100 м ²	23,04	$S_{пола} = 24 \cdot 24 \cdot 4 = 2304 \text{ м}^3$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
VIII. Благоустройство территории			
Устройство отмостки	100 м ²	7,08	$S = (258 * 2 + 96 * 2) * 1,0 = 708 \text{ м}^2$
Посадка газона	100 м ²	177,2	$S = 17720 \text{ м}^2$
Посадка деревьев	10 шт.	2,6	$N = 26 \text{ шт}$
Устройство асфальто-бетонных дорог	1000 м ²	22,5	$S = 22500 \text{ м}^2$
Устройство тротуаров из асфальтобетона	100 м ²	4,8	$S = 480 \text{ м}^2$

Продолжение приложения В

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

Работы			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ
1	2	3	4	5	6	7
Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	м ³	59,7	Бетон В7,5 $\gamma=2400\text{кг/м}^3$ (2,4т/м ³)	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{59,7}{143,28}$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м ²	1598,4	Опалубка деревянная	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{1598,4}{15,984}$
	т	18,02	Арматурные каркасы	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{487,15}{18,02}$
	м ³	487,15	Бетон В25 $\gamma=2400\text{кг/м}^3$ (2,4т/м ³)	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{487,15}{1169,16}$
Устройство вертикальной гидроизоляции столбчатых фундаментов	м ²	1598,4	Битумная мастика за два раза	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{3196,8}{4,795}$
Установка металлических колонн на фундаменты	т	129,56	Металлические колонны из прокатных двутавров: 40К1, L=10800 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,58}$	$\frac{82}{129,56}$
	т	143,8	40К1, L=11400 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,672}$	$\frac{86}{143,8}$
	т	84,48	40КС1, L=12000 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,76}$	$\frac{48}{84,48}$
	т	50,172	40К1, L=28500 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{4,181}$	$\frac{12}{50,172}$
Монтаж металлических связей вертикальных и горизонтальных	т	0,368	СВ1 – Гн 120х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,092}$	$\frac{4}{0,368}$
	т	0,243	СВ2 - Гн 80х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,061}$	$\frac{4}{0,243}$
	т	0,247	СВ3 - Гн 160х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,124}$	$\frac{2}{0,247}$
	т	0,88	ГВ1 – Гн 120х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,074}$	$\frac{12}{0,888}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7
	т	9,754	ГВ2 - Гн 100х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,624}$	$\frac{49}{9,754}$
	т	7,138	ГВ3 - Гн 100х5	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,604}$	$\frac{40}{7,138}$
Монтаж металлических ферм покрытия	т	535,04	Металлические фермы пролетом 24м: Ф1, L=24000 мм,	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{3,04}$	$\frac{176}{535,04}$
Монтаж металлических балок	т	68,3	Балки стальные из прокатных двутавров	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,875}$	$\frac{292}{68,3}$
Монтаж металлических прогонов	т	253,44	Металлические прогоны приняты по ГОСТ Р 54157-2010 из швеллера №24: П1, L=6000 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,144}$	$\frac{1760}{253,44}$
Устройство монолитного перекрытия толщиной 200 мм	м ²	4328	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{4328}{43,28}$
	т	32,03	Арматурные каркасы	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{865,6}{32,03}$
	м ³	865,6	Бетон В25	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{865,6}{2077,44}$
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей	м ²	9690,3	Трехслойные стеновые сэндвич-панели толщиной 150 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,03}$	$\frac{9690,3}{290,71}$
Устройство перегородок из трехслойных стеновых сэндвич-панелей с базальтовым утеплителем толщиной 120 мм	м ²	3074,2	Трехслойные стеновые сэндвич-панели толщиной 120 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,018}$	$\frac{3074,2}{55,335}$
Устройство перегородок из ГКЛ толщиной 120 мм в АК	м ²	5278,31	ГКЛ	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0095}$	$\frac{5278,31}{50,14}$
Монтаж ж/б ступеней по металлическим косоурам	м ²	60	Ж/б монолитные ступени по металлическим косоурам из швеллеров №20 по ГОСТ 8240-97	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,102}$	$\frac{356}{36,312}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7
Устройство металлических лестниц	т	0,513	Стальные лестницы ЛГФ60-36.7	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,171}$	$\frac{3}{0,513}$
Устройство металлических ограждений	т	0,037	ОПГ-12.9	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,019}$	$\frac{2}{0,037}$
	т	0,081	ОПБГ-12.60	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,081}$	$\frac{1}{0,081}$
	т	0,054	ОГЛГ60-12.35.	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,027}$	$\frac{2}{0,054}$
	т	0,054	ОГЛГ60-12.36	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,027}$	$\frac{2}{0,054}$
Монтаж трехслойных сэндвич-панелей кровельного типа толщиной 200 мм	м ²	25476	Трехслойные сэндвич-панели кровельного типа толщиной 200 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{25476}{942,612}$
Установка металлического ограждения кровли	м	774	Ограждение кровли марки КО, h=600мм	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{774}{3,096}$
Уплотненный щебнем грунт	м ³	1238,4	Щебень фр. 40-70 мм $\gamma=2600 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,6}$	$\frac{1238,4}{3219,84}$
Уплотненный песок толщиной 50 мм	м ³	1238,4	Песок $\gamma=1680 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,68}$	$\frac{1238,4}{2080,51}$
Устройство бетонного пола толщиной 200 мм	м ²	24768	Бетон В20	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{4953,6}{11888,64}$
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	м ²	2304	Цементно-песчаный раствор М 100	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{115,2}{138,24}$
Устройство гидроизоляции полов	м ²	47,6	Битумная мастика	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{47,6}{0,071}$
Покрытие полов керамогранитной плиткой	м ²	2256,4	Керамогранитная плитка 600x600x10	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,024}$	$\frac{2256,4}{54,153}$
Покрытие полов керамической плиткой	м ²	47,6	Керамическая плитка по ГОСТ 6787-2001 – 10мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,016}$	$\frac{47,6}{0,762}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7
Устройство плинтусов из плиток керамических	м	451,4	Керамическая плитка по ГОСТ 6787-2001 – 10мм	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{451,4}{0,677}$
Установка оконных блоков	м ²	262,8	Блоки из ПВХ по ГОСТ 30674-2023	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,012}$	$\frac{262,8}{3,154}$
Установка дверных блоков	м ²	110,2	Блоки дверные по ГОСТ 31173-2016	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,018}$	$\frac{110,2}{1,984}$
Установка металлических ворот	м ²	192	ГОСТ 30970-2014 Металлические распашные утепленные ворота 4000×4000	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,014}$	$\frac{12}{11,986}$
Огрунтовка металлических конструкций	м ²	1456	Грунтовка «Армокот 01»	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{1456}{0,364}$
Окраска металлических конструкций перекрытия	м ²	1456	Эмаль «Армокот F100»	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{1456}{0,364}$
Оштукатуривание внутренних перегородок	м ²	10556,62	Штукатурка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,003}$	$\frac{10556,62}{31,67}$
Окраска внутренних перегородок	м ²	10556,62	Водоземulsionная краска	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{10556,62}{2,639}$
Устройство отмостки толщиной 100 мм	м ²	708	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{70,8}{169,92}$
Посадка газона	м ²	17720	Газон партерный	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{17720}{354,4}$
Посадка деревьев	шт.	26	Лиственные деревья	шт.	26	26
Устройство асфальтобетонных дорог	м ²	22500	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{1125}{2700}$
Устройство троттуаров из асфальтобетона	м ²	480	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{24}{57,6}$

Продолжение приложения В

Таблица В.3 – Ведомость «трудоемкости и машиноемкости работ по ГЭСН 81-02-..2022» [7]

Наименование работ	Ед. изм	Обоснование, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена
			чел-час	маш-час	Объем работ	чел-дн.	маш-см.	
I. Земляные работы								
Планировка площадки бульдозером	1000 м ²	01-01-036-03	0,17	0,17	32,25	0,69	0,69	Машинист бр.-1
Разработка грунта в траншеях экскаватором	1000 м ³	- с погрузкой						
		01-01-012-13	4,27	20,72	0,56	0,30	1,45	Машинист бр.-1
		- навывмет						
		01-01-002-13	3,47	14,44	7,68	3,33	13,86	
Ручная зачистка котлована	100 м ³	01-02-056-02	233	-	4,0	116,5	-	Землекоп 3р.-1
Уплотнение грунта трамбовками	100 м ³	01-02-005-01	12,53	2,62	8,65	13,55	2,83	Землекоп 3р.-1
Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	01-03-033-05	1,75	1,75	7,68	1,68	1,68	Машинист бр.-1
II. Основания и фундаменты								
Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м ³	06-01-001-01	135	18,12	0,6	10,13	1,36	Плотник 2р.-1 Бетонщик 2р.-1
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м ³	06-01-001-05	634	32,12	4,87	385,95	19,55	Плотник 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р.- 1
Устройство вертикальной обмазочной гидроизоляции	100 м ²	08-01-003-07	21,2	0,2	15,98	42,35	0,40	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1
III. Надземная часть								
Установка металлических колонн на фундаменты массой свыше 1,0 до 3,0 т	т	09-03-002-02	6,44	1,37	358,16	288,32	61,33	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установка металлических колонн на фундаменты массой свыше 3,0 до 5,0 т	т	09-03-002-03	5,24	1,08	50,172	32,86	6,77	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических связей вертикальных и горизонтальных	т	09-03-014-01	39,55	4,01	18,63	92,1	9,34	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом до 24 м массой до 5,0 т	т	09-03-012-02	15,6	3,24	535,04	1043,33	216,69	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических балок	т	09-03-003-01	16,02	3,59	68,3	136,77	30,65	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических прогонов	т	09-03-015-01	14,1	1,75	253,44	446,69	55,44	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство монолитного перекрытия толщиной 200 мм	100 м ³	06-08-001-01	806	30,95	8,66	872,5	33,5	Плотник 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	09-04-006-04	152	16,14	96,9	1841,1	195,5	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство перегородок из трехслойных стеновых сэндвич-панелей с базальтовым утеплителем толщиной 120 мм	100 м ²	09-04-006-04	152	16,14	30,74	584,06	62,02	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство перегородок из ГКЛ толщиной 120 мм в АБК	100 м ²	10-05-001-02	103	0,6	52,78	679,54	3,96	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Монтаж ж/б ступеней по металлическим косоурам	100 м ²	29-01-217-01	389	2,14	0,6	29,18	0,16	Монтажники 4 р.-1, 3р.-1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических лестниц	т	09-03-029-01	28,9	5,83	0,513	1,85	0,37	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1 Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических ограждений	100 м	07-05-016-02	134	2,82	0,36	6,03	0,13	Монтажники 4 р.-1, 3р.-1, Маш. крана бр.-1
IV. Кровля								
Монтаж трехслойных сэндвич-панелей кровельного типа толщиной 200 мм	100 м ²	09-04-002-03	45,2	7,34	254,76	1439,4	233,74	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Установка металлического ограждения кровли	100 м	12-01-012-01	5,9	0,41	7,74	5,71	0,40	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
V. Полы								
Уплотненный щебнем грунт	м ³	11-01-002-04	3,24	0,55	1238,4	501,55	85,14	Землекоп 3р. - 1
Уплотненный песок толщиной 50 мм	м ³	11-01-002-01	2,99	0,3	1238,4	462,85	46,44	Землекоп 3р. - 1
Устройство бетонного пола толщиной 200 мм	100 м ²	11-01-014-03	36	12,76	247,68	1114,56	395,05	Бетонщик 3р - 1, 2р - 1
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	100 м ²	11-01-011-01, 11-01-011-02	38,24	2,53	23,04	110,13	7,29	Бетонщик 3р - 1, 2р - 1

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство гидроизоляции полов	100 м ²	11-01-004-05	24,3	0,43	0,48	1,46	0,03	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Покрытие полов керамогранитной плиткой размером 60х60 см	100 м ²	11-01-047-02	234,92	1,73	22,56	662,47	4,88	Облицовщик-плиточник 3р – 1, 2р – 1
Покрытие полов керамической плиткой	100 м ²	11-01-027-03	106	2,94	0,48	6,36	0,18	Облицовщик-плиточник 3р – 1, 2р – 1
Устройство плинтусов из плиток керамических	100 м	11-01-039-04	23,82	0,11	4,51	13,43	0,06	Облицовщик-плиточник 3р – 1, 2р – 1
VI. Окна и двери								
Установка оконных блоков	100 м ²	10-01-034-02	134,73	3,94	2,63	44,29	1,3	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка дверных блоков	100 м ²	10-01-039-01	89,53	13,04	1,1	12,31	1,79	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка металлических ворот	100 м ²	09-04-011-01	41,4	8,87	1,92	9,94	2,13	Монтажники 4р.-1, 2 р.-1
VII. Отделочные работы								
Огрунтовка металлоконструкций	100 м ²	13-03-002-09	3,92	0,03	14,56	7,13	0,05	Маляр 4р.-1,3р.-1

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.3

Окраска металлических конструкций	100 м ²	13-03-004-10	4,64	0,04	14,56	8,44	0,07	Маляр 4р.-1,3р.-1
Оштукатуривание внутренних перегородок	100м ²	15-02-016-03	74	5,54	105,57	976,52	73,11	Штукатур 4р.-2,3р.-2,2р.-1
Окраска внутренних перегородок	100 м ²	15-04-007-01	43,56	0,17	105,57	574,83	2,24	Маляр 4р.-1,3р.-1
Устройство подвесных потолков	100 м ²	15-01-055-01	32,8	0,02	23,04	94,46	0,06	Монтажник 3р-1, 2р-1
VIII. Благоустройство территории								
Устройство отмостки	100 м ²	31-01-025-01	34,88	3,24	7,08	30,87	2,87	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Посадка газона	100 м ²	47-01-046-06	5,67	1,3	177,2	125,59	28,8	Раб. зел. стр. 3р.-1,2р-1
Посадка деревьев	10 шт.	47-01-009-02	6,16	0,26	2,6	2,0	0,08	Раб. зел. стр. 4р.-1,2р-1
Устройство асфальтобетонных дорог	1000 м ²	27-06-019	56,4	6,6	22,5	158,63	18,56	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство тротуаров из асфальтобетона	100 м ²	27-07-001-01	14,4	0,07	4,8	8,64	0,04	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
ИТОГО ОСНОВНЫХ СМР:						13000,38	1621,99	
IX. Другие работы								
Подготовительные работы	%	-	-	-	8	1040,03	-	Землекоп 3р.-1,2р.-1
Санитарно-технические работы	%	-	-	-	7	910,03	-	Монт-к сан. тех. систем 5р.-1,4р.-1
Электромонтажные работы	%	-	-	-	5	650,02	-	Электромонтажник 5р.-1, 4р.-1
Неучтенные работы	%	-	-	-	16	2080,06	-	
ВСЕГО:						17680,52	-	

Продолжение приложения В

Таблица В.4 – Выбор строительных машин для производства работ

Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во, шт.
1	2	3	4	5
Бульдозер	T11	Мощность – 138 кВт Длина отвала 4,18 м Высота отвала 1,15 м	Планировка, обратная засыпка	1
Экскаватор	PC210NLC	Обратная лопата на гусеничном ходу, объем ковша 1,25 м ³ , Радиус копания 6,5 м	Разработка котлована	1
Каток	DM-614	Масса катка –14 т	Уплотнение грунта	1
Автомобильный кран	КС-45719-8К	Грузоподъемность – 16 т, высота подъема крюка – 23 м, длина стрелы – 23 м	Монтажные работы, подача материалов	2
Автогидроподъемник	АГП-22Т	Рабочая высота подъем – 22 м	Подъем монтажников на высоту	1
Вибратор глубинный	ИБ-47	Радиус действия 0,44 м, мощность 1,2 кВт	Уплотнение бетонной смеси	2
Виброрейка	СО-47	Мощность 0,6 кВт	Уплотнение бетонной смеси	1
Сварочный аппарат	СТЕ-24	Напряжение - 220 В, мощность - 54 кВт	Сварочные работы	1

Продолжение приложения В

Таблица В.5 – Определение площадей складов

Материалы, изделия и конструкции	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во $Q_{\text{зап}}$	Норматив на 1 м ²	Полезная $F_{\text{пол}}$, м ²	Общая, $F_{\text{общ}}$, м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Открытые									
Арматура	32	50,05 т	$50,05/32 = 1,564$ т	5	$1,564 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 11,18$ т	1,2 т	9,32 (11,18/1,2)	$9,32 \cdot 1,2 = 11,84$	в пачках на подкладках
Опалубка	32	5926,4 м ²	$5926,4/32 = 185,2$ м ²	5	$185,2 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1324,18$ м ²	20 м ²	66,2 (1324,18/20)	$66,2 \cdot 1,5 = 99,3$	штабель
Металлические конструкции	117	1287,26 т	$1287,26/117 = 11$ т	5	$11 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 78,65$ т	1,2 т	65,54 (78,65/1,2)	$65,54 \cdot 1,2 = 78,65$	штабель
Щебень	13	1238,4 м ³	$1238,4/13 = 95,26$ м ³	5	$95,26 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 681,1$ м ³	1,7 м ³	400,65 (681,1/1,7)	$400,65 \cdot 1,15 = 460,75$	навалом
Песок	12	1238,4 м ³	$1238,4/12 = 103,2$ м ³	5	$103,2 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 737,88$ м ³	1,3 м ³	567,6 (737,88/1,3)	$567,6 \cdot 1,15 = 652,74$	навалом
Итого:								Σ 1303,28	
Закрытые									
Оконные и дверные блоки	7	373 м ²	$373/7 = 53,3$ м ²	3	$53,3 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 228,66$ м ²	25 м ²	9,15 (228,66/25)	$9,15 \cdot 1,4 = 12,8$	в вертикальном положении
Краски	14	3,367 т	$3,367/14 = 0,24$ т	5	$0,24 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1,716$ т	0,6 т	2,86 (1,716/0,6)	$2,86 \cdot 1,2 = 3,43$	на стеллажах

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ГКЛ	27	5278,31 м ²	$5278,31/27 = 195,5 \text{ м}^2$	3	$195,5 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 838,7 \text{ м}^2$	20 м ²	41,9 (838,7/20)	$41,9 \cdot 1,2 = 50,3$	в горизонтальных стопах
Керамогранитная и керамическая плитка	24	2304 м ²	$2304/24 = 96 \text{ м}^2$	5	$96 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 686,4 \text{ м}^2$	25 м ²	27,45 (686,4/25)	$27,45 \cdot 1,3 = 35,7$	в упаковках
Итого:								Σ 102,23	
Навес									
Битумная мастика	6	4,866 т	$4,866/6 = 0,811 \text{ м}^2$	6	$0,811 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 7 \text{ м}^2$	1,2 т	5,83 (7/1,2)	$5,83 \cdot 1,2 = 7$	на стеллажах
Ворота	1	192 м ²	$192/1 = 192 \text{ м}^2$	1	$192 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 274,56 \text{ м}^2$	44 м ²	6,24 (274,56/44)	$6,24 \cdot 1,2 = 7,5$	вертикально
Сэндвич-панели	162	38240,5 м ²	$38240,5/162 = 236,05 \text{ м}^2$	5	$236,05 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1687,75 \text{ м}^2$	29 м ²	58,2 (1687,75/29)	$58,2 \cdot 1,3 = 75,7$	вертикально
Итого:								Σ 90,2	

Продолжение приложения В

Таблица В.6 – Ведомость временных зданий

Наименование зданий	Численность персонала	Норма площади	Расчетная площадь Sp, м ²	Принимаемая площадь Sf, м ²	Размеры АхВ, м	Кол-во зданий	Характеристика
1	2	3	4	5	6	7	8
Кантора прораба	6	3	18	24	9х3	1	Передвижной, ГОСС-П-3
Гардеробная	62	0,9	55,8	28	10х3,2	2	Передвижной, Г-10
Диспетчерская	2	7	14	21	7,5х3,1	1	Контейнерный, 5055-9
Проходная	-	-	-	6	2х3	2	Сборно-разборная
Душевая	50-80% =40	0,43	17,2	28	10х3,2	1	Контейнерный, ГОССД-6
Сушильная	50	0,2	10	16	6,5х2,6	1	Передвижной, 4078-100-00.000.СБ
Столовая	62	0,6	37,2	24	9х3	1	Передвижной, ГОСС-С-20
Комната для отдыха и обогрева	50	0,75	37,5	22	9х2,7	2	Передвижной, 420-01-13
Туалет	62	0,07	4,34	14,3	6х2,7	1	Контейнерный, 420-04-23

Приложение Г

Дополнительные сведения к разделу экономика строительства

Таблица Г.1 - Объектная сметная стоимость

№	Наименование объекта	Шифр	Стоимость, руб.
1	Строительные работы	01	5,500,000
2	Фундаментные работы	02	750,000
3	Инженерные сети	03	1,350,000
4	Кровельные работы	04	1,200,000
5	Внутренние отделочные работы	05	1,200,000
6	Оборудование и монтаж	06	600,000
7	Прочие расходы	07	310,000
Итого			10,910,000

Таблица Г.2 - Локальная сметная стоимость

№	Наименование работ	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Строительные работы				
1.1	Подготовка строительной площадки	2000 м ²	200	400,000
1.2	Возведение стен	1500 м ²	1500	2,250,000
1.3	Монтаж перекрытий	500 м ²	2,000	1,000,000
1.4	Устройство полов	1000 м ²	1,500	1,500,000
Итого				5,150,000
Фундаментные работы				
2.1	Заливка бетонного фундамента	100м ³	4,000	400,000
2.2	Установка арматурных каркасов	10 т	35,000	350,000
Итого				750,000
Инженерные сети				
3.1	Электроснабжение	500 м.п.	1,500	750,000
3.2	Водоснабжение и канализация	300 м.п.	2,000	600,000
Итого				1,350,000
Кровельные работы				
4.1	Укладка кровли	1000 м ²	1,200	1,200,000
Итого				1,200,000
Внутренние отделочные работы				
5.1	Внутренняя отделка стен и потолков	1500 м ²	800	1,200,000
Итого				1,200,000
Оборудование и монтаж				
6.1	Установка отопительного оборудования	10	50,000	500,000
6.2	Установка вентиляционных систем	1	100,000	100,000
Итого				600,000
Прочие расходы				
7.1	Проектные и изыскательские работы	% от общей стоимости	5%	600,000
7.2	Непредвиденные расходы	% от общей стоимости	3%	360,000
Итого				960,000

Продолжение приложения Г

Таблица Г.3 - Сводный сметный расчет

№	Статья затрат	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Земляные работы			
1.1	Разработка грунта под фундамент	500 м ³	300	150,000
1.2	Планировка и выравнивание участка	1000 м ²	50	50,000
2	Фундаментные работы			
2.1	Заливка бетонного фундамента	100 м ³	4,000	400,000
2.2	Установка арматурных каркасов	10 т	35,000	350,000
3	Строительные работы			
3.1	Возведение стен	2000 м ²	1500	3,000,000
3.2	Монтаж перекрытий	500 м ²	2,000	1,000,000
4	Кровельные работы			
4.1	Укладка кровли	1000 м ²	1,200	1,200,000
5	Отделочные работы			
5.1	Внутренняя отделка	1500 м ²	800	1,200,000
5.2	Внешняя отделка	1000 м ²	1,000	1,000,000
6	Инженерные сети			
6.1	Электроснабжение	500 м.п.	1,500	750,000
6.2	Водоснабжение и канализация	300 м.п.	2,000	600,000
7	Оборудование			
7.1	Установка отопительного оборудования	10	50,000	500,000
7.2	Установка вентиляционных систем	5	100,000	500,000
8	Прочие расходы			
8.1	Проектные и изыскательские работы	% от общей стоимости	5%	600,000
8.2	Непредвиденные расходы	% от общей стоимости	3%	360,000
Итого				10,710,000

Приложение Д

Таблица Д.1 — «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Производство крупногабаритных металлоконструкций	Изготовление и сварка металлоконструкций	«Сварщики 6р — 2 чел, 5р — 1 чел; Оператор машины 4р — 1 чел»	Сварочный аппарат, режущие машины, кран, стол для сварки	Стальная заготовка, сварочные материалы
Монтаж крупногабаритных металлоконструкций	Монтаж и сборка конструкций	«Монтажники 6р — 2 чел, 4р — 1 чел; Машинист крана 6р — 1 чел»	Кран, временные распорки, отяжки	Крупногабаритные металлоконструкции

Продолжение приложения Д

Таблица Д.2 - Опасные и вредные факторы при строительстве

Вид работ	ВОПФ	Воздействие на работающих	Мероприятия по их устранению
1	2	3	4
Подготовка строительной площадки	В рабочей зоне монтажа и подъемного крана могут падать материалы и грузы. Области рядом с открытыми токоведущими элементами электрооборудования, расположенные на высоте от 1 до 3 метров и выше, не имеют ограждений.	Несчастные случаи (электрические удары, обмороки, шоковые состояния и прочее), смертельные случаи, утрата трудоспособности.	Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ Р 12.0.003-2015 и ГОСТ Р 12.4.032-2017 «Система стандартов
Работы по планировке и подготовке земельных участков	Попадание под движущимся транспортным средством, небрежное использование инструментов, контакт с электрическими проводами под напряжением..	Электрический шок, серьезные травмы, обмороки, ожоги.	Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ Р 12.4.059-2016, а также в соответствии с РД 78.36.002-2013
Погрузочно-разгрузочные работы	Нестабильное размещение грузов, проблемы с работоспособностью захватных систем и механизмов, а также другие факторы могут негативно сказаться на безопасности при транспортировке.	Травматизм.	Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в ПОТ РМ-007-2016 и ГОСТ 12.3.009-2014

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

<p>Монтажные работы</p>	<p>Ветер, низкие и высокие температуры воздуха. Падение грузов, передвижение устройств и конструктивных элементов. Недостаток естественного освещения.</p>	<p>Травмы, падение с высоты.</p>	<p>Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в ПБ 10-382-00, ПОТ РМ-012-2000, РД 220-12-98, РД 10-74-94, РД 10-34-93 и ГОСТ 12.4.059-2020.</p>
<p>Электросварочные работы</p>	<p>Электрические удары, риск возникновения пожаров, повреждения проводов, используемых для сварки. Загрязнение атмосферы газами и металлическими соединениями.</p>	<p>Появляются резкие ощущения жара, болезненные спазмы в руках и по всему телу. Также могут возникнуть серьезные химические ожоги. Воздействие электрического тока.</p>	<p>Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в РД 153-34.0-03.231-00, ГОСТ 12.1.019-2019, ГОСТ 12.1.030-2021.</p>
<p>Бетонные работы</p>	<p>Рабочие зоны, находящиеся рядом с перепадами высоты 1,3 м и выше; движущиеся транспортные средства и предметы, которые они перемещают; острые края, углы и выступающие элементы; возможность обрушения конструктивных деталей; наличие шума и вибрации; повышенные напряжения в электрических цепях.</p>	<p>Несчастные случаи, травматизм</p>	<p>Вся деятельность должна осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными ГОСТ 12.4.059-89, ГОСТ 23279-85, ГОСТ 25192-82, И-2-01-2004.</p>

Продолжение приложения Д

Таблица Д.3 - Организационно-технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Работы на высоте	Устройство защитных ограждений, использование страховочной системы, планирование рабочих процессов	Предохранительный пояс, тросы, ручные захваты, наколенники, налокотники
Электрические травмы	Установка автоматических выключателей, защитных устройств и сигнализации	Изолирующие перчатки, защитные очки
Пыли и газов в воздухе	Применение вентиляционных систем, пылеулавливающих установок, контроль за качеством воздуха	Противогазы, респираторы
Падение тяжёлых предметов	Установка защитных ограждений, маркировка опасных зон, использование подъемных механизмов	Защитные каски
Повышенный уровень шума	Использование акустических экранов, глушителей и планирование режима работы	Противошумные наушники
Химические воздействия	Организация системы вытяжной вентиляции, использование закрытых контейнеров для хранения химикатов	Специальные защитные перчатки, респираторы

Продолжение приложения Д

Таблица Д.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Цех по производству крупногабаритных металлоконструкций	Кран КС-65719-1К, сварочный агрегат	Класс А	Пламя и искры, тепловой поток	Образование осколочных фрагментов, выделение дымов и газов
Склад металлических изделий	Стеллажи, контейнеры для хранения	Класс Б	Горючие жидкости, газообразные вещества	Возможность взрыва, образование ядовитых газов
Сварочный участок	Сварочные аппараты	Класс А	Открытое пламя, высокая температура	Дым, осколки, выделение токсичных веществ

Таблица Д.5 - Меры пожарной безопасности

Мера по пожарной безопасности	Описание	Цели	Методы реализации	Ожидаемые результаты
Противопожарные перегородки	Установка огнестойких перегородок в помещениях	Ограничение распространения огня и дымовых газов	Использование огнестойких строительных материалов, таких как гипсокартон с огнезащитой	Снижение риска быстрого распространения пожара внутри здания
Системы автоматического пожара тушения	Установка автоматических систем спринклерного типа	Обеспечение оперативного тушения пожара	Монтаж спринклерных систем с датчиками температуры	Снижение ущерба от пожара за счет оперативного реагирования
Дымоудаление	Установка систем дымоудаления в коридорах и лестничных клетках	Обеспечение безопасного эвакуации и снижения задымления	Установка вентиляционных систем с автоматическим управлением	Улучшение условий для эвакуации и минимизация задымления
Огнезащитная обработка конструкций	Применение огнезащитных составов для обработки деревянных и металлических конструкций	Повышение огнестойкости строительных материалов	Обработка конструкций специальными огнезащитными составами	Увеличение времени, в течение которого конструкции остаются целыми при пожаре

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.5

Пожарные извещатели и системы оповещения	Установка пожарных извещателей и систем оповещения	Обеспечение раннего обнаружения пожара и своевременного оповещения	Монтаж дымовых и тепловых извещателей, система связи для оповещения	Быстрое обнаружение и оповещение о начале пожара
Эвакуационные пути и выходы	Организация безопасных эвакуационных путей и выходов	Обеспечение безопасного и быстрого выхода из здания	Планировка и обозначение эвакуационных путей, установка знаков и освещения	Обеспечение безопасной эвакуации всех жильцов
Наличие и обслуживание огнетушителей	Установка огнетушителей в ключевых точках здания	Обеспечение наличия средств для первичного тушения	Размещение огнетушителей в доступных местах, регулярное обслуживание	Возможность быстрого тушения небольших очагов пожара

Таблица Д.6 - Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование производственного этапа, задействованного оборудования в технологическом процессе	Наименование работ, выполняемых в рамках производственного этапа	Нормативно-правовые акты, содержащие требования пожарной безопасности
Монтаж крупногабаритных металлоконструкций	Сварочные и монтажные работы	Постановление Правительства Российской Федерации N 390 от 25.04.2022 г.
Складирование и хранение металлических изделий	Организация хранения, установка ограждений	ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2018 г.
Проведение электромонтажных работ	Установка и подключение электрооборудования	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПБ 03-576-03)

Продолжение приложения Д

Таблица Д.7 - Выявление экологически вредных факторов

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Цех по производству и ремонту металлоконструкций	Оборудование, применяемое в технологическом процессе	Выбросы вредных газов, пыли, а также шум от работающих машин	Загрязнение сточных вод от процессов мойки оборудования и технику	Накопление отходов от сварки и обработки металлов, загрязнение почвы
Склады готовой продукции	Механизмы для транспортировки и хранения	Выбросы от автотранспорта, используемого для доставки материалов	Размещение и утечка масел и химикатов в процессе хранения	Увеличение количества твердых отходов, образующихся при упаковке
Участок по ремонту строительной техники	Сервисное оборудование	Загрязнение воздуха от работы двигателей и инструментов	Сброс загрязненных вод в близлежащие водоемы	Порчи почвы в результате утечек топлива и смазочных материалов

Таблица Д.8 - Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Цех по производству и ремонту крупногабаритных металлоконструкций
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	1. Оборудование должно соответствовать современным экологическим стандартам и требованиям производителей. 2. Регулярный мониторинг выбросов вредных веществ в атмосферу и их минимизация путем оптимизации процессов.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	1. Разработка и внедрение систем очистки сточных вод перед их сбросом в природные водоемы. 2. Использование замкнутых водоснабжений для минимизации потребления воды и снижения загрязнения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	1. Организация отдельного сбора отходов с использованием контейнеров для разных типов мусора. 2. Регулярная утилизация отходов с привлечением специализированных организаций для снижения негативного воздействия на почву.