

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 Производственный корпус заготовительного предприятия

Студент

Е. П. Побиткова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д. А. Кривошеин

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

Консультанты

Д. А. Кривошеин

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

канд.техн.наук С. Н. Шульженко

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

В. Н. Чайкин

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

канд.экон.наук, доцент А. Е. Бугаев

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

канд.техн.наук А. Б. Стешенко

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

Тольятти 2023

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на разработку проекта производственного корпуса заготовительного предприятия.

Пояснительная записка включает в себя 6 разделов на 97 листах, объем графической части составляет 8 листов формата А1. В пояснительной записке 14 рисунков, 39 таблиц, 22 источника литературы, 2 приложения. Пояснительная записка включает в себя следующие разделы:

- архитектурно-планировочный раздел включает в себя схему планировочной организации земельного участка, объемно-планировочные, конструктивные решения.

- в расчетно-конструктивном разделе выполнен расчет металлической фермы покрытия.

- технология строительства. В данном разделе описаны организация и технология выполнения работ, выбор машин и механизмов, методы и последовательность производства работ, требования к качеству и приемке работ, график производства работ.

- раздел организация строительства состоит из краткой характеристики объекта, расчета объема работ, потребности в строительных материалах, механизмах, проектирование временных зданий, а также проектирование строительного генплана.

- экономический раздел содержит в себе подсчет объемов работ, сметный расчет, технико-экономические показатели и эффективность проекта.

- безопасность и экологичность технического объекта. Данный раздел включает в себя безопасные условия труда, методы и средства снижения профессиональных рисков, мероприятия по пожарной безопасности, обеспечение экологической безопасности.

Содержание

Введение.....	6
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Планировочная организация земельного участка	8
1.3 Объемно-планировочное решение здания	9
1.4 Конструктивное решение.....	12
1.4.1 Фундаменты.....	12
1.4.2 Колонны	12
1.4.3 Стены и перегородки	12
1.4.4 Покрытие.....	13
1.4.5 Лестницы.....	13
1.4.6 Перемычки	13
1.4.7 Окна, двери, ворота.....	13
1.4.8 Полы	13
1.5 Архитектурно-художественное решение	13
1.6 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	14
1.6.1 Теплотехнический расчет стены	14
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия	16
1.7 Инженерные системы.....	17
1.7.1 Теплоснабжение, отопление, вентиляция	17
1.7.2 Водоснабжение.....	17
1.7.3 Водоотведение.....	17
1.7.4 Сети связи	18
1.7.5 Электроснабжение	18
2 Расчетно-конструктивный раздел	20
2.1 Исходные данные.....	20
2.2 Сбор нагрузок	20
2.3 Описание расчетной схемы.....	21
2.4 Определение усилий в металлической ферме покрытия	22

2.5 Результаты расчета	44
3 Технология строительства.....	45
3.1 Область применения.....	45
3.2 Организация и технология выполнения строительного процесса.....	46
3.2.1 Требования законченности подготовительных работ.....	46
3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий	46
3.3 Методы и последовательность производства работ.....	47
3.4 Требования к качеству и приемке работ.....	49
3.5 Мероприятия по охране труда и безопасному ведению работ	49
3.6 Выбор машин, механизмов, оборудования	51
3.7 Техничко–экономические показатели	55
4 Организация строительства.....	57
4.1 Определение объемов работ	57
4.2 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	57
4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ.....	57
4.3.1 Выбор монтажного крана.....	57
4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	58
4.5 Разработка календарного плана производства работ.....	59
4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	59
4.6.1 Расчет и подбор временных зданий	60
4.6.2 Расчет площадей складов.....	61
4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения	61
4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	62
4.7 Проектирование строительного генерального плана.....	63
5 Экономика строительства	65
6 Безопасность и экологичность технического объекта	70

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	70
6.2 Идентификация профессиональных рисков	71
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	72
6.4 Пожарная безопасность технического объекта	72
6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара	72
6.4.2 Средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности ...	73
6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	74
Заключение	76
Список используемой литературы и используемых источников.....	77
Приложение А Архитектурные решения.....	80
Приложение Б Организация строительства	85

Введение

В выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование производственного корпуса заготовительного предприятия в г. Тюмени, предназначенного для изготовления емкостного оборудования: резервуаров горизонтальных стальных цилиндрических с торосферическими днищами, что является выгодным производством в наше время и обуславливает актуальность выбранной темы. Применяемый металлический каркас обеспечивает быстроту возведения здания, а также надежность и функциональность планировки. Несущие металлические конструкции здания широко применяются при строительстве производственных зданий, так как их применение уменьшает сроки строительства и увеличивает скорость строительства.

При строительстве промышленного здания будет выделяться экономический эффект в виде создания новых рабочих мест в городе Тюмени, а также выпуска востребованной продукции.

Основные задачи, выполняемые при разработке выпускной квалификационной работы:

- разработать конструктивные и объемно-планировочные решения, рассчитать толщину утеплителей;
- выполнить расчет металлической фермы покрытия;
- разработать технологическую карту, в составе которой произведен подбор монтажного крана, описаны особенности технологии выполнения работ и выявлена потребность в механизмах и приспособлениях;
- определить сметную стоимость проекта, включая благоустройство и озеленение.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

«Проектируемый объект строительства – Производственный корпус заготовительного предприятия.

Район строительства – г. Тюмень, 23 километр Федеральной автомобильной дороги «Тюмень-Тобольск-Ханты-Мансийск».

Согласно СП 20.13330.2016 [12] для строящегося объекта выбираются следующие климатические параметры:

Нормативный вес снегового покрова (III снеговой район) – 1,8 кПа (180 кг/м²).

Нормативное ветровое давление (II ветровой район) – 0,30 кПа (30 кг/м²)» [12].

«Расчетная температура наружного воздуха средняя наиболее холодной пятидневки -38 °С.

Продолжительность отопительного периода 207 суток.

Зона влажности – сухая» [18].

«Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д.

Степень огнестойкости здания (сооружения) – IV.

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С1.

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф 5.3» [11].

«Несущие конструкции, принятые в проекте, соответствуют требуемому пределу огнестойкости –R90 (RE15, REI45)» [11].

Расчетный срок службы здания – 50 лет.

«По данным инженерно-геологических изысканий геологическое строение площадки характеризуется следующими грунтами:

1) Песок мелкий (0-1,7 м) мягкопластичный с содержанием органического вещества до 5%, E=9,8 МПа

2) Суглинок тяжёлый, полутвердый, слабо опесчаненный, гумусированный, с содержанием органического вещества до 5%, $E=12,1$ Мпа (1,6 – 2,4 м).

3) Глина лёгкая, мягкопластичная, опесчаненная, гумусированная, с содержанием органического вещества до 5%, $E=8,1$ Мпа (2,3-5,5 м).

4) Переслаивание суглинка легкого мягкопластичного с песком мелким водонасыщенным средней плотности, с супесью пластичной, с включением гнезд ожелезнения, с содержанием органического вещества до 5, $E=14,8$ Мпа (5 – 11,5 м).

5) Суглинок легкий, текучепластичный, сильно опесчаненный, гумусированный, с содержанием органического вещества до 5%, $E=9,2$ Мпа (10,6-12,5 м).

6) Песок мелкий, водонасыщенный, от средней плотности до плотного, с включением супеси пластичной и суглинка мягкопластичного, гнезд ожелезнения и с содержанием органического вещества до 5%, $E=24,3$ Мпа (11,6-17 м)» [2].

Уровень грунтовых вод обнаружен на глубине 2.5 м.

Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль – южное.

1.2 Планировочная организация земельного участка

Территория промышленного комплекса делится на 4 зоны:

1. Зона застройки.
2. Зона, включающая в себя проезды и автомобильные стоянки.
3. Зона обеспечивающая движение пешеходов.
4. Зона озеленения.

Производственный корпус имеет два въезда на территорию. Дороги в две полосы, имеют ширину 7 метров и радиус закругления 6 метров. Покрытие из асфальтобетона. Для прохода по территории предусмотрены тротуары с покрытием из тротуарной плитки. Зона озеленения от покрытия

отделена бортовым камнем БР100.3015 на бетонном основании В15. Возле каждого входа установлены металлические урны в количестве 13 штук.

В зоне озеленения присутствуют насаждения из деревьев в количестве 20 штук. На площади территории присутствует парковка на 95 мест, из них 5% (или как минимум 1 место) отведено под места для маломобильных групп населения.

«Благоустройство территории состоит из:

- устройства подъездов с твердым покрытием из дорожных плит с устройством бордюров по песчаному основанию;
- устройства тротуаров и устройством бордюров.

Свободные территории от застройки озеленены. Вокруг здания высаживаются береза бородавчатая, рябина сибирская, кизильник, шиповник иглистый и газон обыкновенный» [13].

1.3 Объемно-планировочное решение здания

«Производственный корпус заготовительного предприятия предназначен для изготовления емкостного оборудования: резервуары горизонтальные стальные цилиндрические с торосферическими днищами.

Производственный процесс предприятия включает в себя прием и разгрузку материала, сборку-сварку узлов, изготовление металлоконструкций, испытание, работы по зачистке металла, нанесение лакокрасочных материалов, комплектацию и отгрузку потребителю.

Производственный комплекс ОАО «Сибнефтемаш» включает в себя следующие здания и сооружения:

- Производственный корпус;
- Административно-бытовой корпус;
- Контрольно – пропускной пункт;
- Насосная над артскважиной;
- Выгребную емкость 10 м³;

- Резервуары запаса воды на хозяйственно-противопожарные нужды емкостью 95м³ ;
- Насосная станция II подъема ;
- Очистные сооружения дождевых и сточных вод;
- Резервуар очищенных дождевых сточных вод емкостью 95м³

Готовые емкости, изготовленные под заказ, вывозятся с предприятия автотранспортом или железнодорожным транспортом.

Производственный корпус заготовительного предприятия состоит из двух пролетов Г - образной формы и включает в себя 5 рельсовых крана. Размеры: в осях 1-21 -120 метра, в осях А-Л -49,2 метра. Его площадь составляет 3708,0 м²» [21].

Планировочные технико-экономические показатели объекта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планировочные технико-экономические показатели объекта

«Этажность	1 этаж
Степень огнестойкости	IV
Класс пожарной опасности	C1
Класс конструктивной пожарной опасности	Ф 5.3
Категория по взрывопожарной и пожарной опасности	Д
Расчетная площадь	3708,0 м ²
Полезная площадь	3625,5 м ²
Общая площадь	3708,0 м ²
Строительный объем	28771,2 м ³ » [21]

Данный объект построен вблизи железной дороги и располагается на 23 километре Тобольского тракта.

При решении вопросов обеспечения доступа маломобильных групп населения учитывались требования нормативных документов.

«При этом предусмотрены соответствующие планировочные, конструктивные и технические меры:

– уклоны площадок с покрытием для пешеходов (продольный и поперечный) не превышают соответственно 5 % и 1 % для возможности безопасного передвижения инвалидов на креслах–колясках.

– на участках в местах пересечения площадок с покрытием для пешеходов с проезжей частью высота бортового камня принята – 4 см, при этом пандусы-съезды с тротуаров имеют уклон не превышающий 1:10;

– ширина площадок с покрытием для пешеходов при одностороннем движении принята не менее 1,5 м» [15].

При проектировании эвакуационных путей и выходов согласно СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» предусмотрены на путях эвакуации тамбур-шлюзы, а при выходе непосредственно наружу из здания тамбуры. Двери эвакуационных выходов и двери, расположенные на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания. Для эвакуации людей предусмотрены в распашных и раздвижных воротах для автомобильного транспорта калитки с высотой порога не более 0,15 м. Эвакуация людей из помещений заготовительного участка и участка изготовления емкостного оборудования просхолит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении. Эвакуация людей из помещений участка гидроиспытаний емкостей, промежуточного склада, компрессорной и склада запасных частей происходит через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении заготовительного участка. Эвакуация из остальных помещений происходит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в самом помещении, а также в помещении заготовительного участка

1.4 Конструктивное решение

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

1.4.1 Фундаменты

Под объект запроектированы железобетонные свайные фундаменты. Используются сваи С60.30.8 по ГОСТ 19804.1-79 длиной 6 м, сечением 300х300 мм. Сваи выполняются из бетона класса прочности В20, марка по морозостойкости F100, марка по водонепроницаемости W6.

Железобетонный ростверк принимается высотой 700 мм. Сопряжение свай с ростверком принято свободным с заделкой сваи на глубину 5-10 см.

1.4.2 Колонны

Несущие конструкции здания – колонны каркаса приняты металлические составного сечения из двутавров 40Б1.

1.4.3 Стены и перегородки

«Наружные стены - стеновые «Сэндвич» - панели по стальным стеновым ригелям толщиной 100 мм, производства ЗАО «Корпорация «Кольцо», с обшивками из тонколистовой оцинкованной стали с лакокрасочным покрытием, с утеплением из негорючих минераловатных плит.

В производственных помещениях стены толщиной 120 мм выполнены из керамического пустотелого кирпича пластического формирования М75 на цементно-песчаном растворе М50» [17].

1.4.4 Покрытие

Покрытие из трехслойных бескаркасных металлических кровельных панелей "Сэндвич" по ТУ 5284-002-50531895-07, ЗАО "Корпорация Кольцо" выполняется по стальным фермам пролетом 24 м из труб. Покрытие выполняется по металлическим прогонам из швеллеров.

1.4.5 Лестницы

В проекте предусмотрены металлические пожарные наружные лестницы. Спецификация лестниц представлена в Таблице А.5, Приложение А.

1.4.6 Перемычки

Спецификация перемычек представлена в Таблице А.4, Приложение А.

1.4.7 Окна, двери, ворота

Спецификация элементов заполнения проемов представлена в Таблице А.1, Приложение А.

1.4.8 Полы

Экспликация полов представлена Таблице А.2, Приложение А.

1.5 Архитектурно-художественное решение

Фасады производственного корпуса заготовительного предприятия выполнены из стеновых сэндвич-панелей. Цветовое решение фасадов – в белых и синих цветах. Ведомость отделки помещений представлена Таблице А.3, Приложение А.

1.6 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

1.6.1 Теплотехнический расчет стены

Расчётные материалы представлены на рисунке 1 и в таблице 2.

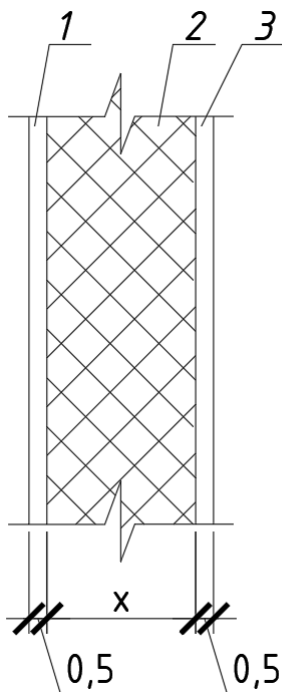


Рисунок 1 - Состав ограждающей конструкции стены

Таблица 2 – Состав ограждающей конструкции стены

№	Наименование слоя	δ , мм	λ , Вт/м ² °С
1	Оцинкованный стальной лист	0,5	0,55
2	Утеплитель (минеральная вата)	x	0,049
3	Оцинкованный стальной лист	0,5	0,55

«Требуемое сопротивление теплопередаче градусо–сутки отопительного периода (ГСОП) определяется по формуле 1» [19]:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.}}) \times Z_{\text{от}} \quad (1)$$

«где $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С,

$t_{\text{от.}}$ – средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С,

$Z_{от}$ – продолжительность, отопительного периода сут/год» [19].

«Исходя из данных условий эксплуатации ограждения, получим следующее значение» [19]:

$$ГСОП = (18 - (-6,9 \text{ °C})) \times 225 = 5602,5 \text{ °C сут}$$

Далее определяется приведенное нормируемое сопротивление R_0 для наружной стены.

$$R_{норм.} = a \cdot ГСОП + b = 0,0002 \cdot 5602,5 + 1 = 2,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

«Из уравнения $R_0^{пр} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$ находим толщину утепляющего

слоя по формуле 2:

$$\delta_2 = \lambda_2 \times \left(R_0 - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (2)$$

где δ_i – толщина слоев ограждающих конструкций;

λ_i – коэффициент теплопроводности» [19].

$$R_0^{пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{55} + \frac{\delta_{ут}}{0,049} + \frac{0,0005}{55} + \frac{1}{23} = 0,16 + \frac{\delta_{ут}}{0,049};$$

$$0,16 + \frac{\delta_{ут}}{0,049} \geq 2,12;$$

откуда $\frac{\delta_{ут}}{0,049} = 1,96$; $\delta_{ут} = 0,096$ м. Принимаем $\delta_{ут} = 100$ мм.

Проверим условие.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{55} + \frac{0,100}{0,049} + \frac{0,0005}{55} + \frac{1}{23} = 2,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_0 = 2,20 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{С}}{\text{Вт}} > R_{\text{тр}}^{\text{норм}} = 2,12 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{С}}{\text{Вт}}.$$

Условие выполняется, толщина утеплителя подобрана верно.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Материалы покрытия представлены на рисунке 2 и в таблице 3.

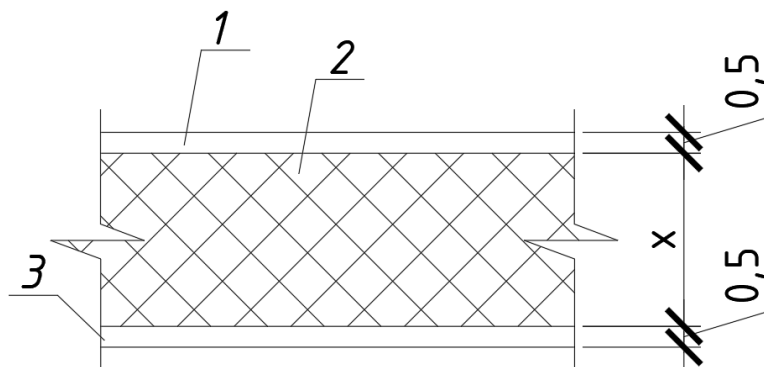


Рисунок 2 - Состав конструкции покрытия

Таблица 3 – Состав конструкции покрытия

№	Наименование слоя	δ , мм	λ , Вт/м ² °С
1	Оцинкованный стальной лист	0,5	0,55
2	Утеплитель (минеральная вата)	x	0,049
3	Оцинкованный стальной лист	0,5	0,55

Определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\text{норм.}} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,00025 \cdot 5602,5 + 1,5 = 2,90 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$R_{\text{пр}0} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{55} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,049} + \frac{0,0005}{55} + \frac{1}{23} = 0,16 + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,049};$$

$$0,16 + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,049} \geq 2,90;$$

откуда $\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,049} = 2,74$; $\delta_{\text{ут}} = 0,134$ м. Принимаем $\delta_{\text{ут}} = 150$ мм.

Проверим условие.

Приведенное сопротивление теплопередаче покрытия:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{55} + \frac{0,150}{0,049} + \frac{0,0005}{55} + \frac{1}{23} = 3,22 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$R_0 = 3,22 \text{ м}^2\text{°С/Вт} > R_{\text{тр}}^{\text{норм}} = 2,90 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Условие выполняется, толщина утеплителя подобрана верно.

1.7 Инженерные системы

1.7.1 Теплоснабжение, отопление, вентиляция

Для отопления здания принимаются следующие характеристики:

- теплоноситель вода с параметрами 70-120⁰С;
- расчетные параметры теплоснабжения в системе отопления 70-95⁰С.

Требуемый тепловой режим в помещениях обеспечивается системой отопления. Отопление – водяное от газовой котельной. Здание отапливается через водяные радиаторы. Прокладка трубопроводов отопления и теплоснабжения выполняется закрытой.

В здании проектируется смешанная система вентиляции с естественным и принудительным побуждением. Предусматривается оперативное управление системами вентиляции, кондиционирования и отопления.

1.7.2 Водоснабжение

Для системы водоснабжения производственного комплекса заготовительного предприятия будет использоваться существующая городская сеть.

1.7.3 Водоотведение

Отвод сточных вод от санитарных приборов осуществляется внутренней системой канализации в уличную сеть.

Внутренние сети устраиваются из полиэтиленовых канализационных труб.

Качество воды должно удовлетворять государственному стандарту на питьевую воду.

Отвод осадков с кровли осуществляется элементами внутреннего водостока.

1.7.4 Сети связи

В проекте применяются система автоматической пожарной сигнализации и оповещения и наружное видеонаблюдение.

1.7.5 Электроснабжение

Электроснабжение осуществляется от устроенной трансформаторной подстанции в электрощитовой.

В качестве групповых осветительных щитов приняты щиты с автоматическими выключателями. Для освещения помещений запроектированы светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами. Аварийное и эвакуационное освещение выполнены во всех помещениях. Эвакуация людей из помещений заготовительного участка и участка изготовления емкостного оборудования просхолит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении. Эвакуация людей из помещений участка гидроиспытаний емкостей, промежуточного склада, компрессорной и склада запасных частей происходит через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении заготовительного участка. Эвакуация из остальных помещений происходит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в самом помещении, а также в помещении заготовительного участка. Учёт потребляемой энергии осуществляется счётчиком активной энергии, установленном в трансформаторной подстанции.

Управление освещением осуществляется выключателями по месту, установленными на высоте 1,5 м. от пола. Напряжение во внутренней электросети – 220 В.

Выводы по разделу:

При разработке архитектурно-планировочного раздела выполнено проектирование производственного корпуса заготовительного предприятия, состоящего из двух пролетов размерами в осях 1-21 -120 метра, в осях А-Л - 49,2 метра. Также обосновано объемно-планировочное и конструктивное решения объекта.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Исходные данные

Расчетно-конструктивный раздел выполняется для двускатной металлической фермы пролетом 24 м из парных уголков с шагом бм.

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

Сталь:

- с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению $R_u=38735,984 \text{ Т/м}^2$

- с расчетным сопротивлением по пределу текучести $R_y=27522,936 \text{ Т/м}^2$.

Сварные швы:

1. Все швы катетом 5 мм, кроме оговоренных.
2. Основные типы и конструктивные элементы швов соединений при:
 - для ручной дуговой сварки по ГОСТ 5264-80*;
 - для дуговой сварки в защитном газе по ГОСТ 14771-76*.
3. Все сварные швы выполняются полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа; в случае перехода на ручную сварку, сварку производить электродами типа Э42А.
4. Виды соединений конструкций и их элементов:
 - заводские соединения – сварные;
 - укрупнительный стык фермы – на высокопрочных болтах;
 - монтажные соединения – болтовые.

2.2 Сбор нагрузок

Расчет нагрузки ведется на ферму покрытия по оси 4.

Снеговая нагрузка

«Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию:

$$S_0 = C_e \cdot C_t \cdot S_g \cdot \mu = 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ кПа} = 150 \text{ кг/м}^2$$

C_e – коэффициент, учитывающий снос снега; $C_e=1$;

C_t – термический коэффициент; $C_t=1$;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытия; $\mu=1$;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1м^2 горизонтальной проекции» [12].

$S_g = 1,5 \text{ кПа} = 150 \text{ кг/м}^2$ для III снегового района.

Сбор нагрузок на покрытие представлен соответственно в таблице 4.

Таблица 4 - Сбор нагрузок на 1м^2 покрытия:

«Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка кН/м ² » [12]
Постоянная нагрузка			
«1) Трёхслойные бескаркасные металлические кровельные панели «сэндвич» по ТУ 5284-002-50531895-07 150мм	0,265	1,1	0,345
2) Прогоны стальные	0,10	1,1	0,11
3) Цементная стяжка t=15мм	0,27	1,3	0,351
4) Стальные фермы	0,16	1,1	0,184
Итого:	0,802		0,989
Временная нагрузка			
1) Снеговая нагрузка» [12]	1,50	1,4	210

2.3 Описание расчетной схемы

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная

система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

Под объект запроектированы железобетонные свайные фундаменты. Используются сваи С60.30.8 по ГОСТ 19804.1-79 длиной 6 м, сечением 300х300 мм. Сваи выполняются из бетона класса прочности В20, марка по морозостойкости F100, марка по водонепроницаемости W6.

Железобетонный ростверк принимается высотой 700 мм. Сопряжение свай с ростверком принято свободным с заделкой сваи на глубину 5-10 см.

Колонны приняты из составного сечения из двутавров 40Б1. Стены приняты из «Сэндвич»-панелей.

Покрытие из трехслойных бескаркасных металлических кровельных панелей "Сэндвич" по ТУ 5284-002-50531895-07, ЗАО "Корпорация Кольцо" выполняется по стальным фермам пролетом 24 м из труб. Покрытие выполняется по металлическим прогонам из швеллеров.

Расчетную схему стропильных ферм из парных уголков принимаем в виде стержневой системы с шарнирными узловыми соединениями.. Предусмотрена узловая передача нагрузки на ферму.

Устойчивость положения ферм в горизонтальной плоскости обеспечивается системой поперечных горизонтальных связей ГС в уровне верхних поясов ферм.

Сопряжение балок между собой и с колоннами: шарнирное.

Сопряжение колонн с фундаментами: шарнирное.

2.4 Определение усилий в металлической ферме покрытия

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»

Сварные швы:

1. Все швы катетом 5 мм, кроме оговоренных.
2. Основные типы и конструктивные элементы швов соединений при:
 - для ручной дуговой сварки по ГОСТ 5264-80*;

- для дуговой сварки в защитном газе по ГОСТ 14771-76*.

3. Все сварные швы выполняются полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа; в случае перехода на ручную сварку, сварку производить электродами типа Э42А.

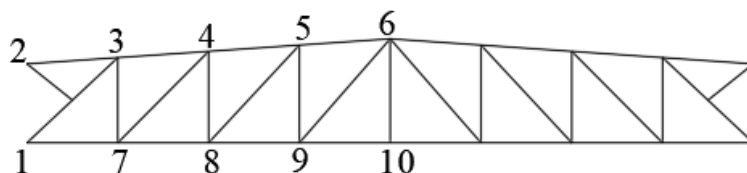


Рисунок 3 – Очертание поясов фермы

Таблица 5 – Геометрические характеристики фермы

L	H	H ₁	Число элементов нижнего пояса
м	м	м	
24	3,175	1,8	8

Таблица 6 – Расчетные усилия в стержнях фермы

Элемент стержня	Номер стержня	Усилия от F=1	Усиления в кН от		Расчетные усилия, кН	
			Постоянной нагрузки	снеговой нагрузки	на растяжение	на сжатие
<i>Верхний пояс</i>	2-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3-4	-5,03	-127,11	-309,65		-436,75
	4-5	-7,54	-190,54	-464,16		-654,70
	5-6	-8,38	-211,76	-515,87		-727,64
<i>Нижний пояс</i>	1-7	5,00	126,35	307,80	434,15	
	7-8	7,50	189,53	461,70	651,23	
	8-9	8,34	210,75	513,41	724,16	
	9-10	8,00	202,16	492,48	694,64	
<i>Раскосы</i>	1-3	-6,11	-154,40	-376,13		-530,53
	4-7	-3,21	-81,12	-197,61		-278,72
	5-8	-1,13	-28,56	-69,56		-98,12
	6-9	0,48/1,42/-0,94	35,88	29,55/87,42/-57,86	123,30	-21,98
<i>Стойки</i>	3-7	2,00	50,54	123,12	173,66	
	4-8	0,75	18,95	46,17	65,12	
	5-9	-	-25,27	-	36,29	-46,17
	6-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Подбор поперечного сечения стержней фермы представлен в Таблице 7.

Таблица 7 – Подбор поперечного сечения фермы

Элемент фермы	№ стержня	Расчетное усилие	Сечение элементов	Ауг	Расчетная длина стержня, см		Радиусы инерции, см		Гибкости		φ_{min}	γ_c	σ
					L_x	L_y	i_x	i_y	λ_x	λ_y			
Верхний пояс	5-6	-727,64	2L125 x 10	24,3	301,5	301,5	3,85	5,66	74,4	53,27	0,724	0,95	20,68
Нижний пояс	8-9	724,16	2L125 x 80 x 8	32	300	1200	4,00	6,21	75	193,2		0,95	22,8
Раскосы	1-3	-530,53	2L125 x 80 x 8	32	174,4	348,8	4,00	6,21	43,82	55,63	0,826	0,95	16,3
	4-7	-278,72	2L100 x 10	38,4	306,32	382,9	3,05	4,52	100,4	84,71	0,539	0,8	13,47
	5-8	-98,12	2L80 x 5,5	17,26	321,84	402,3	2,47	3,75	130,3	112,7	0,364	0,8	15,62
	6-9	93,74	2L80 x 5,5	17,26	338,32	422,9	2,47	3,75	146,5	125,1	0,29	0,9	18,62
Стойки	5-9	46,17	2L50 x 4	7,78	214,4	268	2,59	1,54	139,2	103,5	0,319	0,9	18,6
	3-7	173,66	2L50 x 4	7,78	166,4	208	2,59	1,54	80,31	135,1		0,95	22,32
	4-8	65,12	2L45 x 5	6,96	190,4	238	1,38	2,4	176,5	99,17		0,95	9,36
	6-10	0	2L63 x 5	12,26	238,4	298	1,95	3,12	152,8	95,51			0

Окончательно принимаем для стержней 5-9, 3-7, 4-8 сечение 50x5.

Для стержня 6-10 конструктивно принимаем сечение 63x5.

Расчет и конструирование узлов фермы.

Коэффициенты в уравнениях:

$\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ - коэф. принимаемые по СП 16.13330.2017 при

полуавтоматической сварке в среде углекислого газа при катете шва 3-8 мм.

$\beta_f = 0,8$; $\beta_z = 1$ - коэф. принимаемые по СП 16.13330.2017 при

полуавтоматической сварке в среде углекислого газа при катете шва 9-12 мм.

$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1$ - коэф. условий работы шва, для районов строительства с

обычными климатическими условиями

$\gamma_c = 1$ - коэф. условий работы соединения

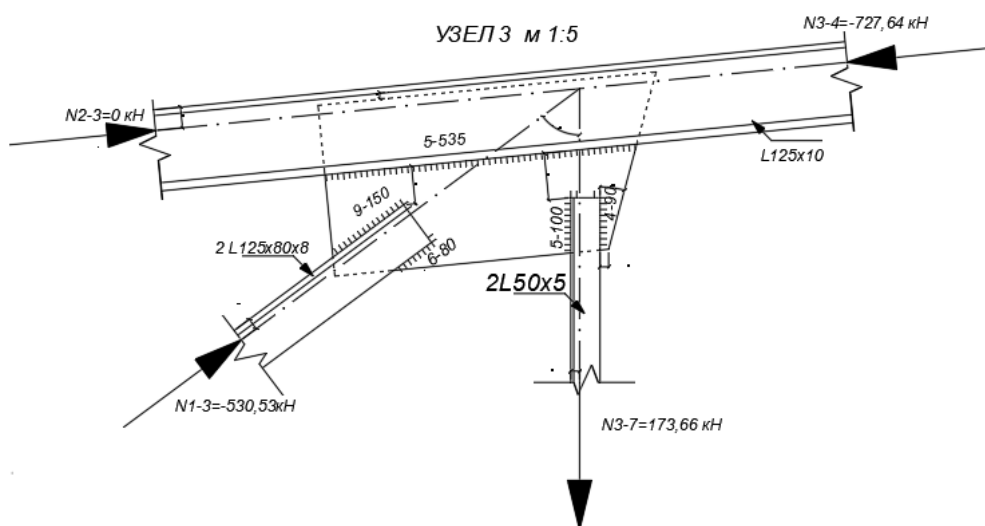
R_{wf} ; R_{wz} - расчетные сопротивления для соединения по металлу шва и

по металлу границы сплавления соответственно

$R_{wf} = 215 \text{ МПа}$

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ МПа}$

Узел №3



- раскос 1-3 $N_{1-3} = -530,53 \text{ кН}$ сечение $\text{L } 125 \times 80 \times 8$

- принимаем по перу:

$$k_{f \max}^n = t_{ye} - 2$$

$$k_{f \max}^n = 8 - 2 = 6 \text{ мм}$$

$$L_{of}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{1-3}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^n \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$L_{oz}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{1-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^n \cdot R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c} + 1$$

$\gamma_c = 1$ - для угловых швов

$\beta_f = 0,9$, $\beta_z = 1,05$ - для $k_f = 3..8$ мм

5 ($t^0C > -40^0C$)

$$R_{of} = 215 \text{ МПа}$$

$$R_{un} = 370 \text{ МПа}$$

$$R_{oz} = 0,45 R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ МПа} \quad \alpha_m = 0,75$$

$$\left. \begin{aligned} L_{of}^n &= \frac{(1 - 0,75) \cdot 530,53}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,72 \text{ см} = 70 \text{ мм} \\ L_{oz}^n &= \frac{(1 - 0,75) \cdot 530,53}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,6 \cdot 166,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 7,32 \text{ см} = 75 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \rightarrow L_{\omega}^n = 80 \text{ мм}$$

- принимаем по обушку:

$$k_f^{ob} \geq 5 \text{ мм}$$

$$k_f^{ob} \geq k_{f \min} = 5 \text{ мм} \begin{cases} t_{\phi ac} = 14 \text{ мм} \\ t_{yz} = 8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_{f \max}^{ob} \leq 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ мм}$$

$$k_f^{ob} = 9 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} L_{of}^{ob} &= \frac{\alpha_m \cdot N_{1-3}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{ob} \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 = \\ &= \frac{0,75 \cdot 530,53}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 13,85 \text{ см} = 138,5 \rightarrow 140 \text{ мм} \\ L_{oz}^{ob} &= \frac{\alpha_m \cdot N_{1-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{ob} \cdot R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c} + 1 = \\ &= \frac{0,75 \cdot 530,53}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 166,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 15,22 \text{ см} = 152,2 \rightarrow 150 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \rightarrow L_{\omega}^{ob} = 150 \text{ мм}$$

стойка 3-7 $N_{3-7} = 173,66 \text{ кН}$ сечение $\perp 50 \times 5$

- принимаем по перу:

$$k_{f \max}^n = t_{yz} - 1$$

$$t_{yz} = 5 \text{ мм}$$

$$k_{f \max}^n = 5 - 1 = 4 \text{ мм}$$

$$L_{of}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^n \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$L_{oz}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^n \cdot R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$\left. \begin{aligned} L_{of}^n &= \frac{(1-0,75) \cdot 173,66}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,805 \text{ см} = 38,05 \text{ мм} = 50 \text{ мм} \\ L_{oz}^n &= \frac{(1-0,75) \cdot 173,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,104 \text{ см} = 42,04 = 50 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \rightarrow L_{\omega}^n = 50 \text{ мм}$$

- принимаем по обушке:

$$k_f^{o\bar{o}} \geq 4 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\bar{o}} \geq k_{f \min} = 5 \text{ мм} \begin{cases} t_{\phi ac} = 12 \text{ мм} \\ t_{yz} = 5 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_{f \max}^{o\bar{o}} \leq 1,2 t_{\min} = 6 \text{ мм}$$

$$\underline{k_f^{o\bar{o}} = 6 \text{ мм}}$$

$$\left. \begin{aligned} L_{of}^{o\bar{o}} &= \frac{\alpha_m \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{o\bar{o}} \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 \\ &= \frac{0,75 \cdot 173,66}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,61 \text{ см} = 66,09 \rightarrow 70 \text{ мм} \\ L_{oz}^{o\bar{o}} &= \frac{\alpha_m \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{o\bar{o}} \cdot R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c} + 1 \\ &= \frac{0,75 \cdot 173,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 7,21 \text{ см} = 72,1 \rightarrow 75 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \rightarrow L_{\omega}^{o\bar{o}} = 80 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\bar{o}} \geq 4 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\bar{o}} \geq k_{f \min} = 5 \text{ мм} \begin{cases} t_{\phi ac} = 12 \text{ мм} \\ t_{yz} = 5 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_{f \max}^{o\bar{o}} \leq 1,2 t_{\min} = 6 \text{ мм}$$

$$\underline{k_f^{o\bar{o}} = 6 \text{ мм}}$$

$$\tau_{of} = \frac{436,75}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (53,5 - 1)} = 8,25 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{of} = 9,24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{oz} = \frac{436,75}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (53,5 - 1)} = 7,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{oz} = 7,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c = 13,32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

- принимаем по перу:

$$k_{f \max}^n = t_{yz} - 1$$

$$t_{yz} = 5 \text{ мм}$$

$$k_{f \max}^n = 5 - 1 = 4 \text{ мм}$$

$$L_{\omega f}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^n \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$L_{\omega z}^n = \frac{(1 - \alpha_m) \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^n \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$L_{\omega f}^n = \frac{(1 - 0,75) \cdot 173,66}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,805 \text{ см} = 38,05 \text{ мм} = 50 \text{ мм}$$

$$L_{\omega z}^n = \frac{(1 - 0,75) \cdot 173,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,104 \text{ см} = 42,04 = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{array}{l} L_{\omega f}^n = 50 \text{ мм} \\ L_{\omega z}^n = 50 \text{ мм} \end{array} \right\} \rightarrow L_{\omega}^n = 50 \text{ мм}$$

$$L_{\omega f}^{o\delta} = \frac{\alpha_m \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{o\delta} \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$= \frac{0,75 \cdot 173,66}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,61 \text{ см} = 66,09 \rightarrow 70 \text{ мм}$$

$$L_{\omega z}^{o\delta} = \frac{\alpha_m \cdot N_{3-7}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{o\delta} \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1$$

$$= \frac{0,75 \cdot 173,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 7,21 \text{ см} = 72,1 \rightarrow 75 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{array}{l} L_{\omega f}^{o\delta} = 70 \text{ мм} \\ L_{\omega z}^{o\delta} = 75 \text{ мм} \end{array} \right\} \rightarrow L_{\omega}^{o\delta} = 80 \text{ мм}$$

- Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу

$$\tau_{\omega z} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f) \cdot (L_{\omega} - 1)} \leq 0,8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$k_f = k_{f \min} = 5 \text{ мм} \begin{cases} t_{\text{фас}} = 14 \text{ мм} \\ t_{\text{пл}} = 10 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\Delta N = N_{3-4} - N_{2-3} = 436,75 - 0 = 436,75 \text{ кН}$$

$$L_{\omega} = 53,5 \text{ см}$$

$$0,8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 0,8 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$0,8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 0,8 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 = 13,32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

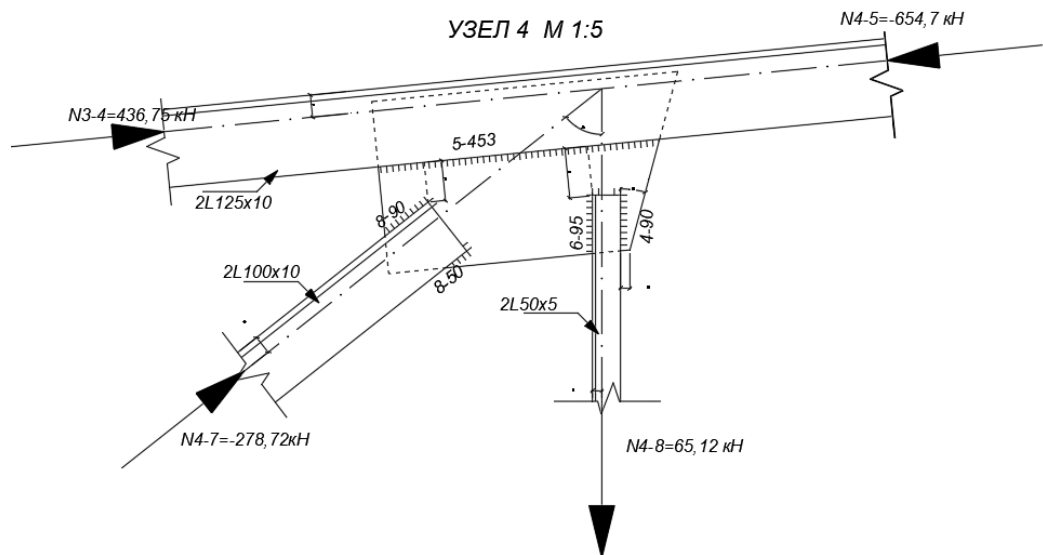
$$\tau_{\omega f} = \frac{436,75}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (53,5 - 1)} = 8,25 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega f} = 9,24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{436,75}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (53,5 - 1)} = 7,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = 7,9 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13,32 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

Узел 4



Стержень 4 - 7

$N_{4-7} = -278,72$ кН. Сечение элемента: 2 \perp 100x10

$k_f^n = t_{yz} - 2 \text{ мм}$, если $t_{yz} \leq 6 - 17 \text{ мм}$

$$k_f^n = 10 - 2 = 8 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1 - \alpha_{\omega}) \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,75) \cdot 278,72}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 32,5 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_{\omega}) N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 278,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 34,9 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_{\omega}^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{\omega \delta} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{\omega \delta} &\leq 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{\omega \delta} = 8 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{\omega \delta} &= \frac{\alpha_{\omega} \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{\omega \delta}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 278,72}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 7,75 \text{ см} \rightarrow 80 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{\omega \delta} &= \frac{\alpha_{\omega} \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{\omega \delta}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 278,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 8,47 \text{ см} \rightarrow 85 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_{\omega}^{\omega \delta} = 90 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1_{\text{см}} = \frac{(1-0.75) \cdot 278,72}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 32,5 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1_{\text{см}} = \frac{(1-0.7) \cdot 278,72}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 34,9 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{o\delta} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{o\delta} &\leq 1.2 \cdot t_{\min} = 1.2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{o\delta} = 8 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 278,72}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.7 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 7,75 \text{ см} \rightarrow 80 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 278,72}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.7 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 8,47 \text{ см} \rightarrow 85 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{o\delta} = 90 \text{ мм}$$

Стержень 4 - 8

$N_{4-8} = 65,12 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \perp 50 \times 5$

$$k_f^n = t_{y2} - 1 \text{ мм}, \text{ если } t_{y2} \leq 6 \text{ мм}$$

$$k_f^n = 5 - 1 = 4 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1_{\text{см}} = \frac{(1-0.7) \cdot 62,12}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,05 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1_{\text{см}} = \frac{(1-0.7) \cdot 62,12}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,16 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{o\delta} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{o\delta} &\leq 1.2 \cdot t_{\min} = 1.2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \\ k_{\min}^{o\delta} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 65,12}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.6 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,1 \text{ см} \rightarrow 35 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 65,12}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.6 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,33 \text{ см} \rightarrow 35 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{o\delta} = 50 \text{ мм}$$

- Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу

$$\tau_{\omega f} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0.8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0.8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13.32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$k_f = k_{f \min} = 4 \text{ мм} \begin{cases} t_{\phi ac} = 14 \text{ мм} \\ t_{yz} = 9 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\Delta N = N_{4-5} - N_{3-4} = 654,7 - 436,75 = 217,95 \text{ кН}$$

$$L_\omega = 45,3 \text{ см}$$

$$\tau_{\omega f} = \frac{217,95}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot (45,3 - 1)} = 3,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega f} = 3,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{217,95}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot (45,3 - 1)} = 3,35 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = 3,35 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0,8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13,32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 62,12}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,05 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 62,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,16 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

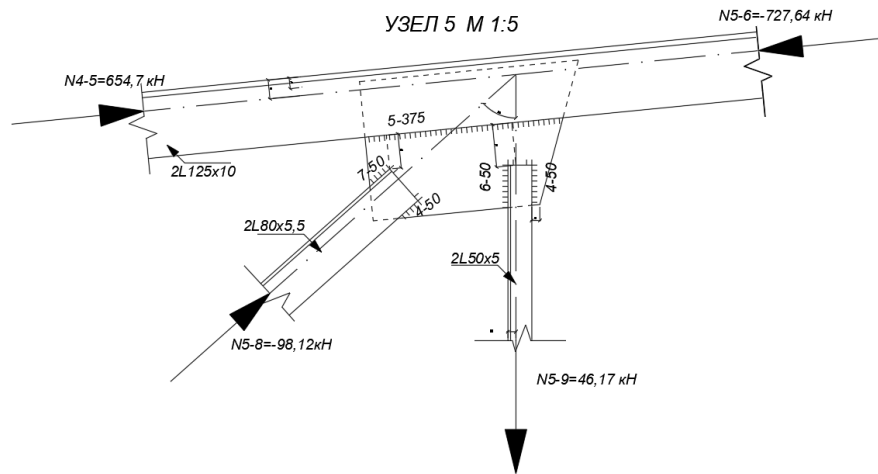
$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{ob} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{ob} &\leq 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \\ k_{\min}^{ob} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{ob} = 6 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 65,12}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,1 \text{ см} \rightarrow 35 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{4-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 65,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,6 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,33 \text{ см} \rightarrow 35 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{ob} = 50 \text{ мм}$$

$$\tau_{\omega f} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0,8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0,8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13,32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

У з е л 5



Стержень 5-8

$N_{5-8} = -98,12$ кН. Сечение элемента: $2 \perp 80 \times 5,5$

$$k_f^n = t_{yz} - 1,5 \text{ мм, если } t_{yz} \leq 6 \text{ мм}$$

$$k_f^n = 5,5 - 1,5 = 4 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{of}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{5-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 98,12}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,58 \text{ см} \rightarrow 25 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) N_{5-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 98,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,75 \text{ см} \rightarrow 30 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{ob} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{ob} &\leq 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{ob} = 7 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{of}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{5-8}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 98,12}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,72 \text{ см} \rightarrow 40 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{5-8}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 98,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,01 \text{ см} \rightarrow 45 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{ob} = 50 \text{ мм}$$

Стержень 5-9

$N_{5-9} = -46,17$ кН. Сечение элемента: $2 \perp 50 \times 5$

$$k_f^n = t_{yz} - 1 \text{ мм, если } t_{yz} \leq 6 \text{ мм}$$

$$k_f^n = 5 - 1 = 4 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) \cdot N_{5-9}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1-0.7) \cdot 46,17}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1,7 \text{ см} \rightarrow 20 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1-\alpha_\omega) \cdot N_{5-9}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1-0.7) \cdot 46,17}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1,8 \text{ см} \rightarrow 20 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{o\delta} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{o\delta} &\leq 1.2 \cdot t_{\min} = 1.2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \\ k_{f \min}^{o\delta} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{принимаю } k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{5-9}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 46,17}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,49 \text{ см} \rightarrow 25 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{5-9}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 89,62}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,65 \text{ см} \rightarrow 25 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{o\delta} = 50 \text{ мм}$$

- Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу

$$\tau_{\omega f} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0.8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{\Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1)} \leq 0.8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13.32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$k_f = k_{f \min} = 7 \text{ мм} \begin{cases} t_{\text{фас}} = 14 \text{ мм} \\ t_{\text{ыз}} = 10 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\Delta N = N_{5-6} - N_{4-5} = 727,64 - 654,7 = 72,94 \text{ кН}$$

$$L_\omega = 47,5 \text{ см}$$

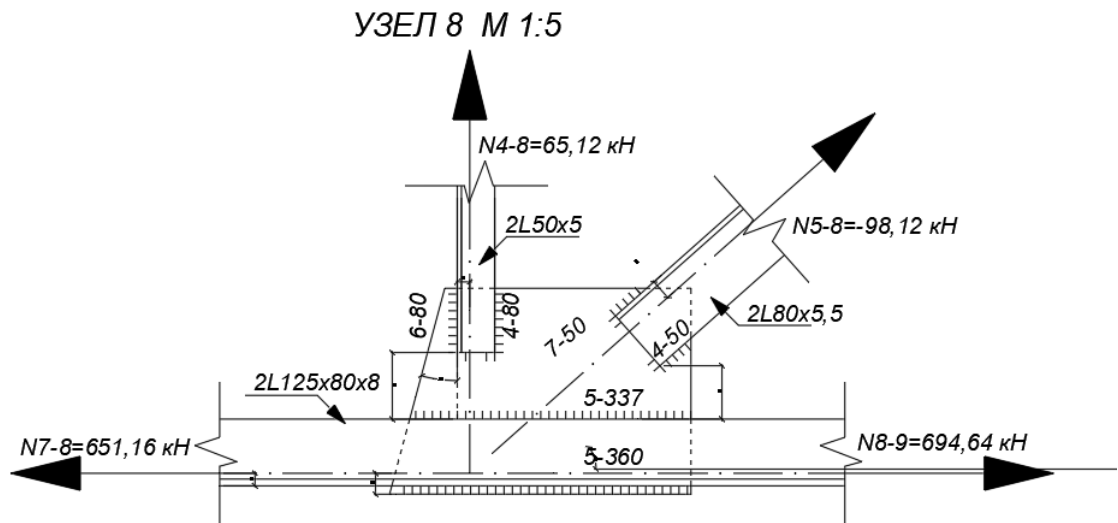
$$\tau_{\omega f} = \frac{72,94}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.7 \cdot (37,5 - 1)} = 1,59 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega f} = 1,59 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0.8 \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 17.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = \frac{72,94}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.7 \cdot (37,5 - 1)} = 1,36 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z} = 1,36 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 0.8 \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 13.32 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Узел 8



Стержень 4-8

$N_{4-8}=65,12 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \text{ L } 50 \times 5$

$$k_f^n = 4 \text{ мм}, l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\delta} = 4 \text{ мм}, l_\omega^{o\delta} = 50 \text{ мм}$$

Стержень 5 - 8

$N_{5-8} = -98,12 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \text{ L } 75 \times 6$

$$k_f^n = 4 \text{ мм}, l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\delta} = 7 \text{ мм}, l_\omega^{o\delta} = 45 \text{ мм}$$

$$\Delta N = N_{8-9} - N_{7-8} = 724,16 - 651,23 = 72,93 \text{ кН}$$

$$L_\omega^{o\delta} = 36 \text{ см}, L_\omega^n = 33,7 \text{ см}$$

$$k_f^{o\delta} = 5 \text{ мм}, k_f^n = 5 \text{ мм}$$

$$\tau_{of}^{o\delta} = \frac{0,7 \cdot 72,93}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (36 - 1)} = 1,62 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{o\omega}^{o\delta} = \frac{0,7 \cdot 72,93}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (36 - 1)} = 1,39 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{o\omega} \cdot \gamma_{o\omega} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{of}^n = \frac{(1 - 0,7) \cdot 72,93}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (33,7 - 1)} = 0,74 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1-0.7) \cdot 72,93}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot (33,7-1)} = 0,64 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} \quad N_{5-8} = -98,12 \text{ кН.}$$

Сечение элемента: 2 L 75x6

$$k_f^n = 4 \text{ мм}, \quad l_{\omega}^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{o6} = 7 \text{ мм}, \quad l_{\omega}^{o6} = 45 \text{ мм}$$

$$\Delta N = N_{8-9} - N_{7-8} = 724,16 - 651,23 = 72,93 \text{ кН}$$

$$L_{\omega}^{o6} = 36 \text{ см}, \quad L_{\omega}^n = 33,7 \text{ см}$$

$$k_f^{o6} = 5 \text{ мм}, \quad k_f^n = 5 \text{ мм}$$

$$\tau_{\omega f}^{o6} = \frac{0.7 \cdot 72,93}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot (36-1)} = 1,62 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

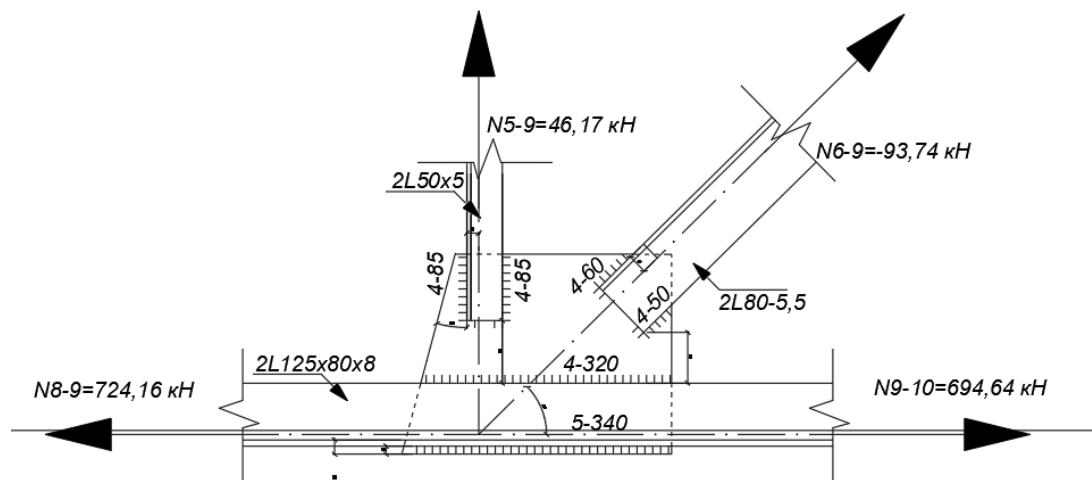
$$\tau_{\omega z}^{o6} = \frac{0.7 \cdot 72,93}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot (36-1)} = 1,39 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega f}^n = \frac{(1-0.7) \cdot 72,93}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot (33,7-1)} = 0,74 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1-0.7) \cdot 72,93}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot (33,7-1)} = 0,64 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

Узел 9

УЗЕЛ 9 М 1:5



Стержень 5-9

$N_{5,9} = -46,17 \text{ кН}$. Сечение элемента: 2 L 50x5

$$k_f^n = 4 \text{ мм}, l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\delta} = 4 \text{ мм}, l_\omega^{o\delta} = 50 \text{ мм}$$

Стержень 6-9

$N_{6-9} = 93,74$ кН. Сечение элемента: $2 \perp 80 \times 5,5$

$$k_f^n = t_{yz} - 1 \text{ мм}, \text{ если } t_{yz} \leq 6 \text{ мм}$$

$$k_f^n = 5 - 1 = 4 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{of}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{6-9}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.7) \cdot 93,74}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 215 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,5 \text{ см} \rightarrow 25 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) N_{6-9}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.7) \cdot 93,74}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 166.5 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,68 \text{ см} \rightarrow 30 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} k_{f \min}^{o\delta} &\geq 4 \text{ мм} \\ k_{f \max}^{o\delta} &\leq 1.2 \cdot t_{\min} = 1.2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \\ k_{\min}^{o\delta} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right\} \text{ принимаю } k_f^{o\delta} = 5 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{of}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{6-9}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 93,74}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,63 \text{ см} \rightarrow 50 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{o\delta} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{5-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.7 \cdot 93,74}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 5,02 \text{ см} \rightarrow 55 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{o\delta} = 60 \text{ мм}$$

- Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку по нижнему поясу

$$\tau_{of}^{o\delta} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_\omega^{o\delta} - 1 \text{ см})} \leq R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^{o\delta} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_\omega^{o\delta} - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{of}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 21,5 \cdot 1 \cdot 1 = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \cdot 1 \cdot 1 = 16,65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\Delta N = N_{9-10} - N_{8-9} = 724,16 - 694,64 = 29,52 \kappa H$$

$$L_{\omega}^{o\delta} = 34 \text{ cM}, L_{\omega}^n = 32 \text{ cM}$$

$$k_f^{o\delta} = 5 \text{ мм}, k_f^n = 5 \text{ мм}$$

$$\tau_{\omega f}^{o\delta} = \frac{0,7 \cdot 29,52}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (34-1)} = 0,7 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

$$\tau_{\omega z}^{o\delta} = \frac{0,7 \cdot 29,52}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (34-1)} = 0,6 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2} < R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

$$\tau_{\omega f}^n = \frac{(1-0,7) \cdot 29,52}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (32-1)} = 0,3 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1-0,7) \cdot 29,52}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (32-1)} = 0,27 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2} < R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

$$\tau_{\omega f}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1 \text{ cM})} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1 \text{ cM})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

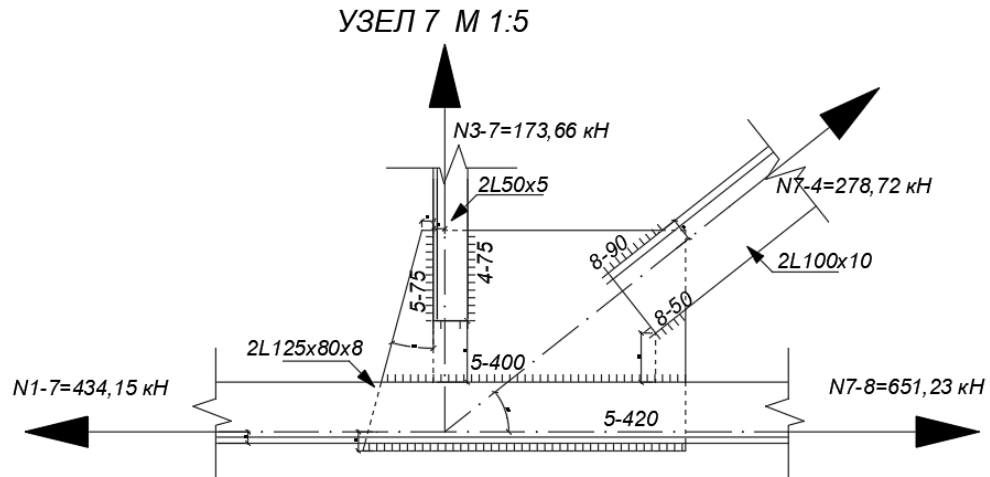
$$\tau_{\omega f}^n = \frac{(1-\alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1 \text{ cM})} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1-\alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1 \text{ cM})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21,5 \cdot 1 \cdot 1 = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

$$R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c = 16,65 \cdot 1 \cdot 1 = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{cM}^2}$$

Узел 7



Стержень 3-7

$N_{3-7}=173,66$ кН. Сечение элемента: 2 L 50x5

$$k_f^n = 4 \text{ мм}, l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{ob} = 5 \text{ мм}, l_\omega^{ob} = 75 \text{ мм}$$

Стержень 4-7

$N_{4-7} = -264,89$ кН. Сечение элемента: 2 L 100x10

$$k_f^n = 8 \text{ мм}, l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{ob} = 8 \text{ мм}, l_\omega^{ob} = 90 \text{ мм}$$

- Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку по нижнему поясу

$$\tau_{af}^{ob} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot (L_\omega^{ob} - 1 \text{ см})} \leq R_{af} \cdot \gamma_{af} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{az}^{ob} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot (L_\omega^{ob} - 1 \text{ см})} \leq R_{az} \cdot \gamma_{az} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{af}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{af} \cdot \gamma_{af} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{az}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{az} \cdot \gamma_{az} \cdot \gamma_c$$

$$\Delta N = N_{1-7} - N_{7-8} = 651,23 - 434,15 = 217,08 \text{ кН}$$

$$L_{\omega}^{ob} = 42 \text{ см}, L_{\omega}^n = 40 \text{ см}$$

$$k_f^{ob} = 5 \text{ мм}, k_f^n = 5 \text{ мм}$$

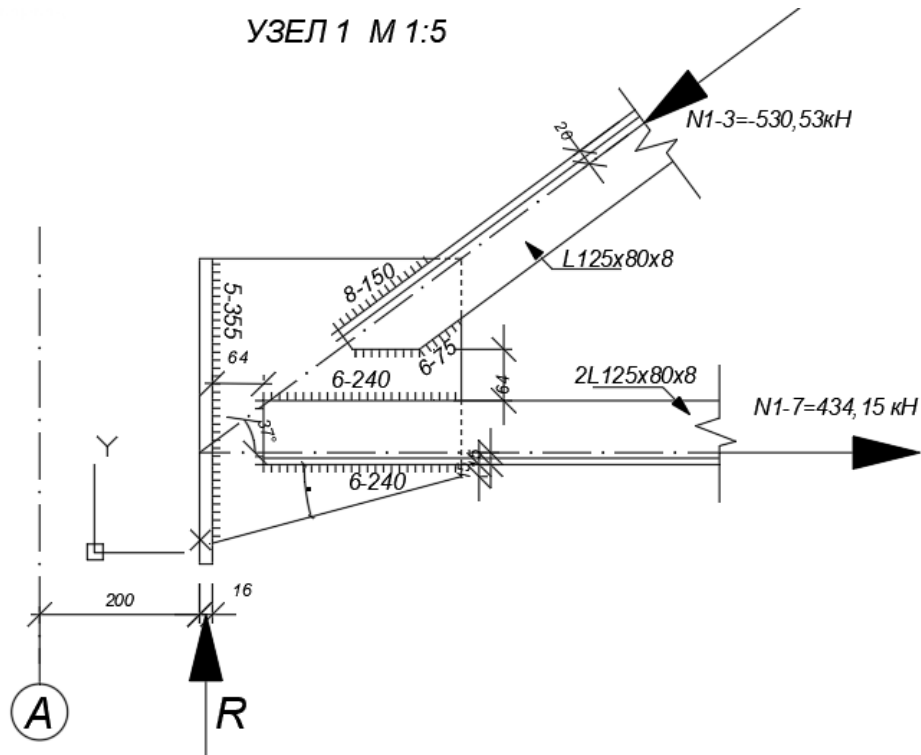
$$\tau_{\omega f}^{ob} = \frac{0.7 \cdot 217,08}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot (42 - 1)} = 2,06 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21.5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega \omega}^{ob} = \frac{0.7 \cdot 217,08}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot (42 - 1)} = 3,53 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega \omega} \cdot \gamma_{\omega \omega} \cdot \gamma_c = 16.65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega f}^n = \frac{(1 - 0.7) \cdot 217,08}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 \cdot (40 - 1)} = 3,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c = 21.5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega \omega}^n = \frac{(1 - 0.7) \cdot 217,08}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.5 \cdot (40 - 1)} = 1,59 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega \omega} \cdot \gamma_{\omega \omega} \cdot \gamma_c = 16.65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Узел 1



Стержень 1 - 3

$N_{1-3} = 530,53 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \text{ L } 125 \times 80 \times 8$

$$k_f^n = 6 \text{ мм}, l_{\omega}^n = 70 \text{ мм}$$

$$k_f^{ob} = 8 \text{ мм}, l_{\omega}^{ob} = 150 \text{ мм}$$

Стержень 1 - 7

$N_{1-7} = 434,15 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \text{ L } 125 \times 80 \times 8$

$$k_f^n = 8 - 2 = 6 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.75) \cdot 434,15}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.6 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 5,67 \text{ см} \rightarrow 60 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.75) \cdot 434,15}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.6 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,17 \text{ см} \rightarrow 65 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 65 \text{ мм}$$

Принимаю $k_f^{ob} = 4 \text{ мм}$ т.к. конструктивно увеличиваем длину элемента.

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 434,15}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 22,03 \text{ см} \rightarrow 250 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 434,15}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 24,28 \text{ см} \rightarrow 245 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{ob} = 245 \text{ мм}$$

$$\tau_{\omega f}^{ob} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot (L_\omega^{ob} - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^{ob} = \frac{\alpha_\omega \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot (L_\omega^{ob} - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega f}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega z}^n = \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_\omega^n - 1 \text{ см})} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$N_{1-7} = 434,15 \text{ кН}$. Сечение элемента: 2 \perp 125x80x8

$$k_f^n = 8 - 2 = 6 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.75) \cdot 434,15}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.6 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 5,67 \text{ см} \rightarrow 60 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^n &= \frac{(1 - \alpha_\omega) N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{(1 - 0.75) \cdot 434,15}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.6 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,17 \text{ см} \rightarrow 65 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^n = 65 \text{ мм}$$

Принимаю $k_f^{ob} = 4 \text{ мм}$ т.к. конструктивно увеличиваем длину элемента.

$$\left. \begin{aligned} l_{\omega f}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 434,15}{2 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 21,5 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 22,03 \text{ см} \rightarrow 250 \text{ мм} \\ l_{\omega z}^{ob} &= \frac{\alpha_\omega \cdot N_{1-7}}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{ob}) \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 434,15}{2 \cdot 1.05 \cdot 0.4 \cdot 16,65 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 24,28 \text{ см} \rightarrow 245 \text{ мм} \end{aligned} \right\} l_\omega^{ob} = 245 \text{ мм}$$

Проверка прочности сварных швов, прикрепляющих фасонку по нижнему поясу

$$\tau_{\omega_f}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1\text{см})} \leq R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_z}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1\text{см})} \leq R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_f}^n = \frac{(1 - \alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1\text{см})} \leq R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_z}^n = \frac{(1 - \alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1\text{см})} \leq R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c$$

$$\Delta N = N_{1-7} - 0 = 434,15$$

$$L_{\omega}^{o\delta} = L_{\omega}^n = 35,5\text{см}$$

$$k_f^{o\delta} = k_f^n = 5\text{мм}$$

$$\tau_{\omega_f}^{o\delta} = \frac{0,75 \cdot 434,15}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 10,49 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega_z}^{o\delta} = \frac{0,75 \cdot 434,15}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 8,99 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega_f}^n = \frac{(1 - 0,75) \cdot 434,15}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 3,49 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\omega_z}^n = \frac{(1 - 0,75) \cdot 434,15}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 2,996 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

- Проверка прочности опорного фланца на смятие

$$\tau_{\omega_f}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1\text{см})} \leq R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_z}^{o\delta} = \frac{\alpha_{\omega} \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^{o\delta}) \cdot (L_{\omega}^{o\delta} - 1\text{см})} \leq R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_f}^n = \frac{(1 - \alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1\text{см})} \leq R_{\omega_f} \cdot \gamma_{\omega_f} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{\omega_z}^n = \frac{(1 - \alpha_{\omega}) \cdot \Delta N}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f^n) \cdot (L_{\omega}^n - 1\text{см})} \leq R_{\omega_z} \cdot \gamma_{\omega_z} \cdot \gamma_c$$

$$\sigma = \frac{V}{A_{\phi_l}} = \frac{V}{t_{\phi_l} \cdot b_{\phi_l}} \leq R_p \cdot \gamma_c$$

$$R_p \cdot \gamma_c = 360 \cdot 0.1 = 36 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

$$V = \frac{5 \cdot F_s + 5 \cdot F_n}{2} = \frac{(61,56 + 25,27) \cdot 5}{2} = 217,08 \kappa H$$

$$\sigma = \frac{217,08}{1,6 \cdot 20} = 6,78 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_p \cdot \gamma_c = 36 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

- Проверка прочности сварных швов прикрепляющих опорный фланец к фасонке

$$\tau_{of} = \frac{V}{2 \cdot (\beta_f \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1 \text{ см})} \leq R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c$$

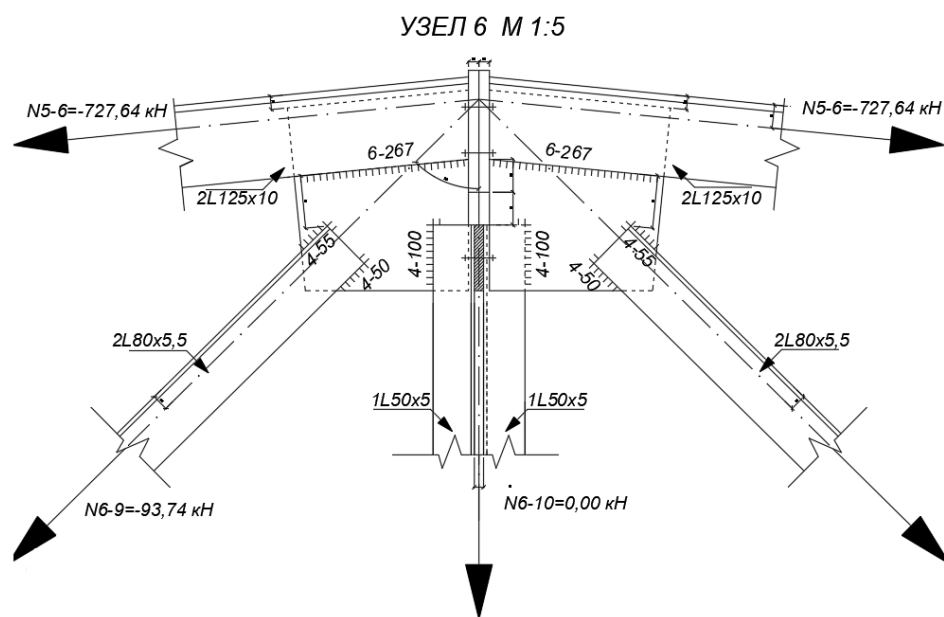
$$\tau_{oz} = \frac{V}{2 \cdot (\beta_z \cdot k_f) \cdot (L_\omega - 1 \text{ см})} \leq R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c$$

$$k_f = 5 \text{ мм}, L_\omega = 35,5 \text{ см}$$

$$\tau_{of} = \frac{217,08}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 6,99 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{oz} = \frac{217,08}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot (35,5 - 1)} = 5,99 \frac{\kappa H}{\text{см}^2} < R_{oz} \cdot \gamma_{oz} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\kappa H}{\text{см}^2}$$

Узел 6



Стержень 6-9

$N_{6-9} = 93,74 \text{ кН}$. Сечение элемента: $2 \text{ L } 80 \times 5,5$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} , l_\omega^n = 50 \text{ мм}$$

$$k_f^{o\delta} = 4 \text{ мм} , l_\omega^{o\delta} = 60 \text{ мм}$$

- Определение расчетного усилия, действующее в стыке

$$N_p = N_{5-6} \cdot \cos \alpha_1 - N_{6-9} \cdot \cos \alpha_2 = 727,64 \cdot 0,995 - 93,74 \cdot 0,777 = -651,17 \text{ кН}$$

$$\cos \alpha_1 = 5,71^\circ \quad \cos \alpha_2 = 39,01^\circ$$

- Определение поперечной силы от местной снеговой нагрузки

$$Q_m = \frac{q_s \cdot \left(\frac{l}{2}\right)}{2} = \frac{q_s \cdot l}{4} = \frac{21,6 \cdot 24}{4} = 129,6 \text{ кН}$$

$$q_s = g_s \cdot b = 1,8 \cdot 12 = 21,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$g_s = 1,8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \text{ - снеговая нагрузка}$$

$$B = 12 \text{ м} \text{ - шаг}$$

- Проверка фланцевого соединения на сдвиг

$$Q_m = 129,6 \text{ кН} \leq \mu \cdot N_p = 0,35 \cdot 651,17 = 227,9 \text{ кН}$$

$\mu = 0,35$ - обработка стальными щетками

- Проверка прочности сварных швов прикрепляющих верхний пояс к фланцу

$$\tau_{of} = \frac{\bar{N}_p}{(\beta_f \cdot k_f) \cdot (\sum L_\omega - \Delta)} \leq R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c$$

$$\tau_{o\omega} = \frac{\bar{N}_p}{(\beta_z \cdot k_f) \cdot (\sum L_\omega - \Delta)} \leq R_{o\omega} \cdot \gamma_{o\omega} \cdot \gamma_c$$

$$k_f = 6 \text{ мм} , L_\omega = 54 \text{ см}$$

$$\bar{N}_p = N_{5-6} \cdot \cos \alpha_1 - N_{6-9} \cdot \cos \alpha_2 = -691,51 \cdot 0,995 + 145,49 \cdot 0,777 = -517 \text{ кН}$$

$$\tau_{of} = \frac{517}{0,9 \cdot 0,6 \cdot (54 - 1)} = 18,1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{of} \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c = 21,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{o\omega} = \frac{517}{1,05 \cdot 0,6 \cdot (54 - 1)} = 15,48 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{o\omega} \cdot \gamma_{o\omega} \cdot \gamma_c = 16,65 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

2.5 Результаты расчета

В результате расчета получены и проверены сечения элементов фермы (Таблица 8)

Таблица 8 – Результаты расчета

Элемент фермы	№ стержня	Расчетное усилие	Сечение элементов
Верхний пояс	5-6	-727,64	2L125 x 10
Нижний пояс	8-9	724,16	2L125 x 80 x 8
Раскосы	1-3	-530,53	2L125 x 80 x 8
	4-7	-278,72	2L100 x 10
	5-8	-98,12	2L80 x 5,5
	6-9	93,74	2L80 x 5,5
Стойки	5-9	46,17	2L50 x 4
	3-7	173,66	2L50 x 4
	4-8	65,12	2L45 x 5
	6-10	0	2L63 x 5

Выводы по разделу:

Данный расчетно-конструктивный раздел разрабатывался для двускатной металлической фермы покрытия пролетом 24 м.

Принятые сечения не менее расчетных, что является гарантией прочности и устойчивости несущих элементов. Произведенный расчет также включает проверку прочности сварных швов.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

Район строительства – восточная часть г. Тюмени на 23 километре федеральной трассы «Тюмень-Тобольск-Ханты-Мансийск».

Размеры в плане – 120,0×49,2 м.

Высота здания по парапету - 12,73 м.

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

Под объект запроектированы железобетонные свайные фундаменты. Используются сваи С60.30.8 по ГОСТ 19804.1-79 длиной 6 м, сечением 300х300 мм. Сваи выполняются из бетона класса прочности В20, марка по морозостойкости F100, марка по водонепроницаемости W6.

Железобетонный ростверк принимается высотой 700 мм. Сопряжение свай с ростверком принято свободным с заделкой сваи на глубину 5-10 см.

Колонны приняты из составного сечения из двутавров 40Б1. Стены приняты из «Сэндвич»-панелей.

Покрытие из трехслойных бескаркасных металлических кровельных панелей "Сэндвич" по ТУ 5284-002-50531895-07, ЗАО "Корпорация Кольцо" выполняется по стальным фермам пролетом 24 м из труб. Покрытие выполняется по металлическим прогонам из швеллеров.

Производственный корпус имеет два въезда на территорию. Дороги в две полосы, имеют ширину 7 метров и радиус закругления 6 метров. Покрытие из асфальтобетона. Для прохода по территории предусмотрены тротуары с покрытием из тротуарной плитки. Зона озеленения от покрытия отделена бортовым камнем БР100.3015 на бетонном основании В15. Возле каждого входа установлены металлические урны в количестве 13 штук.

В состав работ, рассматриваемых технологической картой, входят:

- а) монтаж металлических колонн и вертикальных связей;
- б) монтаж подкрановых балок;
- в) монтаж ферм;
- г) монтаж прогонов.

3.2 Организация и технология выполнения строительного процесса

3.2.1 Требования законченности подготовительных работ

«До начала монтажа стальных конструкций должны быть выполнены подготовительные работы, а также работы "нулевого цикла".

Детали стального каркаса - колонны, балки и прогоны должны быть изготовлены по рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

Работы по укрупнению стальных конструкций и подготовке их к монтажу произвести на специально оборудованной площадке для складирования и укрупнительной сборки, с использованием стрелового гусеничного крана РДК-25. Работы по подготовке конструкций к монтажу осуществляет звено в составе трех монтажников, электросварщика и подсобного рабочего» [10].

3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий

В таблице 9 составлена сводная спецификация видов и объемов работ.

Таблица 9 – Виды и объемы работ

№ п/п	«Наименование работ	Объем работ	
		Ед. изм	Кол-во» [10]
1	2	3	4
1	Монтаж колонн и крановых эстакад	1 т	89,530
2	Монтаж связей и распорок	1 т	23,560
3	Монтаж одиночных подкрановых балок	1 т	46,500

4	Монтаж ферм	1 т	49,504
5	Монтаж прогонов	1 т	62,540

В таблице 10 приведена потребность в строительных материалах.

Таблица 10 – Потребность в строительных материалах

«Работы			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование	Ед. изм	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм	Вес единицы	Потребность на вес объем работ» [10]
1	2	3	4	5	6	7
Монтаж колонн и крановых эстакад	т	89,530	Металл	т/т	1/2,43	217,56/217,56
Монтаж связей и распорок	т	23,56	Металл	т/т	1/1,15	27,09/27,09
Монтаж одиночных подкрановых балок	т	46,500	Металл	т/т	1/1,69	78,59/78,59
Монтаж ферм	т	49,504	Металл	т/т	1/2,05	101,48/101,48
Монтаж прогонов	т	62,540	Металл	т/т	1/0,84	52,53/52,53

3.3 Методы и последовательность производства работ

«Монтаж стального каркаса ведется звеном из пяти рабочих в составе: три монтажника, электросварщик и подсобный рабочий. При этом используется монтажный кран типа РДК-25.

Монтируемые колонны, балки и фермы должны быть размещены заранее в зоне действия крана.

Горизонтальная и вертикальная привязка монтажного крана к строящемуся зданию показана на листе 6 графической части.

Монтаж каркаса состоит из следующих операций: подготовка мест установки и крепления колонн и балок, strapовка колонн и балок, подъем, наводка и установка их на место крепления, выверка и временное закрепление (если требуется), расstrapовка колонн и балок.

Отдельным потоком, используя смонтированный каркас, произвести монтаж прогонов (ферм) и встроенных стальных конструкций» [10].

Монтаж колонны выполнить по схеме, показанной ниже:

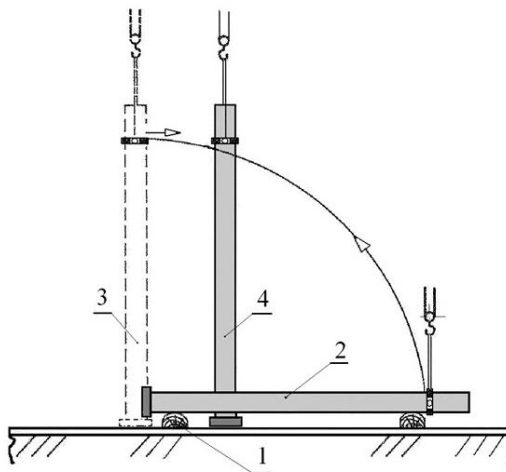


Рисунок 4 - Монтаж колонны

«Перед монтажом колонну укладывают на деревянные подкладки (1). Колонну переводят монтажным краном из горизонтального (2) в вертикальное (3), а затем и в проектное положение (4).

Наводку колонны в проектное положение производить с минимальной скоростью. Положение колонны выверить относительно разбивочных осей, проверить ее вертикальность и высотную отметку.

Монтаж балки производят на опорные площадки, подготовленные на колоннах. К колоннам приставляют инвентарные средства подмащивания с площадками (монтажные лестницы, передвижные подмости, вышки и т. п.). С помощью оттяжек производится подъем балки и наведение ее в положение, близкое к проектному. После этого монтажники поднимаются на площадки средств подмащивания и устанавливают балку в проектное положение. Производится сварка конструкций согласно проекту, после чего осуществляют расstrapовку балки.

Монтаж стального каркаса производить способом "снизу-вверх", по захваткам, методом "на кран".

Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций. Сварка производится - ручная дуговая, покрытыми электродами типа Э-42А, Э-50А и Э-55А. Размеры швов и кромок - согласно рабочим чертежам на сварочные соединения, валиками сечением не менее 20-35 мм» [10].

3.4 Требования к качеству и приемке работ

Требования к качеству и приемке работ представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Требования к качеству и приемке работ

Параметры	Предельные отклонения параметров, мм	Средства измерений
Отклонения (от проектных) отметок опорных поверхностей колонн	5	Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Разность отметок опорных поверхностей колонн	3	То же
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Теодолит 2Т5К, 2Т30
то же - в верхнем сечении	10	Складной метр типа МСМ-82, МСД-1
Кривизна колонны	0,0013 расстояния между точками крепления, но не более 15	Прогибомер типа 6-ПАО Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Отметки опорных поверхностей балок, прогонов, ригелей	10	Нивелир НЗ, НЗК
Смещение балок с осей	15	Теодолит 2Т5К, 2Т30; Метр складной МСМ-82; МСД-1
Расстояния между осями балок, ригелей	15	Рулетка типа РЗ-10, РЗ-20

3.5 Мероприятия по охране труда и безопасному ведению работ

При выполнении монтажных работ с применением крана необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- работать по сигналу стропальщика;
- подъем, опускание, перемещение монтажных элементов (колонн, балок и т. п.), торможение при всех перемещениях выполнять плавно, без рывков;
- монтажные элементы во время перемещения должны быть подняты не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;
- опускать колонны, балки и другие монтажные элементы необходимо на предназначенные и подготовленные для них места, обеспечивающие устойчивое их положение и легкость извлечения стропов.

Для возможности бесперебойного подвоза материалов, машин и оборудования в течение всего строительства, а также для пожаротушения на строительной площадке проектируются внутрипостроечные дороги.

На площадке предусмотрены склады: закрытые — для хранения химикатов, спецодежды, вяжущих материалов, войлока, минеральной ваты, стекла, фанеры, мелкоштучных материалов и др., подвергающихся порче при открытом хранении; открытые площадки — для хранения железобетонных элементов, кирпича, стеновых блоков, других материалов и конструкций.

Материалы и изделия, хранящиеся на открытых складах, необходимо разкалывать с учетом стадий монтажа. Также материалы и изделия на открытых складах должны быть в зоне действия монтажного крана для удобства транспортировки в необходимое положение. Также необходимо учитывать вес конструкции и изделий, чем больше вес, тем ближе к крану.

Согласно нормативным данным для качественной организации и проведения работ на строительной площадке обязательно необходимо предусмотреть места для отдыха и курения персонала, пункты мойки колес при выезде транспорта с площадки, необходимо обеспечить знаками и предупреждениями опасные места на площадке, а также предусмотреть освещение площадки в ночное время.

3.6 Выбор машин, механизмов, оборудования

«Высота подъема крюка H_k , м, определяется по формуле 25:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_{эл} + h_{см}, \quad (25)$$

где h_0 – превышение места установки над уровнем стоянки крана для самого высокого элемента, м;

h_3 – высота запас, м;

$h_{эл}$ – высота монтируемой конструкции, м;

$h_{см}$ – высота стропов, м» [10].

$$H_k = 12,73 + 0,15 + 0,075 + 1,5 = 14,5 \text{ м}$$

«Оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту $\text{tg}\alpha$ определяется по формуле 26:

$$\text{tg}\alpha = \frac{2(h_{см} + h_n)}{b_1 + 2S}, \quad (26)$$

где $h_{см}$ – смотри формулу 25;

h_n – высота палиспаста, м;

b_1 – длина конструкции, м;

S – расстояние по горизонтали от ранее смонтированного элемента (1,5 м)» [10].

$$\text{tg}\alpha = \frac{2 \cdot (1,5 + 1,5)}{1,0 + 2 \cdot 1,5} = 1,5; \alpha = 63^\circ$$

Длина стрелы L_c , м по 27

$$L_c = \frac{H_k + h_n - h_c}{\sin \alpha}, \quad (27)$$

«где H_k – высота подъема крюка, м;

h_n – высота палиспаста, м;

h_c – высота строповки, м;

h_c – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана, м» [10].

$$L_c = \frac{14,5+2-1,5}{0,832} = 18,03 \text{ м.}$$

«Вылет крюка L_k , м, определяется по формуле 28:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d, \quad (28)$$

где L_c – длина стрелы, м;

d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, м» [10].

$$L_k = 18,03 \cdot 0,549 + 1,5 = 11,40 \text{ м.}$$

«Угол поворачивания стрелы по горизонтали $\text{tg}\phi$ определяется по формуле 29:

$$\text{tg}\phi = \frac{D}{L_k}, \quad (29)$$

где D – горизонтальная проекция отрезка от оси пролета здания до центра тяжести монтируемой конструкции, м

L_k – вылет крюка, м» [10].

$$\text{tg}\phi = \frac{8,9}{11,40} = 0,929; \phi = 42^\circ$$

«Проекция на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении $L_{c,\phi}$, м, определяется по формуле 30:

$$L_{c,\phi} = \frac{L_k}{\cos \phi} - d, \quad (30)$$

где L_k – вылет крюка, м;

d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, м» [10].

$$L_{c,\phi} = \frac{11,4}{0,743} - 1,5 = 13,8 \text{ м.}$$

«Угол наклона стрелы крана в повернутом положении $\text{tg}\alpha_\phi$ определяется по формуле 31.

$$\text{tg}\alpha_\phi = \frac{H_k - h_c + h_n}{L_{c,\phi}}, \quad (31)$$

где H_k – высота подъема крюка, м;

h_c – высота строповки, м;

h_n – высота палиспаста, м;

$L_{c,\phi}$ – проекция на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении, м» [10].

$$\text{tg}\alpha_\phi = \frac{11,4 - 1,5 + 2}{13,8} = 0,86; \alpha_\phi = 42^\circ$$

«Наименьшая длина стрелы крана при монтаже кровельного материала $L_{c\phi}$, м, определяется по формуле 3:

$$L_{c,\phi} = \frac{L_{c\phi}}{\cos\alpha_\phi}, \quad (32)$$

где $L_{c,\phi}$ – проекция на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении, м» [10].

$$L_{c,\phi} = \frac{13,8}{0,682} = 20,23 \text{ м.}$$

«Вылет крюка в повернутом положении $L_{k\phi}$, м, определяется по формуле 33:

$$L_{k\phi} = L_{c\phi} + d \quad (33)$$

где $L_{c,\phi}$ – наименьшая длина стрелы, м;

d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, м» [10].

$$L_{k\phi} = 20,23 + 2,0 = 22,23 \text{ м.}$$

«Грузоподъемность Q_k , определяется по формуле 34:

$$Q_k \geq Q_s + Q_{sp}, \quad (34)$$

где Q_0 – масса пакета с арматурой, 2,52 т;

$$Q_k = 2,52 + 0,122 = 2,642 \text{ т} \gg [10].$$

Принимаем кран РДК-25. Технические характеристики приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики

«Наименование элемента»	Масса, Q, т	Высота Н, м		Вылет Lк, м		Длина Lс, м	Грузоподъемность	
		H _{max}	H _{min}	L _{max}	L _{min}		Q _{max}	Q _{min}
Ферма	2,52	40,0	4,0	35,0	4,0	24,3	16,0	0,2» [10]

Материально-технические ресурсы приведены в Таблицах 13 и 14. Калькуляция затрат труда и машинного времени приведена в Таблице 15.

Таблица 13 – Потребность в материалах, изделиях и конструкциях

«Наименование материалов, изделий и конструкций, марка, ГОСТ, ТУ»	Обоснование нормы расхода	Исходные данные		Норма расхода	Потребность на изм. конечной продукции» [10]
		Ед. изм. по норме	Объем работ в норм. ед.		
Электроды, Э42А, УОНИ 13/45, ГОСТ 9466-75, кг	Е5-3.5	1 м ³	371,52	0,7	260,06
Щиты из досок толщ. 25 мм, м ²	Е6-1.2	100 м ³	1,06	87,7	92,96
Доски обрезные толщ. 44 мм и более, III с., ГОСТ 24454-80, м ³	Е6-1.2	100 м ³	1,06	0,89	0,94
Гвозди строительные 4 '100 мм, ГОСТ 4028-63, т	Е6-1.2	100 м ³	1,06	0,0238	0,025

Таблица 14 – Перечень прочих машин и оборудования

«Наименование, тип, марка, ГОСТ»	Основные параметры	Назначение
Кран монтажный типа РДК-25	Длина стрелы 17,5м	Монтажные работы
Стропы по ГОСТ 25573-82	Двухветвевой и четырехветвевой	

«Наименование, тип, марка, ГОСТ	Основные параметры	Назначение
Электросварочный аппарат типа АС-500	Сварочный ток - 500 А; Мощность - 30 кВт	Сварочные работы» [10]

Таблица 15– Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Т/з чел.с м	Требуемые машины		Пр-ть, дн	Число смен	Число раб. в см	Состав бригады
		Ед. изм	Кол-во		Марка	N Маш.с м				Профессия
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Монтаж колонн и крановых эстакад	1 т	89,530	155,17	Кран РДК-25	30,74	15,0	1	10	Монтажник Машинист
2	Монтаж связей и распорок	1 т	23,560	186,36	Кран РДК-25	11,25	19,0	1	10	Монтажник Машинист
3	Монтаж одиночных подкрановых балок	1 т	46,500	52,95	Кран РДК-25	10,87	5,0	1	10	Монтажник Машинист
4	Монтаж ферм	1 т	49,504	98,38	Кран РДК-25	12,25	10,0	1	8	Монтажник Машинист
5	Антикоррозийное покрытие	100 м ²	5,460	19,85		2,45	10,0	1	2	Изолировщик
6	Монтаж прогонов	1 т	62,540	123,43	Кран РДК-25	12,19	12,0	1	10	Монтажник Машинист

3.7 Техничко–экономические показатели

Устройство металлического каркаса:

«Общие затраты труда рабочих определим по формуле 23:

$$T = V \times q, \quad (23)$$

где V – объем работ, м³

q – удельные трудозатраты к единице объема, чел.-час/100м².

$$T = 636,14 \times 0,289 = 183,84 \text{ чел.-ч}$$

Затраты времени машин

$$T = 183,84 \times 0,052 = 9,56 \text{ маш.-ч}$$

Продолжительность выполнения работ по формуле 24:

$$N = 183,84/1/3 = 61 \text{ дней.} \quad (24)$$

где 1 – число смен;

3 – количество рабочих, чел.» [10].

Технико–экономические показатели представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Технико–экономические показатели (ТЭП)

«Показатель	Ед. изм. И формулы подсчета	Кол–во
Фактическая продолжительность работ	$T_{пл}$	61
Общая трудоемкость СМР	$T_{чел.-ч.}$	636,14
Среднее количество рабочих	$P_{ср.чел.}$	2
Выработка	$м^2/чел.-дн.$	7,45» [10]

Выводы по разделу:

В данном разделе описывается технология производства работ по монтажу металлического каркаса производственного здания заготовительного предприятия, подобраны основные монтажные приспособления. Указаны требования к операционному качеству работ, выполнены все необходимые расчеты объемов работ и затрат на них.

4 Организация строительства

4.1 Определение объемов работ

Составлена таблица, представленная в таблице Б.1 приложения Б.

4.2 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Перечень основных используемых строительных материалов с их характеристиками представлен в таблице Б.2 приложения Б.

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

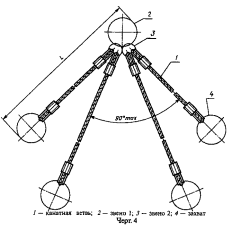
4.3.1 Выбор монтажного крана

Грузозахватные приспособления представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Ведомость грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемого элемента»	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз с размерами, мм	Характеристика		Высота строповки, $h_{ст}$, м
				Груз., т	Масса, т	
1	2	3	4	5	6	7
Прогон	0,611	Строп двухветевой 2СК-2,0 ГОСТ 25573-82*		2	0,04	9,0

Продолжение таблицы 17

Пакет с арматурой – самый тяжелый элемент и удаленный по горизонтал и	2,52	Траверса ТМ	-	3,6	2,9	2,0
Кровельн. панели – самый удаленный по высоте элемент	0,01	Строп четырёх-ветвевой 4СК1-10,0 ГОСТ 25573-82*		3,8	0,04	1,5.» [7]

Расчет и подбор грузоподъемного крана произведен в разделе 3 «Технология строительства».

4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

«Имея объемы работ, и выбрав методы производства работ, можем рассчитать их трудоемкость по формуле 35:

$$T_p = \frac{V \times H_{вр}}{8}, \text{ чел-дн(маш-см)} \quad (35)$$

где V - объем работ,

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

8 - продолжительность смены, час.» [7].

Ведомость трудоемкости и машиноёмкости работ представлена в таблице Б.3 приложения Б.

4.5 Разработка календарного плана производства работ

Календарный план производства работ по возведению здания включает в себя три основных периода строительства: подготовительный период, монтаж подземной части, монтаж надземной части.

«Продолжительность работы определяется по формуле 36

$$П = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (36)$$

где T_p – трудозатраты (чел-см);

n – количество рабочих в звене, чел;

k – сменность» [7].

«Коэффициент равномерности потока по числу рабочих α определяется по формуле 37:

$$\alpha = \frac{R_{cp}}{R_{max}}, \quad (37)$$

где R_{cp} – среднее число рабочих на объекте, чел;

R_{max} – максимальное число рабочих на объекте, чел.» [7].

$$\alpha = \frac{29 \text{ чел.}}{32 \text{ чел}} = 0,80$$

«Число рабочих R_{cp} , чел, определяется по формуле 38» [7]

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{П \cdot k}, \quad (38)$$

«где $\sum T_p$ – суммарная трудоемкость работ, чел-см;

$П$ – продолжительность строительства по графику, дн;

k – сменность» [7]

$$R_{cp} = \frac{6287,14 \text{ чел.} \cdot \text{дн.}}{228 \text{ дн.} \cdot 1} = 27 \text{ чел.}$$

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Расчет и подбор временных зданий

«Из графика движения рабочих $R_{max} = 32$ чел., в том числе для жилищно-гражданского строительства: $N_{раб} = 0,85 \cdot 32 = 27$ чел., $N_{ИТР} = 0,11 \cdot 32 = 3$ чел., $N_{служ} = 0,032 \cdot 32 = 1$ чел., $N_{МОП} = 0,013 \cdot 32 = 1$ чел.» [12].

«Общее количество рабочих в сутки $N_{общ}$, чел, определяется по формуле 39» [16]:

$$N_{общ} = N_{раб} + N_{ИТР} + N_{служ} + N_{МОП} \text{ » [5]} \quad (39)$$

$$N_{общ} = 27 + 3 + 1 + 1 = 32 \text{ чел.}$$

«Расчетное количество работающих на стройплощадке $N_{расч}$, чел, определяется по формуле 40» [12]

$$N_{расч} = 1,05 \cdot N_{общ} \text{ » [5]} \quad (40)$$

$$N_{расч} = 1,05 \cdot 32 = 34 \text{ чел.}$$

Потребность в временных зданиях представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Ведомость временных зданий

«Наименование	Числ- сть работ-х	Ед. изм.	Норма на 1 чел.	Расчет. площадь, м ²	Характеристика здания» [12]
2	3	4	5	6	7
I. Административные здания					
«Контора прораба	4	м ²	4	16	2 конторы прораба на 2 рабочих места; размер, м: 2,4x5,9x2,45; общая площадь, м ² : 28,2. Перевозимый
Пост охраны	1	м ²	3	3	блок-контейнера; размер, м БК-19 2x3x2,4. Перевозимый
II. Санитарно – бытовые помещения					
Гардеробная	23	м ²	0,8	18,4	2 гардеробных на 7 человек; размер, м: 2,4x5,9x2,45; общая площадь, м ² : 42,4. Перевозимый
Помещение для приема пищи	23	м ²	0,4	9,2	Столовая, размер, м: 4,8x5,9x2,45; общая площадь, м ² : 28,4

Продолжение таблицы 18

Помещение для обогрева рабочих	23	м ²	0,2	4,6	Блок контейнер, размер, м: 2,4x5,9x2,45, общая площадь, м ² : 14,1. Перевозимый
Уборная	23	очко	1/15	2	Уборная на одно очко S=1,56 м ²
Помещение для сушки спецодежды	23	м ²	0,2	4,6	Блок контейнер сушилка, размер, м: 2,4x5,9x2,45, общая площадь, м ² : 14,1» [12]

4.6.2 Расчет площадей складов

Ведомость потребности в складах представлена в Таблице В.4 приложения В. «Запасное количество ресурсов $Q_{зап}$ определяется по формуле 41.

$$Q_{зап} = \frac{Q_{общ}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (41)$$

где $Q_{общ}$ – общее количество ресурсов;

T – расчетный период;

n – запас по норме;

k_2 – коэффициент неравномерности расхода ресурсов, $k_2 = 1,3$.» [7].

4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

Суммарный расход воды определяется по формулам 42, 43:

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}. \quad (42)$$

$$Q_{пр} = \frac{K_{ну} \cdot q_n \cdot n_n \cdot K_q}{3600 \cdot t_{см}}, \text{ л / сек} \quad (43)$$

$$Q_{пр} = \frac{1,2 \cdot 200 \cdot 2 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,024 \text{ л / сек}$$

«Рассчитаем расход воды на хозяйственно-бытовые нужды по формуле 44» [7]:

$$Q_{хоз} = \frac{q_y \cdot n_p \cdot K_q}{3600 \cdot t_{см}} + \frac{q_o \cdot n_o}{60 \cdot t_o}, \text{ л / сек} \quad (44)$$

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 8 \cdot 2}{3600 \cdot 8,2} + \frac{30 \cdot 5}{60 \cdot 45} = 0,064 \text{ л/сек}$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,024 + 0,064 + 10 = 10,088 \text{ л/сек}$$

«По определенному максимальному расходу рассчитаем диаметр труб временной водопроводной сети по формуле 45» [7]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{\text{общ}}}{\pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (45)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 10,088}{3,14 \cdot 1,2}} = 103,48 \text{ мм}$$

Примем трубу с $D_y = 125$ мм.

4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

Проектирование электроснабжения определяется по формуле 46:

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{\kappa_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{\kappa_{2c} \cdot P_m}{\cos \varphi} + \sum \kappa_{3c} \cdot P_{ov} + \sum \kappa_{4c} \cdot P_{он} \right), \text{ кВт} \quad (46)$$

«Для сварочных работ произведем пересчет условной мощности в установленную по формулам 47, 48» [7].

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{св.машин}} \cdot \cos \varphi, \text{ кВт} \quad (47)$$

$$P_{\text{уст}} = 54 \cdot 0,4 = 21,6 \text{ кВт}$$

Ведомость установленной мощности в таблице 19.

Таблица 19 – Ведомость установленной мощности силовых потребителей

«Наименование потребителей	Ед. изм.	Установленная мощность	Кол-во	Общая мощность, кВт
Сварочный аппарат	кВт	6,4	3	19,2
Вибратор	кВт	2,0	1	2,0
Виброрейка GPS-1	кВт	1,5	1	1,5
Сварочный инвертор Gysmi 195	кВт	3,0	2	6,0
Различные механизмы	кВт	-	-	8,0

Компрессор» [7].	кВт	2,0	2	4,0
				40,7

$$P_c = \frac{k_1 \cdot P_{c1}}{\cos \varphi_1} + \frac{k_2 \cdot P_{c2}}{\cos \varphi_2} + \frac{k_3 \cdot P_{c3}}{\cos \varphi_3} + \frac{k_4 \cdot P_{c4}}{\cos \varphi_4} + \frac{k_5 \cdot P_{c5}}{\cos \varphi_5}, \text{ кВт}, \quad (48)$$

$$P_c = \frac{0,35 \cdot 19,2}{0,4} + \frac{0,6 \cdot 2}{0,7} + \frac{0,6 \cdot 1,5}{0,7} + \frac{0,35 \cdot 6,0}{0,4} + \frac{0,35 \cdot 8,0}{0,4} + \frac{0,1 \cdot 4,0}{0,4}$$

$$= 33,1 \text{ кВт},$$

$$P_p = 1,1 \cdot (33,1 + 0,8 \cdot 9,75 + 1 \cdot 2,14) = 47,34 \text{ кВт}.$$

Примем трансформатор ТМ-50/6.

4.7 Проектирование строительного генерального плана

Строительный генеральный план (далее СГП) показывает и определяет основные этапы строительства: расположение зданий и сооружений, основных грузоподъемных механизмов, площадок складирования материалов, временных инженерных сетей, зданий и сооружений.

Решения СГП обеспечивают наиболее полное удовлетворение производственных и бытовых нужд для работающих на строительной площадке. Проектные решения СГП отражают технологию возведения здания.

Ограждение строительной площадки для временного использования следует предусмотреть из профи. листа толщиной 0,4 мм по деревянным стойкам.

Временные инженерные сети запроектированы следующего конструктивного исполнения:

-временные электрические сети надземные воздушные;

-временные биотуалеты;

-пожаротушение на строительной площадке предусмотрено от имеющихся на территории пожарных гидрантов.

Для возможности бесперебойного подвоза материалов, машин и оборудования в течение всего строительства, а также для пожаротушения на строительной площадке проектируются внутривозрастные дороги.

На СГП предусмотрены склады: закрытые — для хранения химикатов, спецодежды, вяжущих материалов, войлока, минеральной ваты, стекла, фанеры, мелкоштучных материалов и др., подвергающихся порче при открытом хранении; открытые площадки — для хранения железобетонных элементов, кирпича, стеновых блоков, других материалов и конструкций.

Материалы и изделия, хранящиеся на открытых складах, необходимо разгруппировать с учетом стадий монтажа. Также материалы и изделия на открытых складах должны быть в зоне действия монтажного крана для удобства транспортировки в необходимое положение. Также необходимо учитывать вес конструкций и изделий, чем больше вес, тем ближе к крану.

Согласно нормативным данным для качественной организации и проведения работ на строительной площадке обязательно необходимо предусмотреть места для отдыха и курения персонала, пункты мойки колес при выезде транспорта с площадки, необходимо обеспечить знаками и предупреждениями опасные места на площадке, а также предусмотреть освещение площадки в ночное время.

Производственный корпус имеет два въезда на территорию. Для прохода по территории предусмотрены тротуары с покрытием из тротуарной плитки.

Выводы по разделу:

Целью выполнения раздела, посвященному организации строительства, являлись: расчет объемов работ, получение данных о требуемых в процессе строительства изделиях, материалах, конструкциях, машинах и механизмах.

В результате в проекте производства работ объекта «Производственный корпус заготовительного предприятия» составлен календарный график работ, график движения людских ресурсов, график движения машин, а также запроектирован строительный генеральный план.

5 Экономика строительства

Рассматриваемый объект – производственный корпус заготовительного предприятия.

Район строительства – г. Тюмень.

Размеры в плане – 120,0х49,2 м.

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

«Сметно-нормативная база, используемая в сметных расчетах: укрупненные показатели стоимости строительства УПСС-2023; справочник базовых цен на проектные работы для строительства:

- НЦС 81-02-16-2022 Сборник N16. Малые архитектурные формы;
- НЦС 81-02-17-2022 Сборник N17. Озеленение;
- Начисления на сметную стоимость:
- стоимость временных зданий и сооружений, которая принята в соответствии с Методикой определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 июня 2020 года № 332/пр.;
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты принят в соответствии с Методикой определения 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, утвержденной приказом Министерства

строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр.;

– цена разработки проектно-сметной документации принята согласно справочнику базисных цен на проектные работы для строительства;

– НДС в размере 20 %.

«Стоимость проектных работ определена в процентах к расчетной стоимости строительства в фактических ценах, в прямой зависимости от расчетной стоимости строительства и категории сложности объекта («Справочник базовых цен на проектные работы для строительства»)» [9].

Расчетная стоимость 1м^3 производственного здания – 8194 руб.
Строительный объем здания – $28771,2\text{ м}^3$.

Стоимость строительства производственного здания равна:

$$8194 \times 28771,2 = 235751,22 \text{ тыс. руб.}$$

Категория сложности проектируемого объекта – 3.

Норматив (α) стоимости основных проектных работ в % к расчетной стоимости строительства по категориям сложности объекта – 4,6 %.

Стоимость проектных работ» [9]

$$C_{\text{пр}} = 235751,22 \times 4,6/100 = 10844,56 \text{ тыс. руб.}$$

«Сводный сметный расчет стоимости объекта строительства составлен в ценах по состоянию на 01.01.2023 г. и представлен в таблице 20 [9].

Таблица 20 – Сводный сметный расчёт стоимости строительства

В ценах на 01.01.2023 г.

Стоимость 314042,448 тыс. руб.

«По з.	Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.			Общая сметная стоимость, тыс. руб.» [9]
			«строительных	монтажных работ	Прочих затрат» [9]	
1	ОС-02-01	«Глава 2. Основные объекты строительства	209080,31		—	209080,31
	ОС-02-02	Общестроительные работы Внутренние инженерные системы	16054,33	10530,26		26584,59
2	ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	2306,27	—	—	2306,27
—	—	Итого по главам 1-7	227440,91	10530,26	—	237971,17
3	Методика	Глава 8. Временные здания и сооружения. 1,0% от стоимости СМР.	2274,41	105,30	—	2379,71
—	—	Итого по главам 1-8	229715,32	10635,56		240350,88
4	Приказ Федерального агентства по строительству	Глава 10. Содержание службы заказчика-застройщика 1,2% (гл.1-8)	—	—	2884,21	2884,21
5	Расчет	Глава 12. Авторский надзор Проектные работы	—	—	10844,56	10844,56
—	—	Итого по главам 1-12	229715,32	10635,56	13728,77	254079,65
6	Методика	Резерв средств на непредвиденные работы и затраты 3% (гл.1-12)	6 891,46	319,07	411,86	7 622,39
—	—	Итого	236 606,78	10 954,63	14 140,63	261 702,04
7	—	НДС 20%	47321,356	2190,926	2828,126	52340,408
—	—	Всего по смете» [31]	283928,136	13145,556	16968,756	314042,448

Таблица 21 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01. Общестроительные работы

«Поз.	Код УПС С	Конструкции ,виды работ	Расч. ед.	Кол-во	Стоимость единицы, руб/м ³	Общая стоимость, тыс. руб.» [9]
1	3.2-106	«Подземная часть	1 м ³	28771,2	494	14212,97
2	3.2-106	Каркас (колонны, перекрытия, покрытие,лестницы)	1 м ³	28771,2	4094	117789,29
3	3.2-106	Стены	1 м ³	28771,2	923	26555,82
4	3.2-106	Кровля	1 м ³	28771,2	309	8890,30
5	3.2-106	Заполнение проемов	1 м ³	28771,2	403	11594,79
6	3.2-106	Полы	1 м ³	28771,2	481	13838,95
7	3.2-106	Внутренняя отделка (стены, потолки)	1 м ³	28771,2	376	10817,97
8	3.2-106	Прочие строительные конструкции и общестроительные работы	1 м ³	28771,2	187	5380,21
Итого по смете:» [31]						209080,31

Таблица 22 – Объектный сметный расчет № ОС-02-02. Внутренние инженерные системы и оборудование

«Поз.	Код УПСС	Наименование работы затрат	Расч. ед.	Кол-во	Стоимость единицы, руб/м ³	Общая стоимость, тыс. руб.» [9]
1	3.2-106	«Отопление, вентиляция, кондиционирование	1 м ³	28771,2	231	6646,15
2	3.2-106	Горячее, холодное водоснабжение, внутренние водостоки, канализация, газоснабжение	1 м ³	28771,2	190	5466,53
3	3.2-106	Электроснабжение, электроосвещение	1 м ³	28771,2	305	8775,22
4	3.2-106	Слаботочные устройства	1 м ³	28771,2	61	1755,04
5	3.2-106	Прочие	1 м ³	28771,2	137	3941,65
Итого по смете:» [31]						26584,59

Таблица 23 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01. Благоустройство и озеленение

«Поз.	Код УПВР	Наименование работ и затрат	Расч. ед.	Кол-во	Стоимость ед., руб	Общая стоимость, тыс. руб.» [9]
1	3.1-01-001	«Асфальтобетонное покрытие внутриплощадочных проездов с щебеночно-песчаным основанием	1 м ²	1644	1284	2110,89
2	3.2-01-006	Устройство посевного газона» [31]	100м ²	5,56	35140	195,38
Итого:						2306,27

Технико-экономические показатели:

1. Объем здания – 28771,2 м³.
2. Площадь здания – 3708,0 м².
3. Полная сметная стоимость строительства - 314042,448 тыс. руб., в т ч. НДС – 52340,408 тыс. руб.
4. Сметная стоимость строительно-монтажных работ - 209080,31 тыс. руб.
5. Стоимость за 1 м³ составляет 10,92 тыс. руб.

Выводы по разделу:

Выполнены основные сметные расчеты по определению сметной стоимости строительства производственного корпуса заготовительного предприятия. Составлены сводный сметный расчет, объектные сметные расчеты на основной объект строительства, внутренние инженерные системы и оборудование, а также на благоустройство и озеленение.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Объект – Производственный корпус заготовительного предприятия.

Район строительства – восточная часть г. Тюмени на 23 километре федеральной трассы «Тюмень-Тобольск-Ханты-Мансийск».

Размеры в плане – 120,0×49,2 м.

Высота здания по парапету - 12,73 м.

Конструктивная схема заготовительного предприятия – каркасная, с несущими стальными колоннами и вертикальными связями. Конструктивная система здания – рамная. Жесткость и устойчивость обеспечивается за счет совместной работы металлических колонн и ферм, образующих раму.

Под объект запроектированы железобетонные свайные фундаменты. Используются сваи С60.30.8 по ГОСТ 19804.1-79 длиной 6 м, сечением 300х300 мм. Сваи выполняются из бетона класса прочности В20, марка по морозостойкости F100, марка по водонепроницаемости W6.

Железобетонный ростверк принимается высотой 700 мм. Сопряжение свай с ростверком принято свободным с заделкой свай на глубину 5-10 см.

Колонны приняты из составного сечения из двутавров 40Б1. Стены приняты из «Сэндвич»-панелей.

Покрытие из трехслойных бескаркасных металлических кровельных панелей "Сэндвич" по ТУ 5284-002-50531895-07, ЗАО "Корпорация Кольцо" выполняется по стальным фермам пролетом 24 м из труб. Покрытие выполняется по металлическим прогонам из швеллеров.

«В таблице 24 приведена конструктивно - технологическая характеристика на устройство ростверка.

Таблица 24 – Технологический паспорт технического объекта» [1]

«Технологический процесс	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство	Материалы, вещества
Устройство ростверка	Земляные работы	Монтажник 4 разряда, монтажник 3 разряда, машинист крана	Автомобильный кран, строп двухветвевой, нивелир	Уровень строительный, отвес стальной, рулетка» [1]

6.2 Идентификация профессиональных рисков

«Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Определение факторов риска основывается на анализе производимых процессов на стройплощадке. Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице 25» [1].

Таблица 25 – Идентификация профессиональных рисков

«Вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора» [1]
1	2	3
«Устройство ростверка	Обрушающиеся горные породы	Земляные работы
	Движущиеся машины и их рабочие органы, а также передвигаемые ими предметы	Автомобильный кран, стропдвухветвевой,
	Шероховатость поверхности Повышенная запыленность рабочей зоны	Бетон
	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Работа на открытом воздухе в различных погодных условиях» [1]

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов указаны в таблице 26.

Таблица 26 – Методы и средства снижения 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» [1]
Обрушающиеся горные породы	«Определение безопасной крутизны незакрепленных откосов котлованов, траншей (далее - выемки) с учетом нагрузки от машин и структуры грунта. Определение конструкции крепления стенок котлованов и траншей	Каска защитная; рукавицы хлопчатобумажные с накладками; костюм на утепляющей прокладке; сапоги кирзовые; противощумные вкладыши (беруши) [15]
Движущиеся машины и их рабочие органы, а также передвигаемые ими предметы	Выбор типов машин, применяемых для разработки грунта и мест их установки	
Шероховатость поверхности	Использовать специальные рукавицы из плотной ткани	
Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Использование теплой спецодежды, обогрев и проветривание строительных машин» [14]	

6.4 Пожарная безопасность технического объекта

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Основные источники пожара приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение»	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара» [1]
Производственный корпус заготовительного предприятия	Автомобильный кран	Класс А	Пламя и искры, тепловой поток	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств

Средства пожаротушения приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения»	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [1]
«Огнетушитель»	Пожарные автомобили	Пожарные гидранты	Пожарная сигнализация	Огнетушители	Защитный экран, СИЗ органов дыхания	Пожарный топор, лом, багор, крюк, лопата, устройство для резки воздушной линии	01 или 112» [1]

6.4.2 Средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности

«Мероприятия по ограничению распространения пожара:

- применение огнепреграждающих устройств в оборудовании (клапаны в системах вентиляции) согласно СП 54.13330.2011 [7];
- применение автоматических установок пожаротушения по СП 112.13330.2012» [11].

«Для объекта защиты предусмотрен комплекс систем противопожарной защиты, включающий в себя:

- внутренний противопожарный водопровод;
- системы противодымной защиты (вытяжной и приточной);
- системы автоматической пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- системы аварийного и эвакуационного освещения, системы автоматизации инженерного оборудования, работа которого направлена на обеспечение пожарной безопасности» [11].

Эвакуация людей из помещений заготовительного участка и участка изготовления емкостного оборудования просхолит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении. Эвакуация людей из помещений участка гидроиспытаний емкостей, промежуточного склада, компрессорной и склада запасных частей происходит через ближайший эвакуационный выход, находящийся в помещении заготовительного участка. Эвакуация из остальных помещений происходит непосредственно через ближайший эвакуационный выход, находящийся в самом помещении, а также в помещении заготовительного участка

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 29 – Идентификация негативных экологических факторов

«Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [1]
Производственный корпус	Устройство ростверка	Выбросы в воздушную окружающую среду	Отходы, получаемые в ходе производства, сливы, загрязнение водоемов	Образование отходов, нарушение и загрязнение растительного покрова

Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду приведены ниже.

Таблица 30 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование объекта	Производственный корпус
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу»	Применение исправной дорожно-строительной техники, с целью уменьшения выброса вредных веществ.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу»	Экономное расходование воды. Очистка сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [1]	«Хранение строительного мусора в специальных контейнерах с последующим вывозом на специализированные площадки. Механическое удаление загрязнителей вместе с породой и вывоз их в места складирования» [1]

Выводы по разделу:

При выполнении данного раздела изучена нормативная литература по безопасности труда, пожарной безопасности и экологичности технического объекта и применена к объекту «Производственный корпус заготовительного предприятия». Подобраны средства индивидуальной защиты, рассмотрены опасные факторы и риски и даны рекомендации и методы к их снижению.

Заключение

Достигнута цель работы – выполнена разработка строительных решений для объекта «Производственный корпус заготовительного предприятия».

В результате работы запроектирован производственный корпус заготовительного предприятия в г. Тюмень, состоящего из двух пролетов размерами в осях 1-21 -120 метра, в осях А-Л -49,2 метра. Несущие конструкции здания – свайный фундамент, колонны и фермы покрытия стального каркаса, наружны ограждающие конструкции стен и кровли запроектированы из «Сэндвич» - панелей.

Выполнены главные задачи, а именно:

- в архитектурно-планировочном разделе разработаны объемно-планировочное и конструктивное решения;
- в расчетно-конструктивном разделе выполнен расчет металлической фермы покрытия;
- в разделе технологии строительства разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания;
- в разделе организации строительства в проекте производства работ объекта «Производственный корпус заготовительного предприятия» составлен календарный график работ, график движения людских ресурсов, график движения машин, а также запроектирован строительный генеральный план, представленный в графической части;
- в разделе экономики строительства представлены сметные расчеты;
- в разделе безопасности и экологичности технического объекта выполнен анализ угроз трудящимся и окружающей природе во время строительства.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Тольятти: изд-во ТГУ, 2018. 51 с. URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/8767/1/Gorina%20Fesina%201-67-17_EUMI_Z.pdf (дата обращения 01.08.2023).
2. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация (с поправками). Взамен ГОСТ 25100-2011; введ. 01.01.2021. М. : Стандартиформ, 2021. 42 с.
3. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Введ. 2017-03-01 М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации – Москва: Изд-во стандартов, 2015. 9 с.
4. 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/93248.html> (дата обращения 01.08.2023)
5. Крамаренко А.В. Схемы допускаемых отклонений при выполнении строительно-монтажных работ : электрон. учеб. наглядное пособие / А. В. Крамаренко, А. А. Руденко ; ТГУ, Архитектурно-строительный институт. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2019. - 67 с. : ил. - Библиогр.: с. 67. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/11510> (дата обращения 01.08.2023).
6. Михайлов А.Ю. Технология и организация строительства. [Электронный ресурс]: Учебное пособие. М. : Инфра–Инженерия, 2018. 196 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/51734.html> (дата обращения: 01.08.2023).
7. Дикман Л.Г. Организация строительного производства : учебник / Л. Г. Дикман. - Изд. 7-е, стер. - Москва : АСВ, 2019. - 588 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930931419.html> (дата обращения: 01.08.2023).

8. Плешивцев А.А. Основы архитектуры и строительные конструкции. [Электронный ресурс]: Учебное пособие. М. : МГСУ, 2018. 105 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30765.html> (дата обращения: 01.08.2023).
9. Плотникова И. А., Сорокина И.В. Сметное дело в строительстве [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 187 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/70280.html> (дата обращения: 01.08.2023).
10. 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.html> (дата обращения 01.08.2023).
11. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 2013–24–04. М. : Стандартиформ, 2013. 83 с.
12. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменением № 1). Введ. 06.01.2019. М. : Стандартиформ, 2019. 104 с.
13. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. Введ. 20.03.2020. М. : Минрегион России, 2019. 78 с.
14. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020. М. : Стандартиформ, 2020. 25 с.
15. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. Введ. 01.07.2021. М. : Стандартиформ, 2021. 47 с.
16. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями № 1, 2, 3). Введ. 23.05.2020. М. : Минстрой России, 2020. 168 с.

17. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3). Введ. 17.07.2017. М. : Стандартинформ, 2017. 205 с.

18. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. Введ. 29.05.2020. М. : Стандартинформ, 2020. 32 с.

19. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003: Свод правил. – Введ. 2013-01-07. Стандартинформ, 2012. 56 с.

20. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Свод правил. – Введ. 2017-08-28. Стандартинформ, 2020. 45 с.

21. СП 56.13330.2021 Производственные здания. Свод правил: издание официальное: утв. приказом Минстроя России от 27.12.2021 № 1024/пр: дата введ. 28.01.2022 / разработан ФГБУ ЦНИИП Минстроя России. – Москва: Минстрой России. – 46 с.

22. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменениями № 1). Введ. 08.05.2017. М. : Стандартинформ, 2017. 21 с.

Приложение А

Архитектурные решения

Таблица А.1 – Спецификация элементов заполнения проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во, шт				Масса ед., кг	Прим.
			отм. 0.000	Тип. этаж	Кровля	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Окна								
ОК-1	Индивидуального изготовления	4000x1200(h)	67	-	-	67		
ОК-2		2000x1200(h)	2	-	-	2		
ОК-3		3000x2000(h)	2	-	-	2		
Двери, ворота								
Д1	Индивидуального изготовления	Дверь наружная однопольная металлическая 990×2000(h)	7			7		
Д2		Дверь внутренняя двухпольная металлическая 2800×2000(h)	2			2		
В1		Ворота двухпольные металлические. 4200×4200(h)	4			4		

Таблица А.2- Экспликация полов

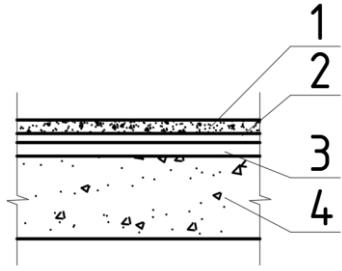
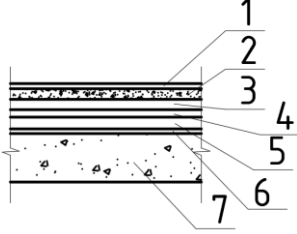
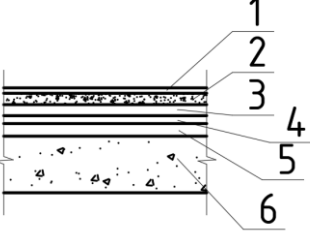
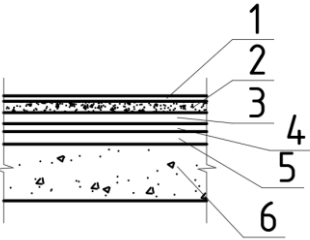
Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола, мм	Площадь, м ²
1, 2, 4, 10, 11, 13	1		<p>«1. Покрытие- бетон В25(шлиф-й)-50мм;</p> <p>2. Подстилающий слой- бетон класса В20</p> <p>3. Гидроизоляция- полиэтиленовая пленка</p> <p>4. Щебеночная подготовка из щебня; фракции 40-60 100мм.</p>	3421,8 2
3, 7, 8, 9, 12	2		<p>1. Покрытие- наливной пол ГОСТ 31358 2007-5 мм;</p> <p>2. Прослойка и заполнение швов-цементно-песчаный раствор М150-20мм</p> <p>3. Стяжка- цементно-песчаный раствор М150- 20мм;</p> <p>4. Гидроизоляция- 4 слоя гидроизола на битумной поверхности</p> <p>5. Стяжка-25мм;</p> <p>6. Гидроизоляция- полиэтиленовая пленка</p> <p>7. Щебеночная подготовка- из щебня фракции 40-60 100мм.</p>	264,84
5	3		<p>1. Покрытие- бетон В25 (шлиф-й)-20мм;</p> <p>2. Стяжка- цементно-песчаный раствор М150- 25мм;</p> <p>3. Гидроизоляция- 2 слоя гидроизола; Стяжка-25мм;</p> <p>4. Подстилающий слой- бетон класса В20 -100мм;</p> <p>5. Гидроизоляция- полиэтиленовая пленка</p> <p>6. Щебеночная подготовка- из щебня фракции 40-60 100мм.</p>	19,66
6	4		<p>1. Покрытие- керамическая плитка -11мм</p> <p>2. Прослойка и заполнение швов-цементно-песчаный раствор М150 15мм</p> <p>3. Стяжка- 20мм;</p> <p>4. Гидроизоляция- 4 слоя гидроизола;</p> <p>5. Стяжка-25мм;</p> <p>6. Основание- монолитная ЖБ плита-150мм» [4]</p>	50,59

Таблица А.3 – Ведомость отделки помещений

Номер помещения	Вид отделки элементов интерьера					
	Потолок	Площадь, м ²	Стены и перегородки	Площадь, м ²	Колонны	Площадь, м ²
1, 2, 3, 7, 8, 11, 12	Защитное лакокрасочное покрытие	3456,3	Защитное лакокрасочное покрытие	1872,4	Защитное лакокрасочное покрытие	264,2
4, 5, 6, 9, 10, 13, 14	Защитное лакокрасочное покрытие	422,8	Высококачественная окраска красками по высококачественной штукатурке	823,8	Защитное лакокрасочное покрытие	160,5

Таблица А.4 – Спецификация перемычек

МАРКА	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	МАССА кг.	ПРИМЕЧАН.
ПР-1 0-шм	ГОСТ 8210-86	└ 100x7 L=1310	2	14,14	28,27
	ГОСТ 103-76*	— 125x6 L=200	4	1,13	4,52
ПР-2 0-шм	ГОСТ 8240-89	┌ 14 L=1310	1	16,11	16,11
ПР-3 0-шм	ГОСТ 8240-89	┌ 14 L=1210	1	14,88	14,88
ПР-4 0-шм	ГОСТ 8210-86	└ 100x7 L=1810	2	19,53	39,06
	ГОСТ 103-76*	— 125x6 L=200	5	1,13	5,65
ПР-5 0-шм	ГОСТ 8210-86	└ 75x6 L=1700	2	11,71	23,43
	ГОСТ 103-76*	— 125x6 L=200	5	1,13	5,65
ПР-6 0-шм	ГОСТ 8240-89	┌ 14 L=1010	1	12,42	12,42
ПР-7 0-шм	ГОСТ 8210-86	└ 100x7 L=1850	2	19,96	39,92
	ГОСТ 103-76*	— 125x6 L=200	5	1,13	5,65

Таблица А.5 – Спецификация сборных конструкций

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. » [4]
1	2	3	4	5	6
<u>Сваи под ростверк</u>					
Св1	Серия 1.011.1-10 Вып.1	Свая С60.30-8	463	1,38	0,55 м ³
<u>Ростверки монолитные</u>					
Рсм1	Индивидуального изготовления	Ростверк Рсм1	53	—	1800×2400
Рсм10	Индивидуального изготовления	Ростверк Рсм10	20	—	1500×1500

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4	5	6
<u>Балки фундаментные</u>					
БФ1	ГОСТ 28737-2016	2БФ60-3А600	18	1000	5950×400×400
<u>Металлический каркас</u>					
I 40Б1	ГОСТ Р 57837- 2017	Двутавр (Колонны)	120	76,8	–
Ф1	Индивидуального изготовления	Металлическая ферма	26	240	–
СП	ЗАО «Корпорация «Кольцо»	Стеновые панели "Сэндвич"	362	10	–
КП	ЗАО «Корпорация «Кольцо»	Кровельные панели "Сэндвич"	124	10	–
П1-2	Индивидуального изготовления	Вертикальные пожарные лестницы с ограждением	2	86	–

Приложение Б
Организация строительства

Таблица Б.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

«№ п.п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[6]
1	2	3	4	5
1 Земляные работы				
1	«Срезка растительного слоя грунта	1000м ²	4,012	$F_{ср.} = 118 \times 68 = 8024 \text{ м}^2$ $h_{р.сл} = 0,5 \text{ м}$ $V_{р.гр} = F \times h_{р.сл} = 8024 \times 0,5 = 4012 \text{ м}^3$
2	Планировка площадки бульдозером	1000м ²	8,024	$F_{пл.} = 118 \times 68 = 8024 \text{ м}^2$
3	Разработка грунта экскаватором 0,65 м ³	1000м ³	2,269	Суглинок $\alpha=63^\circ$, $m=0,5$ $A_n = 144,0 + 1,2 \times 2 = 146,4 \text{ м.}$ $B_n = 72,0 + 1,2 \times 2 = 74,4 \text{ м.}$ Фундамент столбчатый под колонны, поэтому разработка котлована ведется не под всей поверхностью объекта, а лентой шириной 2 м. $F_n = (146,4 + 74,4) \cdot 2 + 146,4 \cdot 3 = 880,8 \text{ м}^2$ $A_b = A_n + 2 \cdot m \cdot H = 146,4 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8 = 148,2 \text{ м}$ $B_b = B_n + 2 \cdot m \cdot H = 74,4 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8 = 76,2 \text{ м}$ $F_b = (148,2 + 76,2) \cdot 2 + 148,2 \cdot 3 = 894,8 \text{ м}^2$ $V_{кот.} = 0,33 \cdot H_{котл} (F_b + F_n + \sqrt{F_b \cdot F_n})$
4	Ручная зачистка дна котлована	100м ³	0,667	$V_{р.з.} = 0,05 \cdot V_{кот.}$ $V_{р.з.} = 0,05 \cdot 1332,2 = 66,7 \text{ м}^3$
5	Уплотнение грунта вибрационным катком на толщину слоя $\delta - 0,3 \text{ м.}$	1000м ²	0,88	$F_{упл.} = F_n$ $F_{упл.} = 880,8 \text{ м}^2$
6	Обратная засыпка котлована	1000м ³	1,292	$V_{обр} = (1332,3 - 78,3) \cdot 1,03 = 1292 \text{ м}^3$
2 Основания и фундаменты				
7	Погружение дизель-молотом железобетонных свай длиной: до 10 м	м ³	250,02	Сваи железобетонные забивные сечением 300х300мм, ГОСТ 19804-91 из бетона марки В25 $N = 463$ $V = 463 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6 = 250,02 \text{ м}^3$ » [6].

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
8	«Подбетонка под фундаменты $\delta - 100$ мм	100м ³	0,209	$V_{\text{подб.}}=(a \times b) \text{ под. фонд.} \times 0,1 \times \text{Тшт.}$ $\Phi - 1 = (1,4 \times 1,4) \times 0,1 \times 86 = 16,9 \text{ м}^3$ $\Phi - 2 = (2,2 \times 1,4) \times 0,1 \times 10 = 3,1 \text{ м}^3$ $\Phi - 3 = (1,4 \times 1,1) \times 0,1 \times 6 = 0,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{подб.}} = 16,9 + 3,1 + 0,9 = 20,9 \text{ м}^3$
9	Монтаж фундаментов монолитных столбчатых	100м ³	1,56	$\Phi - 1 = (1,4 \times 1,4 \times 0,3 + 1,1 \times 1,1 \times 0,6) \times 86 = 113,0 \text{ м}^3$ $\Phi - 2 = (2,2 \times 1,4 \times 0,3 + 1,9 \times 1,1 \times 0,6) \times 10 = 36,8 \text{ м}^3$ $\Phi - 3 = (1,4 \times 1,1 \times 0,3 + 1,1 \times 0,8 \times 0,6) \times 6 = 5,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{общ}} = 113,0 + 36,8 + 5,9 = 155,7 \text{ м}^3$
10	Вертикальная обмазочная гидроизоляция фундамента	100м ²	2,88	$\Phi - 1 = (1,4 + 1,4) \times 0,3 \times 2 + (1,1 + 1,1) \times 0,6 \times 2 \times 86 = 212,4 \text{ м}^2$ $\Phi - 2 = (2,2 + 1,4) \times 0,3 \times 2 + (1,9 + 1,1) \times 0,6 \times 2 \times 10 = 52,3 \text{ м}^2$ $\Phi - 3 = ((1,4 + 1,1) \times 0,3 \times 2 + (1,0 \times 0,7) \times 1,55 \times 2) \times 6 = 23,4 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 212,4 + 52,3 + 23,4 = 288,1 \text{ м}^3$
11	Горизонтальная гидроизоляция фундамента	100м ²	2,04	$\Phi - 1 = (1,4 \times 1,4) \times 86 = 168,6 \text{ м}^3$ $\Phi - 2 = (2,2 \times 1,2) \times 10 = 26,4 \text{ м}^3$ $\Phi - 3 = (1,4 \times 1,1) \times 6 = 9,2 \text{ м}^3$ $F_{\text{гор.}} = 168,6 + 26,4 + 9,2 = 204,2 \text{ м}^3$
3 Надземная часть				
12	Монтаж металлических колонн	т	346,8	Колонны металлические составного сечения из двутавров 40Б1
13	Монтаж наружных стеновых сэндвич-панелей	100м ²	44,8	$F1 = 98 \times 19,6 = 1920,0 \text{ м}^2$ $F2 = 1110,0 \text{ м}^2$ $F3 = 1920,0 \text{ м}^2$ $F = 4950 \text{ м}^2$ $F = 4950 - 326,0 - 144,0 = 4480,0 \text{ м}^2$
14	Кладка наружных, внутренних стен и перегородок из керамического кирпича	м ³	78,5	$V = ((45,5 + 26 \times 4) - 2,7 - 3 + 14,6 \times 4 - 4 \cdot 0,8 \cdot 2,2) \cdot 2,7 \cdot 0,2 = 78,5 \text{ м}^3 \gg [6].$
15	Кладка внутренних стен и перегородок из блоков ячеистого бетона	м ³	139,3	$V_1 = (0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,27 + 0,87 + 0,14 + 0,14 + 0,41 + 0,73 + 0,04 + 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,18 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,73 + 0,41 + 0,14 + 0,14 + 0,87 + 0,27 + 0,04 + 0,11 + 0,11 + 0,04 + 1,14 + 0,58 + 0,2 + 0,2 + 0,58 + 1,14 + 0,04 + 0,11 + 0,11 + 0,04) \cdot 3,0 = 60,7 \text{ м}^3$

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
				$V_2=(0,37+0,37+0,37+0,37+0,27+0,87+0,14+0,14+0,41+0,73+0,04+0,11+0,11+0,04+0,18+0,16+0,16+0,16+0,16+0,16+0,16+0,16+0,11+0,11+0,04+0,73+0,41+0,14+0,14+0,87+0,27+0,04+0,11+0,11+0,04+1,14+0,58+0,2+0,2+0,58+1,14+0,04+0,11+0,11+0,04) \cdot 3,3 \cdot 2 = 78,6 \text{ м}^3$ $V_{\text{общ}}=60,7+78,6=139,3 \text{ м}^3$
16	«Монтаж металлических ферм	т	272,46	Металлические фермы пролетом 24 м из парных уголков
4 Покрытие и кровля				
17	Монтаж кровли	100м ²	38,2	$F_{\text{кр.}}=(98,0 \times 38,0) \times 1,03 = 3820 \text{ м}^2$
18	Устройство пароизоляции в 1 – слой	100м ²	38,2	$F_{\text{кр.}}=(98,0 \times 38,0) \times 1,03 = 3820 \text{ м}^2$
19	Устройство гидроизоляции	100м ²	38,2	$F_{\text{кр.}}=(98,0 \times 38,0) \times 1,03 = 3820 \text{ м}^2$
20	Монтаж наплавляемого материала Техноэласт	100м ²	38,2	$F_{\text{кр.}}=(98,0 \times 38,0) \times 1,03 = 3820 \text{ м}^2$
21	Устройство ограждений кровли и мотков	м	196	По длинной стороне $L_{\text{огр}} = 98,0 \cdot 2 = 196 \text{ м}$
5 Полы				
22	Устройство наливного пола	100м ²	57,46	$F = 5746,0 \text{ м}^2$
23	Устройство стяжки пола из ц/п раствора $\delta - 15 \text{ мм.}$	100м ²	57,46	$F = 5746,0 \text{ м}^2$
24	Устройство гидроизоляции	100м ²	57,46	$F = 5746,0 \text{ м}^2$ » [6].

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
25	«Устройство керамической плитки пола	100м ²	2,46	$F = 246,0 \text{ м}^2$
26	Устройство пола из линолеума	100м ²	11,98	$F = 74 \cdot 16,2 = 1198 \text{ м}^2$
6 Окна, двери				
27	Монтаж окон из поливинилхлоридных профилей с двухкамерными стеклопакетами	100м ²	3,26	$F_{\text{окон}} = 326,0 \text{ м}^2$
28	Монтаж дверей	100м ²	1,02	Согласно спецификации раздела АПР
29	Монтаж ворот	м ²	144,0	$F_{\text{ворот}} = 3,2 \cdot 4,5 \cdot 10 = 144,0 \text{ м}^2$
7 Отделочные работы				
30	Оштукатуривание стен	100м ²	24,28	$F_1 = 74 \cdot 6,2 + 16,2 \cdot 6 \cdot 2 = 1082,0 \text{ м}^2$ $F_2 = 1346,0 \text{ м}^2$ $F_{\text{штук}} = 1082,0 + 1346,0 = 2428 \text{ м}^2$
31	Облицовка стен керамической плиткой	100м ²	1,42	Стены помещений санитарно – бытового назначения $F_{\text{стен.плит}} = L_{\text{стен}} \cdot h \text{ плитки}$ $F_{\text{стен.плит.}} = (12,6 + 6,1 \cdot 4 + 66,4 - 8,8 \cdot 2 \cdot 2,2) = 142,4 \text{ м}^2$
32	Окраска стен	100м ²	22,86	$F_{\text{окраски стен}} = F_{\text{штукат стен}} - F_{\text{плитки}}$ $F_{\text{окраски стен}} = 2428 - 142,4 = 2286 \text{ м}^2$
33	Оштукатуривание потолков	100м ²	23,98	$F = 74 \cdot 16,2 \cdot 2 = 2398 \text{ м}^2$
34	Окраска потолков	100м ²	23,98	$F = 74 \cdot 16,2 \cdot 2 = 2398 \text{ м}^2$
8 Благоустройство территории				
35	Посадка деревьев, кустов	шт	56	см. СПОЗУ
36	Засев газона	100м ²	80,49	см. СПОЗУ
37	Устройство асфальтобетонных покрытий	100м ²	179,3	см. СПОЗУ» [6].

Таблица Б.2 – Потребность в строительных конструкциях, изделиях и материалах

«Работы			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование	Ед. изм	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм	Вес единицы	Потребность на вес объем работ» [6]
1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	-	-	-	-
«Погружение дизель-молотом железобетонных свай длиной: до 10 м	м ³	250,02	Сваи железобетонные забивные сечением 300х300мм, ГОСТ 19804-91 из бетона марки В25	м ³ /т	1/2,2	250,02/550,04
Подбетонка под фундаменты δ – 100 мм	100м ³	0,209	Бетон класса В2,5 γ=2490 кг/м ³	м ³ /т	1/2,49	20,9/57,8
Монтаж фундаментов	100м ³	1,56	Бетон класса В20 γ=2432 кг/м ³	м ³ /т	1/2,43	156/348,0
Вертикальная гидроизоляция	100м ²	2,88	Битумы строительный БН – 70/30 Расход 2 слоя – 1,1 кг/м ² 1,1×267=292 кг; 1 бочка 50 кг=292/50=6 боч.	м ² /т	1/0,001	288/0,288
Горизонтальная гидроизоляция	100м ²	2,04	Битумы строительный БН – 70/30 Расход 2 слоя – 1,1 кг/м ² 1,1×79=87 кг; 1 бочка 50 кг=87/50=2 боч.	м ² /т	1/0,001	204/0,204» [6]

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж наружных стеновых сэндвич-панелей	100м ²	44,8	Стеновая сэндвич – панель с наполнителем из минеральной ваты тип М20	м ² /т	1/0,027	4480/121
Кладка наружных, внутренних стен	м ³	78,5	Кирпич керамический полнотелый	м ³ /т	1/1,8	78,5/141
Кладка внутренних стен и перегородок из блоков ячеистого бетона δ – 200 мм	м ²	139,3	Ячеистый бетон - блоки	м ² /т	1/1,4	139,3/195
Монтаж металлических ферм	т	272,46	Металл	т/т	1/2,43	272,46/933
Монтаж кровли рулонной поминераловатному утеплителю	100м ²	38,2	Рулонная кровля по минераловатному утеплителю Rockwool	м ² /т	1/0,027	3820/25,8
Устройство пароизоляции в 1 – слой	100м ²	38,2	Мембрана кровельная диффузионная TYVEK SOLID 1рул.=7,5 кг. 1рул.=75м ² .	м ² /т	1/0,0001	3820/0,995» [6]

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Устройство гидроизоляции в 2 слоя	100м ²	38,2	Техноэласт Барьер БО (безосновный) 1рул.=20м2	м ² /т	1/0,0001	3820/0,995
Монтаж наплавленного материала Техноэласт	100м ²	38,2	Техноэласт	м ² /т	1/0,0003	3820/0,68
Устройство ограждений кровли и мостков	м	196	Металлоконстр.	м/т	1/0,016	196/2,6
Устройство наливного пола	100м ²	57,46	Цементнопесчаный раствор М150 $\gamma=1600$ кг/м3	м ² /т	1/0,016	5746/22,1
Устройство стяжки пола из ц/п раствора $\delta - 15$ мм.	100м ²	57,46	Цементнопесчаный раствор М150 $\gamma=1600$ кг/м3	м ² /т	1/0,012	5746/18,6
Устройство гидроизоляции пола в два слоя из битумной мастики	100м ²	57,46	Мастика гидроизоляционная Bitumast 4,2кг/5 л – расход 1,5кг/м2	м ² /т	1/0,0003	5746/0,52
Устройство керамической плитки пола	100м ²	2,46	Плитка керамогранитная 400×400мм, $\delta - 10$ мм., масса 1шт. – 1,3 кг; масса 1 м2 – 14,44 кг	м ² /т	1/0,014	246/3,4
Устройство пола из линолеума	100м ²	11,98	Линолеум	м ² /т	1/0,001	1198/1,2» [6]

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж окон	100м ²	3,26	F _{окон} = 326,0 м ²	м ² /т	1/0,018	326/2,13
Монтаж дверей	100м ²	1,02	ДМ 1Рл 21х10 Г Пр 33 Т3 Мд4 54 шт.	шт/т	1/0,042	54/2,3
Монтаж ворот	м ²	144,0	10 шт	шт/т	1/0,7	2/7,0
Оштукатуривание стен	100м ²	24,28	Раствор цементно – известковый М100 Толщина штукатурки 1,5- 2 см (0,02 м). Объем 2428·0,02= 48,5 м ³ раствора	м ³ /т	1/1,2	48,5/58,2
Облицовка керамической плиткой	100м ²	1,42	Плитка керамическая 200×300×7 мм Количество – 576 шт.	м ² /т	1/0,016	142/2,3
Окраска стен, перегородок	100м ²	22,86	Матовая краска для стен Dulux Professional RAL7001 – серый 1 уп. 10 кг.	м ² /т	1/0,0007	2286/1,46
Оштукатуривание потолков	100м ²	23,98	Раствор цементно – известковый М100 Объем 2398·0,02= 48,0 м ³ раствора	м ³ /т	1/1,2	48,0/57,2
Окраска потолков	100м ²	23,98	Краска для потолков Dulux 1 уп. 10 кг.	м ² /т	1/0,0007	2398/1,7» [6]

Таблица Б.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

«Наименование работ	Ед. изм.	Норма времени		Трудоемкость		Профессиональный, квалификационный состав звена,
		Чел-час	Маш-час	Чел-дн.	Маш-см.	
1	2	3	4	5	6	7
Срезка растительного слоя грунта	1000м ²	7,47	5,63	7,04	43,03	Машинист 5 р. - 2 чел.
Планировка площадки бульдозером	1000м ²	-	0,17	-	0,32	Машинист 5 р. - 1 чел.
Разработка грунта	1000м ³	6,5	31,5	1,84	8,93	Разнорабочий 3 р. - 2 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.
Ручная зачистка	100м ³	48,0	-	32,02	-	Разнорабочий 2 р. - 5 чел.
Уплотнение грунта	1000м ²	-	12,74	-	1,40	Машинист 5 р. - 1 чел.
Обратная засыпка	1000м ³	9,42	8,38	1,52	1,35	Машинист 5 р. - 1 чел
Погружение дизель-молотом железобетонных свай	м ³	3,35	0,26	204,73	99,00	Монтажник 4 р. – 2 чел. 3 р. – 4 чел. Машинист 5 р. – 2 чел.
Подбетонка под фундаменты δ – 100 мм	100м ³	135	18,12	3,53	0,47	Бетонщик 4 р. - 1 чел. 3 р. - 2 чел.
Монтаж фундаментов	100м ³	337	28,39	65,72	5,54	Бетонщик 4 р. - 1 чел. 3 р. - 2 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.
Вертикальная гидроизоляция	100м ²	14,86	9,2	5,35	3,31	Изолировщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 4 чел.» [6].

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7
«Горизонтальная гидроизоляция	100м ²	14,86	9,2	3,79	2,35	Изолировщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 4 чел.
Монтаж металлических колонн	т	346,8	1,17	118,17	21,47	Машинист 5 р. - 3 чел. Электрогазосварщик 5 р. - 1 чел.
Монтаж наружных стеновых сэндвич-панелей	100м ²	52	16,14	291,20	90,38	Монтажник 4 р. - 4 чел. 3 р. - 5 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.
Кладка внутренних стен	м ³	4,38	0,4	42,98	3,93	Каменщики 4 р. - 2 чел. 3 р. - 4 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.
Кладка внутренних стен и перегородок из блоков ячеистого бетона	м ²	4,38	0,4	76,27	6,97	Каменщики 4 р. - 2 чел. 3 р. - 4 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.
Монтаж металлических ферм	т	272,46	64,2	185,38	30,82	Машинист 5 р. - 3 чел. Электрогазосварщик 5 р. - 1 чел.
Монтаж кровли	100м ²	15,61	0,97	194,15	12,06	Монтажник 4 р. - 4 чел. 3 р. - 13 чел. Машинист 5 р. - 1 чел.» [6].

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7
«Устройство пароизоляции в 1 – слой	100м ²	6,94	0,21	86,32	2,61	Кровельщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 6
Устройство гидроизоляции в 2 слоя	100м ²	12,73	7,6	158,33	94,53	Кровельщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 10
Монтаж наплавленного материала Техноэласт	100м ²	12,6	1,46	19,83	2,30	Кровельщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 6
Устройство ограждений кровли и мотков	100м	8,9	2,83	3,20	1,02	Кровельщик 4 р. - 2 чел. 3 р. - 10
Устройство наливного пола	100м ²	23,33	1,27	167,57	9,12	Бетонщики 3 р. - 2 чел. 2 р. - 2 чел. Гидроизолировщик 4 р. - 2 чел.
Устройство стяжки пола	100м ²	23,33	1,27	167,57	9,12	Бетонщики 3 р. – 1 чел. 2 р. – 1 чел. Гидроизолировщик 4 р. – 1 чел.
Устройство гидроизоляции	100м ²	25	0,67	179,56	4,81	Гидроизолировщик 4 р. – 2 чел.
Устройство керамической плитки пола	100м ²	310,42	1,73	95,45	0,53	Плиточники 5 р. – 1 чел. 4 р. – 1 чел. 3 р. – 1 чел.
Устройство пола из линолеума	100м ²	48,7	0,76	72,93	1,14	Разнорабочий 2 р. - 4 чел.
Монтаж окон	100м ²	219,65	15,49	89,51	6,31	Монтажники 5 р. – 1 чел. 4 р. – 1 чел. 3 р. – 1 чел. Машинист 5 р. – 1 чел.» [6].

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж дверей	100м ²	89,53	13,04	11,42	1,66	Плотник 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел.
Монтаж ворот	100м ²	91,4	15,87	16,45	2,86	Монтажники 5 р. – 1 чел. 4 р. – 1 чел. Машинист 5 р. – 1 чел.
Оштукатуривание стен	100м ²	65,66	4,99	199,28	15,14	Штукатур – маляр 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел
Облицовка х стен керамической плиткой	100м ²	112,57	-	19,98	-	Плиточник 5 р. – 1 чел. 4р. – 1 чел.
Окраска стен, перегородок	100м ²	43,56	-	124,47	-	Штукатур – маляр 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел.
Оштукатуривание потолков	100м ²	65,66	4,99	196,82	14,96	Штукатур – маляр 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел
Окраска потолков	100м ²	43,56	-	130,57	-	Штукатур – маляр 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел.
Посадка деревьев, кустов	шт	15,6	-	109,20	-	Разнорабочий 3 р. – 6 чел.
Засев газона	100м ²	0,28	-	2,82	-	Разнорабочий 3 р. – 6 чел.
Устройство асфальтобетонных покрытий	100м ²	15,12	2,46	338,88	55,1	Дорожный рабочий 4 р. – 2 чел. 3 р. – 2 чел. 2 р. – 2 чел. Машинист 5 р. – 1 чел.» [6].

Таблица Б.4 – Ведомость потребности в складах

№ п/п	«Материалы, изделия конструкции»	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
			Общая	Суточная	На сколько дней	Кол-во Q _{зап}	Норматив на 1м ²	Полезная F _{пол} , м ²	Общая F _{общ} , м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Открытые склады										
1	Панели стеновые	10	127,3 м ³	12,7 м ³	2	36,3 м ³	0,5-0,8 м ³	45,4	57,0	В вертикальном положении
2	Арматура	9	6,3 т	0,7 т	9	6,3 т	1,2 м ³	5,3	6,0	Навалом
3	Металлические конструкции	5,5	93,3 т	17,0 т	1	22,1 т	0,3-0,5т	44,2	53,0	Штабель
4	Кирпич	4	14108 шт.	3527	2	9700	400 шт.	24,3	36,4	Штабель
5	Щебень	8	96,0	12	2	30,4	2,0 м ³	15,2	22,8	Навалом
									Σ 229,6 м ²	
Закрытые склады										
6	Блоки оконные	3	26,0	8,7	3	26,0	20 м ²	1,3	1,8	Штабель
7	Блоки дверные	2	12,6	6,3	2	12,6	20 м ²	0,63	0,9	Штабель
8	Ворота	7	57,6	8,2	7	57,6	20 м ²	2,9	4,1	Штабель
9	Керамическая плитка	30	910,3	30,3	10	433,8	25 м ²	17,4	20,8	Штабель» [6].