

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.А. Коянкин
подпись *инициалы, фамилия*
« 27» июня 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде _____ проекта _____
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»
код, наименование направления

Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске
тема

Руководитель _____ ст. преподават. кафедры СМиТС А.А. Якшина
подпись, дата *должность, ученая степень* *инициалы, фамилия*

Выпускник _____ М.Н. Рзаева
подпись, дата *инициалы, фамилия*

Красноярск 2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г», содержит 141 страницу, в том числе 6 разделов и одно приложение. В работе были использованы 54 источника, представленных в конце пояснительной записки. Графическая часть бакалаврской работы состоит из 6 листов формата А1.

Разделы пояснительной записки, включая графическую часть:

- архитектурно строительный раздел – 1 лист;
- расчетно-конструктивный раздел – 2 листа;
- раздел фундаментов – 1 лист;
- технология строительного производства – 1 лист;
- организация строительного производства – 1 лист;
- экономика строительства.

Проектом предусмотрено новое строительство. Проектируемый склад строительных материалов относится к категории непромышленных зданий общего назначения.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков по получаемому направлению;
- подтверждение полученных знаний и навыков;
- подтверждение подготовки к проведению работ в сфере современного строительства.

Задачи по разработке проекта:

- проектирование склада строительных материалов с учетом всех конструктивных и нормативных требований к разработке и проведению организации строительных работ.

В результате бакалаврской работы были определены и рассчитаны наиболее оптимальные архитектурные и конструктивные решения проекта. Для строящегося объекта была разработана технологическая карта на возведение металлического каркаса здания, рассчитана калькуляция затрат труда и эксплуатацию машин, разработан строительный генеральный план на возведение надземной части здания. Исходя из технико-экономического сравнения был подобран автомобильный кран для строительного-монтажных работ. Представлен локальный сметный расчет на общестроительные работы надземной части в ценах по состоянию на II квартал 2022 года.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Архитектурно-строительный раздел.....	9
1.1 Исходные данные для проектирования.....	9
1.1.1 Характеристика объекта строительства	9
1.1.2 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации	9
1.1.3 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства.....	9
1.1.4 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального строительства	9
1.1.5 Схема планировочной организации земельного участка	10
1.1.6 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.	10
1.2 Архитектурные решения	10
1.2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	10
1.2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	11
1.2.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	11
1.2.4 Обоснование принятых архитектурных решений в части обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений установленным требованиям энергетической эффективности (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются)	12
1.2.5 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	12

					БР-08.03.01.01 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске						
Разработал	Рзаева М.Н.								Стадия	Лист	Листов
Руководит.	Якшина А.А.								У	9	141
Н. Контр.	Якшина А.А.								СМиТС		
Зав. каф.	Коянкин А.А.										

1.2.6	Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	12
1.2.7	Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости).....	12
1.2.8	Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров	13
1.2.9	Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	13
1.3	Конструктивные и объемно-планировочные решения	14
1.3.1	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.....	14
1.3.2	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	15
1.3.3	Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	15
1.3.4	Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства	16
1.3.5	Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства.....	16
1.3.6	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	17
1.4	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых характеристик конструкций	20
1.4.1	Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций	20
1.4.2	Обеспечение снижения шума и вибраций.....	20
1.4.3	Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции помещений	20
1.4.4	Обеспечение снижения загазованности помещений.....	20

1.4.5	Обеспечение удаления избытков тепла	21
1.4.6	Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий.....	21
1.4.7	Обеспечение пожарной безопасности	21
2	Конструктивный раздел.....	22
2.1	Конструктивные решения каркаса	22
2.2	Определение вертикальных и горизонтальных размеров поперечника..	22
2.3	Обеспечение неизменяемости каркаса	23
2.4	Расчет прогона.....	23
2.5	Расчет стропильной фермы.....	28
2.5.1	Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы ...	30
2.5.2	Подбор сечения стержней фермы	35
2.5.3	Результаты подбора стальных конструкций	40
2.5.4	Расчет и конструирование узлов стропильной фермы	44
3	Проектирование фундаментов.....	64
3.1	Исходные данные	64
3.2	Определение нагрузок на фундамент	65
3.3	Определение глубины заложения фундамента.....	67
3.4	Проектирование столбчатого свайного фундамента на забивных сваях	67
3.4.1	Расчет забивных свай	68
3.4.2	Определение несущей способности у забивной сваи	68
3.4.3	Определение числа свай в ростверке	69
3.4.4	Приведение нагрузки к подошве фундамента	70
3.4.5	Определение нагрузок на каждую сваю	70
3.4.6	Расчет на продавливание ростверка колонной	71
3.4.7	Расчет на продавливание ступени ростверка угловой сваей.....	72
3.4.8	Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры.....	72
3.4.9	Выбор сваебойного оборудования	74
3.5	Расчет буронабивных свай.....	74
3.5.1	Определение несущей способности у буронабивной сваи.....	75
3.5.2	Определение числа свай в ростверке	76
3.5.3	Приведение нагрузки к подошве фундамента	77
3.5.4	Определение нагрузок на каждую сваю	77

3.5.5 Расчет на продавливание ростверка колонной	78
3.4.6 Расчет на продавливание ступени ростверка угловой сваей.....	78
3.4.7 Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры.....	78
3.6 Техничко-экономическое сравнение вариантов	80
4 Технология строительного производства.....	82
4.1 Область применения	82
4.2 Общие положения	82
4.3 Организация и технология произведения работ	83
4.3.1 Подготовительные работы	83
4.3.2 Основные работы	83
4.3.3 Заключительные работы.....	86
4.3.4 Требования к качеству работ	86
4.5 Потребность в материально-технических ресурсах	89
4.5.1 Подбор грузоподъемного оборудования.....	90
4.6 Калькуляция затрат труда и машинного времени	94
4.7 Техника безопасности и охрана труда	95
4.8 Техничко-экономические показатели	97
5 Организация строительного производства.....	98
5.1 Определение нормативной продолжительности строительства.....	98
5.2 Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания.....	99
5.2.1 Область применения	99
5.2.2 Подбор и размещение грузозахватных механизмов	99
5.2.3 Привязка грузоподъемных механизмов	99
5.2.4 Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов	100
5.2.5 Проектирование временных дорог и подъездов.....	101
5.2.6 Расчет площадок для складирования материалов и конструкций..	101
5.2.7 Потребность строительства в кадрах, расчет потребности и проектирование бытового городка.....	102
5.2.8 Потребность в электроэнергии на период строительства, выбор схемы электроснабжения	104
5.2.9 Временное водоснабжение.....	105

5.2.10	Потребность в сжатом воздухе, углекислом газе	107
5.2.11	Проектные решения по охране труда	107
5.2.12	Описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства.....	108
5.2.13	Технико-экономические показатели стройгенплана.....	109
6.	Экономика строительства	110
6.1	Технико-экономическое обоснование строительства объекта.....	110
6.1.2	Обеспеченность и доступность ресурсов	111
6.1.3	Место размещения объекта инвестирования, строительный участок и окружающая среда	111
6.2	Составление и анализ локального сметного расчета на общестроительные работы	113
6.3	Технико-экономические показатели проекта.....	117
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
	Список используемых источников	120
	Приложение А	124

ВВЕДЕНИЕ

Предпосылками для строительства объекта бакалаврской работы в городе Красноярске является, в первую очередь, высокая индустриальная развитость региона. Стоимость и масштабы строительства растут пропорционально развитию данной отрасли.

В Красноярском крае стремительно растут темпы строительства. По сравнению с 2010 годом, объем работ, выполненных по экономической деятельности «строительство» вырос с 87565,2 до 168787,8 млн. руб., что говорит не только о развитии отрасли в крае, но и о росте спроса на данную отрасль.

Металлические конструкции имеют множество преимуществ, относительно других материалов они имеют высокую прочность, надежность, легки в перевозке и монтаже.

Актуальность склада строительных материалов напрямую связана с ростом строительной отрасли, необходимостью обеспечения строек города необходимыми объемами материалов и конструкций, а также в целях экономии на транспортировке материалов.

В выбранном районе г. Красноярска по ул. Калинина находится «СИБМЕТАЛЛТОРГ», предприятие, специализирующееся на продаже металлопроката, которое, в перспективе, может быть заинтересовано в хранении на дополнительном складе своей продукции.

Строящийся объект относится к объектам капитального строительства непроизводственного назначения.

Генеральные размеры здания в плане 36х42 м, высота здания 10,88 м. Склад одноэтажный, однопролетный. Шаг металлических колонн – 6 метров, сечение колонн – двутавровое, несущие конструкции покрытия – металлические фермы составного сечения. Ограждающие конструкции стен и кровли – металлические сэндвич-панели с минераловатным утеплителем, толщиной 150 мм и 200 мм, соответственно.

Целями бакалаврской работы являются разработка архитектурных решений; расчет и конструирование несущих конструкций покрытия; расчет свайных фундаментов на забивных и буронабивных сваях; разработка технологической карты на монтаж металлического каркаса здания; разработка строительного генерального плана на период возведения надземной части здания; локальный сметный расчет на общестроительные работы надземной части здания.

При разработке проекта была использована правовая и нормативная документация, представленная списком использованных источников. Также, были использованы программные комплексы MS Office и AutoCAD, SCAD.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Исходные данные для проектирования

1.1.1 Характеристика объекта строительства

Запроектировано промышленное здание – склад для хранения строительных материалов по ул.Калинина 63г в г.Красноярске Красноярского края. Здание каркасного типа, имеет прямоугольную форму в плане, высота до верха конструкций покрытия 6 метров. Размеры склада в осях А-Ж/1-8 36,0х42,0 м. Кровля двускатная, несущая конструкция кровли – двускатная ферма, отметка верха кровли +10,910.

1.1.2 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации

Исходными данными для разработки проекта выступают:

- задание на проектирование;
- результаты инженерно-геологических изысканий;
- климатические характеристики района строительства.

Согласно карте территориального зонирования города Красноярска, земельный участок расположен в территориальной зоне «П-3» (предназначена для строительства коммунально-складских объектов).

1.1.3 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства

Основным функциональным назначением проектируемого здания является складирование и хранение строительных материалов.

1.1.4 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального строительства

Техничко-экономические показатели проекта приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Техничко-экономические показатели проектируемого объекта

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Площадь застройки	м ²	1616,56
Этажность	эт.	1

Окончание таблицы 1.1

Высота этажа	м	6
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	17010,54
-надземной части	м ³	15430,8
-подземной части	м ³	1579,74
Общая площадь здания	м ²	1496,04
Общая площадь помещений	м ²	1492,83

1.1.5 Схема планировочной организации земельного участка

Планировочная организация земельного участка выполнена в соответствии с градостроительным планом земельного участка (ГПЗУ) и заданием на разработку проектной документации.

Площадка для строительства склада выбрана по ул. Калинина на территории Октябрьского района в г. Красноярске Красноярского края.

Объект строительства имеет доступ к уличной дорожной сети посредством примыкания главных улиц города.

1.1.6 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.

Участок под строительство склада находится в зоне размещения производственно-коммунальных объектов, а именно – в зоне П-3, согласно карте территориального зонирования города Красноярска.

Зона П-3 предназначена для строительства коммунально-складских объектов, таких как предприятия пищевой промышленности, общетоварных и специализированных складов, предприятий коммунального, транспортного и бытового обслуживания населения, а также предприятий оптовой и мелкооптовой торговли. Соответственно, планируемый склад подходит под описание объектов, которые следует располагать в данной зоне.

1.2 Архитектурные решения

1.2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации

Здание склада одноэтажное, каркасного типа.

В плане здание имеет прямоугольную форму с размером в осях А-Ж/1-8 36,0x42,0 м. Кровля двускатная, отметка верха кровли +10,910, высота помещений (до низа несущей конструкции) – 6 м.

Запроектированное здание имеет основную функциональную зону – складское помещение для хранения строительных материалов и помещение ввода коммуникаций. Здание неотапливаемое. Помещение ввода утепленное.

1.2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства

Объемно пространственные и архитектурно-художественные решения, принятые в проекте обусловлены функциональным назначением объекта и заданием на проектирование. Учтены климатические условия и требования нормативных документов к предприятиям складского назначения. Архитектурный облик проектируемого склада согласуется со всеми правилами, принятыми в современной архитектуре и не нарушает окружающую архитектурную среду.

Объект проектирования располагается в пределах выделенной площади под строительство и не выходит за её пределы.

Экспликация помещений приведена в графической части (БР-08.03.01.01-2021-АР-1).

1.2.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства

Архитектурная выразительность, своеобразие и современность внешнего облика здания достигнуты лаконичностью объема здания и применением в отделке фасадов современных материалов.

Цоколь – кирпичный 640мм КР-р-по 250x120x65/1НФ/100/2.0/50/ГОСТ 530-2012 на растворе марки 50, с утеплением плитами Пеноплекс М35 – 50мм, оштукатурен цементно-песчаной штукатуркой.

Стены – трёхслойные стеновые сэндвич-панели, толщиной 150мм с заводским полимерным покрытием, бежевого цвета.

Перегородки помещения ввода – газобетонные блоки D400 – 300мм.

Перекрытие помещения ввода – профнастил Н60-845-07, утепленное утеплителем ROCKSLAB 1000x610x100мм.

Кровля – двухскатная. Покрытие здание из кровельных сэндвич-панелей, толщиной 200мм.

Блок наружный дверной – глухой стальной, окрашенный порошковой краской в заводских условиях, ГОСТ 31174-2017.

Ворота – подъемно-секционные с калиткой «Doorhan».

Водоотводная система – металлические комплектующие с заводским полимерным покрытием.

1.2.4 Обоснование принятых архитектурных решений в части обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений установленным требованиям энергетической эффективности (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются)

Проектом предусматриваются следующие мероприятия, обеспечивающие экономию электроэнергии:

- применены светодиодные лампы с повышенной светоотдачей и низким энергопотреблением;
- выбраны оптимальные величины освещенности помещения;
- выбраны схемы рационального распределения электроэнергии.

1.2.5 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия

Защита помещений от шума автомобильного транспорта со стороны улиц обеспечивается заполнением оконных блоков стеклопакетами, соответствующими звукоизоляции 28-30дБА, а также тепло-звукоизоляцией в ограждающих конструкциях стен.

1.2.6 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Для обеспечения помещения естественным освещением, предусмотрены ленточные оконные проёмы в наружных стенах.

Таблица 1.2 – Спецификация элементов заполнения оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед. кг	Примечание
		Оконные проемы			
ОК-1	ГОСТ 30674-99	ОП Б2 38000-1190(4М-8-4М-8-4М)	2		
ОК-2		ОП Б2 32000-1190(4М-8-4М-8-4М)	2		

1.2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости)

Согласно приказа Росаэронавигации от 28.11.2007 №119 «Об утверждении Федеральных авиационных правил», размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи,

радиотехническом оборудовании и других объектах, устанавливаемых в целях обеспечения безопасности полётов воздушных судов» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.12.2007 №10621) и согласно СП 42.13330.2016 п.8.23 для зданий высотой не более 45м, специальных мероприятий по устройству световых ограждений и защиты от воздушных судов не требуется.

1.2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров

В проектной документации не представлены решения по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров, так как финишная отделка будет выполняться по проекту заказчика после ввода здания в эксплуатацию.

1.2.9 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

Отделка помещений здания выполнена в соответствии с требованиями нормативных документов и согласованными техническими условиями на строительные конструкции и материалы.

Отделкой внутри склада служит внутренний слой трёхслойных сэндвич-панелей с полимерным заводским покрытием. Отделкой помещения ввода – улучшенная штукатурка, окраска вододispersионной краской светлых тонов.

Покрытие полов – бетон класса В30 на щебне мелкой фракции с упрочняющей пропиткой «Протексил».

Таблица 1.3 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьеров						
	Потолок	Площадь	Стены	Площадь	Колонны	Площадь	Примечание
1	–	–	Стеновые трехслойные сэндвич-панели		–	–	–
			По кирпичу(цоколь): Улучшенная штукатурка, окраска вододispersионной краской светлых тонов	69,9			
2	–	–	Улучшенная штукатурка, окраска вододispersионной краской светлых тонов	60,5	–	54,0	Площадь дана на внутренние и наружные поверхности стен

Таблица 1.4 – Экспликация полов

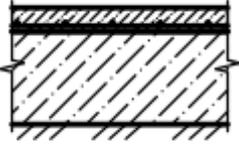
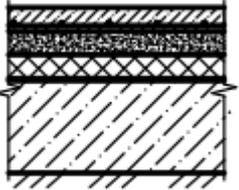
Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
1-ый этаж				
1	1		Пропитка «Протексил» Железобетонная плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой 4С $\frac{10AIII-200}{10AIII-200}$ – 150 мм Бетонная подготовка из бетона класса В22,5 – 150 мм Основание – уплотненный грунт основания с втрамбованием щебня или гравия крупностью 40-60 мм	1478,35
2	2		Пропитка «Протексил» Железобетонная плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой 4С $\frac{10AIII-200}{10AIII-200}$ – 150 мм Стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 – 20 мм Утеплитель STROPROCK (фирма ROCKWOOL), $\rho = 161 \text{ кг/м}^2$ – 60 мм Гидроизоляция 2 слоя изола на битумной мастике Бетонная подготовка из бетона класса В22,5 – 150 мм Основание – уплотненный грунт основания с втрамбованием щебня или гравия крупностью 40-60 мм	14,48

Таблица 1.5 – Спецификация элементов заполнения дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед. кг	Примечание
		Дверные блоки			
Д-1	ГОСТ 31173-2016	ДСН, А, Оп, Пр, Прг, Н, П2лс, МЗ, О 2070-1060	1		
Д-2	ГОСТ 30970-2014	ДВП Г Бпр Оп Пр Р 2070-770	1		
Вр-1	ООО «Doorhan»	ВМ ISD01 3450(h)x4000 с калиткой (проем калитки в свету 2100x900, порог не более 100мм)	2		

1.3 Конструктивные и объемно-планировочные решения

1.3.1 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций

Проектом предусмотрено строительство нового здания.

Конструктивная схема склада – каркасная. Здание запроектировано одноэтажным, однопролетным. Система горизонтальных связей по нижним поясам стропильных ферм и кровельных прогонов обеспечивает геометрическую неизменяемость и устойчивость в плоскостях. Крепление стеновых панелей запроектировано к колоннам.

Колонны – металлические двутавровые из прокатных профилей согласно ГОСТ Р 57837-2017;

Стойки фахверка каркаса и в местах устройства проемов – металлические замкнутого профиля по ГОСТ 30245-2003;

Фермы покрытия – металлические двускатные, индивидуального изготовления;

Ограждающие конструкции – трехслойные сэндвич-панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит;

Покрытие – трехслойные кровельные панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит.

1.3.2 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Опасных природных климатических и геологических процессов, таких как: оползни, сели, лавины, карсты и т.д. на площадке строительства не выявлено.

В пределах площадки изысканий насыпной грунт представлен суглинком твердой консистенции с включением дресвы и гравия. Грунт залегает повсеместно. Мощность слоя от 4,5м до 5,8м.

Нижние слои грунта представлены суглинком пылеватым, тугопластичной консистенции (мощность слоя от 3,5м до 6,2м), суглинком пылеватым мягкопластичной консистенции (мощность слоя от 1,2м до 2,4м) и гравийным грунтом, насыщенным водой (мощность слоя от 4,5 до 7,6м).

1.3.3 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства

Расчет несущих конструкций здания выполнен для района с природно-климатическими условиями:

Климатическая характеристика района:

- сейсмичность района строительства 6 баллов [12, прил.А];
- климатическая зона – IV [13, прил.А];
- зона влажности – 3 – сухая [14, прил.В];
- расчетная температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 - минус 37°C [13, таб.3.1];

- нормативное значение веса снегового покрова для III района 1,5 кН/м² [15, таб.10.1];

- нормативное значение ветрового давления для III района 0,38 кПа [15, таб.11.1]. Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров юго-западного и западного направления.

Опасных природных климатических и геологических процессов, таких как: оползни, сели, лавины, карсты и т.д. на площадке строительства не выявлено.

1.3.4 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства

При выборе конструктивной схемы здания были учтены архитектурно-планировочные требования, этажность (высота) здания, требования пожарной безопасности.

Конструкции каркаса запроектированы индивидуального изготовления с учетом габаритов здания, действующих нагрузок.

Крепление колонны к фундаменту шарнирное при помощи анкерных болтов. Подбор распорок по колоннам выполнен по максимальным усилиям.

Покрытие здания запроектировано по стальным двускатным фермам с уклоном 1:8, пролетом 36 м. Система горизонтальных связей по нижним поясам стропильных ферм и кровельных прогонов обеспечивает геометрическую неизменяемость и устойчивость конструкции в плоскостях.

Крепление стеновых панелей запроектировано по колоннам. Распорки и система стеновых ригелей в районе окон обеспечивает восприятие ветровой нагрузки.

Пространственная жесткость и устойчивость каркаса обеспечивается в поперечном сечении рамной конструкцией.

1.3.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

Фундаменты свайные с монолитными железобетонными ростверками. Сваи приняты по серии С120.30-8 сечением 300х300мм с ненапрягаемой арматурой. Длина свай 12м. Способ погружения – забивка.

Ростверк монолитный бетонный. Размеры ростверка в плане составят 1500х900 мм, учитывая 100мм на свесы ростверка за наружные грани свай. Армирование каркасами и сетками из арматуры Ø14 и Ø28 А400 с шагом 200мм. Под подошвой монолитных ростверков предусмотрена бетонная подготовка толщиной 100мм из бетона кл. В7,5.

Основанием свайных фундаментов служит песок гравелистый.

Для опирания цоколя наружных стен по продольным и поперечным осям здания предусмотрены монолитные фундаментные железобетонные балки с опиранием на монолитные ростверки.

1.3.6 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Требуемые теплотехнические характеристики ограждающих конструкций выполнены в соответствии с проведенным теплотехническим расчетом.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Исходные данные:

Промышленное здание, расположенное в г.Красноярске, Красноярского края.

- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$;
- температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода $Z_{ht} = 233$ сут.;
- средняя температура отопительного периода $t_{ht} = -6,5^{\circ}\text{C}$;
- зона влажности 3 – сухая ;
- условия эксплуатации ограждающей конструкции – А [14, таблица 2].

Теплотехнический расчет наружной стены

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»; СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». Теплофизические характеристики материалов наружной стены приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Теплотехнические показатели материалов наружной стены

№ слоя	Материал слоя	Плотность ρ_0 кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэфф. теплопроводности, λ Вт/(м · °С)
1	Сэндвич-панель на основе базальтового волокна с полимерным покрытием PVDF	120	0,15	0,043

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht} = (21 + 6,5) \cdot 233 = 6407,5^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.} \quad (1.1)$$

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_{req} = D_d \cdot a + b = 6407,5 \cdot 0,0002 + 1 = 2,28 \text{ м}^2\text{°С/Вт}, \quad (1.2)$$

где a, b – коэффициенты, значения которых приняты по [14, табл. 3] $a=0,0002$; $b=1$.

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле (1.3)

$$R = \frac{\delta}{\lambda}; \quad (1.3)$$

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется по формуле (1.4)

$$R_0 = R_B + \sum R_K + R_H = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (1.4)$$

где $R_B = \frac{1}{\alpha_B}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$, принимаемый по [14, табл. 4];

$R_H = \frac{1}{\alpha_H}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$, принимаемый по СП 50.13330.2012 табл.6;

R_K – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями, следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев.

$$R_0 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,043} + \frac{1}{23} \right) = 3,65 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Вывод: величина расчетного сопротивления теплопередаче $R = 3,65 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ больше требуемого $R_{req} = 2,28 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, следовательно, данная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Теплотехнический расчет покрытия

Таблица 1.7 – Теплотехнические показатели материалов покрытия

№ слоя	Материал слоя	Плотность ρ_0 кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Кэфф. теплопроводности, λ Вт/(м · °С)
1	Сэндвич-панель с утеплителем из минеральной ваты с полимерным покрытием PVDF	120	0,2	0,05

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_{req} = D_d \cdot a + b = 6407,5 \cdot 0,00025 + 1,5 = 3,1 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

где a, b – коэффициенты, значения которых приняты по [14, табл. 3] $a=0,00025$; $b=1,5$.

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda};$$

Сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется по формуле (1.4)

$$R_0 = R_B + \sum R_K + R_H = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H},$$

где $R_B = \frac{1}{\alpha_B}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$, принимаемый по [14, табл. 4];

$R_H = \frac{1}{\alpha_H}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$, принимаемый по [14, табл. 6];

R_K – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями, следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев.

$$R_0 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} \right) = 4,15 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Вывод: величина расчетного сопротивления теплопередаче $R = 4,15 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ больше требуемого $R_{req} = 3,1 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, следовательно, данная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Теплотехнический расчет окна

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции по формуле 1.2:

$$R_{req} = D_d \cdot a + b = 6407,5 \cdot 0,000025 + 0,2 = 0,36 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

где a, b – коэффициенты, значения которых приняты по [14, табл. 3] $a=0,000025$; $b=0,2$.

Используя значение требуемого сопротивления теплопередачи для окна $R_{req} = 0,36 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, выбираем заполнение светового проема по ГОСТ 30674-99.

Принимаем окно с двухкамерным стеклопакетом 4М-8-4М-8-4М, который имеет приведенное сопротивление теплопередачи $R = 0,49 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, что больше требуемого $R_{req} = 0,36 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, следовательно, данная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередачи.

1.4 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых характеристик конструкций

1.4.1 Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Тепловая защита здания разработана в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». В качестве стенового ограждения применяются стеновые сэндвич-панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит толщиной 150мм. Кровля – кровельные сэндвич-панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит толщиной 200мм. Перекрытие встроенного помещения ввода – проф.настил, утепленный минераловатными плитами ROCKSLAB толщиной 100мм.

1.4.2 Обеспечение снижения шума и вибраций

Вибрация, шум и другие неблагоприятные факторы воздействия на человека отсутствуют, так как в здании не используется технологическое оборудование, его генерирующее.

1.4.3 Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции помещений

Гидро- и пароизоляция конструкций выполнена с учетом обеспечения долговечности конструкций в течение срока их эксплуатации.

В проекте предусмотрена обмазочная гидроизоляция монолитных бетонных ростверков горячим битумом за 2 раза. Бетонная отмостка по щебеночному основанию. По верху фундаментных балок предусмотрена изоляция из однокомпонентного состава ЛАХТА, штукатурная гидроизоляция по ТУ 5745-007-11149403-2001 толщиной 30мм.

В помещении ввода предусмотрено устройство гидроизоляции в конструкции стен.

1.4.4 Обеспечение снижения загазованности помещений

Вентиляция в целях снижения загазованности помещения от технологического оборудования выполняется естественным путем через

открывающиеся двери и двухкамерные стеклопакеты с резиновыми уплотнителями створок.

1.4.5 Обеспечение удаления избытков тепла

Исходя из функционального назначения здания, избыточного тепла в помещениях при работе не образуется.

1.4.6 Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий

Проектируемое здание обеспечено необходимыми источниками естественного и искусственного освещения.

Внутреннее освещение включает в себя рабочее и эвакуационное освещение. Управление рабочим освещением осуществляется в ручном режиме с помощью клавишных выключателей, расположенных у входа. Аварийное освещение осуществляется в автоматическом режиме.

Основное помещение склада обеспечено источниками искусственного освещения с использованием светодиодных ламп с повышенной светоотдачей.

Проектом предусмотрен резервный источник питания – встроенные аккумуляторные батареи.

Источником электроснабжения является щит ВРУ, расположенный в складском помещении. Напряжение сети 380/220В, установленная мощность – 4,9кВт. Сечения проводов и кабелей распределительных сетей выбраны по допустимому длительному току и проверены по потере напряжения.

При проектировании объекта предусмотрены инженерно-строительные, санитарно-технические и санитарно-гигиенические мероприятия для исключения возможности доступа грызунов в строение, препятствующие их расселению и не благоприятствующие их обитанию.

1.4.7 Обеспечение пожарной безопасности

Пожарная безопасность обеспечивается устройством проездов с асфальтобетонным покрытием для пожарных машин с двух сторон вдоль стен здания по оси 1 и оси А.

Система противопожарного водоснабжения принята от существующих наружных сетей водоснабжения. Подключение к существующим сетям осуществляется в колодце ПГ в котором есть уже существующий пожарный гидрант.

2 Конструктивный раздел

2.1 Конструктивные решения каркаса

Объект проектирования – склад строительных материалов. Конструктивная схема запроектированного здания – каркасная. Проектируемый каркас – стальной, состоит из рам постоянного сечения по высоте, вертикальных жестких связей, распорок по стойкам рам и стоек фахверка из гнутых квадратных профилей, в качестве прогонов выбраны прокатные швеллеры.

Здание одноэтажное, однопролетное, в плане имеет прямоугольную форму, размеры в осях А-Ж/1-8 36х42 м соответственно. Шаг колонн здания выбран 6 м в соответствии с габаритами сэндвич-панелей. Крепление стеновых панелей запроектировано к колоннам и стойкам фахверка.

Привязка крайних колонн к осям А-Ж – 245 мм, к осям 1-8 – центральная. Ось стоек фахверка смещена от основных осей на 285 мм. Конструкции каркаса запроектированы индивидуального изготовления с учетом габаритов здания и действующих нагрузок.

Крепление колонны к фундаменту жесткое при помощи анкерных болтов.

Покрытие здания запроектировано по стальным двускатным фермам с уклоном 1:8, пролетом 36 м.

Колонны – металлические двутавровые 35Ш2 из прокатных профилей согласно ГОСТ Р 57837-2017;

Стойки фахверка каркаса и в местах устройства проемов – металлические замкнутого профиля по ГОСТ 30245-2003;

Фермы покрытия – металлические двускатные, индивидуального изготовления длиной 36 м;

Ограждающие конструкции – трехслойные сэндвич-панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит толщиной 150 мм;

Покрытие – трехслойные кровельные панели с негорючим утеплителем из минераловатных плит толщиной 200 мм.

2.2 Определение вертикальных и горизонтальных размеров поперечника

Вертикальные размеры:

- полезная высота здания – от отметки чистого пола до низа стропильной фермы – 6,03 м;
- расстояние от уровня чистого пола до верха перекрытия – 10,48 м;
- расстояние от верха перекрытия до низа стропильной фермы – 4,45 м;
- заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки – 0,26 м;
- длина колонны до низа стропильной фермы по осям А и Ж – 6,29 м.

Горизонтальные размеры:

- шаг колонн в осях А-Ж и 1-8 – 6 м;
- длина здания в осях А-Ж – 36 м;

- длина здания в осях 1-8 – 42 м;
- привязка крайних колонн к осям А-Ж – 245 мм;
- привязка крайних к осям 1-8 – центральная;
- смещение осей стоек фахверка от основных осей – 285 мм.

2.3 Обеспечение неизменяемости каркаса

Поперечная жесткость каркаса обеспечивается поперечной рамой и шарнирным сопряжением колонн с фундаментом. Система горизонтальных связей по нижним поясам стропильных ферм и кровельных прогонов обеспечивает геометрическую неизменяемость и устойчивость в плоскостях.

Продольная жесткость каркаса обеспечивается вертикальными связями по каждому ряду колонн. В здании предусматривается две системы вертикальных связей между колоннами.

Горизонтальные диафрагмы жесткости предусматриваются при прогонном решении у торцов в крайних двух шагах.

Прогоны выполнены из прокатных швеллеров для шага рам 6 м.

2.4 Расчет прогона

Исходные данные:

- прогон из швеллера с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97;
- пролет $l_{пр} = 6$ м;
- статическая схема – однопролетная шарнирно-опертая балка;
- коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$ [24, табл. 1];
- материал прогона – сталь С245 [24, прил В];
- группа конструкций 3 [24, прил. В];
- расчетная температура района строительства г. Красноярск $t = - 37$ °С ;
- показатели по ударной вязкости и химическому составу [24, прил. В, табл. В.1, В.2];
- расчетные характеристики стали [24, прил. В, табл. В.3, В.4, В.5, В.6]:
 $R_y = 240$ Н/мм², при толщине проката от 4 до 20 мм включит.;
 $R_{yn} = 245$ Н/мм²;
 $R_{un} = 370$ Н/мм²;
 $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 240 = 139,2$ Н/мм²;
- вертикальный предельный прогиб прогона $f_u = \frac{l_{пр}}{200}$ [15, прил. Д.2.1].

Таблица 2.1 – Сбор нагрузок на прогон

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
Постоянные нагрузки				
Ограждающие конструкции кровли	кН/м ² поверхности			
1.Кровельная сэндвич панель толщ. 200 мм		0,363	1,2	0,436

Окончание таблицы 2.1

	Итого:	$q_n = 0,363$		$q_r = 0,463$
Временные нагрузки				
Снеговая нагрузка (рассчитана по формуле 2.1)	кН/м ²	$S_0 = 1,3$	1,4	$S = 1,82$

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot S_g, \quad (2.1)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов [15, ф. 10.2].

$c_t = 1,0$ – термический коэффициент [5, п.10.10];

μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие [15, п.10.4]:

$\mu = 1$ [15, прил. Б, табл. Б.1];

$\mu_1 = 1,1$ [15, п. 10.4, прим. 4];

$S_g = 1,35$ кН/м² – нормативное значение веса снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли [15, прил К, табл. К.1].

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c) = (1,4 - 0,4\sqrt{0,604}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 41,14) = 0,96, \quad (2.2)$$

Коэффициент $k(z_e)$ определяется по [15, табл. 11.2] в зависимости от типа местности А, В или С [15, п. 11.1.6]. Принимаем тип местности В. Для этого типа местности на высоте $z = 10$ м $k = 0,65$; при $z = 20$ м $k = 0,85$.

Таблица 2.2 – Определение коэффициента k_2 (до отметки верха парапета)

z	k
5	0,5
8,47	$k_2 = \frac{(8,47-5) \cdot (0,65-0,5)}{(10-5)} + 0,5 = 0,604$
10	0,65

$l_c = 2 \cdot b - \frac{b^2}{l} = 2 \cdot 36 - \frac{36^2}{42} = 41,14$ м – характерный размер покрытия [5, табл. 11.2],

где $b = 36$ м – наименьший размер покрытия в плане;

$l = 42$ м – наибольший размер покрытия в плане.

Подставив значения в формулу 2.1, получим

$$S_0 = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,35 = 1,3 \text{ кН/м}^2.$$

Нормативная нагрузка на 1 пог. м прогона:

$$q_{n,pr} = \left(\frac{q_n}{\cos \alpha} + S_0 \right) \cdot b + q_{n,pr}^{CB}, \quad (2.3)$$

где $q_n = 0,363 \text{ кН/м}^2$ – нормативная нагрузка на 1 м^2 поверхности кровли;
 $\varphi = 7^\circ$ - угол наклона кровли к горизонтальной плоскости;
 $\cos \alpha = 0,993$, $\sin \alpha = 0,122$;
 S_0 – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию [15, п.10.1, ф.10.1];
 $b = 3 \text{ м}$ – шаг прогонов;
 $q_{n,pr}^{CB}$ – нормативная нагрузка от веса прогона.

Нормативная нагрузка от веса прогона:

$$q_{n,pr}^{CB} = m_{пр} \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 18,4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,181 \text{ кН/м}, \quad (2.4)$$

где $m_{пр} = 18,4 \text{ кг/м}$ – масса 1 пог.м прогона (Е20П) [26, табл. 2].

Подставив значения в формулу 2.3, получим:

$$q_{n,pr} = \left(\frac{0,363}{0,993} + 1,3 \right) \cdot 3 + 0,181 = 5,18 \text{ кН/м}.$$

Расчетная нагрузка на 1 пог.м прогона:

$$q_{pr} = \left(\frac{q_r}{\cos \alpha} + S \right) \cdot b + q_{n,пр}^{CB} \cdot \gamma_f = \left(\frac{0,463}{0,993} + 1,82 \right) \cdot 3 + 0,181 \cdot 1,05 = 7,05 \text{ кН/м}, \quad (2.5)$$

где $\gamma_f = 1,05$ – коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса металлических конструкций [15, табл. 7.1].

Прогоны, расположенные на скате кровли работают на изгиб в двух плоскостях.

Составляющие нагрузки:

$$q_x = q_{pr} \cdot \cos \alpha = 7,05 \cdot 0,993 = 7,0 \text{ кН}; \quad (2.6)$$

$$q_y = q_{pr} \cdot \sin \alpha = 7,05 \cdot 0,122 = 0,86 \text{ кН}. \quad (2.7)$$

Так как кровельные сэндвич панели крепятся к кровле самонарезающимися болтами и соединены между собой заклепками, то скатная составляющая q_y воспринимается самим полонником кровли. В этом случае

отпадает необходимость в установке тяжей, а прогон можно рассчитывать только на нагрузку q_x .

Статический расчет прогона:

$$M_{\max} = \frac{q_x \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{7,0 \cdot 6^2}{8} = 31,5 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.8)$$

$$Q_{\max} = \frac{q_x \cdot l_{pr}}{2} = \frac{7,0 \cdot 6}{2} = 21 \text{ кН}. \quad (2.9)$$

Расчетная схема прогона приведена на рисунке 2.1.

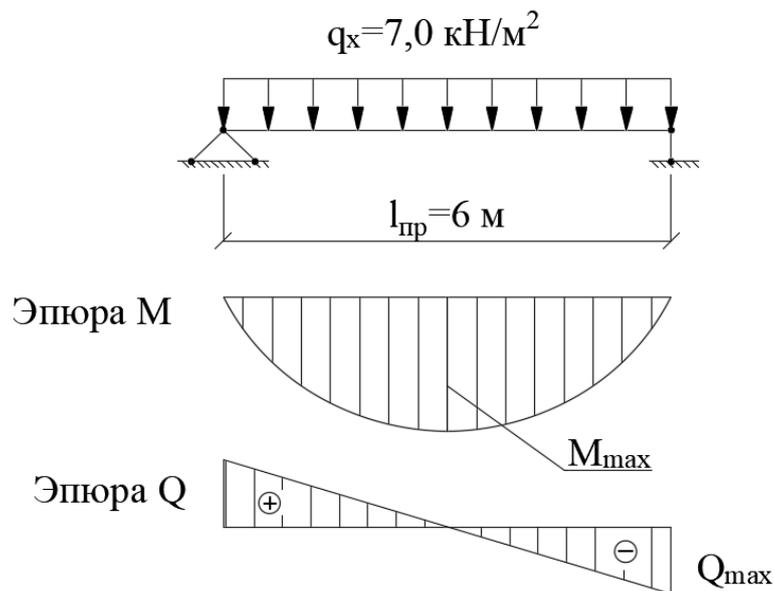


Рисунок 2.1 – Расчетная схема прогона

Конструктивный расчет прогона:

Прогон относится к 1-ому классу, а потому напряженное деформируемое состояние прогона по всей площади расчетного сечения не должно превышать расчетного сопротивления стали, т.е должно выполняться условие:

$$\frac{M}{W_{x,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.10)$$

Из этого условия определяем требуемый момент сопротивления сечения балки:

$$W_{\text{рег}} = M_{\max} / (R_y \cdot \gamma_c) = (31,5 \cdot 100) / (240 \cdot 10^{-1} \cdot 1) = 131,25 \text{ см}^3. \quad (2.11)$$

Согласно данному расчету принимаем швеллер с параллельными гранями полок 18аП и выписываем его геометрические характеристики [26, табл. 2]:

$$W_{nx} = 133 \text{ см}^3, I_x = 1200 \text{ см}^4, S_x = 76,3 \text{ см}^3;$$

$$t_w = 5,1 \text{ мм}, t_f = 9,3 \text{ мм}, h = 180 \text{ мм}, b = 74 \text{ мм}, m_{пр} = 17,4 \text{ кг/м}.$$

Следующим этапом конструктивного расчета является проверка несущей способности прогона подобранного профиля. Эта проверка соответствует первой группе предельных состояний, выполняется на расчетные нагрузки и включает проверки на прочность, общую устойчивость прогона и местную устойчивость элементов прогона.

Проверки на прочность выполняют следующим образом:

- в сечениях с $M = M_{max}$ и $Q = 0$

$$\frac{M_{max}}{W_{n,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1; \quad (2.12)$$

- в сечениях с $Q = Q_{max}$ и $M = 0$

$$\frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.13)$$

Нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{xn}} = \frac{31,5 \cdot 10^2}{133 \cdot 10^{-1}} = 236,84 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.14)$$

Касательные напряжения:

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{21 \cdot 76,3}{1200 \cdot 0,51 \cdot 10^{-1}} = 26,18 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.15)$$

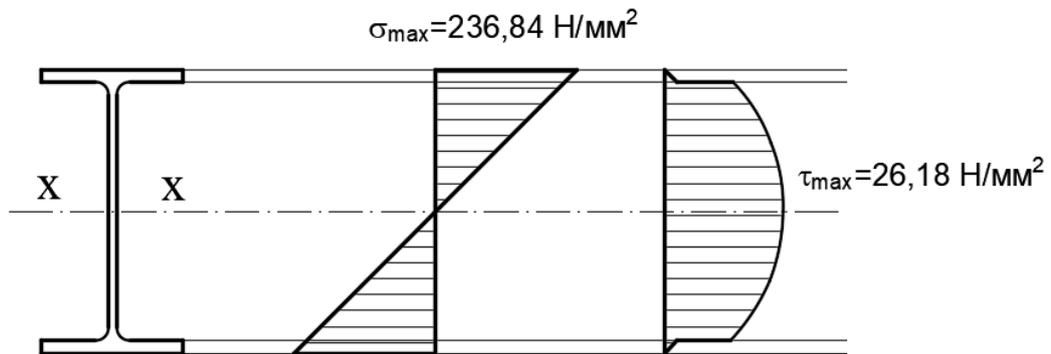


Рисунок 2.2 – Эпюры напряжений в прогоне

Прочность прогона проверяем в середине его пролета ($M = M_{max}$) и на опоре ($Q = Q_{max}$).

Подставив значения в формулы 2.12 и 2.13, получим:

$$\frac{M_{max}}{W_{xn} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{31,5 \cdot 10^2}{133 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,986 < 1.$$

$$\frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{21 \cdot 76,3}{1200 \cdot 0,51 \cdot 139,2 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,19 < 1.$$

Общая устойчивость прогона обеспечивается элементами крепления настила к прогонам и силами трения между ними.

Возможность потери местной устойчивости сжатым элементом зависит от соотношения его размеров, так как профиль прокатный, то его местная устойчивость уже обеспечена. Следовательно, местную устойчивость прогона проверять не требуется.

Проверка деформативности (жесткости) прогона относится ко второй группе предельных состояний и направлена на предотвращение условий, затрудняющих их нормальную эксплуатацию. Суть проверки: максимальный прогиб прогона f_{max} не должен превышать предельного значений f_u , установленного нормами проектирования [15, прил. Д.2.1]; f_{max} следует определять от нормативных нагрузок.

Для прогона:

$$f_{max} = \frac{M_{n,max} \cdot l_{пр}^2}{10 \cdot EI_x} < f_u = \frac{l_{пр}}{200}, \quad (2.16)$$

$$\frac{5,75 \cdot 10^2 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 1200} = 0,84 \text{ см} < \frac{6 \cdot 10^2}{200} = 3 \text{ см}$$

$$M_{n,max} = \frac{q_{n,pr} \cdot l_{пр}^2}{8} = \frac{1,278 \cdot 6^2}{8} = 5,75 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.17)$$

где $q_{n,pr} = \frac{q_n}{\cos \varphi} \cdot b + q_{n,pr}^{св} = \frac{0,363}{0,993} \cdot 3 + 0,181 = 1,278 \text{ кН/м}.$

Следовательно, жёсткость прогона обеспечена.

2.5 Расчет стропильной фермы

Исходные данные:

- схема стропильной фермы изображена на рисунке 2.5;
- пролет фермы в осях А – Ж = 36 м;
- высота фермы на опоре $h_{r0} = 2200$ мм;
- высота в середине пролёта $h_r = 4450$ мм
- уклон поясов фермы $i = 7^\circ$;
- коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$ [24, табл. 1];
- материал фермы – сталь С255 [24, прил В];
- группа конструкций 2 [24, прил. В];

- расчетная температура района строительства г. Красноярск $t = - 37 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [13, табл.1];

- показатели по ударной вязкости и химическому составу [24, прил. В, табл. В.1, В.2];

- расчетные характеристики стали [24, прил. В, табл. В.3, В.4, В.5, В.6]:

- при толщине проката от 4 до 10 мм включ.:

$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$; $R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 250 = 145 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 371 \text{ Н/мм}^2$;

- при толщине проката от 10 до 20 мм включительно:

$R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$; $R_{yn} = 245 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 361 \text{ Н/мм}^2$;

- тип сечения элементов фермы:

элементы решетки – составное тавровое из уголков, решетка треугольная с дополнительными шпренгелями;

- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 , сварочная проволока Св-08Г2С, положение швов – нижнее [24, прил. Г, табл. Г.1]:

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$ [24, табл. Г.2];

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ Н/мм}^2$;

$\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [24, табл. 39].

Сбор нагрузок на ферму:

Таблица 2.3 – Нагрузки на стропильную ферму от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
Ограждающие конструкции кровли	кН/м ² поверхности			
1.Кровельная сэндвич панель толщ. 200 мм		0,363	1,2	0,436
Несущие конструкции				
Прогоны прокатные пролётом 6 м (18аП, m=17,4 кг)		0,057	1,05	0,060
Стропильная ферма		0,4	1,05	0,42
Связи		0,1	1,05	0,105
	Итого:	$q_n=0,920$		$q_f=1,021$

Основными нагрузками на стропильные фермы проектируемого здания являются:

- постоянные - от веса кровли, ограждающих конструкций (сэндвич-панели) и несущих конструкций покрытия (стропильные фермы, связи, прогоны).

Расчетная постоянная нагрузка на 1 пог. м ригеля покрытия:

$$q_1 = \left(\frac{q_r}{\cos \alpha} \right) \cdot B = \left(\frac{1,021}{0,993} \right) \cdot 6 = 6,17 \text{ кН/м}, \quad (2.18)$$

где $B = 6 \text{ м}$ - шаг колонн;

Расчетная снеговая нагрузка на ферму:

$$q_s = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B = 1,3 \cdot 1,4 \cdot 6 = 10,92 \text{ кН/м}; \quad (2.19)$$

2.5.1 Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы

Вся нагрузка, действующая на ферму, обычно прикладывается к ее узлам, к которым прикрепляются элементы поперечной конструкции (например, прогоны), передающие эту нагрузку.

Расчётная узловая нагрузка на i -ый узел стропильной фермы:

$$F_i = q \cdot \frac{d_{i-1} + d_i}{2}, \quad (2.20)$$

где q – расчетная нагрузка на 1 пог. м;
 d_{i-1} и d_i – размеры панелей, примыкающих к i -ому узлу.
 Постоянная узловая нагрузка:

$$F_1 = q_1 \cdot b = 6,17 \cdot 3 = 18,51 \text{ кН}. \quad (2.21)$$

Снеговая узловая нагрузка:

$$F_2 = q_s \cdot b = 10,92 \cdot 3 = 32,76 \text{ кН}. \quad (2.22)$$

Статический расчет

Определение усилий в стержнях стропильной фермы выполнено с помощью программы SKAD.

Геометрическая схема с нумерацией узлов приведена на рисунке 2.5.

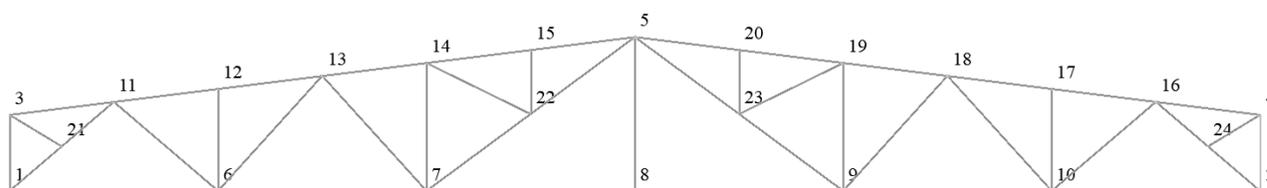


Рисунок 2.5 – Геометрическая схема стропильной фермы

Схема приложения единичной нагрузки $F=1 \text{ кН}$ к узлам фермы приведена на рисунке 2.6.

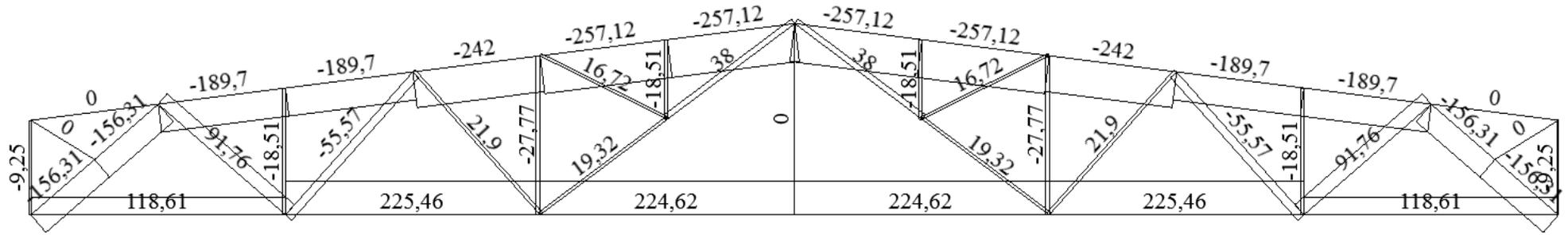


Рисунок 2.7 – Эпюра внутренних усилий от постоянной нагрузки

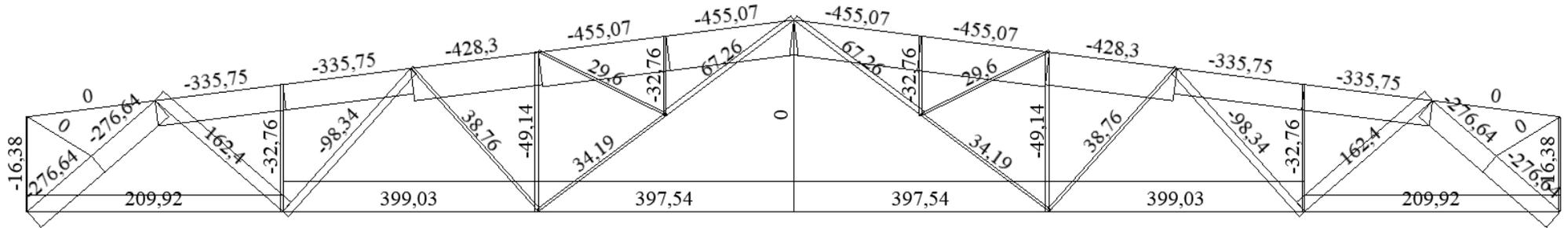


Рисунок 2.8 – Эпюра внутренних усилий от снеговой нагрузки

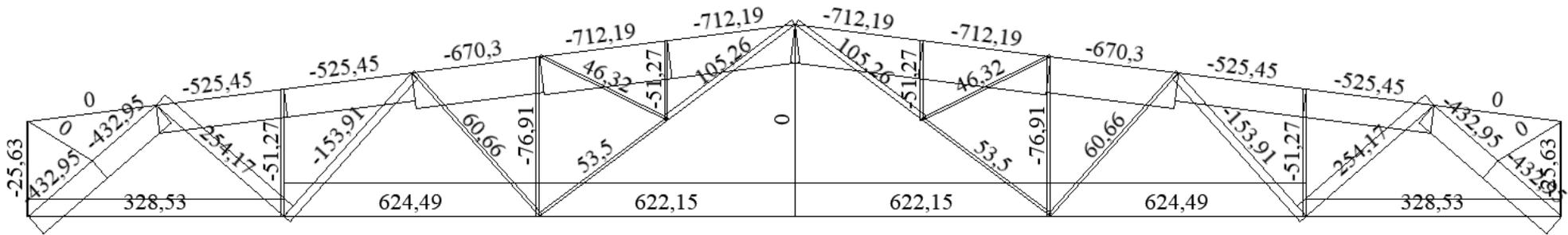


Рисунок 2.9 – Эпюры внутренних усилий от основного сочетания нагрузок на стропильную ферму

Таблица 2.4 - Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой нагрузки

Элемент фермы	Стержень	Усилие от ед. нагр. $F=1$ кН	Усилие от пост. нагр. $F_1=18,51$ кН	Усилие от снег. нагр. $F_2=32,76$ кН	$F_1 + (1 \cdot F_2)$	
					Растяжение	Сжатие
Нижний пояс	1-6	6,41	118,61	209,92	328,53	
	6-7	12,18	225,46	399,03	624,49	
	7-8	12,13	224,62	397,54	622,15	
	8-9	12,13	224,62	397,54	622,15	
	9-10	12,18	225,46	399,03	624,49	
	10-2	6,41	118,61	209,92	328,53	
Верхний пояс	3-11	0	0	0	0	0
	11-12	-10,25	-189,7	-335,75		-525,45
	12-13	-10,25	-189,7	-335,75		-525,45
	13-14	-13,07	-242	-428,3		-670,3
	14-15	-13,89	-257,12	-455,07		-712,19
	15-5	-13,89	-257,12	-455,07		-712,19
	5-20	-13,89	-257,12	-455,07		-712,19
	20-19	-13,89	-257,12	-455,07		-712,19
	19-18	-13,07	-242	-428,3		-670,3
	18-17	-10,25	-189,7	-335,75		-525,45
	17-16	-10,25	-189,7	-335,75		-525,45
	16-4	0	0	0	0	0
Стойки	1-3	-0,5	-9,25	-16,38		-25,63
	6-12	-1	-18,51	-32,76		-51,27
	7-14	-1,5	-27,77	-49,14		-76,91
	22-15	-1	-18,51	-32,76		-51,27
	8-5	0	0	0	0	0
	23-20	-1	-18,51	-32,76		-51,27
	9-19	-1,5	-27,77	-49,14		-76,91
	10-17	-1	-18,51	-32,76		-51,27
	2-4	-0,5	-9,25	-16,38		-25,63
Раскосы	1-21	-8,44	-156,31	-276,64		-432,95
	21-11	-8,44	-156,31	-276,64		-432,95
	11-6	4,96	91,76	162,4	254,17	
	6-13	-3	-55,57	-98,34		-153,91
	13-7	1,18	21,9	38,76	60,66	
	7-22	1,04	19,32	34,19	53,51	
	22-5	2,05	38	67,26	105,26	
	5-23	2,05	38	67,26	105,26	
	23-9	1,04	19,32	34,19	53,51	
	9-18	1,18	21,9	38,76	60,66	
	18-10	-3	-55,57	-98,34		-153,91
	10-16	4,96	91,76	162,4	254,17	
	16-24	-8,44	-156,31	-276,64		-432,95

Окончание таблицы 2.4

	24-2	-8,44	-156,31	-276,64		-432,95
	3-21	0	0	0	0	0
	14-22	0,9	16,72	29,6	46,32	
	23-19	0,9	16,72	29,6	46,32	
	24-4	0	0	0	0	0

2.5.2 Подбор сечения стержней фермы

Тип сечений стержней фермы – тавровое сечение из парных уголков. Верхний и нижний пояса выполняем из неравнополочных уголков, поставленных вместе малыми полками, а остальные элементы фермы из равнополочных уголков.

Для подбора сечений стержней фермы необходимо знать:

- расчетные длины стержней в плоскости и из плоскости фермы;
- предельные гибкости стержней фермы.

Несущая способность сжатых стержней зависит от их расчетных длин, и проверяют ее в двух направлениях (в плоскости фермы и в направлении, перпендикулярном плоскости фермы, т.е. из плоскости фермы), так как заранее неизвестно, в каком направлении произойдет потеря их устойчивости. Поэтому для таких стержней необходимо знать расчетные длины l_{ef} (в плоскости фермы) и $l_{ef,1}$ (из плоскости фермы) [24, п.10.2, табл. 24].

l – геометрическая длина стержня фермы;

l_1 – расстояние между точками закрепления в стержнях фермы.

Расчётные длины стержней фермы в плоскости и из плоскости фермы:

а) верхний пояс: $l_{ef} = l = 3000$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 3000$ мм;

б) нижний пояс $l_{ef} = l = 6000$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 18000 - 6000 = 12000$ мм;

в) опорный раскос $l_{ef} = 0,5 \cdot l = 1977$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 3954$ мм;

г) прочие элементы решетки $l_{ef} = 0,8 \cdot l$; $l_{ef,1} = l_1$.

Предельные гибкости стержней фермы $[\lambda]$:

а) сжатые пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции $[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha$;

б) остальные сжатые элементы $[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha$;

в) растянутые стержни $[\lambda] = 400$.

Принимаем толщину фасонки $t_f = 12$ мм, так как максимальное усилие в опорном раскосе $N = -432,95$ кН.

Верхний пояс стропильной фермы (17, 23):

$N = -712,19$ кН;

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:

$$l_{ef} = l = 3000 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 3000 \text{ мм.}$$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{712,19}{2 \cdot 0,6 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 23,74 \text{ см}^2, \quad (2.24)$$

где N – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса;
 $\varphi = 0,6$ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;
 принимаемый по гибкости $\lambda = 100 \div 80$; для сечения типа с $\varphi = 0,5 \div 0,7$.

- По ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатанные неравнополочные»
 принимаем $\perp 160 \times 100 \times 12$:

Геометрические характеристики:

$$A^{\perp} = 30,04 \text{ см}^2; i_x = 2,82 \text{ см}; i_y = 7,82 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{2,82 \cdot 10} = 106,38; \quad (2.25)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = 38,36. \quad (2.26)$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 106,38 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,63; \quad (2.27)$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A^{\perp} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{712,19}{0,444 \cdot 2 \cdot 30,04 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 1,08 > 1, \quad (2.28)$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный
 путем интерполяции по [15, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 3,63$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 3,6, \varphi = 0,460;$$

$$\bar{\lambda}_y = 3,8, \varphi = 0,430;$$

$$\varphi = \frac{(3,63-3,6) \cdot (0,430-0,460)}{(3,8-3,6)} + 0,460 = 0,444; \quad (2.29)$$

Так как $\alpha > 1$, то устойчивость стержня не обеспечена, следовательно,
 принимаем $\perp 180 \times 110 \times 12$ [28]:

Геометрические характеристики:

$$A^{\perp} = 33,69 \text{ см}^2; i_x = 3,10 \text{ см}; i_y = 8,75 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{3,10 \cdot 10} = 96,77;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3000}{8,75 \cdot 10} = 34,52.$$

- расчёт гибкости стержня (см. формулу 2.27):

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 96,77 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,30;$$

- проверка условия устойчивости стержня (см. формулу 2.28):

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{712,19}{0,509 \cdot 2 \cdot 33,69 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,97 < 1,$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [4, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 3,30$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 3,2, \varphi = 0,527;$$

$$\bar{\lambda}_y = 3,4, \varphi = 0,493;$$

$$\varphi = \frac{(3,3-3,2) \cdot (0,493-0,527)}{(3,4-3,2)} + 0,527 = 0,509;$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:
Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,97 = 121,83.$$

$$\lambda_x = 96,77 < [\lambda] = 121,83.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{712,19}{0,509 \cdot 2 \cdot 33,69 \cdot 10^{-1}} = 232,68 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.30)$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы $\perp 180 \times 110 \times 12$ [28].

Нижний пояс стропильной фермы (7, 10):

$$N = 624,49 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:
 $l_{ef} = l = 6000 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 12000 \text{ мм}.$

- требуемая площадь сечения стержня (см. формулу 2.24):

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{624,49}{2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 12,49 \text{ см}^2,$$

где N – максимальное усилие среди стержней нижнего пояса;
 $\alpha = 1$ – коэффициент для сварных ферм.

- принимаем $\text{L}110 \times 70 \times 8$ [28]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 13,93 \text{ см}^2; i_x = 1,98 \text{ см}; i_y = 5,49 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{6000}{1,98 \cdot 10} = 303,03 < [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{12000}{5,49 \cdot 10} = 218,58 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня (см. формулу 2.30):

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{624,49}{2 \cdot 13,93 \cdot 10^{-1}} = 224,15 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для нижнего пояса стропильной фермы $\text{L}110 \times 70 \times 8$ [28].

Опорные раскосы (1-11, 16-2):

$$N = -432,95 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:
 $l_{ef} = l = 1977 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 3954 \text{ мм}.$

- требуемая площадь сечения стержня (см. формулу 2.24):

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{432,95}{2 \cdot 0,6 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 14,43 \text{ см}^2,$$

где N – усилие в опорных раскосах;

$\varphi = 0,6$ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;
 принимаемый по гибкости $\lambda = 100 \div 80$; для сечения типа с $\varphi = 0,5 \div 0,7$.

- принимаем $\text{L}125 \times 80 \times 8$ [28]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 15,96 \text{ см}^2; i_x = 2,28 \text{ см}; i_y = 6,13 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{1997}{2,28 \cdot 10} = 86,71;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3954}{6,13 \cdot 10} = 64,50.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 86,71 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,02;$$

- проверка условия устойчивости стержня (см. формулу 2.28):

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{432,95}{0,558 \cdot 2 \cdot 15,96 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,97 < 1,$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [15, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 3,02$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 3,0, \varphi = 0,562;$$

$$\bar{\lambda}_y = 3,2, \varphi = 0,527;$$

$$\varphi = \frac{(3,02-3,0) \cdot (0,527-0,562)}{(3,2-3,0)} + 0,562 = 0,558;$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,97 = 121,70.$$

$$\lambda_x = 86,71 < [\lambda] = 121,70.$$

- проверка устойчивости стержня (см. формулу 2.30):

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{432,95}{0,558 \cdot 2 \cdot 15,96 \cdot 10^{-1}} = 242,91 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для опорных раскосов стропильной фермы $\perp 125 \times 80 \times 8$ [28].

Раскосы (11-6, 10-16):

$$N = 254,17 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:

$$l_{ef} = l = 3165 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 3954 \text{ мм}.$$

- требуемая площадь сечения стержня (см. формулу 2.24):

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{254,17}{2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 5,08 \text{ см}^2,$$

где N – усилие в раскосах 11-6, 10-16;
 $\alpha = 1$ – коэффициент для сварных ферм.

- принимаем $L56x56x5$ [27]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 5,41 \text{ см}^2; i_x = 1,72 \text{ см}; i_y = 2,77 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3165}{1,72 \cdot 10} = 184,01 < [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3954}{2,77 \cdot 10} = 142,74 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня (см. формулу 2.30):

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{254,17}{2 \cdot 5,41 \cdot 10^{-1}} = 234,91 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем $L56x56x5$ [27].

Подбор сечений для остальных стержней произведен с помощью программы SCAD. Схема стропильной фермы с номерами элементов представлена на рисунке 2.10.

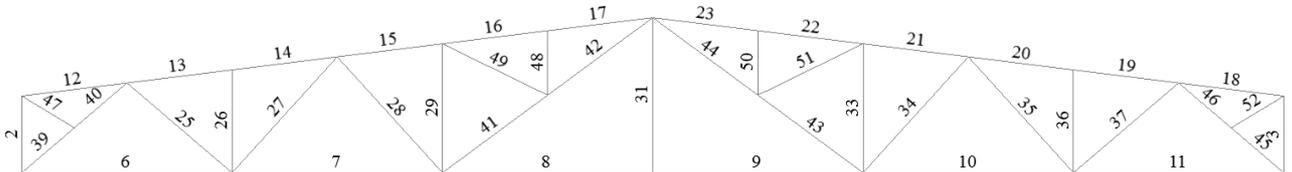


Рисунок 2.10 - Схема стропильной фермы с номерами элементов

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – уголок $L50x5$. Поэтому все уголки меньшего размера, подобранные с помощью программы SCAD, конструктивно принимаем размером $L50x5$.

Определив необходимые сечения всех стержней фермы, нужно проследить, чтобы уголков различных калибров не было слишком много.

Для фермы пролётом 36 м допустимое количество различных уголков 7-9, следовательно, условие выполнено.

2.2.3 Результаты подбора стальных конструкций

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2.

Конструктивная группа: нижний пояс

Таблица 2.5 – Элементы нижнего пояса фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
6	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L90x56x5
7	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L110x70x8
8	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L110x70x8
9	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L110x70x8
10	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L110x70x8
11	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L90x56x5

Конструктивная группа: верхний пояс

Таблица 2.6 – Элементы верхнего пояса фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
12	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L30x20x4
13	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L160x100x10
14	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L160x100x10
15	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x10
16	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x12
17	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x12
18	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L30x20x4

Окончание таблицы 2.6

19	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L160x100x10
20	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L160x100x10
21	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x10
22	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x12
23	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x12

Конструктивная группа: Опорные раскосы

Таблица 2.7 – Опорные раскосы фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
39	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8
40	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8
45	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8
46	---	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L80x50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8

Конструктивная группа: Стойки

Таблица 2.8 – Стойки фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
2	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L45x4
3	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L45x4
26	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x4
29	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x5
31	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x4

Окончание таблицы 2.8

33	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x5
36	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x4
48	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L45x4
50	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L45x4

Конструктивная группа: Сжатые раскосы

Таблица 2.9 – Сжатые раскосы фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
27	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7
35	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7

Конструктивная группа: Растянутые раскосы

Таблица 2.10 – Растянутые раскосы фермы

Элемент	Группа унификации	Сечение для экспертизы	Результат подбора
25	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L56x5
28	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
34	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
37	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L56x5
41	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
42	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
43	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
44	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
47	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x4
49	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L25x4
51	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L25x4
52	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x4

2.5.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы

Расчет узлов стропильной фермы заключается в определении размеров сварных швов, необходимых для прикрепления сходящихся в них стержней, и узловых фасонок.

Выполняем расчет в сателлите программного комплекса «SCAD Office» - «Комета».

Размеры сварных швов должны удовлетворяют требованиям, изложенным в СП 16.13330.2017 [24, прил. Г, табл. Г.1].

Конструируем узлы ферм в следующем порядке:

- вычерчиваем осевые линии (линии, проходящие через центр тяжести) стержней, сходящихся в узле;
- привязываем поясные уголки к осевым линиям, тем самым определяем приближение торцов стержней решётки к узлам;
- наносим контуры стержней решётки, привязывая их к осевым линиям, при этом расстояние от центра тяжести уголка до обушка округляем до 5 мм;
- рез стержней решётки проводим нормально к оси стержня;
- стержни решётки не доводим до поясов на расстоянии $a = (6 \cdot t_{\phi} - 20)$ мм, но не более, чем на 80 мм;
- по длине швов, крепящих стержни решётки в узле, определяем требуемые размеры фасонки.

Узел 1

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Сталь уголка – С245;

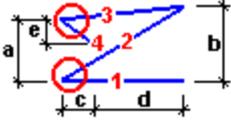
Сталь фасонки – С245;

Сталь фланца – С245.

Таблица 2.11 – Свойства материалов сварки узла 1

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.12 – Элементы узла 1

		$a = 2,2$ м $b = 2,57$ м $c = 1,5$ м $d = 1,5$ м $e = 1,1$ м
Элемент	Тип сечения	Профиль

Окончание таблицы 2.12

1		L90x56x5 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L125x80x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L50x32x4 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 12$ мм.

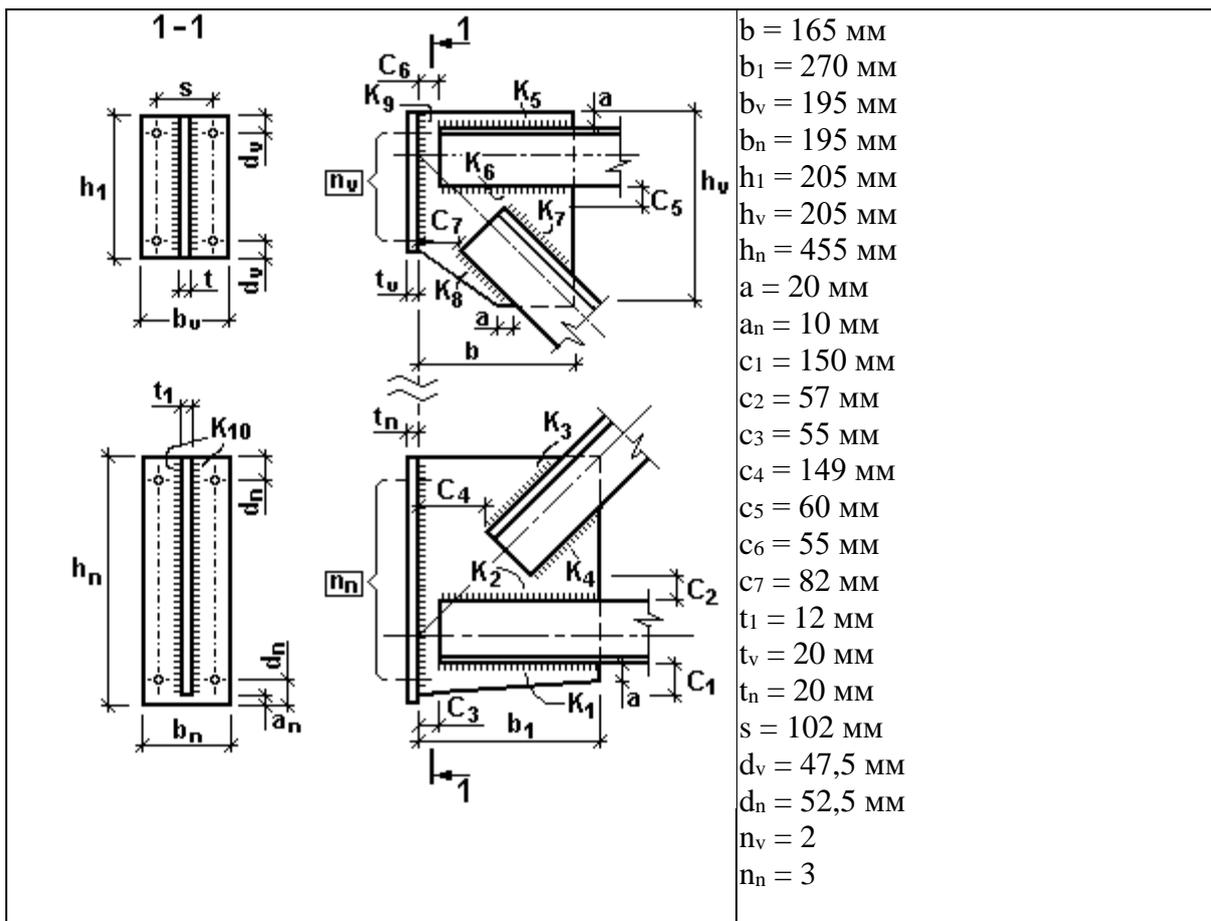


Рисунок 2.11 – Конструкция узла 1

Таблица 2.14 – Сварные швы узла 1

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
Катет	6	4	9	7	4	3	6	4	14	14
Длина	210	210	180	90	50	50	50	50	205	140

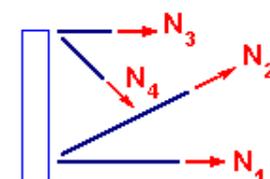


Рисунок 2.12 – Знаки усилий узла 1

Таблица 2.15 – Результаты расчета по комбинациям загрузений узла 1

N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
кН	кН	кН	кН
328,53	-432,95	0	0

Таблица 2.16 – Проверка узла 1

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.2.9, (186), (187), п.14.2.10, (189)	Прочность болтов нижнего пояса на срез и смятие	0,664
п.14.2.9, (188), п.14.2.10, (189)	Прочность болтов нижнего пояса на растяжение	0,134
п.8.2.1, (41)	Прочность фланца нижнего пояса на изгиб	0,194
п.8.5.17, п.7.1.1, (5)	Прочность фланца нижнего пояса на смятие	0,214
п.14.1.16, (176), (177), п.14.1.17, (178), (179), п.14.1.19, (182), (183)	Прочность сварного соединения фланца с фасонкой нижнего пояса	0,392
п. 9.1.1	Прочность элемента нижнего пояса фермы	0,871
п. 9.1.1	Прочность опорного раскоса, примыкающего к нижнему поясу фермы	0,564

Коэффициент использования 0,871 - Прочность элемента нижнего пояса фермы.

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций 0,871 - Прочность элемента нижнего пояса фермы

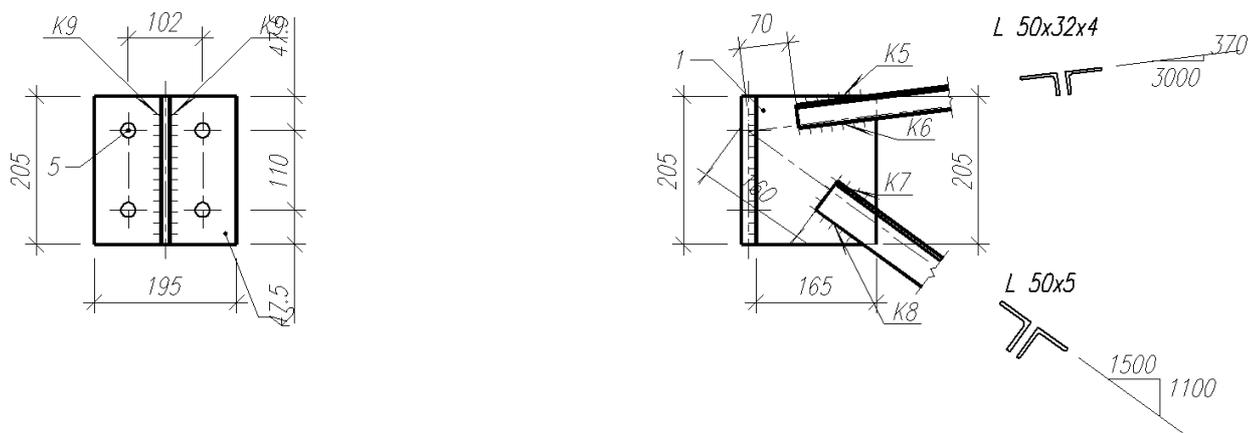


Рисунок 2.13 – Узел 1, рассчитанный сателлитом «Комета»

Узел 2

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

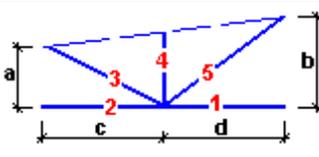
Сталь фасонки – С245;

Сталь опорной плиты и ребра – С245.

Таблица 2.17 – Свойства материалов сварки узла 2

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	490000 кН/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу металлу шва, R_{wf}	215000 кН/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.18 – Элементы узла 2

	$a = 2,58$ м $b = 3,33$ м $c = 3$ м $d = 3$ м	
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L110x70x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L90x56x5 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L56x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
4		L63x4 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
5		L90x7 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 14$ мм;

Толщина накладки $t_1 = 2$ мм.

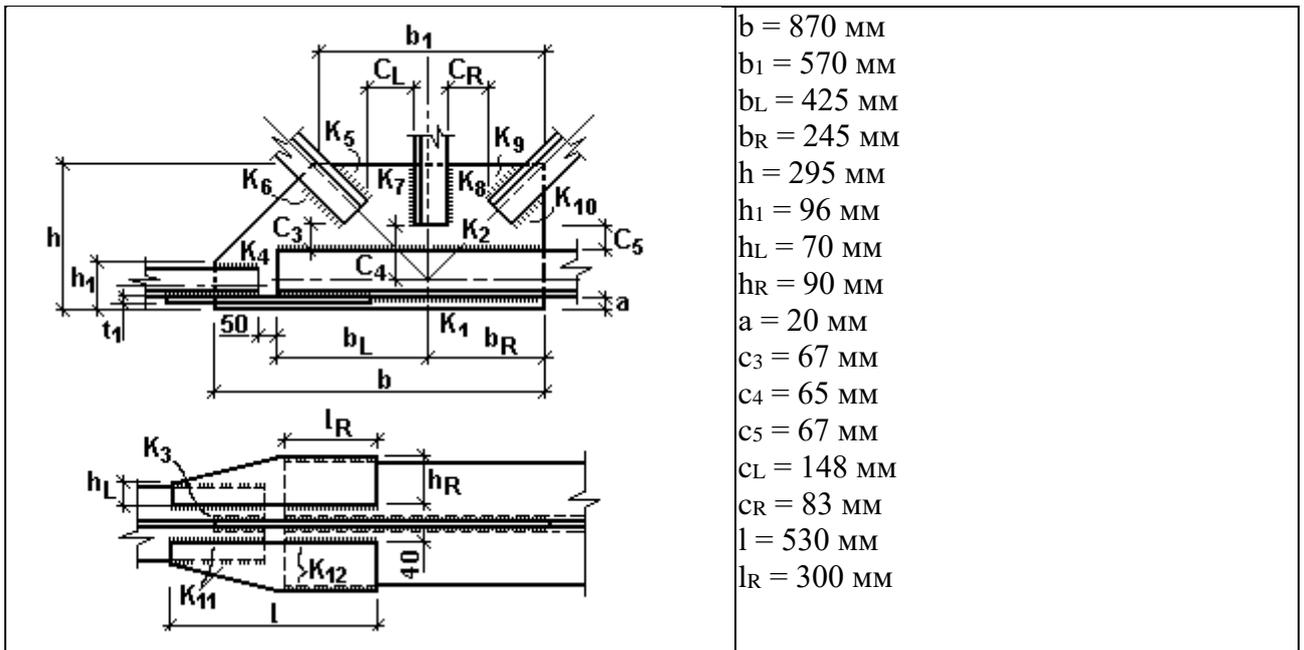


Рисунок 2.14 – Конструкция узла 2

Таблица 2.19 – Сварные швы узла 2

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
Катет	8	7	6	4	6	4	4	3	8	6	4	4
Длина	280	280	160	160	100	160	70	70	100	70	530	670

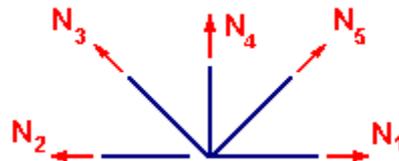


Рисунок 2.15 – Знаки усилий узла 2

Таблица 2.20 – Результаты расчета по комбинациям нагрузок узла 2

N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
кН	кН	кН	кН	кН
624,49	328,53	254,17	-51,27	-153,91

Таблица 2.21 – Проверка узла 2

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,779
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,329
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,704
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,297

Окончание таблицы 2.21

п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,26
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,127
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,235
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,115
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,515
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,39
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,466
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,352
п.7.1.1, (5)	Прочность по площади накладки при смене сечения пояса	0,815
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность по несущей способности швов крепящих накладку	0,015
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка	0,94
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере левого поясного уголка	0,409
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке левого поясного уголка	0,85
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере левого поясного уголка	0,37
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке правого поясного уголка	0,417
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере правого поясного уголка	0,167
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке правого поясного уголка	0,377
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере правого поясного уголка	0,151
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,871
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,934
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы левой панели	0,979
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы правой панели	0,261
п. 9.1.1	Прочность стойки фермы	0,215

Коэффициент использования 0,979 - Прочность раскоса фермы левой панели

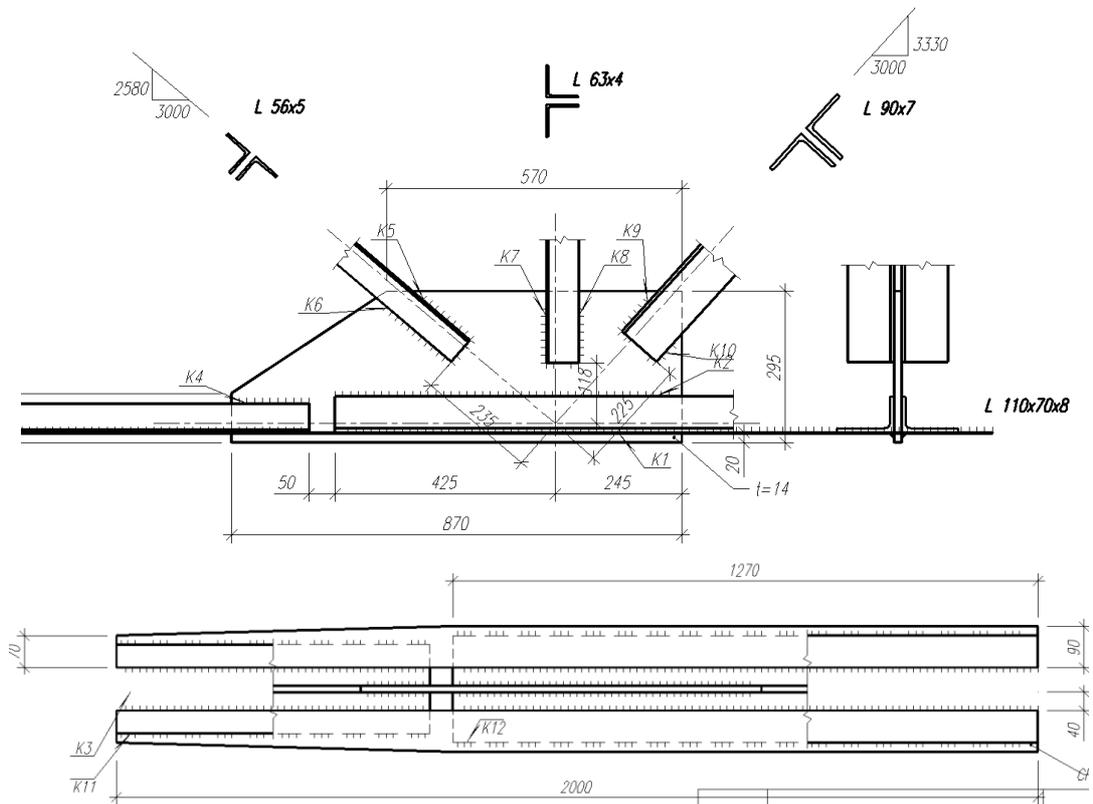


Рисунок 2.16 – Узел 2, рассчитанный спутником «Комета»

Узел 3

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

Сталь фасонки – С245;

Сталь опорной плиты и ребра – С245.

Таблица 2.22 – Свойства материалов сварки узла 3

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.23 – Элементы узла 3

		$a = 3,33$ м $b = 4,45$ м $c = 3$ м $d = 6$ м
Элемент	Тип сечения	Профиль

Окончание таблицы 2.23

1		L110x70x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
3		L75x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 14$ мм.

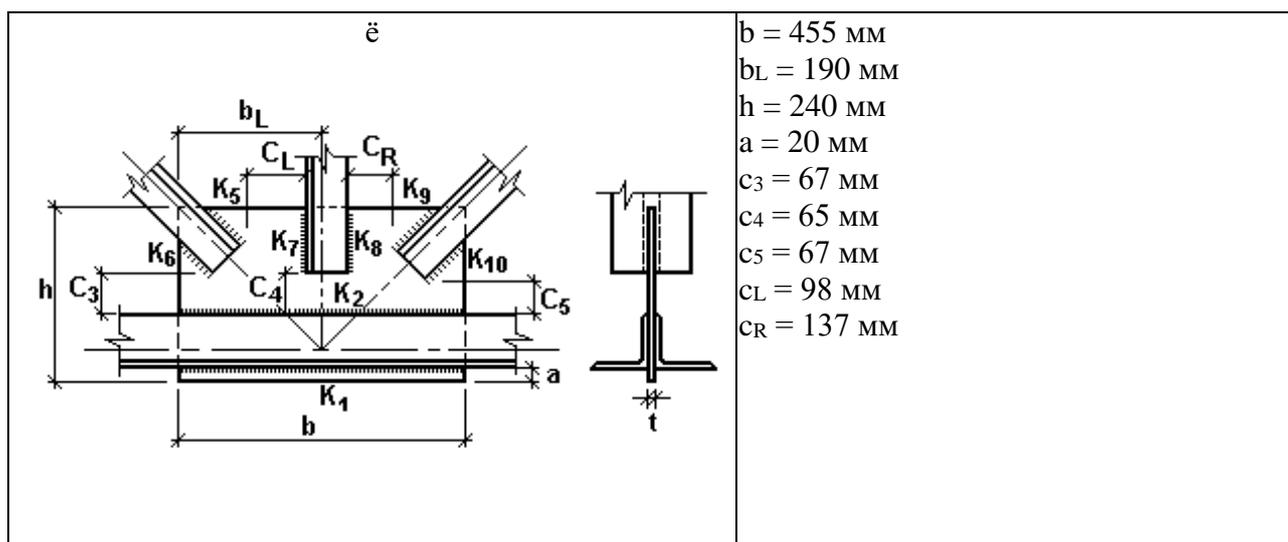


Рисунок 2.17 – Конструкция узла 3

Таблица 2.24 – Сварные швы узла 3

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
Катет	9	7	6	4	6	4	6	4
Длина	50	50	60	50	70	70	50	50

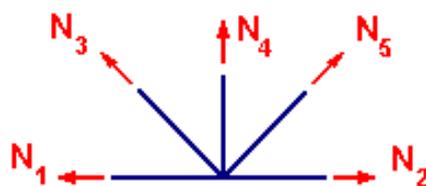


Рисунок 2.18 – Знаки усилий узла 3

Таблица 2.25 – Результаты расчета по комбинациям нагрузок узла 3

N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
кН	кН	кН	кН	кН
624,49	622,15	60,66	-76,91	53,5

Таблица 2.26 – Проверка узла 3

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке поясного уголка	0,001
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере поясного уголка	0,001
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке поясного уголка	0,001
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере поясного уголка	0,001
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,481
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,358
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,435
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,323
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,445
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,246
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,402
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,222
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,354
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,315
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,32
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,285
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,934
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,93
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы левой панели	0,263
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы правой панели	0,232
п. 9.1.1	Прочность стойки фермы	0,217

Коэффициент использования 0,934 - Прочность элемента пояса фермы левой панели.

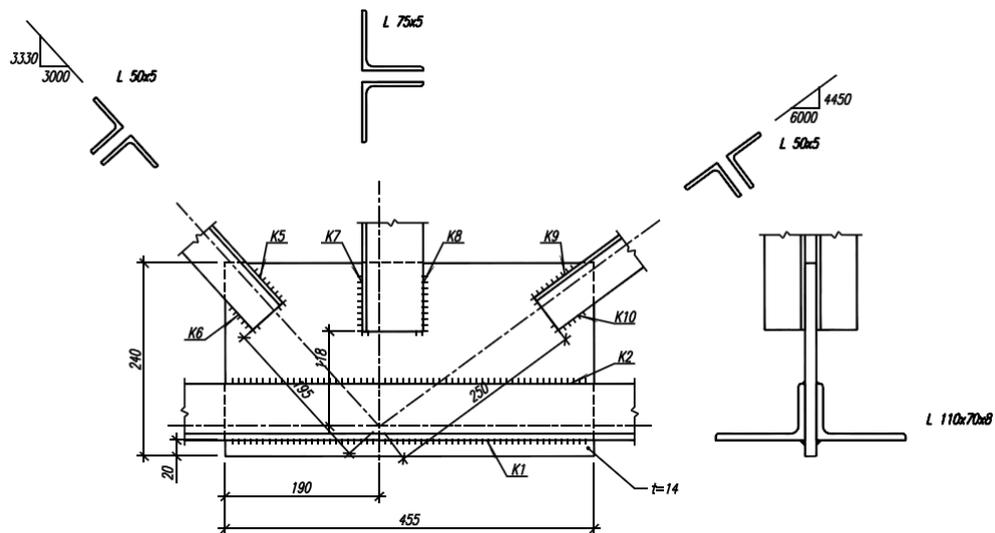


Рисунок 2.19 – Узел 3, рассчитанный спутником «Комета»

Узел 4

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

Сталь фасонки – С245.

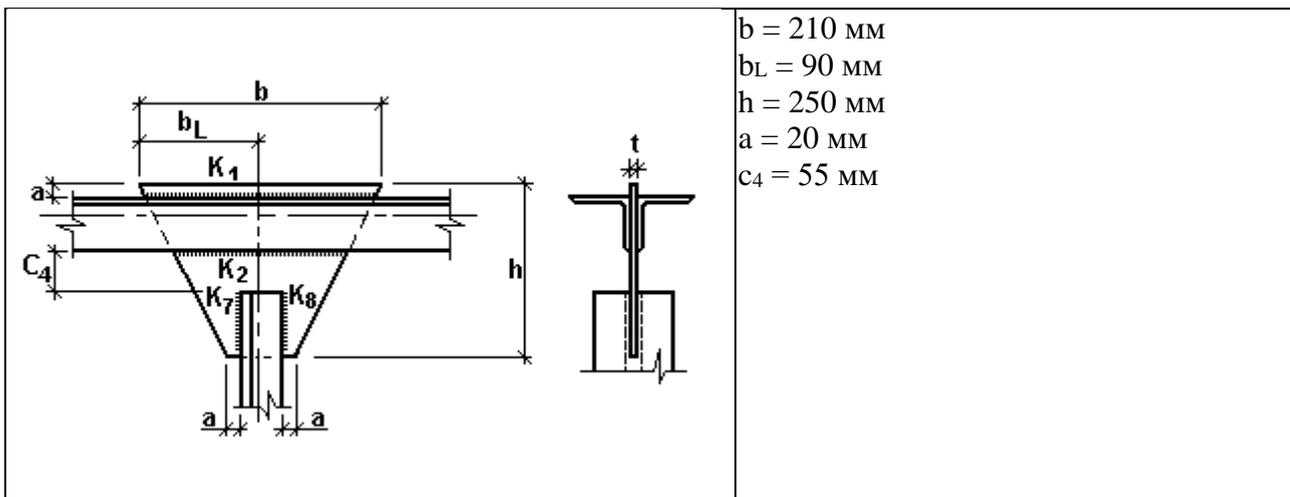
Таблица 2.27 – Свойства материалов сварки узла 4

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	490000 кН/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезом по металлу шва, R_{wf}	215000 кН/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.28 – Элементы узла 4

		$a = 2,58$ м $b = 3,3$ м $c = 3$ м $d = 3$ м
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L160x100x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L63x4 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 12$ мм.



$b = 210 \text{ мм}$
 $b_L = 90 \text{ мм}$
 $h = 250 \text{ мм}$
 $a = 20 \text{ мм}$
 $c_4 = 55 \text{ мм}$

Рисунок 2.20 – Конструкция узла 4

Таблица 2.28 – Сварные швы узла 4

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₇	K ₈
Катет	12	9	4	3
Длина	60	50	70	70

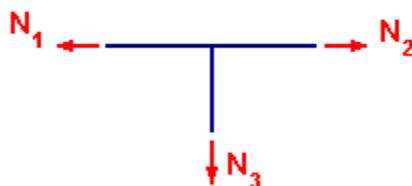


Рисунок 2.21 – Знаки усилий узла 4

Таблица 2.29 – Результаты расчета по комбинациям загрузений узла 4

N ₁	N ₂	N ₃
кН	кН	кН
-525,45	-525,45	-51,27

Таблица 2.30 – Проверка узла 4

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,519
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,254
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,469
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,229
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,433
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,433
п. 9.1.1	Прочность стойки фермы	0,215

Коэффициент использования 0,519 - Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки.

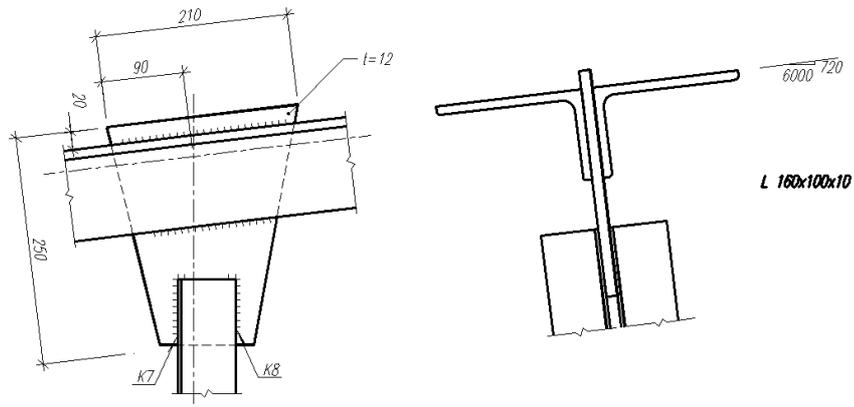


Рисунок 2.22 – Узел 4, рассчитанный сателлитом «Комета»

Узел 5

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

Сталь фасонки – С245;

Сталь опорной плиты и ребра – С245.

Таблица 2.31 – Свойства материалов сварки узла 5

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	490000 кН/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	215000 кН/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.32 – Элементы узла 5

Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L180x110x12 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L160x100x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L90x7 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 14$ мм;

Толщина накладки $t_1 = 8$ мм.

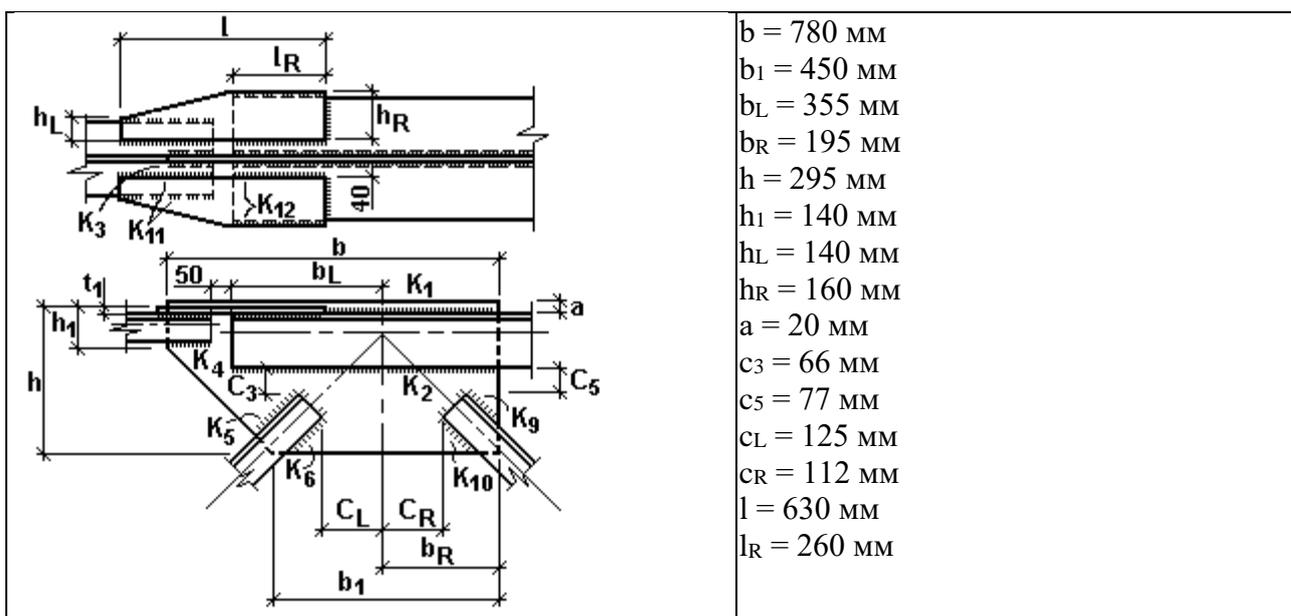


Рисунок 2.23 – Конструкция узла 5

Таблица 2.33 – Сварные швы узла 5

Швы (мм)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K9	K10	K11	K12
Катет	14	10	12	9	8	6	6	4	9	9
Длина	150	150	180	180	60	50	60	50	630	260

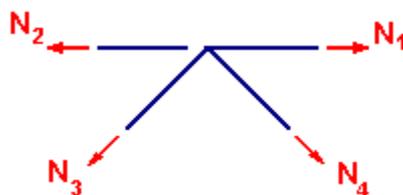


Рисунок 2.24 – Знаки усилий узла 5

Таблица 2.34 – Результаты расчета по комбинациям загрузений узла 5

N_1	N_2	N_3	N_4
кН	кН	кН	кН
-525,45	-670,3	-153,91	60,66

Таблица 2.35 – Проверка узла 5

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,464
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,78
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,419

Окончание таблицы 2.35

п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,705
п.7.1.1, (5)	Прочность по площади накладки при смене сечения пояса	0,943
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность по несущей способности швов крепящих накладку	0,085
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка	0,843
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере левого поясного уголка	0,332
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке левого поясного уголка	0,762
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере левого поясного уголка	0,3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке правого поясного уголка	0,178
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере правого поясного уголка	0,074
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке правого поясного уголка	0,161
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере правого поясного уголка	0,067
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,552
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,325
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы левой панели	0,261
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы правой панели	0,263

Коэффициент использования 0,943 - Прочность по площади накладки при смене сечения пояса.

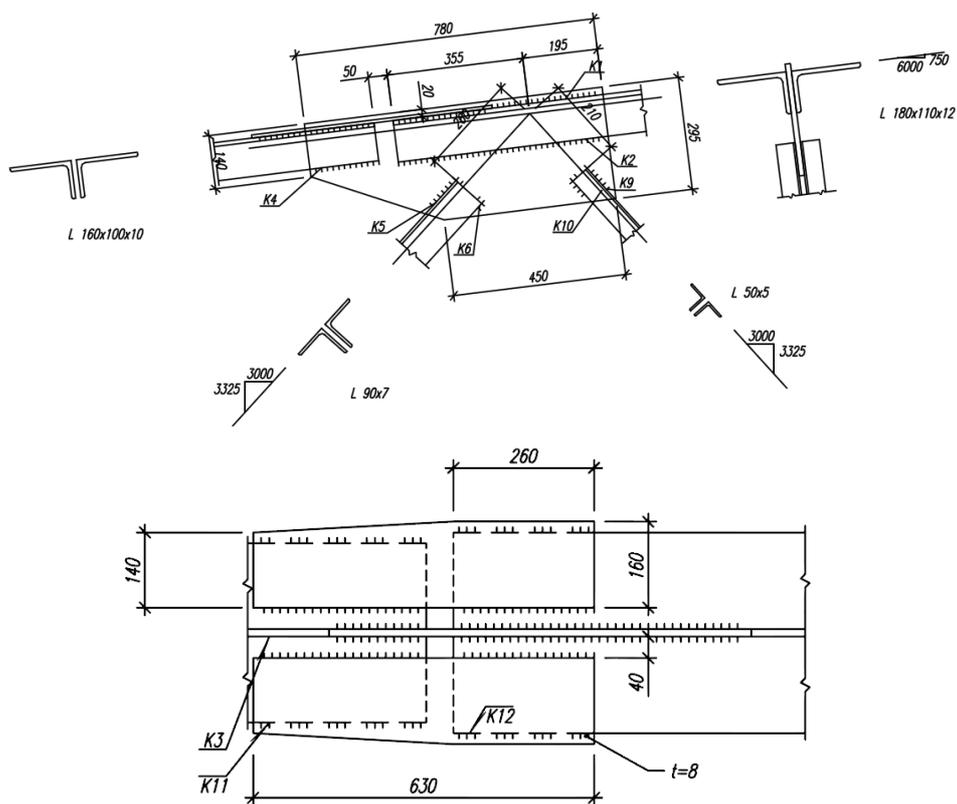


Рисунок 2.25 – Узел 5, рассчитанный спутником «Комета»

Узел 6

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

Сталь фасонки – С245;

Сталь опорной плиты и ребра – С245.

Таблица 2.36 – Свойства материалов сварки узла 6

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	490000 кН/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	215000 кН/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.37 – Элементы узла 6

Элемент	Тип сечения	Профиль

Окончание таблицы 2.37

1		L110x70x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 14$ мм.

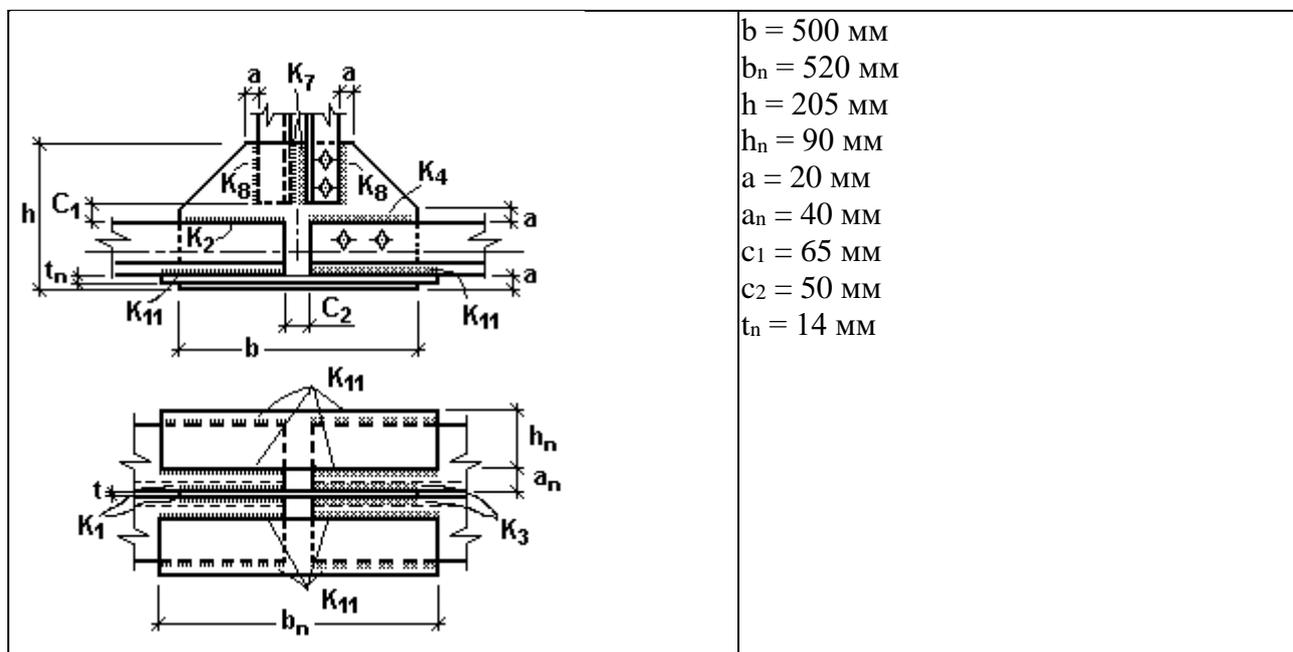


Рисунок 2.26 – Конструкция узла 6

Таблица 2.38 – Сварные швы узла 6

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₇	K ₈	K ₁₁
Катет	12	6	12	6	6	6	6
Длина	60	60	60	60	50	50	120

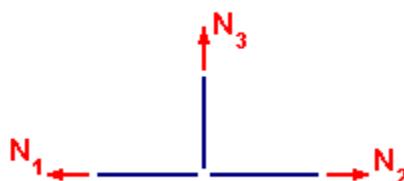


Рисунок 2.27 – Знаки усилий узла 6

Таблица 2.39 – Результаты расчета по комбинациям нагрузок узла 6

N ₁	N ₂	N ₃
кН	кН	кН
622,15	622,15	0

Таблица 2.40 – Проверка узла 6

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность по несущей способности швов крепящих накладку	0,375

Окончание таблицы 2.40

п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка	0,942
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере левого поясного уголка	0,576
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке левого поясного уголка	0,852
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере левого поясного уголка	0,521
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке правого поясного уголка	0,942
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере правого поясного уголка	0,576
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке правого поясного уголка	0,852
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере правого поясного уголка	0,521
п.7.1.1, (5)	Прочность по площади накладки	0,398
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,93
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,93

Коэффициент использования 0,942 - Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка.

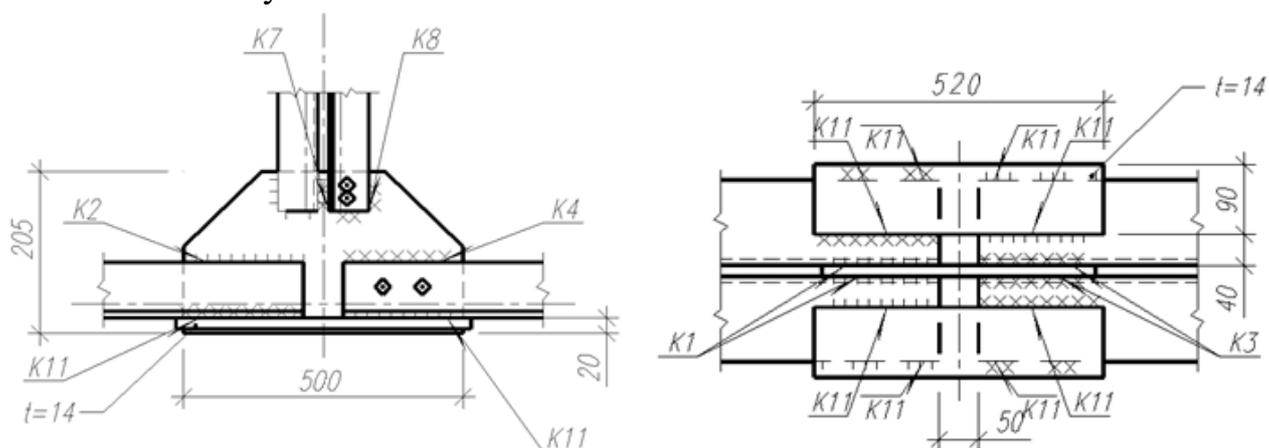


Рисунок 2.28 – Узел 6, рассчитанный спутником «Комета»

Узел 7

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;

Коэффициент условий работы – 1;

Сталь уголка – С245;

Сталь фасонки – С245;

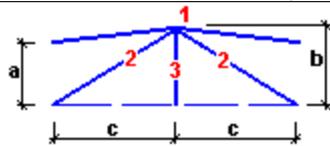
Сталь опорной плиты и ребра – С245.

Таблица 2.41 – Свойства материалов сварки узла 7

Свойства материалов сварки	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Тип сварки	Заводская сварка
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

Таблица 2.42 – Элементы узла 7

Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L180x110x12 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
3		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)



$a = 3,33$ м
 $b = 4,45$ м
 $c = 6$ м

Толщина фасонки $t = 14$ мм.

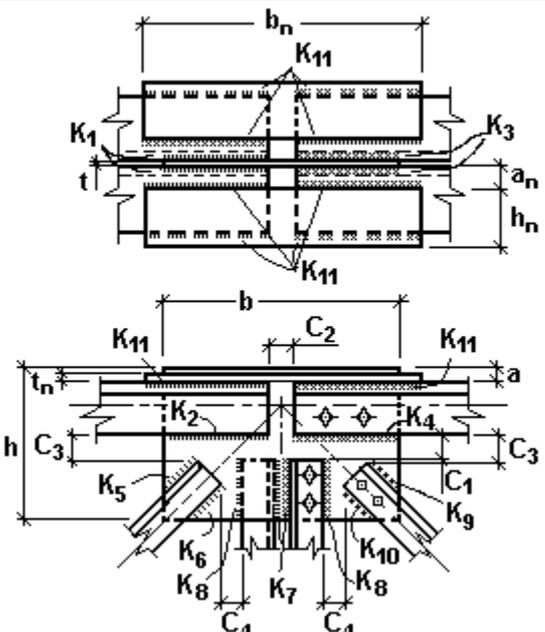
	$b = 800$ мм $b_n = 840$ мм $h = 335$ мм $h_n = 160$ мм $a = 20$ мм $a_n = 40$ мм $c_1 = 65$ мм $c_2 = 50$ мм $c_3 = 66$ мм $c_4 = 222$ мм $t_n = 14$ мм
---	--

Рисунок 2.29 – Конструкция узла 7

Таблица 2.43 – Сварные швы узла 7

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁
Катет	14	10	14	10	6	4	6	4	6	4	14
Длина	70	70	70	70	80	60	50	50	80	60	50

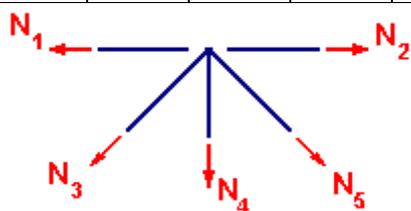


Рисунок 2.30 – Знаки усилий узла 7

Таблица 2.44 – Результаты расчета по комбинациям загрузений узла 7

N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
кН	кН	кН	кН	кН
-712,19	-712,19	105,26	0	105,26

Таблица 2.45 – Проверка узла 7

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,835
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,248
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,754
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,224
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,835
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,248
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,754
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,224
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность по несущей способности швов крепящих накладку	0,102
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка	0,362
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере левого поясного уголка	0,143
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке левого поясного уголка	0,327

Окончание таблицы 2.45

п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере левого поясного уголка	0,129
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке правого поясного уголка	0,362
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере правого поясного уголка	0,143
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке правого поясного уголка	0,327
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере правого поясного уголка	0,129
п.7.1.1, (5)	Прочность по площади накладки	0,56
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы левой панели	0,44
п. 9.1.1	Прочность элемента пояса фермы правой панели	0,44
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы левой панели	0,457
п. 9.1.1	Прочность раскоса фермы правой панели	0,457

Коэффициент использования 0,835 - Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса.

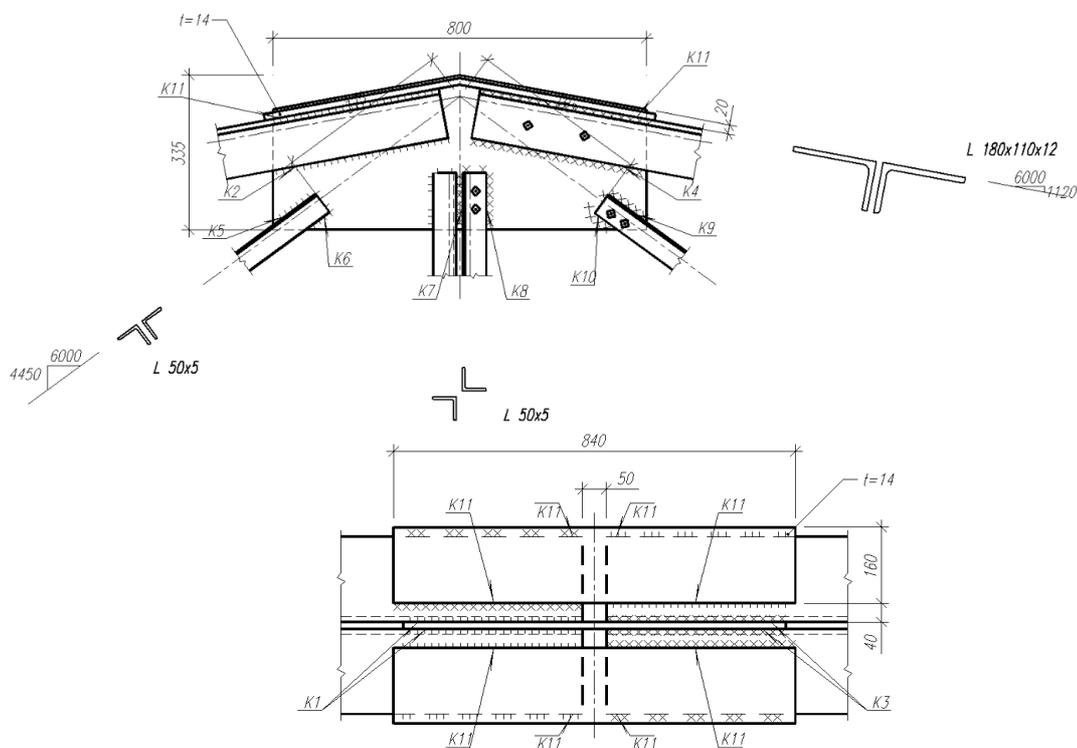


Рисунок 2.31 – Узел 7, рассчитанный сателлитом «Комета»

3 Проектирование фундаментов

За условную отметку +0,000 м принята отметка чистого пола первого этажа. Отметка уровня земли составляет -0,270 м.

В данной работе сравниваю свайные фундаменты с монолитным железобетонным ростверком на забивных сваях и буронабивных сваях, на основе:

- инженерно-геологических изысканий;
- данных, характеризующих конструктивные и технологические особенности сооружения, нагрузок, действующих на фундамент и условия эксплуатации;
- технико-экономических сравнений вариантов проектных решений для принятия наиболее эффективного варианта.

3.1 Исходные данные

Инженерно-геологический разрез по одной из скважин представлен на рисунке 3.1.

Физико-механические характеристики грунтов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Физико-механические характеристики грунтов

№	Наименование	h, м	Плотность, т/м ³			Уд. вес, кН/м ³	Влажность			e	S _r	I _L	I _p	c, кПа	φ, град	E, МПа	R ₀ , кПа
			ρ	ρ _d	ρ _s		γ	W	W _L								
1	Насыпной грунт (суглинок твердой консистенции)	5,8	-	-	-	-	0,131	0,285	0,185	-	-	-0,64	10	-	30	20	-
2	Суглинок тугопластичной консистенции	3,5	1,8	1,45	2,7	18	0,238	-	-	0,86	0,75	0,35	8,2	23	21	14	141
3	Суглинок мягкопластичной консистенции	1,2	1,78	1,43	2,77	12	0,247	-	-	0,936	0,73	0,64	8,1	20	18	12	119
4	Песок гравелистый	4,5	1,85	1,54	2,86	45	0,201	-	-	0,61	1	-	-	-	38	25	-
5	Суглинок твердой консистенции	-	2,05	1,83	-	-	0,123	-	-	0,508	0,63	1,1	-	-	-	-	-

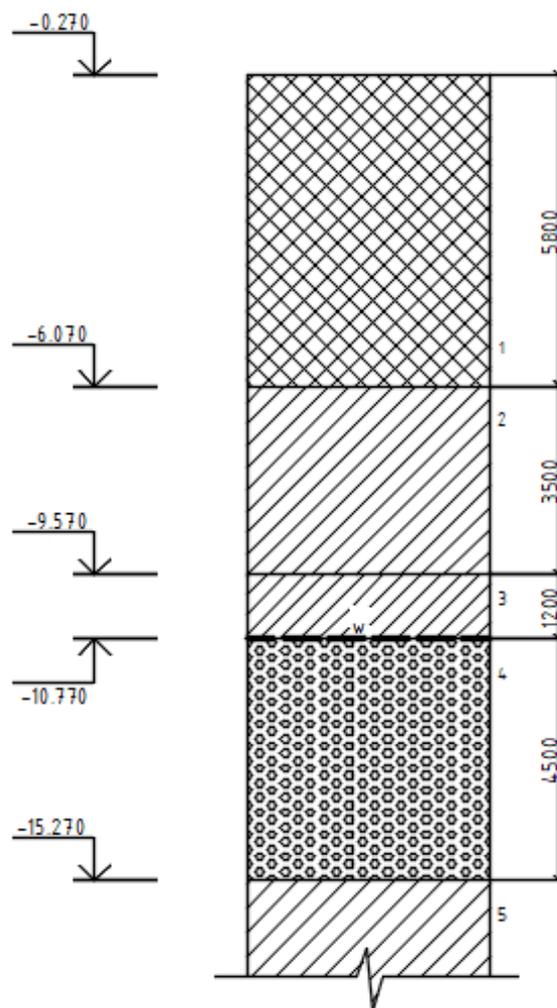


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологическая колонка

3.2 Определение нагрузок на фундамент

Сбор нагрузок на фундамент для наиболее нагруженной колонны, находящейся в осях А/1 приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Нагрузки на фундамент

Вид нагрузки	Нормативное значение		γ_f	Расчетное значение	
	На единицу площади, кН/м ²	На пог.м., кН/м		На единицу площади, кН/м ²	На пог.м., кН/м
1. Покрытие					
1.1 Постоянные нагрузки					
Сэндвич-панель с утеплителем из минеральной ваты с полимерным покрытием PVDF $\rho = 120 \text{ кг/м}^3; \delta = 200 \text{ мм}$	0,24	–	1,2	0,288	–
1.2 Временные нагрузки					
Снеговая нагрузка	1,35	–	1,4	1,89	–
Итого:	1,59	–	–	2,178	–

2. Собственный вес прогона и фермы (кН)					
Прогон ($l = 3,56$ м, 7 шт.)	–	111,06кН	1,05	–	116,6кН
Ферма ($l = 18$ м)	–	175,7кН	1,05	–	184,5кН
Итого:	–	286,75	–	–	301,1
3. Собственный вес металл. колонн (сосредоточенная нагрузка, кН)					
Колонна К1 ($h = 5,865$ м)	–	4,73 кН	1,05	–	4,97 кН
Колонна К2 ($h = 2,365$ м)	–	1,63 кН	1,05	–	1,71 кН
Колонна фахверка ($h = 8,23$ м)	–	1,75 кН	1,05	–	1,84 кН
Итого:	–	8,11	–	–	8,52
4. Собственный вес стен					
Сэндвич-панель на основе базальтового волокна с полимерным покрытием PVDF $\rho = 120$ кг/м ³ ; $\delta = 150$ мм	0,18	–	1,1	0,198	–
Итого:	0,18	–	–	0,198	–
5. Покрытие пола					
Бетонная подготовка из бетона класса В22,5 $\rho = 2450$ кг/м ³ ; $\delta = 150$ мм	3,7	–	1,1	4,07	–
Железобетонная плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой $\rho = 2772$ кг/м ³ ; $\delta = 150$ мм	4,2	–	1,1	4,62	–
Итого:	7,9	–	–	8,69	–
6. Цоколь					
Цоколь кирпичный $\rho = 1747$ кг/м ³ ; $\delta = 640$ мм	11,2	–	1,1	12,32	–
Итого:	11,2	–	–	12,32	–

Для перехода к сосредоточенным нагрузкам вычисляю грузовую площадь – площадь, с которой нагрузка передается на колонну от покрытия. В каркасном здании этой площадью будет произведение половины расстояния между несущими элементами в одном направлении на половину расстояния между несущими элементами в другом направлении:

$$A = \frac{6}{2} \cdot \frac{36}{2} = 54 \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

Расчетная сосредоточенная нагрузка на отдельно стоящий столбчатый фундамент в осях А/1 составит:

Нагрузка от покрытия:

$$N_{\text{покp}} = (2,178 \cdot 54) + 301,1 = 418,7 \text{ кН.}$$

Нагрузка от покрытия пола:

$$N_{\text{пол}} = 8,69 \cdot 54 = 469,3 \text{ кН.}$$

Нагрузка от колонн и стен:

$$N_{\text{ст}} = 0,198 \cdot \left(\frac{6 \cdot 8,01}{2} + \frac{6 \cdot 8,01}{2} \right) + 8,52 = 18,04 \text{ кН.}$$

Нагрузка от цоколя:

$$N_{\text{ц}} = 12,32 \cdot \left(\frac{6 \cdot 0,45}{2} + \frac{6 \cdot 0,45}{2} \right) = 33,3 \text{ кН.}$$

Суммарная нагрузка на фундамент:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{покp}} + N_{\text{пол}} + N_{\text{ст}} + N_{\text{ц}} = 418,7 + 469,3 + 18,04 + 33,3 = 939,3 \text{ кН.} \quad (3.2)$$

3.3 Определение глубины заложения фундамента

Глубину заложения фундамента принимаем как наибольшую из следующих трех условий:

- конструктивных требований;
- глубины промерзания пучинистых грунтов;
- инженерно-геологических условий.

Расчетная глубина промерзания определяется по формуле:

$$d_f = d_{fn} \cdot k_h, \quad (3.3)$$

где d_{fn} – нормативная глубина промерзания;

k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания (здание без подвала, с полами устраиваемыми по грунту, с температурой воздуха в помещении 15°C), $k_h = 0,6$.

Глубина промерзания для суглинков:

$$d_f = 1,74 \cdot 0,6 = 1,04 \text{ м.} \quad (3.4)$$

Грунт не является пучинистым.

В здании нет подвала. Отметка чистого пола помещения +0,000 м. Назначаем глубину заложения фундамента в соответствии с конструктивными особенностями здания 1,100 м. Отметка уровня земли -0,270, таким образом ростверк заглубляется в 1-й слой – суглинок твердой консистенции, отметка подошвы фундамента составит -1,370 м.

3.4 Проектирование столбчатого свайного фундамента на забивных сваях

В рамках данного пункта принимаю:

- столбчатый монолитный ростверк на забивных сваях под колонны каркаса здания.

Для опирания цоколя наружных стен по продольным и поперечным осям здания предусмотрены монолитные фундаментные балки с опиранием на железобетонные ростверки.

3.4.1 Расчет забивных свай

Глубину заложения ростверка d_p принимаю $-1,370$ м от уровня чистого пола. Высоту ростверка принимаю $h_p = 0,75$ м. Отметку головы сваи принимаю на $0,3$ м выше подошвы ростверка $-1,070$ м, при этом верх сваи разбивается на $0,25$ м с выпуском арматуры. В качестве несущего слоя для свай выбираю песок гравелистый, насыщенный водой, залегающий с отметки $-10,770$ м. Принимаю сваи длиной 12 м (С120.30); отметка низа сваи составит $-13,070$ м.

3.4.2 Определение несущей способности у забивной сваи

Данные для расчета несущей способности сваи приведены на рисунке 3.2.

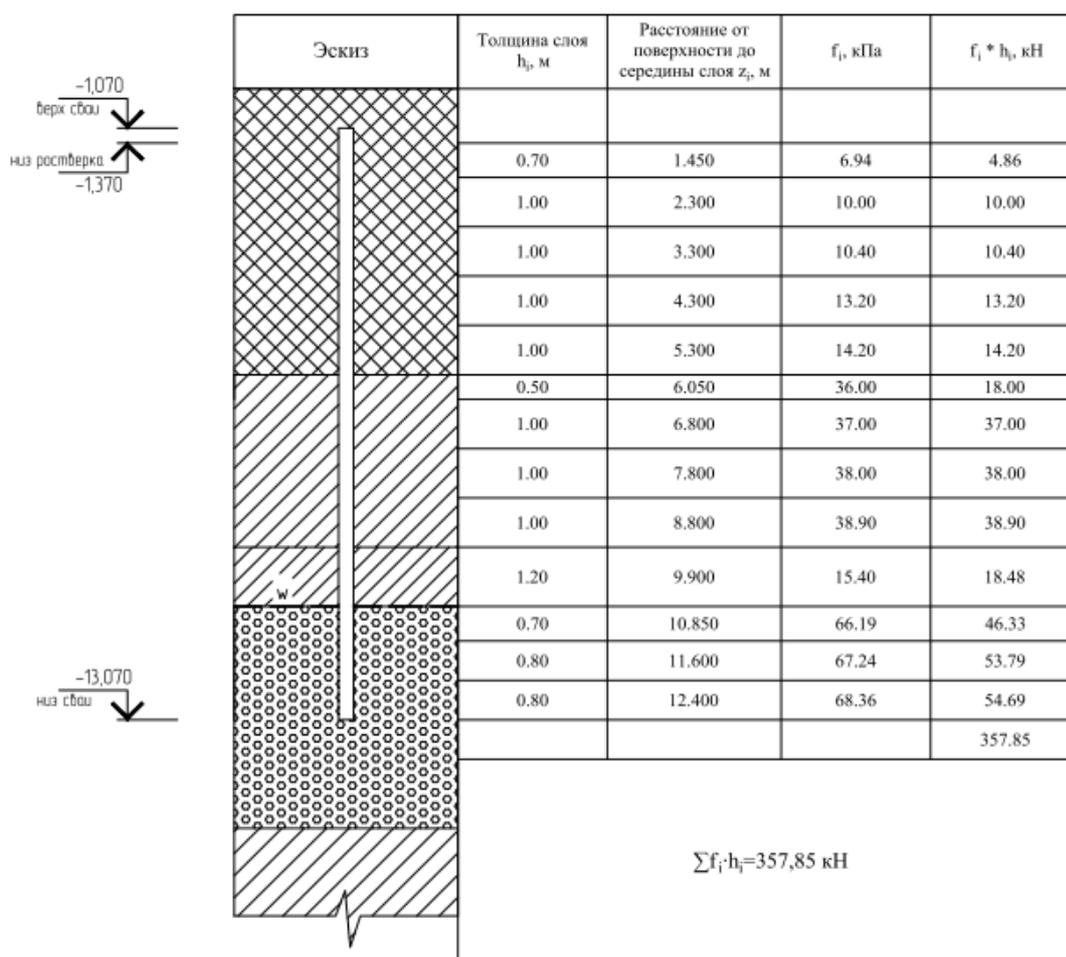


Рисунок 3.2 – Данные для расчета несущей способности сваи
Несущая способность сваи определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \sum(f_i \cdot h_i)), \quad (3.5)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи (11236,8 кПа);

A – площадь поперечного сечения сваи;

u – периметр поперечного сечения сваи;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;

f_i – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи в пределах i -го слоя грунта;

h_i – толщина i -го слоя грунта.

Несущая способность сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 11236,8 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 357,85) = 1440,7 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле 3.6:

$$N_{\text{св.р}} \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k}, \quad (3.6)$$

где $N_{\text{св}}$ – расчетная нагрузка на сваю от здания;

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4.

Допускаемая нагрузка на сваю, согласно расчету, составит:

$$N_{\text{св.р}} \leq 1440,7 \cdot \frac{1,15}{1,4 \cdot 1,15} = 1029,1 \text{ кН.}$$

3.4.3 Определение числа свай в ростверке

Предварительно количество свай в фундаменте определяют по формуле:

$$n = \frac{N_{\text{общ}}}{\frac{F_d - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}}{\gamma_k}} = \frac{939,3}{\frac{1029,1}{1,4} - 0,9 \cdot 1,1 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 2,73} = 1,23 \text{ шт.}, \quad (3.7)$$

$N_{\text{общ}}$ – нагрузка от вышележащих конструкций, кН;

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4;

d_p – глубина заложения ростверка, м;

$g_{\text{св}}$ – масса сваи;

$\gamma_{\text{ср}}$ – средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, кН/м³;

Принимаю 2 сваи. Размещаю сваи в один ряд, расстояние между сваями должно быть $3...6d=900...1800\text{мм}$. Размеры ростверка в плане составят $1500 \times 900\text{ мм}$, учитывая 100 мм на свесы ростверка за наружные грани свай.

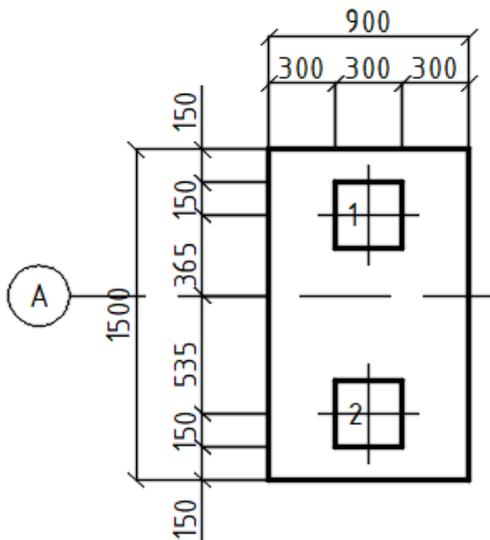


Рисунок 3.3 – Схема расположения свай

3.4.4 Приведение нагрузки к подошве фундамента

Приведенное продольное усилие определяется по формуле:

$$N' = N_{\text{общ}} + N_p, \quad (3.8)$$

где N_p – нагрузка от веса ростверка, определяется по формуле:

$$N_p = 1,1 \cdot h_p \cdot b_p \cdot l_p \cdot \gamma_{\text{жб}} = 1,1 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 25 = 27,85 \text{ кН}; \quad (3.9)$$

$$N' = 939,3 + 27,85 = 967,15 \text{ кН}.$$

3.4.5 Определение нагрузок на каждую сваю

Нагрузка на сваю при действии моментов в одном направлении определяется по формуле:

$$N_{\text{св}} = \frac{N'}{n} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}, \quad (3.10)$$

Основная проверка по первому предельному состоянию определяется:

$$N_{\text{св}} \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = N_{\text{св,р}}, \quad (3.11)$$

Нагрузки на сваи:

$$N_{CB} = \frac{967,15}{2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 2,73 = 453,5 \text{ кН.}$$

$$N_{CB} = 453,5 \text{ кН} < 1029,1 \text{ кН.}$$

Условия проверки выполняются.

3.4.6 Расчет на продавливание ростверка колонной

Проверяю ростверк на продавливание колонной, схема представлена на рис. 3.4.

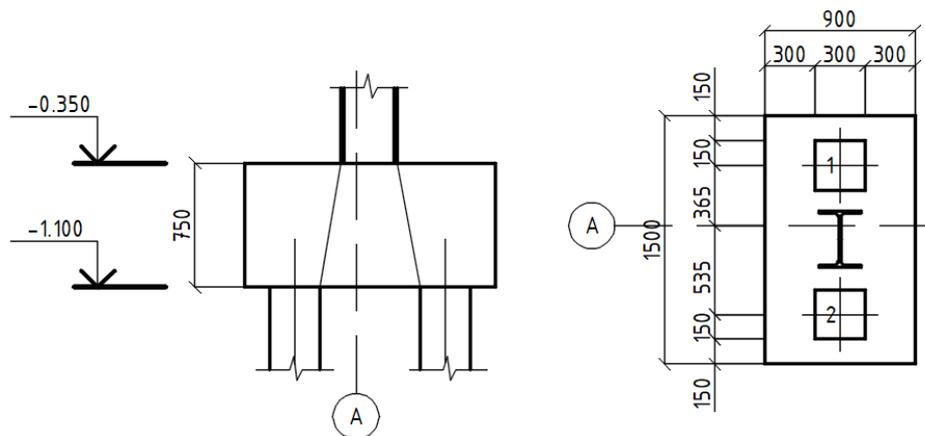


Рисунок 3.4 – Схема работы ростверка на продавливание колонной

Проверка на продавливание ростверка колонной производится из условия:

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (3.12)$$

F – расчетная продавливающая сила;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению;

h_{op} – ширина ростверка, м;

α – коэффициент, учитывающий частичную передачу силы N через стенки стакана, принимаю равным 1;

c_1, c_2 – расстояния от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания;

b_c, l_c – размеры сечения колонны;

Расчетная продавливающая сила определяется по формуле:

$$F = 2 \cdot (N_{CB}^1 + N_{CB}^2) = 2 \cdot (453,5 \cdot 2) = 1814 \text{ кН.} \quad (3.13)$$

Класс бетона ростверка принимаю В20 с $R_{bt} = 900$ кПа.

Определим рабочую высоту сечения ростверка:

$$h_{0p} = 0,75 - 0,05 = 0,7 \text{ м.}$$

Исходя из условия $0,4h_{0p} \leq c \leq h_{0p}$, принимаем $c_1 = 3$, $c_2 = 0,3$.
Проверяем условие 3.12:

$$F = 1814 \text{ кН} < \frac{2 \cdot 900}{1} \left[\frac{0,7}{0,3} (0,34 + 0,3) + \frac{0,7}{0,3} (0,25 + 0,3) \right] = 4977 \text{ кН.}$$

Условие выполняется.

3.4.7 Расчет на продавливание ступени ростверка угловой сваей

Проверка на продавливание ступени ростверка угловой сваей выполняется из условия:

$$N_{\text{св}} \leq R_{bt} \cdot h_{01} \left[\beta_1 \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right], \quad (3.14)$$

где $N_{\text{св}}$ – наибольшее усилие в угловой свае, определяемое от нагрузок в уровне подошвы ростверка;

h_{01} – рабочая высота ступени ростверка;

β_1, β_2 – коэффициенты, принимаемые из отношения $\frac{c_{01}}{h_{01}}$ и $\frac{c_{02}}{h_{01}}$, при значении $< 0,3$, оба принимаются 1,05;

b_{01}, b_{02} – расстояния от внутренней грани свай до наружных граней ростверка;

c_{01}, c_{01} – расстояния от внутренней грани свай до колонны.

Проверка условия 3.14:

$$N_{\text{св}} = 453,5 \text{ кН} \leq 900 \cdot 0,7 \left[1,05 \left(0,45 + \frac{0,125}{2} \right) + 1,05 \left(0,45 + \frac{0,125}{2} \right) \right] = 678,04 \text{ кН.}$$

Условие проверки выполняется.

3.4.8 Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости x ростверка, определяется по формуле

$$M_{xi} = \Sigma N_{\text{св}} \cdot x_i, \quad (3.15)$$

где $N_{\text{св}}$ – расчетная нагрузка на сваю;

x_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Момент, возникающий в плоскости y ростверка, определяется по формуле

$$M_{yi} = \Sigma N_{\text{св}} \cdot y_i, \quad (3.16)$$

где y_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

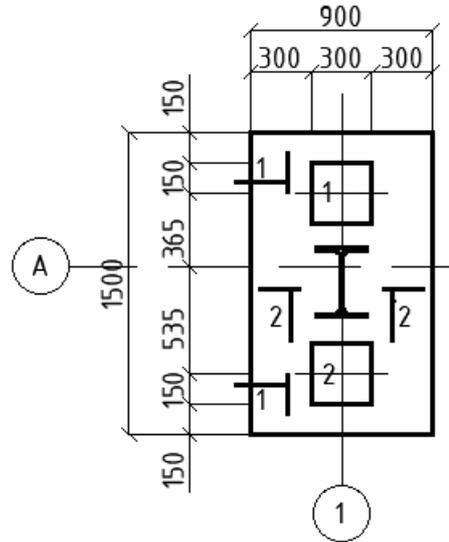


Рисунок 3.5 – Схема к расчету ростверка на изгиб

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{Si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.17)$$

где M_i – величина момента в сечении;

ξ – коэффициент, зависящий от α_m ;

h_{0i} – рабочая высота каждого сечения;

R_s – расчетное сопротивление арматуры.

Коэффициент α_m определяется по формуле:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (3.18)$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения.

Расчеты сводим в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчеты арматуры

Сечения	b_i , м	Расстояние x_i, y_i , м	Момент, кН · м	α_m	ξ	h_{0i} , м	A_s , см ²
1 – 1	1,5	0,375	340,1	0,348	0,775	0,7	12,11
2 – 2	0,9	0,515	467,1	0,796	0,5	0,7	25,4

Сетка С-1 в основании ростверка:

Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм. Тогда диаметр стержней в поперечном направлении, длиной 1400мм: $\frac{12,11}{8} = 1,52 \text{ см}^2$, ближайший к нему стержень с $\varnothing 14 \text{ мм}$ ($1,54 \text{ см}^2$) А400.

Диаметр стержней в продольном направлении, длиной 800 мм: $\frac{25,4}{5} = 5,08 \text{ см}^2$, ближайший к нему стержень с $\varnothing 28 \text{ мм}$ ($6,16 \text{ см}^2$) А400.

Армируем ростверк двумя сетками, С-2 и С-3. Принимаем рабочую арматуру конструктивно $\varnothing 12 \text{ мм}$ А400 для обеих сеток.

Сетка С-2: в поперечном направлении стержни длиной 650 мм, принимаю шаг арматуры 400 мм, в продольном шаг 275 мм, стержни длиной 1400 мм.

Сетка С-3: в продольном направлении стержни длиной 800 мм, принимаю шаг арматуры 275 мм, в поперечном шаг 300 мм, стержни длиной 650 мм.

Сетка С-4 в верхней части ростверка:

Конструктивно принимаем стержни рабочей арматуры $\varnothing 12 \text{ мм}$ А400. В продольном направлении стержни длиной 1400 мм, шаг арматуры 350 мм. В поперечном направлении стержни длиной 800 мм, шаг арматуры 400 мм.

3.4.9 Выбор сваебойного оборудования

Выбираем для забивки свай трубчатый дизель-молот. Отношение массы ударной части молота m_4 к массе сваи m_2 должно быть не менее 1,0 (как для грунтов средней плотности). Так как $m_2 = 2,77 \text{ т}$ для кустового свайного фундамента, принимаем $m_4 = 3,5 \text{ т}$, что соответствует дизель-молоту СП-78А. Отказ в конце забивки сваи определяется по формуле;

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (3.19)$$

где E_d – энергия удара;

η – коэффициент, принимается равным 1500 кН/м;

A – площадь поперечного сечения сваи;

F_d – несущая способность сваи;

m_1 – полная масса молота;

m_2 – масса сваи;

m_3 – масса наголовника.

Отказ в конце забивки сваи:

$$S_a = \frac{63 \cdot 1500 \cdot 0,09}{1440,7 \cdot (1440,7 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{5,1 + 0,2 \cdot (2,77 + 2,6)}{5,1 + 2,77 + 2,6} = 0,00224 \text{ м} = 0,224 \text{ см}.$$

$S_a = 0,00224 \text{ м} > S_u = 0,002 \text{ м}$ – условие выполняется.

3.5 Расчет буронабивных свай

В рамках данного пункта принимаю:

- столбчатый монолитный ростверк на буронабивных сваях под колонны каркаса здания.

Для опирания цоколя наружных стен по продольным и поперечным осям здания предусмотрены монолитные фундаментные балки с опиранием на железобетонные ростверки.

3.5.1 Определение несущей способности у буронабивной сваи

Глубину заложения ростверка и отметку головы буронабивной сваи принимаю такими же, как и у забивной сваи. Длину сваи в первом приближении принимаю – 12 м. отметка низа сваи составит –13,070 м.

Несущая способность сваи определяется по формуле 3.5:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \sum (f_i \cdot h_i)),$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи для песчаных грунтов в основании буронабивной сваи определяется по формуле:

$$R = 0,75 \cdot \alpha_4 (\alpha_1 \cdot \gamma'_1 \cdot d + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma_1 \cdot h); \quad (3.20)$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – безразмерные коэффициенты, зависят от угла внутреннего трения;

γ'_1 – расчетное значение удельного веса грунта в основании сваи;

γ_1 – усредненное по слоям значение удельного веса грунтов, расположенных выше нижнего конца сваи;

h – глубина заложения нижнего конца сваи;

A – площадь поперечного сечения сваи;

u – периметр поперечного сечения сваи;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;

f_i – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи в пределах i -го слоя грунта;

h_i – толщина i -го слоя грунта.

A – площадь поперечного сечения сваи.

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,07 \text{ м}^2.$$

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи (см. формулу 3.20):

$$R = 0,75 \cdot 0,18 \cdot (135,5 \cdot 45 \cdot 3 + 222,5 \cdot 0,86 \cdot 22 \cdot 13,07) = 9897,2 \text{ кПа.}$$

Несущая способность свай (см. формулу 3.5):

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 9897,2 \cdot 0,07 + 0,94 \cdot 0,8 \cdot 357,85) = 962 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю (см. формулу 3.6):

$$N_{\text{св.р}} \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k},$$

где $N_{\text{св}}$ – расчетная нагрузка на сваю от здания;

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности свай, принимается равным 1,4.

Допускаемая нагрузка на сваю, согласно расчету, составит:

$$N_{\text{св.р}} \leq 962 \cdot \frac{1,15}{1,4 \cdot 1,15} = 687,15 \text{ кН.}$$

3.5.2 Определение числа свай в ростверке

Предварительно количество свай в фундаменте (см. формулу 3.7):

$$n = \frac{N_{\text{общ}}}{\frac{F_d - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}}{\gamma_k}} = \frac{939,3}{\frac{962}{1,4} - 0,07 \cdot 1,1 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 2,73} = 0,926 \text{ шт.},$$

$N_{\text{общ}}$ – нагрузка от вышележащих конструкций, кН;

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности свай, принимается равным 1,4;

d_p – глубина заложения ростверка, м;

$g_{\text{св}}$ – масса свай;

$\gamma_{\text{ср}}$ – средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, кН/м³;

Принимаю 2 сваи. Размещаю сваи в один ряд, расстояние между сваями должно быть $3 \dots 6d = 900 \dots 1800$ мм. Размеры ростверка в плане составят 1650×900 мм, учитывая 100 мм на свесы ростверка за наружные грани свай.

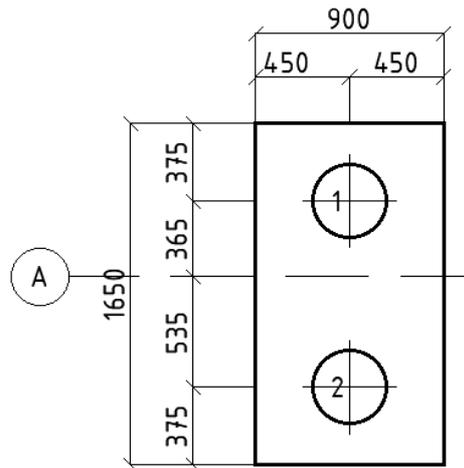


Рисунок 3.6 – Схема расположения свай

3.5.3 Приведение нагрузки к подошве фундамента

Приведенное продольное усилие (см. формулу 3.8):

$$N' = N_{\text{общ}} + N_p ,$$

где N_p – нагрузка от веса ростверка (см. формулу 3.9):

$$N_p = 1,1 \cdot h_p \cdot b_p \cdot l_p \cdot \gamma_{\text{жб}} = 1,1 \cdot 1,65 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 25 = 30,63 \text{ кН};$$

$$N' = 939,3 + 30,63 = 969,9 \text{ кН}.$$

3.5.4 Определение нагрузок на каждую сваю

Нагрузка на сваю при действии моментов в одном направлении (см. формулу 3.10):

$$N_{\text{св}} = \frac{N'}{n} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}} ,$$

Основная проверка по первому предельному состоянию (см. формулу 3.11):

$$N_{\text{св}} \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = N_{\text{св,р}} ,$$

Нагрузки на сваи:

$$N_{\text{св}} = \frac{969,9}{2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 2,73 = 454,9 \text{ кН}.$$

$$N_{\text{св}} = 454,9 \text{ кН} < 687,15 \text{ кН}.$$

Условия проверки выполняются.

3.5.5 Расчет на продавливание ростверка колонной

Расчетная продавливающая сила (см. формулу 3.12):

$$F = 2 \cdot (N_{CB}^1 + N_{CB}^2) = 2 \cdot (454,9 \cdot 2) = 1819,6 \text{ кН.}$$

Класс бетона ростверка принимаю В20 с $R_{bt} = 900$ кПа.

Определим рабочую высоту сечения ростверка:

$$h_{op} = 0,75 - 0,05 = 0,7 \text{ м.}$$

Проверка на продавливание ростверка колонной (см. формулу 3.13):

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right],$$

Проверяем условие:

$$F = 1819,6 \text{ кН} < \frac{2 \cdot 900}{1} \left[\frac{0,7}{0,3} (0,34 + 0,3) + \frac{0,7}{0,3} (0,25 + 0,3) \right] = 4977 \text{ кН.}$$

Условие выполняется.

3.4.6 Расчет на продавливание ступени ростверка угловой сваей

Проверка на продавливание ступени ростверка угловой сваей (см. формулу 3.14):

$$N_{CB} \leq R_{bt} \cdot h_{01} \left[\beta_1 \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right],$$

Проверка условия:

$$N_{CB} = 454,9 \text{ кН} \leq 900 \cdot 0,7 \left[1,05 \left(0,55 + \frac{0,100}{2} \right) + 1,05 \left(0,55 + \frac{0,100}{2} \right) \right] = 793,8 \text{ кН.}$$

Условие проверки выполняется.

3.4.7 Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости x ростверка (см. формулу 3.15):

$$M_{xi} = \Sigma N_{CB} \cdot x_i,$$

где N_{CB} – расчетная нагрузка на сваю;

x_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Момент, возникающий в плоскости у ростверка (см. формулу 3.16):

$$M_{yi} = \Sigma N_{св} \cdot y_i,$$

где y_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

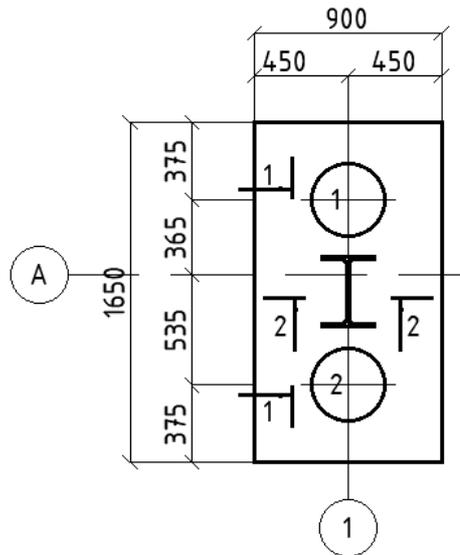


Рисунок 3.7 – Схема к расчету ростверка на изгиб

Площадь рабочей арматуры (см. формулу 3.17):

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s},$$

Коэффициент α_m (см. формулу 3.18):

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b},$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения.

Расчеты сводим в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Расчеты арматуры

Сечения	b_i , м	Расстояние x_i, y_i , м	Момент, кН · м	α_m	ξ	h_{oi} , м	A_s , см ²
1 – 1	1,65	0,425	386,6	0,018	0,995	0,7	10,7
2 – 2	0,9	0,535	486,7	0,043	0,978	0,7	13,8

Сетка С-1 в основании ростверка:

Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм. Тогда диаметр стержней в поперечном направлении, длиной 1550мм: $\frac{10,7}{9} = 1,18 \text{ см}^2$, ближайший к нему стержень с $\varnothing 14 \text{ мм}$ ($1,54 \text{ см}^2$) А400.

Диаметр стержней в продольном направлении, длиной 800 мм: $\frac{13,8}{5} = 2,76 \text{ см}^2$, ближайший к нему стержень с $\varnothing 20 \text{ мм}$ ($3,14 \text{ см}^2$) А400.

Армируем ростверк двумя сетками, С-2 и С-3. Принимаем рабочую арматуру конструктивно $\varnothing 12 \text{ мм}$ А400 для обеих сеток.

Сетка С-2: в поперечном направлении стержни длиной 650 мм, принимаю шаг арматуры 400 мм, в продольном шаг 275 мм, стержни длиной 1400 мм.

Сетка С-3: в продольном направлении стержни длиной 800 мм, принимаю шаг арматуры 275 мм, в поперечном шаг 300 мм, стержни длиной 650 мм.

Сетка С-4 в верхней части ростверка:

Конструктивно принимаем стержни рабочей арматуры $\varnothing 12 \text{ мм}$ А400. В продольном направлении стержни длиной 1400 мм, шаг арматуры 350 мм. В поперечном направлении стержни длиной 800 мм, шаг арматуры 400 мм.

3.6 Технико-экономическое сравнение вариантов

Технико-экономическое сравнение вариантов фундаментов производим исходя их стоимости и трудоемкости. Сравнительный анализ приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнение вариантов

№ расценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				Ед.	Всего	Ед.	Всего
Фундамент на забивных сваях							
ФССЦ 05.1.05.16-0117	Стоимость сваи С120.30-8	шт	52	1653,15	85964	–	–
ФЕР 05-01-002-06	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай до 12 м в грунты группы 2	м ³	56,16	500,97	28134,4	3,76	211,16
ФЕР 05-01-010-01	Вырубка бетона из свай площадью сечения свыше 0,1 м ²	шт	52	86,35	4490,2	1,65	85,8
ФЕР 06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,0973	58585	5700,3	180	17,52
ФЕР 06-01-001-06	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 5 м ³	100 м ³	0,5265	98010	51602,3	610,06	321,2

Окончание таблицы 3.3

ФССЦ 08.4.03.04- 0001	Стоимость арматуры А400	т	2,122	5650	11987,1	–	–
ИТОГО					187878,3		635,68
Фундамент на буронабивных сваях							
ФЕР 05-01- 029-01	Устройство ж/б буронабивных свай с бурением скважин шнековым способом в грунтах 2 группы, длина свай до 12 м	м ³	218,4	344,25	75184,2	2,77	605
ФССЦ 04.1.02.05- 0009	Смеси бетонные тяжелого конструкционного бетона В25	м ³	54,1	725,69	39260,4	–	–
ФЕР 06-01- 001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,1058	58585	6198,3	180	19,1
ФЕР 06-01- 001-06	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 5 м ³	100 м ³	0,6752	98010	66176	610,06	412
ФССЦ 08.4.03.04- 0001	Стоимость арматуры А400	т	2,835	5650	16017,8	–	–
ИТОГО					202836,7		1036,1

Расчет стоимости возведения обоих видов фундамента показал, что возведение фундамента на забивных сваях на 8% дешевле.

Расчет трудоемкости возведения обоих видов фундамента показал, что возведение фундамента на буронабивных сваях на 63% трудозатратнее и займет больше времени.

Исходя из технико-экономического сравнения двух вариантов возведения фундаментов, можно сделать вывод о том, что возведение фундаментов на забивных сваях С120.30-8 будет более экономичным и менее трудозатратным, поэтому для решения проекта выбираем именно этот вариант.

4 Технология строительного производства

4.1 Область применения

Данная технологическая карта разработана для проектируемого в бакалаврской работе промышленного здания, а также для зданий со схожей каркасной схемой и конструкциями.

Технологическая карта разработана на возведение металлического каркаса надземной части здания выше отметки +0.000 м, для склада строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске. Предназначена для нового строительства.

Здание состоит из несущего каркаса (металлические колонны, фермы), наружных стен из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм и кровельного покрытия из трехслойных сэндвич панелей толщиной 200 мм. Стены выполняют только ограждающую функцию.

В состав работ, рассматриваемых картой, входят:

- подготовительные работы;
- основные работы.

При строительстве здания, используются следующие элементы промышленного каркаса:

- колонны К1 – двутаврового сечения 35Ш2;
- колонны К2 – составного сечения (листовой профиль С245);
- колонны фахверка Сф1 – профиль квадратного сечения 180х5;
- фермы Фс1 – металлические, сложного сечения, 36 м.

Работы выполняются в одну смену, под открытым небом и в нормальных условиях.

4.2 Общие положения

Технологическая карта разработана в соответствии с МДС 12-29.2006. «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты» на основании следующих документов:

- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте».

4.3 Организация и технология производства работ

В состав работ, последовательно выполняемых, при монтаже зданий входят:

Подготовительные работы:

- организация рабочей зоны строительной площадки;
- транспортировка и складирование оборудования, материалов и конструкций.

Основные работы:

- строповка и расстроповка конструкций;
- подъем, наводка и установка конструкций на опоры;
- выверка и временное закрепление конструкций;
- постоянное закрепление конструкций.

Заключительные работы:

- уборка и восстановление обустройства территории.

4.3.1 Подготовительные работы

До начала монтажа колонн необходимо закончить и принять следующие виды подготовительных работ:

- назначить лица, ответственные за качественное и безопасное производство работ;
- разбить и принять оси здания и реперы;
- возвести монолитные фундаменты под колонны;
- произвести обратная засыпка пазух траншей и ям;
- устроить временные подъездные дороги для автотранспорта;
- осмотреть и наладить принятые монтажные механизмы, приспособления и оборудование;
- оформить все необходимые документы на скрытые работы;
- подготовить площадки для складирования конструкций и работы крана;
- произвести организацию и ограждение рабочей зоны строительной площадки.
- выполнить геодезическую разбивку с выносом осей на местности;
- выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания;
- в зону монтажа конструкций доставить необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.

4.3.2 Основные работы

Монтаж колонн:

Колонны раскладывают следующим образом: опорным концом ближе к фундаменту, а оголовок направляют в пролет по ходу монтажа, предусматривая, чтобы место строповки колонны и центр опоры колонны и фундамента находились на одной окружности, описываемой радиусом, равным вылету крюка крана с монтажной стоянки.

Металлические колонны устанавливают на фундаменты стаканного типа, в которых заранее монтируют анкерные болты для крепления колонн. Основные операции при монтаже колонн: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление.

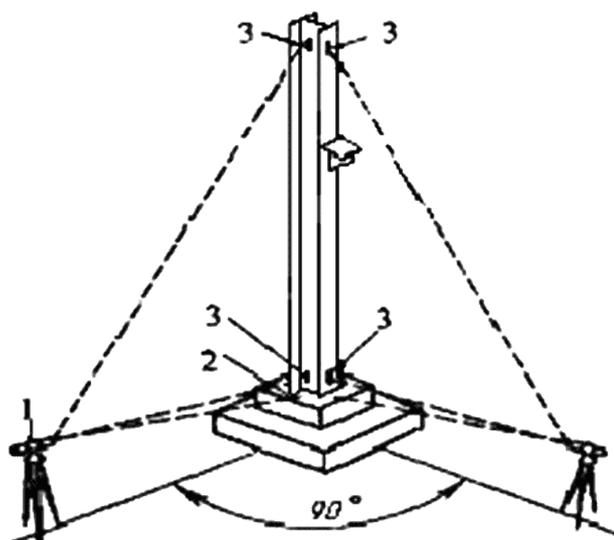
Стропуют колонны за верхний конец стропами. Как и все монтируемые элементы, колонну поднимают в два подхода, сначала на высоту 20-30 см, для проверки надежности строповки, затем производят дальнейший подъем. Колонну устанавливает звено из 4 рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. Кран опускает колонну в стакан фундамента, совмещая осевые риски в нижней части колонны с осевыми рисками, нанесенными на верхней поверхности фундамента. Затем с помощью двух теодолитов, установленных в створах продольной и поперечной разбивочных осей, проверяют вертикальность установки колонны, совмещая положение нижних и верхних рисок на колонне с вертикальной визирной осью теодолита. На высоте 30-40 см над верхним обрезом фундамента, монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами.

После каждой очередной колонны устанавливают ферму, вертикальные связи или распорку, т.к. колонна должна быть быстро закреплена к смонтированным конструкциям и расстропована.

Анкерные плитки базы приваривают на монтаже только в базах связевых колонн. Монтажная сварка выполняется по ГОСТ 5264-80, электродами Э42, Э42А.

Первыми монтируют пару колонн, между которыми расположены вертикальные связи. Раскрепляют первую пару колонн связями. Стропы снимают с колонны только после ее постоянного закрепления.

Исходя из небольшой высоты колонны (8,5 м), крепления анкерными болтами будет достаточно и других временных креплений не требуется.



1 – теодолит; 2 – разбивочные оси на фундаменте; 3 – разбивочные оси на колонне

Рисунок 4.1 – Контроль установки колонны по вертикали

Монтаж ферм покрытия:

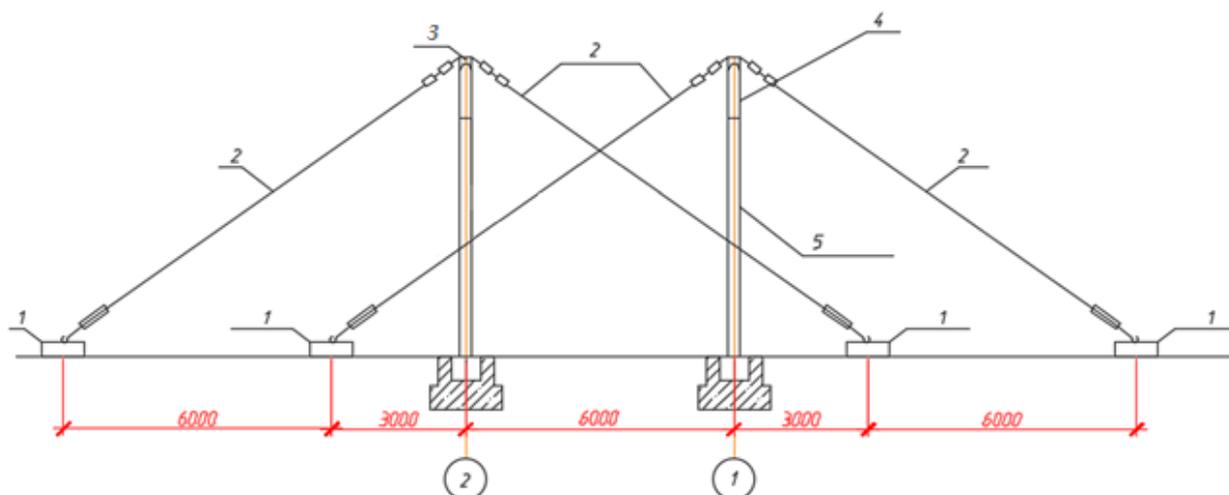
Фермы покрытия собираются на площадке укрупнительной сборки, расположенной у места монтажа в пределах зоны работы монтажного крана.

Перед установкой ферму необходимо подготовить – собрать, обустроить лестницами и расчалками. Её разворот поперёк пролета выполняется за счет расчалок. Для временного крепления также используются расчалки, а еще распорки и оттяжки. Ферма выверяется по осевым рискам, которые находятся на торцах.

Первая ферма, поднимаемая краном, разворачивается оттяжками в требуемое положение так, чтобы до верха колонн оставалось 0,5-0,7 м. Ферму опускают на монтажные столики, находящиеся на колоннах. Первые две установленные стропильные фермы раскрепляют с помощью расчалок из стального каната. Временное крепление производится болтами, после чего её положение выверяется, и конструкция крепится окончательно. Для защиты от раскачивания ферма во время подъема удерживается четырьмя гибкими оттяжками.

Расстроповку фермы следует производить после надёжного её закрепления в проектном положении. Расстроповка фермы производится двумя монтажниками с земли, посредством выдёргивания штыря захвата тросом.

Последующая работа по монтажу металлоконструкций проводится аналогично. Вторую установленную ферму соединяют с первой с использованием прогонов, распорок и связей. Так образуется жесткая пространственная конструкция. После монтажа ферм монтируют горизонтальные связи.



1 – якорь; 2 – расчалка; 3 – трубина; 4 – ферма; 5 – колонна
 Рисунок 4.2 – Временное крепление первых двух ферм в пролете

Монтаж колонн фахверка:

В зданиях без крана, монтаж фахверковых конструкций выполняется сразу после монтажа ферм.

Стойки фахверка монтируются аналогично с несущими колоннами, сначала временно закрепляются анкерными болтами, затем после выверки вертикальности крепятся к колоннам. Далее монтируют остальные конструкции фахверка согласно проекту.

После монтажа всех колонн фахверка проводятся сварочные и антикоррозийные работы согласно проекту.

4.3.3 Заключительные работы

После выполнения всех основных работ необходимо выполнить следующие действия: демонтировать технологическое оборудование, очистить строительную площадку от строительного мусора, снять временные ограждения и предупредительные знаки опасных зон крана. Убрать с территории оснастку и инструменты.

Также необходимо передать подрядчику техническую и исполнительную документацию на выполненные монтажные работы.

4.3.4 Требования к качеству работ

Контроль качества работ по монтажу металлического каркаса должен осуществляться специальными службами, создаваемыми в строительной организации и оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля. Контроль качества работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций и

изделий; операционный контроль производства работ по монтажу каркаса, инспекционный и приемочный контроль.

Контроль и оценку качества работ при монтаже конструкций выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

- СП 48.13330.2019 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- ГОСТ Р 58942-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски»;
- ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».

Металлические конструкции каркаса, которые поступают на объект, должны отвечать требованиям всех соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

До начала проведения монтажных работ, металлические конструкции, соединительные детали, арматура и средства крепления, которые поступили на объект, должны быть подвергнуты входному контролю, где проверяется количество изделий и материалов в соответствии с проектом. Также входной контроль должен выявить качество поступивших строительных конструкций, оно должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль:

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от нормативных требований. Входной контроль поступающих металлических конструкций осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров и наличие рисков. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения превышают допуски, заводам-изготовителям направляют рекламации, а конструкции бракуют. Все конструкции, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

Результаты входного контроля оформляются «Актом» и заносятся в «Журнал учета входного контроля материалов и конструкций».

В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба, в соответствии со схемой операционного контроля качества монтажа конструкций.

Операционный контроль:

При операционном (технологическом) контроле следует проверять соответствие выполнения основных работ по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами, рабочим проектом и нормативными документами.

Операционный контроль качества сварных соединений должен производиться до нанесения антикоррозионной защиты (в том числе окрашивания конструкций). Контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в «Журнале работ по монтажу строительных конструкций».

Таблица 4.1 – Операционный контроль качества

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	2	3
Колонны		
Отклонения отметок опорных поверхностей колонны и опор от проектных	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн в ряду и пролете	3	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Стрела прогиба (кривизна) колонны, опоры и связей по колоннам	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Односторонний зазор между фрезерованными поверхностями в стыках колонн	0,0007 поперечного размера сечения колонны; при этом площадь контакта должна составлять не менее 65% площади поперечного сечения	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Фермы		
Отметки опорных узлов	10	Измерительный; каждый узел; журнал работ
Смещение ферм с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15	Измерительный; каждый узел; журнал работ
Расстояние между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления	15	Измерительный; каждый узел; журнал работ
Отклонение симметричности фермы при длине площадки опирания >50 мм	10	Измерительный; каждый узел; журнал работ

Приемочный контроль:

По окончании монтажа конструкций производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- детализированные чертежи конструкций;
- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных конструкций;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных конструкций;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на металлические конструкции;
- сертификаты на металл.

Инспекционный контроль:

При инспекционном контроле проверяют качество монтажных работ выборочно, по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии монтажных работ.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, должны быть занесены в «Журнал работ по монтажу строительных конструкций».

Качество производства работ обеспечивают выполнением требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ, изложенным в «Проекте организации строительства» и «Проекте производства работ», а также в «Схеме операционного контроля качества работ».

Контроль качества монтажа ведут с момента поступления конструкций на строительную площадку и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию.

Сварные швы проверяют внешним осмотром, выявляя дефекты по высоте и ширине всего шва. Поверхность швов должна быть гладкой или мелкочешуйчатой, а наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва. Для контроля механических свойств наплавленного металла и прочности сварных соединений сваривают пробные соединения, из которых вырезают образцы для испытаний.

Дефекты швов устраняют следующими способами: перерывы и кратеры швов заваривают; швы с трещинами, непроварами и другими дефектами удаляют и заваривают по новой; подрезы основного металла зачищают и заваривают.

4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Перечень элементов для производства монтажных работ:

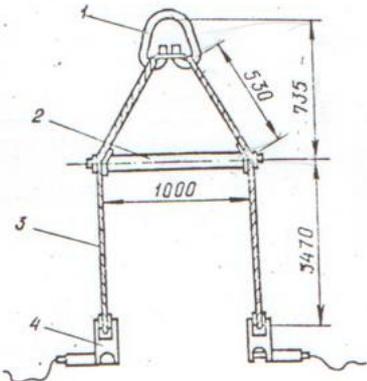
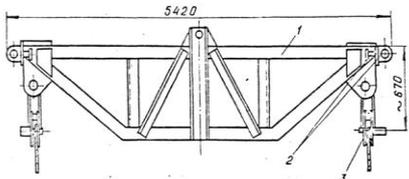
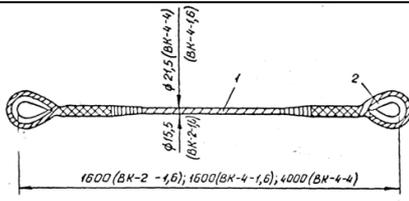
- Колонны стальные несущие (0,9 т) – 16 шт;
- Колонны фахверка (0,3 т) – 20 шт;
- Металлические фермы (0,92 т) – 8 шт;
- Связи вертикальные (0,15т) – 4 шт;
- Связи горизонтальные (0,1т) – 12 шт;
- Стальные прогоны – 98 шт.

4.5.1 Подбор грузоподъемного оборудования

Грузозахватные средства монтажа:

Подбирая грузозахватные приспособления пользуемся каталогом средств монтажа и ГОСТом 25573-82 «Стропы грузовые канатные для строительства». Комплекс монтажной оснастки выбран для каждого монтируемого элемента и принят по большей грузоподъемности.

Таблица 4.2 – Грузозахватные средства монтажа

Монтируемый элемент	Наименование технических средств монтажа	Эскиз (размеры, мм)	Характеристики			Кол-во, шт
			Грузоподъемность, т	Масса, кг	Высота, м	
Колонна	1 – звено РТ2-10; 2 – распорка ТР1; 3 – строп УСК2-8-4; 4 – пружинный замок ПР8		10	94,8	4,205	1
Ферма	1 – корпус траверсы ТР20-5/1; 2 – дополнительные оси; 3 – подвеска ТР20-5/2		20	513	0,67	1
Связи, прогоны	Подстропок ВК-2-1,6		2	3	–	1

Подбор крана для производства работ:

Так как здание одноэтажное, а масса самого тяжелого элемента не превышает 1 тонны, то для монтажа каркаса будет рационально отдать предпочтение более маневренным гусеничным кранам.

Подбор крана произвожу аналитическим методом, определяя монтажные характеристики крана по формулам:

Грузоподъемность. За наиболее тяжелый элемент принимается металлическая ферма массой 0,92 т. В качестве грузозахватного приспособления используется траверса ТР20-5/1, массой $m = 0,519$ т и высотой $h_{\Gamma} = 0,67$ м.

$$Q_{\text{к}} = q_{\text{э}} + q_{\Gamma} = 0,92 + 0,519 \approx 1,44 \text{ т}, \quad (4.1)$$

где $q_{\text{э}}$ – масса наиболее тяжелого элемента, т;

q_{Γ} – масса грузозахватного устройства, т.

Монтажная высота подъема крюка:

$$H_{\text{к}} = h_0 + h_{\Gamma} + h_{\text{э}} + h_{\text{з}}, \quad (4.2)$$

где h_0 – высота от уровня стоянки крана, до опоры монтируемого элемента, м;

$h_{\text{э}}$ – высота элемента в положении подъема, м;

$h_{\text{з}}$ – высота запаса, 0,5 м;

h_{Γ} – высота грузозахватного устройства, м.

$$H_{\text{к}} = 5,865 + 0,67 + 4,45 + 0,5 = 11,2 \text{ м}. \quad (4.3)$$

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_{\text{с}} = H_{\text{к}} + h_{\text{п}} = 11,2 + 2 = 13,2 \text{ м}, \quad (4.4)$$

где $h_{\text{п}}$ – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии, 2 м.

Требуемый монтажный вылет крюка:

$$L_{\text{к}} = \frac{(b+b_1+b_2) \cdot (H_{\text{с}}-h_{\text{ш}})}{h_{\Gamma}+h_{\text{п}}} + b_3, \quad (4.5)$$

где b – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, 0,5 м;

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле (половина ширины или длины элемента в положении подъема), м;

b_2 – 1/2 толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м;
 $h_{ш}$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы, м;
 b_3 – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м.

$$L_k = \frac{(0,5+0,210+0,5) \cdot (13,2-2)}{0,67+2} + 2 = 4,4 \text{ м.} \quad (4.6)$$

Наименьшая длина стрелы самоходного стрелового крана:

$$L_c = \sqrt{(L_k - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(4,4 - 2)^2 + (13,2 - 2)^2} = 11,4 \text{ м.} \quad (4.7)$$

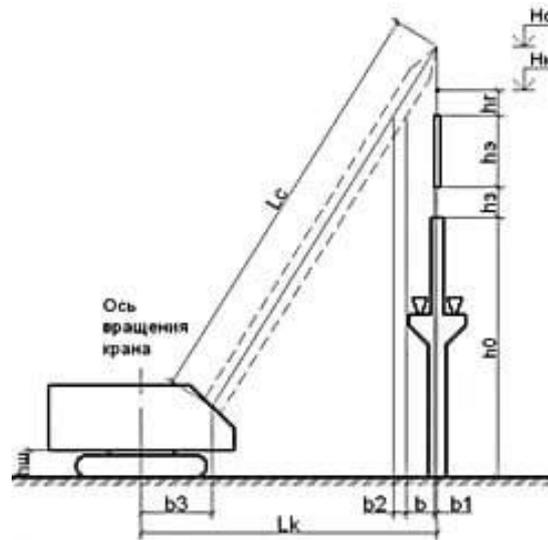


Рисунок 4.3 – Схема монтажа ферм

Исходя из полученных монтажных характеристик металлической фермы, подбираем подходящий гусеничный кран, используя отраслевой каталог «Оборудование и приспособления для монтажа строительных конструкций». По расчету подходит кран МКГ-16М с характеристиками: длиной стрелы $L_c = 18$ м, вылетом крюка $L_k = 8$ м, грузоподъемностью $Q_k = 5,3$ т, высотой подъема крюка $H_k = 17,5$ м, но так как монтаж элементов будет производиться с одной стоянки, для пролета 32 метра у данного крана не хватит вылета крюка.

Выбираем из этого же каталога другой гусеничный кран с подходящими характеристиками и достаточным вылетом крюка, нам подходит гусеничный кран СКГ-40/63 (СКГ-40А) с характеристиками: длиной стрелы $L_c = 25$ м, вылетом крюка $L_k = 20$ м, грузоподъемностью $Q_k = 3,8$ т, высотой подъема крюка $H_k = 15$ м.

Как вариант для сравнения, рассмотрим автомобильный кран KOBELCO RK250 с характеристиками: длиной стрелы $L_c = 23,52$ м, вылетом крюка $L_k = 21$ м, грузоподъемностью $Q_k = 1,7$ т, высотой подъема крюка $H_k = 31,8$ м.

Сравним оба варианта по технико-экономическим показателям.

Таблица 4.3 – Показатели сравниваемых монтажных кранов

Показатель		Значение для крана	
Наименование	Ед. изм.	СКГ-40/63	KOBELCO RK250
Тип крана	-	гусеничный	автомобильный
Мощность двигателя	кВт	90	125
Грузоподъемность - максимальная - при рабочей стреле	т	58,5 3,8	51 1,7
Количество элементов на всё здание	шт	158	
Средняя масса элемента	т	0,22	
Машиноёмкость объема работ	маш-ч	286,4	
Эксплуатационная производительность	т/ч	0,16	0,19
Коэффициент использования грузоподъемности	-	0,06	0,13

Таблица 4.4 – Сравнение вариантов кранов

Показатель	Ед. изм.	СКГ-40/63		KOBELCO RK250	
		Значение показателя крана в			
		Ед.изм.	%	Ед.изм.	%
Эксплуатационная производительность	т/ч	0,16	100	0,19	118
Коэффициент использования грузоподъемности	-	0,06	100	0,13	216

Исходя из сравнения, можно сделать вывод, что автомобильный кран KOBELCO RK250 превосходит кран СКГ-40/63 по производительности и грузоподъемности. Соответственно, к дальнейшей разработке принимается кран KOBELCO RK250, данная модель сдается в аренду в городе Красноярске.

Таблица 4.5 – Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Монтаж металлического каркаса здания	кран KOBELCO RK250	Q = 1,7 т	1
Выверка конструкций	Нивелир НИ-3	–	2
Выверка конструкций	Теодолит ЗТКП2	–	2
Монтаж конструкций	Домкрат речный ДР-5	–	2
Монтаж конструкций	Автогидроподъемник ВС 222-1	–	2
Монтаж конструкций	Дрель электрическая реверсная с регулировкой скорости оборотов	–	

Окончание таблицы 4.5

Монтаж конструкций	Дрель электрическая со сменными насадками	–	2
Монтаж конструкций	Гайковерт электрический	–	2
Сварочные работы	Сварочный выпрямитель ВД-306	Номинальное рабочее напряжение 32В	2

Таблица 4.6 – Перечень технологической оснастки и инвентаря

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Подача материалов	Строп 2СТ-10-4	Q = 10 т	1
Подача материалов	Строп УСК2-8-4	Q = 10 т	1
Подача материалов	Траверса ТР20-5	Q = 20 т	1
Подача материалов	Подстропок ВК-4-1,6	Q = 4 т	2
Подача материалов	Подстропок ВК-4-2	Q = 4 т	2
Подача материалов	Подстропок ВК-4-3,4	Q = 4 т	2
Подача материалов	Оттяжки из пенькового каната	–	2
Выверка конструкций	Уровни строительные УС-2	–	2
Выверка конструкций	Рулетка металлическая измерительная	–	4
Выверка конструкций	Отвес стальной строительный	–	2
Выверка конструкций	Рейка	3 м	2
Перемещение материалов	Переноски для электроинструмента	–	5
Монтаж конструкций	Леса строительные	–	1
Монтаж конструкций	Инвентарная винтовая стяжка	–	2
Монтаж конструкций	Лом стальной монтажный	–	4
Монтаж конструкций	Жилеты оранжевые	–	18
Монтаж конструкций	Клещевое грузозахватное приспособление 1МВ1-1,0	–	2
Монтаж конструкций	Струбцина	–	2
Монтаж конструкций	Набор ключей	–	2
Сварочные работы	Кабель сварочный Кг1х25	–	150 м

4.6 Калькуляция затрат труда и машинного времени

Калькуляция составлена на основании сборников ЕНИР, в соответствии с общей схемой технологического процесса. Калькуляция затрат труда и машинного времени представлена в таблице 4.5, а также на листе графической части БР-08.03.01.01 ТК-2.

Таблица 4.7 – Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование	Наименование	Объем работ		Состав звена	Нормативная трудоемкость		Трудоемкость	
		Ед. изм.	Кол-во		рабочих, чел-ч	машин, маш-ч	рабочих, чел-ч	машин, маш-ч

Окончание таблицы 4.7

§E1-17, т.2, 1а,б	Выгрузка металлических конструкций	100 т	34,55	Машинист 5р-1, такелажник 3р-2	13	6,6	4,49	2,28
§E5-1-3, т.2, 1а, 3а	Укрупнительная сборка колонн	1 эл	16	Машинист 6р-1, монт. 6р-1, 5р-1, 4р-2	2,1	0,42	37,3	7,44
§E5-1-3, т.2, 2а, 4а		1 т	4,8		0,77	0,15		
§E5-1-3, т.2, 1д, 3д	Укрупнительная сборка ферм	1 эл	8	Машинист 6р-1, монт. 6р-1, 5р-1, 4р-2	2,9	0,58	29,7	5,9
§E5-1-3, т.2, 2д, 4д		1 т	7,36		0,87	0,17		
§E5-1-9, т.1, 1а,б	Монтаж стальных колонн	1 эл	36	Машинист 6р-1, монт. 6р-1, 4р-2, 3р-2	3,5	0,7	141,3	28,3
§E5-1-9, т.1, 2а,б		1 т	20,4		0,75	0,15		
§E5-1-6, т.2, 1г, 3г	Монтаж вертикальных связей по колоннам (в виде крестов)	1 эл	16	Машинист 6р-1, монт. 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,64	0,21	14,32	4,75
§E5-1-6, т.2, 2г, 4г		1 т	1,39		3	1		
§ E5-1-6, т.2, 1а, 3а	Монтаж стропильных и подстропильных ферм	1 эл	8	Машинист 6р-1, монт. 6р-1, 4р-3, 3р-1	2,9	0,58	27,2	5,5
§ E5-1-6, т.2, 2а, 4а		1 т	7,36		0,53	0,11		
§ E5-1-6, т.2, 1б, 3б	Монтаж прогонов	1 эл	98	Машинист 6р-1, монт. 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	0,1	33,6	11,2
§ E5-1-6, т.2, 2б, 4б		1 т	4,2		1	0,33		
§E5-1-6, т.2, 1г, 3г	Монтаж горизонтальных связей по нижним поясам ферм (в виде крестов)	1 эл	12	Машинист 6р-1, монт. 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,64	0,21	11,28	3,72
§E5-1-6, т.2, 2г, 4г		1 т	1,2		3	1		
§ E22-1-2, т.1, 1д	Сварка в узлах	10 м	3,1	Электросв. 5р-2	8,4	–	26,04	–
§ E4-1-22, т.1, 1а	Антикоррозионное покрытие сварных соединений	10 м	3,1	Монт. 4р-1	0,64	–	1,98	–
Итого							327,21	69,09

4.7 Техника безопасности и охрана труда

Технологическая карта предусматривает соблюдение требований СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», а также требования Приказа Минтруда России от 11.12.2020 N883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте». Все участники строительного процесса обязаны быть ознакомлены с требованиями и рекомендациями вышеперечисленных нормативных документов.

К производству монтажных работ могут быть допущены рабочие, прошедшие специальный медицинский осмотр, обученные технологии монтажных работ и правилам техники безопасности при их выполнении, сдавшие экзамены и имеющие удостоверение на право производства работ.

Для обеспечения безопасных условий труда при монтаже каркаса, до начала производства работ должны быть назначены ответственные лица за организацию работ на монтажной площадке и за безопасную эксплуатацию грузоподъемных приспособлений. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов должны быть выданы на руки такелажникам или вывешены в местах производства работ. Также рабочим должны быть выданы графические изображения способов строповки монтируемых элементов, а в кабине крановщика и на кране вывешен перечень перемещаемых элементов с указанием их массы. Такелажники и крановщики монтажных кранов обязаны быть проинструктированы о последовательности подачи монтируемых элементов и порядке подачи сигналов между собой и монтажниками. До начала монтажных работ следует установить порядок профилактических осмотров и ремонта, обеспечивающий содержание грузозахватных приспособлений в исправном состоянии, должен быть установлен определенный порядок обучения и периодической проверки знаний рабочих-монтажников безопасным методам труда при монтаже зданий.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

- перед началом смены лично проверить состояние техники безопасности, во всех рабочих местах руководимой им бригады и немедленно устранить обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или угрожают здоровью, или жизни работающих, бригадир должен доложить об этом мастеру или производителю работ и не приступать к работе;
- постоянно в процессе работы обучать членов бригады безопасным приемам труда, контролировать правильность их выполнения, обеспечивать трудовую дисциплину среди членов бригады и соблюдение ими правил внутреннего распорядка и немедленно устранять нарушения техники безопасности членами бригады;
- не допускать нахождения людей под монтируемыми элементами конструкций до установки их в проектное положение;
- организовать работы в соответствии с проектом производства работ;
- не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви;
- следить за чистотой рабочих мест, ограждением опасных мест и соблюдением необходимых габаритов;
- не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц. Не допускать до работы лиц с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии, удалять их с территории строительной площадки.

4.8 Техничко-экономические показатели

Объем работ определен исходя из данных калькуляции затрат труда и машинного времени. Продолжительность выполнения работ и затраты труда также определяются на основании калькуляции. Максимальное количество рабочих в смену и количество рабочих дней принято согласно графику движения рабочих кадров по объекту.

Таблица 4.8 – Техничко-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Объем работ	т	34,55
2	Затраты труда	чел-см	40,9
3	Выработка на одного рабочего	т	0,85
4	Максимальное количество рабочих	чел.	8
5	Количество смен	шт.	1
6	Продолжительность выполнения работ	дн.	10

5 Организация строительного производства

5.1 Определение нормативной продолжительности строительства

Нормативная продолжительность строительства определяется по СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Согласно п.7 Общих положений СНиП 1.04.03-85*, продолжительность строительства объектов, мощность которых отличается от приведенных в нормах и находится в интервале между ними, определяется интерполяцией.

Согласно п.7 Общих положений для склада строительных материалов мощностью 1,512 тыс. м² общей площади принимается метод интерполяции исходя из имеющейся в нормах мощностей 1 тыс. м² и 2 тыс. м² общей площади для здания склада научных учреждений, с продолжительностью строительства 10 и 12 месяцев соответственно.

Продолжительность строительства на единицу прироста мощности:

$$\frac{(2-1)}{(12-10)} = 0,5 \text{ мес.} \quad (5.1)$$

Прирост мощности равен:

$$1,512 - 1 = 0,512 \text{ тыс. м}^2. \quad (5.2)$$

Продолжительность строительства с учетом интерполяции будет равна:

$$T = 0,5 \cdot 0,512 + 10 = 10,3 \text{ мес.} \quad (5.3)$$

Здание имеет свайный фундамент (длина свай 12 м), поэтому согласно Общим положениям СНиП 1.04.03-85*, п.9 при длине свай более 6 м на каждые 100 свай добавляется 10 рабочих дней.

52 сваи = $\frac{52}{100} \cdot 10 = 5,2$ рабочих дня, 0,24 мес., соответственно. (1 месяц – 22 рабочих дня).

Расчетная продолжительность:

$$T_p = 10,3 + 0,24 = 10,54 \text{ мес.} \quad (5.4)$$

В соответствии с п.15 Общих положений СНиП 1.04.03-85*, в районах сейсмичностью 7 баллов и выше для объектов производственного назначения применяется коэффициент $k_c = 1,05$.

Итоговая расчетная продолжительность строительства:

$$T_p = 10,54 \cdot 1,05 = 11,07 \approx 12 \text{ мес.} \quad (5.5)$$

Продолжительность строительства для склада строительных материалов в городе Красноярске принимаем равной 12 месяцев, включая подготовительный период 1 месяц.

5.2 Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания

5.2.1 Область применения

В рамках выпускной квалификационной работы разработан объектный стройгенплан на период возведения надземной части склада строительных материалов с отм. 0.000, согласно рекомендациям и требованиям СП 48.13330.2019 «Организация строительства».

Строительный генеральный план – это генеральный план площадки строительства, на котором отображена расстановка всех монтажных и грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и необходимых установок, используемых на период строительства, а также расположение сетей временного водоснабжения, канализации и электроснабжения. Исходя из стройгенплана определяются объем и размещение объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности.

5.2.2 Подбор и размещение грузозахватных механизмов

Согласно разделу «Технология строительного производства», был подобран автомобильный кран КОBELKO RK250.

5.2.3 Привязка грузоподъемных механизмов

Определяем поперечную привязку для выбранного автомобильного крана. Поперечная привязка к зданию необходима для определения минимального расстояния от оси крана до наиболее выступающей части здания.

Для самоходных кранов поперечная привязка определяется по формуле:

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (5.6)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус поворотной части крана по паспортным данным;
 $l_{\text{без}}$ – минимально допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания.

Поперечная привязка крана:

$$B = 3,03 + 1,0 = 4,03 \text{ м.}$$

5.2.4 Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов

Для проектирования стройгенплана, согласно СП 48.13330.2019, необходимо определить границы опасных зон крана, рабочую зону крана и зону перемещения груза.

Рабочая зона крана определяется исходя из максимального вылета его стрелы:

$$R_{\text{раб.з}} = l_{\text{к}} = 28 \text{ м.} \quad (5.7)$$

Рабочее пространство, которое находится в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана, называется зоной перемещения груза и определяется по формуле:

$$R_{\text{п}} = R_{\text{max}} + 0,5L_{\text{Г}} = 28 + 0,5 \cdot 6 = 31 \text{ м.} \quad (5.8)$$

где R_{max} – максимальный рабочий вылет крюка крана, м;

$L_{\text{Г}}$ – длина самой габаритной конструкции в положении подъема, (6 м – длина сэндвич-панели).

Границы опасной зоны крана, в местах, над которыми происходит перемещение грузов принимают от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза, с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза с минимального расстояния отлета груза при его падении.

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{раб.з}} + 0,5B_{\text{Г}} + L_{\text{Г}} + x = 28 + 0,5 \cdot 0,15 + 6 + 4,3 = 38,37 \text{ м.} \quad (5.9)$$

где $B_{\text{Г}}$ – наименьший габарит перемещаемого груза, м;

$L_{\text{Г}}$ – длина самой габаритной конструкции в положении подъема, м;

x – величина отлета падающего с крана груза, определяемая по интерполяции для высоты перемещения груза 10,88 м.

Монтажной зоной крана называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении монтируемых элементов, эта зона является потенциально опасной. Монтажную зону принимают от контура строящегося здания с прибавлением наибольшего габаритного размера падающего груза и минимальной величины отлета при его падении.

$$R_{\text{монт}} = L_{\text{Г}} + x = 6 + 3,6 = 9,6 \text{ м.} \quad (5.10)$$

где $L_{\text{Г}}$ – наибольший габарит элемента, падение которого возможно с высоты здания, м;

x – минимальная величина отлета груза, падение которого возможно со здания для высоты 10,88 м.

5.2.5 Проектирование временных дорог и подъездов

Временные внутрипостроечные дороги на строительной площадке организуются для обеспечения строительства необходимыми строительными грузами и материалами. Временные дороги должны быть закончены до начала работ по строительству надземной части здания, но только после окончания вертикальной планировки территории и устройства необходимых инженерных коммуникаций (кроме временных).

На строительных площадках используются в основном автомобильные дороги, они обеспечивают проезд в зоны для укрупнительной сборки элементов, бытовых помещений, складов и зону действия погрузочно-разгрузочных механизмов.

При проектировании внутрипостроечных дорог должны соблюдаться минимальные расстояния от дороги и складских зон (1 м) и между дорогой и ограждением строительной площадки (не менее 1,5 м). Чаще всего, построечные дороги бывают кольцевыми, а на тупиковых дорогах устраиваются разъездные и разворотные площадки. На временных дорогах движение бывает в одну и две полосы. Ширина проезжей части при однополосном движении – 3,5 м, при двухполосном движении – 6 м.

Также, на стройгенплане должны быть отмечены въезды и выезды для автомобильного транспорта, направления движения, развороты, разъезды, стоянки при разгрузке, обозначены положения знаков безопасности движения для машин, присутствующих на площадке.

5.2.6 Расчет площадок для складирования материалов и конструкций

Нормативную величину количества материалов для хранения на складе определяют по формуле:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.11)$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов, необходимых для выполнения плана строительства на расчетный период;

T – продолжительность расчетного периода;

$T_{\text{н}}$ – норма запаса материала, дн.;

K_1 и K_2 – коэффициенты неравномерности поступления материала на склад (1,1) и неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода (1,3), соответственно.

Полезная площадь склада:

$$F = \frac{P_{\text{скл}}}{V}, \quad (5.12)$$

где V – количество материала, укладываемого на 1 м^2 площади склада.

Общая площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.13)$$

где β – коэффициент использования склада (0,6 – для открытых складов металлических конструкций; 0,7 – для открытых складов сэндвич-панелей; 0,7 – для закрытых складов дверных и оконных проемов).

Расчетные площади складов представлены ниже, в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчетные площади складов

Материалы и изделия	Ед. изм.	Количество материала, укладываемого на 1 м^2 площади склада V	Продолжительность расчетного периода T , дн.	Норма запаса материала T_n , дн.	Общее кол-во материала $P_{\text{общ}}$	Необходимый запас материала $P_{\text{скл}}$	Полезная площадь склада F , м^2	Общая полезная площадь склада S , м^2
Сэндвич-панели стеновые и кровельные (о)	м^3	0,7	6	3	271,33	194,1	277,3	396,1
Дверные и оконные блоки (з)	м^2	25	5	3	189,7	162,8	6,52	9,3
Дополнительная складская площадь (7%)								28,38
Итого								433,78

Исходя из расчета по таблице 5.1, площади складов на строительной площадке:

- площадь открытых складов – $S_o = 396,1 \text{ м}^2$;
- площадь закрытых складов – $S_z = 9,3 \text{ м}^2$.

Складирование стальных конструкций на открытых складах согласно технологической карте. Хранение оконных и дверных блоков организуется в возводимом здании, открытые склады устраиваем для хранения сэндвич панелей и кирпича.

5.2.7 Потребность строительства в кадрах, расчет потребности и проектирование бытового городка

Согласно разработанной технологической карте и графика движения рабочих по объекту, максимальное число рабочих в смену – 8 человек.

Ориентировочно распределяю удельный вес работников: рабочие – 84,5%; ИТР и служащие – 14,2%; ПСО – 1,3%.

Таблица 5.2 – Потребность в рабочих кадрах

№ п/п	Категории работающих	Удельный процент работающих, %	Всего работающих	Работающих в 1 смену	Работающих во 2 смену
1	Рабочие	78,7	8	8	-
2	ИТР и служащие	13,4	1	1	-
3	МОП и охрана	7,9	1	1	-
Итого:		100	10	10	-

Общая численность рабочих:

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{И.Т.Р}} + N_{\text{М.О.П}}) \cdot k = (8 + 1 + 1) \cdot 1,05 = 11 \text{ чел.} \quad (5.14)$$

где k – коэффициент, учитывающий отпуска, болезни и т.д., принимается 1,05-1,06.

Площадь инвентарных зданий санитарно-бытового назначения:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot S_{\text{п}}, \quad (5.15)$$

где N – общая численность работающих, согласно графику движение рабочих по объекту, чел;

$S_{\text{п}}$ – нормативный показатель площади, м²/чел.

Таблица 5.3 – Потребность в инвентарных помещениях

Наименование временных зданий	Расчетная численность работающих, чел.	Нормативный показатель площади зданий, м ² /чел	Расчетная требуемая площадь, м ²	Тип здания, шифр	Габаритные размеры	Принятая полезная площадь, м ²	Кол-во
Административно-бытовые помещения							
Гардеробная	11	0,9	9,9	5055-1	7,5x3,1x3	23,25	1
Сушильная	8	0,25	2				
Душевая	8	0,43	3,44	494-4-14	8x3,5x3,1	28	1
Умывальная	8	0,05	0,4	УТС-420-13	6,68x2,79	18,7	1
Помещение для обогрева	8	1	8	Э 420-01	3,8x2,1x2,8	7,98	1
Уборная	8	0,07	0,56	494-4-13	2,7x2x2,8	5,4	1
Служебные помещения							
Прорабская	1	4,8	4,8	31315	6,7x3x3	20,1	1

5.2.8 Потребность в электроэнергии на период строительства, выбор схемы электроснабжения

Расчет мощности, необходимой для обеспечения строительной площадки электроэнергией, определяют исходя из формулы:

$$P = \alpha \cdot \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{об} + \sum K_4 \cdot P_H \right), \quad (5.16)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

α – коэффициент, учитывающий потерю мощности в сети и зависящий от её протяженности и сечения (1,05-1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэфф. спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением по времени их работы;

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_T – мощности, необходимые для технологических нужд, кВт;

$P_{об}$ – мощности для обеспечения наружного освещения, кВт;

$\cos \varphi$ – коэфф. мощности в сети, зависящий от характера нагрузки и числа потребителей.

Потребность в электроэнергии сведена в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Потребность в электроэнергии на строительной площадке

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед.изм., кВт	Коэф. спроса K_c	Требуемая мощность, кВт
Силовые потребители					
Сварочный аппарат	шт.	2	20	0,35	14
Компрессор	шт.	2	4,5	0,7	6,3
Внутреннее освещение					
Канторские и бытовые помещения	м ²	43,35	0,015	0,8	0,53
Душевые и уборные	м ²	68	0,003	0,8	0,17
Закрытые склады	м ²	9,3	0,008	0,35	0,03
Открытые склады	м ²	455,9	0,003	0,35	0,48
Наружное освещение					
Территория строительства	м ²	9070,94	0,0004	1	3,63
Освещение главных проездов	км	0,3377	5	1	1,7
Итого:					26,84

Итоговая мощность, необходимая для обеспечения площадки строительства электроэнергией (см. формулу 5.16):

$$P = 1,1 \cdot 26,84 = 29,53 \text{ кВт.}$$

Исходя из требуемой мощности, подбираю закрытую трансформаторную подстанцию ТМ-100/10(6)-0,4 – мощностью 100 кВт и габаритами 0,65x1,2 м.

Расчет освещения строительной площадки:

Источники освещения устанавливаются исходя из особенностей территории строительной площадки. Число прожекторов вычисляется по формуле:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}} = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 9070,94}{1000} = 7,26, \text{ – принимаем 8 прожекторов.} \quad (5.17)$$

где P – удельная мощность, Вт/м² (для освещения используются прожекторы типа ПЗС-40, $P = 0,4$ Вт/м² лк);

E – освещенность, лк;

S – площадь, подлежащая освещению, м²;

$P_{\text{л}}$ – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-40, $P_{\text{л}} = 1000$ Вт).

Для освещения площадки строительства потребуется 4 прожектора типа ПЗС-40.

5.2.9 Временное водоснабжение

Для определения расхода воды на производственно-питьевые нужды необходимо сначала определить максимальный часовой расход воды на производственные нужды Q_1 , л/ч:

$$Q_1 = \frac{S \cdot A \cdot K_{\text{ч}}}{n \cdot 1000}, \quad (5.18)$$

где A – удельные расходы воды на производственные нужды, л;

S – количество единиц транспорта, установок или объем работ в максимальную смену;

$K_{\text{ч}}$ – коэфф. часовой неравномерности потребления воды;

n – число часов в смену.

Таблица 5.5 – Расход воды на производственные нужды

Наименование процесса и потребителей	Ед. изм.	Удельный расход воды A , л	Реальный объем при стр-ве объекта
Кирпичная кладка	1000 шт. кирпича	90-180	11,9
Мойка и заправка грузовых автомашин	1 маш. в сутки	300-400	3
Устройство бетонных полов при готовом основании	1 м ² пола	25-30	1487,2
Обеспечение двигателя внутреннего сгорания	1 л.с	20-40	215

$$Q_1 = \frac{((11,9 \cdot 150) + (3 \cdot 350) + (1487,2 \cdot 30) + (215 \cdot 40))^{1,5}}{8 \cdot 1000} = 10,5 \text{ л/ч.}$$

Максимальный часовой расход воды на хозяйственно-питьевые нужды
 Q_2 , л:

$$Q_2 = \frac{N_1 \cdot A_1 \cdot K_{\text{ч}}}{n \cdot 1000} = \frac{10 \cdot 15 \cdot 3}{8 \cdot 1000} = 0,06 \text{ л/ч} . \quad (5.19)$$

где N_1 – число работающих в максимальную смену;
 A_1 – расход воды на одного работающего, л;
 $K_{\text{ч}}$ – коэфф. часовой неравномерности потребления воды;
 n – число часов в смену.

Расчетный секундный расход воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды:

$$q_{\text{п}} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} = \frac{(10,5 + 0,06) \cdot 1000}{3600} = 2,93 \text{ л/с} . \quad (5.20)$$

Расчетный секундный расход воды на душ:

$$q_{\text{д}} = \frac{\alpha \cdot N_3}{h \cdot 60} = \frac{25 \cdot 8}{15 \cdot 60} = 0,23 \text{ л/с} . \quad (5.21)$$

где N_3 – число работающих, пользующихся душем;
 α – норма расхода воды на прием душа;
 h – число минут работы душевой.

Общий секундный расход воды в литрах определяется:

$$q_{\text{расч}} = q_{\text{п}} + q_{\text{д}} + q_{\text{пож}} = 2,93 + 0,23 + 15 = 18,6 \text{ л/с} . \quad (5.22)$$

где $q_{\text{пож}}$ – расход воды для наружного пожаротушения, принимается из расчета на трехчасовое пожаротушение одного пожара при пиковом расходе воды.

Расход воды на тушение пожара здания составляет 2,5 л/с из каждой струи внутреннего пожарного крана.

Диаметр труб водопроводной напорной сети:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{расч}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 125,7 \text{ мм} . \quad (5.23)$$

где v – скорость движения воды по трубам 1,5-2 м/с.

По ГОСТ 31415-2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» принимаю диаметр магистрального ввода $D = 140$ мм.

Располагаю колодцы с пожарными гидрантами на стройгенплане не более 150 м от места возможного пожаротушения.

5.2.10 Потребность в сжатом воздухе, углекислом газе

Сжатый воздух на строительной площадке необходим для работы пневматического оборудования и инструментов. Углекислый газ применяют при осуществлении сварочных работ.

Потребность в сжатом воздухе:

$$Q_{\text{сж}} = 1,1 \cdot \sum q_i \cdot n_i \cdot K_i, \quad (5.24)$$

где 1,1 – коэфф. учитывающий потери воздуха в трубопроводах;

q_i – расход сжатого воздуха механизмом, м³/мин;

n_i – кол-во однородных механизмов, шт.;

K_i – коэффициент, учитывающий одновременную работу однородных механизмов.

Таблица 5.6 – Потребность в сжатом воздухе

Работа, аппаратура и инструменты	Ед. изм.	Кол-во	Расход сжатого воздуха на ед. изм., м ³ /мин	K_i	Расход воздуха на весь объем, м ³ /мин
Сварочная горелка	шт.	4	1	0,8	3,2

$$Q_{\text{сж}} = 1,1 \cdot 3,2 = 3,52 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Применяются стационарные компрессорные установки.

Углекислый газ поставляют на объект в жидком состоянии в стальных баллонах, которые хранятся в закрытых складах, чтобы защитить их от перегрева.

5.2.11 Проектные решения по охране труда

При производстве строительного-монтажных работ следует соблюдать требования СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 16 ноября 2020 года № 782н «Правила по охране труда при работе на высоте», СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в ПОС и ППР», СанПиН 2.2.3.2733-10 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ» и других нормативных документов по охране труда, перечисленных в приложении А к СНиП 12-03-2001.

В целях безопасности производства работ стройплощадку необходимо обозначить как опасную зону и закрыть на нее доступ посторонним лицам, а также работникам в нетрезвом состоянии. У въезда на стройплощадку установить схему внутривозрадных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов, мест разворота транспортных средств и т.д.

В санитарно-бытовых помещениях, представленных подрядчиком, должна быть аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи.

К началу основных строительных работ на строительной площадке должно быть обеспечено противопожарное водоснабжение.

Обеспечение пожарной безопасности на строительной площадке осуществляется в соответствии с требованиями Правилами противопожарного режима (Постановление правительства России от 25 апреля 2012 г. №390), СНиП 12-03-2001.

Контроль выполнения требований по безопасности труда осуществляется инженерно-техническими работниками и службами техники безопасности строительных организаций.

5.2.12 Описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства

При строительстве учитывать требования ФЗ РФ «Об охране окружающей природной среды». Мероприятия по санитарно-гигиеническому обслуживанию работников разрабатываются строительной организацией в соответствии с СанПиН 2.2.3.2733-10 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ».

При организации строительства необходимо предусмотреть ряд мероприятий, исключающих возможность нанесения вреда окружающей среде:

- лицо, осуществляющее строительство, должно обеспечивать уборку территории стройплощадки и пятиметровой прилегающей зоны. Бытовой и строительный мусор, а также снег должны вывозиться своевременно в сроки и в порядке, установленном органом местного самоуправления;

- проезд строительной техники может быть только по существующим автодорогам или по предусмотренным проектом временным дорогам;

- соблюдать требования по предотвращению запыленности и загазованности воздуха;

- не допускать разлива токсичных жидкостей, а также нефтепродуктов;

- заправку строительных механизмов производить на специализированных площадках вне территории строительной площадки;

- транспортирование сыпучих грузов выполнять с укрытием кузова автотранспорта брезентом;

- предусмотреть профилактический ремонт используемой техники с целью недопущения утечки из маслобаков, гидроцилиндров и пр.;

- по завершении работ предусмотрена разборка всех временных сооружений;

- подвозить необходимые материалы в емкостях для хранения или на поддонах во избежание загрязнения почвы;
- на выезде со строительной площадки устроить площадку для мойки колес автотранспорта;
- заключить договор о вывозе жидких канализационных стоков;
- непригодный грунт для обратной засыпки транспортируется на рекультивацию в места, указанные Заказчиком.

5.2.13 Техничко-экономические показатели стройгенплана

Таблица 5.7 – Техничко-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь территории строительной площадки	м ²	9070,94
2	Площадь под постоянными сооружениями	м ²	1595,42
3	Площадь под временными сооружениями	м ²	871,08
4	Площадь складов, в том числе:	м ²	416,4
5	- открытых	м ²	400
6	- закрытых	м ²	16,4
7	Протяженность временных автомобильных дорог	км	0,338
8	Протяженность временных пешеходных дорожек	км	0,162
9	Протяженность временных коммуникаций	км	0,238
10	Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,418

6. Экономика строительства

6.1 Технико-экономическое обоснование строительства объекта

В России строительство является одной из ключевых отраслей экономики. Стоимость строительства растет пропорционально развитию данной отрасли, и зависит от множества факторов, в том числе и затрат на транспортировку строительных материалов. В Красноярском крае очевидны темпы развития отрасли строительства, что ведет к повышению спроса на транспортировку и временное хранение необходимой строительной продукции.

Таблица 6.1 – Динамика объема работ, выполненных по виду экономической деятельности "Строительство", по Красноярскому краю

Динамика объема работ, выполненных по виду экономической деятельности "Строительство", по Красноярскому краю ¹⁾											
Наименование	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 ²⁾
Млн рублей (в фактически действовавших ценах)	872 65,2	1074 62,7	1335 76,1	1355 41,6	1335 30,5	1857 44,2	2016 74,6	1771 80,9	1651 70,9	1572 27,2	1687 87,8
Процент к предыдущему году (в сопоставимых ценах)	105,5	106,6	113,8	99,5	93,7	103,0	103,7	87,2	90,4	91,4	104,2

1) До 2015 г. - без учета объема работ, выполненных хозяйственным способом.

2) Предварительные данные.

Таблица 6.2 – Ввод в действие зданий в Красноярском крае

	Число зданий, ед.		Общий строительный объем зданий, тыс.м ³		Общая площадь зданий, тыс.м ²	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Всего	3079	8759 ¹⁾	9150,6	14609,8 ¹⁾	2147,2	3617,6 ¹⁾
в том числе:						
жилого назначения	2675	8332 ¹⁾	5236,4	10231,4 ¹⁾	1558,3	3014,7 ¹⁾
нежилого назначения	404	427	3914,2	4378,4	588,9	602,9
из них:						
промышленные	35	81	788,0	1709,5	72,8	137,1
сельскохозяйственные	15	22	131,1	227,3	22,3	28,6
коммерческие	98	85	594,0	763,6	119,0	113,1

Окончание таблицы 6.2

административные	39	33	171,0	96,1	40,0	23,9
учебные	8	18	117,2	530,0	29,4	113,2
системы здравоохранения	19	4	293,3	247,6	76,2	59,8
другие	190	184	1819,6	804,3	229,3	127,3

1) С учетом жилых домов, построенных на земельных участках, предназначенных для ведения садоводства.

Проанализировав данные выше, можно сделать вывод о том, что в Красноярском крае стремительно растут темпы строительства. По сравнению с 2010 годом, объем работ, выполненных по экономической деятельности «строительство» вырос с 87565,2 до 168787,8 млн. руб.

Также, в выбранном районе г. Красноярска по ул. Калинина находится «СИБМЕТАЛЛТОРГ», предприятие, специализирующееся на продаже металлопроката, которому в перспективе будет интересен данный склад.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что строительство склада строительных материалов по ул. Калинина в г.Красноярске Красноярского края целесообразно и экономически обоснованно.

6.1.2 Обеспеченность и доступность ресурсов

Для строительства данного объекта будут использоваться металлические и железобетонные конструкции, которые производятся на территории г. Красноярска и близлежащих районов. Также, на данной территории находится достаточное количество лицензированных организаций, имеющих возможность обеспечить качественное выполнение строительно-монтажных работ.

Объект представляет из себя одноэтажное промышленное, прямоугольное в плане, здание с металлическими несущими конструкциями и стенами из трёхслойных сэндвич-панелей.

Относительная легкость конструкции и доступность материалов позволят возвести объект в короткие сроки и быстро ввести его в эксплуатацию без проведения каких-либо трудозатратных или удорожающих строительных мероприятий.

6.1.3 Место размещения объекта инвестирования, строительный участок и окружающая среда

Площадка для строительства склада выбрана по ул. Калинина на территории Октябрьского района в г. Красноярске Красноярского края.

Объект строительства имеет доступ к уличной дорожной сети посредством примыкания главных улиц города.

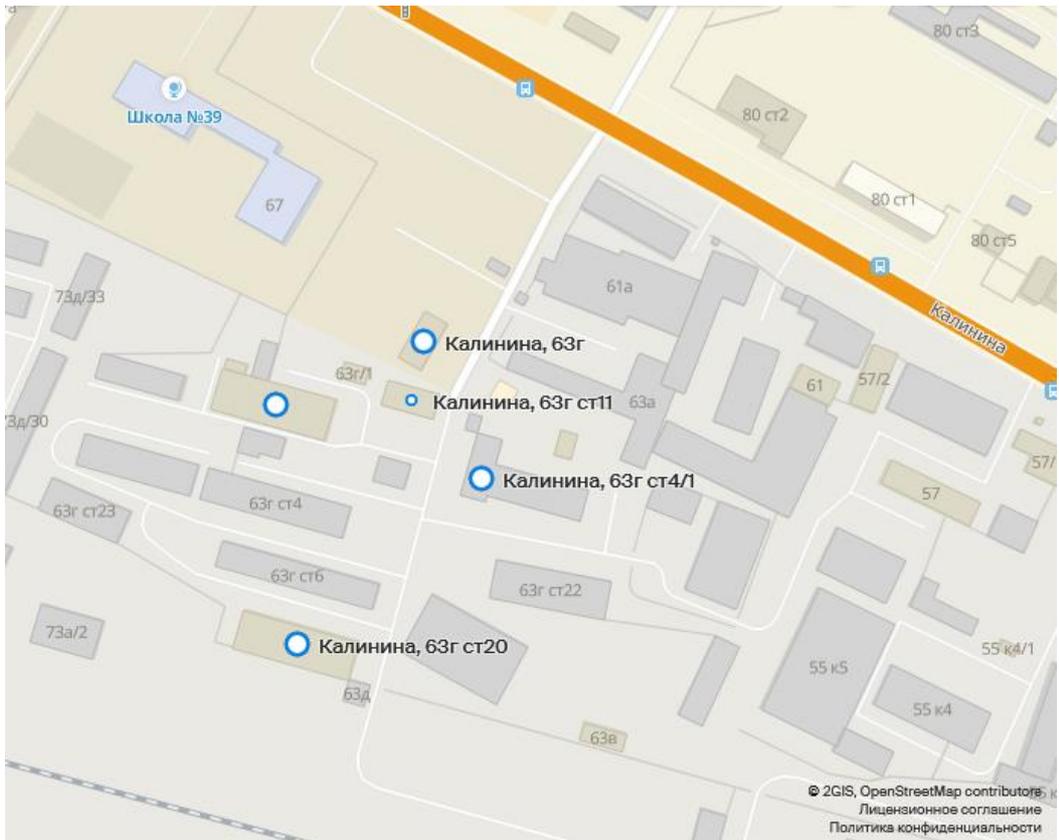


Рисунок 6.1 - Территориальное расположение участка строительства

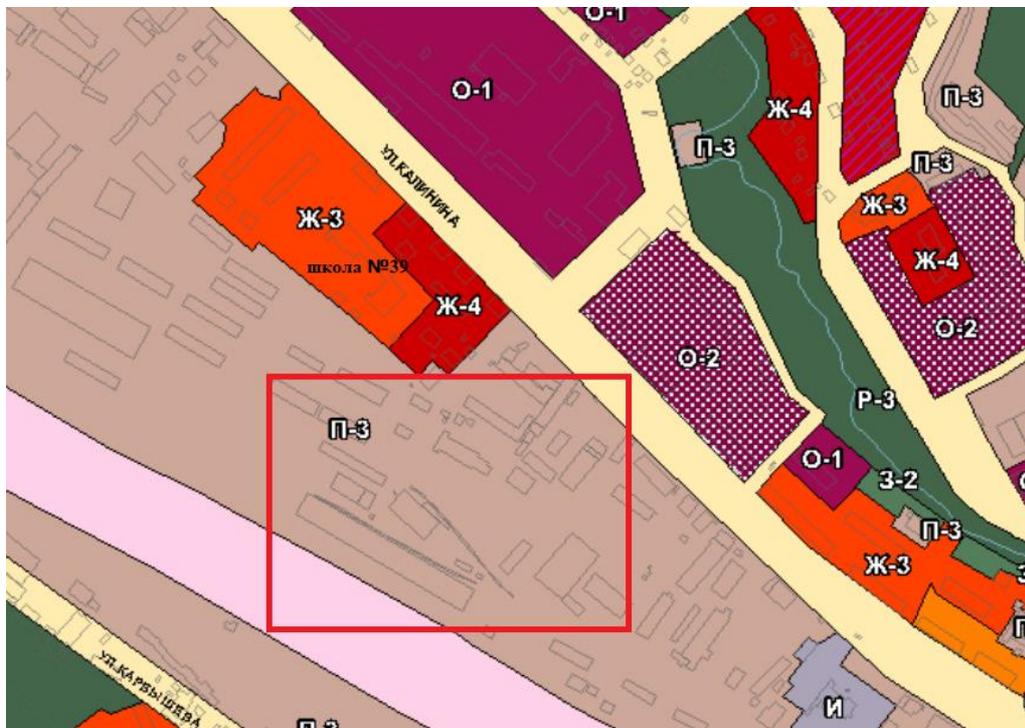


Рисунок 6.2 - Участок строительства на карте территориального зонирования г. Красноярск

Участок под строительство склада находится в зоне размещения производственно-коммунальных объектов, а именно – в зоне П-3, согласно карте территориального зонирования города Красноярска.

Зона П-3 предназначена для строительства коммунально-складских объектов, таких как предприятия пищевой промышленности, общетоварных и специализированных складов, предприятий коммунального, транспортного и бытового обслуживания населения, а также предприятий оптовой и мелкооптовой торговли. Соответственно, планируемый склад подходит под описание объектов, которые следует располагать в данной зоне.

6.2 Составление и анализ локального сметного расчета на общестроительные работы

В смете используются сборники ФЕР, а именно сборники 9 «Металлические конструкции», сборник 11 «Полы», сборник 12 «Кровли».

Также применяются ФССЦ книга 01, книга 04, книга 05, книга 06-08, книга 9, книга 11 и книга 12.

Смета составлена базисно-индексным методом и переведена в текущий уровень цен по состоянию на 2 кв. 2022 года, с применением индексов по Красноярскому краю (1 зона) согласно Письму Минстроя России от 26.05.2022 № 23868-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства во II квартале 2022 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ».

Средства на возведение временных зданий и сооружений относят к лимитированным затратам – 2,4% (Приказ от 19.06.2020 №332/пр прил.1 п.11).

В соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 мая 2021 г. N 325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» п.179, зимнее удорожание для объектов коммунально-бытового назначения принято – 3%.

Резерв на непредвиденные затраты принят в размере 2% от общей сметной стоимости в соответствии с Приказом Министерства Строительства и Жилищно-Коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 года №421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации», п.179 для объектов капитального строительства непромышленного назначения.

Ставка НДС составляет 20% (Налоговый кодекс РФ часть 2, гл.21).

Расчет сметной стоимости произведен базисно-индексным методом, размеры накладных расходов приняты в соответствии с Приказом Минстроя России № 812/пр Прил. п.9:

- 93% для металлических конструкций;

- 93% для стен;
- 93% для кровли и проемов;
- 112% для полов.

Размер сметной прибыли принят по видам строительно-монтажных работ в соответствии с Приказ Министра России № 774/пр Прил. п.9:

- 62% для металлических конструкций;
- 62% для стен;
- 62% для кровли и проемов;
- 65% для полов.

Локальный сметный расчет приведен в приложении А.

Согласно сметному расчету, стоимость общестроительных работ в текущих ценах составила 17 335 835,00 руб. Эта сумма является предварительной для монтажа металлокаркаса, устройство полов, стен, кровли и заполнения проемов в соответствии с проектными решениями.

Средства на оплату труда составили 1 467 637,66 руб.

Анализ локального сметного расчета производим при помощи диаграмм по экономическим элементам и разделам локальной сметы.

Таблица 6.3 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по разделам

Разделы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Раздел 1. Металлокаркас	288 362,35	2 876 207,42	16,59%
Раздел 2. Стены	221 745,89	2 696 861,56	15,56%
Раздел 3. Кровля	37 908,43	430 939,06	2,49%
Раздел 4. Дверные проемы	4 378,07	40 585,63	0,23%
Раздел 5. Оконные проемы	169 714,00	1 872 339,68	10,8%
Раздел 6. Полы	465 272,49	5 369 629,95	30,97%
Лимитированные затраты, всего	90 020,60	1 159 965,87	6,69%
НДС	255 480,37	2 889 305,83	16,67%
ИТОГО	1 532 882,20	17 335 835,00	100%

Из рисунка 6.1 видно, что наибольшая стоимость приходится устройство полов – 30,97% от всей стоимости, наименьшая на установку устройство дверей – 0,23%, на металлокаркас приходится 16,59% от общей стоимости работ по разделам.

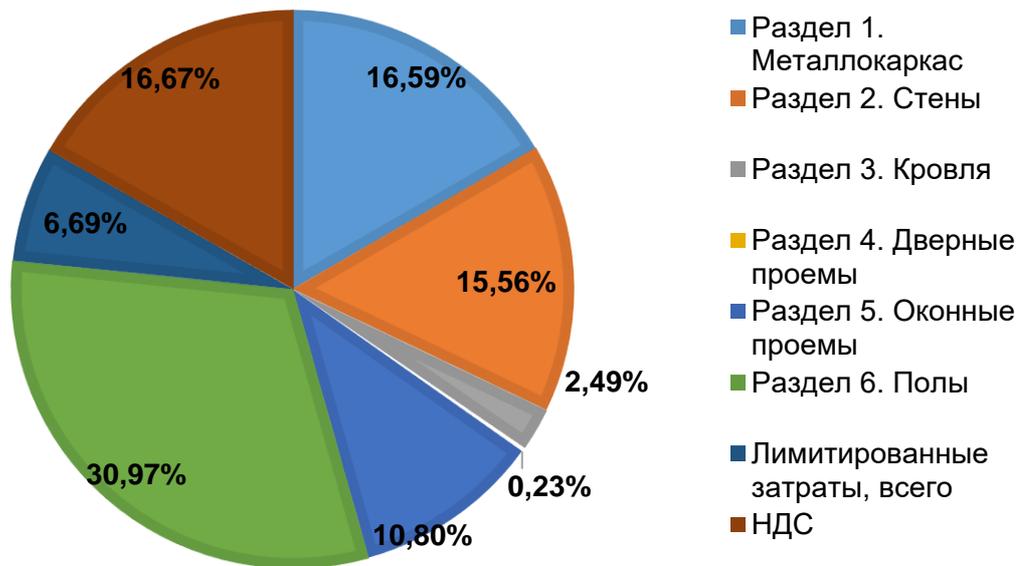


Рисунок 6.3 – Структура локального сметного расчета, %

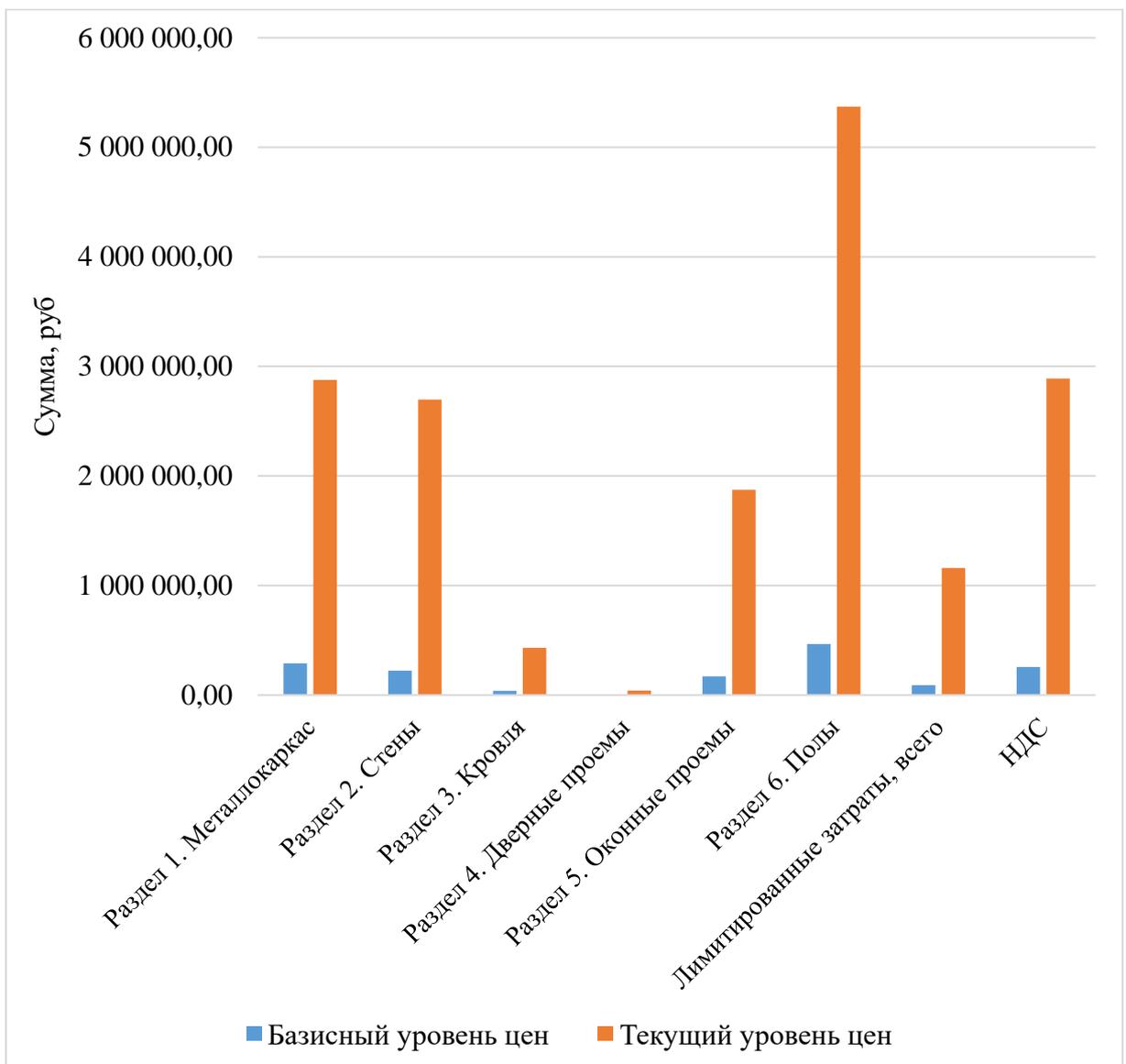


Рисунок 6.4 – Гистограмма отображения уровня сметной стоимости разделов

Анализируя гистограмму можем сделать вывод, что наибольшую долю в стоимости занимает устройство полов – 5 369 629,95 руб, а наименьшую раздел «Дверные проемы» – 40 585,63 руб.

Структура локального сметного расчета на строительные работы по основным элементам приведена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по основным элементам

Разделы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты всего, в том числе:	1 100 381,59	10 430 015,67	60,37%
- материалы	989 857,80	8 166 326,88	47,11%
- эксплуатация машин	66 117,20	796 051,13	4,59%
- оплата труда рабочих	44 406,59	1 467 637,66	8,67%
Накладные расходы	53 541,73	1 769 554,23	10,21%
Сметная прибыль	33 457,92	1 086 993,39	6,27%
Лимитированные затраты, всего	90 020,60	1 159 965,87	6,69%
НДС	255 480,37	2 889 305,83	16,67%
ИТОГО	1 532 882,20	17 335 835,00	100%

На основе таблицы 6.4 построим диаграммы структуры локального сметного расчета на распределение затрат на строительные работы по основным элементам.

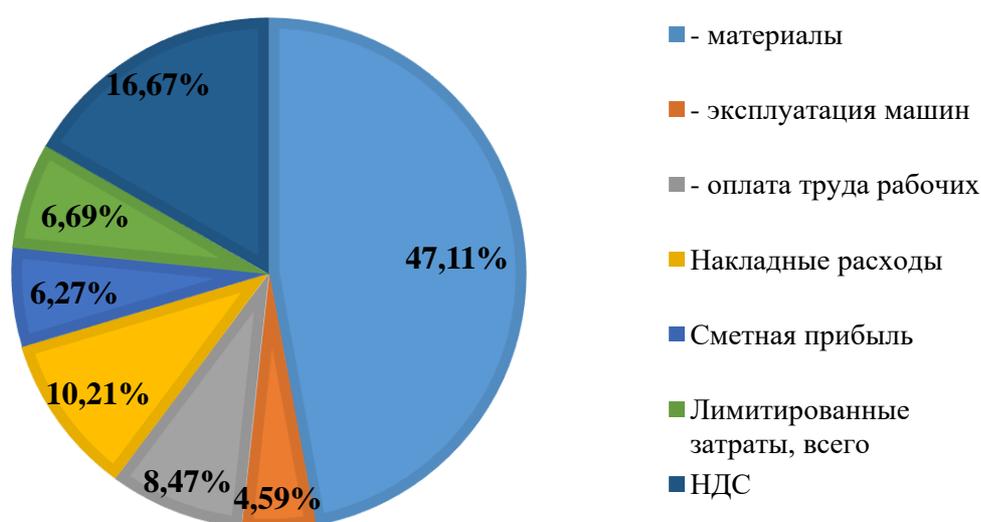


Рисунок 6.5 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по основным элементам, %

Исходя из диаграммы 6.5 делаем вывод, что основные средства приходятся на материалы – 47,11%, наименьшее количество денежных средств приходится на эксплуатацию машин и механизмов – 4,59%. Оплата труда рабочих – 8,47% от общей стоимости работ.

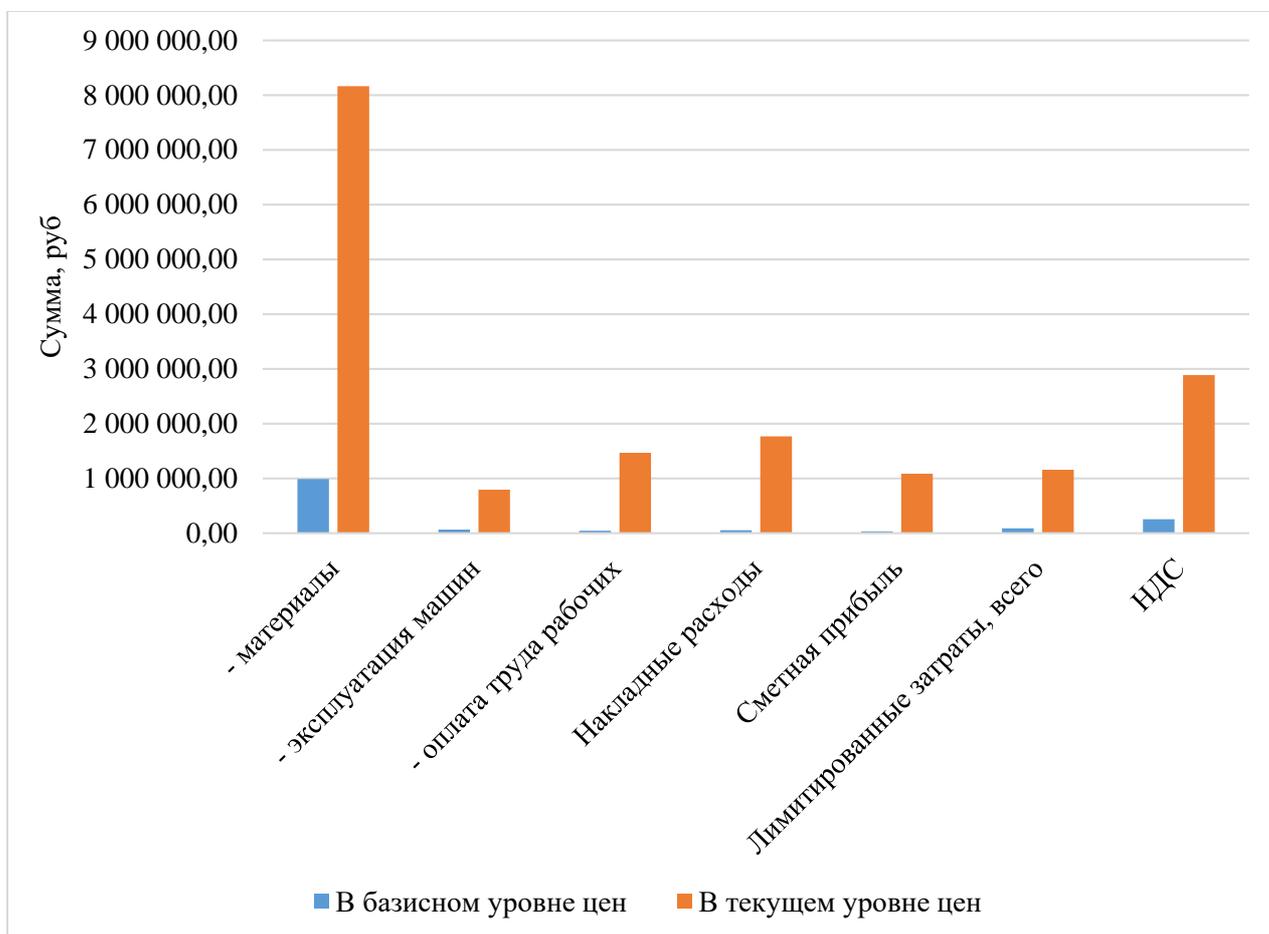


Рисунок 6.6 – Гистограмма отображения уровня сметной стоимости по основным элементам

Проводя анализ рисунка 6.6, можно сделать вывод, что большая доля прямых затрат приходится на материалы – 8 166 326,88 руб., а наименьшая на эксплуатацию машин – 796 051,13 руб.

6.3 Технико-экономические показатели проекта

Проектируемое здание: склад строительных материалов, расположенный по адресу: Красноярский край, г. Красноярск, Октябрьский район, ул. Калинина 63г.

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу проекта представлены в таблице 6.5.

Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Объемный коэффициент ($K_{об}$) определяется по формуле:

$$K_{об} = \frac{V_{зд}}{S_{общ}} = \frac{17010,54}{1512} = 11,25, \quad (6.1)$$

где $V_{зд}$ – объем здания;
 $S_{общ}$ – общая площадь здания.

Таблица 6.5 – Технико-экономические показатели проекта строительства склада строительных материалов в г. Красноярск, Красноярского края

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	1616,56
Общая площадь здания	м ²	1512
Этажность	эт.	1
Материал стен		Металлическая сэндвич-панель
Высота основного этажа	м	6,00
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	17010,54
надземной части	м ³	15430,8
подземной части	м ³	1579,74
Объемный коэффициент		11,25
2. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	12
3. Стоимостные показатели проекта		
Сметная стоимость на общестроительные работы, базисный уровень цен	тыс. руб	1 532,8
Сметная стоимость на общестроительные работы, текущий уровень цен	тыс. руб	17355,8
Средства на оплату труда рабочим	тыс. руб	1 467,6
Лимитированные затраты, всего	тыс. руб	1 136,8
Накладные расходы	тыс. руб	1 769,5
Сметная прибыль	тыс. руб	1086,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задание на бакалаврскую работу «Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г» было выполнено в полном объеме, в соответствии с учебной программой и заданием на ВКР.

В процессе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- для архитектурно-строительного раздела были определены все объемно-планировочные решения, разработаны планы и разрезы здания, приняты цветовые решения фасадов, в палитре RAL. Результаты работы над архитектурно-строительным разделом приведены на первом листе графической части (БР-08.03.01.01-АР).

- для расчетно-конструктивного раздела были рассчитаны и подобраны сечения несущих конструкций покрытия, подобран прогон, рассчитаны узлы металлической стропильной фермы, подобраны сечения стержней. Все элементы покрытия проверены по несущей способности, прогон проверен на предельный прогиб по 2 предельному состоянию. Результаты работы над разделом представлены на 2 и 3 листах графической части (БР-08.03.01.01-КМ-1,2).

- в разделе фундаменты были рассчитаны два варианта фундамента: ростверк на забивных сваях и ростверк на буронабивных сваях. В разделе собрана нагрузка фундамент, определено необходимое количество свай в ростверке, рассчитана их несущая способность, подобраны размеры ростверка в плане. Исходя из технико-экономического сравнения двух вариантов фундаментов был выбран ростверк на забивных сваях. Рабочие чертежи представлены на 4 листе графической части (БР-08.03.01.01-КЖ).

- для раздела технология строительного производства была разработана технологическая карта на монтаж металлокаркаса, подобрано грузоподъемное оборудование, посчитана калькуляция затрат труда и машинного времени. В графической части представлены: схема производства работ, график производства работ и график движения рабочих кадров по объекту, изображены строповки основных элементов (БР-08.03.01.01-ТК).

- в разделе организации строительного производства разработан стройгенплан на возведение надземной части здания, посчитаны технико-экономические показатели стройгенплана. В пояснительной записке определены привязка автокрана, посчитаны зоны работы крана, определены объемы временных складов, определена потребность в площадях бытового городка. Также, в работе были рассчитаны потребности в электроснабжении и временном водоснабжении площадки строительства. Графическая часть представлена на 6 листе (БР-08.03.01.01-ОСП).

- для раздела экономика строительства был рассчитан локальный сметный расчет на общестроительные работы надземной части здания, проведен анализ сметы, определены основные технико-экономические показатели проекта.

Таким образом, выполнены все поставленные задачи.

Список используемых источников

1. СТУ 7.5–07–2021 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – взамен СТО 4.2-07-2014; Введ. 07.12.2021. — Красноярск: ИПК СФУ, 2021. - 60с.
2. Выпускная квалификационная работа бакалавров: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. С.В. Деордиев, О.В. Гофман, И.Я. Петухова, Е.М. Сергуничева, С.П. Холодов, И.И. Терехова, А.И. Саенко. – Электрон. дан. — Красноярск: Сиб. Федер. Ун-т, 2016. — 64 с.
3. ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. с 01.01.2021.
4. ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Введ. с 06.01.2019.
5. Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008г. №87).
6. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. – Введ. с 07.01.2009.
7. ГОСТ 2.304-81 Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные. – Введ. с 01.01.1982.
8. ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации. Масштабы (с Изменениями №№ 1, 2, 3). Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 3459-59 – Введ. с 01.01.1971.
9. ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями №№ 1, 2, 3). Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 3450-60 – Введ. с 01.01.1971.
10. СП 57.13330.2011 Складские здания. Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001*. – Введ. 25.05.2011;
11. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 01.07.2017;
12. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах – Введ. 25.11.2018;
13. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» – введ. 29.05.2019;
14. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1) – Введ. 01.07.2013;
15. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 04.06.2016;
16. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы – Введ. 19.09.2020;

17. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты – Введ. 09.12.2020;
18. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (с Изменением N 1) – Введ. 24.06.2013;
19. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с Изменением N 1) - Введ. 01.12.2017;
20. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 (с Изменением N 1) – Введ. 20.05.2011;
21. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение – Введ. 08.05.2017
22. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 – Введ. 20.06.2011;
23. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 (с Изменением N 1) – Введ. 28.08.2017;
24. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* – введ. 28.08.2017;
25. ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия - Введ. 01.05.2018;
26. ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент – Введ. 01.01.2002;
27. ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент – Введ. 01.08.2005;
28. ГОСТ 8510-86 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент – Введ. 01.07.1987;
29. ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия (с Поправкой) – Введ. 01.10.2003;
30. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ. 01.07.2016;
31. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями N 1, 2, 3) – введ. 20.05.2011;
32. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями N 1, 2) – введ. 28.08.2017;
33. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий сооружений /Госстрой России. - М: ГУП ЦПП, 2005.
34. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3) – введ. 01.07.2013;

35. СНиП 5.02.02-86 Нормы потребности в строительном инструменте – введ. 1987.07.01;
36. Постановление от 23 июля 2001 года N 80 О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования",
37. Постановление от 17 сентября 2002 года N 123 О принятии строительных норм и правил Российской Федерации «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
38. МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты, — Москва: ЦНИИОМТП, 2007. — 15 с;
39. ЕНиР: Комплект Госстрой СССР. - Москва: Стройиздат. 1987.;
40. URL: <https://pandia.ru/text/78/651/59687.php/> (дата обращения: 11.06.2022).
41. СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Госстрой России. М. 1985;
42. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004 – введ. 05.06.2020;
43. РД-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. — Ввел. 01.07.2007. — Москва: Ростехнадзор. 2007. — 199с.;
44. Кирнев А.Д. Организация в строительстве. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 528 с.
45. Учебно-методическое пособие «Экономика строительства», Красноярск; СФУ; 2018 г. Саенко И. А., Крелина Е. В. Дмитриева Н. О. Пухова В. В. – 81 стр.;
46. Налоговый кодекс Российской Федерации. В 2 ч. [Электронный ресурс]: федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ ред. от 18.07.2017. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
47. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09.
48. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12.
49. Письмо Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 18.11.2004 г. № АП-5536/06 «О порядке применения нормативов сметной прибыли в строительстве».
50. Письмо Минстроя России от 26.05.2022 № 23868-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства во II квартале 2022 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ»// Сайт ergro.ru. Режим доступа:

<https://ergro.ru/programmy/dlya-smetchika/indeksy-koeffitsienty-perescheta/indeksy-izmeneniya-smetnoy-stoimosti-minstroya/>.

51. Федеральная сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки). Сайт minstroyrf.ru. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php>.

52. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 мая 2021 г. N 325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время»// Сайт base.garant.ru. Режим доступа <https://base.garant.ru/401550786/>

53. Приказ Минстроя России от 4 августа 2020 г. № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» // Сайт minstroyrf.ru. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/74851/>.

54. Методика определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства : Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 № 332/пр // КонсультантПлюс : справочная правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/>.

Приложение А

Склад строительных материалов по ул. Калинина, 63г в г. Красноярске
(наименование стройки)

Склад строительных материалов по ул. Калинина, 63г в г. Красноярске
(наименование объекта капитального строительства)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 02-01-01

Общестроительные работы
(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен 2 кв. 2022

Основание: технологическая карта

Сметная стоимость 17355,8 тыс. руб.

Средства на оплату труда рабочих 1467,6 тыс. руб.

№ п.п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Количество			Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен
				На ед.	Кэф-ты	Всего с учетом кэф-ов	На ед.	Кэф-ты	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раздел 1. Металлокаркас											
1	ФЕР 09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т			11,2					
	1	ОТ					85,83		961,30	33,05	31770,83
	2	ЭМ					257,59		2885,01	12,04	34735,50
	3	в т.ч. ОТм					28,96		324,35	33,05	10719,83

	4	М					40,96		458,75	8,25	3784,70
		Итого по расценке					413,34		4305,06		70291,03
		ФОТ							1285,65	33,05	42490,67
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			1195,65		39516,32
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			797,10		26344,21
		Всего по позиции							6297,81		136151,57
2	ФССЦ-08.3.01.02-0051	Двутавры с параллельными гранями полок широкополочные «Ш», сталь: спокойная, № 26-40	т			11,2	6024,48		67474,18	8,25	556661,95
3	ФЕР 09-03-002-04	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м составного сечения массой до 3,0 т	т			3,2					
	1	ОТ					114,75		367,20	33,05	12135,96
	2	ЭМ					365,74		1170,37	12,04	14091,23
	3	в т.ч. ОТм					42,07		134,62	33,05	4449,32
	4	М					72,01		230,43	8,25	1901,06
		Итого по расценке					552,5		1768,00		28128,25
		ФОТ							501,82	33,05	16585,28
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							

	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			466,70		15424,31
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			311,13		10282,88
		Всего по позиции							2545,83		53835,44
4	ФССЦ-08.3.05.02-0074	Сталь листовая горячекатаная марки СтЗпс толщиной: 12-14 мм	т			3,2	6366,42		20372,54	8,25	168073,49
5	ФЕР 09-04-006-01	Монтаж фахверка	т			4,05					
	1	ОТ					254,52		1030,81	33,05	34068,14
	2	ЭМ					536,02		2170,88	12,04	26137,41
	3	в т.ч. ОТм					41,45		167,87	33,05	5548,19
	4	М					225,64		913,84	8,25	7539,20
		Итого по расценке					1016,18		4115,53		67744,74
		ФОТ							1198,68	33,05	39616,32
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	П							
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			1114,77		36843,18
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			743,18		24562,12
		Всего по позиции							5973,48		101021,63
6	ФССЦ-01.7.15.03-0015	Болты с гайками и шайбами для санитарно-технических работ диаметром: 20-22 мм	т			0,21	13560		2847,60	8,25	23492,70

7	ФССЦ-07.2.03.06-0121	Стойки фахверка	т			4,05	6435		26061,75	8,25	215009,44
8	ФЕР 09-04-011-01	Монтаж каркасов ворот большепролетных зданий, ангаров и др. без механизмов открывания	т			1,95					
	1	ОТ					416,48		813,95	33,05	26901,09
	2	ЭМ					2416,02		4721,77	12,04	56850,12
	3	в т.ч. ОТм					123,85		242,05	33,05	7999,67
	4	М					490,24		958,10	8,25	7904,37
		Итого по расценке					3322,74		6493,83		91655,58
		ФОТ							1056,00	33,05	34900,76
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	П							
	08.1.06.01	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			982,08		32457,71
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			654,72		21638,47
		Всего по позиции							8130,62		88996,94
9	ФССЦ-01.7.15.03-0015	Болты с гайками и шайбами для санитарно-технических работ диаметром: 20-22 мм	т			0,28	13560		3796,80	8,25	31323,60
10	ФССЦ-08.1.06.01-0002	Ворота различных типов: рамы, каркасы, панели с заполнением из тонколистовой стали без механизма открывания	т			1,95	5999,99		11726,13	8,25	96740,61
11	ФЕР 09-03-014-03	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных	т			1,39					

		уголков, гнутосварных профилей для пролетов: более 24 м при высоте здания до 25 м									
	1	ОТ					345,67		480,48	33,05	15879,91
	2	ЭМ					673,21		935,76	12,04	11266,57
	3	в т.ч. ОТм					57,2		79,51	33,05	2627,74
	4	М					232,33		322,94	8,25	2664,24
		Итого по расценке					1251,21		1739,18		29810,72
		ФОТ							559,99	33,05	18507,65
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			520,79		17212,11
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			347,19		11474,74
		Всего по позиции							2607,17		47194,50
12	ФССЦ-07.2.03.06-0111	Связи по колоннам и стойкам фахверка (диагональные и распорки)	т			1,39	7007		9739,73	8,25	80352,77
13	ФЕР 09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	т			1,20					
	1	ОТ					345,67		480,48	33,05	15879,91
	2	ЭМ					473,47		658,12	12,04	7923,80
	3	в т.ч. ОТм					53,96		75,00	33,05	2478,90

	4	М					232,33		322,94	8,25	2664,24
		Итого по расценке					1051,47		1461,54		26467,96
		ФОТ							555,49	33,05	18358,80
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			516,60		17073,69
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			344,40		11382,46
		Всего по позиции							2322,55		46814,95
14	ФССЦ-08.3.04.02-0061	Сталь круглая и квадратная, марки Ст0, размер 5-12 мм (гнутые профили)	т			1,2	6936,4		8323,68	8,25	68670,36
15	ФЕР09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т			4,20					
	1	ОТ					123,23		517,57	33,05	17105,56
	2	ЭМ					280,93		1179,91	12,04	14206,07
	3	в т.ч. ОТм					24,65		103,53	33,05	3421,67
	4	М					85,49		359,06	8,25	2962,23
		Итого по расценке					489,65		2056,53		34273,85
		ФОТ							621,10	33,05	20527,22
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			577,62		19090,32

	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			385,08		12726,88
		Всего по позиции							3019,23		52344,42
16	ФССЦ-08.3.11.01-0059	Швеллеры: № 18 сталь марки СтЗпс	т			4,2	4700		19740,00	8,25	162855,00
17	ФЕР 09-03-012-04	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 36 м массой до 5,0 т	т			7,36					
	1	ОТ					159,67		1175,17	33,05	38839,41
	2	ЭМ					651,27		4793,35	12,04	57711,90
	3	в т.ч. ОТм					53,83		396,19	33,05	13094,04
	4	М					250,86		1846,33	8,25	15232,22
		Итог по расценке					1061,8		7814,85		111783,53
		ФОТ							1571,36	33,05	51933,45
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1							
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			1461,36		48298,11
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			974,24		32198,74
		Всего по позиции							10250,46		132430,29
18	ФССЦ-07.2.07.04-0004	Конструкции стальные индивидуальные решетчатые сварные, масса 0,5-1 т (ферма ФС-1)	т			7,36	10480		77132,80	8,25	636345,60
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							276 969,73		2 499 681,18		

<i>в том числе:</i>										
оплата труда					5 826,95					192 580,80
эксплуатация машин и механизмов					18 515,17					222 922,60
материальные ресурсы					252 627,61					2 084 177,78
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)					7 350,08					242 920,15
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)					6 835,57					225 915,74
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)					4 557,05					150 610,50
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)					288 362,35					2 876 207,42
Раздел 2. Стены										
19	ФЕР 09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50м	т		6,96					
	1	ОТ				1428,8		9944,45	33,05	328664,01
	2	ЭМ				5157,63		35897,10	12,04	432201,14
	3	в т.ч. ОТм				453,43		3155,87	33,05	104301,60
	4	М				427,44		2974,98	8,25	24543,60
	07.2.07.13	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления	т		0,273					
	07.2.05.02	Панели многослойные стеновые с обшивкой из профильного настила	м2		П					
		Итого по расценке				7013,87		48816,54		785408,75
		ФОТ						13100,32	33,05	432965,60

	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			12183,30		402658,01
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			8122,20		249647,97
		Всего по позиции							69122,03		1437714,73
20	ФССЦ-08.3.01.02-0051	Конструкции стальных нащельников и деталей обрамления	т			2,56	10898,65		27900,54	8,25	230179,49
21	ФССЦ-07.2.05.02-0092	Панели трехслойные стеновые с обшивками из стальных профилированных листов с утеплителем из минераловатных плит рядовые, толщина утеплителя 120 мм-ПТС 150-С0.7	м2			180,9	689,46		124723,31	8,25	1028967,34
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						201 440,39				2 044 555,58	
<i>в том числе:</i>											
оплата труда						9 944,45				328 664,01	
эксплуатация машин и механизмов						35 897,10				432 201,14	
материальные ресурсы						155 598,84				1 283 690,43	
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						13 100,32				432 965,60	
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						12 183,30				402 658,01	
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						8 122,20				249 647,97	
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)						221 745,89				2 696 861,56	
Раздел 3. Кровля											

22	ФЕР 09-04-002-03	Монтаж кровельного покрытия: из многослойных панелей заводской готовности при высоте до 50 м	т			3,2					
	1	ОТ					409,96		1311,87	33,05	43357,37
	2	ЭМ					1474,19		4717,41	12,04	56797,59
	3	в т.ч. ОТм					141,07		451,42	33,05	14919,56
	4	М					153,22		490,30	8,25	4045,01
	07.3.07.11	Панели многослойные стеновые с обшивкой из профильного настила, м2	м2			П					
	07.2.07.20	Винты самонарезающие для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям, т	т			П					
		Итого по расценке					2037,37		6519,58		104199,97
		ФОТ							1763,30	33,05	58276,93
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			1639,87		54197,55
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1093,24		36131,70
		Всего по позиции							9252,69		194529,22
23	ФССЦ-07.2.05.05-0086	Сэндвич-панель трехслойная стеновая "Металл Профиль" с видимым креплением Z-LOCK, с наполнителем из минеральной ваты (НГ) плотностью 110кг/м3, марка МП ТСП-Z, толщина: 250	м2			90,45	304,53		27544,74	8,25	227244,09

		мм, тип покрытия полиэстер, толщина металлических облицовок 0,5 мм (Россия)									
24	ФССЦ-08.1.02.25-0012	Детали крепления, масса до 0,001 т	м2			0,11	10100		1111,00	8,25	9165,75
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						35 175,32			340 609,81		
<i>в том числе:</i>											
оплата труда						1 311,87			43 357,37		
эксплуатация машин и механизмов						4 717,41			56 797,59		
материальные ресурсы						29 146,04			240 454,85		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						1 763,30			58 276,93		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						1 639,87			54 197,55		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						1 093,24			36 131,70		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)						37 908,43			430 939,06		
Раздел 4. Дверные проемы											
25	ФЕР 09-04-012-01	Установка металлических дверных блоков в готовые проемы	т			2,73					
	1	ОТ					23,81		65,00	33,05	2148,29
	2	ЭМ					14,41		39,34	12,04	473,65
	3	в т.ч. ОТМ					1,97		5,38	33,05	177,75
	4	М					25,72		70,22	8,25	579,28
	07.1.01.03	Блоки дверные металлические, м2	м2			1					
	01.7.04.07	Скобяные изделия, компл	компл			П					

		Итого по расценке					63,94		174,56		3201,22
		ФОТ							70,38	33,05	2326,04
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			65,45		2163,22
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			43,64		1442,14
		Всего по позиции							283,64		6806,58
26	ФССЦ-07.1.01.03-0002	Блок дверной стальной наружный двупольный типа ДСН ДКН, площадь 2,73 м2.	м2			2,73	1465,11		3999,75	8,25	32997,94
27	ФССЦ-01.7.04.07-0002	Комплект скобяных изделий для блоков двупольных входных дверей в помещение	компл			1	94,68		94,68	8,25	781,11
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							4 268,99			36 980,27	
<i>в том числе:</i>										-	
оплата труда							65,00			2 148,29	
эксплуатация машин и механизмов							39,34			473,65	
материальные ресурсы							4 164,65			34 358,33	
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							70,38			2 326,04	
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							65,45			2 163,22	
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							43,64			1 442,14	
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							4 378,07			40 585,63	
Раздел 5. Оконные проемы											

28	ФЕР 09-04-010-02	Монтаж витражей, витрин: с одинарным остеклением в одноэтажных зданиях	т			1,83					
	1	ОТ					4052,91		7416,83	33,05	245126,08
	2	ЭМ					416,75		762,65	12,04	9182,34
	3	в т.ч. ОТм					3,82		6,99	33,05	231,04
	4	М					225,29		412,28	8,25	3401,32
	09.1.01.01	Витражи из алюминиевых сплавов с нащельниками и сливами, м2	м2								
	01.7.15.04-0045	Винты самонарезающие для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям, т	т			П					
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные, кг	кг			П					
		Итого по расценке					4694,95		8591,76		257709,73
		ФОТ							7423,82	33,05	245357,12
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			6904,15		228182,12
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			4602,77		152121,41
		Всего по позиции							20098,67		638013,26
29	ФССЦ-01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг			14	9,04		126,56	8,25	1044,12
30	ФССЦ-01.7.15.04-0045	Винты самонарезающие для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям, т	т			0,01	35011		350,11	8,25	2888,41

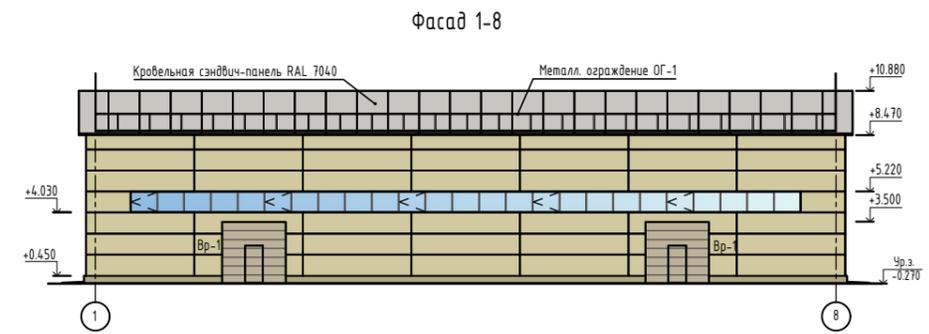
31	ФССЦ-09.1.01.01-0002	Витражи для общественных, производственных и жилых зданий спаренные из алюминиевого комбинированного профиля одинарной конструкции с двухкамерным стеклопакетом, неоткрываемые	м2			166,6	895,19		149138,65	8,25	1230393,90
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						158 207,08			1 492 036,15		
<i>в том числе:</i>											
оплата труда						7 416,83			245 126,08		
эксплуатация машин и механизмов						762,65			9 182,34		
материальные ресурсы						150 027,60			1 237 727,74		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						7 423,82			245 357,12		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						6 904,15			228 182,12		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						4 602,77			152 121,41		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)						169 714,00			1 872 339,68		
Раздел 6. Полы											
32	ФЕР 11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев бетонных	м3			223,9					
	1	ОТ					30,67		6867,01	33,05	226954,78
	2	ЭМ					0,24		53,74	12,04	646,98
	3	в т.ч. ОТМ					3,82		855,30	33,05	28267,60
	4	М					225,29		50442,43	8,25	416150,06

	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3			1,02					
		Итого по расценке					256,2		57363,18		643751,82
		ФОТ							7722,31	33,05	255222,38
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	Накладные расходы. Полы.	%	112		112			8648,99		285849,06
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	Сметная прибыль. Полы.	%	65		65			5019,50		165894,55
		Всего по позиции							13668,49		1095495,43
33	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3			228,378	700		159864,60	8,25	1318882,95
34	ФЕР 11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100м2			14,9					
	1	ОТ					282,66		4211,63	33,05	139194,50
	2	ЭМ					43,61		649,79	12,04	7823,46
	3	в т.ч. ОТм					17,15		255,54	33,05	8445,43
	4	М					8,54		127,25	8,25	1049,78
	04.3.01.09	Раствор готовый кладочный тяжелый цементный, м3	м3			2,04					
		Итого по расценке					334,81		4988,67		148067,74
		ФОТ							4467,17	33,05	147639,94
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	Накладные расходы. Полы.	%	112		112			5003,23		165356,73

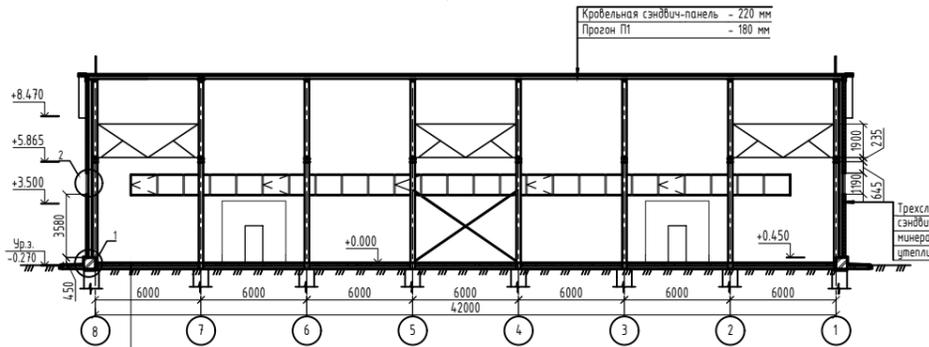
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	Сметная прибыль. Полы.	%	65		65			2903,66		95965,96
		Всего по позиции							7906,89		409390,43
35	ФССЦ-04.3.01.09-0015	Раствор готовый кладочный, цементный, М150	м3			30,396	548,3		16666,13	8,25	137495,55
36	ФЕР 11-01-004-05	Устройство гидроизоляции обмазочной: в один слой толщиной 2 мм	100м2			14,9					
	1	ОТ					265,84		3961,02	33,05	130911,58
	2	ЭМ					157,21		2342,43	12,04	28202,85
	3	в т.ч. ОТм					5,33		79,42	33,05	2624,73
	4	М					692,97		10325,25	8,25	85183,34
		Итог по расценке					1116,02		16628,70		244297,76
		ФОТ							4040,43	33,05	133536,31
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	Накладные расходы. Полы.	%	112		112			4525,28		149560,67
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	Сметная прибыль. Полы.	%	65		65			2626,28		86798,60
		Всего по позиции							7151,57		480657,03
37	ФЕР 11-01-014-02	Устройство полов бетонных толщиной: 150 мм	100м2			14,9					
	1	ОТ					322,27		4801,82	33,05	158700,25
	2	ЭМ					210,71		3139,58	12,04	37800,53

	3	в т.ч. ОТМ					141,29		2105,22	33,05	69577,55
	4	М					86,47		1288,40	8,25	10629,32
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона, м3	м3			15,3					
		Итого по расценке					619,45		9229,81		207130,11
		ФОТ							6907,04	33,05	228277,80
	Приказ Минстроя России № 812/пр Прил. п.9	Накладные расходы. Полы.	%	112		112			7735,89		255671,14
	Приказ Минстроя России № 774/пр Прил. п.9	Сметная прибыль. Полы.	%	65		65			4489,58		148380,57
		Всего по позиции							12225,47		611181,82
38	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3			227,97	700		159579,00	8,25	1316526,75
ИТОГО ПО РАЗДЕЛУ											
Итого прямые затраты по разделу (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							424 320,08			4 016 152,67	
<i>в том числе:</i>										-	
оплата труда							19 841,49			655 761,11	
эксплуатация машин и механизмов							6 185,53			74 473,82	
материальные ресурсы							398 293,06			3 285 917,74	
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							23 136,96			764 676,43	
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							25 913,39			856 437,60	
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							15 039,02			497 039,68	
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							465 272,49			5 369 629,95	
ИТОГО ПО СМЕТЕ											

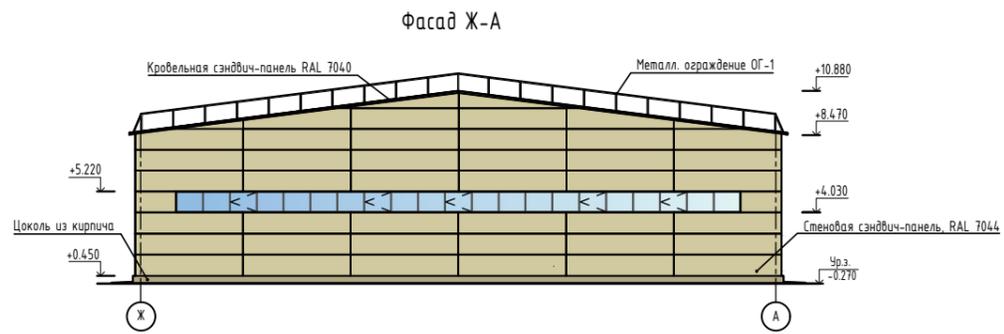
Итого прямые затраты по смете (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)	1 100 381,59		10 430 015,67
<i>в том числе:</i>			
оплата труда	44 406,59		1 467 637,66
эксплуатация машин и механизмов	66 117,20		796 051,13
материальные ресурсы	989 857,80		8 166 326,88
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)	52 844,85		1 746 522,27
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)	53 541,73		1 769 554,23
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)	33 457,92		1 086 993,39
Итого по смете (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)	1 187 381,24		13 286 563,30
Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 №332/пр прил.1 п.11) 2,4%	28 497,15		318 877,52
Итого с временными зданиями и сооружениями	1 215 878,39		13 605 440,82
Производство работ в зимнее время (Приказ от 25.05.2021 No 325/пр прил.1 п.85) 3%	36 476,35		557 823,07
Итого с зимним удорожанием	1 252 354,74		14 163 263,89
Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 №421/пр п.179) 2%	25 047,09		283 265,28
Итого с непредвиденными затратами	1 277 401,84		14 446 529,17
НДС (НК РФ) 20%	255 480,37		2 889 305,83
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	1 532 882,20		17 335 835,00



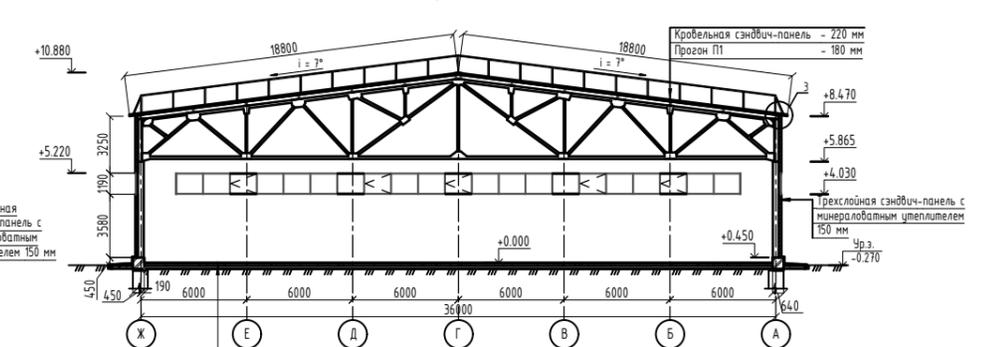
Разрез 1-1



Основание-уплотненный грунт основания с втрамбовыванием щебня или гравия крупностью 40-60мм
 Бетонная подготовка из бетона марки В22,5 - 150мм
 Гидроизоляция 2 слоя изола на битумной мастике
 Стыжка из песчано-цементного раствора марки М150 - 20мм
 Ж/б плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой 4С II ГОСТ 23279-2012) с упрочняющей пропиткой "Протексил" - 150мм

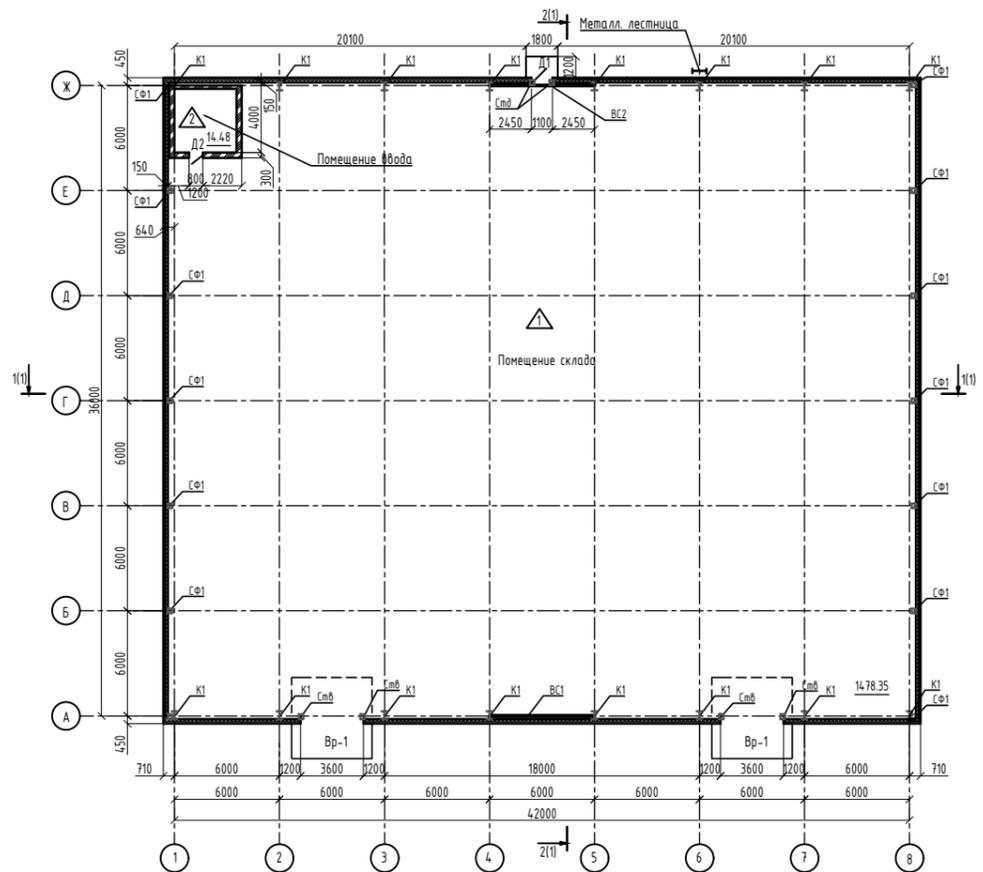


Разрез 2-2

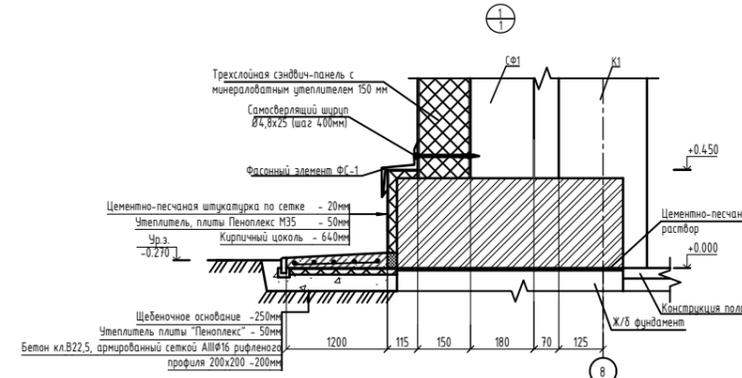
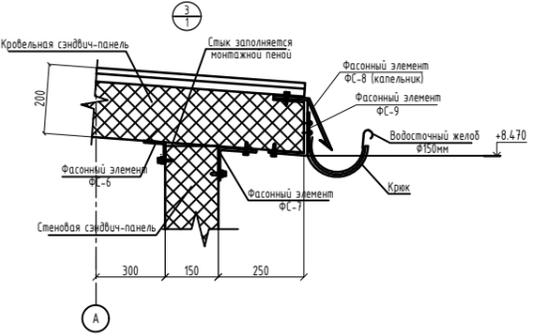
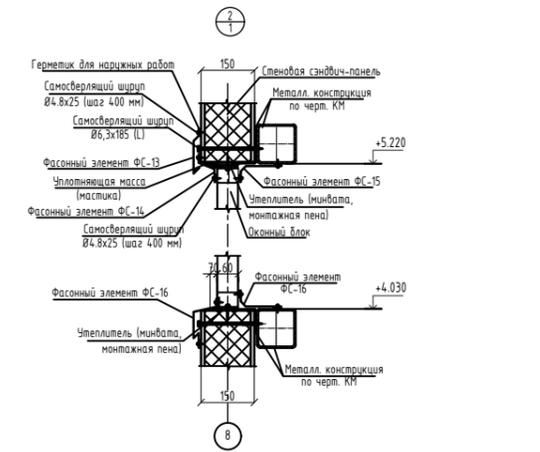
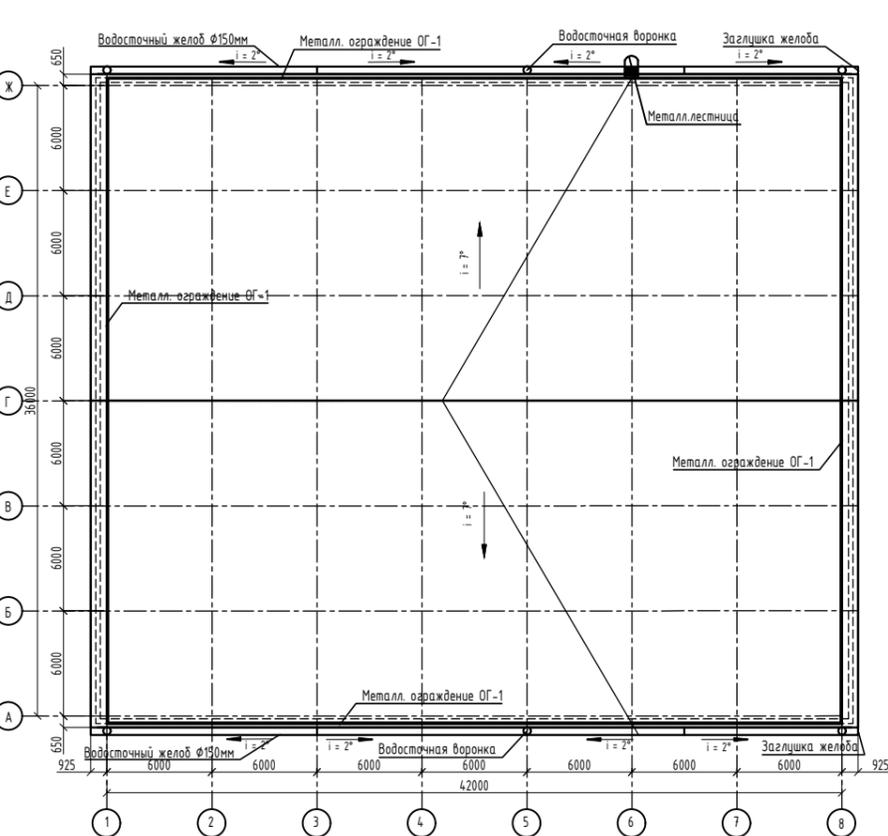


Основание-уплотненный грунт основания с втрамбовыванием щебня или гравия крупностью 40-60мм
 Бетонная подготовка из бетона марки В22,5 - 150мм
 Гидроизоляция 2 слоя изола на битумной мастике
 Стыжка из песчано-цементного раствора марки М150 - 20мм
 Ж/б плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой 4С II ГОСТ 23279-2012) с упрочняющей пропиткой "Протексил" - 150мм

План на отм. 0.000



План кровли



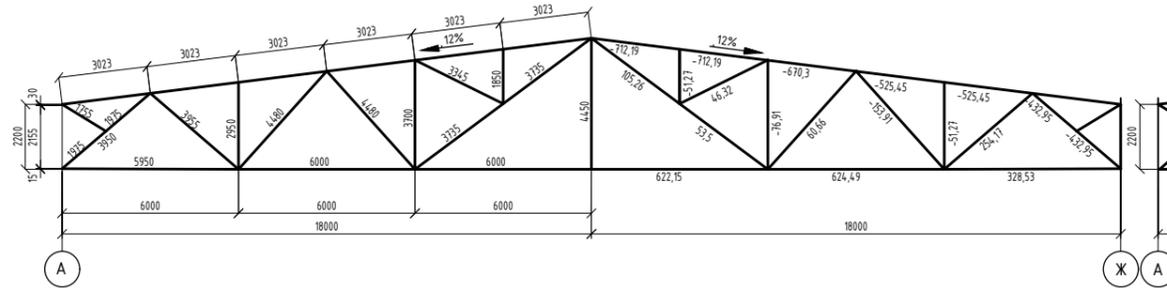
Условные обозначения:

- трехлоинная сэндвич-панель с минераловатным утеплителем, RAL 7044
- кровельная сэндвич-панель, RAL 7040
- кирпичный цоколь оштукатуренный
- ворота подъемно-секционные с калиткой "Doorhan"

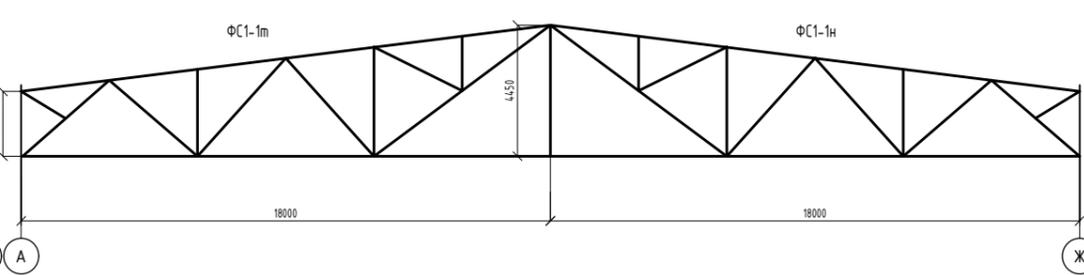
1. Район строительства - г.Красноярск, Красноярский край (ИВ) [СП 131.13330.2020]; Сейсмичность площадки строительства - 6 баллов (СП 14.13330.2018);
2. Уровень ответственности здания - нормальный (ГОСТ 27751-2014);
 - Степень огнестойкости - III (СП 2.13130.2020);
 - Класс конструктивной пожарной опасности - С3 (СП 2.13130.2020);
 - Класс функциональной пожарной опасности - Ф5.2 (СП 4.13130.2013);
3. Архитектурно-строительной частью данного проекта предусмотрено строительство промышленного здания;
4. Здание одноэтажное, в плане имеет прямоугольную форму, размеры в осях 36x42 м, отметка верха кровли +10.880 м.

БР-08.03.01.01 АР					
ФГАОУ "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Ж/б. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Григорьев М.Н.				
Консультант	Валькова Н.Н.				
Руководитель	Яшина А.А.				
Н. контр.	Яшина А.А.				
Зав. кафедрой	Кожанян А.А.				
Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске		Страница	Лист	Листов	
Разрез 1-1, разрез 2-2, фасад 1-8, фасад Ж-А, план на отм. 0.000, план кровли узел 1, узел 2, узел 3.		У	1		
Кафедра СМСТ					

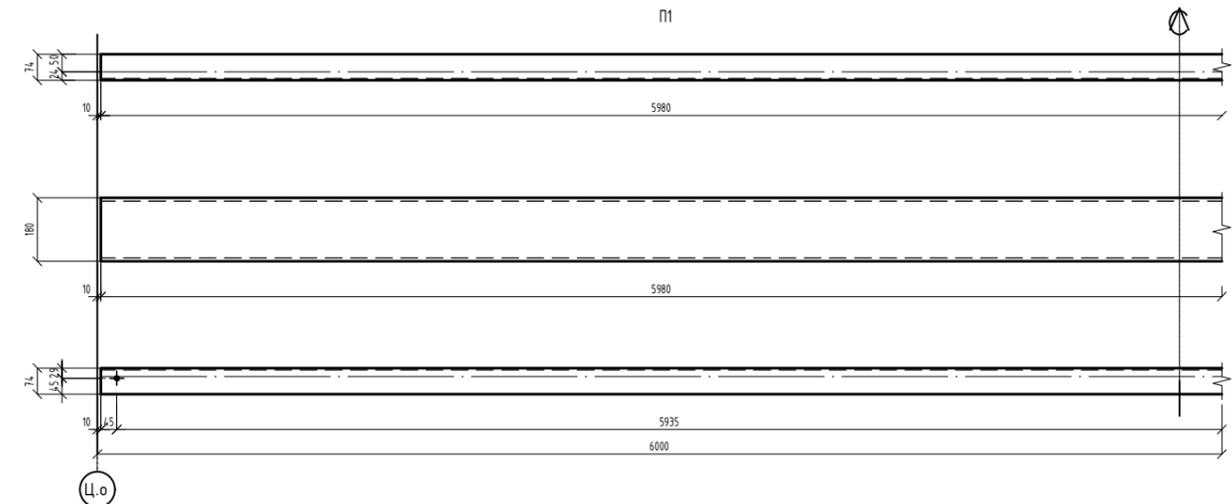
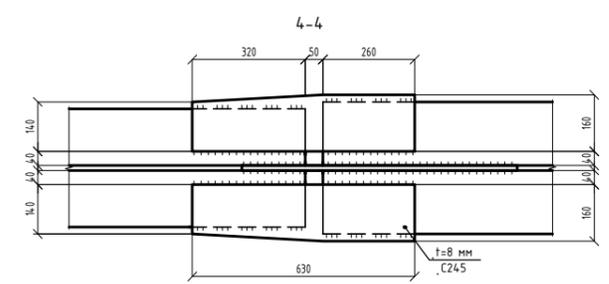
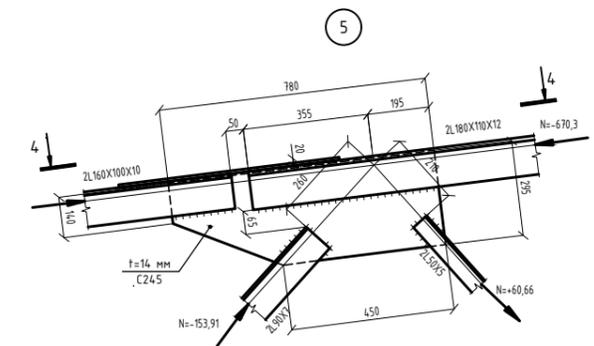
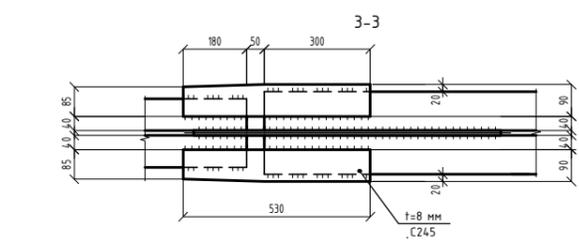
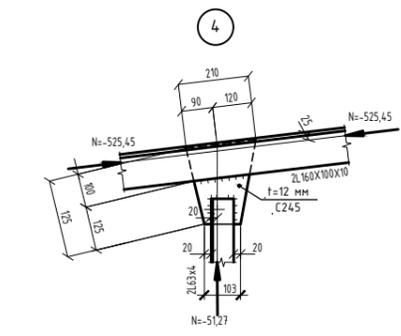
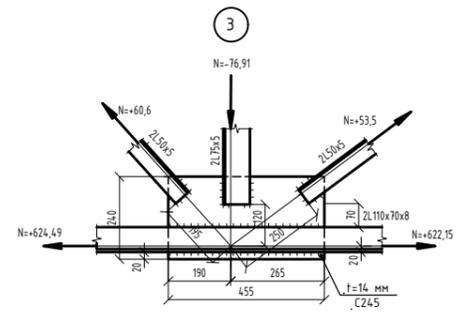
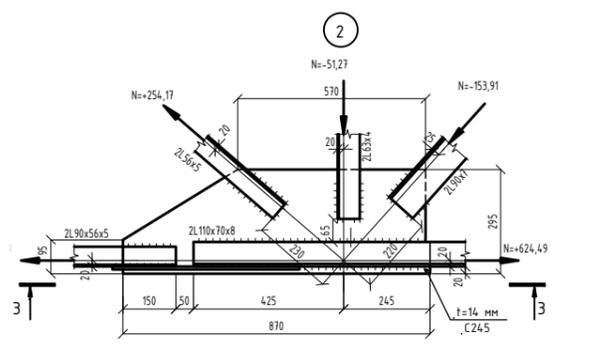
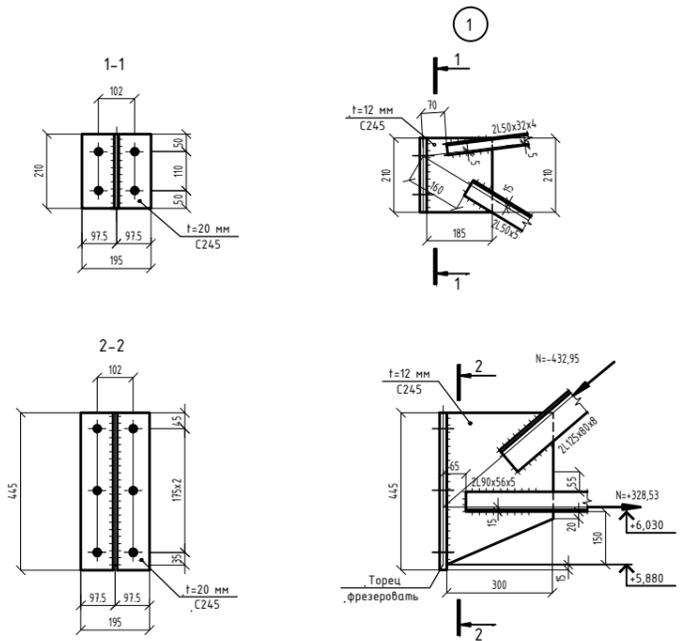
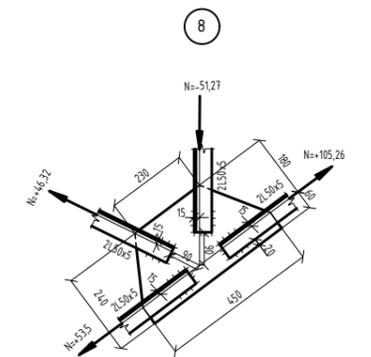
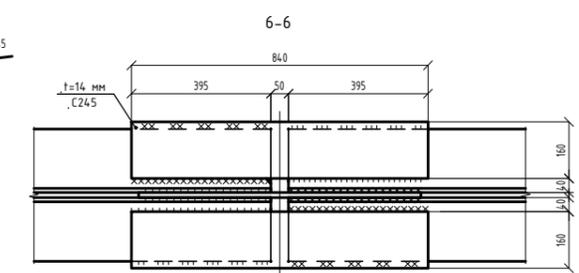
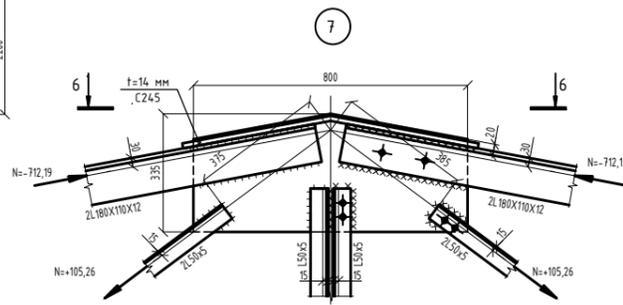
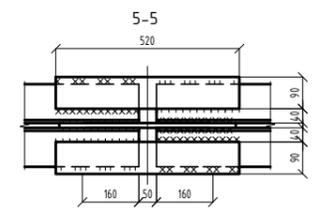
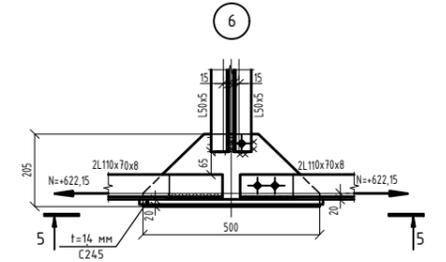
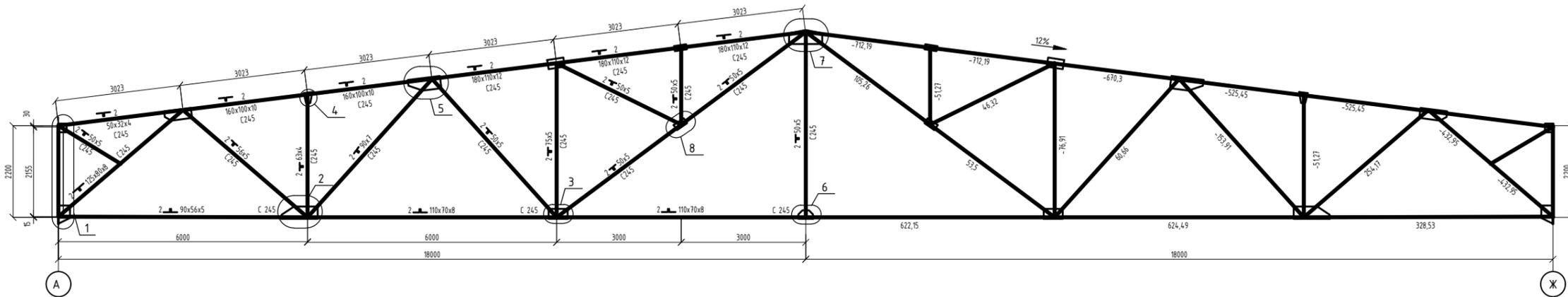
Геометрическая схема фермы ФС1



Монтажная схема фермы ФС1



ФС1
Фасонки t=12, С245, кроме оговоренных



Данный лист читать совместно с листом 3.
Все отверстия d=23, кроме оговоренных.
Все сварные швы выполнять механизированной дуговой сваркой в среде CO₂ (МДС_{СО2}). Сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70 k1=6 мм.
Все фланговые швы вывести на торцы элементов решетки на 20 мм.
Отверстия для крепления связей на узлах 1-7 условно не показаны.

БР-08.03.01.01 КМ				
ФГАУ "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Ж.В. ч.	Лист	№ док.	Дата
Разработал	Грица М.И.			
Консультант	Летяхова И.Я.			
Руководитель	Яшина А.А.			
Н. контр.	Яшина А.А.			
Зав. кафедрой	Кожаня А.А.			
Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63а в г.Красноярске			Стация	Лист
Геометрическая схема ФС1, монтажная схема ФС1, узлы 1-8.			У	2
			Кафедра СМТС	

Схема расположения колонн, стоек фахверка, стоек ворот и дверей

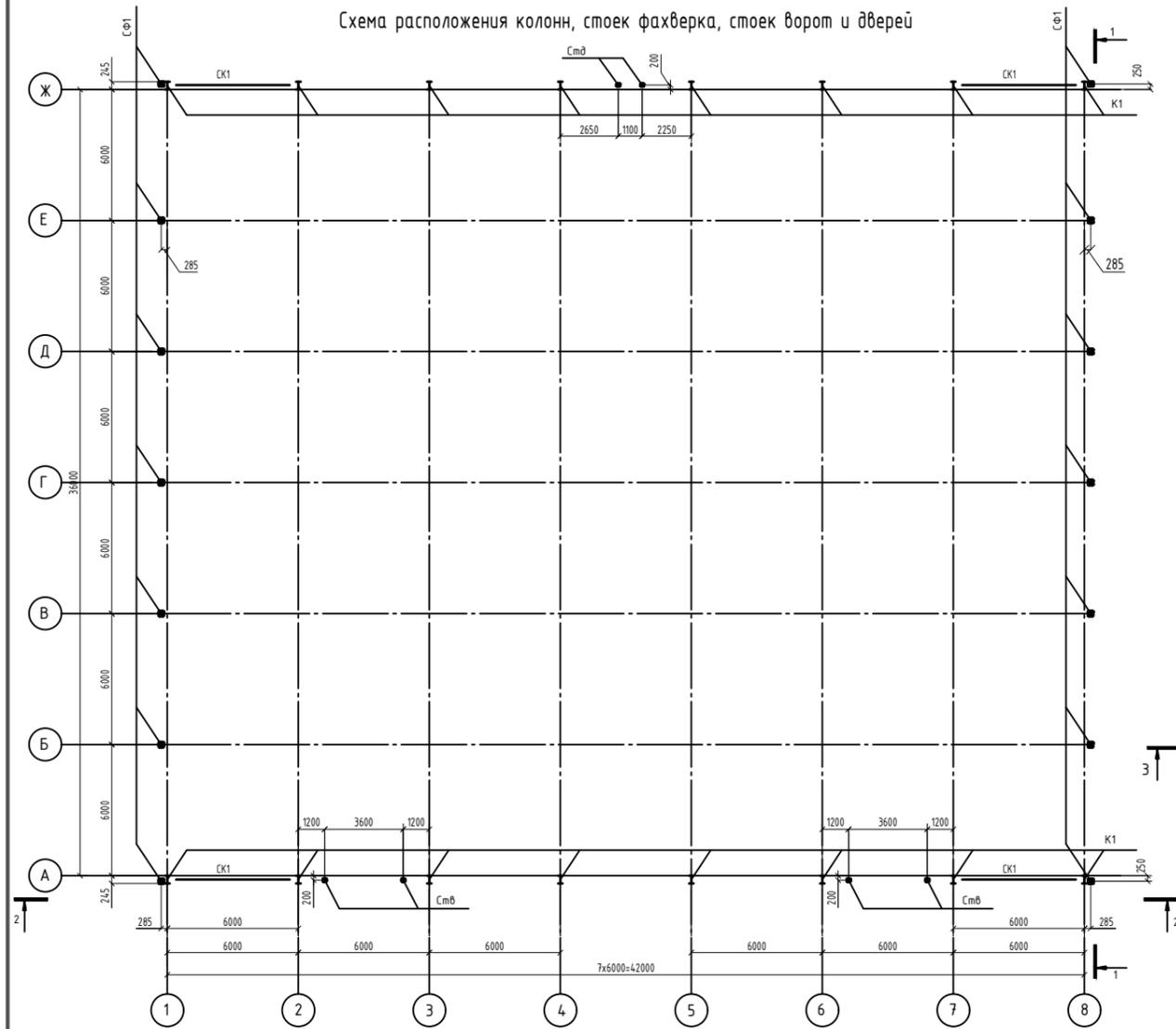


Схема расположения прогонов и связей по верхним поясам ферм

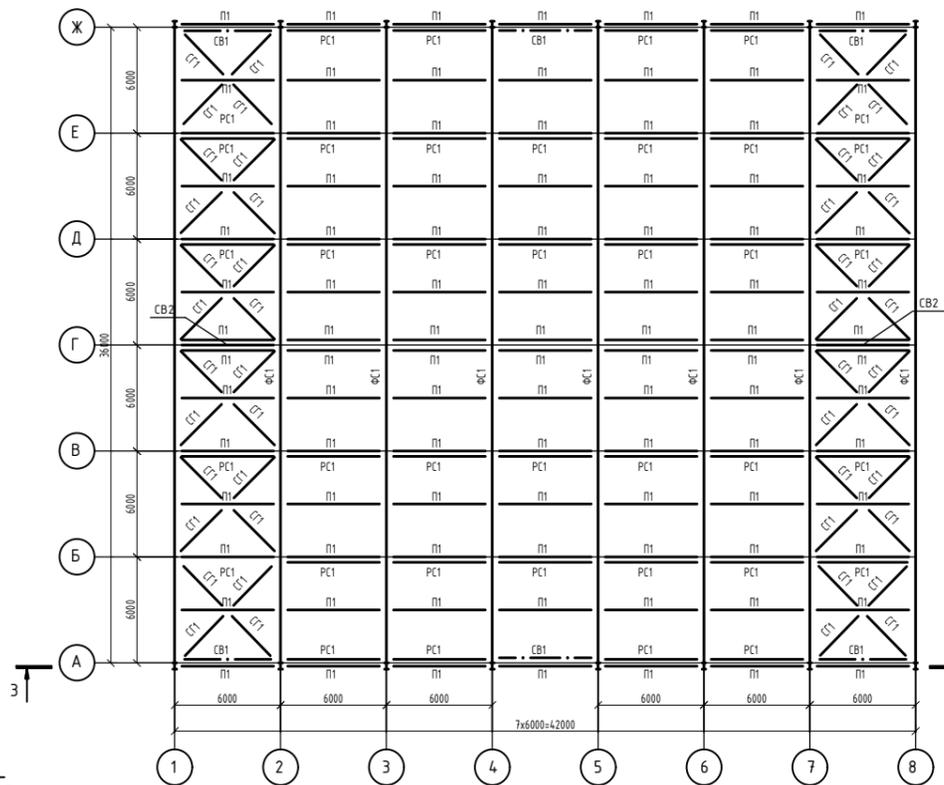
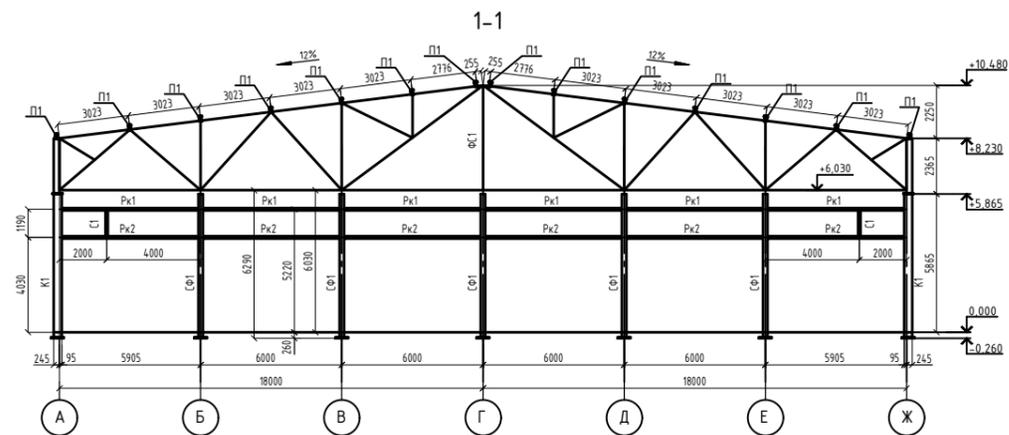
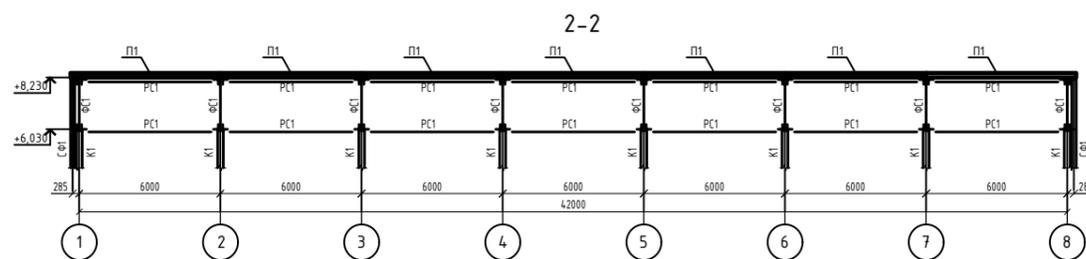
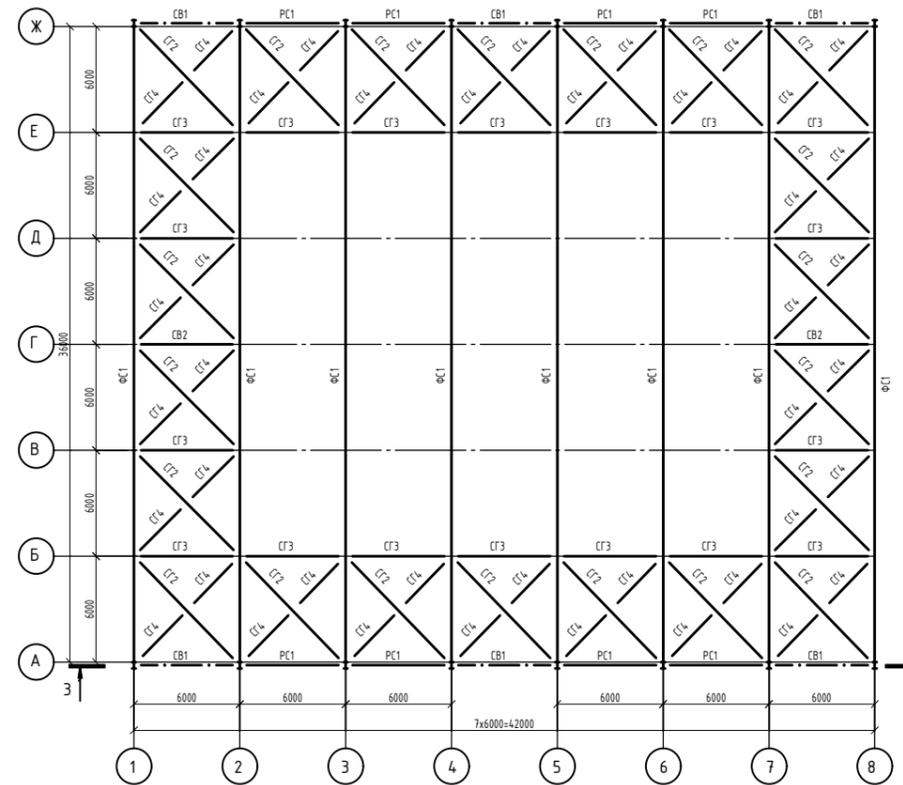
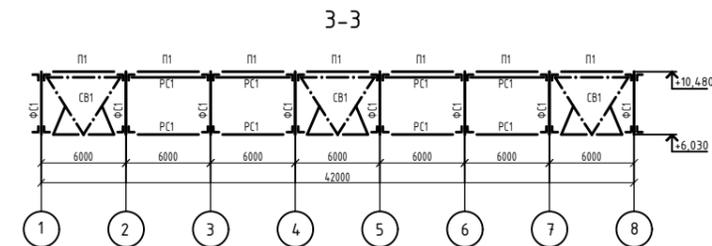


Схема расположения стропильных ферм и связей по нижним поясам



Марка элемента	Сечение		Условия для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание	
	эскиз	поз.	состав	Q, кН	N, кН			M, кН·м
СВ1		1, 2, 3, 4	100x5, 100x5, 70x5, 70x5				С245	
СВ2		1, 2, 3, 4	100x5, 100x5, 80x5, 80x5				С245	
СГ1			100x5				С245	
СГ2			120x5				С245	
СГ3			100x5				С245	
СГ4			100x5				С245	
РС1			100x5				С245	
РС2			100x4				С245	
РС3			100x6,5				С245	
РС4			100x6,5				С245	



1. Данный лист читать совместно с листом 2.
2. Прогон П1 представлен на листе 2.
3. Монтаж конструкций производить по проекту производства работ, в составе которого следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие прочность и устойчивость конструкций на всех этапах монтажа.
4. Монтаж связей выполнять на болтах М20 класса точности В.
5. На разрезах 1-1, 2-2 вертикальные связи не показаны.
6. Все металлические конструкции окрасить двумя слоями эмали ПФ-15 по одному слою грунта ГФ-021.
7. Места монтажной сварки окрасить дополнительно одним слоем эмали ПФ-15.
8. Все сварные швы выполнять механизированной дуговой сваркой в среде CO2, сварочная проволока СВ-08ГЦС по ГОСТ 2246-70, положение швов нижнее.

БР-08.03.01.01 КМ					
ФГАОУ "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Ж.А. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Григорьев И.В.				
Консультант	Пельмакова И.В.				
Руководитель	Якушина А.А.				
Н. контр.	Якушина А.А.				
Зав. кафедрой	Кожанян А.А.				
Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске				Страница	Лист
				4	3
Кафедра СМСТ					

Схема расположения свай

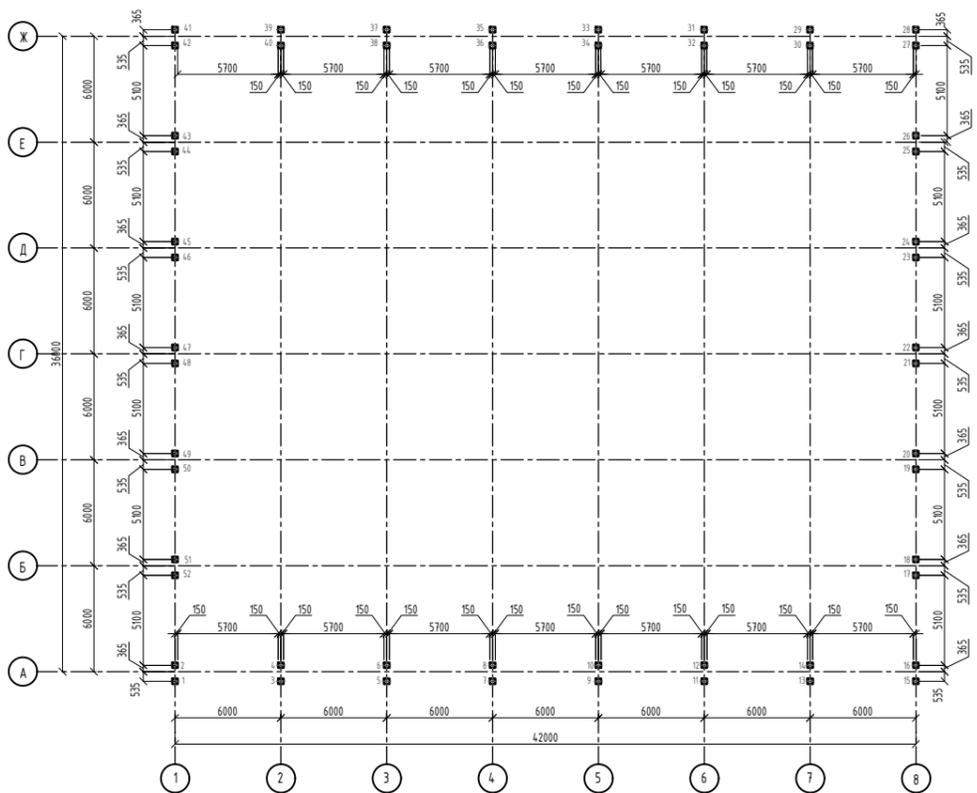
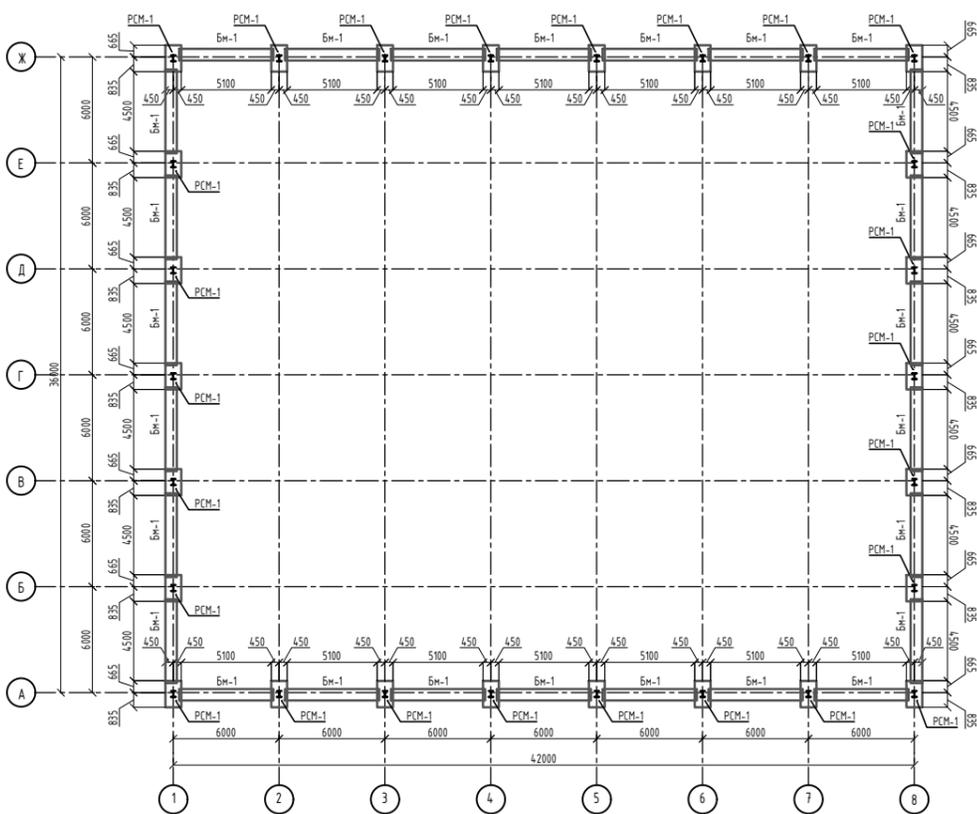
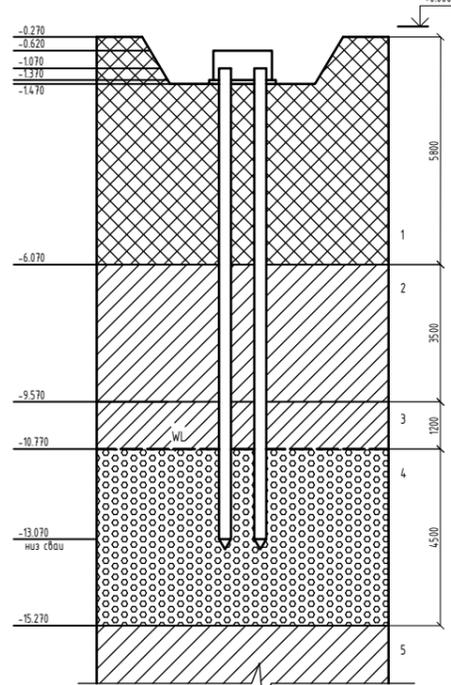


Схема расположения ростверков и фундаментных балок



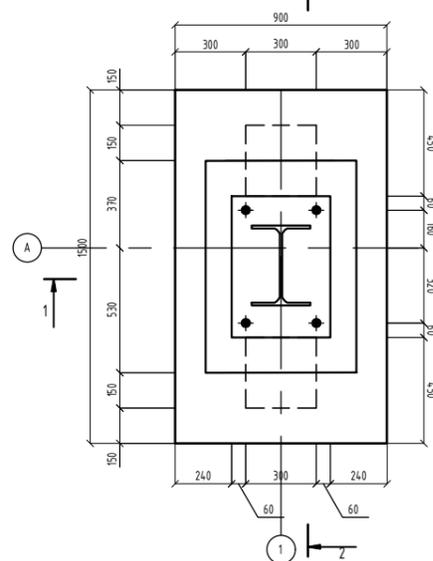
Инженерно-геологическая колонка



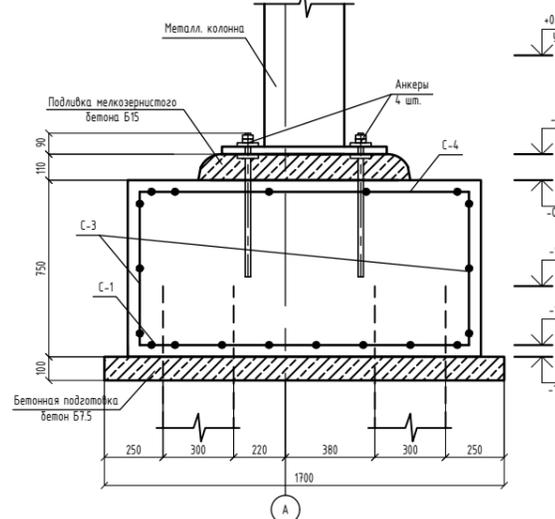
Условные обозначения

- Насыпной грунт (суглинок твердой консистенции)
- Суглинок тугопластичной консистенции
- Суглинок мягкопластичной консистенции
- Песок гравелистый
- Суглинок твердой консистенции
- WL - Уровень подземных вод

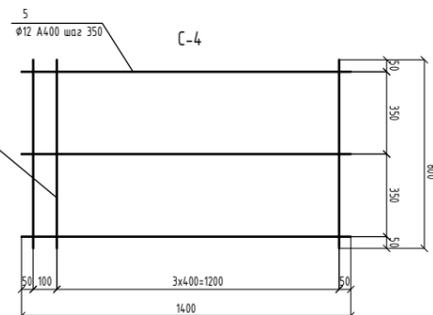
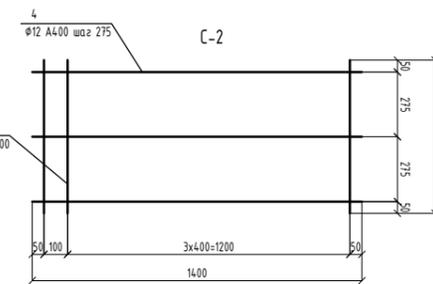
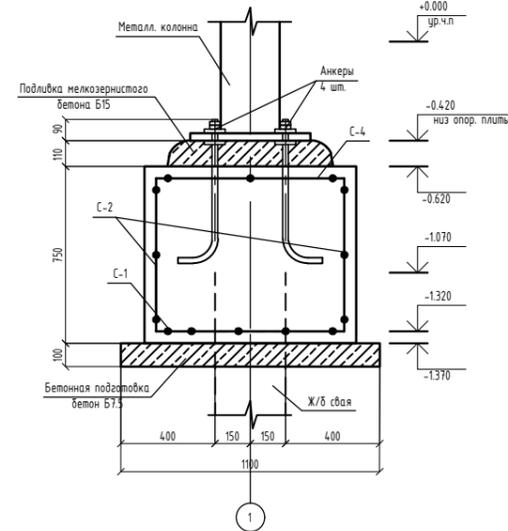
PCМ-1



Разрез 2-2



Разрез 1-1



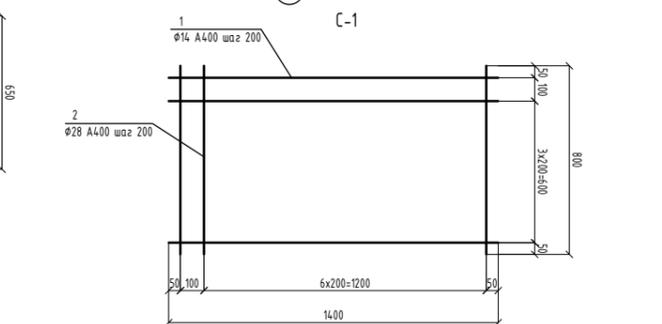
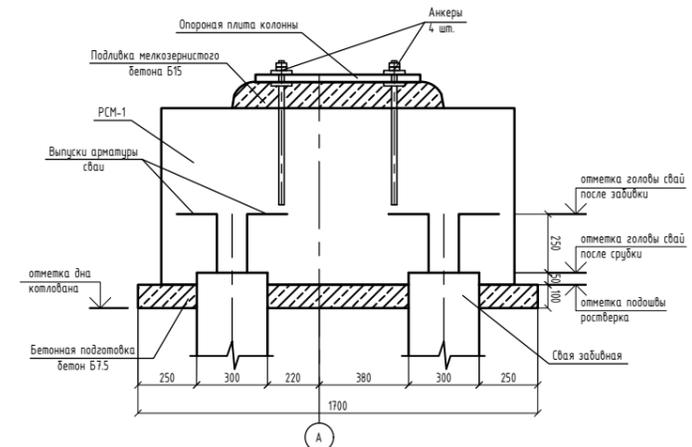
Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кз	Примечание
		Сваи железобетонные		2770	
1	ГОСТ19804-2012	С 120.30	52		шт.
PCМ-1		Монолитный ростверк PCМ-1	26		шт.
C-1	ГОСТ23279-2012	Сетка C-1	1		
1	ГОСТ34028-2016	Φ14 А400 l=1400мм	8	14.5	
2	ГОСТ34028-2016	Φ28 А400 l=800мм	5	9.1	
C-2		Сетка C-2	1		
3	ГОСТ34028-2016	Φ12 А400 l=650мм	5	6.3	
4	ГОСТ34028-2016	Φ12 А400 l=1400мм	3	4.8	
C-4		Сетка C-4	1		
5	ГОСТ34028-2016	Φ12 А400 l=1400мм	3	4.8	
6	ГОСТ34028-2016	Φ12 А400 l=800мм	5	8.1	
C-3	ГОСТ34028-2016	Сетка C-3	1	12.2	
		Материалы			
	ГОСТ26633-2015	Бетон кл. В25	1	1.1	м³
	ГОСТ26633-2015	Бетон кл. В15	1	0.11	м³
	ГОСТ26633-2015	Бетон кл. В7.5	1	0.187	м³
Бм-1		Фундаментная балка Бм-1	26		шт.
	ГОСТ28737-2016	4БФ60		1500	

Ведомость расхода стали

Марка элемента	Изделия арматурные						Всего, кг
	Арматура класса А 400						
	ГОСТ34028-2016		ГОСТ34028-2016				
	Φ12	Итого	Φ14	Φ22	Φ28	Итого	
PCМ-1	154.7	-	754	-	473.2	1227.2	2774.2

Узел заделки свай в ростверк



- За относительную отметку +0.000 принята отметка чистого пола этажа, что соответствует абсолютной отметке 180.8 м;
- Заделка свай в ростверк шарнирная, голова свай разбивается на 250 мм с выпусками арматуры;
- Сваи нагружаются вдавливанием;
- Под ростверком устроить бетонную подготовку 100 мм из бетона кл. В7.5;
- По верху фундаментных балок выполнить изоляцию однокомпонентным составом ЛАХТА;
- Основанием служит гравийный грунт с песчаным заполнителем, насыщенный водой;
- Фундаменты приняты из забивных свай сечением 30x30 см.

БР-08.03.01.01 КЖ				
ФГАОУ "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Ж.ч.ч.	Лист	№ док.	Дата
Разработал	Рязова М.Н.			
Консультант	Иванова О.А.			
Руководитель	Яшина А.А.			
Н. контр.	Яшина А.А.			
Зав. кафедрой	Кожанян А.А.			
Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске			Страницы	Листов
Схема расположения свай, схема расположения ростверков и фундаментных балок, PCМ-1, разрез 1-1, разрез 2-2, узел заделки свай в ростверк			У	4
Кафедра СМТС				

На территории строительства опасные для движения зоны следует ограждать или выставлять на их границах предупредительные знаки, должны быть установлены указатели проездов и проходов. Скорость движения автотранспорта на строящемся объекте не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах в рабочих зонах кранов 5 км/ч.
 Лица, работающие и находящиеся на строительной площадке, должны иметь защитные каски и другие средства индивидуальной защиты при необходимости.
 Рабочие всех специальностей, работающие на высоте, обеспечиваются проверенными и испытанными предохранительными поясами в соответствии с ГОСТ Р 50864.
 Запрещается нахождение людей под поднимаемым грузом. При подвесе элементов все условные знаки подвеса одним лицом - рабочим, обученным по профессии.
 Проезды, проходы, рабочие места необходимо регулярно очищать от мусора, остатков производства работ, снега, наледи.

Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды

В целях безопасности производства работ на строительной площадке необходимо обозначать как опасную зону и закрыть на нее доступ посторонним лицам, а также работникам в нетрезвом состоянии. У въезда на строительную площадку установить схему вывоза строительных отходов с указанием мест складирования материалов, мест разворота транспортных средств и т.д.
 В санитарно-бытовых помещениях, представленных подмывочными, должна быть аптечка с медикаментами, насадки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи.
 К началу основных строительных работ на строительной площадке должно быть обеспечено противопожарное водоснабжение.
 Обеспечение пожарной безопасности на строительной площадке осуществляется в соответствии с требованиями Правил противопожарного режима (Постановление правительства России от 25 апреля 2012 г. №390), СНиП 12-03-2001.
 При производстве строительных-монтажных работ следует соблюдать требования СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 16 ноября 2020 года № 782-н «Правила по охране труда при работе на высоте», СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в ПОС и ППР», СНиП 2.2.3.2733-10 «Технические требования к организации строительного производства и строительных работ» и других нормативных документов по охране труда, перечисленных в приложении А к СНиП 12-03-2001.
 При организации строительства необходимо предусмотреть ряд мероприятий, исключающих возможность нанесения вреда окружающей среде:
 - лица, осуществляющие строительство, должны обеспечивать уборку территории строительной площадки и прилегающей территории. Бытовой и строительный мусор, а также снег должны вывозиться своевременно в сроки и в порядке, установленном органом местного самоуправления;
 - проезд строительной техники может быть только по существующим автодорогам или по предусмотренным проектом временным дорогам;
 - соблюдать требования по предотвращению запыленности и загазованности воздуха;
 - не допускать разлива токсичных жидкостей, а также нефтепродуктов;
 - запреты строительных механизмов производить на специализированных площадках вне территории строительной площадки;
 - транспортирование сыпучих грузов выполнять с укрытием кузова автотранспорта брезентом;
 - предусмотреть профилактический ремонт используемой техники с целью недопущения утечки из маслобаков, гидравлических и пр.;
 - по завершении работ предусмотрена разборка всех временных сооружений.

Экспликация зданий и сооружений

№	Наименование	Кол-во	Марка, тип	Размеры в плане	Общая площадь, м²
1	Склад строительных материалов	1	Строящаяся	-	1512
Склады, в т.ч.:					416,4
2	Открытые склады	12	индивидуальный проект	9,5x3,5	400,0
3	Закрываемые склады (навес)	2	индивидуальный проект	2x4,1	16,4
4	КПП	2	КПП-105	2,5x3	16
5	Прорабская	1	Вагончик контейнерного типа 31315	6,7x3	20,1
7	Площадка укрупнительной сборки	2	индивидуальный проект	4,0x4,2	33,6
8	Гардеробная совмещенная с сушильной	1	Вагончик контейнерного типа 5055-1	7,5x3	22,50
9	Душевая	1	Вагончик контейнерного типа 494-4-14	8x3,5	28
10	Чумбальная	1	Вагончик контейнерного типа УТС-420-13	12x3	18,7
11	Помещение для обогрева	1	Вагончик контейнерного типа Э 420-01	6,68x2,79	7,98
12	Чуборная	1	Вагончик контейнерного типа 494-4-13	2,7x2	5,4

Технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Общая площадь участка строительной площадки	м²	9070,94
2	Площадь под временными зданиями и сооружениями	м²	871,08
3	Площадь под постоянными зданиями и сооружениями	м²	1595,42
4	Площадь складов	м²	416,4
5	Протяженность временных автомобильных дорог	км	0,338
6	Протяженность временных пешеходных дорожек	км	0,162
7	Протяженность временных коммуникаций	км	0,238
8	Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,418

Условные обозначения

	- временные здания и сооружения		- зона складирования различных материалов
	- место хранения грузозахватных приспособлений и тары		- направление движения транспорта
	- пожарный гидрант		- навес над входом в здание
	- воздушная линия электропередачи		- стойка автомобильного стрелового крана
	- подземный электрокабель		- направление движения автомобильного крана
	- водоснабжение временное (В1) и постоянное (В0)		- граница опасной монтажной зоны при падении предмета со здания
	- канализация временная (К1) и постоянная (К0)		- граница опасной зоны при работе крана
	- теплосеть временная (Т1) и постоянная (Т0)		- линия предупреждения об ограничении зоны действия крана
	- стена с указанием схемы движения транспорта на строительной площадке знак скоростного ограничения		- прожектор на опоре
	- временная пешеходная дорожка		- стена с противопожарным инвентарем и место для первичных средств пожаротушения
	- временная автомобильная дорога		- временная автомобильная дорога в опасной зоне работы крана

БР-08.03.01.01 ОП					
ФГАОУ "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Жил. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Григорьев М.Н.				
Консультант	Яковлев А.А.				
Руководитель	Яковлев А.А.				
Н. контр.	Яковлев А.А.				
Зав. кафедрой	Кожанян А.А.				
Склад строительных материалов по ул.Калинина, 63г в г.Красноярске				Страницы	Листы
Объектный строительный план на период возведения наземной части здания выше отм. +0,000. Экспликация зданий и сооружений. ТЭП				4	6
				Кафедра СМТС	

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

№ 0
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.А. Коянкин
подпись инициалы, фамилия
« 27 » 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В виде _____ проекта _____
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»
код, наименование направления

Склад строительных материалов по ул. Калинина, 63г в г. Красноярске
тема

Руководитель

А.А. Якшина
подпись, дата

ст. преподават. кафедры СМиТС
должность, ученая степень

А.А. Якшина
инициалы, фамилия

Выпускник

М.Н. Рзаева
подпись, дата

М.Н. Рзаева
инициалы, фамилия

Красноярск 2022