

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

Институт креативных индустрий, строительства и архитектуры
(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства
(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Цех по производству пиломатериалов с пролетом основных конструкций 30 м

Обучающийся

С.В. Рыльков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. эк. наук, доцент Э.Д. Капелюшный

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

Консультанты

канд. эк. наук, доцент Э.Д. Капелюшный

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

канд. пед. наук, доцент А.В. Юрьев

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

С.Г. Никишева

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

Тольятти 2025

Аннотация

В рамках работы создан проект строительства «Цеха по производству пиломатериалов с пролетом основных конструкций 30 м» в Челябинске, Челябинской области.

Проект включает шесть основных разделов. Первый раздел охватывает архитектурное проектирование и планировку объекта. Второй компонент посвящен инженерным расчетам и конструктивным решениям. Третья часть описывает технологические процессы. Четвертый раздел раскрывает организационные аспекты. Пятый компонент содержит экономическое обоснование. Завершающая часть рассматривает меры по обеспечению безопасности и защите окружающей среды.

Архитектурно-строительный раздел включает детальный анализ пространственной организации объекта, специфику применяемых конструкций здания, расчетные показатели теплопроводности кровельного покрытия и наружных стен.

Расчетно-конструктивный раздел: металлическая ферма перекрытия прошла полный комплекс инженерных расчетов с последующей разработкой детальной конструкторской документации, включающей чертежи узлов и элементов, а также спецификации материалов.

Технологический раздел включает детальную последовательность монтажа фундаментных конструкций с указанием расчетных показателей материалов, оснащения и механизированных средств для выполнения строительных операций. При разработке документации учтены нормативные требования к объемам и срокам производства работ, а также технические характеристики применяемого оборудования.

Строительный раздел включает расчеты необходимых монтажных операций, материалов и конструктивных элементов. Произведен подбор специализированного оборудования, составлена детальная

последовательность выполнения строительных процессов с отражением на стройгенплане.

Экономические показатели базируются на актуализированных сметных нормативах по состоянию на начало 2025 года, позволяющих определить совокупные затраты на возведение объекта.

Анализ производственных факторов риска включает комплексное исследование пожароопасных ситуаций и оценку воздействия технологических процессов на экологическую обстановку. Рассмотрены основные источники загрязнения природной среды, методы предотвращения аварийных ситуаций и способы минимизации негативного влияния на окружающие экосистемы.

Полный комплект документации содержит обширную текстовую часть с детальным описанием и восемь чертежей, выполненных на листах стандартного формата А1.

Содержание

Введение.....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Планировочная организация земельного участка.....	8
1.3 Объемно-планировочное решение.....	9
1.4 Технология производственных процессов.....	10
1.5 Конструктивное решение.....	11
1.5.1 Фундаменты.....	11
1.5.2 Колонны.....	12
1.5.3 Перекрытия и покрытие.....	13
1.5.4 Стены и перегородки.....	14
1.5.5 Лестницы.....	14
1.5.6 Ворота, двери и окна.....	14
1.5.7 Полы.....	15
1.6 Архитектурно-художественное решение здания.....	15
1.7 Инженерное оборудование.....	16
1.8 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	19
1.8.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания.....	19
1.8.2 Теплотехнический расчет покрытия здания.....	22
2.1 Описание конструкции.....	24
2.3 Описание расчетной схемы.....	34
2.4 Расчёт стропильной фермы.....	34
2.4.1 Схема приложения распоров и опорных моментов.....	35
2.4.2 Определение усилий в стержнях фермы.....	36
2.4.3 Подбор и проверка сечений стержней ферм.....	43
2.4.4 Расчет измененных поясов.....	57
2.4.5 Расчет сварных швов.....	60
2.4.6 Расчет узлов сопряжения фермы с колонной.....	61
3 Технология строительства.....	65
3.1 Область применения технологической карты.....	65
3.2 Технология и организация производства работ.....	65
3.2.1 Требование законченности подготовительных работ.....	65
3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий.....	66
3.2.3 Выбор основных грузозахватных устройств.....	66
3.2.4 Основные технологические операции.....	67
3.2.5 Выбор монтажного крана.....	68
3.3 Требование к качеству и приемке работ.....	68
3.4 Потребность в материально-технических ресурсах.....	69

3.5 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность	69
3.6 Техничко-экономические показатели	75
3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени	75
3.6.2 График производства работ	76
3.6.3 Основные ТЭП.....	76
4 Организация и планирование строительства	78
4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ	78
4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях	81
4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ	82
4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени	83
4.5 Разработка календарного плана производства работ	84
4.6.1 Расчет площадей складов.....	85
4.6.2 Расчет и подбор временных зданий	87
4.6.3 Расчет и проектирование сетей водоснабжения и водоотведения	88
4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения	88
4.7 Проектирование строительного генерального плана	91
4.8 Техничко- экономические показатели ППР.....	92
5 Экономика строительства	94
6 Безопасность и экологичность объекта.....	99
6.1 Технологическая характеристика объекта	99
6.2 Идентификация профессиональных рисков	99
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	100
6.4 Идентификация классов и опасных факторов пожара	101
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	103
Заключение	107
Список используемых источников и литературы	109
Приложение А Дополнительные данные к разделу организация строительства	111

Введение

Актуальность темы ВКР «Цех по производству пиломатериалов с пролетом основных конструкций 30м» обусловлена необходимостью выбора технически оправданных архитектурно-планировочных и организационно-технологических решений при строительстве объектов.

Цех по производству пиломатериалов позволяет удовлетворить потребности различных отраслей, где используется лесопильная продукция, в том числе и в строительстве: пиломатериалы служат заготовкой для конструктивных деталей каркаса дома, стропильной системы, клеёного бруса, отделочных материалов и других элементов.

Целью ВКР является разработка проектных решений по строительству цеха по производству пиломатериалов в пролетом основных конструкций 30м.

Для достижения цели данной работы выполняются задачи:

- разработка архитектурно-планировочных решений объекта;
- расчет конструктивных элементов;
- разработка технологической карты, как элемента проекта производства работ;
- разработка решений по организации строительства, календарного плана и стройгенплана, как элементов проекта производства работ;
- сметные расчеты по укрупненным показателям;
- мероприятия по безопасности, оценке возможных рисков при проведении работ и их минимизация.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Темой дипломного проекта является «Цех по производству пиломатериалов с пролётом из основных конструкций 30 м.» в г. Челябинск Челябинской области.

Характеристики района строительства:

- район строительства г. Челябинск Челябинской области;
- «климатический район строительства IV с расчетной зимней температурой наружного воздуха: $t_n = -32$ °С;
- с нормативной глубиной промерзания грунта: -1,6 м;
- со скоростным напором ветра: 30 кг/м².
- средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха менее + 8 °С, $t_{нт} = -6,6$ °С;
- средняя продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее + 8 °С, $Z_{нт} = 212$ день;
- расчетная снеговая нагрузка $S = 210$ кг/м²»[10].

«На строительной площадке согласно инженерно-геологическим изысканиям залегают следующие грунты» [12]:

- почвенно-растительный слой;
- преобладающие грунты суглинки.

«Грунтовые воды расположены ниже отметки 2,5 м, произведены работы по уплотнению грунтов естественного залегания и устройству грунтовых подушек» [9].

«Класс и уровень ответственности сооружения КС2 (Нормальный)»[12].

«Класс функциональной пожарной опасности здания Ф5.1. Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские»[12].

«Класс здания по конструктивной пожарной опасности: С0 »[12].

«Степень огнестойкости: II» [12].

«Категория здания (сооружения) по взрывопожарной и пожарной опасности В» [10].

1.2 Планировочная организация земельного участка

«На участке строительства помимо проектируемого здания располагаются: АБК, КПП, блок складов, энергоблок, автовесовая.

Участок под строительство производственного здания имеет спокойный рельеф и находится на окраине города Челябинск. Участок свободен от застройки, а инженерные сети, находящиеся на площадке, подлежат выносу.

В горизонтальном и вертикальном отношении посадка проектируемого здания решена с учётом существующей застройки. По данному участку проходят: сеть канализации и тепло-водоснабжения, телефонная линия и линия подземного электрокабеля.

Расположение и ориентация здания на участке выполнено с соблюдением требований» [12].

«Покрытие проездов и площадок принято асфальтобетонным, покрытие тротуаров – тротуарная плитка» [13].

«На площадке и пешеходных дорогах устраиваются скамейки для отдыха, а также урны под мусор. Для освещения дорожек, в темное время суток они оснащены осветительными фонарями. Отвод поверхностных вод решён по спланированным проездам в ливневую канализацию.

Инженерные сети решены в подземном варианте» [3].

«Административно-обслуживающее здание отдельностоящее. Схема движения автотранспорта – кольцевая. Автодорога двух полосная шириной 6 м, радиус кривизны проезжей части 1 м. Ширина тротуаров 1,5 м» [5]. Произведен расчет технико-экономических показателей генплана, которые представлены на Лист 1.

Площадка перед главным входом и тротуары устроены с покрытием из тротуарной плитки. Основные дороги выполнены с асфальтовым покрытием.

Радиус закругления в местах подъезда к территории проектируемого здания не менее 6 м.

Отвод поверхностных вод запроектирован от зданий к лоткам автодорог с последующим выпуском на рельеф.

Таблица 1 - Технико-экономические показатели генерального плана

«Наименование	Единица измерения	Количество
Площадь территории	м ²	10000
Площадь застройки	м ²	5333
Коэффициент застройки	-	0,52
Площадь дорог, тротуаров, площадок	м ²	2200
Площадь озеленения	м ²	2767
Коэффициент озеленения	-	0,21» [9]

Площадь территории составляет 10000м².

1.3 Объемно-планировочное решение

Объёмно-планировочное решение здания выполнено исходя из условий задания на проектирование и требований нормативных документов.

«Промышленное здание представляет собой одноэтажное 3-х пролетное производственное здание, в котором размещены все основные технологические процессы.

Здание состоит из трёх параллельных блоков пролетами 30 м. Пролеты выполнены высотой 10,8 м. Здание имеет в плане прямоугольную форму с размерами в осях «1»-«16» – 90,0 м, в осях «А»-«П» – 72,0 м Здание

оборудовано подъемным транспортом тремя мостовыми кранами грузоподъемностью 10,0 тонн» [4].

«За нулевую отметку принята отметка чистого пола.

Планировочная отметка земли $-0,15$ м

В здании предусмотрены ворота размером $4,2 \times 4,2$ м для эвакуации людей и въезда автомобильного транспорта» [13].

Таблица 2 - Техничко- экономические показатели здания

Наименование	Ед. измер.	Количество
Общая площадь	м^2	6635,95
Рабочая площадь	м^2	6578,56
Подсобная площадь	м^2	57,39
Конструктивная площадь	м^2	102,36
Площадь застройки	м^2	6657,21
Строительный объём	м^3	115829,78
Планировочный коэффициент K_1		0,99
Планировочный коэффициент K_2		17,61
Планировочный коэффициент K_3		1,28

Из таблицы видно, что общая площадь объекта составляет $6635,95 \text{ м}^2$.

1.4 Технология производственных процессов

«Технологический процесс изготовления изделий из пиломатериалов делится на ряд этапов или стадий:

- сушка пиломатериалов;
- раскрой пиломатериалов на черновые заготовки;
- первичная механическая обработка или механическая обработка черновых заготовок с целью получения чистовых заготовок;
- механическая обработка чистовых заготовок с целью получения деталей;
- сборка деталей в сборочные единицы;
- механическая обработка сборочных единиц;

- сборка сборочных единиц и деталей в изделие;
- отделка деталей и сборочных единиц или собранного изделия» [10].

Последовательность и состав стадий может изменяться в зависимости от вида и конструкции изделия, применяемых материалов.

Проектируемый цех позволяет разместить все эти процессы в одном здании за счёт применения пролётов длиной 30 м.

1.5 Конструктивное решение

Данное промышленное здание выполняется по каркасной схеме. В качестве материала для каркаса принят железобетон и металл. «Несущий каркас здания состоит из поперечных рам, образованных колоннами и несущими конструкциями покрытия, и продольных элементов фундаментных, подкрановых и обвязочных балок, подстропильных конструкций, плит покрытия и связей» [5].

1.5.1 Фундаменты

«В здании применяются типовые монолитные столбчатые железобетонные фундаменты под колонны состоят из подколонника и двухступенчатой плитной части. Отметка верха подколонника принята - 0,150м. Высота ступеней плитной части 0,3м» [7].

«Фундаменты условно разделены на 2 части: подколонник и плиту, которая имеет 3 ступени. Под фундаментами предусмотрено устройство подготовки в виде слоя бетона марки М 50 толщиной 100 мм. Фундамент под смежные колонны в температурных швах выполняется общий, независимо от числа колонн.

Привязка фундаментов к разбивочным осям определяется привязкой колонн. Плита фундаментов армируется по низу подошвы сварными сетками.

Гидроизоляция фундамента - отмостка из асфальтобетона (класса прочности В15) $h = 30$ мм на на уплотнённом щебне $h = 100$ мм.

Горизонтальная гидроизоляция предусмотрена на отметке $0.000 h = 30$ мм из цементно-песчаного раствора 1:2» [14].

«Фундаментные балки железобетонные типа ФБб по серии 1.415-1.

Внутренние и наружные самонесущие стены опираются на фундаментные балки, посредством которых передают нагрузку на фундаменты колонн каркаса. Фундаментные балки укладывают на специально заготовленные бетонные столбики, устанавливаемые на обрезы фундаментов.

В данном проекте запроектированы тавровые фундаментные балки, т.к. они более экономичны по расходу бетона и стали. Во избежание деформаций при замерзании грунтов, балку с боков и снизу засыпают шлаком. Верхняя грань фундаментной балки расположена на отметке -0.030 » [11].

Поверх балки укладывается гидроизоляция из цементно-песчаного раствора.

1.5.2 Колонны

Колонны приняты стальные для пролётов в осях 1-16, с шагом крайних колонн 6 м, средних колонн 12 м, высота пролёта 10,8 м. Привязка крайних колонн нулевая, средних по оси симметрии колонн.

«Фахверк - это дополнительные элементы каркаса, предназначенные для крепления стенового ограждения. По материалу стойки фахверка стальные» [4].

«Стальные колонны торцового фахверка выполняются из сварных двутавров высотой 0,5м. Они воспринимают ветровую нагрузку и массу панельных стен. Оголовки колонн располагаются на одном уровне с оголовками основных колонн - на 150мм ниже пояса фермы.

Привязка торцевых фахверковых стоек к поперечным осям принимается «нулевой»» [16].

«Сопряжения элементов фахверка с конструкциями покрытий и подкрановыми балками запроектированы из условий обеспечения

возможности независимых перемещений их в вертикальной плоскости. Фахверковые колонны прямоугольного сечения крепятся к фундаменту при помощи двух анкерных болтов. Для этого поверх фундамента устанавливается строго по осям и по уровню стальной лист. Колонна свободно устанавливается на этот лист и приваривается к нему с помощью своих закладных деталей. »[16].

1.5.3 Перекрытия и покрытие

Металлические фермы с малым уклоном, размещенные между осями 1-16, охватывают пролет длиной 24 метра. Конструкция перекрытия включает стальные балки номер 22, установленные с интервалом 3 метра, поверх которых монтируется профилированный настил.

Водоотвод принят внутренний организованный.

Соединение кровельной конструкции с вертикальными ограждающими элементами здания выполняется двумя способами. Первый вариант представляет собой карнизное решение с вынесенными железобетонными плитами по периметру крыши. Второй способ реализуется на торцевых участках посредством установки возвышающихся парапетных панелей.

«Внутренние водоотводные системы кровли выполняются из чугунных патрубков диаметром 100мм, обеспечивающих соединение с канализационной сетью. Конструкция водоприемной воронки включает расширенный патрубок для подключения к стояку, фиксирующее кольцо, корпус воронки и защитный колпак с прорезями. При монтаже водоприемных воронок соблюдается отступ 450 мм между их осевой линией и основной разбивочной осью как в центральных, так и в крайних ендовах кровли» [8].

Организованная система внутреннего водостока требует особого подхода к гидроизоляции. Вокруг водосточных воронок производится дополнительное армирование основного гидроизоляционного покрытия. Усиление достигается путем наложения двух дополнительных слоев

руберида и стеклоткани. Надежная фиксация обеспечивается прижимными кольцами, которые закрепляют края материала по периметру воронки, как показано в графических материалах на листе 3.

1.5.4 Стены и перегородки

Конструктивная схема стены – навесные с проёмами остекления.

«Стеновые панели по теплоизолирующим свойствам предназначены для устройства стен отапливаемых каркасных промышленных зданий с шагом пристенных колонн 6м.

Для пролётов в осях 1-16 приняты стеновые панели для отапливаемых зданий из сэндвич панелей марки ПМС 72.1,3-Р-3» [9]

Навесные панели крепятся к стальным колоннам гибким стальным прутком с шайбой – фиксатором положения внутренней грани панелей. Парапетные панели связываются сцепом из крюка и петли, выполненные из арматурной стали.

1.5.5 Лестницы

Для обслуживания мостовых кранов применяют стальные лестницы. «Для подъема на кровлю пристраиваемого производственного корпуса предусмотрена стальная пожарные лестницы (см. план кровли)» [4].

1.5.6 Ворота, двери и окна

«Естественное освещение производственного корпуса обеспечивается через световые проемы в наружных стенах здания, закрытых в административном и производственном блоке остеклением, выполненном по технологии двойной стеклопакет, отвечающие техническим условиям ГОСТ 24866-2014»[14].

«Окна приняты металлические со стеклом и стеклопакетом ГОСТ 11214-2003. В оконных проемах устанавливаются подоконные плиты и сливы из оцинкованной стали.

Двери наружные – металлические, тамбурные – из ПВХ профилей» [2].

«Двери внутренние – из ПВХ профиля в помещениях с нормальным режимом, деревянные сантехнические – в санитарно- бытовых помещениях» [3].

«Ворота предусматривают для проезда транспорта, для прохода людей в воротах установлены калитки, - устанавливаются в наружных панельных стенах. Для автомобильного транспорта размер ворот принимается 3,6*3,6 м. По принципу действия – распашные. Ворота поставляются комплектом: створки ворот, рама ворот. Створки имеют каркас из стальных труб прямоугольного сечения» [11].

1.5.7 Полы

Уровень пола первого этажа находится выше планировочной отметки примыкающей территории на 150 мм.

Полы по грунту. Состав пола:

- покрытие из слоя бетона марки 400;
- теплоизоляционные плиты;
- гидроизоляционный слой из литого асфальтобетона.

1.6 Архитектурно-художественное решение здания

«Архитектурное решение фасадов представляет собой единый объем простой формы. Композиционные приемы основаны на компоновочных решениях, обеспечивающих рациональное использование здания в соответствии с функциональным назначением, просты и лаконичны. Применяемые материалы наружных стен диктуют фактуру и членение, задавая ритм размещения элементов фасада» [8].

«В качестве композиционного приёма при оформлении фасадов используется сопоставление горизонтальных и вертикальных направлений отдельных элементов фасада.

Вертикальное членение формирует стык сэндвич-панелей» [14].

«Отделка наружных стен – трехслойные металлические сэндвич-панели с минераловатным утеплителем толщиной 100 мм, RAL 1015 (цвет песочный).

Кровля оформлена фасонными торцевыми и коньковыми элементами» [11].

«Применение отделочных материалов на путях эвакуации должно соответствовать требованиям таблицы 28 Федерального закона №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [26]:

- вестибюли, лестничные клетки - не более КМ2;
- общие коридоры - не более КМ3.

Для покрытий полов:

- вестибюли, лестничные клетки - не более КМ3;
- общие коридоры - не более КМ4.

«На путях эвакуации предусмотрена отделка стен, потолков и покрытия полов в соответствии ст. 134, табл. 28 №123-ФЗ» [26]. В существующем АБК на путях эвакуации:

- окраска потолков водоэмульсионной краской;
- стены оштукатуриваются, выполняется высококачественная окраска по грунтовке.
- полы – полимер-цемент по цементно-песчаной стяжке или аналогичное покрытие.

1.7 Инженерное оборудование

Водопроводные системы зданий обеспечивают различные нужды потребителей. Основные направления расходования воды включают питьевые, хозяйственно-бытовые и производственные цели. Грамотно

спроектированная система распределения водных ресурсов гарантирует бесперебойное снабжение всех точек потребления необходимыми объемами воды требуемого качества:

- хозяйственно-питьевая;
- противопожарная.

Система внутреннего пожаротушения рассчитана на подачу воды со скоростью 10,4 литра в секунду. Водопроводная сеть обеспечивает минимальный свободный напор 25 метров при повседневном использовании для хозяйственных и производственных целей. При возникновении пожара напор в системе автоматически повышается до 34 метров.

Система оборотного водоснабжения компрессорного оборудования обеспечивает непрерывное охлаждение агрегатов. Два насосных агрегата мощностью 45 кубометров в час при напоре 30 метров осуществляют циркуляцию охлажденной воды. Суточный объем циркулирующей воды достигает 187,5 кубических метров. Восполнение потерь жидкости производится через резервуар охлаждающей градирни.

Канализация:

Классификация сточных вод, формирующихся в процессе эксплуатации зданий, включает несколько основных разновидностей. При отведении стоков от жилых и общественных сооружений учитывается их происхождение и состав загрязняющих веществ:

- бытовые;
- производственные;
- дождевые.

Суточные объемы сточных вод распределяются следующим образом: коммунально-бытовые стоки составляют 1,88 кубометров, производственные отходы достигают 63,28 кубометров, а поверхностный сток равняется 8,2 кубометрам. При расчетах учитывались нормативные показатели водоотведения для различных категорий потребителей согласно установленным требованиям.

Монтаж внутренней канализационной системы выполняется полипропиленовыми трубами с условным проходом от пятидесяти до ста пятидесяти миллиметров. Подключение к действующим коммуникациям обеспечивает отведение хозяйственно-бытовых стоков за пределы здания.

Системы микроклимата помещений включают комплексное решение для поддержания оптимальной температуры воздуха. Перегретая вода, циркулирующая при температурном режиме 130-70 градусов Цельсия, обеспечивает функционирование отопительных приборов и калориферных установок. Паровые системы с рабочим давлением 0,8 МПа и 0,4 МПа применяются для обслуживания производственного оборудования.

Отопительная система помещения организована по двухтрубному принципу, где магистрали располагаются внизу, а теплоноситель движется попутным способом. Воздухоотведение реализуется посредством специальных кранов, вмонтированных в верхние части радиаторов. Магистральные трубы, уложенные в подпольное пространство, защищены теплоизоляционным покрытием для минимизации тепловых потерь.

Вентиляционная система производственного комплекса включает механизированную приточно-вытяжную схему с элементами естественной циркуляции воздушных потоков. Монтированные на кровле вентиляционные агрегаты обеспечивают эффективный отвод воздушных масс из верхних участков цеха. Подача свежего воздуха во вспомогательных зонах осуществляется через распределительные устройства, размещенные в верхнем сегменте пространства. Локальные вытяжные установки, интегрированные с производственным оборудованием, выполняют функцию удаления отработанного воздуха из верхних зон помещений.

Электроснабжение производственного объекта осуществляется посредством двух независимых кабельных линий от действующих электросетей с номинальным напряжением 380/220 В. Электроприемники производственного помещения входят в группу потребителей второй категории надежности электроснабжения. Совокупная установленная

мощность электрооборудования достигает 331 кВт при расчетной нагрузке 247,6 кВт.

Радиосигнал поступает в производственный цех через внешние сети радиотрансляции. Монтаж оборудования осуществлен посредством радиостойки, размещенной на верхней части здания. Система радиофикации обеспечивает бесперебойную передачу сигнала во все помещения комплекса.

Монтаж кабельных телефонных сетей в здании осуществляется через внешний ввод, обеспечивая надежное подключение к городской телекоммуникационной инфраструктуре.

Проектом предусмотрена пожарная и охранная сигнализации.

1.8 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

1.8.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания

Район строительства: Челябинск.

Тип здания или помещения: производственные.

Вид ограждающей конструкции: наружные стены.

«Согласно таблице 1 СП 50.13330.2012 [17], при температуре внутреннего воздуха здания $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\phi_{в}=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный» [17].

«Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ по формуле (1)» [6]:

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

«где $t_{в}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха в здании, принимаемая по [17], $^{\circ}\text{C}$, $t_{в} = 18$;

$t_{\text{ов}}$ – средняя температура наружного воздуха, °C принимаемая по таблице 1 СП 131.13330.2020 [20] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °C : $t_{\text{ов}} = -6.6^{\circ}\text{C}$;

$z_{\text{от}}$ – продолжительность, сут, отопительного периода принимаемая по таблице 1 СП131.13330.2020 [20] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °C; $z_{\text{от}} = 212$ сут»[17].

Тогда:

$$\text{ГОСП} = (18 - (-6.6)) \times 212 = 5215,2^{\circ}\text{C} \times \text{сут.}$$

«Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Ro^{TP} , исходя из нормативных требований к теплозащите здания по п. 5.2 СП 50.13330.2012, согласно формуле 2» [7]:

$$Ro^{\text{TP}} = a \times \text{ГОСП} + b, \quad (2)$$

«где a и b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 [17] для соответствующих групп зданий.

Так, для ограждающей конструкции вида «наружные стены» и типа здания «производственные» $a = 0,0002$; $b = 1$ »[17]. $a = 0,0002$; $b = 1$ »[17].

«По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи Ro^{TP} ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$).»[17]

$$Ro^{\text{норм}} = 0,0002 \times 5215,2 + 1 = 2,04 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт.}$$

«Поскольку населенный пункт относится к зоне влажности – сухая, при этом влажностный режим помещения – нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП 50.13330.2012 [17] теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий

эксплуатации А»[17]. Конструкция наружной стены из сэндвич-панели представлена на рисунке 1, а состав стены для расчета – в таблице 3.

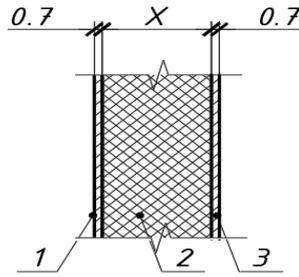


Рисунок 1 – Конструкция наружной стены из сэндвич-панелей в пристраиваемом корпусе

Таблица 3 – Характеристика ограждающей конструкции наружной стены

«№ Слой»	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² °С)» [17]
1	Стальной лист	0,0007	58
2	Утеплитель– пенополистирол	X	0,052
3	Стальной лист	0,0007	58

«Определяем предварительную толщину утеплителя из условия $R_{0}^{тр} = R_0$ по формуле (3):

$$\delta_{ут} = \left(R_{тр} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_н} \right) \right) \cdot \lambda_{ут}, \text{ м}, \quad (3)$$

$$\delta_{ут} = \left(2,04 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,0007}{58} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,052 = 0,097 \text{ м}$$

Принимаем толщину слоя утеплителя из конструктивных соображений $\delta_{ут} = 0,1 \text{ м.}$ » [15]

Определяем сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции по формуле 4.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_н}, \quad (4)$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{23} = 2,08 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

Проверяем удовлетворяет ли стена техническим требованиям: $R_0 \geq R_0^{TP}$.

Вывод: $2,08 > 2,04$ – условие выполнено, конструкция удовлетворяет теплотехническим требованиям. Толщину стены принимаем 100 мм.

1.8.2 Теплотехнический расчет покрытия здания

Район строительства: г. Челябинск

Тип здания или помещения: Производственные

«Вид ограждающей конструкции: покрытие»

Согласно таблице 1 СП 50.13330.2012, при температуре внутреннего воздуха здания $t_b = 18$ °С и относительной влажности воздуха $\phi_b = 55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный» [17].

«Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче R_0^{TP} ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$), исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче по формуле (1). Для ограждающей конструкции вида «покрытие» и типа здания «производственные» $a = 0,00025$; $b = 1,5$.» [14]

$$R_0^{норм} = 0,00025 \times 5215,2 + 1,5 = 2,8 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

«Поскольку населенный пункт относится к зоне влажности – сухая, при этом влажностный режим помещения – нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.» [17] Состав слоев кровельного покрытия пристраиваемого производственного корпуса приведен в таблице 4.

«Определяем предварительно толщину утеплителя из условия $R_0^{TP} = R_0$ по формуле (5):

$$\delta_{ут} = \left(R_{TP} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right) \cdot \lambda_{ут}, \text{ м,} \quad (5)$$

$$\sigma_{ут} = \left(2,8 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,04}{0,038} + \frac{0,0012}{4,5} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,042 = 0,065 \text{ м}$$

Принимаем толщину слоя утеплителя ТЕХНОРУФ В 60 $X_1 = 0,030$ м, утеплителя ТЕХНОРУФ В 30 $X_2 = 0,040$ м.» [12]

Таблица 4 – Характеристика ограждающей конструкции покрытия

«№ слоя»	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °С)» [17]
1	Полимерная мембрана ТехноНИКОЛЬ	0,0012	4,5
2	Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ В 60	X_1	0,042
3	Уклонообразующий слой ТЕХНОРУФ В 30 Клин	0,04	0,038
4	Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ В 30	X_2	0,042
5	Рулонная пароизоляция 1 слой пергамина	0,005	0,17
6	Профнастил	0,005	58

«Определяем сопротивление ограждающей конструкции

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H} =$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,04}{0,042} + \frac{0,04}{0,038} + \frac{0,03}{0,042} + \frac{0,0012}{4,5} + \frac{1}{23} = 2,90 \text{ м}^2\text{С/В}$$

Проверяем удовлетворяет ли стена техническим требованиям: $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$.

Вывод: $2,90 > 2,8$ – условие выполнено, конструкция удовлетворяет теплотехническим требованиям» [13].

Выводы по разделу:

В архитектурно-планировочном разделе выпускной квалификационной работы были выполнены следующие чертежами: 4 фасада; планы этажа, фундамента, покрытия; 2 разреза, узел, план кровли и СПОЗУ.

«В пояснительной записке описаны принятые объемно-планировочное решение и конструктивные решения реконструируемого здания. Были осуществлены теплотехнические расчеты ограждающих конструкций здания стен и кровли» [5]. Выполнено описание архитектурно-художественного решения здания, в котором отражены принятые цветовые и композиционные приемы фасада.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Описание конструкции

Производственный комплекс лесопильного предприятия, размещенный в промышленной зоне Челябинска, включает основной цех с пролетным строением шириной 30 метров для изготовления пиломатериалов различного назначения.

Здание цеха одноэтажное, размерами в осях 72,0×90,0 м.

Сетка колонн проектируемого здания 6000×6000 мм.

Максимальная высотная отметка строения, измеренная от поверхности грунта до верхней точки конструкции, достигает 18,355 метров.

Здание возведено по каркасному принципу, где основную нагрузку воспринимает металлический каркас. Наружные стены выполнены из многослойных панелей, включающих минеральную вату как теплоизоляционный материал.

Каркас – из стальных гнутых и прокатных профилей.

Конструкция кровли производственного помещения базируется на фермах, изготовленных методом сварки прямоугольных профилей. Монтаж несущих элементов осуществлен посредством шарнирного крепления. Прочность торцевых секций обеспечивается горизонтальными связями, закрепленными вдоль верхнего пояса ферменных конструкций.

Выполнение расчетных операций для стальной фермы с расчетным пролетом тридцать метров включает анализ несущих конструкций и определение нагрузочных характеристик.

Строительные нормативы регламентируют параметры стропильных ферм производственных объектов. При использовании плоской кровли и ферменных конструкций с двойными уголковыми элементами следует руководствоваться положениями ГОСТ 23119-99. Согласно стандарту, для пролета длиной 30 метров высотный параметр фермы Нф устанавливается на отметке 3150 миллиметров.

Привязка $a=500\text{мм}$

$h_B=2 \cdot a=500 \cdot 2=1000\text{ мм}$

«При проектировании нижней части ступенчатой колонны требуется обеспечить безопасный зазор между осью подкрановой балки и осью колонны. Минимальное расстояние l_1 рассчитывается по формуле $l_1 \geq B_1 + (h_B - a) + 75$, что гарантирует беспрепятственное перемещение крана вдоль производственного помещения без риска столкновения с конструкцией.

B_1 представляет собой величину вылета кранового моста относительно оси подкранового рельса. Согласно государственному стандарту для мостовых кранов данный параметр составляет 400 миллиметров, что документально подтверждено в приложении 1 нормативного источника» [5].

«Нормативный зазор, регламентируемый ГОСТом для обеспечения безопасной эксплуатации кранового оборудования относительно колонны, составляет 75 миллиметров. Расчетная привязка первой колонной оси определяется суммой следующих величин: базовое значение 400 мм, конструктивный параметр 1000 мм, уменьшающий коэффициент 500 мм и нормативный зазор 75 мм, что в итоге дает значение 975 миллиметров» [4].

«Расчетная длина l_1 определяется исходя из требования кратности 250 миллиметрам. При вычислении оптимального значения выбрана величина 1000 миллиметров как минимальное число, соответствующее заданным параметрам.

Проектное решение подкрановой ветви предусматривает размещение оси колонны вдоль центральной линии опорной балки. Расчетные параметры нижней секции определяются суммированием базовой величины 1000 миллиметров и конструктивного отступа 500 миллиметров, что формирует итоговое сечение 1500 миллиметров» [5].

Пролет мостового крана $l_K = l - 2l_1 = 30000 - 2 \cdot 1000 = 28000\text{мм}$

2.2 Сбор нагрузок

Постоянные нагрузки представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Постоянные нагрузки на 1 м² покрытия

«Вид нагрузки	Нормативная величина. кг/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная величина нагрузки. кг/м ²
Профнастил	12.5	1.05	13.125
Прогоны	12	1.05	12.6
Фермы стропильные	35	1.05	36.75
Связи по покрытию	8	1.05	8.4
Итого	67.5		70.9» [12]

«Погонная нагрузка на ригель поперечной рамы от веса покрытия включая собственный вес фермы и связей по покрытию, при шаге рам $B=6$ м

$$g_{\Pi} = \frac{\gamma_H \cdot g_{KP} \cdot b_{\Phi}}{\cos \alpha} = 1 \cdot 70.9 \cdot 6 / 1 = 425.4$$

g_{Π} – расчетная равномерно распределенная нагрузка на ригель рамы

g_{KP} – постоянная поверхностная распределенная нагрузка от покрытия

b_{Φ} – шаг колонн

Опорная реакция ригеля рамы» [1]

$$F_R = \frac{g_{\Pi} \cdot l}{2} = 425.4 \cdot 30 / 2 = 6381 \text{ кг}$$

Собственный вес колонны принимается для каркаса здания с кранами с удельной металлоемкостью $g_k=50$ кг/м²

$$G_e = q_{\text{кол}} \cdot B \cdot L / 2 \cdot \gamma_f \quad (6)$$

Вес надкрановой части колонны равен (20% веса)

$$G_B = 0.2 \cdot (50 \cdot 6 \cdot (30/2) \cdot 1.05) / 1000 = 0.94 \text{ т}$$

Подкрановой части (80% веса)

$$G_H = 0.8 \cdot (50 \cdot 6 \cdot (30/2) \cdot 1.05) / 1000 = 3.78 \text{ т}$$

«Вес стенового ограждения с остеклением в уровне верхней и нижней частях колонны соответственно равен» [2]:

$$G_{\text{ст,в}} = 6 \cdot 1.2 \cdot 2.4 \cdot 0.035 + 6 \cdot (9 - 2.4) \cdot 0.029 + 0.95 = 2.7 \text{ т}$$

$$G_{\text{ст,н}} = 6 \cdot 1.2 \cdot 5 \cdot 0.035 + 6 \cdot (12.6 - 5) \cdot 0.029 + 3.78 = 6.36 \text{ т}$$

(включая вес этой части колонны), рисунок 2.

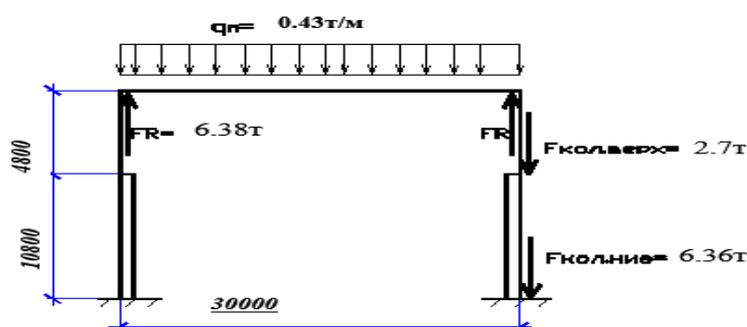


Рисунок 2 - Постоянная нагрузка на поперечную раму

Снеговую нагрузку определяем согласно СП 20.13330.2016 п. 10.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле 7:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (7)$$

где c_e - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10,5 [2]

c_t - термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10,6 [2]

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10,4 [2]

S_g –Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии с 10.2[2]

«Нормами проектирования СП 20.13330,2016 Нагрузки и воздействия предусмотрено районирование территории России по весу снегового покрова на поверхности земли, находящейся на высоте не более 1500м над уровнем моря (карта 1 приложение Ж СП 20.13330,2016) выделено восемь снеговых районов» [10].

«г. Челябинск- Приложение К СП 20.13330 $S_g= 195$ (кгс/м²),

Покрытие здания плоское с уклоном менее 30 гр. $\mu =1$

Средняя скорость ветра за зимний период $v=4$ м/с

Коэффициент k учитывающий изменение ветрового давления по высоте, при высоте покрытия $H=22.8$ м и типе местности V равен 0.89» [3]

$$c_e=(1,2-0,1 \cdot v \cdot \sqrt{k})(0,8+0,002b)=(1,4-0,4 \cdot (0,89)) \cdot (0,8+0,002 \cdot 56,3)=0,93$$

согласно п. 10.9 б данный коэффициент не применяем

$$c_t = 1,0.$$

Нормативное значение снеговой нагрузки

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g = 1 \cdot 1 \cdot 195 = 195 \text{ кг/м}^2$$

«Расчетное значение снеговой нагрузки получаем умножением нормативного значения на коэффициент надежности для снеговой нагрузки $\gamma_f=1,4$ согласно п. 10,12» [2]

$$S = S_0 \cdot \gamma_f = 195 \cdot 1,4 = 273 \text{ кг/м}^2$$

$g_{CH} = S \cdot b_\phi$ -расчетная линейная нагрузка на ригель рамы от снега

b_ϕ - шаг ферм

$$g_{CH} = 0,273 \cdot 6 = 1,64 \text{ т/м}$$

Опорная реакция ригеля рамы, рисунок 3.

$$F_R = \frac{g_{CH} \cdot l}{2} = \frac{1,64 \cdot 30}{2} = 24,6 \text{ т/м}$$

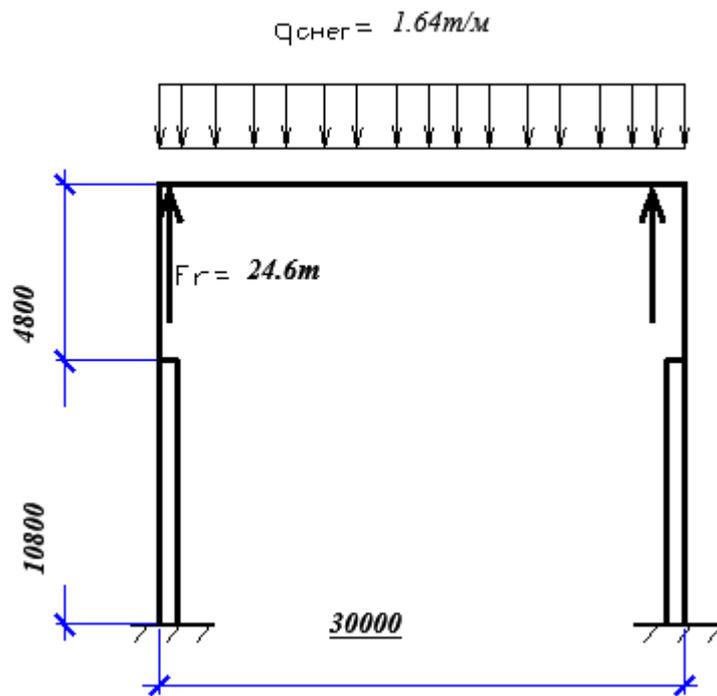


Рисунок 3 - Снеговая нагрузка на поперечную раму

«Грузоподъемность крана 50/12.5т, Шаг колонн 6м, пролет крана $L_k=28$ м, ширина моста $B=6.86$ м. база крана $K=5.6$ м, высота крана $H=3.15$ м, давление колеса $R_{\text{макс}}=41.5$ т, давление колеса $R_{\text{мин}}=14.2$ т, масса тележки $G_t = 13.5$ т, - масса крана с тележкой $G = 59.5$ т, грузоподъемность $Q=50$ т, рисунок 4.» [4]

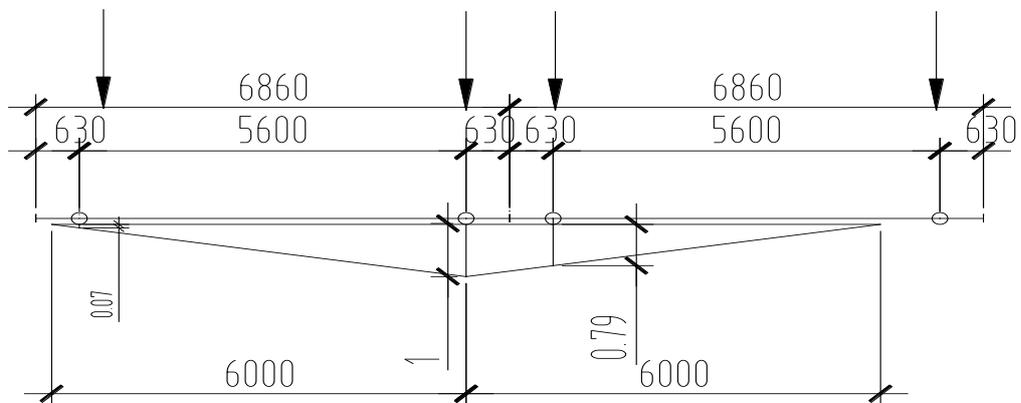


Рисунок 4 - Линия влияния мостового крана

$$D_{MAX} = \gamma_H \cdot (n \cdot n_C \cdot \sum F_{K.MAX} \cdot y + n \cdot G_n + n \cdot g_n \cdot b_T \cdot b), \quad (8)$$

«где D_{MAX} – расчетное усилие передаваемое на колонну колесами крана

n – коэффициент перегрузки

n_C – коэффициент сочетаний

$F_{K.MAX}$ – нормативное вертикальное усилие колеса

y – ордината линии влияния

G_{II} – нормативный вес подкрановых конструкций (условно включаемый во временную нагрузку)

g_H – полезная нормативная нагрузка на тормозной площадке (1,3кН/м²)

b_T – ширина тормозной площадки

b – шаг колонн

$n_C = 0.95$ зависит от условий работы крана (для тяжелого режима работы крана)

$n = 1.1$ – нормативно установленное значение для крановой нагрузки»

[2]

«Нормативный вес подкрановой балки

$$G_{II} = (40 \cdot 6 \cdot 30 / 2) / 1000 = 3.6 \text{ т}$$

Принимаю распределенный вес подкрановой балки 150кг/м²» [4]

$$b_T = 1.5 \text{ м} \quad b = 6 \text{ м}$$

$$D_{MAX} =$$

$$1 \cdot 1.2 \cdot 0.95 \cdot 41.5 \cdot (0.067 + 1 + 0.79 + 0) + 1.05 \cdot 3.6 + 1.1 \cdot 0.13 \cdot 1.5 \cdot 6 = 92.92 \text{ т}$$

$$D_{MIN} = \gamma_H \cdot (n \cdot n_C \cdot \sum F_K^1 \cdot y + n \cdot G_n + n \cdot g_n \cdot b_T \cdot b),$$

(9)

$$D_{MIN} =$$

$$1 \cdot 1.2 \cdot 0.95 \cdot 14.2 \cdot (0.067 + 1 + 0.79 + 0) + 1.05 \cdot 3.6 + 1.1 \cdot 0.13 \cdot 1.5 \cdot 6 = 35.13 \text{ т}$$

Сосредоточенные моменты от вертикальных усилий

$$L_k = 0.5 \cdot h_H = 0.5 \cdot 1 = 0.5 \text{ м}$$

$$h_H = 1 \text{ м}$$

$$M_{MAX} = L_k \cdot D_{MAX} = 92.92 \cdot 0.75 = 69.69 \text{ т}$$

$$M_{MIN} = L_k \cdot D_{MIN} = 35.13 \cdot 0.75 = 26.35 \text{ т}$$

«Горизонтальная сила от мостовых кранов, передаваемая одним колесом по формулам (12.4) (12,8) (Беленя)» [4]

$$T_{\text{одн}} = \frac{Q + G_{\delta}}{2 \cdot 20} = (50 + 13.5) / (2 \cdot 20) = 1.59 \text{ т}$$

Сила T:

$$T = \gamma_H \cdot n \cdot n_c \cdot \sum T_K^H \cdot Y = 1 \cdot 1.2 \cdot 0.95 \cdot 1.5875 \cdot (0.067 + 1 + 0.79 + 0) = 3.36 \text{ т}$$

Считаем условно что сила приложена на уровне уступа колонны, рис.5.

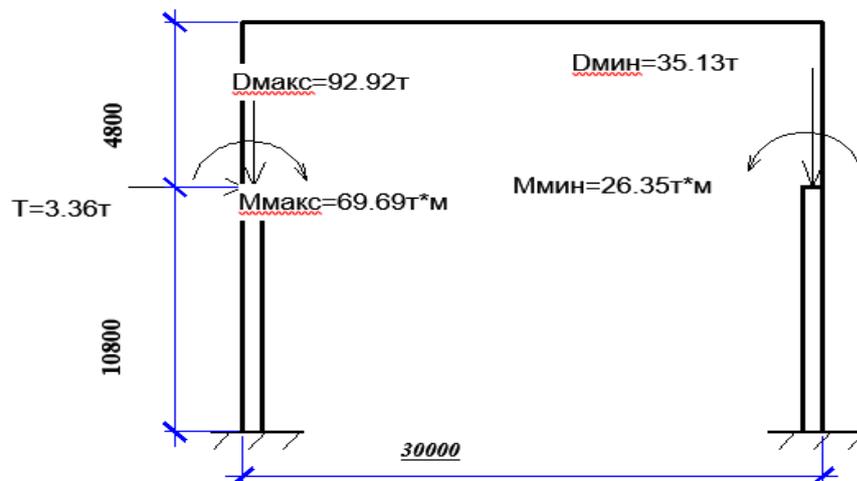


Рисунок 5 - Нагрузка на поперечную раму от мостовых усилий

«Для прямоугольных в плане зданий с двускатными покрытиями ветровое давление на стены с наветренной и подветренной сторон принимаются с аэродинамическими коэффициентами s , равными +0,8 и -0,5 соответственно. Знак «плюс» у значения аэродинамического

коэффициента означает создание на поверхности стены положительного давления ветра (напора); знак «минус» - отрицательного давления (отсоса)» [7].

«Аэродинамические коэффициенты для стен здания с наветренной и подветренной сторон представлены на рисунке 6.» [4]

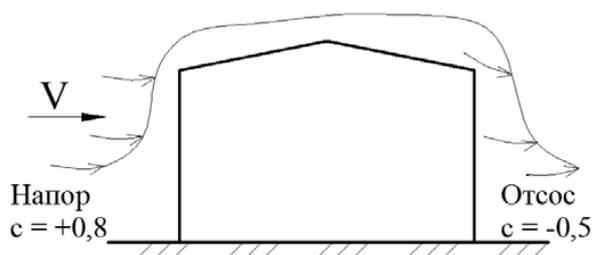


Рисунок 6 - Аэродинамические коэффициенты для стен здания с наветренной и подветренной сторон

«По карте 3 приложения Ж СП 20,13330,2016 определяем, что город Ханты-Мансийск относится к 1-й ветровой. Нормативное значение ветрового давления по таблице 11.1 СП 20,13330,2016 $w_0 = 0.023 \text{ т/м}^2$ » [5]

«Аэродинамические коэффициенты для ветрового давления в наветренной и подветренной сторон принимается равными +0,8 и -0,5 соответственно. Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$.

Высота перепада-4.2 м

Тип местности В.» [1]

Расчет выполняем по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»

по п .11.1.2. Нормативное значение ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих, формула 10:

$$w = w_m + w_p. \quad (10)$$

где w_m -нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле 11:

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (11)$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p на эквивалентной высоте z_e при расчете одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5 размещаемых в местностях типа А В следует определять по формуле 12:

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v, \quad (12)$$

$\zeta(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 [2] или формуле (11.6)[2] для эквивалентной высоты z_e

$v = 0.562$ - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра принимаем по таблице 6.

Так как отметка верха парапета $h=22.8$ м, коэффициенты $k(z_e)$ и $\zeta(z_e)$ определяем линейной интерполяцией в интервале между значениями z_e равными 20 и 40 м. Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки: $w_m 22.8=0.023 \cdot 0.89 \cdot 0.8=0.016 \text{т/м}^2$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки: $w_p 22.8=0.016 \cdot 0.903 \cdot 14.2=0.008 \text{т/м}^2$ таблица 6.

Таблица 6 - Нормативное значение ветровой нагрузки на колонну

$z_e=h$, м	w_0 , кгс/м ²	$k(z_e)$	$\zeta(z_e)$	w_m , кгс/м ²	w_p , кгс/м ²	w , кгс/м ²	q , кгс/м ²
20		0.85	0.92				
40		1.1	0.8				
22.8	23	0.89	0.903	16	8	24	201.6
				-(10)	-(5)	-(15)	-(126)

«Расчетная сосредоточенная нагрузка, приложенная к верхней части колонны от ветреной нагрузки на парапет:

$$W1=0.5 \cdot (q_{18.6}+q_{22.8}) \cdot (22.8-18.6)=0.5 \cdot (0.193+0.202) \cdot (22.8-18.6)=0.83 \text{ Т} \gg [3]$$

$$W2=0.8295 \cdot 0.5/0.8=0.52 \text{ Т}$$

Ветровая нагрузка на поперечную раму представлена на рисунке 7.

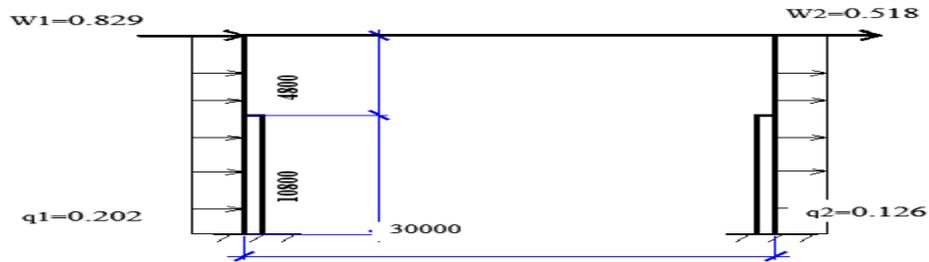


Рисунок 7 - Ветровая нагрузка на поперечную раму

Ветровая нагрузка оптимально распределена по объекту.

2.3 Описание расчетной схемы

«Сечения поясов и решетки фермы назначаются из расчета по шарнирной схеме. Схема фермы приведена на рисунке 8. Нагрузка на ферму приложена в узлах» [11].

2.4 Расчёт стропильной фермы

«Постоянная нагрузка. Нагрузка от покрытия $q_{\text{пост}}=0.071 \text{ т/м}^2$

Узловые силы:

$$F1=3 \cdot 0.0709 \cdot 6=1.28 \text{ т}$$

$$\text{Опорные реакции: } R=(1.2762 \cdot 9)/2=5.74 \text{ т}$$

Снеговая нагрузка. Расчётная нагрузка: $q_{\text{снет}}=0.273 \text{ т/м}^2$

$$F1=3 \cdot 0.273 \cdot 6=4.91 \text{ т}$$

Опорные реакции:

$$R=(4.914 \cdot 9)/2=22.11 \text{ т} \gg [12]$$

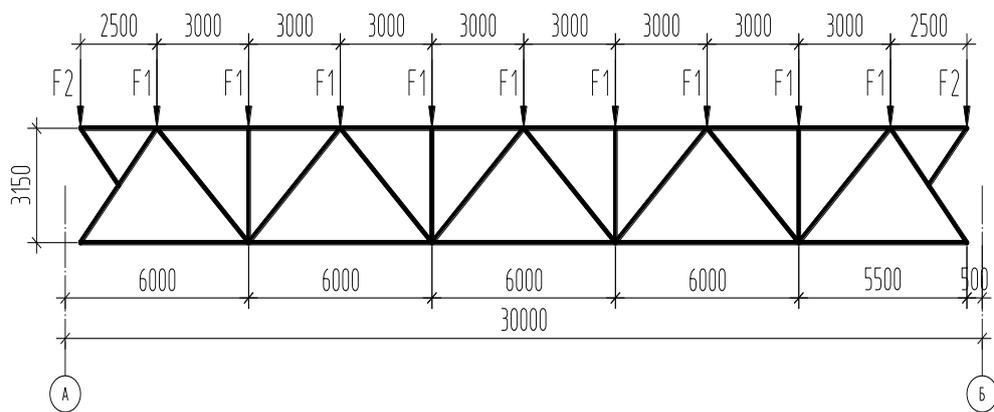


Рисунок 8 - Расчетная схема фермы

Нагрузка от рамных моментов:

1-я комбинация

$$M_{\max 1} = 37.7 \text{ т}\cdot\text{м}$$

$$M_{\max 2} = 43.55 \text{ т}\cdot\text{м}$$

2-я комбинация

$$M_{\max 1} = 37.7 - 21.49 = 16.21 \text{ т}\cdot\text{м}$$

$$M_{\max 2} = 43.55 - 21.49 = 22.06 \text{ т}\cdot\text{м}$$

Нагрузка от распора рамы:

1-я комбинация

$$H_1 = -0.35 + -1.377 + -4.05 + -1.818 + -0.306 = -7.901$$

$$H_2 = -0.35 + -1.377 + -2.484 + -0.54 + -0.909 = -5.66 \text{ т}$$

1-я комбинация

$$H_1 = -0.35 + -4.05 + -1.818 + -0.306 = -6.524 \text{ т}$$

$$H_2 = -0.35 + -2.484 + -0.54 + -0.909 = -4.283 \text{ т}$$

2.4.1 Схема приложения распоров и опорных моментов

Схема приложения нагрузки на опорах представлена на рисунке 9.

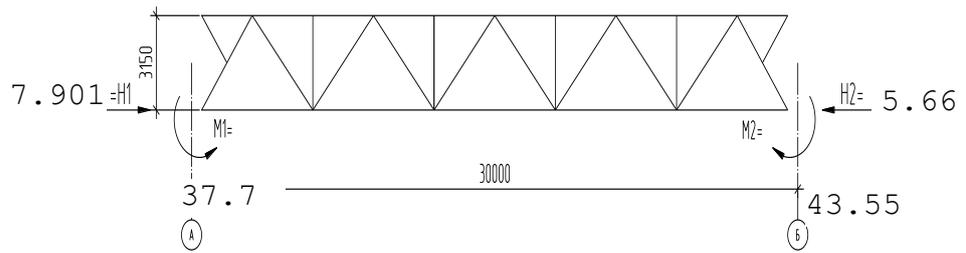


Рисунок 9 - Схема приложения нагрузки на опорах

Опорные моменты заменяем сосредоточенными силами

$$P1 = 37.7 / 3.15 = 11.97 \text{ т}$$

$$P2 = 43.55 / 3.15 = 13.83 \text{ т}$$

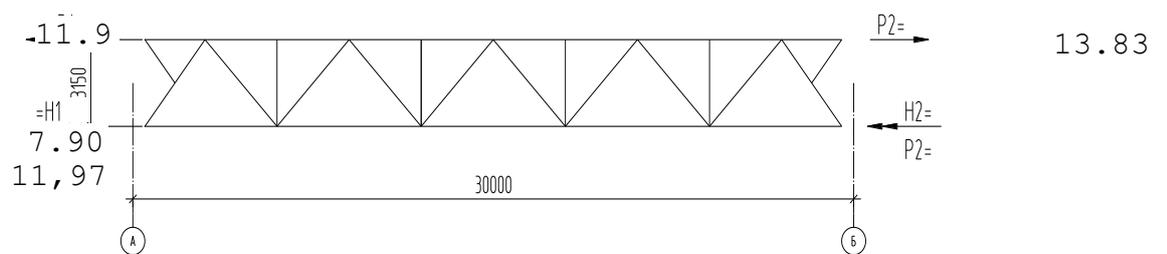


Рисунок 10 - Схема приложения нагрузки в опорных узлах

Опорные узлы оптимально представлены на объекте.

2.4.2 Определение усилий в стержнях фермы

Постоянная нагрузка усилияя

Сечение 1-1

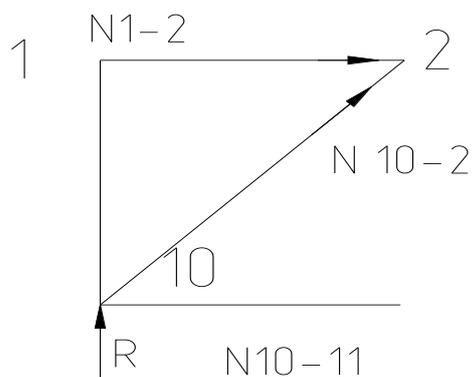


Рисунок 11 - Сечение 1-1

$$\sum M_2; R \cdot 3 - (N_{10-11}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{10-11} = 5.74 \cdot 3 / 3.15 = 5.47 \text{ т}$$

$$\sum Y; F_1 + N_{10-2} \cdot \cos 46 = 0$$

$$N_{10-2} = -5.74 / 0.695 = -8.26 \text{ т}$$

Сечение 2-2

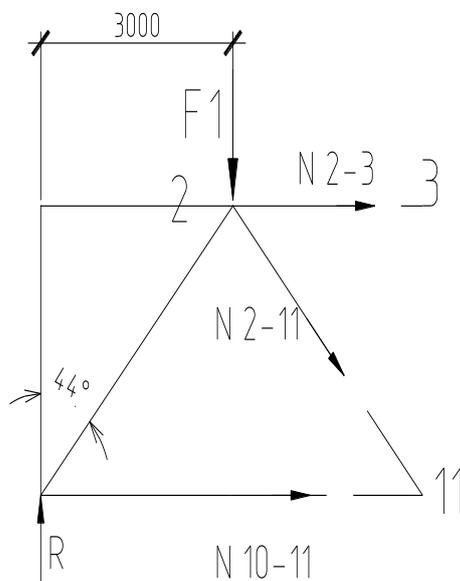


Рисунок 12 - Сечение 2-2

$$\sum M_3; (N_{2-3}) \cdot 3.15 + R \cdot 6 - F_1 \cdot 3 = 0$$

$$N_{2-3} = (1.276 \cdot 3 - 5.74 \cdot 3 \cdot 2) / 3.15 = -9.72 \text{ т}$$

$$\sum Y; R - F_1 - N_{2-11} \cdot \cos 46 = 0$$

$$N_{2-11} = (5.74 - 1.276) / 0.695 = 6.42 \text{ т}$$

Вырежем узел 3

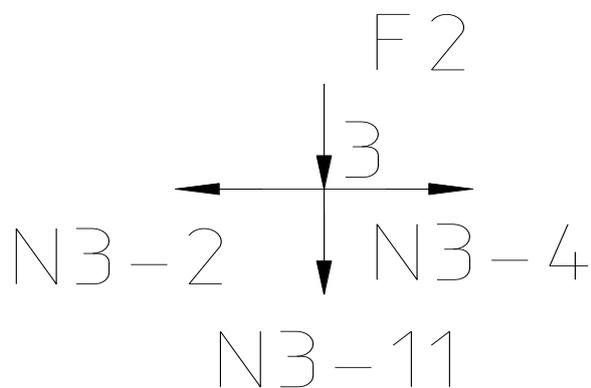


Рисунок 13 - Узел 3

$$N_{3-11} = 1.276 \text{ т}$$

Сечение 3-3

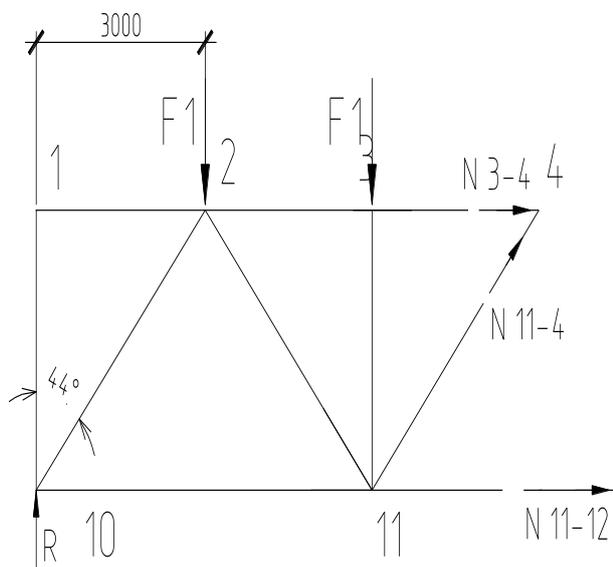


Рисунок 14 - Сечение 3-3

$$\sum M_4 (R) \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 - (N_{11-12}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{11-12} = (3 \cdot 3 \cdot 5.74 - 3 \cdot 3 \cdot 1.276) / 3.15 = 12.75 \text{ т}$$

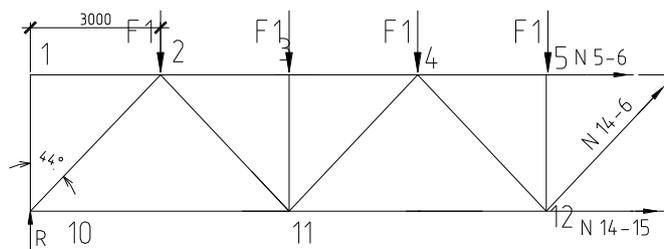


Рисунок 16 - Сечение 5-5

Сечение 6-6

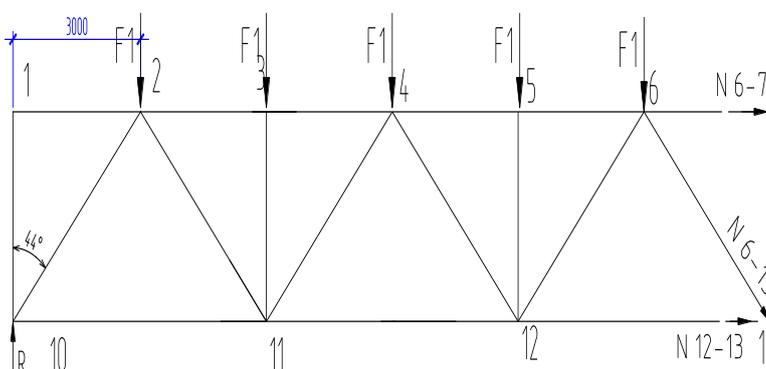


Рисунок 17 - Сечение 6-6

$$\sum M_{13} \quad (N_{6-7}) \cdot 3.15 + R \cdot 18 - F_1 \cdot 15 - F_1 \cdot 12 - F_1 \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 = 0 \text{ т}$$

$$N_{6-7} = (15 \cdot 3 \cdot 1.276 - 6 \cdot 3 \cdot 5.74) / 3.15 = -14.57 \text{ тт}$$

$$\sum Y \quad (R) - 5 \cdot F_1 - (N_{6-13}) \cdot \cos 46 = 0 \text{ т}$$

$$N_{6-13} = (5.74 - 5 \cdot 1.276) / 0.695 = -0.92 \text{ тт}$$

2. Нагрузка от снега усилия

Сечение 1-1

$$\sum M_2 \quad R \cdot 3 - (N_{10-11}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{10-11} = 22.11 \cdot 3 / 3.15 = 21.06 \text{ т}$$

$$\sum Y \quad F_1 + N_{10-2} \cdot \cos 46 = 0$$

$$N_{10-2} = -22.11 / 0.695 = -31.81 \text{ т}$$

Сечение 2-2

$$\text{сумм } M_{13}; \quad (N_{2-3}) \cdot 3.15 + R \cdot 6 - F_1 \cdot 3 = 0$$

$$N_{2-3} = (4.914 \cdot 3 - 22.11 \cdot 3 \cdot 2) / 3.15 = -37.43 \text{ Т}$$

$$\sum Y \quad R - F_1 - N_{2-11} \cdot \cos 46 = 0$$

$$N_{2-11} = (22.11 - 4.914) / 0.695 = 24.74 \text{ Т}$$

Вырежем Узел 3

$$N_{3-11} = 4.914 \text{ Т}$$

Сечение 3-3

$$\sum M_4 (R) \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 - (N_{11-12}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{11-12} = (3 \cdot 3 \cdot 22.11 - 3 \cdot 3 \cdot 4.914) / 3.15 = 49.13 \text{ Т}$$

$$(R) \cdot 6 - (F_1) \cdot 3 + (N_{3-4}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{3-4} = (4.914 \cdot 3 - 2 \cdot 3 \cdot 22.11) / 3.15 = -37.43 \text{ Т}$$

$$\sum Y \quad (R) + N_{11-4} \cdot \cos 46 - 2 F_1 = 0$$

$$N_{11-4} = (2 \cdot 4.914 - 22.11) / 0.695 = -17.67 \text{ Т}$$

Сечение 4-4

$$\sum M_{14} \quad (N_{4-5}) \cdot 3.15 - R \cdot 12 - F_1 \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 = 0 \text{ Т}$$

$$N_{4-5} = (6 \cdot 3 \cdot 4.914 - 4 \cdot 3 \cdot 22.11) / 3.15 = -56.15 \text{ ТТ}$$

$$\sum Y \quad (R) - 3 \cdot F_1 - (N_{4-12}) \cdot \cos 46 = 0 \text{ Т}$$

$$N_{4-12} = (22.11 - 3 \cdot 4.914) / 0.695 = 10.6 \text{ ТТ}$$

Сечение 5-5

$$\sum M_6 (R) \cdot 15 - F_1 \cdot 12 - F_1 \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 - (N_{14-15}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{14-15} = (22.11 \cdot 5 \cdot 3 - 10 \cdot 3 \cdot 4.914) / 3.15 = 58.49 \text{ ТТ}$$

$$\sum M_{14} (R) \cdot 12 - F_1 \cdot 9 - F_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 3 - (N_{5-6}) \cdot 3.15 = 0$$

$$N_{5-6} = (6 \cdot 3 \cdot 4.914 - 22.11 \cdot 4 \cdot 3) / 3.15 = -56.15 \text{ Т}$$

$$\sum Y \quad (R) + (N_{14-6}) \cdot \cos 46 - 4 \cdot F_1 = 0$$

$$N_{14-6} = (4 \cdot 4.914 - 22.11) / 0.695 = -3.53 \text{ Т}$$

Сечение 6-6

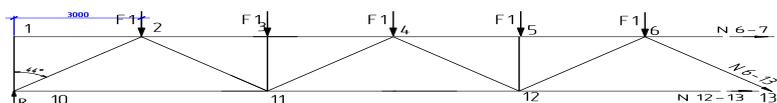


Рисунок 18 - Сечение 6-6

$$\sum M_{13} (N_{6-7}) \cdot 3.15 + R \cdot 18 - F_{1 \cdot 15} - F_{1 \cdot 12} - F_{1 \cdot 9} - F_{1 \cdot 6} - F_{1 \cdot 3} = 0 \text{ т}$$

$$N_{6-7} = (15 \cdot 3 \cdot 4.914 - 6 \cdot 3 \cdot 22.11) / 3.15 = -56.14 \text{ т}$$

$$\sum Y (R) - 5 \cdot F_1 - (N_{6-13}) \cdot \cos 46 = 0 \text{ т}$$

$$N_{6-13} = (22.11 - 5 \cdot 4.914) / 0.695 = -3.54 \text{ т}$$

Усилия N (т) от рамного распора.

При расчете усилий от горизонтальных усилий использовался ПК SCAD расчет выполнен в плоской постановке. для стержня использовался тип 1 (стержень плоской фермы) опоры по оси Z устанавливались в крайних узлах опора по оси X устанавливалась в центре.

Краевые условия

Сечение элементов

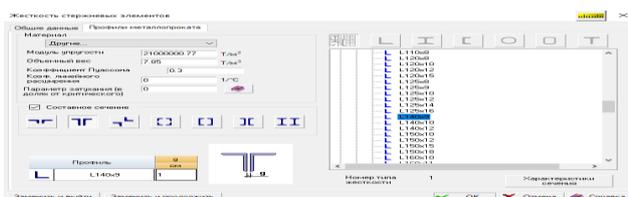


Рисунок 19- Сечение элементов в ПК SCAD

Нагрузки

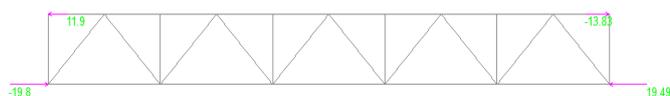


Рисунок 20 - Нагрузки в ПК SCAD

Результат расчета

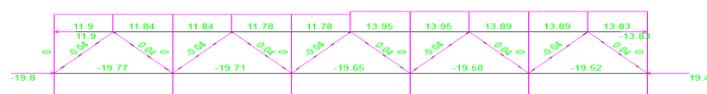


Рисунок 20 - Усилия в элементах в ПК SCAD

Таблица 6 – Усилия N(t) рамного распора

Элемент	№ стержня	Усилия от пост нагр	усиления от снега		усиления от опорных м		Расчетные усилия т			
			N=1	N=0.9	слева	справа	№ нагрузок	Растяжение	№ нагрузок	Сжатие
1	2	3	4	5	8	9	11	12	13	14
Верхний пояс	B1	0.00	0.00	0.00	11.9	13.83		13.83		
	B2	-9.72	-37.43	-33.69	11.84	13.89			1+2a	-47.15
	B3	-9.72	-37.43	-33.69	11.84	13.89			1+2a	-47.15
	B4	-14.58	-56.15	-50.54	11.78	13.95			1+2a	-70.73
	B5	-14.58	-56.15	-50.54	11.78	13.95			1+2a	-70.73
									1+2a	
Нижний пояс	H1	5.47	21.06	18.95	-19.77	-19.52	1+2a	26.53		
	H2	12.75	49.13	44.22	-19.71	-19.58	1+2a	61.88		
	H3	15.18	58.49	52.64	-19.65	-19.65		73.67		
Раскосы	P1	-8.26	-31.81	-28.63	0.04	-0.04			1+2a+3	-40.11
	P2	6.42	24.74	22.27	-0.04	0.04	1+2a+3	31.20		
	P3	-4.59	-17.67	-15.90	0.04	-0.04			1+2a+3	-22.30
	P4	2.75	10.60	9.54	-0.04	0.04	1+2a+3	13.39		
	P5	-0.92	-3.53	-3.18	0.04	-0.04			1+2a+3	-4.49
							1+2a+3			
Стойки	C1	-1.28	-4.91	-4.42	0.00	0.00			1+2a	-6.19
	C2	-1.28	-4.91	-4.42	0.00	0.00			1+2a	-6.19

Усилия рамного распора оптимально представлены на объекте.

2.4.3 Подбор и проверка сечений стержней ферм

«Вид металла - Фасонный прокат;

Сталь и толщина металла - С345 ; до 20мм:

- расчетное сопротивление растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести $R_y = 3200 \text{ кгс/см}^2$;

– расчетное сопротивление растяжению, сжатию, изгибу по временному сопротивлению $R_u = 4700 \text{ кгс/см}^2$;

Элементы верхнего пояса» [9]

Верхний пояс (элемент В4)

$N = 70.73 \text{ т}$ (элемент сжат)

Расчетная длина элемента $l_{efx} = 600 \text{ см}$; $l_{efy} = 600 \text{ см}$

Подбор сечения

принимая $\lambda = 60$; $\varphi = 0.768$

$$A_{\text{до}} = 70.73 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 30.29 \text{ см}^2$$

Принимаем сечение из 2 L120x8 по ГОСТ 8509-93

Характеристика первого элемента представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристики 1-го элемента

Ix	y0	A
1	2	3
259.8	3.25	18.8

«Результаты проверки принятого сечения

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию.

Учет ослаблений сечения

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Площадь нетто:

$$A_n = A = 37.6 \text{ см}^2 .$$

Элемент - сжатый.

$N/A_n = 70.73 \cdot 1000 / 37.6 = 1881.12 \text{ кг/см}^2 < 3200 \cdot 0.95 = 3040 \text{ кг/см}^2$ условие выполнено (формула (5); п. 5.1).

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию» [7]

$$J_x = 259.75 \cdot 2 = 519.5 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (259.75 + ((3.25 + 1/2)^2) \cdot 18.8) = 1048.25 \text{ см}^4$$

$$i_x = (519.5 / 37.6)^{0.5} = 3.72 \text{ см}$$

$$i_y = (1048.25 / 37.6)^{0.5} = 5.28 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 300 / 3.72 = 80.65$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 300 / 5.28 = 56.82$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x ; \lambda_y) = 80.65$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80.65 \cdot (320 / 210000)^{0.5} = 3.15$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.671$$

3) Проверка устойчивости:

$$N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 70.73 \cdot 1000 / (0.671 \cdot 37.6 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.92 < 1 \text{ - условие}$$

выполнено (формула (7); п. 7,1,3).

Коэффициент:

$$\alpha = N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 70.73 \cdot 1000 / (0.671 \cdot 37.6 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.92$$

Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов

По таблице 32 [2]:

Тип элемента - 1. а) Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м.

$$l = 60,582 < 180 - 60 \text{ а } = 80.65 < 180 - 60 \cdot 0.922 = 124.68 \text{ - условие}$$

выполнено.

«Элементы нижнего пояса

Нижний пояс(элемент Н3)

N= 73.67т (растянут)

Подбор сечения

$$A_{mp} = 73.67 \cdot 1000 / (3200 \cdot 0.95) = 24.23 \text{ см}^2$$

(Принимаем сечения из; 2 L90x8 по ГОСТ 8509-93 Площадь $A = 27.86 \text{ см}^2$;

Геометрические размеры элемента:

- расчетная длина элемента $l_{efx} = 600 \text{ см}$;
- расчетная длина элемента $l_{efy} = 600 \text{ см}$;

Результаты расчета:

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию.

Учет ослаблений сечения

Ослабления рассматриваемого сечения – отсутствуют» [19].

«Площадь нетто:

$$A_n = A = 27.86 \text{ см}^2 .$$

Расчет по п. 5.2 по формуле (6) не производится.

$N/A_n = 73.67 \cdot 1000 / (27.86 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.87 < 1$ - условие выполнено
(формула (5); п. 5.1).

Проверка гибкости растянутых элементов» [11]

Нагрузки - статические.

Вид элемента конструкции по табл. 20 - 1. или 2. Пояса и опорные раскосы плоских ферм и структурных конструкций .

Предельная гибкость растянутых элементов принимается по табл. 20
 $l_p = 400 .$

$$I_x = 106.11 \cdot 2 = 212.22 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (106.11 + ((2.51 + 1/2)^2) \cdot 13.93) = 464.63 \text{ см}^4$$

$$i_x = (212.22 / 27.86)^{0.5} = 2.76 \text{ см}$$

$$i_y = (464.63 / 27.86)^{0.5} = 4.08 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 600 / 2.76 = 217.39$$

Гибкость стержня относительно оси у:

$$\lambda_y = l_{efy}/i_y = 600/4.08 = 147.06$$

$\lambda = 217.39 < 400$ - условие выполнено .

Опорный раскос

Раскос Р1

$$N = 40.11 \text{ тс}$$

Подбор сечения

принимаем $\lambda = 60$; $\varphi = 0.768$

$$A_{np} = ; 40.11 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 17.18 \text{ см}^2$$

Принимаем из 2 L120x8 по ГОСТ 8509-93

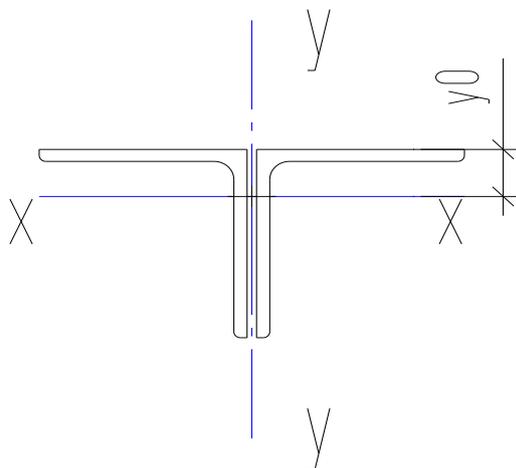


Рисунок 21 - Сечение опорного раскоса

«Геометрические размеры элемента:

– расчетная длина элемента $l_{efx} = 408$ см;

– расчетная длина элемента $l_{efy} = 408$ см;

Результаты проверки

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию

Учет ослаблений сечения

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Площадь нетто:

$$A_n = A = 37.6 \text{ см}^2 .$$

Элемент - сжатый.

$$N/A_n = 40.11 \cdot 1000 / 37.6 = 1066.76 \text{ кг/см}^2 < 3040 \text{ кг/см}^2 \quad \text{условие}$$

выполнено (формула (5); п. 7.1.1)» [3].

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию

$$I_x = 259.75 \cdot 2 = 519.5 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (259.75 + ((3.25 + 1/2)^2) \cdot 18.8) = 1048.25 \text{ см}^4$$

$$i_x = (519.5 / 37.6)^{0.5} = 3.72 \text{ см}$$

$$i_y = (1048.25 / 37.6)^{0.5} = 5.28 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 408 / 3.717 = 109.77$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 408 / 5.28 = 77.27$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x ; \lambda_y) = 109.8$$

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 109.77 \cdot (320 / 210000)^{0.5} = 4.28$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.415$$

Проверка устойчивости:

$$N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 40.11 \cdot 1000 / (0.415 \cdot 37.6 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.85 < 1 - \text{условие}$$

выполнено (формула (7); п. 7.1.3).

Коэффициент:

$$\alpha = N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 40.11 \cdot 1000 / (0.415 \cdot 37.6 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.85$$

Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов

По таблице 32 [2]:

Тип элемента - 1. а) Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м.

$$\lambda = 109.77 < 180 - 60 \cdot 0.846 = 129.24 - \text{условие выполнено.}$$

Раскосы представлены на рисунке 22.

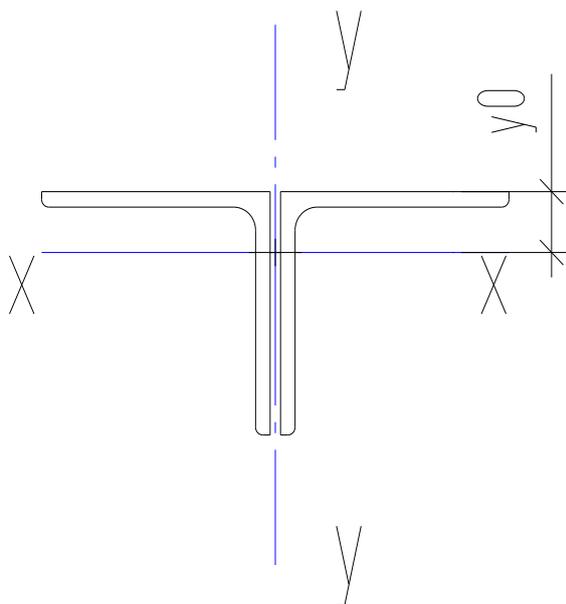


Рисунок 22 - Сечение раскоса

Раскос Р2

$N = 31.2$ т (растянут)

«Подбор сечения

$$A_{mp} = 31.2 \cdot 1000 / (3200 \cdot 0.95) = 10.26 \text{ см}^2$$

(Принимаем сечения из 2; L90x12 по ГОСТ 8509-93 Площадь $A = 20.33 \cdot 2 = 40.66 \text{ см}^2$;

Геометрические размеры элемента:

- расчетная длина элемента $l_{fx} = 435$ см;
- расчетная длина элемента $l_{fy} = 435$ см;» [8]

«Результаты расчета:

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию

Учет ослаблений сечения.

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Т.о. расчет по п. 5.2 по формуле (6) не производится.

$$N/A_n = 31.2 \cdot 1000 / (40.66 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.12 < 1 \quad - \quad \text{условие выполнено}$$

(формула (5); п. 5.1).

Проверка гибкости растянутых элементов. Нагрузки - статические.

Вид элемента конструкции по табл. 20 - 1. или 2. Пояса и опорные раскосы плоских ферм и структурных конструкций» [14].

Предельная гибкость растянутых элементов принимается по табл. 20
 $l_p = 400$.

$$I_x = 149.67 \cdot 2 = 299.34 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (149.67 + ((2.67 + 1/2)^2) \cdot 20.33) = 707.93 \text{ см}^4$$

$$i_x = (299.34 / 40.66)^{0.5} = 2.71 \text{ см}$$

$$i_y = (707.928274 / 40.66)^{0.5} = 4.17 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 435 / 2.713 = 160.34$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 435 / 4.17 = 104.32$$

$$\lambda = 160.34 < 400 \text{ - условие выполнено .}$$

Раскос Р 3

$$N = 22.3 \text{ т (сжат)}$$

$$A_{tr} = 22.3 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 9.55 \text{ см}^2$$

Принимаем L90x12 по ГОСТ 8509-93

Геометрические размеры элемента:

– расчетная длина элемента $l_{efx} = 435 \text{ см}$;

– расчетная длина элемента $l_{efy} = 435 \text{ см}$;

Характеристики Раскоса Р3 представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Характеристики Раскоса РЗ

I_x	y_0	A
1	2	3
149.7	2.67	20.33

$$I_x = 149.67 \cdot 2 = 299.34 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (149.67 + ((2.67 + 1/2)^2) \cdot 20.33) = 707.93 \text{ см}^4$$

$$i_x = (299.34 / 40.66)^{0.5} = 2.71 \text{ см}$$

$$i_y = (707.928274 / 40.66)^{0.5} = 4.17 \text{ см}$$

«Результаты расчета:

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию

Учет ослаблений сечения

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Площадь нетто:

$$A_n = A = 46,48 \text{ см}^2 .$$

Элемент – сжатый» [15].

$N/A_n = 22.3 \cdot 1000 / 40.66 = 548.45 \text{ кг/см}^2 < 3040 \text{ кг/см}^2$ условие выполнено (формула (5); п. 5.1).

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 435 / 2.713 = 160.34$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 435 / 4.173 = 104.24$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x ; \lambda_y) = 160.3$$

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 160.34 \cdot (320/210000)^{0.5} = 6.26$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.194$$

Проверка устойчивости:

$N/(\varphi A R_y \gamma_c) = 22.3 \cdot 1000 / (0.194 \cdot 40.66 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.93 < 1$ - условие выполнено (формула (7); п. 7.1.3).

Коэффициент:

$$\alpha = N/(\varphi A R_y \gamma_c) = 22.3 \cdot 1000 / (0.194 \cdot 40.66 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.93$$

Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов

По таблице 32 [2]:

Тип элемента - 2. а) Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7 плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков.

$$l = 160.34 > 210 - 60 \cdot 0.93 = 154.2 \text{ - условие выполнено .}$$

Раскос Р4

$$N = 13.39 \text{ т (растянут)}$$

«Подбор сечения

$$A_{np} = 13.391 \cdot 1000 / (3200 \cdot 2) = 2.09 \text{ см}^2$$

(Принимаем сечения из Уголка; L90x12 Площадь $A = 20.33 \cdot 2 = 40.66 \text{ см}^2$;

Геометрические размеры элемента:

- расчетная длина элемента $l_{fx} = 435 \text{ см}$;
- расчетная длина элемента $l_{fy} = 435 \text{ см}$;

Результаты расчета:

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию

Учет ослаблений сечения

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Таким образом, расчет по п. 5.2 по формуле (6) не производится.

$$N/A_n = 13.391 \cdot 1000 / (40.66 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.05 < 1 \quad - \text{условие выполнено}$$

(формула (5); п. 5.1)» [7].

«Проверка гибкости растянутых элементов

Нагрузки - статические.

Вид элемента конструкции по табл. 20 - 1. или 2. Пояса и опорные раскосы плоских ферм и структурных конструкций .

Предельная гибкость растянутых элементов принимается по табл. 20 $l_p = 400$ » [3].

$$I_x = 149.67 \cdot 2 = 299.34 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (149.67 + ((2.67 + 2)^2) \cdot 20.33) = 589.2 \text{ см}^4$$

$$i_x = (299.34 / 40.66)^{0.5} = 2.71 \text{ см}$$

$$i_y = (589.2 / 40.66)^{0.5} = 3.81 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 435 / 2.713 = 160.34$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 435 / 3.81 = 114.17$$

$\lambda = 160.34 < 400$ - условие выполнено .

Раскос P5

$$N = 4.49 \text{ тс}$$

Подбор сечения

принимаем $\lambda = 60$; $\varphi = 0.768$

$$A_{\text{до}} = 4.49 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.91 \text{ см}^2$$

Принимаем двухветвевое сечение из 2-х L90x12 по ГОСТ 8509-93 ; $A = 20.33 \cdot 2 = 40.66 \text{ см}^2$ см²

«Геометрические размеры элемента:

– расчетная длина элемента $l_{efx} = 435$ см;

– расчетная длина элемента $l_{efy} = 435$ см» [3];

«Результаты проверки

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию

Площадь нетто:

$$A_n = A = 40.66 \text{ см}^2 .$$

Элемент – сжатый» [1].

$N/A_n = 4.49 \cdot 1000 / (40.66 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.02 < 1$ условие выполнено (формула (5); п. 7.1.1).

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию

$$I_x = 149.67 \cdot 2 = 299.34 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (149.67 + ((2.67 + 1/2)^2) \cdot 20.33) = 707.93 \text{ см}^4$$

$$i_x = (299.34 / 40.66)^{0.5} = 2.71 \text{ см}$$

$$i_y = (707.93 / 40.66)^{0.5} = 4.17 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 435 / 2.713 = 160.34$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 435 / 4.173 = 104.24$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x ; \lambda_y) = 160.34$$

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 160.34 \cdot (320 / 210000)^{0.5} = 6.26$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.189$$

«Проверка устойчивости:

$N / (\varphi A) = 4.49 \cdot 1000 / (0.189 \cdot 40.66 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.09 < 1$ - условие выполнено (формула (7); п. 7.1.3.)» [20].

Коэффициент:

$$\alpha = N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 4.49 \cdot 1000 / (0.189 \cdot 40.66 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.09$$

Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов

По таблице 32 [2]:

Тип элемента - 1. а) Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м.

$$\lambda = 160.34 < 210 - 40 \cdot 0.5 = 190 - \text{условие выполнено.}$$

Стойки представлены на рисунке 23.

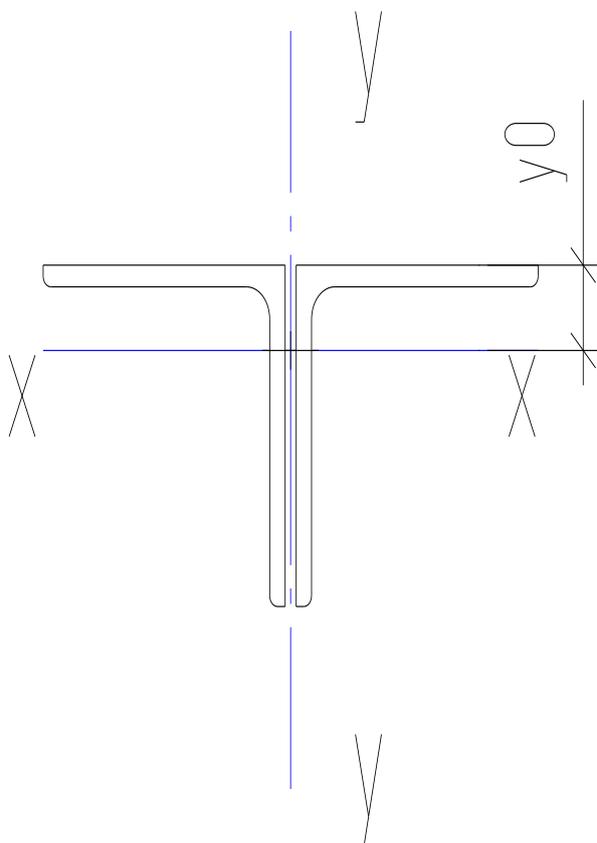


Рисунок 23 - Сечение стойки

Стойка С2.

$N = 6.19$ т (сжат)

$$A_{tr} = 6.19 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 2.65 \text{ см}^2$$

Принимаем L65x6 по ГОСТ 8509-93

Характеристики 1-го элемента представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Характеристики 1-го элемента

I_x	y_0	A
1	2	3
29.85	1.83	7.52

«Геометрические размеры элемента:

- расчетная длина элемента $l_{efx} = 315\text{см}$;
- расчетная длина элемента $l_{efy} = 315\text{ см}$;

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию.

Учет ослаблений сечения.

Ослабления рассматриваемого сечения - отсутствуют.

Площадь нетто:

$$A_n = A = 15.04\text{ см}^2.$$

Элемент - сжатый.

$N/A_n = 6.19 \cdot 1000 / 15.04 = 411.57\text{кг/см}^2 < 3040\text{кг/см}^2$ - условие выполнено (формула (5); п. 5.1).

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию» [9]

$$I_x = 29.85 \cdot 2 = 59.7\text{см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (29.85 + ((1.83 + 1/2)^2) \cdot 7.52) = 141.35\text{см}^4$$

$$i_x = (59.7 / 15.04)^{0.5} = 1.99\text{см}$$

$$i_y = (141.350656 / 15.04)^{0.5} = 3.07\text{см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 315 / 1.992 = 158.13$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy}/i_y = 315/3.066 = 102.74$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x; \lambda_y) = 158.1$$

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 158.13 \cdot (320/210000)^{0.5} = 6.17$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.2$$

Проверка устойчивости:

$N/(\varphi A R_y \gamma_c) = 6.19 \cdot 1000 / (0.2 \cdot 15.04 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.68 < 1$ - условие выполнено (формула (7); п. 7.1.3).

Коэффициент:

$$\alpha = N/(\varphi A R_y \gamma_c) = 6.19 \cdot 1000 / (0.2 \cdot 15.04 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.68$$

«Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов.

По таблице 32» [2]:

Тип элемента - 2. а) Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7 плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков.

$$\lambda = 158.13 < 210 - 60 \cdot 0.677 = 169.38 - \text{условие выполнено .}$$

2.4.4 Расчет измененных поясов

«Элементы верхнего пояса

Элемент В2.

$$N = 47.15 \text{ т (элемент сжат)}$$

$$\text{Расчетная длина элемента } l_{efx} = 300 \text{ см; } l_{efy} = 300 \text{ см}$$

Подбор сечения

$$\text{принимаем } \lambda = 60; \quad \varphi = 0.768$$

$$A_{mp} = 47.15 \cdot 1000 / (0.768 \cdot 3200 \cdot 2) = 9.59 \text{ см}^2$$

$$\text{Принимаем сечение } L80 \times 10 \quad A = 15.14 \cdot 2 = 30.28 \text{ см}^2$$

Результаты проверки принятого сечения

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию» [11]

Площадь нетто:

$$A_n = A = 30.28 \text{ см}^2.$$

Элемент - сжатый.

$$N/A_n = 47.15 \cdot 1000 / (30.28 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.24 < 1 \quad \text{условие выполнено}$$

(формула (5); п. 7.1.1).

Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию

$$J_x = 83.58 \cdot 2 = 167.16 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (83.58 + ((2.35 + 1/2)^2) \cdot 15.14) = 413.11 \text{ см}^4$$

$$i_x = (167.16 / 30.28)^{0.5} = 2.35 \text{ см}$$

$$i_y = (413.1093 / 30.28)^{0.5} = 3.69 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 300 / 2.35 = 127.66$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 300 / 3.69 = 81.21$$

Гибкость:

$$\lambda = \max(\lambda_x ; \lambda_y) = 127.66$$

$$\bar{\lambda} = \lambda * \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 127.66 \cdot (320 / 210000)^{0.5} = 4.98$$

Коэффициент продольного изгиба принимается по Таблица Д.1

$$\varphi = 0.291$$

Проверка устойчивости:

$$N / (\varphi A) = 47.15 \cdot 1000 / (0.291 \cdot 30.28 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.84 < 1 - \text{условие выполнено}$$

(формула (7); п. 7.1.3.).

«Коэффициент:

$$\alpha = N / (\varphi A R_y \gamma_c) = 47.15 \cdot 1000 / (0.291 \cdot 30.28 \cdot 3200 \cdot 2) = 0.84$$

Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов

По таблице 32» [2]:

Тип элемента - 1. а) Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м.

$$\lambda_r = 180 - 60 a = 127.66 < 180 - 60 \cdot 0.836 = 129.84 - \text{условие выполнено.}$$

«Элементы нижнего пояса

Нижний пояс (элемент Н2)

$$N = 61.88 \text{ т (растянут)}$$

Подбор сечения

$$A_{mp} = 61.88 \cdot 1000 / (3200 \cdot 2) = 9.67 \text{ см}^2$$

(Принимаем сечения из; 2xL80x8 Площадь $A = 12.3 \cdot 2 = 24.6 \text{ см}^2 \text{ см}^2$;

Геометрические размеры элемента:

– расчетная длина элемента $l_{fx} = 600 \text{ см}$;

– расчетная длина элемента $l_{fy} = 600 \text{ см}$;

Результаты расчета:

Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению или сжатию» [9]

Площадь нетто:

$$A_n = A = 12.3 \cdot 2 = 24.6 \text{ см}^2 \text{ см}^2 .$$

Элемент - растянутый.

$$N/A_n = 61.88 \cdot 1000 / (24.6 \cdot 3200 \cdot 0.95) = 0.83 < 11 - \text{условие выполнено}$$

(формула (5); п.7.1.1).

«Проверка гибкости растянутых элементов

Нагрузки - статические.

Вид элемента конструкции по табл. 20 - 1. или 2. Пояса и опорные раскосы плоских ферм и структурных конструкций .

Предельная гибкость растянутых элементов принимается по табл. 20
 $l_p = 400$ » [6].

$$I_x = 73.36 \cdot 2 = 146.72 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \cdot (73.36 + ((2.27 + 1/2)^2) \cdot 12.3) = 335.47 \text{ см}^4$$

$$i_x = (146.72 / 24.6)^{0.5} = 2.44 \text{ см}$$

$$i_y = (335.47334 / 24.6)^{0.5} = 3.69 \text{ см}$$

Гибкость стержня относительно оси x:

$$\lambda_x = l_{efx} / i_x = 600 / 2.442 = 245.7$$

Гибкость стержня относительно оси y:

$$\lambda_y = l_{efy} / i_y = 600 / 3.69 = 162.6$$

$\lambda = 245.7 < 400$ - условие выполнено.

2.4.5 Расчет сварных швов

«Для сварки узлов фермы применена полуавтоматическая сварка проволокой Св-08ГА $d=1,4-2$ мм, $k_{f, \min}=5$ мм, $k_{f, \max}=14$ мм. $\beta_f = 0,9$, $\beta_z = 1,05$,

$$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1,$$

$$R_{wf} \beta_f = 2200 \cdot 0.9 = 1980 < R_{wz} \beta_z = 2115 \cdot 1.05 = 2220.75$$

проверка прочности соединения выполняется по металлу границы сплавления» [4].

$$l_w = \frac{N}{k_f (\gamma_{wz} R_{wz} \beta_z)} + 1 \text{ см} \quad (14)$$

Прочностью по металлу шва:

$$l = \frac{N}{k_f (\gamma_{wf} \cdot R_{wf} \cdot \beta_f)} + 1 \text{ см} \quad (15)$$

$$R_{wf} = 2200 \text{ кг/см}^2 \text{ табл.1 [56]}$$

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un} / \gamma_m = 4700 \cdot 0.45 = 2115 \text{ кг/см}^2; \text{ табл.4 [2]}$$

$$R_{un} = 4700 \text{ кг/см}^2 \text{- для стали С345, табл. В5 [2]}$$

Характеристики сварных швов представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Характеристики сварных швов

Номер элемента	Сечение	N , кг	Шов по 1 обушку			Шов по перу		kf, см	лш. см
			Ноб. кг	kf, см	лш. см	Нп. кН			
В4 в стыках ОМ	2L120x8	70730	0.77N=54462.1	0.8	18	0.23N=16267.9	0.8	8	
Н2 в стыках ОМ	2L90x8	61880	0.77N=47647.6	0.8	16	0.23N=14232.4	0.8	7	
P1	2L120x8	40110.0	0.77N=30884.7	0.6	14	0.23N=9225.3	0.6	6	
P2	2L90x12	31200.0	0.77N=24024	0.6	11	0.23N=7176	0.6	5	
P3	2L90x12	22300.0	0.77N=17171	0.6	8	0.23N=5129	0.6	4	
P4	2L90x12	13391.0	0.77N=10311.07	0.6	5	0.23N=3079.93	0.6	3	
P5	2L90x12	4490.0	0.77N=3457.3	0.6	2	0.23N=1032.7	0.6	2	
	2L90x12	0.0	0.77N=0	0.6	1	0.23N=0	0.6	1	
C1	2L65x6	6190.0	0.77N=4766.3	0.5	3	0.23N=1423.7	0.5	2	
C2	2L65x6	6190.0	0.77N=4766.3	0.5	3	0.23N=1423.7	0.5	2	

Сварные швы и их характеристика отражены оптимально на объекте.

2.4.6 Расчет узлов сопряжения фермы с колонной

Опорный узел представлен на рисунке 24.

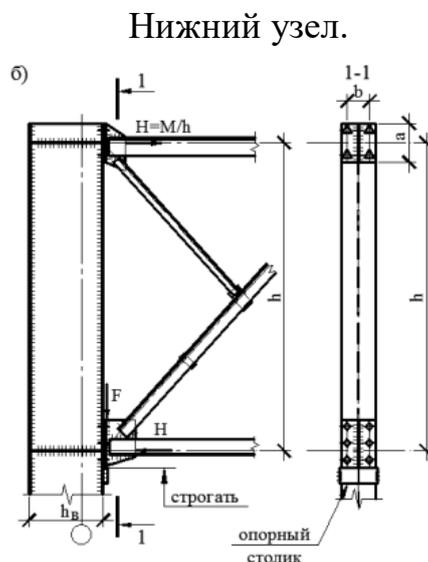


Рисунок 24 - Опорный узел

Опорные реакции: вертикальная реакция $R_z = 27.856$ тс.

«Согласно п. 14.3.3 [2] болты работающие одновременно на срез(срез) и растяжение, следует проверять отдельно на срез(сдвиг) и растяжение.

Расчет на сдвиг проверяем по п. 14.3» [2]

Расчетное усилие Q_{bh} которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов ,стянутых одним болтом ,определяют по формуле 16:

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \cdot \mu}{\gamma_h} \quad (16)$$

где: $R_{bh}=0.7 \cdot R_{bun}$ расчетное сопротивление растяжению высокопрочного болта, определяемое согласно требованиям 6,7 ,

$R_{bun}=10780$ кг/мм²- табл.Г.8.

$R_{bh}= 0.7 \cdot 10780=7546$ кгс/см². Класс болтов 40Х.(табл.Г.8.)

γ_b -коэф. условий работы (при количестве болтов от5до10)равен0,9

$A_{bn}= 2.45$ см² площадь сечения болта по резьбе, принимаемая согласно таблице – болт М 20 табл.Г.9.

$\mu= 0.35$ -коэф. трения(при обработке методом 5. Стальными щетками) табл.42..

$\gamma_h= 1.17$ коэф. надежности табл.42.

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \cdot \mu}{\gamma_h} = 7546 \cdot 0.9 \cdot 2.45 \cdot 0.35 / 1.17 = 4977.46 \text{ кгс}$$

«Расчет производим на сдвиг в верхнем узле по формуле 17» [2].

«Количество болтов $n \geq \frac{N}{Q_{bh} k \gamma_c} = 27.856 \cdot 1000 / 4977.46 = 5.6$ принимаем

8 шт (40Х) диаметр болта М 20 мм.

Расчет высоты фасонки

Длина сварного шва по формуле 17:

$$l_w = N / 2 * [\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c] + 1 \quad (17)$$

$L= 27.856 \cdot 1000 / (2 \cdot 0.9 \cdot 0.8 \cdot 2200) + 1 = 9.79 < 50 \text{ см}$

Принимаем 15см.

Верхний узел

$N = 13.83 \text{ т}$ [18]

«В узле примыкания пояса сила N_1 стремится оторвать фланец от колонны и вызывает его изгиб. Момент при изгибе фланца определяют как в защемленной балке пролетом b , равным расстоянию между болтами формулы 18» [19]:

$$M_{\text{ФЛ}} = (N_1 \cdot b) / 8; \quad (18)$$

$$M_{\text{ФЛ}} = (13.83 \cdot 1000 \cdot 0.15) / 8 = 259.31 \text{ кг}\cdot\text{м};$$

Напряжения во фланце по формуле 19:

$$\sigma = M_{\text{ФЛ}} / W = [(N_1 \cdot b) / 8] / [(a \cdot t^2) / 6] = (3 \cdot N_1 \cdot b) / (4 \cdot a \cdot t^2) \leq R_y \cdot \gamma_C; \quad (19)$$

$R_y = 3200 \cdot 0.95 = 3040 \text{ кг/см}^2$ (материал фланца – сталь С345);

$$\sigma = (259.3125 \cdot 100) / ((40 \cdot 3^2) / 6) = 432.19 \text{ кг/см}^2 < 3200 \cdot 0.95 = 3040 \text{ кг/см}^2$$

a, t – длина и толщина фланца.

Определяем необходимое количество болтов по формуле 20:

$$n = N_1 / (\gamma \cdot N_6), \quad (20)$$

N_6 – несущая способность одного болта на растяжение, формула 21;

$$N_{\text{бРАСТ}} = R_{bt} \cdot A_{bn}, \quad (21)$$

$R_{bh} = 0.7 \cdot 10780 = 7546 \text{ кг}$ – расчетное сопротивление высокопрочных болтов растяжению;

$A_{bn} = 2.45 \text{ см}^2$ – площадь сечения болта нетто М20;

$$N_{\text{бРАСТ}} = 7546 \cdot 2.45 = 18487.7 \text{ кг};$$

$$n = 13.83 \cdot 1000 / (18487.7) = 0.75 \text{ шт.}$$

«Вывод: 1) Принимаем фланцы толщиной $t = 20 \text{ мм}$.

Принимаем 4 болта М20 40Х

Узел стыка отправочных марок (стыковка нижних поясов)

$$N = 61.88 \text{ т}$$

N_6 – несущая способность одного болта на растяжение;

$$N_{\text{БРАСТ}} = R_{bt} \cdot A_{bn};$$

$$R_{bh} = 0.7 \cdot 10780 = 7546 \text{ кг/см.кв} - \text{расчетное сопротивление}$$

высокопрочных болтов 40Х растяжению;

$$A_{bn} = 2.45 \text{ см}^2 - \text{площадь сечения болта нетто};$$

$$N_{\text{БРАСТ}} = 7546 \cdot 2.45 = 18487.7 \text{ кгг};$$

$$n = 61.88 / 18.488 = 3.35 \text{ шт.}$$

Принимаем 4 шт М20

$$\text{МФЛ} = 61.88 \cdot 1000 \cdot 0.12 / 8 = 928.2 \text{ кг}\cdot\text{м} \gg [6];$$

«Напряжения во фланце:

$$t = 25 \text{ мм}$$

$$\sigma = \text{МФЛ} / W = [(N1 \cdot b) / 8] / [(a \cdot t^2) / 6] = (3 \cdot N1 \cdot b) / (4 \cdot a \cdot t^2) \leq R_y \cdot \gamma_C;$$

$$\sigma = 92820 / ((40 \cdot 2.5^2) / 6) = 2227.68 \text{ кг/см}^2 < 2897.5 \text{ кг/см}^2$$

Определение катета шва крепления фланца к фасонке:

$$kf = 61.88 \cdot 1000 / (0.9 \cdot 2200 \cdot 2 \cdot (40 - 1)) = 0.4 \text{ см}$$

$$\text{принимаем } kf = 0.5 \text{ см} \gg [8]$$

Выводы по разделу.

В расчетно-конструктивном разделе произведен расчет металлической фермы проектируемого цеха по производству пиломатериалов. «Для подбора сечений фермы был выполнен сбор нагрузок, запроектирована расчетная схема, выполнен расчет возникающих усилий, по которым были подобраны необходимые сечения элементов» [2]. Также, произведена проверка принятых сечений и конструирование узлов. Полученные решения представлены в графической части, на листе 5.

3 Технология строительства

3.1 Область применения технологической карты

Проектируемое здание – «Цех по производству пиломатериалов с пролётом из основных конструкций 30 м.» в г. Челябинск Челябинской области.

«Здание одноэтажное, размерами в осях 36,0×32,6 м.

Сетка колонн проектируемого здания 6000/2600×6000 мм.

Высота здания составляет 18,355 м от уровня земли, в самой высокой его точке (отм. +18,365).

Технологическая карта разработана на устройство монолитных железобетонных столбчатых фундаментов под колонны с использованием металлической мелкощитовой опалубки.

Фундамент представлен в виде отдельно стоящих монолитных фундаментов из бетона В25, F150, W6. Отметка низа фундамента -1,700 м, отметка верха всех фундаментов -0,400. В здании 3 различных группы фундаментов ФМ1-ФМ3.

Основанием фундаментов является песчанник прочный, слабовыветрелых, размягченный» [8].

Для крепления колонн в оголовки фундаментов закладываются анкерные болты разных диаметров.

3.2 Технология и организация производства работ

3.2.1 Требование законченности подготовительных работ

Вначале целесообразно осуществить такие подготовительные операции:

- «убрать поверхностные воды;
- организовать качественные подъезды к участку строительства;
- выбрать территорию, которая будет использована для хранения арматуры;
- организовать место для работы с арматурой и опалубкой;
- выбрать оборудование для монтажа и доставить его на участок;

- выбрать маршруты для передвижения машин;
- привести сетки и опалубку на участок;
- осуществить первоначальные работы для обустройства фундамента;
- разбить оси здания;
- разметить фундаменты;
- разметить расположение щитов опалубки с помощью краски»[12].

3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий

Объем работ на устройство фундаментов представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Объем работ на устройство фундаментов

«Наименование работ	Единица измерения	Кол-во
Сборка, разборка опалубки	м ²	175
Монтаж арматуры	т	2,33
Укладка бетонной смеси	м ³	325,5» [12]

Потребность в строительных материалах представлена в таблице 11.

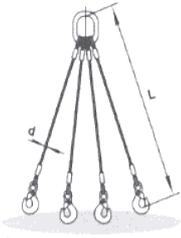
Таблица 11 – Потребность в строительных материалах

«Наименование материалов	Единица измерения	Кол-во
Арматурная сетка	т	2,33
Бетон класса В25	м ³	325,5» [2]

3.2.3 Выбор основных грузозахватный устройств

Подачу укрупненных щитов опалубки, арматурных сеток осуществляют с помощью крана, оборудованного четырехветвевым стропом, таблица 12.

Таблица 12 – Потребность в грузозахватных устройствах

«Наименование монтажного приспособления»	ГОСТ, № черт. и организации разработчика	Эскиз	Характеристики		
			Грузоподъемность, т	Масса, кг	Длина, м
Строп канатный 4СК (паук стальной) четырехветвевой	ГОСТ 25573-82		5	8	2» [13]

Потребность в грузозахватных устройствах оптимально отражена на объекте.

3.2.4 Основные технологические операции

Предусмотрены следующие этапы работ по организации фундаментов:

- «на выбранной и подготовленной площадке ставят сетки и каркасы;
- наливка смеси из бетона и наполнение ею опалубки»[23].

Далее необходимо организовать опалубку в ходе реализации следующих этапов:

- «подбор щитов;
- короб снабжают отметками, которые показывают оси фундамента и находятся с ними в полном соответствии;
- короб ставят по этим осям;
- с помощью штырей короб прикрепляется к основанию фундамента;
- полная установка короба;
- постановка пометок на оси;
- подколонник остается в устойчивом положении благодаря тому, что панели его помечены;
- устройство короба;
- полное закрепление опалубки»[27].

Предусмотрена следующая последовательность работ по устройству арматуры:

- «арматурные сетки насаживают на специальные фиксаторы. Таким образом, они помогают остаться защитному слою бетона. Этим завершается организация опалубки башмака.
- далее необходимо сконцентрировать усилия на организации опалубки башмака. Решение этой задачи связано с подготовкой арматурного каркаса подколонника. В каркасе выделены 4 сетки армирования. Сам каркас закреплен на нижнюю сетку»[23].

«Автобетононасос используется для того, чтобы обеспечить подачу бетона. Предусматривается следующая очередность в бетонировании фундаментов:

- низ вкладыша свидетельствует об уровне заглубления в бетон подколонника и башмака;
- заливка бетона вверх подколонника. При этом вкладыш уже установлен ранее»[17].

«Предусмотрена заливка бетона слоями по 0,3 м. Вибраторы глубины контролируют уплотнение слоя. После того, как выделится молоко их цемента, процесс вибрации прекращается. Укладка слоев бетона осуществляется попеременно с перерывами. Длительность самого большого перерыва не превышает 120 минут. Устраивать более длительные перерывы нецелесообразно»[21].

3.2.5 Выбор монтажного крана

«При монтаже опалубки и укладке арматуры используется кран ДЭК-631А. Подбор крана осуществлен в разделе 4 «Организация строительства».

Схема грузотехнических характеристик крана ДЭК-631А представлены в приложении Б» [7].

3.3 Требование к качеству и приемке работ

Система обеспечения качества строительных процессов охватывает многоступенчатую проверку документации и материалов перед началом работ, мониторинг технологических операций при возведении монолитных

фундаментных конструкций, а также финальную оценку соответствия выполненного объема установленным нормативам [29].

«Показатели качества и характеристики материалов представлены в таблице Б.1, включенной в приложение Б.

Предельно допустимые значения отклонений в габаритных размерах и пространственном расположении смонтированной конструкции содержатся в таблице Б.2 приложения Б. Графическое представление разрешенных отклонений отражено в таблице Б.3 приложения Б» [4].

3.4 Потребность в материально-технических ресурсах

«В приложении Б, таблицах Б.4 и Б.5, представлен перечень необходимого оснащения для возведения фундаментов из монолитного бетона, включая строительную технику, вспомогательное оборудование, монтажные элементы и рабочий инструментарий» [2].

3.5 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность

Производственные нормативы и методология безопасного выполнения работ, включенные в технологическую карту, регламентируются согласно положениям строительных правил СП 48.13330.2019, СП 49.13330.2010, а также методическим документам МДС 12-29.2006, МДС 12-46.2008, МДС 12-81.2007[84].

Строительному персоналу необходимо создать оптимальные условия работы с поддержанием заданных значений температуры и влажности воздуха согласно установленным нормам:

- должна быть обеспечена нормативная освещённость рабочей площадки;

- грузоподъемное оборудование эксплуатируется при обязательном размещении схем строповки на информационных стендах и установленной системе знаков безопасности и сигнализации;
- на территории строительных работ необходимо внедрить комплексную систему противопожарной безопасности. Оборудование включает специализированный щит для тушения возгораний, систему временных гидрантов и предупредительную сигнализацию. Каждый элемент защиты размещается согласно утвержденной схеме расположения противопожарных средств;
- безопасная работа электрооборудования и электрокоммуникационных систем требует соблюдения специальных условий при выполнении строительных работ. Руководство строительной площадки обязано обеспечить надлежащие меры защиты для всех электротехнических установок и коммуникаций;
- рабочие на строительном объекте обязаны получить надежные, прошедшие проверку инструменты, оборудование и вспомогательные устройства для выполнения профессиональных задач. Руководство стройплощадки гарантирует соблюдение норм безопасности при эксплуатации строительного оснащения;
- строительные объекты требуют подключения временных инженерных сетей для обеспечения полноценного функционирования. Строительная зона нуждается в оперативном монтаже коммуникационных систем, включая электроснабжение, водопровод и канализацию. Прокладка временных инженерных линий создает необходимые условия для выполнения строительномонтажных работ на площадке;
- нормативная документация предусматривает размещение информационных щитов и внедрение знаково-сигнальной системы

оповещения для обеспечения безопасных условий труда персонала и защиты экологической среды. «Организационные мероприятия включают комплексный подход к охране труда с соблюдением установленных регламентов безопасности» [17];

- строительному персоналу надлежит пройти обязательную предварительную подготовку с освоением безопасных методик производства работ. Квалифицированные специалисты проводят подробный инструктаж, разъясняя правила техники безопасности и регламенты выполнения строительных операций. Рабочие получают необходимые знания о методах предотвращения производственных рисков и травматизма на объекте;
- строительные рабочие обязаны использовать защитную экипировку и специализированную одежду при выполнении производственных задач;
- рабочие, задействованные в строительных работах, размещаются во временных мобильных помещениях, включая бытовые и производственные сооружения сборно-разборного типа.

Комплексная программа улучшения рабочих условий и защитных мер на производственных участках служит гарантией безопасного выполнения грузоподъемных и транспортировочных операций.

При эксплуатации монтажного крана необходимо предусмотреть:

- площадку для монтажа;
- безопасную установку монтажного крана вблизи здания, выемки.

Процесс установки и сборки необходимо выполнять поэтапно, руководствуясь утвержденным проектом производства работ и соблюдая установленную технологическую последовательность операций.

Технологический процесс установки несущих элементов допускается начинать исключительно по завершении точных замеров базовых параметров опорных поверхностей и подтверждения их полного соответствия проектной документации.

Производство стропальных работ с арматурными и опалубочными конструкциями осуществляется опытными специалистами под руководством мастера участка. Монтажники применяют сертифицированные грузозахватные механизмы, разработанные специально для подъема данных строительных элементов. Безопасность операций обеспечивается строгим соблюдением технологических регламентов погрузки.

При строповке необходимо соблюдать основные правила:

- не допускать резких перегибов строп;
- строп в местах перегибов не должен касаться острых кромок;
- не допускать передвижения стропа по грузу;
- в зонах крепления грузозахватных приспособлений следует применять дополнительные элементы жесткости для предотвращения деформации конструктивных элементов. Места соприкосновения строп с поверхностью груза требуют особого внимания и установки защитных накладок при обнаружении признаков механического воздействия;
- при подъеме грузов следует использовать стропы с ограниченным количеством ветвей, поскольку многовитковые конструкции создают дисбаланс нагрузки между отдельными элементами. Рациональным решением становится применение строп увеличенного диаметра с числом ветвей до шести, обеспечивающих равномерное распределение усилий;
- при размещении грузовых строп под углом к поверхности конструкции следует обеспечить надежную фиксацию, препятствующую соскальзыванию. Монтаж металлических упоров посредством сварки либо установка распорных элементов между стропами гарантирует безопасное крепление;
- расположение строп на осях подвесок требует особого внимания. Максимальное приближение к щекам подвески обеспечивает

надежную фиксацию. Установка деревянных распорок или специальных втулок между стропами предотвращает их смещение при воздействии нагрузки;

- перегиб стропов на щеках грузового блока создает риск обрушения поднимаемых конструкций, требуя неукоснительного соблюдения правил строповки;

Демонтаж опалубочных конструкций выполняется квалифицированными специалистами при помощи специализированного оборудования. Обязательным условием начала работ служит достижение бетонной смесью нормативных показателей прочности при сжатии, подтвержденное письменным распоряжением производителя строительных работ.

При уплотнении бетонной смеси рабочий наконечник вибратора следует размещать на достаточном расстоянии от опалубочных конструкций и арматурных элементов, исключая прямой контакт с ними.

«В целях уменьшения загрязнения воздушного бассейна загрязняющими веществами, выбрасываемыми двигателями внутреннего сгорания строительной и транспортной техники, предусматриваются следующие мероприятия: комплектация парка техники строительными машинами с силовыми установками, обеспечивающими минимальные удельные выбросы вредных веществ в атмосферу (оксид углерода, углеводороды, оксиды азота и т.д.); осуществление запуска и прогрева двигателей транспортных средств строительных машин по утвержденному графику с обязательной диагностикой выхлопа загрязняющих веществ; запрет на оставление техники, не задействованной в технологии строительства с работающими двигателями в ночное время; согласование с местными природоохранными органами условий работы техники и времени работы транспорта; транспортирование щебня и разработанного грунта осуществлять специализированными автомобилями, исключая возможность попадания материала в окружающую среду; хранение цемента производить в герметичных закрытых

емкостях типа бункеров или мешков; строительные машины и механизмы эксплуатировать только в исправном состоянии, осуществлять своевременное техническое обслуживание строительной техники; снижение шума от техники за счет: усовершенствования конструкции глушителей; использования защитных кожухов и капотов с многослойными покрытиями из резины, поролона и т.п.» [16]

Для сбора бытового и строительного мусора на строительной площадке устанавливаются специальные контейнеры. По мере их заполнения контейнеры вывозятся для утилизации. Не допускается поступление в отходы металлов прочих отходов.

«Все контейнеры располагаются на специальных площадках с удобным подъездом спецтранспорта. В процессе производства работ по сооружению проектируемого объекта образуются отходы от выполнения различных технологических операций» [11].

«Для защиты окружающей природной среды от негативных воздействий, возникших в период производства работ, следует руководствоваться нижеперечисленными мероприятиями: строительные материалы должны иметь сертификат соответствия санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам; строительно-монтажные работы проводить только в пределах полосы отвода земли; выбор строительных машин и механизмов должен осуществляться с учетом их эксплуатационных и технических характеристик, обеспечивающих наибольшую эффективность и безопасность ведения строительно-монтажных работ; проезд строительной техники осуществлять только в пределах полосы отвода земли; для того чтобы значения выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, поступающих в атмосферу не превышали допустимых значений, необходимо в период строительства объекта обеспечить контроль топливной системы двигателей механизмов; на строительной площадке следует размещать только строительную технику необходимую для выполнения конкретных технологических операций; строительные машины и

механизмы необходимо эксплуатировать только в исправном состоянии; строительный мусор по мере накопления следует вывозить на специальную площадку; сброс и утечки горюче–смазочных материалов, неочищенных промстоков и других загрязняющих веществ на рельеф и почвы при строительстве всех объектов должны быть исключены; после окончания строительно-монтажных работ временно занимаемые площади для предотвращения загрязнения и деградации земель подлежат рекультивации; при транспортировке строительных материалов автотранспортом следует поверхности транспортируемого груза: увлажнять транспортируемый сыпучий материал, накрывать пологом; хозяйственно-бытовые отходы подлежат сбору в герметичную емкость с последующим вывозом на очистные сооружения»[17].

3.6 Техничко-экономические показатели

3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени

«Трудовые затраты на устройство монолитных железобетонных столбчатых фундаментов определяют согласно ЕНиР [12] сборник Е4 в.1 «Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций» [18].

Разрабатывается в табличной форме, данные сведены в таблице Б.6 приложения Б.

Трудоемкость работ определяется по формуле 22:

$$T = \left(\frac{V \cdot H_{вр}}{8} \right), \text{ чел} - \text{см} \quad (22)$$

«где V – объем выполненных работ;

$H_{вр}$ – норма времени, чел-час;

8 – продолжительность смены, час» [8].

Решение данной формулы отражено в календарном графике.

3.6.2 График производства работ

Продолжительность выполнения работ определяется по формуле 23:

$$П = \frac{T_p}{n \cdot k} \partial_n \quad (23)$$

«где: T_p – трудозатраты;

n – количество рабочих в звене;

k – сменность»[13]

Коэффициент неравномерности движения рабочих по формуле 24:

$$K_n = \frac{R_{max}}{R_{cp}} \quad (24)$$

«где: R_{cp} – среднее число рабочих на объекте;

R_{max} – максимальное число рабочих на объекте.»[13]

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{П \cdot k} \text{ чел} \quad (25)$$

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

$П$ – продолжительность работ по графику.»[13]

$$R_{cp} = \frac{32,55}{9 \cdot 2} = 2 \text{ чел}$$

$$K_n = \frac{4}{2} = 2$$

3.6.3 Основные ТЭП

«1- суммарные затраты труда рабочих – 32,55 чел-см. (из прил. Б);

2- суммарные затраты машинного времени – 8,26 маш-см. (из прил. Б);

3- продолжительность работ – 9 дн. (по графику производства работ);

- 4- максимальное количество рабочих на объекте – 4 чел.;
- 5- среднее количество рабочих на объекте – 2 чел.;
- 6- коэффициент неравномерности движения рабочих – 2;»[2]
- 7- выработка на укладку бетонной смеси находим по формуле 26:

$$B = \frac{\Sigma V}{\Sigma T} \text{ м}^3 / \text{чел} - \text{см} \quad (26)$$

где: ΣV – суммарный объем работ по укладке бетонной смеси, м^3 ;
 ΣT – суммарная трудоемкость работ по укладке бетонной смеси, чел-см.

$$B = \frac{325,5}{32,55} = 10 \text{ м}^3 / \text{чел} - \text{см}$$

8 - затраты труда на единицу объема определяются по формуле 27:

$$Z_{тр} = \frac{1}{B} \text{ чел} - \text{см} / \text{м}^3 \quad (27)$$

$$Z_{тр} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ чел} - \text{см} / \text{м}^3$$

Выводы по разделу.

Разработана технологическая карта на устройство монолитных столбчатых фундаментов. Техничко-экономические решения приведены в пункте 3.6.3.

4 Организация и планирование строительства

В настоящем разделе представлен ППР на возведение «Цеха по производству пиломатериалов с пролётом основных конструкций 30 м.» в городе Челябинске, Челябинской области.

Местоположение объекта – город Челябинск.

Промышленное здание выполнено в виде одноэтажного, трехпролетного каркасного сооружения, объединяющего все ключевые технологические этапы. Размеры цеха- 72 м×90 м. Шаг колонн– 6 м×6 м.

4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ

Подсчет объемов работ приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Ведомость объемов СМР

«Наименование Работ	Ед. изм	Формула подсчета	Количество	Примеч.»[2]
1	2	3	4	5
Срезка растительного грунта	м ²	$S=(a_0+10) \cdot (b_0+10)$	$S=(90+10) \cdot (72+10) = 8200 \text{ м}^2$	$a_0=72 \text{ м}$, $b_0=90 \text{ м}$ - размеры здания в осях.
Разработка грунта	м ³	$V_1 = 1/3h(b+B+\sqrt{Bb})n$ $V_2 = (d+D)h \cdot L/2$	$B=3,6 \cdot 2,9=10,4 \text{ м}^2$ $h=2,6 \text{ м}$ $b=2,80 \cdot 2,10=5,9 \text{ м}^2$ $V_1=1/3 \cdot 2,6(5,9+10,4+\sqrt{5,9 \cdot 10,4}) \cdot 42=1946 \text{ м}^3$	B -ширина по верху; b -ширина фундамента; h -глубина выемки, 0,8 м; L -длина. n -кол-во фундаментов, 40шт

Продолжение таблицы 13

«1	2	3	4	5
Доработка грунта	м ³	$V_{р.д.}=0,1 \cdot V_{тр}$	$V_{р.д.}=0,1 \cdot 875=87,5\text{м}^3$	$V_{тр.}=V_1+V_2$ $V_{тр.}=611,8+263,2=875\text{м}^3$
Устройство бетонной подготовки	м ³	$V_{б.п.р.}=0,1 \cdot S_{б.п1}+0,07 \cdot S_{б.п2}$	$S_{б.п1}=1,8 \cdot 1,1 \cdot 42=188\text{м}^2$ $S_{б.п2}=b \cdot l=0,55 \cdot 240=132\text{м}^2$ $V_{б.п.р.}=28\text{м}^3$	$S_{б.п.}$ – площадь b-ширина l-длина
Устройство фундаментов	м ³	$V_p=V_1 \cdot n+V_2+V_3$	$V_1=1,6 \cdot 0,9 \cdot 0,45+0,7 \cdot 0,56 \cdot 0,6$ $V_2=0,2 \cdot 1,35 \cdot 87=0,88 \text{ м}^3$ $V_2=0,2 \cdot 1,35 \cdot 87\text{м}^3$ $V_3=(0,4 \cdot 0,35+0,9 \cdot 0,25) \cdot 240=87,6 \text{ м}^3$ $V_p=0,88 \cdot 95+23,49+87,6=194,69 \text{ м}^3$	V_1, V_2, V_3 – объем фундаментов n-кол-во
Гидроизоляция фундаментов	100м ²	-	$S_f = 11138 \text{ м}^2$	-
Монтаж фундаментных балок	шт	-	N = 40шт	ФБ6 по серии 1.415-1
Монтаж цокольных панелей	шт	-	N = 40шт	ПЦТ 60.12.2.0-ТП-1 по серии 1.432.1-21
Обратная засыпка	м ³	$V_3=(V_{т.}-V_{ф.}-V_{б.п.})/k_p$, где $V_{зм}=V_3 \cdot 0,7$ – механизиров. $V_{зр}=V_3 \cdot 0,3$ – вручную	$V_3=(1950,11-194,7-28,5)/1,1$ $V_3=1569,82 \text{ м}^3$ $V_{зм}=1569,82 \cdot 0,7=1098,98 \text{ м}^3$ $V_{зр}=1569,82 \cdot 0,3=470,95 \text{ м}^3$	$k_p=1,1$ – коэффициент разрыхления.
Уплотнение грунта	м ³	$V_{зр}=470,95 \text{ м}^3$	$V_{уп}=470,95\text{м}^3$	-
Установка металлических колонн здания	т	$M= m \cdot n$	$m_k=1,17 \cdot 40=47,1 \text{ т}$	40 шт. высота 10,8 м масса 1,17 т
Монтаж подкрановых балок ПБ-1	т	$M=7,581 \text{ т}$	$M=0,106 \cdot 72=7,581 \text{ т}$	длина- 6 м, масса- 105,88 кг, кол-во 72-шт.» »[13]

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Монтаж стропильных металлических ферм	т	$M = 3,2 \cdot 21 = 67,2 \text{ т}$	$m_{\phi} = 67,2 \text{ т}$	Количество- 21 шт., масса 1 шт.- 3,2 т
Монтаж подстропильных металлических ферм	т	$M = 1,2 \cdot 72 = 86,4 \text{ т}$	$m_{\phi} = 86,4 \text{ т}$	Количество- 72 шт., масса 1 шт.- 1,2 т
Кладка стен кирпичных	м^3	$V_{\text{ст н}} = t \cdot H \cdot L$	$V_{\text{ст н}} = (1,2 \cdot 5,4 \cdot 2 + 1,0 \cdot 3,6) \cdot 5 = 252 \text{ м}^3$	t-толщина стены H-высота L-длина
Кладка внутренних кирпичных стен	м^3	$V_{\text{ст в}} = t \cdot H \cdot L$	$V_{\text{ст в}} = 0,25 \cdot 6 \cdot 51,3 = 77 \text{ м}^3$	-
Монтаж связей	т	-	$m = 1,8 \text{ т}$	-
Монтаж прогонов покрытия	т	-	$m = 28,8 \text{ т}$	-
Монтаж фонарей	т	-	$m = 37,2 \text{ т}$	-
Монтаж покрытия из профлиста	м^2	$S_c = 6624 \text{ м}^2$	$S_c = 6624 \text{ м}^2$	-
Монтаж лестниц	т	-	$m = 1,2 \text{ т}$	-
Монтаж площадок	т	-	$m = 0,6 \text{ т}$	-
Монтаж сэндвич панелей cnty	м^2	-	$S = 2880 \text{ м}^2$	-
Устройство пароизоляции кровли	м^2	$S_{\text{п.п.}} = 6624 \text{ м}^2$	$S_{\text{п.п.}} = 6624 \text{ м}^2$	-
Утепление покрытия	м^2	$S_y = 6624 \text{ м}^2$	$S_y = 6624 \text{ м}^2$	-
Устройство уклонообразующего слоя	м^2	$S_c = 6624 \text{ м}^2$	$S_c = 6624 \text{ м}^2$	-
Устройство примыканий кровли	м	$S_{\text{п}} = 327 \text{ м}$	$S_{\text{п}} = 327 \text{ м}$	-
Улучшенная штукатурка стен	м^2	$S_{\text{стен}} = 480 \text{ м}^2$	$S_{\text{шт.}} = 480 \text{ м}^2$	-
Окраска стен	м^2	$S_{\text{стен}} = 480 \text{ м}^2$	$S_{\text{ок.}} = 480 \text{ м}^2$	-

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Окраска потолков	м ²	S _{пот.} = 63,5 м ²	S _{оп.} = 63,5 м ²	-
Установка ворот	т	-	m _в = 4,48 т	-
Установка оконных блоков	м ²	-	S _{о1} = 402,1 м ²	Оконные блоки по ГОСТ 11214-2003 (ОД СП Д2 2000-4200-94 ГОСТ 11214- 288 шт.)
Установка дверных блоков	м ²	-	S _{о2} = 6,1 м ²	-
Устройство гидроизоляции пола из п/э пленки 2 сл.	м ²	-	S _{п.п.} = 6412 м ²	-
Утепление полов	м ²	S _{у.п.} = 72·90-20-18-15,36-15,36=6412 м ²	S _{у.п.} = 6412,00 м ²	-
Устройство бетонной стяжки пола	м ²	V = 71,6*89,6 = 6415,36 м ³	V = 6415,36 м ³	-
Устройство полимерных покрытий пола толщ. 8 мм	м ²	S _{п.} = 72·90=6480 м ²	S _{п.} = 6480 м ²	-

На основе приведенных в таблице 13 объемов работ производится определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях, а также составление калькуляции затрат труда.

4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях

«На основании ведомости объемов СМР формируется перечень требуемых строительных материалов.

Ведомость потребности в материалах полуфабрикатах и изделиях представлена в приложении В в таблице В.1.» [13]

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

«Выбираем элементы, характеризующиеся максимальными параметрами, для которых определяем параметры кранов» [10].

К монтажным параметрам относятся:

$Q_{\text{тр}}$ - грузоподъемность, т;

$H_{\text{кр}}^{\text{тр}}$ – высота подъема, м;

$L_{\text{кр}}^{\text{тр}}$ – вылет, м;

$L_{\text{стр}}^{\text{тр}}$ – длина стрелы, м.

«Для самоходных стреловых кранов требуемая грузоподъемность, формула 28:

$$Q_{\text{к}} = K \cdot G_{\text{э}} + q \quad (28)$$

где K – коэффициент увеличения массы элемента– 1,07;

$G_{\text{э}}$ – наибольшая масса элемента, т;

q – масса оснастки, т.

Высота подъема, формула 29:

$$H_{\text{стр}} = H_{\text{кр}}^{\text{тр}} + h_{\text{п}}, \quad (29)$$

где $h_{\text{п}}$ – длина грузового полиспаста крана в растянутом положении, м.

$$H_{\text{кр}}^{\text{тр}} = h_0 + h_{\text{з}} + h_{\text{э}} + h_{\text{с}}, \quad (30)$$

где h_0 – превышение опоры монтируемого элемент над уровнем стоянки крана, м;

$h_{\text{з}}$ – запас по высоте, м;

$h_{\text{э}}$ – высоты или толщина элемента, м;

$h_{\text{стр}}$ – высота строповки, м.

Вылет крюка, формула 31:

$$L_{\text{к}} = \frac{(H_{\text{стр}} - h_{\text{ш}}) \cdot (b_1 / 2 + S)}{h_{\text{п}} + h_{\text{стр}}}, \quad (31)$$

где $h_{\text{п}}$ – длина грузового полиспаста крана в растянутом положении, м;

$H_{\text{стр}}$ – высота стрелы, м;

d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, м

S – расстояние от края монтируемого элемента до оси стрелы крана, м;

b_1 – длина или толщина монтируемого элемента, м;

$h_{\text{ш}}$ – высота шарнира пяты стрелы от уровня стоянки крана, м.» [10]

Расчетная длина стрелы без установки гуська(м) по формуле 32:

$$L_{\text{стр}} = \sqrt{(L_{\text{к}} - d)^2 + (H_{\text{стр}} - h_{\text{ш}})^2}, \quad (32)$$

Для фермы:

$$1. Q_{\text{к}} = 3,2 \cdot 4 + 1,75 = 14,55 \text{ т}$$

$$2. H_{\text{к}} = 15,6 + 0,5 + 5 + 3,6 = 24,7 \text{ м}$$

$$3. H_{\text{стр}} = 15,6 + 0,5 + 5 + 3,6 + 1,5 = 26,2 \text{ м}$$

$$3. L_{\text{к}} = \frac{(26,2 - 1,5) \cdot (0,4 / 2 + 1,5)}{1,5 + 3,6} = 8,23 \text{ м}$$

$$5. L_{\text{стр}} = \sqrt{(8,23 - 1,5)^2 + (24,7 - 1,5)^2} = 24,15 \text{ м}$$

На основе расчета принимаем автомобильный КС-55713-1.

4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяем по Государственным элементным сметным нормам [16]. Трудоемкость работ в чел-сменах и машино-сменах рассчитывается по формуле 33» [12]:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{\text{сп}}}{8}, \text{ чел} - \text{см} (\text{маш} - \text{см}) \quad (33)$$

«где V – объем работ;

$H_{вр}$ – норма времени;

8 – продолжительность смены, час»[14].

Все расчеты по определению трудозатрат сводятся в Приложение А в таблицу В.2.

4.5 Разработка календарного плана производства работ

«Календарный план и графика движения рабочих представлены в графической части.

Объемы работ вычисляем по формуле 34» [19]:

$$T = \frac{T_p}{n \cdot k}, \text{ дней} \quad (34)$$

«где T_p – трудозатраты (чел-дн);

n – количество рабочих в звене;

k – сменность.

Продолжительность работы должна быть кратна 1 дню»[22].

«Формула для расчета коэффициента неравномерности потока 35:

$$\alpha = \frac{R_{ср}}{R_{max}} = \frac{49}{96} = 0,51 \quad (35)$$

где $R_{ср}$ – среднее число рабочих на объекте;

R_{max} – максимальное число рабочих на объекте.»[22]

$$R_{ср} = \frac{\Sigma T_p}{T_{общ} \cdot k} = \frac{8621,73}{175} = 49 \text{ чел}$$

«где ΣT_p – суммарная трудоемкость работ с учетом неучтенных работ;

$T_{общ}$ – общий срок строительства по графику»[22].

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Расчет площадей складов

«Для организации непрерывного строительного процесса на территории стройплощадки выделены места для складирования материалов.

Материалы, изделия, конструкции и оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны размещаться следующим образом:

- кирпич в пакетах на поддонах - не более чем в два яруса, в контейнерах - в один ярус, без контейнеров - высотой не более 1,7 м;
- металлические фермы - в кассеты вертикально;
- плиты перекрытий - в штабель высотой не более 2,5 м на подкладках и с прокладками;
- ригели и колонны - в штабель высотой до 2 м на подкладках и с прокладками;
- круглый лес - в штабель высотой не более 1,5 м с прокладками между рядами и установкой упоров против раскатывания, ширина штабеля менее его высоты не допускается;
- пиломатериалы - в штабель, высота которого при рядовой укладке составляет не более половины ширины штабеля, а при укладке в клетки - не более ширины штабеля;
- мелкосортный металл - в стеллаж высотой не более 1,5 м;
- крупногабаритное и тяжеловесное оборудование и его части - в один ярус на подкладках;
- стекло в ящиках и рулонные материалы - вертикально в 1 ряд на подкладках;

- черные прокатные металлы (листовая сталь, швеллеры, двутавровые балки, сортовая сталь) - в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками;
- трубы диаметром до 300 мм - в штабель высотой до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами;
- трубы диаметром более 300 мм - в штабель высотой до 3 м в седло без прокладок с концевыми упорами.

Складирование других материалов, конструкций и изделий следует осуществлять согласно требованиям стандартов и технических условий на них.

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад.»[18]

«Для расчета площади складов и их размещения на площадке, необходимо определить запас хранимого материала по формуле 36:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ т} \quad (36)$$

«где $Q_{\text{общ}}$ – общее количество материала данного вида;

T – продолжительность работ с использованием этих материалов;

n – норма запаса (примерно 1-5 дней);

k_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов ($k_1 = 1,1$);

k_2 – коэффициент неравномерности потребления материалов ($k_2 = 1,3$).»[23]

Затем, согласно формуле 37, вычисляется площадь, пригодная для хранения каждого вида материалов.

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (37)$$

где q – норма складирования.

Общая площадь склада рассчитывается по формуле 38:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} + K_{\text{исп}}, \text{ м}^2 \quad (38)$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования площади склада. »[23]

Расчет сведен в таблицу В.3.

4.6.2 Расчет и подбор временных зданий

«Информация о расчете потребности во временных сооружениях представлена в таблице 8.

Максимальное количество рабочих N_{max} - 92 чел.

Количество рабочих в наиболее загруженную смену – 79 чел. (85% от N_{max}).

Количество ИТР $N_{\text{ИТР}}$ - 5 чел» [7].

Расчет временных зданий представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет временных зданий

Наименование	Кол-во человек	Нормана 1 чел.	Расчетная площадь, м ²	Площадь инвентарных зданий»[2]
Помещения ИТР	5	4,0	20	7х3,0х3,0 м- 1 шт
Бытовые помещения	79	0,9	71,1	7х3,0х3,0 м- 4 шт
Помещение для приема пищи	84	0,25	21	7х3х3 м- 1 шт
Душевые	79	0,43	33,97	7х3,0х3,0 м -2 шт
Сан. узел	84	0,07	5,88	7х3,0х3,0 м- 1 шт
Помещения для сушки одежды	79	0,2	15,8	7х3,0х3,0 м- 1 шт
Медпункт	4	0,5	2	7х5х3,0 м- 2 шт»[23]

Принимаем все временные здания по каталогу строительных бытовок и постов охраны ООО «УПТК».

4.6.3 Расчет и проектирование сетей водоснабжения и водоотведения

Расчетный расход воды определяется по формуле 39:

$$Q_{\text{расч.общ}} = Q_{\text{пож}} + 0,5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}}), \quad (39)$$

«Где $Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$ - расход на противопожарные цели;

$Q_{\text{пр}} = 11 \text{ л/с}$ расход на производственные нужды;

$Q_{\text{хоз}} = 1 \text{ л/с}$ - расход воды на хозяйственные нужды.

$Q_{\text{расч.общ.}} = 10 + 0,5 (11 + 1) = 16 \text{ л/с.}$ » [23].

Диаметр трубопровода по формуле 40:

$$d = \sqrt{\frac{2000 \cdot Q}{\pi}} = \sqrt{\frac{2000 \cdot 16}{3,14}} = 100,1 \text{ мм} \quad (40)$$

Принимаем диаметр водопровода Ду 100 мм.

«Временная канализация устраивается для отвода использованных стоков от столовых, душевых, умывальных и других временных помещений, к которым подводится временный водопровод. Для отвода ливневых и условно чистых производственных вод отрывают открытые водостоки. Отвод использованных вод осуществляется в действующие канализационные сети. Временные туалеты устраивают с выгребом. Временные канализационные сети выполняют из асбестоцементных труб»[14].

Для канализации не учитываем противопожарные нужды:

$$d = 63,25 \times (\sqrt{(12/3,14 \times 2)}) = 87,4 \text{ мм}$$

Принимаем ПВХ трубы Ду 100 мм.

4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

«Сети (включая установки и устройства) электроснабжения постоянные и временные предназначены для энергетического обеспечения силовых и

технологических потребителей, а также для устройства наружного и временного освещения объекта, подсобных и вспомогательных зданий, мест производства СМР и строительной площадки»[18].

«Параметры временных сетей или их отдельных элементов устанавливаются в следующей последовательности:

- расчет электрических нагрузок,
- выбор источника электроэнергии,
- расположение на схеме электрических устройств и установок, составление рабочей схемы электроснабжения.

Для более точных расчетов потребности в электроэнергии определяют по установленной мощности потребителей с учетом коэффициента спроса и распределении электрических нагрузок во времени»[18].

Расчетная мощность определяется по формуле 42:

$$\sum P_{mp} = \alpha \left(\frac{k_1 \sum P_m}{\cos \varphi_1} + \frac{k_2 \sum P_T}{\cos \varphi_2} + k_3 \sum P_{ov} + k_4 \sum P_{on} + k_5 \sum P_{cv} \right) \quad (42)$$

«где: α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети, $\alpha = 1,1$;

$\sum P_m$ – сумма номинальных мощностей всех установленных на стройплощадке моторов, кВт;

$\sum P_T$ – сумма потребной мощности для технологических нужд, кВт.

Так как основной период строительства приходится на теплое время года расход электроэнергии на технологические нужды не учитывается, т. е. $\sum P_T = 0$.

$\sum P_{ov}$ – освещение внутреннее;

$\sum P_{on}$ – освещение наружное;

$\sum P_{cv}$ – сварочные трансформаторы;

$\cos \varphi = 0,8$ – коэффициенты мощности;

$k_1 = 0,5$; $k_3 = 0,6$; $k_4 = 0,9$; $k_5 = 0,7$ – коэффициенты, учитывающие неоднородность потребления электроэнергии.»[8]

«Требуемая мощность для наружного освещения подсчитывается исходя из норм освещенности»[18].

Принимаем установки мощностью 55,6 кВт. Необходимая мощность для освещения представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет мощности электросетей освещения

«Потребители	Ед. изм.	Кол-во	Норма освещенности, кВт	Общая мощность, кВт
Внутреннее освещение				
Административные помещения	м ²	120	0,015	1,485
Бытовки	м ²	340	0,01	2,43
Мастерские	м ²	180	0,015	2,7
Закрытые склады	м ²	285,3	0,002	0,57
Итого: ΣР _{о.в.}	–	–	–	6,759
Наружное освещение				
Проходы и проезды	км	0,05	5	0,25
Второстепенные проходы и проезды	км	0,06	2,5	0,15
Охранное освещение	км	0,2	1,5	0,3
Аварийное освещение	км	0,2	0,7	0,14
Открытые склады	м ²	560	0,001	0,56
Итого: ΣР _{о.н.}	–	–	–	1,4» [10]

Мощность сварочных трансформаторов ТС–500:

$$\sum P_{CB} = 32 \times 2 = 64 \text{ кВт},$$

«где: 32 кВт – номинальная мощность сварочного трансформатора типа ТС–500

– 2 шт. – количество одновременно используемых трансформаторов»[16].

Общая мощность:

$$\sum P_{тр} = 1,05 \left(\frac{0,5 * 55,6}{0,8} + 0,6 * 6,8 + 0,9 * 1,4 + 0,6 * 64 \right) =$$

$$= 78,4 \text{ кВт} = 98 \text{ кВА}$$

Принимаем трансформатор ТМ 100 кВА.

4.7 Проектирование строительного генерального плана

«На стройгенплане отображаются тип крана, его модель и места размещения. Помимо этого, на плане обозначаются здания и склады – как открытые, так и закрытые. Открытые склады должны располагаться вне монтажной области, но в зоне досягаемости крана.» [23].

Строительный генеральный план содержит информацию о коммуникациях – электроснабжении, водопроводе, канализации, а также о количестве и расположении пожарных гидрантов.

«Проектирование установки двух кранов требует учета условий их безопасной одновременной эксплуатации и связанных с ней опасных зон. Минимальное расстояние между радиусами действия двух кранов, работающих на одном объекте, должно составлять половину длины самого большого груза, перемещаемого ими, плюс 2–3 метра» [17].

«Краны при выполнении СМР должны эксплуатироваться в строгом соответствии с паспортом. Использование нескольких кранов на одной площадке возможно как в обычных, так и в сложных условиях.

Обычные условия подразумевают расположение кранов так, чтобы их рабочие зоны не пересекались. В таких условиях каждый кран можно рассматривать как отдельный.

Стесненные условия возникают, когда рабочие зоны кранов вынужденно пересекаются. В таких ситуациях границы зон обслуживания кранов можно уменьшить, сократив максимальный рабочий вылет стрелы или ограничив поворот крана заданным углом. В местах пересечения или соприкосновения зон обслуживания нескольких кранов необходимо устанавливать хорошо заметные знаки безопасности, видимые из кабины крана в любое время суток» [17].

Ограничение рабочей зоны крана направлено на предотвращение попадания в опасную зону людей. Это особенно важно в стесненных условиях или когда опасная зона выходит за пределы строительной площадки или вблизи мест, где могут находиться люди. Ограничение зоны обслуживания

крана с помощью ограничения угла поворота стрелы в стесненных условиях достигается путем регулирования: перемещения крана, вылета стрелы и высоты подъема груза.

«На стройках успешно применяются системы ограничения зон работы крана (СОЗР), которые управляют приводами крана, определяют зоны, недоступные для груза и стрелы, и ограничивают высоту проноса груза. Система, используя данные с датчиков, определяет положение крана, стрелы, вылета груза и высоты подъема, сравнивая их с информацией из "блока параметров строительной площадки" (БПСП). В зависимости от результатов сравнения, система выдает сигналы управления для: поворота стрелы, движения вылета груза и движения крюковой подвески. Это позволяет установить границы, за которые не должны выходить груз и стрела, а также ограничить высоту проноса груза» [17].

Границы зон ограничения указываются на СГП.

Крановщик обязан снижать скорость перемещения груза до минимальной не менее чем за 1 метр до предупреждающего знака и далее перемещать груз на этой скорости короткими включениями. Знаки устанавливаются с учетом видимости границ зоны обслуживания, но не менее двух знаков каждого типа на один луч угла или линию зоны ограничения. Знаки крепятся на стойках.

«Работы в стесненных условиях с ограничением зоны обслуживания или высоты подъема должны выполняться по наряду-допуску. Время выполнения работ с ограничением зоны обслуживания краном должно быть зафиксировано в вахтенном журнале крановщика и подтверждаться перед каждым изменением ограничения. Одновременно переставляются знаки безопасности» [10].

4.8 Техничко- экономические показатели ППР

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

- объем здания – 13046 м³;
- общая трудоемкость цикла работ – $T_p = 8621,73$ чел-см;
- усредненная трудоемкость работ – 0,66 чел-см/м³;
- общая площадь строительной площадки – 11200 м²;
- общая площадь застройки – 1259 м²;
- площадь временных зданий – 460 м²;

площадь складов:

- открытых – 287 м²;
- закрытых 14,22 м²;
- под навесом – 87,3 м²;

Протяженность временных сетей:

- водопровода – 219 м;
- электрической линии – 360 м;
- канализации – 138 м;

Протяженность автодорог – 312 м;

Количество рабочих на объекте:

- максимальное – 92 чел.;
- среднее – 51 чел.;
- минимальное – 16 чел.;

Коэффициент равномерности потока: по числу рабочих – $\alpha = 0,56$;

Продолжительность строительства:

- нормативная – $T_2 = 198$ дн;
- фактическая – $T_1 = 175$ дн.»[12]

В стесненных условиях допускается ограничение высоты подъема груза при погрузочно-разгрузочных работах, прокладке коммуникаций и возведении подземных частей зданий, при условии разработки организационно-технических мероприятий.

5 Экономика строительства

В данном разделе разработан проект производства работ в части организации и планирования строительства на возведение «Цеха по производству пиломатериалов с пролётом из основных конструкций 30 м.» в г. Челябинск Челябинской области.

Район строительства – г. Челябинск.

Промышленное здание представляет собой одноэтажное 3-х пролетное производственное здание, в котором размещены все основные технологические процессы.

«Здание одноэтажное, размерами в осях 72,0×90,0 м.

Сетка колонн проектируемого здания 6000×6000 мм.

Высота здания составляет 15,355 м от уровня земли, в самой высокой его точке (отм. +18,355)» [7].

«Конструктивная схема здания – каркасная с несущим стальным каркасом и ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем.

Каркас – из стальных гнутых и прокатных профилей.

Функциональное назначение здания – деревообрабатывающий цех.

Общая площадь здания – 6480 м²;

Строительный объем – 69984 м³» [17].

«Укрупненный норматив цены строительства – показатель потребности в денежных средствах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, предназначенный для планирования (обоснования) инвестиций (капитальных вложений) в объекты капитального строительства»[15].

Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 01.01.2025 г. для базового района (Челябинск).

Показателями НЦС 81-02-2025 в редакции 2025 г. учитываются затраты на оплату труда рабочих и эксплуатацию строительных машин, стоимость материальных ресурсов и оборудования, накладные расходы и

сметную прибыль, а также затраты на строительство временных титульных зданий и сооружений, дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время, затраты на проектно-изыскательские работы и экспертизу проекта, строительный контроль, резерв средств на непредвиденные работы и затраты.

«Для определения стоимости строительства здания цеха, благоустройства и озеленения территории проектируемого объекта в г. Челябинск были использованы Укрупненные нормативы цены строительства, используемые в сметных расчетах:

- НЦС 81-02-07-2025 Сборник N07. Железные дороги;
- НЦС 81-02-16-2025 Сборник N16. Малые архитектурные формы;
- НЦС 81-02-17-2025 Сборник N17. Озеленение» [18].

«Для определения стоимости строительства Цеха по производству пиломатериалов в сборнике НЦС 81-02-07-2025 выбираем таблицу 07-06-005-02. Стоимость указывается за 1 здание, и составляет 415221,49 тыс.руб.

Расчет стоимости объекта строительства: показатель умножается на полученную мощность объекта строительства и на поправочные коэффициенты, учитывающие изменения стоимости строительства на территории РФ по отношению к стоимости базового района (производим приведение к условиям субъекта Российской Федерации – г. Челябинск)» [19]:

$$C = 415221,49 \times 1,16 \times 1,02 = 491290,07 \text{ тыс. руб. (без НДС),}$$

где: 1,16– ($K_{\text{пер}}$) коэффициент перехода от стоимостных показателей базового района (Московская область) к уровню цен Челябинска, (НЦС 81-02-07-2025, таблица 6);

1,02 – ($K_{\text{пер1}}$) коэффициент, учитывающий изменение стоимости строительства на территории субъекта Российской Федерации – Челябинск, связанный с регионально-климатическими условиями, для отдельных сооружений (пункт 24.2 технической части сборника 07, таблица 7).

«Сводный сметный расчет стоимости объекта строительства составлен в ценах по состоянию на 01.01.2025 г. и представлен в таблице 10.

Объектные сметные расчеты стоимости объекта строительства и благоустройство и озеленение представлены в таблицах 16 и 17» [6].

Таблица 16 - Сводный сметный расчёт стоимости строительства

В ценах на 01.01.2025 г.

Стоимость 510630,85 тыс. руб.

«Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.
ОС-02-01	<u>Глава 2.</u> Основные объекты строительства. Цех по производству пиломатериалов	491290,07
ОС-07-01	<u>Глава 7.</u> Благоустройство и озеленение территории	9001,27
Итого		425525,71
НДС 20%		85105,14
Всего по смете		510630,85» [14]

Таблица 17 - Объектный сметный расчет № ОС-01-01

Цех по производству пиломатериалов

«Объект		Объект: Цех по производству пиломатериалов				
		(наименование объекта)				
Общая стоимость		416524,44 тыс.руб.				
В ценах на		01.01.2025 г.				
№ п/п	Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ,	Итоговая стоимость, тыс. руб
1	2	3	4	5	6	7
1	НЦС 81-02-07-2025 Таблица 07-06-005-02	Цех по производству пиломатериалов	1 здание	1	415221,49	415221,49 × 1,16 × 1,02 = 491290,07
		Итого:				491290,07» [9]

Таблица 18 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01

Благоустройство и озеленение

«Объект		Объект: Цех по производству пиломатериалов				
		<i>(наименование объекта)</i>				
Общая стоимость		9001,27 тыс.руб.				
В ценах на		01.01.2025 г.				
№ п/п	Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб
1	2	3	4	5	6	7
1	НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары шириной от 2,6 м до 6 м с покрытием из литой асфальтобетонной смеси однослойные	100 м ²	14	268,59	$268,59 \times 14 \times 1,04 \times 1,01 = 3949,78$
2	НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-07-001-02	Светильники на стальных опорах с люминесцентным и лампами	100 м ²	68	23,51	$23,51 \times 68 \times 1,04 \times 1,01 = 1679,25$
2	НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-02-004-01	Озеленение территорий с площадью газонов 30%	100 м ²	33	139,00	$139,00 \times 33 \times 1,04 = 4770,48$
		Итого:				10399,51» [15]

НДС в размере 20 % принят в соответствии налогового кодекса Российской Федерации.

В таблице 19 приведены основные показатели стоимости строительства цеха по производству пиломатериалов в г. Челябинск с учётом НДС.

Таблица 19– Основные показатели стоимости строительства

Показатели	Стоимость
	на 01.01.2025, тыс. руб.
Стоимость строительства всего	589548,08
в том числе:	
стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации	147387,02
Стоимость технологического оборудования	35744,16
Стоимость фундаментов	26797,64
Общая площадь здания	6480 м ²
Стоимость, приведенная на 1 м ² здания	90,98
Стоимость, приведенная на 1 м ³ здания	8,58

Сметная стоимость строительства здания цеха составляет 589548,08 тыс. руб., в т ч. НДС – 98258,02 тыс. руб.

Стоимость за 1 м² составляет 68,55 тыс. руб.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Технологическая характеристика объекта

«В таблице 20 приведен технологический паспорт объекта – «Цех по производству пиломатериалов с пролётом из основных конструкций 30 м.» в г. Челябинск Челябинской области» [9].

Таблица 20 – Технологический паспорт объекта

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Монтаж металлического каркаса здания	Монтажные	монтажники: 4разряд-2 человека, 3 разряд – 1 человек	Кран КС 45721-25, четырёх- ветвевой строп	Стальные конструкции » [11]

6.2 Идентификация профессиональных рисков

«В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. «Классификация» определены профессиональные риски монтажников. Выявлены наиболее опасные и вредные факторы для сотрудников, занимающихся монтажными работами. Профессиональные риски приведены в таблице 21» [6].

Таблица 21– Определение рисков, связанных с рассматриваемой профессией

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Монтаж металлических элементов	<ul style="list-style-type: none"> -расположение рабочего места вблизи перепада по высоте; -движущиеся машины и их органы; -повышенное напряжение в электрической цепи; -самопроизвольное обрушение строительных конструкций, подмостей; -падение материалов и конструкций; -острые углы, кромки; -повышенное содержание в воздухе пыли и вредных веществ; -шум и вибрация; -повышенная или пониженная температура оборудования, материалов. 	Монтажный кран, металлические конструкции, перемещаемый краном груз

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Методы снижения воздействия негативных факторов и снижения вероятности возникновения опасных ситуаций с помощью организационно-технических предприятий представлены в таблице 22» [10].

Таблица 22 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
2	3	4
Расположение рабочего места вблизи перепада по высоте	Использование страховочных поясов и т.д.	Страховочный пояс, каска строительная, хлопчатобумажный комбинезон с пропиткой от общих производственных загрязнений, брезентовые рукавицы, ботинки кожаные с жестким подноском, очки защитные, жилет сигнальный 2-ого класса опасности» [12]
Движущиеся машины и их органы	Выделить опасные зоны, не находится на пути перемещения конструкций	
Повышенное напряжение в электрической цепи	Проверка оборудования перед использованием на предмет неисправностей, оголенных проводов и т.д.	
Самопроизвольное обрушение строительных конструкций, подмостей	Ежедневный контроль за состоянием строительных конструкций и подмостей	

Продолжение таблицы 22

2	3	4
«Падение материалов и конструкций	Выделить опасные зоны, не находится на пути перемещения конструкций	
Острые углы, кромки	Осмотр элементов на предмет наличия острых кромок перед монтажом	
Повышенное содержание в воздухе пыли и вредных веществ	При превышении допустимых величин воспользоваться респираторами	
Повышенная или пониженная температура оборудования, материалов	Осторожность при использовании оборудование, использование защитных перчаток	
Вероятность падения груза	Проверка надежности строповки перед перемещением груза	
Шум и вибрация	Организация технологических перерывов в работе источников повышенного шумового фона, противовибрационные средства защиты» [12]	

«Мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке назначаются в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001, МДС 12-29.2006, МДС 12-46.2008, МДС 12-81.2007» [13].

Подобранные средства защиты являются наиболее эффективными.

6.4 Идентификация классов и опасных факторов пожара

Пожарная безопасность технического объекта регламентируется двумя нормативными документами – ГОСТ 12.01.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность» и Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, от 29.07.2017 N 244-ФЗ, от 14.07.2022 N 276-ФЗ). В таблице 17 представлены Негативные факторы способных привести к опасности возгорания на объекте

Таблица 23– Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Цеха по производству пиломатериалов	Кран КС 45721-25, сварочное оборудование, ручной электроинструмент, газовая горелка	Е	Пламя и искры, тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара» [9]

«Для нейтрализации воздействия негативных факторов существуют специально разработанные мероприятия по противодействию, а также технические средства защиты. Методы противодействия приведены в таблице 24» [13].

Таблица 24 – 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
Песок, земля, огнетушитель	Пожарные автомобили, строительная техника (бульдозеры, экскаваторы)	Пожарные гидранты	На строительной площадке не предусмотрены	Пожарные щиты	Респираторы, противогазы	Пожарный топор, багор, лопата, ведра	Связь со службами пожарной охраны по номеру 01 (112 сот.); сигнализация не предусмотрена» [14]

«Подобранные методы и средства подобраны и обоснованы следующей документацией: «ГОСТ 12.1.004-91.Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ Р 12.3.047-2012 Национальный стандарт Российской Федерации, ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» [8].

Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Цеха по производству пиломатериалов	Монтажные работы, бетонные работы, кладочные работы, сварочные работы, работа электро-инструмента	- «запрещено разведение костров на строительной площадке; - запрещено курить, в неотведенных для этого местах; - все работники должны быть ознакомлены с инструктажем по пожарной безопасности; - складирование строительного мусора необходимо располагать вдали от временных линий электропередач; - наличие взрывоопасных и легковоспламеняющихся жидкостей, предметов на территории строительной площадки недопустимо»[18].

На основе приведенных в таблице 25 данных разрабатываются мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

«Для обеспечения экологической безопасности проведен анализ вредных воздействий на окружающую среду. Негативные факторы вредных воздействий на окружающую среду приведены в таблице 26.» [15]

Таблица 26 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса»	Структурные составляющие производственно-техно-логического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Цех по производству пиломатериалов	Работа автотранспорта; землеройные работы; сварочные работы; работа электроинструмента ; работа газовой горелки	Загрязнение воздуха выхлопами, пылью в следствие использования тяжелой строительной техники	Загрязнение сточных вод техническим и жидкостями (масла, топливо), моющими средствами	Срезка растительного слоя грунта, загрязнение почвы строительным мусором, пылью, горюче-смазочными материалами» [5]

«Описанные в таблице 27 негативные факторы нейтрализуются с помощью разработанных мер и методов улучшения экологической безопасности. Разработанные методы приведены в таблице 21.» [17]

Таблица 27 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Цех по производству пиломатериалов
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	<ul style="list-style-type: none"> - «регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу в периоды неблагоприятных метеорологических условий; - использование современной спецтехники, соответствующей нормам выброса вредных веществ; - заправка спецтехники качественным топливом.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	<ul style="list-style-type: none"> - заправка и техническое обслуживание техники только в специализированных пунктах обслуживания; - уменьшить объем сточных вод; - для мойки машин и оборудования организовать специальное место с подключением к канализационной сети.

Продолжение таблицы 27

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	<ul style="list-style-type: none">- заправка и техническое обслуживание техники только в специализированных пунктах обслуживания;- проведение регулярных уборок территории строительной площадки;- предусмотреть расположение на площадке контейнеров для строительного мусора;- движение автотранспорта осуществлять только по существующим и временным дорогам с твердым покрытием;- по окончанию строительных работ провести рекультивацию земельного участка»[14].

Выводы по разделу.

Была дана конструктивно-техническая и организационно-техническая характеристика Цеха по производству пиломатериалов.

Проведена идентификация профессиональных рисков исходя из специфики проводимых на объекте работ, по которым были предложены методики и средства снижения профессиональных рисков. Рассмотрены способы обеспечения как пожарной, так и экологической безопасности технического объекта.

Заключение

Проектирование производственного комплекса по изготовлению пиломатериалов реализовано в рамках дипломного проектирования. Объект строительства располагается на территории города Челябинска. Конструктивные особенности здания включают пролёт основных несущих элементов длиной 30 метров.

Архитектурно-планировочные решения охватывают комплексную разработку производственного пространства, включая расчет параметров цеха согласно действующим нормативам, проектирование фасадных элементов, анализ теплотехнических характеристик здания и размещение инженерных систем. Планировка помещений учитывает специфику технологических процессов при соблюдении требований к организации рабочих зон. Конструктивные элементы и коммуникации интегрируются в единую систему, обеспечивая функциональность объекта.

Комплексный анализ металлической фермы позволил определить оптимальные параметры сечений каждого элемента конструкции на основе проведенных инженерных расчетов.

В разделе представлена подробная технологическая последовательность возведения фундаментного основания производственного помещения. Карта описывает пошаговый процесс строительных работ при создании фундамента, учитывая специфику промышленного объекта.

Календарный план строительных работ определяет последовательность возведения цеха, включая детальную проработку генерального плана строительной площадки. Продолжительность строительно-монтажных операций установлена в размере 175 суток, что обеспечивает досрочное завершение относительно нормативных сроков.

По данным нормативов НЦС 81-02-07-2025, расчетная величина затрат на возведение объекта с учетом налога на добавленную стоимость двадцать процентов на начало 2025 года достигает пятисот восьмидесяти девяти миллионов пятисот сорока восьми тысяч восьмидесяти рублей.

Анализ производственных факторов риска и пожароопасных ситуаций позволил определить степень воздействия на экологическую обстановку. Разработанные профилактические мероприятия направлены на минимизацию возможных угроз и предупреждение аварийных ситуаций на объекте. Комплексная оценка безопасности производства способствовала созданию эффективной системы защитных мер по снижению негативного влияния на окружающую среду.

Список используемых источников и литературы

1. 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. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ 15588-2014. Межгосударственный стандарт. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные Технические условия. - Изд. офиц.; введ. 2015-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2015 – 26 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 23407-78. Межгосударственный стандарт. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительномонтажных работ. Технические условия. – Введ. 1979-07-01. (Актуализированная редакция 06.04.2015 и 01.06.2019). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 5 с. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. – Взамен ГОСТ 5781- 82, ГОСТ 10884-94 и ГОСТ Р52544-2006. - Классификация Введ. 2018-01- 01* М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации – Москва: Изд-во стандартов, 2018.- 46 с. – Текст : непосредственный.

5. Маслова Н.В. Организация строительного производства [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Н.В. Маслова, Л.Б. Кивилевич ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. «Промышленное и гражданское строительство». – Тольятти: ТГУ, 2015. – 147 с. URL: <http://hdl.handle.net/12345678/77> (дата обращения: 20.03.2024). – Текст : электронный.

6. Михайлов А.Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование: учеб. пособие / А.Ю. Михайлов. – Москва: Инфра-Инженерия,

2016. – 296 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/51728> (дата обращения: 19.03.2024). – Текст : электронный.

7. НЦС 81-02-04-2022 Сборник №4 Объекты здравоохранения. – введ. 24.03.2022 г. – Текст : непосредственный.

8. Положение о предельно допустимых выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферу. Введ. 09.12.2020 М.: Стандартиформ, 2021. 12 с. – Текст : непосредственный.

9. Постановление правительства РФ от 16.09.2020 №1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. 1479) // Консультант плюс: справочно-правовая система. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/postanovleniya-pravitelstva-rf/602> (Дата обращения: 04.01.2024). - Текст : электронный.

10. Рязанова Г.Н., Давиденко А.Ю. Основы технологии возведения зданий и сооружений: учеб. пособие. Самара : СГАСУ : ЭБС АСВ, 2016. 229 с. – Текст : непосредственный.

11. Сметно-нормативная база. Государственные элементные сметные нормы ГЭСН-2020: приказ Минстроя России № 871/пр от 26 декабря № 2019 г//Консультант плюс: справочно-правовая система. – Текст : электронный.

12. СНиП 1.04.03-85* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Строительные нормы и правила. – введ. 17.04.1985. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000622> (дата обращения: 02.05.2024). - Текст: электронный.

13. СП 4.13130.2013. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Взамен СП 4.13130.2009. Введ. 24.06.2013. – М. : Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013. 33 с. – Текст : непосредственный.

14. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – введ. 04.06.2017. – Москва : Минстрой России, 2016. – 80 с. – Текст : непосредственный.

15. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – введ. 17.06.2017. М.: Минстрой России, 2016 – 220 с. – Текст : непосредственный.

16. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – введ. 25.06.2020. – М.: Минстрой России, 2020. – 163 с. – Текст : непосредственный.

17. СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1 Общие требования. Введ. 2001-09-01. М. : Минстрой России, 2001. 57 с. – Текст : непосредственный.

18. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – введ. 01.07.2013 – Москва : Минрегион России, 2012. – 96 с. – Текст : непосредственный.

19. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1). – введ. 20.06.2019. – Москва : Минстрой России, 2015. – 163 с. – Текст : непосредственный.

20. СП 70.13330.2016. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. – утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 972/пр. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054208> (Дата обращения: 12.05.2024). - Текст : электронный.

21. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Введ. 25.07.2021. М.: Стандартинформ, 2021. 101 с. – Текст : непосредственный.

22. Technische Daten LTM: каталог оборудования/ Liebherr AG. – Берлин; Liebherr, 2021. – 31 с. – Текст : непосредственный.

Приложение А

Дополнительные данные к разделу организация строительства

Таблица А.1 - Ведомость потребности в строительных материалах

«Наименование работ	Ед. изм	Объём работ	Материалы	Расход материалов	
				На ед. изм	На объём Работ» »[2]
1	2	3	4	5	6
Устройство монолитных фундаментов	м ³	0,19	Бетон	102,52	19,90
	т	0,19	Арматура	4,55	0,88
Гидроизоляция фундаментов	т	1,23	Горячий битум	0,21	0,26
Монтаж цокольных панелей	шт	0,49	Конструкции сборные	101,00	49,49
	т	0,49	Электроды Э42	0,03	0,02
Устройство бетонной подготовки под полы	м ³	9,93	Бетон	103,02	1023,13
Монтаж колонн металлических	т	47,10	Металлоконструкции	1,01	47,57
	т	47,10	Болты с гайками и шайбами	0,00	0,01
Монтаж ферм металлических	т	67,20	Металлоконструкции	1,01	67,87
	т	67,20	Болты с гайками и шайбами	0,00	0,13
Монтаж ферм металлических	т	28,80	Металлоконструкции	1,01	29,09
	т	28,80	Болты с гайками и шайбами	0,00	0,01
Кирпичная кладка стен	1000 шт	382,80	Кирпич силикатный	0,40	152,71
	м ³	382,80	Р-р готовый кладочный	0,24	92,92
Устройство кровли из профлиста	т	61,37	Стальные профилированные листы	5,05	31,01

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Укладка панелей перекрытия	шт	0,89	Конструкции ж/б	102,52	19,90
	т	0,89	Электроды Э42	4,55	0,88
	м ³	0,89	Бетон	0,21	0,26
Монтаж стеновых панелей	м ²	90,17	Многослойные панели	101,00	49,49
	т	90,17	Детали крепления	0,03	0,02
Устройство пароизоляции кровли	м ²	6,50	Рубероид кровельный	103,02	1023,13
	т	6,50	Мастика битумная	1,01	47,57
Устройство теплоизоляции кровли	м ²	6,50	Плиты теплоизоляцион.	0,00	0,01
	т	6,50	Мастика битумная	1,01	67,87
Устройство кровли плоской	м ²	6,50	Материалы рулонные	0,00	0,13
	кг	6,50	Пропан	1,01	29,09
Штукатурка стен цем.-известковым раствором	м ³	18,65	Сетка тканая	0,00	0,01
	м ²	18,65	Краска водоэмульсионная	0,40	152,71
Окраска водоэмульсионными составами	т	24,09	Шпатлевка клеевая	0,24	92,92
	т	24,09	Плитки керамические	5,05	31,01
Облицовка керамическими плитками	м ²	10,09	Сетка тканая	102,52	19,90
	м ³	10,09	Клей плиточный	4,55	0,88
Утепление стен плитами из минеральной ваты	м ³	45,20	Изделия теплоизоляцион	0,21	0,26
	кг	45,20	Болты анкерные	101,00	49,49
Обшивка стен профилированными листами	т	0,91	Стальной гнут. профиль	0,03	0,02
	т	0,91	Винты самонарезающие	103,02	1023,13
Установка дверных блоков	м ²	1,98	Блоки дверные	1,01	47,57
	1 шт.		Пена монтажная	0,00	0,01

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Установка оконных блоков	м ²	1,43	Блоки оконные	101,00	144,43
	1 шт.	1,43	Пена монтажная	131,30	187,86
Устройство гидроизоляции пола п/э пленкой	т	122,74	Пленка полиэтиленовая	0,02	2,73
	м ³	122,74	Цементный щелочной раствор М100	0,31	38,42
Устройство цементной стяжки пола	м ³	19,22	Раствор цементный	2,06	39,60
	м ³	19,22	Вода	3,54	67,94
Устройство бетонной стяжки	м ³	3,36	Бетон тяжелый	2,06	39,60
	м ³	3,36	Вода	3,54	67,94
Устройство покрытий полимерных	кг	23,83	Дисперсия полимерная	103,02	347,16
	кг	23,83	Грунт	66,66	224,02

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 - Калькуляция затрат труда трудящихся и машинистов

«Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Трудозатраты чел.-ч.		Всего чел.дн	Затраты машинного времени маш.-ч.		Обоснование» »[2]
			На ед. изм	на объем		на ед. изм	на объем работ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Срезка растительного грунта бульдозером мощностью 80 л.с.	1000м ²	6,96	-	-	-	0,19	2,21	01-01-036-3
Разработка грунта экскаватором	1000м ³	0,875	10,07	13,53	1,71	46,13	2,51	01-01-004-4
Доработка грунта вручную	100 м ³	8,75	119,18	1042,83	130,39	-	-	01-02-057-1
Устройство бетонной подготовки	100м ³	0,28	164,66	46,11	5,77	10,62	2,97	06-01-001-1
Устройство монолитных фундаментов	100 м ³	0,194	793,74	154,03	19,29	32,61	6,32	06-01-001-5
Гидроизоляция фундаментов	100м ²	1,227	42,62	52,32	6,57	1,89	2,31	41-01-008-3
Засыпка пазух вручную с трамбованием	100 м ³	1,78	89,39	159,11	19,90	-	-	01-02-061-1
Засыпка пазух бульдозером мощностью 80 л.с.	1000 м ³	0,41	-	-	-	3,54	1,45	01-01-033-4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уплотнение грунта	100 м ³	4,1	1265,53	51,88	6,48	3,07	12,58	01-02-005-1
Монтаж фундаментных панелей	100 шт	0,49	463,01	226,85	28,38	96,52	47,29	07-01-006-7
Устройство бетонной подготовки под полы	100 м ³	9,93	164,66	1635,09	204,42	10,62	105,44	06-01-001-1
Монтаж колонн одноэтажных домов высотой до 25 м составного сечения массой до 3 т	1 т	47,1	14,14	665,99	83,25	3,23	152,21	09-03-002-4
Монтаж металлических стропильных ферм	1 т	67,2	25,79	1732,76	216,65	4,97	333,91	09-03-012-1
Монтаж связей гнугосварных	1 т	1,8	63,91	115,14	14,39	4,05	7,29	09-03-014-1
Монтаж прогонов металлических	1 т	28,8	15,95	459,35	57,42	1,77	50,90	09-03-015-1
Кирпичная кладка наружных стен	1 м ³	252	5,31	1338,76	167,36	0,35	89,08	08-02-001-2
Кирпичная кладка стен внутренних	1 м ³	130,8	5,10	667,11	83,43	0,35	46,24	08-02-001-8
Кирпичная кладка перегородок	100 м ²	5,88	171,87	1011,01	126,35	4,26	25,05	08-02-002-3
Монтаж кровельного покрытия из профлиста	100 м ²	61,37	35,86	2200,39	275,02	2,96	148,17	09-04-002-1
Монтаж лестниц	1 т	1,2	32,69	39,23	4,95	5,89	7,07	09-03-029-1
Монтаж площадок металлических с настилом	1 т	0,6	39,52	23,71	2,93	4,96	2,98	09-03-030-1
Укладка плит перекрытия	100 шт	0,89	171,53	152,61	19,08	33,57	29,90	07-01-006-6

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Монтаж стеновых панелей вида «сэндвич»	100 м ²	28,8	85,97	2475,51	309,46	18,89	543,99	09-04-006-4
Монтаж водвесных потолков	100 м ²	61,37	137,66	8445,32	1055,65	7,55	463,59	09-03-048-1
Устройство пароизоляции кровли	100 м ²	6,5	17,69	114,94	14,37	-	-	12-01-015-01
Утепление кровли плитами из минеральной ваты	100 м ²	6,5	46,00	298,96	37,37	0,84	5,45	12-01-013-03
Устройство стяжки цементно-песчаной	100 м ²	6,5	33,55	218,09	27,27	3,78	24,55	12-01-017-01
Устройство плоской кровли из двухслойного покрытия «Сорперит»	100 м ²	6,5	14,50	94,27	11,82	0,29	1,92	12-01-002-09
Устройство присоединений рулонных кровель к стенам и парапетам	100 м	1,46	62,67	91,51	11,44	0,74	1,11	12-01-004-03
Устройство желобов настенных	100 м	1,86	85,60	159,18	19,90	3,22	5,96	12-01-009-01
Устройство желобов подвесных	100 м	2,34	31,72	74,24	9,29	0,25	0,61	12-01-009-02
Устройство небольших покрытий из листовой оцинкованной стали	100 м ²	1,16	113,88	132,11	16,51	0,27	0,31	12-01-010-01
Штукатурка стен цем.-известковым раствором	100 м ²	18,65	86,70	1617,01	202,10	6,35	118,47	15-02-016-3
Выравнивание потолков из сухих растворных смесей	100 м ²	6,35	63,73	404,71	50,60	-	-	15-02-019-4
Окраска вододисперсионными составами потолков	100 м ²	6,35	54,44	275,12	34,44	-	-	15-04-005-4
Окраска вододисперсионными составами стен	100 м ²	17,74	43,33	768,61	96,08	-	-	15-04-005-3

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Облицовка керамическими плитками стен	100 м ²	0,91	118,70	108,07	13,53	-	-	15-01-016-1
Установка дверных блоков площадью до 3 м ²	100 м ²	1,85	105,32	194,93	24,37	13,47	24,95	10-01-039-1
Установка дверных блоков площадью более 3 м ²	100 м ²	0,13	93,85	12,22	1,53	10,63	1,38	10-01-039-2
Установка оконных блоков площадью до 2 м ²	100 м ²	0,99	272,95	270,18	33,77	10,91	10,81	10-01-027-3
Установка оконных блоков площадью более 2 м ²	100 м ²	0,44	184,22	81,10	10,14	8,34	3,67	10-01-027-4
Устройство песчаного подстилающего слоя под полы	м ³	993	3,44	3419,86	427,53	0,30	300,98	11-01-002-01
Устройство гидроизоляции п/э пленкой	100 м ²	61,37	154,71	9494,00	1186,75	0,36	22,32	11-01-005-01
Утепление полов плитами пенополистирола	100 м ²	18,1	28,66	518,84	64,85	1,17	21,21	11-01-009-01
Устройство гидроизоляции п/э пленкой	100 м ²	61,37	154,71	9494,00	1186,75	0,36	22,32	11-01-005-01
Устройство цементной стяжки пола	100 м ²	19,22	42,94	825,17	103,12	2,56	49,09	11-01-011-01
Устройство бетонной стяжки	100 м ²	19,22	43,58	837,59	104,74	2,34	45,05	11-01-011-03

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство плинтусов поливинилхлоридных	100 м	3,6	8,99	32,4	4,1	-	-	11-01- 040-01
Устройство покрытий полимерных толщиной 8 мм	100 м ²	23,83	89,32	2128,5	266,1	-	-	11-01- 021-02
Устройство плиточных покрытий	100 м ²	9,18	119,78	1099	137,4	2,94	27	11-01- 027-3

Продолжение Приложения А

Таблица А.3 – Расчет складов

№ п/п	Основные материалы	Ед. измерения	Потребное количество	Срок применения, дней	Среднесуточн ый расход	Норма запаса, дн	Коэффициент неравномерности		Расчетное кол-во	Норма площади на 1м ²	Полезная площадь, м ²	Коэффициент использования	Общая площадь, м ²	Тип склада»[2]
							K ₁	K ₂						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Колонны	1т	47,1	6	7,93	12	1,1	1,3	47,57	1,0	47,57	0,6	79	О
2	Фермы	1т	67,2	11	6,17	-	-	-	6,17	1,0	6,17	0,6	10	О
3	Щиты опалубки	1м ²	1620	33	49,59	12	1,1	1,3	851,03	40	21,31	0,5	43	О
4	Профлист	1т	18,4	10	1,86	-	-	-	1,86	-	13,64	0,6	23	Н
5	Металлоконструкции	1т	30,6	13	2,37	12	1,1	1,3	30,91	1,0	30,91	0,6	52	О
6	Оконные и дверные блоки	100м ²	3,41	10	0,34	-	-	-	0,34	25,0	8,62	0,6	14	3
7	Плитка керамическая	1шт	25225	5	5095,45	12	1,1	1,3	25477,25	5000	6,06	0,5	12	Н
8	Сэндвич панели	100м ²	28,8	11	2,65	6	1,1	1,3	3,79	7,0	26,66	0,5	53	Н
9	Кирпич	1 м ³	382,8	13	29,69	6	1,1	1,3	254,82	4,0	63,73	0,5	106	О
Суммарная площадь:														
Открытых складов		287 м ²												
Навесов		87,3 м ²												
Закрытых складов		14,22 м ²												