

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

Инженерно-строительный институт

«Строительные конструкции и управляемые системы»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде _____ проекта _____
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»
код, наименование направления

Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного
оборудования в г. Ачинске

Руководитель _____ доцент, канд. техн. наук И.Я. Петухова
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Студент _____ Л.А. Давыдова
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2023 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске» содержит 198 страниц текстового документа, 34 иллюстрации 26 таблиц, 2 приложения, 51 используемый источник, 8 листов графического материала.

СТРОИТЕЛЬСТВО, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА, МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФЕРМА, УЗЕЛ ФЕРМЫ, ФУНДАМЕНТ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.

Объект проектирования – производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования.

Цель выпускной квалификационной работы – обобщение, закрепление и применение теоретических и практических знаний и навыков, полученных в процессе обучения.

При разработке данной выпускной квалификационной работы поставлена задача разработать 6 разделов:

- архитектурно-строительный раздел;
- расчетно-конструктивный раздел;
- раздел проектирования фундаментов;
- раздел технологии строительного производства;
- раздел организации строительного производства;
- экономический раздел.

В ходе проделанной работы были произведены:

- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- расчет прогона П1 и фермы ФС;
- спроектирован фундамент мелкого заложения;
- выполнена технологическая карта на возведение металлического каркаса;
- разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания;

Содержание

1	Архитектурно-строительный раздел.....	10
1.1	Общие данные	10
1.1.1	Характеристика объекта строительства	10
1.1.2	Исходные данные и условия для подготовки документации на объект капитального строительства.....	10
1.1.3	Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг).....	10
1.1.4	Технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства	11
1.2	Схема планировочной организации земельного участка	11
1.2.1	Характеристика земельного участка предоставленного для размещения объекта капитального строительства	11
1.2.2	Обоснование границ санитарно-защитных зон объектов капитального строительства в пределах границ земельного участка.....	12
1.2.3	Обоснование и описание планировочной организации земельного участка в соответствии с градостроительным и техническим регламентом либо документом об использовании земельного участка	12
1.2.4	Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний проезд к объекту капитального строительства	13
1.3	Объемно-планировочные и архитектурные решения	13
1.3.1	Описание внешнего вида объекта капитального строительства, описание и обоснование пространственной, планировочной и функциональной организации объекта капитального строительства	13
1.3.2	Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства, реконструкции объекта капитального строительства	14
1.3.3	Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	14
1.3.4	Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного и технического назначения	15
1.3.5	Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	17
1.3.6	Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	18

					БР – 08.03.01 – 2023			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата				
Разработал		Давыдова Л.А.			Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Петухова И.Я.				Р	4	
Н. контроль		Петухова И.Я.				Кафедра СКиУС		
Зав.кафедры		Деордиев С.В.						

1.4 Конструктивные решения	18
1.4.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.....	18
1.4.2 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	19
1.4.3 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций	19
1.4.4 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.....	20
1.4.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства.....	21
1.4.6 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объекта капитального строительства	21
1.5 Описание проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых характеристик конструкций.....	21
1.5.1 Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	21
1.5.2 Обеспечение снижения шума и вибраций.....	22
1.5.3 Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции	22
1.5.4 Обеспечение снижения загазованности помещений	22
1.5.5 Обеспечение удаление избытков тепла	23
1.5.6 Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений	23
1.5.7 Обеспечение пожарной безопасности.....	23
1.6 Перечень мероприятий по охране окружающей среды	24
1.6.1 Перечень мероприятий по предотвращению и снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду	24
1.7. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	25
1.7.1 Описание системы пожарной безопасности объекта	25
1.7.2. Описание и обоснование принятых конструктивных объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности	26
Здание производственной базы представляет собой каркасно-связевую систему с поперечным расположением ригелей.....	26

1.7.3	Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара	26
1.7.4	Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара	27
1.8	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	28
2	Расчетно-конструктивный раздел	28
2.1	Компоновка конструктивной схемы здания	28
2.1.1	Разбивка сетки колонн.....	28
2.1.2	Определение основных размеров поперечника	28
2.2	Сбор нагрузок на ферму	29
2.2.1	Постоянные нагрузки	29
2.2.2	Временные нагрузки	30
2.3	Расчет прогона.....	33
2.3.1	Исходные данные	33
2.3.2	Сбор нагрузок на прогон	33
2.3.3	Статический расчет прогона.....	34
2.3.4	Конструктивный расчет прогона.....	35
2.4	Расчет стропильной фермы покрытия	37
2.4.1	Исходные данные	37
2.4.2	Сбор нагрузок на ферму	38
2.4.3	Подбор сечений стержней фермы	40
2.4.4	Расчет и конструирование узлов стропильной фермы на фасонках	54
3	Фундаменты.....	68
3.1	Исходные данные для проектирования	68
3.2	Сбор нагрузок на фундамент	71
3.2.1	Общие данные	71
3.3	Проектирование столбчатого фундамента.....	72
3.3.1	Анализ грунтовых условий.....	72
3.3.2	Определение глубины заложения фундамента.....	72
3.3.3	Определение размеров подошвы фундамента	73
3.3.4	Определение расчетного сопротивления грунта основания	74
3.3.5	Проверка условий расчета основания по деформациям	75
3.3.6	Расчет осадки фундамента и проверка условия по деформациям	76
3.3.7	Конструирование столбчатого фундамента неглубокого заложения	79
3.3.8	Расчет фундамента по первой группе предельных состояний.....	80
3.3.9	Расчет плитной части фундамента на изгиб	82
3.4	Проектирование фундамента из забивных свай	84
3.4.1	Исходные данные	84
3.4.2	Определение несущей способности забивной сваи	85
3.4.3	Определение числа свай и проектирование ростверка	86
3.4.4	Проверка плиты ростверка на изгиб и определение арматуры.....	87
3.5	Технико – экономическое сравнение вариантов фундаментов.....	89

4	Технология строительного производства.....	92
4.1	Технологическая карта на возведения каркаса здания	92
4.1.1	Область применения	92
4.1.2	Организация и технология выполнения работ.....	92
4.1.3	Требования к качеству и приемке работ.....	98
4.1.4	Потребность в материально-технических ресурсах	104
4.1.5	Техника безопасности и охрана труда	110
4.1.6	Технико-экономические показатели	122
5.	Организация строительного производства.....	123
5.1	Организация строительной площадки	123
5.2.	Общая организация строительства и методы производства работ	123
5.3	Подбор крана	127
5.4	Определение зон действия крана	127
5.5	Проектирование внутрипостроечных дорог	129
5.6	Расчет требуемых площадей складов и организация складского хозяйства	130
5.7	Расчет площадей временных зданий, подбор бытовых помещений и организация бытового городка	132
5.8	Расчет потребности в электроснабжении строительной площадки	134
5.9	Расчет потребности во временном водоснабжении строительства	137
5.10	Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене...	139
5.11	Проектирование временного теплоснабжения	140
5.12	Разработка мероприятий по охране труда и пожарной безопасности	141
5.13	Разработка мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов	142
6	Экономика строительства	143
6.1	Экономическое обоснование строительства объекта	143
6.1.1	Место размещения объекта инвестирования, строительный участок и окружающая среда	143
6.1.2	Предпосылки и основная идея проекта	144
6.1.3	Обеспеченность и доступность ресурсов	146
6.2	Составление локального сметного расчета на строительные работы	146
6.34	Определение основных технико – экономических показателей проекта.....	151
	Список литературы	153
	Приложение А	158
A.1	Теплотехнический расчет покрытия	158
A.2	Теплотехнический расчет плиты стенового ограждения.....	160
A.3	Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждающих конструкций	162
	Приложение Б.....	163

Введение

Производство котлов и котельного оборудования является одной из важнейших отраслей энергомашиностроения Российской Федерации. В нашей стране котлы и котельное оборудование выпускают более 20 крупных котельных заводов, а также значительное количество небольших современных котлостроительных компаний. Они производят как котлы высоких мощностей для ТЭЦ, так и котлы для жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятий.

Кроме того, производство котлов и котельного оборудования в нашей стране учитывает всю специфику географического положения и климатических условий России: это низкие температуры на большей части территории страны, удаленность населенных пунктов и их труднодоступность, невозможность доставки тех или иных видов топлива.

Целью работы является разработка проекта производственной базы по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования, для того чтобы внести вклад в развитие промышленности и экономики России.

Появление в небольшом городе Ачинске нового развивающегося предприятия привлечет молодое трудоспособное население, таким образом будет развиваться и социальная сфера жизни общества.

При разработке данной выпускной квалификационной работы поставлена задача разработать 6 разделов:

- архитектурно-строительный раздел;
- расчетно-конструктивный раздел;
- раздел проектирования фундаментов;
- раздел технологии строительного производства;
- раздел организации строительного производства;
- экономический раздел.

В ходе проделанной работы были произведены:

- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- расчет прогона П1 и фермы ФС;

- спроектирован фундамент мелкого заложения;
- выполнена технологическая карта на возведение металлического каркаса;
- разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания;

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Общие данные

1.1.1 Характеристика объекта строительства

Проект здания производственной базы по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования разработан в соответствии с требованиями нормативных документов.

Назначение объекта – здание промышленного назначения.

1.1.2 Исходные данные и условия для подготовки документации на объект капитального строительства

Выпускная квалифицированная работа на тему «Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске» разработан на основании:

- 1) Задания на выполнения выпускной квалификационной работы.
- 2) Геологического разреза грунтового основания.

Проект разработан в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» № 87 от 16.02.2008 года.

Проект разработан в соответствии с учетом градостроительных планов земельных участка с кадастровым номером 24:02:0703001:20, инженерными изысканиями.

1.1.3 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг)

Объект «Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске» является одноэтажным зданием производственного назначения.

Здание предусмотрено для изготовления и ремонта котлов и котельного оборудования. Внутренняя территория предприятия разделена на

предзаводскую, производственную, подсобную, складскую зоны. Производство планируется в 2 смены. Экспликация помещений представлена на листе 1.

1.1.4 Техничко-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства

Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального строительства приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Техничко-экономические показатели проекта строительства производственной базы по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	4563,64
Площадь объекта	м ²	4536
Этажность	эт.	1
Материал стен		сендвич-панели
Высота этажа	м	12,8
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	63845,3
надземной части	м ³	64484,48
подземной части	м ³	1360,8
Объемный коэффициент		14,1

1.2 Схема планировочной организации земельного участка

1.2.1 Характеристика земельного участка предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Строительство производственной базы для изготовления котлов и котельного оборудования планируется в пределах города Ачинска, на участке с кадастровым номером 24:02:0703001:20. Объект расположен по адресу Красноярский край, Ачинский район, автодорога "Байкал" 644 км, № 9, параллельно улице Верхней г. Ачинска. Уточненная площадь участка согласно кадастровым картам 42285 м². Ситуационный план представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Ситуационный план

1.2.2 Обоснование границ санитарно-защитных зон объектов капитального строительства в пределах границ земельного участка

Участок расположен оптимально согласно розе ветров г. Ачинска. Преобладающее направление ветра – юго-западное, жилые и общественные здания города находятся в противоположной стороне. Данные условия соответствуют экологическому законодательству.

Согласно СанПиНу (Санитарные Правила и Нормы) 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция" производственная база для изготовления котлов и котельного оборудования относится к IV классу опасности. Следовательно санитарно-защитная зона объекта должна составлять 100 м. На подобранном для строительства участке возможно реализовать СЗЗ.

1.2.3 Обоснование и описание планировочной организации земельного участка в соответствии с градостроительным и техническим регламентом либо документом об использовании земельного участка

Категория земель участка определяется согласно кадастровым картам как земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания,

телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны. Участок свободен от застройки.

1.2.4 Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний проезд к объекту капитального строительства

Объект расположен вблизи автодороги "Байкал" на 644 километре, внутри площадки строительства предусмотрены асфальтобетонные дороги для автомобильного транспорта. Подъезд к участку происходит по дороге общего пользования. Въезд к зданию ограничен шлагбаумом и осуществляется по пропускам при необходимости для доступа специализированных машин.

1.3 Объемно-планировочные и архитектурные решения

1.3.1 Описание внешнего вида объекта капитального строительства, описание и обоснование пространственной, планировочной и функциональной организации объекта капитального строительства

Объект капитального строительства имеет простую прямоугольную форму в плане, геометрические размеры в плане в осях А-К – 54 м, 1-15 – 84 м. Здание состоит из двух параллельных пролетов одинаковой длины и высоты с размерами в плане в осях А-Д – 24 м, Д-К – 30 м.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа. Здание одноэтажное. Высота объекта от отметки 0.000 до низа стропильных конструкций составляет 9,6 м.

Здание с наружными стенами из сэндвич-панелей. Конструктивная схема – каркасная.

Архитектурно-планировочное решение здания принято исходя из особенностей его функционального предназначения в соответствии с [5].

Пространственная и планировочная организация объекта обосновано его функциональной и конструктивной схемами.

Функциональная организация объекта обоснована технологией производства котлов и котельного оборудования.

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

Объект запроектирован с учетом природно-климатических условий района строительства и функционально-технологических особенностей производства.

Объемно-планировочные решения построены на принципах функциональной связи помещений и технологических процессов. В проекте применены унифицированные пролеты и высоты с модульной привязкой и размерами.

Объемно-планировочные и конструктивные решения разработаны на основе действующих нормативных документов, утвержденных Минстроем России. В принятых решениях учтены мероприятия по пожарной безопасности и охране труда, предъявляемые к предприятиям по изготовлению котельного оборудованию.

Архитектурно-планировочные решения приняты с учетом санитарно-гигиенических требований. Проект разработан с соблюдением правил по разработке проектной документации. В проекте учтены обязательные гигиенические требования, обеспечивающие условия труда, необходимые для сохранения здоровья работающих, и охрану окружающей природной среды.

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

Объемно-планировочные решения здания создают внешний образ современного производственного здания.

Лаконичное архитектурное решение фасадов определено функциональной обусловленностью этих элементов, возможностями выбранного строительного материала, а именно сэндвич-панелей. Широкий спектр цветов панелей позволяет создать современный индивидуальный образ сооружения.

Кровля плоская с внутренним водостоком, покрытием являются современные гидроизоляционные материалы.

1.3.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного и технического назначения

В отделке помещений предусмотрено использование современных, экономически обоснованных, экологически- и пожаробезопасных материалов.

Покрытие стен – двухкомпонентная композиция, наносимая в 2-3 слоя лакокрасочного материала. Увеличивает срок службы конструкций на 4-8 лет, в зависимости от материала окрашиваемой поверхности.

Антикоррозионное покрытие металлоконструкций состоит из двух компонентов, образующих после полимеризации прочное покрытие с высокой износостойкостью, химической стойкостью и длительным сроком службы.

Ведомость отделки помещений представлена в таблице 1.2.

Тип пола выбран в зависимости от функционального назначения помещения. В помещениях, предназначенных для производства, предусмотрено обеспыливающее покрытие в целях пожарной безопасности. Экспликация полов представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.2 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера						
	Потолок	Площадь, м ²	Стены или перегородки	Площадь, м ²	Колонны	Площадь, м ²	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

1-15	-	-	Двухкомпонентное покрытие на основе эпоксидных смол АКРУС Гидро РР	12495	Антикоррозионное покрытие двухкомпонентным цветным составом на эпоксидной основе с содержанием слюдяных окислов железа ДенсТоп ЭП 203	83,7	-
------	---	---	--	-------	---	------	---

Таблица 1.3 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.)	Площадь, м ²
1	2	3	4	5
3, 4	1		<p>1. Топинг – обеспыливающее покрытие</p> <p>2. Железобетонная плита из фибробетона – 200 мм</p> <p>3. Полипропиленовая пленка Изоспан D</p> <p>4. Подстилающий слой из щебня 150 мм</p> <p>5. Утрамбованный слой песка</p> <p>6. Грунт основания</p>	1276,83
1-2, 5-14	2		<p>1. Топинг – обеспыливающее покрытие</p> <p>2. Стяжка из цементно-песчаного раствора 40 мм</p> <p>3. Подстилающий слой из щебня 150 мм</p> <p>4. Утрамбованный слой песка</p> <p>5. Грунт основания</p>	4034,47

15	3		1. Керамическая плитка 5 мм 2. Плиточный клей 3. Гидроизоляция Техноэласт 4. Стяжка из цементно-песчаного раствора 50 мм 5. Подстилающий слой из щебня 150 мм 6. Утрамбованный слой песка 7. Грунт основания	21,51
----	---	--	--	-------

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

Естественное освещение производственной базы запроектирована с учетом планировочных и конструктивных решений здания, технологии производства продукции.

Предусмотрено ленточное витражное остекление фасада здания и светоаэрационные фонари в каждом пролете здания. Таким образом, система естественного освещения обеспечивает объект нормируемой продолжительностью инсоляции и освещения.

Расчетные значения показателей коэффициента естественной освещенности соответствуют нормам [6].

Определение вида заполнения оконных проемов представлено в Приложении А.3.

Спецификация элементов заполнения оконных и дверных проемов приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Спецификация элементов заполнения оконных и дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.
1	2	3	4
Двери и ворота			
1	ГОСТ 31173-2016	ДВ 1000x2100	4
2	ГОСТ 31173-2016	ДВ 1100x2100	1
3	ГОСТ 31173-2016	ДВ 900x2100	6

4	ГОСТ 31174-2017	ВР 3600 х 2800	16
Витражи			
ВР-1	ГОСТ 21519-2003	ОАК СПД 3000-3000-82 В2	84
ВР-2	ГОСТ 21519-2003	ОАК СПД 1200-3000-82 В2	40

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

Защиту от шума вибрации обеспечивают наружные ограждающие конструкции и кровля. Помещения объекта не требуют дополнительной защиты от шума и вибрации.

От воздействия влаги помещения защищены гидроизоляцией и пароизоляцией. Вертикальная и горизонтальная гидроизоляция предусмотрена для защиты фундамента. Так же гидроизоляция предусмотрена в конструкции кровли и пола. Пароизоляция присутствует в конструкции крыши. Пароизоляционный материал – мастика битумная.

1.4 Конструктивные решения

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

Для климатической характеристики участка в таблице 4.1 приводятся данные для Красноярского края, г. Ачинска.

Природно-климатические условия согласно [4] и [7]:

1. Климатический район и подрайон

1, 1В.

2. Расчетные температуры наружного воздуха

Наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92: -36°С.

Средняя годовая температура воздуха: -10,4 °С.

3. Данные по влажности наружного воздуха (зона влажности, упругость водяного пара наружного воздуха, осадки)

Суточный максимум осадков – 99 мм.

Зона влажности – сухая.

Относительная влажность воздуха – 66,2%.

Среднее годовое парциальное давление водяного пара – 6 гПа.

4. Свойства грунтов;

Грунт – песок средней крупности, крупный и гравелистый.

Глубина промерзания – 2,29 м.

5. Данные по ветру (повторяемость и скорость ветра по направлениям) и снегу (снеговая нагрузка).

Преобладающее направление ветра зимой– ЮЗ.

Преобладающее направление ветра летом– ЮЗ.

Максимальная скорость ветра зимой – 4,7 м/с.

Максимальная скорость ветра летом – 2,7 м/с.

Снеговой район – III, ветровой район – IV.

Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли (IV район по весу снегового покрова) – $S_g = 2$ кПа.

Нормативное значение ветрового давления (III район по ветровому давлению) – $w_0 = 0,38$ кПа.

Инженерно-геологические изыскания приведены в п. 3.1.

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

Уровень подземных вод на момент изыскания зафиксирован на абсолютных отметках +218,08, +218,62, глубина 3,30-4,460 м. Подземные воды приурочены к аллювиальным четвертичным отложениям. Воды порово-пластичного типа, безнапорные.

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

Конструктивная схема – каркасная. Конструктивная схема – с

поперечным расположением ригелей.

Каркас – металлические колонны и металлические фермы, металлические крестовые вертикальные и горизонтальные связи. Колонны – одноветьевые сплошного двутаврового сечения, два ряда крайних колон, один ряд средних. Предусмотрены консоли для передвижения мостовых кранов. Фермы из парных уголков с параллельными поясами. Фахверковые колонны для крепления перегородок, сэндвич панелей и ворот – прямоугольные трубы.

Несущие конструкции здания – рамы, состоящие из колонн и ферм.

Ограждающие конструкции стен – сэндвич-панели.

Покрытие здания – профилированный настил по металлическим прогонам.

Пролеты блоков здания – 24 м и 30 м.

Выбор металлического каркаса здания обусловлен быстрой скоростью и простотой возведения, небольшой массой конструкции каркаса.

1.4.4 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

Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается:

- в поперечном направлении – конструкциями несущих рам;
- в продольном направлении – системой вертикальных связей и распорок.

Жесткость каркаса здания обеспечивается совместной работой жесткого диска покрытия, системы горизонтальных связей и жестким закреплением

колонны в фундаменте. Жесткость торцевых стен – системой распорок по стойкам фахверка.

Система связей разработана с учетом требований [1].

1.4.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

Проектирование фундаментов произведено с учетом [8].

За проектную отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1-го этажа, что соответствует абсолютной отметке +221,550.

Под колонны, оборудование и фахверки запроектирован столбчатый фундамент мелкого заложения.

Расчет фундамента приведен в разделе 3 «Фундаменты» настоящей пояснительной записки.

1.4.6 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объекта капитального строительства

Объемно-планировочное решение описано в п. 1.3 настоящей пояснительной записки.

1.5 Описание проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых характеристик конструкций

1.5.1 Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Тепловая защита здания запроектирована с учетом требований [7].

Все ограждающие конструкции подобраны по теплотехническому расчету.

Стеновое ограждение представляет собой стеновые сэндвич-панели с утеплителем из минераловатных плит фирмы ООО «МеталлПрофиль» толщиной 100 мм.

Конструкция кровли включает в себя один слой утеплителя: минераловатная плита толщиной 100 мм фирмы ТехноНиколь.

1.5.2 Обеспечение снижения шума и вибраций

Снижение шума и вибраций достигается путем устройства:

- ограждающих светопрозрачных конструкций с воздушными прослойками;
- дверных полотен со звукоизоляционным слоем внутри;
- уплотнительных прокладок в притворах.

1.5.3 Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции

Данным проектом предусмотрена надежная гидроизоляция здания для его долговременной эксплуатации.

Для конструкций подземной части здания и цокольных железобетонных панелей предусмотрена битумная гидроизоляция в 2 слоя.

Конструкция кровли с утеплителем из минеральной ваты, уложенной в 1 слой (100 мм), предусматривает гидроизоляцию в виде ПВХ-мембраны кровельной фирмы RenofolCV.

По периметру здания выполняется бетонная отмостка шириной 1000 мм. Конструкцию отмостки см. лист 2 графической части.

1.5.4 Обеспечение снижения загазованности помещений

Проект предусматривает систему вентиляции и дымоудаления с учетом требований к помещениям по их функциональному назначению.

Предусмотрено открывание витражных конструкций как основных, так и фонарных.

1.5.5 Обеспечение удаление избытков тепла

Удаление избытков тепла выполняется с помощью вентиляционной системы.

1.5.6 Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений

Для соблюдения санитарно-гигиенических условий все материалы, применяемые для проектирования здания, должны иметь гигиенические сертификаты.

1.5.7 Обеспечение пожарной безопасности

По функциональной пожарной опасности здание относится к классу Ф5.1 – производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские, крематории;

Степень огнестойкости – IVа.

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С1.

Класс пожарной опасности – К1.

Необходимость определения класса конструктивной пожарной опасности здания (С0, С1, С2, С3) установлена требованиями ст. 28, ст. 31 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

Уровень ответственности – нормальный.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности определена для каждого помещения здания и указана в экспликации помещений на листе 1 графической части.

Пожарная безопасность достигается применением негорючих материалов, а также установкой в здании автоматических установок пожаротушения и автоматическим отключением во время пожара систем приточно-вытяжной вентиляции.

Эвакуационные пути в здании обеспечивают беспрепятственную эвакуацию людей из помещений непосредственно наружу. Открывание дверей и ворот выполняется наружу, для обеспечения эффективной эвакуации людей.

1.6 Перечень мероприятий по охране окружающей среды

1.6.1 Перечень мероприятий по предотвращению и снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду

В период строительства неизбежно образование отходов производства и потребления, количество которых зависит от объема используемых строительных материалов, периода ведения строительных работ и количества техники и людских ресурсов, задействованных в данном строительстве. Образуются следующие виды отходов:

1. Отходы от жизнедеятельности работников строительных бригад;
2. Мусор строительный.

Обеспечение строительства водой, энергоснабжение и канализация осуществляется от существующих сетей действующей базы отстоя судов экологического флота.

При проведении сварочных работ штучными электродами образуются отходы — остатки и огарки стальных сварочных электродов.

Отходы, образующиеся при строительстве объектов перспективной застройки, относятся к 3, 4 и 5 классам опасности.

С целью исключения образования и накопления отходов от обслуживания различной техники используемой при строительстве, ремонт и техническое обслуживание техники необходимо осуществлять на производственной базе подрядной строительной организации. Заправку техники ГСМ следует предусмотреть на существующих в районе АЗС.

От эксплуатации техники будет образовываться только обтирочный материал, загрязненный нефтепродуктами, для его сбора необходимо предусмотреть отдельное место накопления и емкость с крышкой, так как

данный отход является пожароопасным. По мере накопления обтирочный материал, загрязненный нефтепродуктами, следует передавать специализированным организациям для утилизации.

Строительный мусор и отходы от жизнедеятельности работников строительных бригад для предотвращения загрязнения окружающей среды необходимо накапливать в специально отведенных местах и заключить договор на ежедневный вывоз специализированными предприятиями для их вывоза и захоронения.

Для сбора огарков стальных сварочных электродов следует предусмотреть специальное место накопления, данный вид отходов необходимо сдавать на специализированные предприятия для переработки и использования в качестве вторичного материального ресурса, тем самым предотвращая загрязнения окружающей среды.

Согласно требованиям ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ст. 10) при проектировании должны быть разработаны техническая и технологическая документация и система мер по образованию, сбору, временному хранению на территории строительства, вывозу, и захоронению отходов производства и потребления. Условия и способы обращения с отходами должны соответствовать требованиям безопасности для здоровья населения и среды обитания (ст. 22 ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 N 52-ФЗ).

При строительстве так же происходит воздействие объекта на атмосферный воздух. В процессе строительства поступления вредных веществ в воздушный бассейн будут носить временный характер, обусловленный продолжительностью строительства. Все источники выбросов неорганизованные. Аварийные и залповые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу исключаются.

1.7. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

1.7.1 Описание системы пожарной безопасности объекта

Обеспечение пожарной безопасности приведено в п. 1.5.7.

1.7.2. Описание и обоснование принятых конструктивных объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности

Здание производственной базы представляет собой каркасно-связевую систему с поперечным расположением ригелей.

Размеры в плане 54 м х 84 м. Этажность - 1 этаж. За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа. Здание одноэтажное. Высота объекта от отметки 0.000 до низа стропильных конструкций составляет 9,6 м.

Степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности здания приняты с учетом этажности, класса функциональной пожарной опасности, площади пожарного отсека и пожарной опасности происходящих технологических процессов.

Конструктивные, объемно-планировочные и проектные решения по степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности в случае пожара обеспечивают:

- эвакуацию людей до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность проведения мероприятий по спасению людей;
- возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещения здания;
- возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара;
- нераспространение пожара на соседние здания.

1.7.3 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара

Мероприятия по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара направлены на:

- спасение людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара;
- своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей;
- защиту людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара.

Здание имеет объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей из здания в случае возникновения пожара:

- установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям.

Для эвакуации людей предусмотрено не менее двух эвакуационных выходов, расположенных рассредоточено.

1.7.4 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара

Тушение возможного пожара и проведение спасательных работ обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно-техническими и организационными мероприятиями.

Деятельность пожарных подразделений обеспечена путем устройства:

- пожарных проездов и подъездных путей для пожарной техники, совмещенных с функциональными проездами и подъездами;
- наружного противопожарного водоснабжения.

Для обеспечения доступа пожарных в помещения здания, в пространстве между объектом и проездами не предусматриваются ограждения и другие затрудняющие доступ конструкции, а также рядовая посадка деревьев.

По периметру всей кровли предусматривается парапет высотой 1,2 м. Для выхода на кровлю предусматривается пожарная

лестница типа III. Пожарная лестница изготавливается из негорючих материалов.

1.8 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций представлен в Приложении А.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Компонировка конструктивной схемы здания

2.1.1 Разбивка сетки колонн

Разбивка сетки колонн – это размещение колонн в плане, который характеризуют два основных параметра:

- расстояние между продольными координационными осями, называемое пролетом здания;
- расстояние между поперечными осями здания.

В соответствии с заданием на проектирование принимаем пролеты здания $\ell_{АД}=24000$ мм, $\ell_{ДК}=30000$ мм. Шаг колонн принимаем 6 м в соответствии с длиной ограждающих конструкций и сэндвич панелей.

2.1.2 Определение основных размеров поперечника

Вертикальные размеры (рисунок 2):

- полезная высота H_0 (расстояние от уровня чистого пола - отм. 0.000 – до низа стропильной фермы), $H_0=9600$ мм;
- длина колонны до низа стропильной фермы по осям А, Д и К $H=H_0+H_B=10200$ мм;
- высота фермы на опоре $h_{го}=3150$ мм.
- высота фермы светоаэрационного фонаря на опоре $h=2560$ мм.

Горизонтальные размеры (рисунок 2):

- пролет здания в осях АД $\ell_{АД}=24000$ мм, в осях ДК $\ell_{ДК}=30000$ мм;

- привязка наружной грани колонны к разбивочной оси: привязка колонн к осям А и К - 250, к оси Д - центральная;

- высота сечения крайней колонны в плоскости рамы h по оси А и К:

$$h^{K1} = 340 \text{ мм} \rightarrow \text{I40Ш7; ГОСТ Р 57.837-2017.}$$

- высота сечения средней колонны в плоскости рамы h по оси Д:

$$h^{K2} = 340 \text{ мм} \rightarrow \text{I40Ш7; ГОСТ Р 57.837-2017}$$

2.2 Сбор нагрузок на ферму

2.2.1 Постоянные нагрузки

Сбор постоянных нагрузок на ферму представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Постоянные нагрузки на стропильную ферму от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия кровли

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
Кровля				
1 ПВХ-мембрана RenofolCV 1,5 мм		0,016	1,2	0,019
2 Разделительный фильтрующий слой (геотекстиль) – 300 кг/м ³ , t = 2 мм		0,006	1,2	0,007
3 Минераловата (45 кг/м ³ , t=200 мм)		0,052	1,3	0,062
4 Пароизоляция - мастика (1700 кг/м ³ , t=5мм)	кН/м ² поверхности	0,177	1,3	0,230
Ограждающие конструкции				
1 Стальной профилированный настил Н60-84-0,7		0,085	1,05	0,089
Несущие конструкции				
1 Прогоны прокатные пролетом 6 м (m = 18,4 кг/м)		0,06	1,05	0,063
2 Стропильная ферма		0,30	1,05	0,315
3 Ферма фонаря		0,15	1,05	0,158
4 Связи		0,04	1,05	0,042
Итого:		0,736		$q_r = 0,985$

Расчетная постоянная нагрузка на пог. м ригеля покрытия (1.1).

$$q_1 = \left(\frac{q_r}{\cos(\alpha)} \right) \cdot B = 0,985 \cdot 6 = 5,907 \text{ кН/м,} \quad (1.1)$$

где q_r – расчетная нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкции на 1 м^2 ;

α – угол наклона кровли к горизонту. Так как уклон кровли менее $1/8$, можно принять $\cos \alpha = 1$.

B – шаг стропильных ферм.

2.2.2 Временные нагрузки

Снеговая нагрузка

Нормативное значение нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия подсчитывается по формуле (1.7).

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_q; \quad (1.7)$$

здесь S_q – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемое по [2, прил. К]; для остальной территории РФ S_q следует принимать в зависимости от снегового района по данным [2, табл. 10.1].

c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра [2, п.п. 10.5-10.9]); устанавливается в зависимости от типа местности (А, В, С [2, п. 11.1.6], формы покрытия и степени его защищенности от воздействия ветра согласно [2, п.п. 10.6-10.9]; для пологих покрытий (с уклоном до 12 %) однопролетных и многопролетных зданий без фонарей, проектируемых для местности типа А и В и имеющих характерный размер в плане l_c не более 100 м (см. схемы Б.1, Б.2, Б.5, Б.6 [2, прил. Б]).

$$c_e = (1,4 - 0,4 \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot l_c); \quad (1.8)$$

где k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от местности для высоты z_e (см. [2, п.п. 11.1.5 и 11.1.6]);

l_c — характерный размер покрытия, принимаемый не более 100 м;

$$l_c = 2 \cdot \left(b - \frac{b^2}{l}\right) \quad (1.9)$$

здесь b - наименьший размер покрытия в плане;

l_c - наибольший размер покрытия в плане;

c_t - термический коэффициент [2, п. 10.10]; применяют его для покрытий с высоким коэффициентом теплопередачи, вследствие таяния снега, вызванного потерей тепла, в остальных случаях $c_t = 1,0$;

μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с [2, п. 10.4, прил. Б, таблица Б1].

Для г. Ачинска:

$$S_q = 1,5 \text{ кН/м}^2 \text{ [2, табл. 10.1];}$$

$$l = 84 \text{ м (длина здания);}$$

$$b_l = 30 \text{ м (пролет здания в осях Д-К);}$$

$$c_e = (1,4 - 0,4 \cdot \sqrt{0,66})(0,8 + 0,002 \cdot 38,6) = 0,89;$$

Здесь коэффициент k [2, табл 11.2] для типа местности В при эквивалентной высоте $z_c = h = 10,2 \text{ м}$ [2, п.11.1.5] находим интерполяцией:

№	X	Y
1	10	0,65
2	10,2	?
3	20	0,85

$$y_2 = \frac{(x_2 - x_1)(y_3 - y_1)}{(x_3 - x_1)} + y_1 = \frac{(10,2 - 10)(0,85 - 0,65)}{20 - 10} + 0,65 = 0,66$$

$$l_c = 2 \cdot \left(b - \frac{b^2}{l}\right) = 2 \cdot \left(30 - \frac{30^2}{84}\right) = 38,6 \text{ м;}$$

Согласно [2, прил. Б] для здания с фонарем принимаю 2 вариант снегового нагружения для зоны С, представленное на рисунке 2.1.

Коэффициент μ следует определять по формуле

$$\mu_1 = 0,8;$$

$$\mu_2 = 1 + 0,1 \frac{12}{9} = 1,133;$$

Коэффициент μ должен быть не более 4,0 и не более $2h_l/S_0$; $b_l = h_l$, но не более b .

Варианты загрузки представлены на рисунке 4.

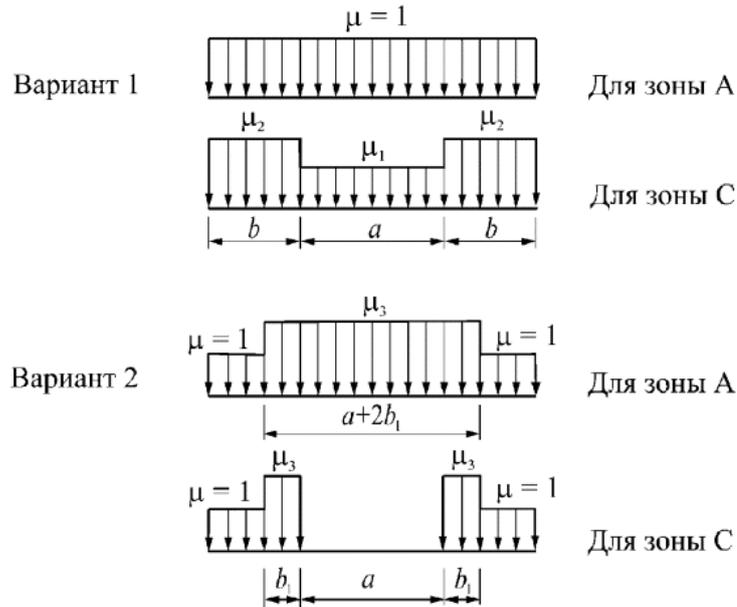


Рисунок 2.1 – Схемы снеговой нагрузки

Нормативное значение снеговой нагрузки при определяется по формуле (1.7):

$$S_{01} = 0,89 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 1,068 \text{ кН/м}^2, \text{ при } \mu = 0,8;$$

$$S_{02} = 0,89 \cdot 1 \cdot 1,133 \cdot 1,5 = 1,513 \text{ кН/м}^2, \text{ при } \mu = 1,133;$$

Расчетное значение снеговой нагрузки на ригель поперечной рамы без подстропильных конструкций подсчитывается по формуле 1.10.

$$P = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B. \tag{1.10}$$

$$P_1 = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B = 1,068 \cdot 1,4 \cdot 6 = 8,9 \text{ кН/м},$$

$$P_2 = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B = 1,513 \cdot 1,4 \cdot 6 = 12,7 \text{ кН/м},$$

2.3 Расчет прогона

2.3.1 Исходные данные

- прогоны прокатные из швеллеров по [5];
- тип прогона с уклоном внутренних граней полок по [5];
- пролет прогона $L = 6$ м;
- шаг прогона $b = 3$ м;
- материал прогона – сталь С245 [50] таблицы В1 приложения В [50]; группа конструкций 2 по приложению В [50], расчетная температура $t = -36^\circ\text{C}$ по п.3 таблицы 3.1 [4]; нормируемые показатели по ударной вязкости и требования по химическому составу согласно таблицам В.2 и В.3 приложения В [50];
- расчетные характеристики стали согласно таблицам В.5 и В.7 приложения В [50]: $R_y = 240$ Н/мм² при толщине проката от 10 до 20 мм включительно, $R_{un} = 370$ Н/мм²; $R_s = 0,58 \cdot 370 = 214,6$ Н/мм²; $R_p = 361$ Н/мм²
- уклон кровли $i = 1,5\%$;

2.3.2 Сбор нагрузок на прогон

Нормативная нагрузка на прогон подсчитывается от вышележащих кровли, снега и собственного веса прогона по формуле 1.11.

$$q_{\text{пр}} = \left(\frac{q_{nr}^{\text{пр}}}{\cos\alpha} + S_o + \frac{q_{нсв}^{\text{пр}}}{\cos\alpha} \right) \cdot b, \quad (1.11)$$

где $q_{nr}^{\text{пр}}$ – нормативная нагрузка от вышележащих кровельных конструкций ($q_{nr}^{\text{пр}} = 0,0485$ кН/м²);

S_o – снеговая нагрузка на 1 м² горизонтальной проекции покрытия ($S_o = 2$);

$q_{нсв}^{\text{пр}}$ – нормативная нагрузка от собственного веса прогона ($q_{нсв}^{\text{пр}} = 0,06$ кН/м²);

b – шаг прогона ($b = 3$ м).

$$q_{\text{пр}} = \left(\frac{0,0485}{1} + 2,02 + \frac{0,06}{1} \right) \cdot 3 = 6,4 \text{ кН/м}$$

Расчетная нагрузка на прогон определяется по формуле 1.12.

$$q_n^{\text{пр}} = \left(\frac{q_{nr}^{\text{пр}}}{\cos\alpha} \cdot \gamma_{f1} + S_o \cdot \gamma_{f2} + \frac{q_{ncb}^{\text{пр}}}{\cos\alpha} \cdot \gamma_{f3} \right) \cdot b, \quad (1.12)$$

$$q_n^{\text{пр}} = \left(\frac{0,0485}{1} \cdot 1,2 + 4,46 \cdot 1,4 + \frac{0,06}{1} \cdot 1,05 \right) \cdot 3 = 8,763 \text{ кН/м}^2.$$

2.3.3 Статический расчет прогона

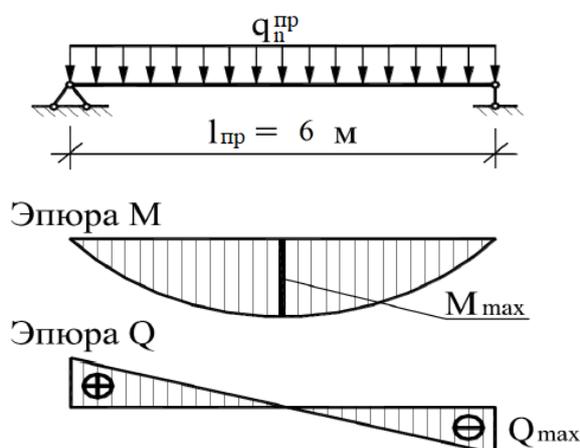


Рисунок 2.2 – Расчетная схема прогона

Статический расчет прогона выполняется по формулам 1.13, 1.14. Статическая схема прогона и эпюры внутренних усилий представлены на рисунке 2.2.

$$M_{\text{max}} = \frac{q_n^{\text{пр}} \cdot l_{\text{пр}}^2}{8} = \frac{8,763 \cdot 6^2}{8} = 39,4 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (1.13)$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{q_n^{\text{пр}} \cdot l_{\text{пр}}}{2} = \frac{8,763 \cdot 6}{2} = 26,3 \text{ кН}. \quad (1.14)$$

2.3.4 Конструктивный расчет прогона

По заданию прогон относится к 1-ому классу и должен быть запроектирована с напряженно – деформируемым состоянием (НДС), при котором напряжения по всей площади расчетного сечения не должны превышать расчетного сопротивления стали $|\sigma| \leq R_y$ (упругое состояние сечения).

При действии момента в одной из главных плоскостей, что имеет место в нашем случае, условие прочности по нормальным напряжениям для балки 1-го класса сплошного сечения имеет вид:

$$\frac{M}{W_{n,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

Из этого условия определяют требуемый момент сопротивления сечения прогона по формуле 1.15.

$$W_{req} = \frac{M_{max}}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{39,4 \cdot 100}{240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 164,16 \text{ см}^3. \quad (1.15)$$

По ГОСТ 8240 – 97 принимаем швеллер 22У и выписываем его геометрические характеристики:

$$W_{nx} = 192,0 \text{ см}^3; I_x = 2110,0 \text{ см}^4; S_x = 110,0 \text{ см}^3;$$

$$h = 220 \text{ мм}; b = 82 \text{ мм}; s = 5,4 \text{ мм}; t = 9,5 \text{ мм}; m_{пр} = 21,00 \text{ кг/м}.$$

Проверки на прочность балки 1-го класса, изгибаемой в одной из главных плоскостей, выполняют следующим образом:

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

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{n,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1;$$

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

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1.$$

Эпюры нормальных и касательных напряжений в прогоне приведены на рисунке 2.3.

Прочность прогона (рисунок 2.3) проверяем в середине его пролета ($M = M_{max}$) и на опоре ($Q = Q_{max}$)

Нормальные напряжения определяются по формуле 1.16.

$$\sigma = \frac{39,4 \cdot 10^2}{192 \cdot 240 \cdot 10^{-1.1}} = 0,855 \leq 1; \quad (1.16)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{n,min}} = \frac{39,4 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^3} = 205,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

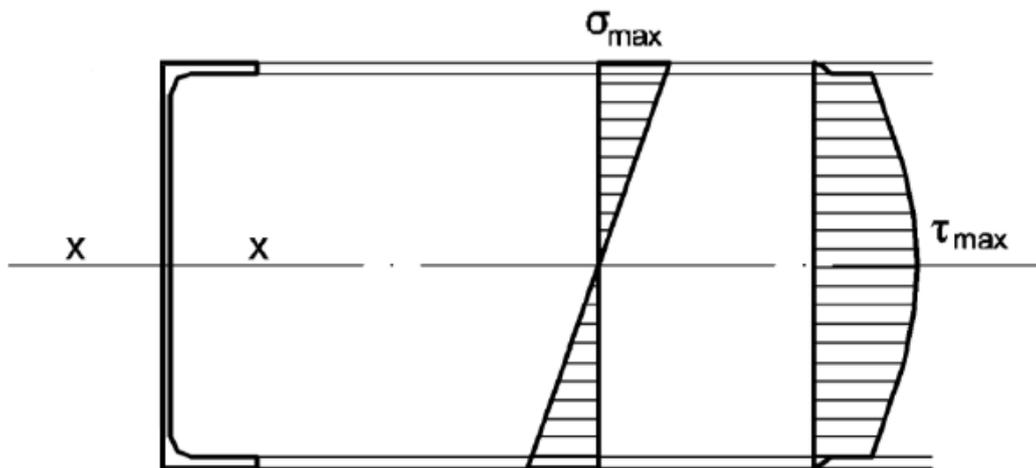


Рисунок 2.3 – Эпюры напряжений в прогоне

Касательные напряжения у опоры определяются по формуле 1.17.

$$\tau = \frac{26,3 \cdot 110}{2110 \cdot 9,5 \cdot 214,6 \cdot 10^{-1.1}} = 0,006 \leq 1. \quad (1.17)$$

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t} = \frac{26,3 \cdot 10^3 \cdot 110 \cdot 10^3}{2110 \cdot 10^4 \cdot 9,5} = 14,4 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2};$$

Местная устойчивость прогонов не проверяется, так как она обеспечена соотношением их размеров, назначенных с учетом устойчивости работы при различных напряженных состояниях.

Проверка деформативности (жесткости) определяются по формуле 1.18.

$$f_{max} = \frac{M_{n,max} \cdot l_{пр}^2}{10 \cdot EI_x} = \frac{28,35 \cdot 10^2 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 2110} = 2,3 \text{ см} < f_u = \frac{l_{пр}}{200} = \frac{6 \cdot 10^2}{200} = 3 \text{ см.} \quad (1.18)$$

Следовательно, жесткость прогона обеспечена.

2.4 Расчет стропильной фермы покрытия

2.4.1 Исходные данные

Проектируем стропильную ферму пролетом 30 м со светоаэрационным фонарем пролетом 12 м, схема ферм на рисунке 2.4;

- схема фермы показана на рисунке 2.4;
- ферма с параллельными поясами, уклон верхнего пояса фермы $i = 1,5\%$. Решетка ферм треугольная с дополнительными стойками;
- размер панели верхнего пояса – 3 м, нижнего пояса – 6 м;
- шаг колонн здания $B = 6$ м;
- сечение всех элементов фермы включая фонарную ферму – составной тавр из уголков по ГОСТ 8509-93, ГОСТ 8510-86;
- материал фермы – сталь С245 по ГОСТ 27772-2015; группа конструкций – 2, расчетная температура района строительства $t = -36$ °С; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно таблицам В.2 и В.3 [30, прил. В];
- расчетные характеристики стали согласно таблицам В.5 и В.7 приложения В [50]: $R_y=240$ Н/мм² при толщине проката от 2 до 20 мм включительно, $R_{un}=370$ Н/мм²; $R_s=0,58 \cdot 370=214,6$ Н/мм²; $R_p=361$ Н/мм²

2.4.2 Сбор нагрузок на ферму

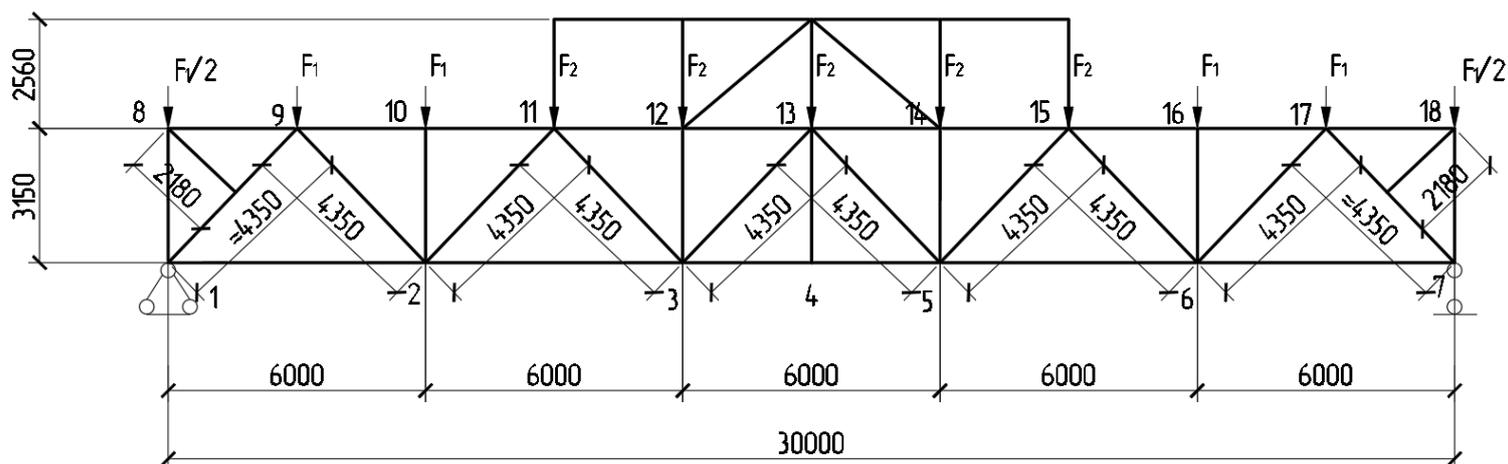


Рисунок 2.4 – Расчетная схема стропильной фермы

Расчетные узловые нагрузки на i -тый узел стропильной фермы (рисунок 2.4)

- постоянная нагрузка определяется по формуле 1.19.

$$F = q_1 \cdot d = 5,907 \cdot 3 = 17,21 \text{ кН}; \quad (1.19)$$

- снеговая нагрузка

Тогда расчетная сосредоточенная нагрузка в узлах будет определяться по формуле 1.20.

$$P_1 = P \cdot d = 8,9 \cdot 3 = 26,7 \text{ кН}. \quad (1.20)$$

$$P_2 = P \cdot d = 12,7 \cdot 3 = 38,1 \text{ кН}.$$

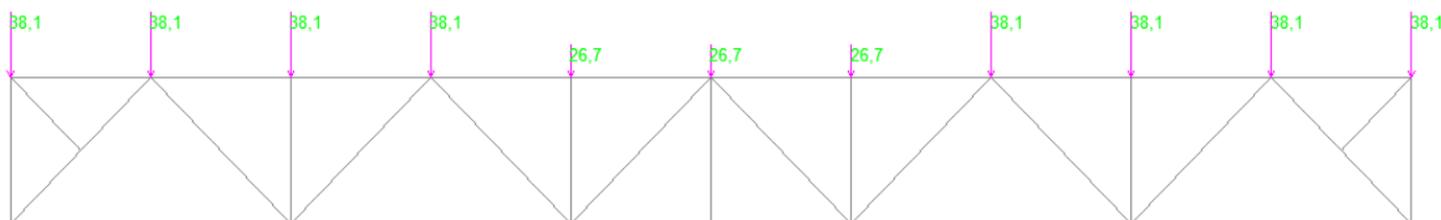


Рисунок 2.5 – Схема загрузки снеговой нагрузкой

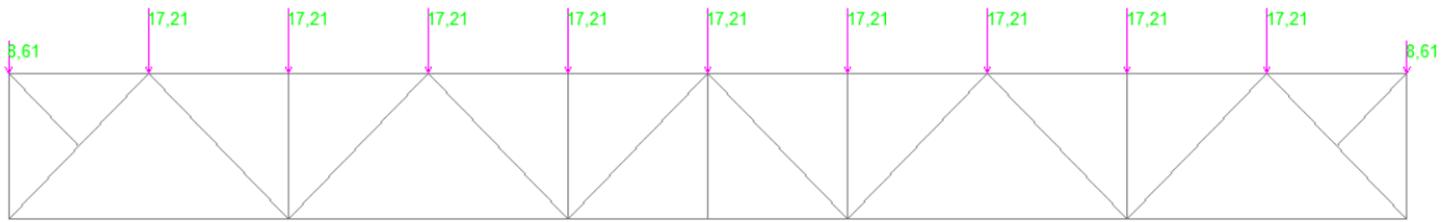


Рисунок 2.6 – Схема загрузки постоянной нагрузкой

Результаты расчета в SCAD представлены на рисунке 2.7 и в таблице 2.2.

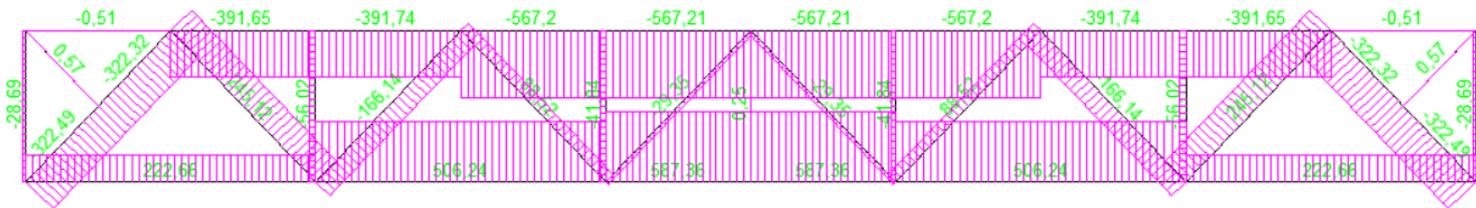


Рисунок 2.7 – Эпюра продольных усилий N

Таблица 2.2 – Значения продольных усилий в стержнях стропильной фермы

Наименование	Стержень	Расчетные усилия	
		растяжение	сжатие
Нижний пояс (Нп)	1-2	222,66	0,00
	6-7		
	2-3	506,24	0,00
	5-6		
Верхний пояс (Вп)	3-5	587,37	0,00
	8-9	0,00	0,00
	17-18		
	9-10	0,00	391,74
	10-11		
	15-16		
	16-17		
	11-12	0,00	567,2
12-13			
Стойки	13-14		
	14-15		
	1-8	0,00	28,69
	7-18		
	2-10	0,00	56,02
Раскосы	3-12		
	5-14		
	6-16		
	1-9	0,00	322,32
	7-17		
	2-9	245,12	0,00
	6-17		

	2-11 6-15	0,00	166,14
	3-11 5-15	88,52	0,00
	3-13 5-13	0,00	29,35

2.4.3 Подбор сечений стержней фермы

Конструктивный расчет стропильной фермы

Тип сечений стержней фермы – тавровое сечение из парных уголков. Верхний и нижний пояс выполняем из неравнополочных уголков, 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.

Расчётные длины стержней фермы в плоскости и из плоскости фермы:

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

б) нижний пояс $l_{ef,x} = l = 6000$ мм; $l_{ef,y} = l_1 = 15000 - 6000 = 9000$ мм;

в) опорный раскос $l_{ef,x} = 0,5 \cdot l = 2175$ мм; $l_{ef,y} = l_1 = 4350$ мм;

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

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 $l_{ef,x}$ (в плоскости фермы) и $l_{ef,y}$ (из плоскости фермы).

l – геометрическая длина стержня фермы;

l_1 – расстояние между точками закрепления в стержнях фермы

Предельные гибкости стержней фермы $[\lambda]$:

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

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

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

Принимаю толщину фасонки $t_f = 10$ мм, так как максимальное усилие в опорном раскосе $N = -322,32$ кН.

Нижний пояс стропильной фермы:

Стержень 1-2:

$N = 222,66$ кН.

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef,x} = 6000$ мм; $l_{ef,y} = 6000$ мм.

- требуемая площадь сечения стержня определяется по формуле 1.21.

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{222,66}{2 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 4,63 \text{ см}^2. \quad (1.21)$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаю L90x56x6:

$$A^L = 8,54 \text{ см}^2; i_x = 1,58 \text{ см}; i_y = 4,49 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{6000}{1,56 \cdot 10} = 384,6 < [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{6000}{4,49 \cdot 10} = 133,6 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня выполняется по формуле 1.22.

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{222,66}{2 \cdot 8,54 \cdot 10^{-1}} = 130,4 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (1.22)$$

Прочность и гибкость стержня нижнего пояса обеспечена, принимаю L 90x56x6 [ГОСТ 8510-86].

Стержень 2-3:

$N = 506,24$ кН.

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef,x} = 6000$ мм; $l_{ef,y} = 9000$ мм.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{506,24}{2 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 10,54 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаю L110x70x8:

$$A^L = 13,9 \text{ см}^2; i_x = 1,98 \text{ см}; i_y = 5,41 \text{ см}.$$

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

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{9000}{5,41 \cdot 10} = 166,4 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{506,24}{2 \cdot 13,9 \cdot 10^{-1}} = 182,1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Прочность и гибкость стержня нижнего пояса обеспечена, принимаю L 110x70x8 [ГОСТ 8510-86].

Стержень 3-4:

$$N = 587,37 \text{ кН}.$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef,x} = 3000$ мм; $l_{ef,y} = 9000$ мм.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{587,37}{2 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 12,2 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаю L110x70x8:

$$A^L = 13,9 \text{ см}^2; i_x = 1,98 \text{ см}; i_y = 5,41 \text{ см}.$$

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

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{9000}{5,41 \cdot 10} = 166,4 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{587,37}{2 \cdot 13,9 \cdot 10^{-1}} = 211,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Прочность и гибкость стержня нижнего пояса обеспечена, принимаю $\text{L } 110 \times 70 \times 8$ [ГОСТ 8510-86].

Верхний пояс стропильной фермы:

Стержни 9-10, 10-11:

$$N = -391,74 \text{ кН}.$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = 3000 \text{ мм}; l_{ef,1} = 3000 \text{ мм}.$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{391,74}{2 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 10,2 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаю $\text{L } 160 \times 100 \times 9$:

$$A^L = 22,9 \text{ см}^2; i_x = 2,85 \text{ см}; i_y = 7,67 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{2,85 \cdot 10} = 105,3;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3000}{7,67 \cdot 10} = 39,1.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 105,3 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,6;$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{391,74}{0,572 \cdot 2 \cdot 22,9 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,62 < 1,$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , по [8, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_x = 3,6$ равен 572.

Так как $\alpha < 1$, то устойчивость стержня обеспечена.

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,62 = 142,8.$$

$$\lambda_x = 105,3 < [\lambda] = 142,8.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{391,74}{0,572 \cdot 2 \cdot 22,9 \cdot 10^{-1}} = 149,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы $\perp 160 \times 100 \times 9$ [ГОСТ 8510-86].

Стержни 11-12, 12-13:

$$N = -567,2 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = 3000 \text{ мм}; l_{ef,1} = 3000 \text{ мм.}$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{567,2}{2 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 14,8 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные»
принимаю L180x110x10:

$$A^L = 28,3 \text{ см}^2; i_x = 3,12 \text{ см}; i_y = 8,62 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{3,12 \cdot 10} = 96,2;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3000}{8,62 \cdot 10} = 34,8.$$

- расчёт гибкости стержня:

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

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{567,2}{0,6 \cdot 2 \cdot 28,3 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,73 < 1,$$

Так как $\alpha < 1$, то устойчивость стержня обеспечена.

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,73 = 136,2.$$

$$\lambda_x = 96,2 < [\lambda] = 136,2.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{567,2}{0,6 \cdot 2 \cdot 28,3 \cdot 10^{-1}} = 175,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы L180x110x10 [ГОСТ 8510-86].

Опорные раскосы:

Стержни 1-9, 7-17:

$$N = -322,32 \text{ кН}.$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = 2175$ мм; $l_{ef,1} = 4350$ мм.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{322,32}{2 \cdot 0,55 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 12,2 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаю L125x80x8:

$$A^L = 16 \text{ см}^2; i_x = 2,28 \text{ см}; i_y = 6,06 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{2175}{2,28 \cdot 10} = 95,4;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{4350}{6,06 \cdot 10} = 71,78.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 95,4 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,2;$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{322,32}{0,66 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,63 < 1,$$

Так как $\alpha < 1$, то устойчивость стержня обеспечена.

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,63 = 142,2.$$

$$\lambda_x = 95,4 < [\lambda] = 142,2.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{322,32}{0,66 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 10^{-1}} = 152,6 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы L125x80x8 [ГОСТ 8510-86].

Стойки:

Стержни (2-10, 3-12, 5-14, 6-16):

$$N = -56,02 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 2520 \text{ мм}$; $l_{ef,1} = l = 3150 \text{ мм}$.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{56,02}{2 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 1,8 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные» принимаю L56x5:

$$A^L = 5,41 \text{ см}^2; i_x = 1,72 \text{ см}; i_y = 2,69 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{2520}{1,72 \cdot 10} = 146,5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3150}{2,69 \cdot 10} = 117,1.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 146,5 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 5;$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{56,61}{0,304 \cdot 2 \cdot 5,41 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 0,72 > 1,$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,72 = 166,8.$$

$$\lambda_x = 146,5 < [\lambda] = 166,8.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{56,02}{0,304 \cdot 2 \cdot 5,41 \cdot 10^{-1}} = 170,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы L56x5 [ГОСТ 8509-93].

Раскосы:

Стержни (2-9, 6-17):

$$N = 245,12 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 3480 \text{ мм}$; $l_{ef,1} = l = 4350 \text{ мм}$.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{245,12}{2 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 5,11 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные» принимаю L63x6:

$$A^L = 7,28 \text{ см}^2; i_x = 1,93 \text{ см}; i_y = 2,99 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{3480}{1,93 \cdot 10} = 180,3 < [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{4350}{2,99 \cdot 10} = 145,48 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{245,12}{2 \cdot 7,28 \cdot 10^{-1}} = 168,35 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаю L63x6 [ГОСТ 8509-93].

Стержни (2-11, 6-15):

$$N = -166,14 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 3480$ мм; $l_{ef,1} = l = 4350$ мм.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{166,14}{2 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 5,4 \text{ см}^2.$$

$\gamma_c = 0,8$ – коэффициент условий работы [8, т. 1, п. 4]

- по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные» принимаю L75x6:

$$A^L = 8,78 \text{ см}^2; i_x = 2,3 \text{ см}; i_y = 3,44 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{2520}{2,3 \cdot 10} = 109,5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3150}{3,44 \cdot 10} = 91,5.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 109,5 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,75;$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{166,14}{0,538 \cdot 2 \cdot 8,78 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 0,91 < 1,$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [8, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_x = 4,07$ согласно линейной интерполяции:

	X	Y
1	3,6	572
2	3,75	?
3	3,8	526

$$y_2 = \frac{(x_2 - x_1)(y_3 - y_1)}{(x_3 - x_1)} + y_1 = \frac{(3,75 - 3,6)(526 - 572)}{3,8 - 3,6} + 572 = 537,5$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,91 = 155,4.$$

$$\lambda_x = 109,5 < [\lambda] = 155,4.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{166,14}{0,538 \cdot 2 \cdot 8,78 \cdot 10^{-1}} = 175,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаю L75x6 [ГОСТ 8509-93].

Стержни (3-11, 5-15):

$$N = 88,52 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 3480 \text{ мм}$; $l_{ef,1} = l = 4350 \text{ мм}$.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{88,52}{2 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 1,84 \text{ см}^2.$$

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

- по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные» принимаю L50x5:

$$A^L = 4,8 \text{ см}^2; i_x = 1,53 \text{ см}; i_y = 2,45 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{3480}{1,53 \cdot 10} = 227,5 < [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{4350}{2,45 \cdot 10} = 177,6 < [\lambda] = 400.$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{88,52}{2 \cdot 4,8 \cdot 10^{-1}} = 92,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаю L50x5 [ГОСТ 8509-93].

Стержни (3-13, 5-13):

$$N = -29,35 \text{ кН.}$$

- определение расчетных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 3480 \text{ мм}$; $l_{ef,1} = l = 4350 \text{ мм}$.

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req}^L = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{29,35}{2 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 0,95 \text{ см}^2.$$

- по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные»

принимаю L63x6:

$$A^L = 7,28 \text{ см}^2; i_x = 1,93 \text{ см}; i_y = 2,99 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{3480}{1,94 \cdot 10} = 179,4;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{4350}{2,96 \cdot 10} = 146,9.$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 179,4 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 6,1;$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{29,35}{0,204 \cdot 2 \cdot 7,28 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 0,5 > 1,$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,5 = 160,2.$$

$$\lambda_x = 179,4 < [\lambda] = 180.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{29,35}{0,204 \cdot 2 \cdot 7,28 \cdot 10^{-1} \cdot 0,8} = 123,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 198 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Условие выполняется, принимаю L63x6[ГОСТ 8509-93].

Таблица 2.3 – Сечения стержней фермы

Элемент фермы	Стержень	l, см	Расчетное усилие, кН		Сечение	Площадь A^L , см ²	Расчетные длины, см		Радиусы инерции, см		Гибкости λ			φ_{\min}	γ_c	$R_y \cdot \gamma_c$	Проверка сечения	
			Растяжение	Сжатие			$l_{ef,x}$	$l_{ef,y}$	i_x	i_y	λ_x	λ_y	$[\lambda]$				Прочность Н/мм ²	Устойчивость Н/мм ²
Нижний пояс	1-2	600	222,66		—90x56x6	8,54	600	600	1,58	4,49	384,6	133,6	400	1	1	240	130,4	
	2-3	600	506,24		—110x70x8		600	900	1,98	5,41	303	166,4	400	1	1	240	182,1	
	3-4	600	587,37		—110x70x8		600	900	1,98	5,41	303	166,4	400	1	1	240	211,3	
Верхний пояс	9-10	300		-391,74	—160x100x9	22,9	300	300	2,85	7,67	105,3	39,1	142,8	0,572	1	240		149,5
	10-11	300		-391,74	—160x100x9	22,9	300	300	2,85	7,67	105,3	39,1	142,8	0,572	1	240		149,5
	11-12	300		-567,2	—180x110x10	28,3	300	300	3,12	8,62	96,2	34,8	136,2	0,6	1	240		175,2
	12-13	300		-567,2	—180x110x10	28,3	300	300	3,12	8,62	96,2	34,8	136,2	0,6	1	240		175,2
Стойки	1-8	315		-28,69	—56x5	5,41	252	315	1,72	2,69	146,5	117,1	166,8	0,304	0,8	198		170,3
	2-10	315		-56,02														
	3-12	315		-56,02														
	5-14	315		-56,02														
	6-16	315		-56,02														
	7-18	315		-28,69														
Раскосы	1-9	435	245,12	-322,32	—125x80x8	16	217,5	435	2,28	6,06	95,4	71,78	142,2	0,4	1	240	152,6	
	2-9	435			—63x6	7,28	348	435	1,93	2,999	180,3	145,48	400		1	240	168,35	
	2-11	435		-166,14	—75x6	8,78	348	435	2,3	3,44	109,5	91,5	169,8	0,538	0,8	198		175,9
	3-11	435	88,52		—50x5	4,8	348	435	1,53	2,45	227,5	177,6	400		1	240	92,2	
	3-13	435		-29,35	—63x6	7,28	348	435	1,93	2,99	179,4	146,9	180	0,204	0,8	198		123,5
	5-13	435		-29,35	—63x6	7,28	348	435	1,93	2,99	179,4	146,9	180	0,204	0,8	198		123,5
	5-15	435	88,52		—50x5	4,8	348	435	1,53	2,45	227,5	177,6	400		1	240	92,2	
	6-15	435		-166,14	—75x6	8,78	348	435	2,3	3,44	109,5	91,5	169,8	0,538	0,8	198		175,9

Продолжение таблицы 2.3

6-17	435	245,12		—63x6	7,28	348	435	1,93	2,999	180,3	145,48	400		1	240	168,35	
7-17	435		-322,32	—125x80x8	16	217,5	435	2,28	6,06	95,4	71,78	142,2	0,4	1	240	152,6	

2.4.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы на фасонках

Конструируют узлы ферм в следующем порядке:

- вычерчиваю осевые линии (линии, проходящие через центр тяжести) стержней, сходящихся в узле;
- привязываю поясные уголки, чем определяют возможное приближение торцов стержней решетки к узлам;
- наношу контуры стержней решетки, привязывая их к осевым линиям; при этом расстояние от центра тяжести до обушка округляю до 5 мм; рез стержней решетки производят нормально к оси стержня и не доводят их до поясов на расстояние $\alpha = 6t_{\phi} - 20\text{мм}$, но не более 80 мм (t_{ϕ} – толщина фасонки, мм) [1, п.15.2.3];
- по длине швов, крепящих стержни решетки в узле, определяю требуемые размеры фасонки.

Расчёт опорного узла фермы (рисунок 2.8)

Исходные данные:

- пролет фермы 30 м, шаг колонн (ферм) 6 м;
- сопряжение фермы с колонной шарнирное;
- схема фермы на рисунке №;
- опорная реакция фермы $A = 415,8 \text{ кН}$
- материал фермы – сталь С245 по ГОСТ 27772-2015; расчетная температура района строительства $t = -36^{\circ}\text{C}$; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно таблицам В.2 и В.3 [30, прил. В];
- сварка механизированная дуговая в среде углекислого газа (МДС_{CO₂}); сварочная проволока Св-08Г2С по таблице Г.1 приложения Г [1]; сварные угловые швы – непрерывные, двусторонние;
- расчетные характеристики стали согласно таблицам В.5 и В.7 приложения В [50]: $R_y=240 \text{ Н/мм}^2$ при толщине проката от 10 до 20 мм включительно, $R_{un}=370 \text{ Н/мм}^2$; $R_s=0,58*370=139,2 \text{ Н/мм}^2$; $R_p= 361 \text{ Н/мм}^2$;

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$; $R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un} = 166,5 \text{ Н/мм}^2$; коэффициенты $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ по таблице Г.3 приложения Г [1] при катетах швов от 3 до 8; конструктивные требования к сварным швам по [1, п.14.1.7];

- минимальные катеты сварных швов следует принимать по таблице Г.4 приложения Г при условии, что толщина более толстого из свариваемых элементов не должна превышать $0,6T$, где T – толщина более толстого из свариваемых элементов.

Нижний опорный узел (рисунок 2.8)

Расчет сварных соединений элементов узла

Уголки опорного раскоса ($2 \perp 125 \times 80 \times 8$) с усилием $N = -322,32 \text{ кН}$ прикрепляем к фасонке $t = 10 \text{ мм}$ двухсторонними угловыми швами с катетом $k_{f2} = 4 \text{ мм}$ со стороны пера и $k_{f1} = 4 \text{ мм}$ со стороны обушка по таблице Г.4 приложения Г [1]. Условие $t \geq 0,6T$ таблицы Г.4 выполняется; здесь t – толщина более тонкого из свариваемых элементов, а T – толщина более толстого, а именно при $t = 8 \text{ мм}$, $T = 10$ имеем $8 \geq 0,6 \cdot 10$.

Расчет ведем по металлу на границе спалвления, так как:

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 166,5} = 1,1 > 1.$$

Расчётные длины швов определяются по формуле 1.23, 1.24.

$$l_{w}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,75 \cdot 322,32}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 18,8 \text{ см}; \quad (1.23)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 322,32}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 6,9 \text{ см}, \quad (1.24)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты, учитывающие распределение усилий между швами по обушку и перу [30, табл.5.6].

$$l_{w, \max 1} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 30,6 \text{ см},$$

$$l_{w, \max 2} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_{f2} = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 30,6 \text{ см}.$$

Принимаем $l_w^{об} = 190$ мм; $l_{wz}^п = 70$ мм.

Определяем размеры швов для прикрепления нижнего пояса $N=222,66$ кН.

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 222,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 5,5 \text{ см};$$

$$l_{wz}^п = \frac{0,3 \cdot 222,66}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 2,9 \text{ см},$$

Принимаем $l_w^{об} = 60$ мм; $l_{wz}^п = 50$ мм.

Прикрепление опорного фланца к опорной фасонке при восходящем раскосе рассчитывается на опорную реакцию ригеля как простой фермы.

По полученным длинам швов крепления опорного раскоса и нижнего пояса графически (по масштабу) определим размеры опорной фасонки. Опорный раскос не доводим до пояса на расстояние $\alpha = 6t_{\phi} - 20 \text{ мм} = 6 * 10 - 20 = 40$ мм [1]; принимаем 40 мм.

Определение размеров опорного фланца

Принимаем опорный фланец из листа 200x10 и проверяем его прочность на смятие (при фрезеровке торца) определяем по формуле 1.25.

$$\sigma = \frac{A}{b_f \cdot t_f} = \frac{415,8 \cdot 10}{20 \cdot 1,0} = 207,9 < R_p * \gamma_c = 361 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (1.25)$$

Проверим прочность углового шва, крепящего опорный фланец к торцевой фасонке при $k_f = 4$ мм.

$$\frac{A}{2 \cdot \beta_z \cdot t_f \cdot l_{w, \max 2}} = \frac{415,8 \cdot 10}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 30,6} = 161,7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 166,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Выпускаем фланец за пределы фасонки на $\alpha \leq 1,5t$; $\alpha = 20$ мм

Промежуточные узлы.

Узел 9 (рисунок 2.9)

Катет и длина шва крепления раскоса 1-9 см. расчет нижнего опорного узла.

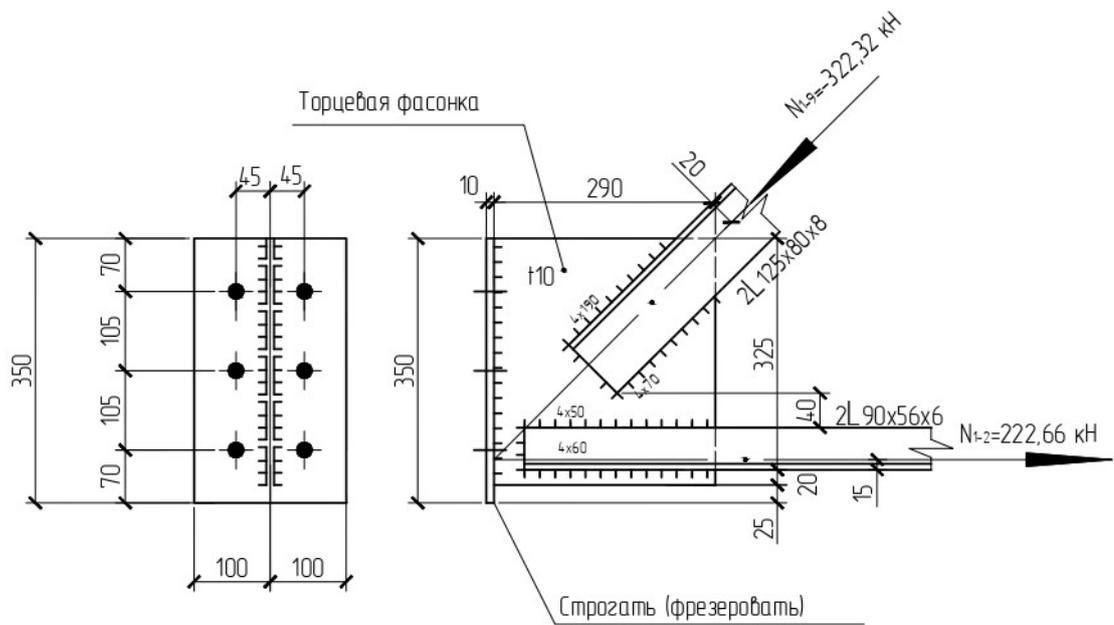


Рисунок 2.8 – Нижний опорный узел

Катет швов крепления раскоса 2-9 принимаем по таблице Г.4 приложения Г [1] $k_f = 4$ мм. Расчет швов следует выполнять по металлу на границе сплавления (см. расчет нижнего опорного узла).

Необходимая длина швов крепления при $N=245,12$ кН;

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 245,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 13,3 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 245,12}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 6,3 \text{ см},$$

Принимаем $l_w^{об} = 140$ мм; $l_w^{п} = 70$ мм.

По длинам швов графически определяем размеры фасонки и ее конфигурацию. Учитываем опирание на верхний пояс прогона $l = 6$ м. В месте опирания прогона фасонки не доводят до обухов поясных уголков на 10-15 мм и это место не заваривается.

Прочность швов прикрепляющих фасонку к поясу, рассчитываем на совместное действие продольного усилия $N = N_{8-9} + N_{9-10} = 0 + 391,74 = 391,74$ кН;

$$t_w = \sqrt{\tau_{wN}^2 + \tau_{wF}^2} = \sqrt{79,5^2 + 21,6^2} = 82,42 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{wN} = \frac{N}{\beta_z k_f \sum l_w} = \frac{391,74 \cdot 10}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 117,2} = 79,5 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sum l_w = [30,6 + (12,0 - 1) + (18,0 - 1)] \cdot 2 = 117,2 \text{ см}$$

Предельная расчетная длина флангового шва, крепящего перо пояса с одной стороны фасонки, равная $85\beta_f k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,4$;

$$\tau_{wF} = \frac{F}{\beta_z k_f \sum l_w} = \frac{55,4 \cdot 10}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 61,2} = 21,6 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sum l_w = 30,6 \cdot 2 = 61,2 \text{ см}$$

Расчет поясных швов соответствует расчетной модели работы элементов фермы на осевые усилия при равномерном распределении напряжений по сечению.

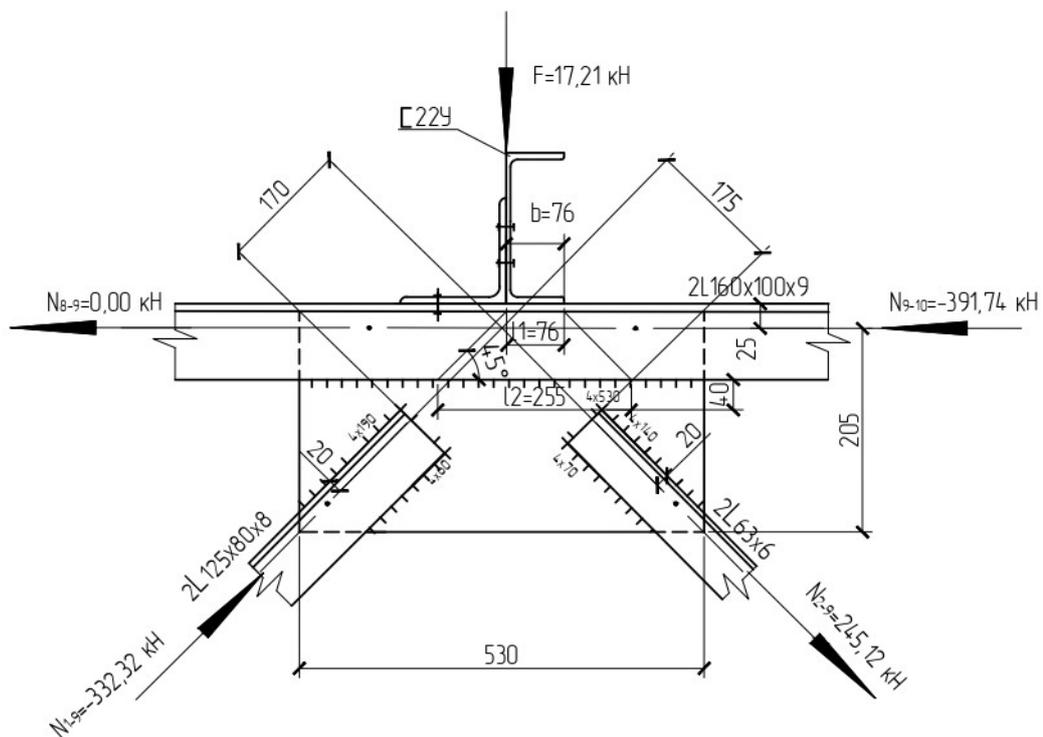


Рисунок 2.9 – Узел 9

Узел 2 (рисунок 2.10)

Длины швов, прикрепляющих раскос 2-11 к стойку 2-10, определяем аналогично предыдущим стержням.

Крепление раскоса 2-11: $N = -166,14$ кН; $k_f = 4$ мм; $\alpha_1 = 0,7$ и $\alpha_2 = 0,3$.

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 166,5}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 9,33 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 166,5}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 4,6 \text{ см};$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ мм; $l_{wz}^{п} = 50$ мм.

Крепление стойки 2-10: $N = 56,02$ кН; $k_f = 4$ мм; $\alpha_1 = 0,7$ и $\alpha_2 = 0,3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 56,02}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 3,8 \text{ см}$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,3 \cdot 56,02}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 2,2 \text{ см}$$

Принимаем $l_w^{об} = 50$ мм; $l_{wz}^{п} = 50$ мм, так как минимальная фактическая длина шва – 50 мм [50].

Крепление раскоса 2-9 рассчитано при проектировании узла 9.

По расчетным данным швов устанавливаем конфигурацию и размеры фасонки.

Прочность швов, прикрепляющих фасонку к поясу, рассчитывается на действие продольного усилия $N = N_{2-3} + N_{1-2} = 506,24 + 222,66 = 728,9$ кН;

$$\tau_{wN} = \frac{N}{\beta_z k_f \sum l_w} = \frac{728,9 \cdot 10}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 30,6} = 141,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 166,5 \text{ Н/мм}^2$$

Прочность швов обеспечена.

Узел 11 (рисунок 2.12).

Длины швов крепления раскоса 3-11 определяем аналогично предыдущим стержням.

Крепление раскоса 3-11: $N = 88,52$ кН; $k_f = 4$ мм; $\alpha_1 = 0,7$ и $\alpha_2 = 0,3$.

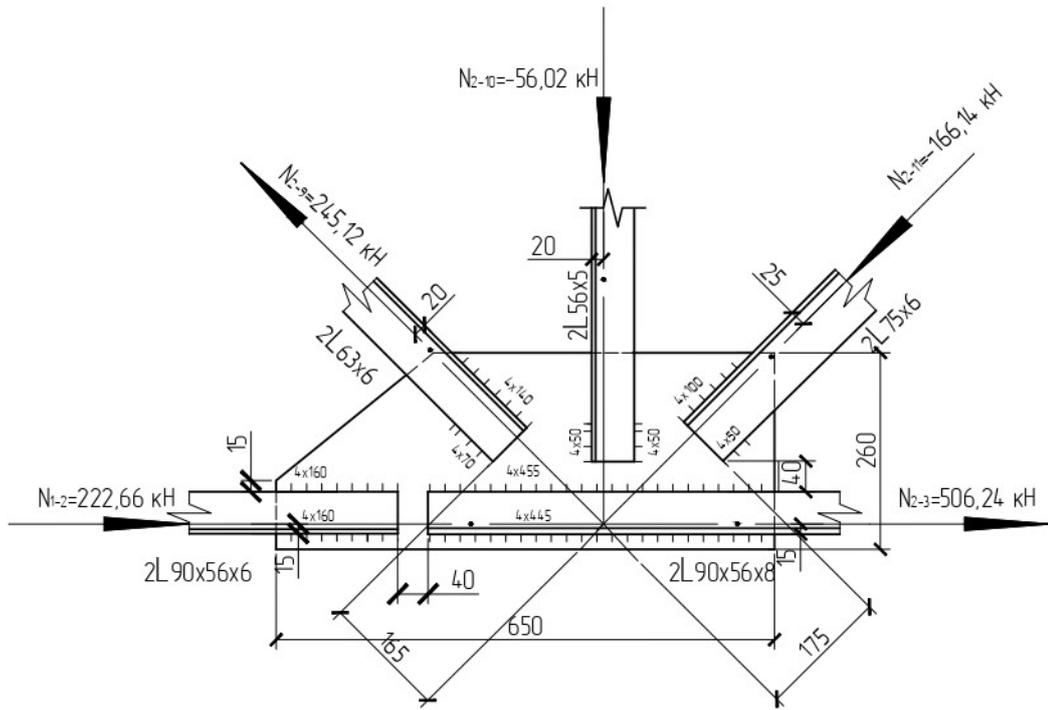


Рисунок 2.10 – Узел 2

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 88,52}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 5,4 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 88,2}{2 \cdot 1,05 \cdot 166,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-1}} + 1,0 = 2,9 \text{ см};$$

Принимаем $l_w^{об} = 60 \text{ мм}$; $l_{wz}^{п} = 50 \text{ мм}$, так как минимальная фактическая длина шва – 50 мм [50].

Размеры фасонки, полученные графически по длинам швов, приведены на рисунке 2.12.

Проверка прочности швов крепления пояса к фасонке (см. расчет узла 2).

Узел 10 (2.11)

Проверка прочности швов крепления пояса к фасонке:

$$\tau_{wF} = \frac{F}{\beta_{zkf} \sum l_w} = \frac{55,4 \cdot 10}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 61,2} = 21,6 \text{ Н/мм}^2 < 166,5 \text{ Н/мм}^2,$$

где $\sum l_w = (21 - 1) \cdot 2 = 40 \text{ мм}$.

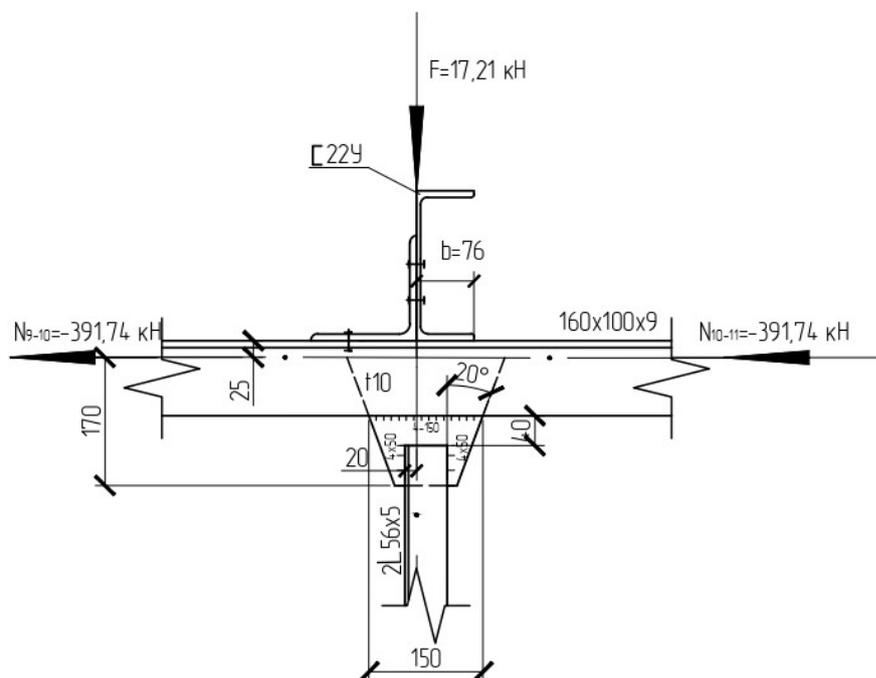


Рисунок 2.11 – Узел 10

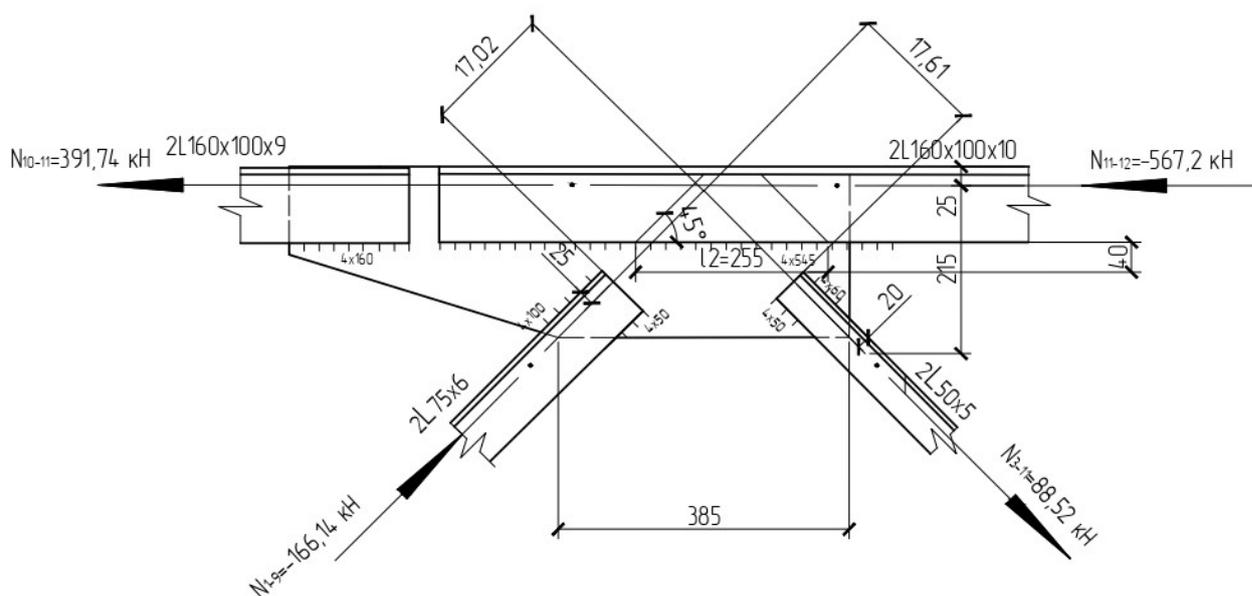


Рисунок 2.12 – Узел 11

Укрупнительные узлы. Узел 13 (рисунок 2.13)

Монтажный стык верхнего пояса стропильной фермы в коньковом узле осуществляется на сварке в соответствии с типовым решением узлов.

Горизонтальные полки поясных уголков ($2L 180 \times 110 \times 10$) перекрываем сверху двумя листовыми накладками N_1 , площадь поперечного сечения которых определяем по усилию в верхнем поясе $N_1 = \alpha_1 \cdot N_c = 0,75 \cdot 470,1$

= 352,6 кН, приходящемуся на угловые швы Ш₁ со стороны обушков уголков. Здесь $N_c = 1,2 N_{9-10} = 1,2 \cdot 391,74 = 470,1$ кН. Остальную часть усилия в поясе $N_2 = N_c - N_1 = 470,1 - 352,6 = 117,5$ кН, но не менее чем $\frac{N_c}{2} = \frac{470,1}{2} = 235,05$ кН передаем через угловые швы Ш₂ со стороны пера и швы Ш₃ у обушка непосредственно на узловую фасонку, состоящую из двух половин. Фасонки перекрываем вертикальными двусторонними полосовыми накладками Н₂ длиной, равной не менее удвоенной ширины вертикальных полок поясных уголков ($l_{H_2} \geq 2 \cdot 100 = 200$ мм). Толщину этих накладок принимаем равной толщине фасонки ($t_{H_2} = 10$ мм), длину $l_{H_2} = 250$ мм.

Необходимая площадь накладки определяется по формуле 1.26.

$$N_1 A_{N1} = \frac{352,6}{2 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 7,35 \text{ см}^2. \quad (1.26)$$

Принимаем накладку шириной $b = b_{yr} + c = 160 + 20 = 180$ мм и толщиной $t = \frac{A_{N1}}{b} = \frac{7,35}{18} \sim 5$ мм. Здесь $c = 20$ мм – выпуск накладки за грань уголка; толщина накладки принята в соответствии с толщиной проката.

Учитывая, что накладки Н₁ привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже, имеем по табл. $\beta_f = 0,7$ и $\beta_z = 1$; так как $\beta_f R_{wf} < \beta_z R_{wz}$, т.е. $0,7 \cdot 180 < 1 \cdot 166,5$, расчет ведем по металлу шва; $R_{wf} = 180$ Н/мм² при электродах Э42 (табл. приложения Г [1]). Необходимая расчетная длина угловых швов Ш₁ катетом $k_f = 4$ мм для прикрепления одной накладки к полке поясного уголка определяется по формуле 1.27.

$$l_w = \frac{N_1}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} = \frac{352,6}{2 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 35,9 \text{ см}; \quad (1.27)$$

Принимаем швы длиной 250 и 160.

Расчетная длина угловых швов для крепления пояса к фасонке

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 235,05}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 12,7 \text{ см};$$

$$l_w^{\Pi} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 235,05}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 9,88 \text{ см.}$$

Принимаю $l_w^{об} = 130 \text{ мм}$; $l_w^{\Pi} = 100 \text{ мм}$.

Проверю прочность узла на внецентренное сжатие в сечении 2-2, вводя в расчетное сечение верхние накладки и фасонку шириной, равной длине перекрывающих ее накладок.

Геометрические характеристики сечения 2-2 (рисунок 2.13)

$$Z_0 = \frac{S_a}{A} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 13}{18 \cdot 2 + 1 \cdot 25} = 7,7 \text{ см} \quad A = 61 \text{ см}^2;$$

$$I_x = 2 \cdot (5,8 - 0,5)^2 \cdot 18 \cdot 1 + \frac{1 \cdot 25^3}{12} + 7,7^2 \cdot 25 \cdot 1 = 1618,6 \text{ см}^4;$$

$$W_{XB} = \frac{1618,6}{5,8} = 279,1 \text{ см}^3;$$

$$W_{XH} = \frac{1618,6}{20,2} = 80,1 \text{ см}^3;$$

Эксцентриситет приложения продольной силы

$$e = 5,8 - 1,0 - 2,23 = 2,57 \text{ см}$$

Изгибающий момент в расчетном сечении

$$M_x = N_{9-10} \cdot e = 470,1 \cdot 2,57 = 1208,2 \text{ кН} \cdot \text{см.}$$

Наибольшее сжимающее напряжение в сечении

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{470,1 \cdot 10}{61} + \frac{1208,2 \cdot 10}{80,1} = 227,9 < R_{yz} \gamma_c = 240 \text{ Н/мм}^2 .$$

Необходимая толщина угловых швов для крепления вертикальных накладок к узловой фасонке

$$k_f = \frac{R_y \cdot t_{\phi}}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{240 \cdot 1}{2 \cdot 0,7 \cdot 180 \cdot 1} = 0,95 \text{ см} = 10 \text{ мм.}$$

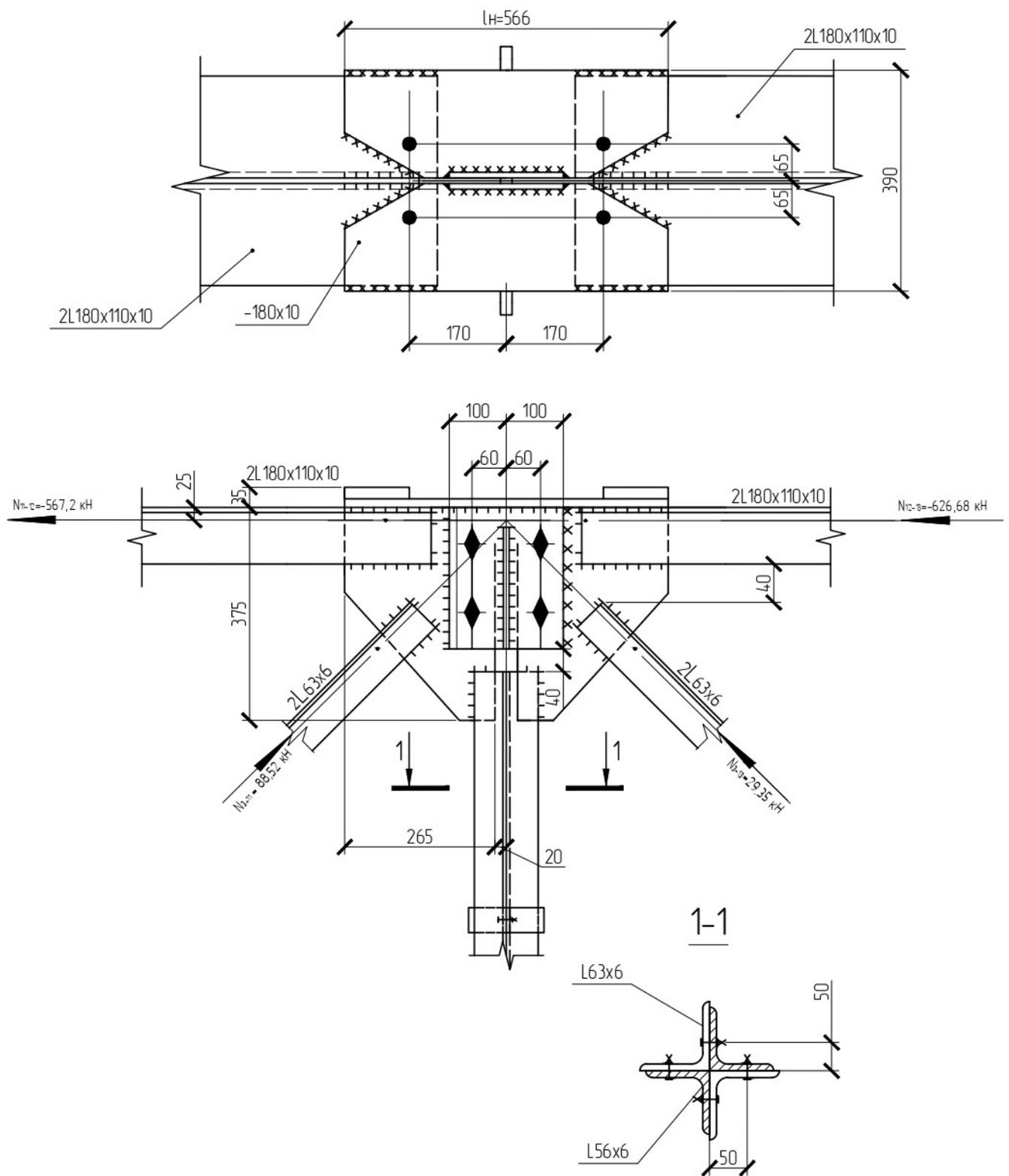


Рисунок 2.13 – Узел 13

Узел 4 (рисунок 2.14)

Нижний опорный узел проектируем аналогично верхнему. Нижние поясные уголки 90x56x8 перекрываем двумя листовыми накладками; площадь поперечного сечения каждой накладки определяем по формуле

$$A = \frac{\alpha_1 \cdot 1,2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 1,2 \cdot 506,24}{2 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1,1} = 9,5 \text{ см}^2.$$

Принимая ширину накладки $b = 90 + 20 = 110$ мм и получаем ее толщину $t = t \frac{9,5}{11} = 0,86$ см. Окончательное сечение накладки: – 110x10.

Расчетная длина угловых швов для крепления накладки к полке (сварка ручная)

$$l_w = \frac{0,75 \cdot 1,2 \cdot 506,24}{2 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 46,2 \text{ см};$$

Принимаем швы длиной 250 и 220.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 506,24}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 21,1 \text{ см};$$

$$l_w^п = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 506,24}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1,0 = 9,1 \text{ см}.$$

Принимаю $l_w^{об} = 220$ мм; $l_w^п = 100$ мм.

Проверка прочности узла в сечении 1-1 (рисунок 2.14). Геометрические характеристики сечения:

$$Z_0 = \frac{S_a}{A} = \frac{11 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 12,5 \cdot 0,4}{11 \cdot 2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 25} = 2,06 \text{ см} \quad A = 42,6 \text{ см}^2;$$

$$I_x = 2 \cdot (58 + 0,4)^2 \cdot 11 \cdot 0,8 + 1 \cdot \frac{25^2}{12} + 7,7^2 \cdot 25 \cdot 1 = 11007,4 \text{ см}^4;$$

$$W_{XB} = \frac{11007,4}{24,67} = 147,3 \text{ см}^3;$$

$$W_{XH} = \frac{11007,4}{9,31} = 1157,60 \text{ см}^3;$$

Эксцентриситет приложения продольной силы

$$e = 8,33 - 16,4 = 8,7 \text{ см.}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{506,24 \cdot 10}{42,6} + \frac{506,24 \cdot 8,7 \cdot 10}{1157,60} = 156,1 < R_{yz} \gamma_c = 240 \text{ Н/мм}^2.$$

Катет угловых швов для крепления вертикальных накладок к узловой фанонке
 $k_f = 10 \text{ мм.}$

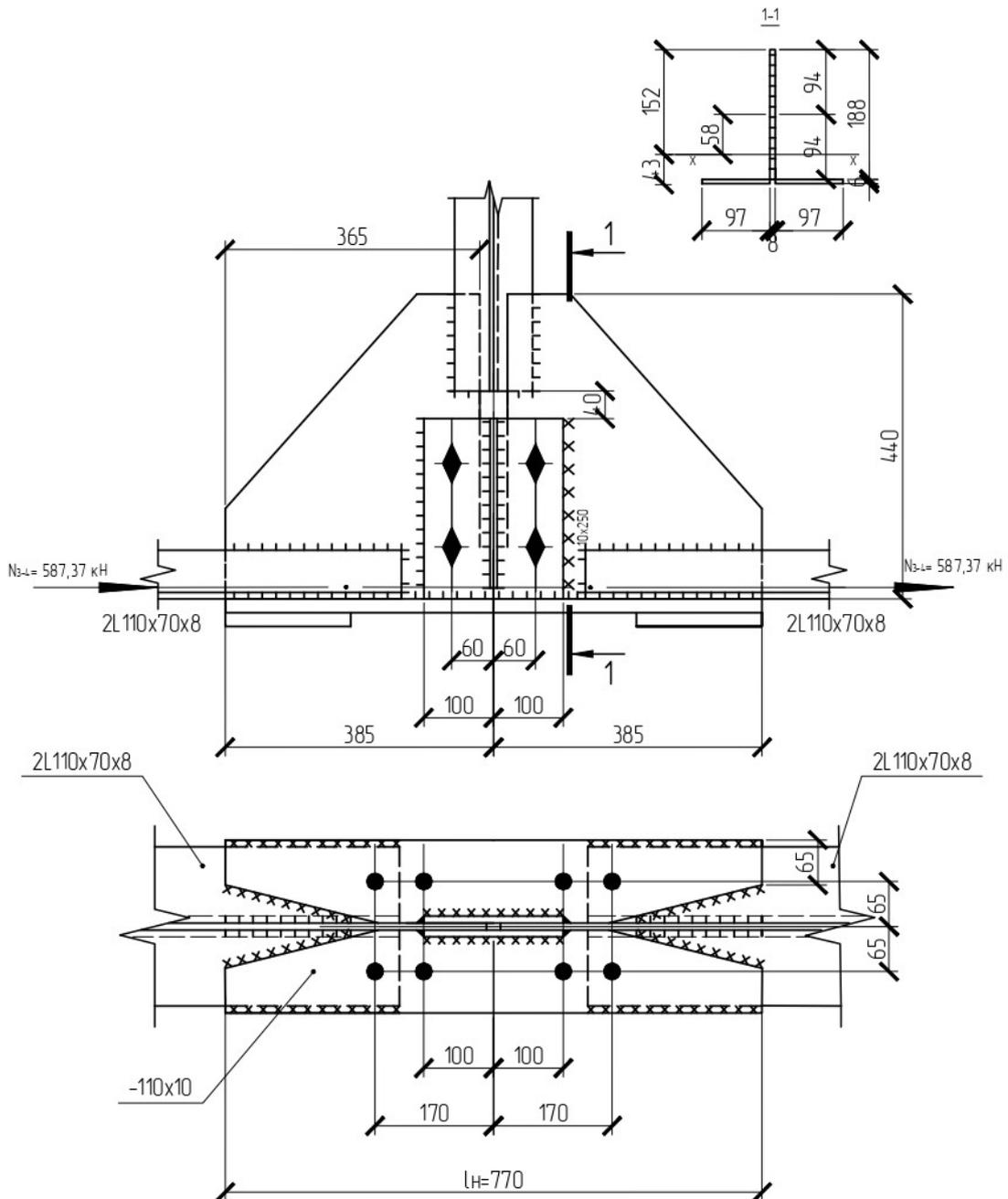


Рисунок 2.14 – Узел 4

Расчет соединительных прокладок

Для обеспечения совместной работы уголков их соединяют прокладками. Расстояние между ними должно быть не более $40i$ для сжатых

элементов и $80i$ для растянутых, где i – радиус инерции одного уголка относительно оси, параллельной прокладке. При этом между узлами в сжатых элементах должно быть не менее двух прокладок. Если уголки не соединены прокладками, то при расчете каждый уголок рассматривается отдельно, а его гибкость определяют, исходя из минимального для одного уголка радиуса инерции i_{\min} .

Прокладки делают шириной 60-80 мм, длиной на 20-50 мм больше ширины уголков. Для всех уголков одной фермы следует иметь не более двух трех типоразмеров прокладок.

3 Фундаменты

3.1 Исходные данные для проектирования

За отметку 0,000 условно принята отметка чистого пола первого этажа здания, соответствующая абсолютной отметке +221,550.

Инженерно – геологическая колонка представлена на рисунке 3.1, характеристика грунтовых условий в таблице 3.1.

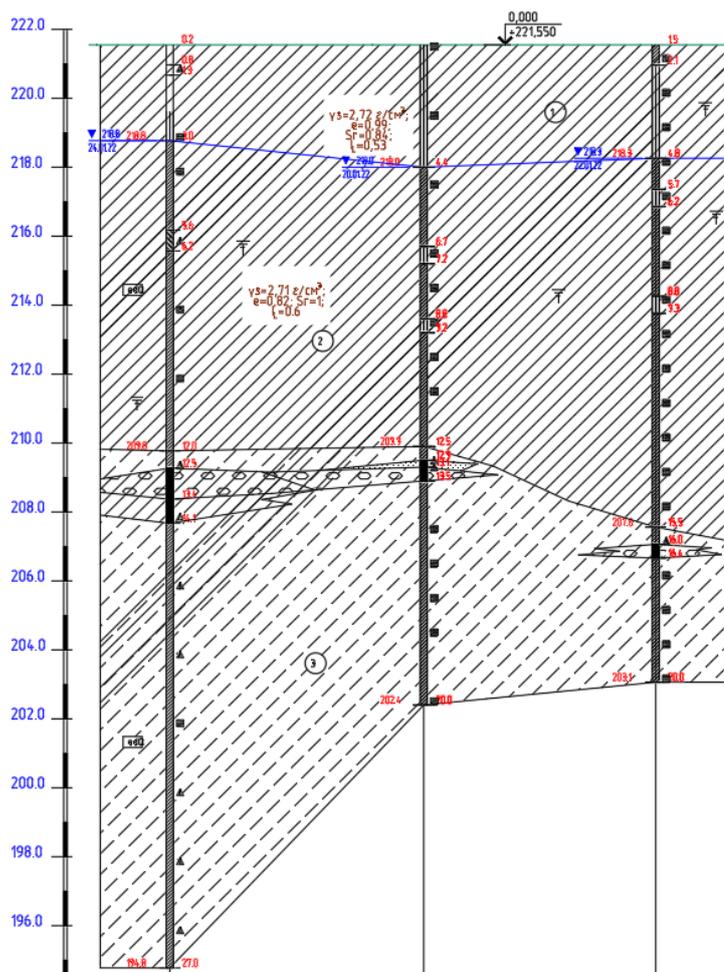


Рисунок 3.1 - Инженерно – геологическая колонка

В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами и с учетом литологического строения грунтов на исследуемой площадке до разведанной глубины 20,00-27,00 м выделено 3 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ-1 – Суглинок тугопластичный, непросадочный;

ИГЭ-2 – Суглинок мягкопластичный, непрсадочный;

ИГЭ-3 – Супесь пластичная, непрсадочная;

Грунты незасоленные. Коррозионная активность грунтов по отношению к углеродистой стали – высокая.

По степени агрессивного воздействия на бетон и железобетон грунты по содержанию хлоридов и сульфатов являются неагрессивными к бетонам и цементам всех марок.

На период бурения в границах площадки работ подземные воды вскрыты всеми скважинами на глубине 3,30-4,460 м от дневной поверхности (абс. отм. 218,08-218,62м)

Подземные воды приурочены к аллювиальным четвертичным отложениям. Воды порово-пластичного типа, безнапорные. Водовмещающими породами служат суглинки ИГЭ-2 и супеси ИГЭ-3. До разведанной глубины 20,00-27,00 м (абс.отм. 194,88-202,83 м) водоупорные грунты не вскрыты. Вскрытая мощность водоносного горизонта в пределах площадки составляет 15,4-23,7 м.

По химическому составу грунтовые воды относятся к гидрокарбонату, натриевому типу со слабощелочной реакцией, по жесткости – очень мягкая, по минерализации – от умеренно пресной до собственно пресной.

По заданию дипломного проекта необходимо выполнить расчет столбчатого фундамента неглубокого заложения и на сваях под стойку рамы. Выбрать один вариант путем сравнения ТЭП.

Таблица 3.1 – Физико-механические характеристик грунта

Номер ИГЭ	Полное наименование грунта	$h, м$	$W,$ д.е.	$e,$ д.е.	Плотность, $г/м^3$			$\gamma(\gamma_{sb}),$ $кН/м^3$	$I_L,$ д.е.	$S_r,$ д.е.	Механические хар-ки грунтов			$R_o,$ кПа
					ρ	ρ_s	ρ_d				$E,$ кПа	$\varphi,$ град	$c,$ кПа	
ИГЭ-1	Суглинок тугопластичный, слабозаторфованный	4,2	0,306	0,99	1,76	2,72	1,37	17,6	0,37	0,84	2600	16	25	163
ИГЭ-2	Суглинок мягкопластичный, непросадочный	8,1	0,304	0,84	1,91	2,71	1,47	19,1	0,6	0,98	3500	17	19	
ИГЭ-3	Супесь пластичная непросадочная	7,5	0,220	0,64	2,00	2,70	1,65	20,0	0,58	0,93	7100	24	13	

3.2 Сбор нагрузок на фундамент

3.2.1 Общие данные

В качестве расчетного участка принимаем стойку среднего ряда.

На фундамент под стойку передается нагрузка:

- нагрузка с покрытия, включающая собственный вес конструкции кровли и снеговую нагрузку;
- нагрузку от собственного веса стальных элементов.
- нагрузку от конструкции полов первого этажа.

Временные нагрузки включают в себя кратковременные нагрузки (полезная нагрузка и снеговая). К постоянным нагрузкам относится собственный вес стальных конструкций, а также собственный вес конструкции кровли и пола.

При сборе нагрузки на покрытие и перекрытие учитывается основное сочетание нагрузок, включающее в расчет постоянные нагрузки с коэффициентом 1, кратковременные - 0,9 и длительные - 0,95.

Опорная реакция фермы согласно п. 2.5 - $R = 415,8$ кН.

Собственный вес стальной колонны сечением из двутавра 40Ш7 с линейной плотностью $m_1 = 250$ кг/м и длиной $l_1 = 10,2$ м определяю по формуле 3.1.

$$G_{k1} = m_1 \cdot \gamma_f \cdot l_1 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}. \quad (3.1)$$

$$G_{k1} = 289,7 \cdot 1,05 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 12,75 = 38,05 \text{ кН.}$$

С учетом опирания двух ферм на колонну, нагрузка на фундамент по формуле 3.2.

$$N = 415,8 \cdot 2 + 38,05 = 869,65 \text{ кН, М.} \quad (3.2)$$

$$N = 415,8 \cdot 0,233 = 96,88 \text{ кНм.}$$

3.3 Проектирование столбчатого фундамента

3.3.1 Анализ грунтовых условий

1. Инженерно – геологические условия благоприятны для строительства.

2. Наличие пучинистых грунтов с поверхности:

Нормативная глубина промерзания в г. Ачинск на основании теплотехнического расчета принимается для суглинков ИГЭ-1 и ИГЭ-2 – 1,75 м.

3. Слабые слои грунта – отсутствуют.

4. Подземные воды расположены на глубине -3,550 м.

3.3.2 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента d (расстояние от отметки планировки до подошвы) принимается, исходя из следующих условий:

- конструктивных особенностей здания (наличие подвалов, подполий, тоннелей, фундаментов под оборудование и других заглубленных сооружений) – здание, для которого разрабатывается фундамент не имеет подвала;

- конструктивных требований, предъявляемых к фундаментам

- глубины промерзания пучинистого грунта – Согласно п. 5.5.5 [8] – глубину заложения фундаментов отапливаемых сооружений по условиям недопущения морозного пучения грунтов основания следует назначать для внутренних фундаментов – независимо от расчетной глубины промерзания грунтов;

- грунтовых условий: с поверхности залегает насыпной грунт до глубины -0,200 м, который не может служить основанием для фундамента.

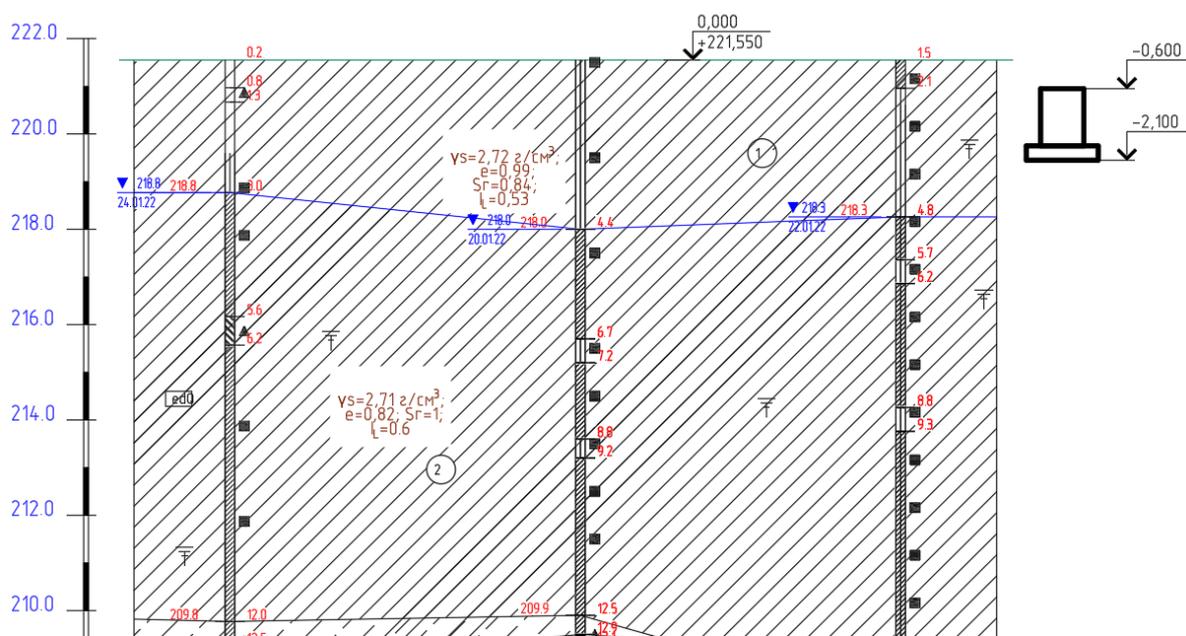


Рисунок 3.2 – Столбчатый фундамент

Принимаем в качестве основания суглинок тугопластичный слоя ИГЭ-1, глубину заложения фундамента как наибольшую из выше перечисленных, - 2,100 м, учитывая, что высота фундамента должна быть кранной 0,3 м, заглубление в несущий слой не менее 0,3 м, а верхний обрез фундамента находится на отметке -0,600 м.

3.3.3 Определение размеров подошвы фундамента

Площадь подошвы определяют по формуле 3.3.

$$A_{mp} = \frac{N_p}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d} = \frac{869,65}{163 - 20 \cdot 2,1} = 7,19 \text{ м}^2, \quad (3.3)$$

$R_0 = 163$ кПа – расчетное сопротивление грунта (см. табл. 3.1); $\gamma_{mt} = 20$ кН/м³ – усредненный удельный вес фундамента и грунта на его обрезах; $d = 2,1$ м – глубина заложения фундамента.

По найденной площади принимаем размеры подошвы фундамента $b = 2,7$ м; $l = 2,7$ м.

3.3.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Определим в первом приближении расчетное сопротивление грунта для бесподвальных зданий по формуле 3.4.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g \cdot d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \quad (3.4)$$

где $\gamma_{c1} = 1,2$ и $\gamma_{c2} = 1$ – коэффициенты условий работы, принятые по [8, табл. 5.4]; $k = 1,1$ – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик c_{II} и φ ; $M_{\gamma} = 0,36$; $M_g = 2,43$; $M_c = 4,99$ – коэффициенты зависящие от φ , принятые по [8, табл. 5.5];

$k_z = 1$ – коэффициент, принимаемый при ширине фундамента $b < 10$ м;
 $c = 25$ кПа – расчетное значения удельного сцепления грунта под подошвой фундамента;

$\gamma'_{II} = 17,6$ кН/м³ – удельный вес грунта выше подошвы фундамента.

$\gamma_{II} = 18,65$ кН/м³ – удельный вес грунта ниже подошвы фундамента по формуле 3.5.

$$b + d = 2,7 + 2,1 = 4,8 \text{ м.}$$

$$\gamma_{II} = \frac{1,45 \cdot 17,6 + 3,35 \cdot 19,1}{4,8} = 18,65 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}, \quad (3.5)$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1}{1,1} [0,36 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 18,65 + 2,43 \cdot 2,1 \cdot 17,6 + 4,99 \cdot 25] = 254 \text{ кПа,}$$

Так как полученное значение $R = 254$ кПа превышает начальное значение $R = 163$ кПа более, чем на 15%, выполним перерасчет.

Площадь подошвы определяют по формуле 3.6.

$$A_{mp} = \frac{N_p}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d} = \frac{869,65}{254 - 20 \cdot 2,1} = 4,1 \text{ м}^2, \quad (3.6)$$

Принимаем размеры подошвы $b = 2,1 \text{ м}; l = 2,1 \text{ м}$.

$$R = \frac{1,2 \cdot 1}{1,1} [0,36 \cdot 1 \cdot 2,1 \cdot 18,65 + 2,43 \cdot 2,1 \cdot 17,6 + 4,99 \cdot 25] = 249 \text{ кПа}$$

Так как полученное значение $R = 249 \text{ кПа}$ превышает начальное значение $R = 254 \text{ кПа}$ не более, чем на 15%, оставляем принятые размеры фундамента.

Принимаем размеры подошвы $b = 2,1 \text{ м}; l = 2,1 \text{ м}, A = 4,41 \text{ м}^2$.

3.3.5 Проверка условий расчета основания по деформациям

Основными критериями расчета основания фундамента неглубокого заложения по деформациям являются условия:

$$p_{cp} = \frac{N'}{A} \leq R;$$

$$p_{max} = \frac{N_{II}'}{A} + \frac{M_{II}'}{W} \leq 1,2 \cdot R;$$

$$p_{min} = \frac{N_{II}'}{A} - \frac{M_{II}'}{W} \geq 0;$$

где M' – расчетное значение момента, действующее на подошву фундамента (см. табл. 3);

W – момент сопротивления ее площади, определяется по формуле 3.7.

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{2,1 \cdot 2,1^2}{6} = 1,54 \text{ м}^3; \quad (3.7)$$

N' – нагрузка на основание с учетом веса фундамента;

$$G_f = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{mt} = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 1,5 \cdot 20 = 132,3 \text{ кН} - \text{ вес фундамента,}$$

отсюда вертикальная нагрузка:

$$N' = 869,65 + G_f = 869,65 + 132,3 = 1001,95 \text{ кН.}$$

$$p_{cp} = \frac{1001,95}{4,41} = 227 \text{ кПа} < 249 \text{ кПа};$$

$$p_{max} = \frac{1001,95}{4,41} + \frac{96,88}{1,54} = 269,9 \text{ кПа} < 1,2 \cdot 227 = 272,4 \text{ кПа};$$

$$p_{min} = \frac{1001,95}{4,41} - \frac{96,88}{1,54} = 206,99 \text{ кПа} > 0;$$

Условие выполняется. Окончательно принимаем размеры подошвы фундамента $b = 2,1 \text{ м}; l = 2,1 \text{ м}$ с $A = 4,41 \text{ м}^2$.

3.3.6 Расчет осадки фундамента и проверка условия по деформациям

Расчет основания по деформациям заключается в проверке условия:

$$S \leq S_u,$$

где S – ожидаемая деформация фундамента, определяемая расчетом при проектировании фундамента; S_u – предельная совместная деформация основания и сооружения, назначаемая при проектировании здания в соответствии с требованиями норм.

Расчет осадок производим методом послойного суммирования при расчетной схеме основания в виде линейно – деформируемого полупространства. Порядок расчета принимаем следующий:

1. Напластования грунтов ниже подошвы фундамента разделяем на слои мощностью не более $0,4b$ ($h_i \leq 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 2,1 = 0,84 \text{ м}$).
2. Определяем природное бытовое давление на границе слоев и строим эпюру. Сначала определим давление на уровне подошвы фундамента

$$\sigma_{zg0} = \gamma' \cdot d = 17,6 \cdot 2,1 = 36,96 \text{ кПа},$$

затем будем прибавлять давление от каждого нижележащего слоя

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zg0} + \sum \gamma_i \cdot h_i,$$

где γ_i, h_i – соответственно удельный вес, кН/м³, и мощность, м, для каждого слоя. Результаты расчета занесем в таблицу 3.2.

3. Определим дополнительное давление под подошвой фундамента:

$$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg0} = 227 - 36,96 = 190,04 \text{ кПа},$$

где p_{cp} – большее из двух комбинаций среднее давление от фундамента.

4. Определим напряжения σ_{zpi} на границах слоев:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot p_0,$$

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый по [1, табл. 5] в зависимости от отношений $\frac{l}{b}$ и $\frac{2z_i}{b}$ (z_i – глубина расположения кровли i – го слоя ниже подошвы фундамента). Результаты расчета занесем в таблицу 3.

5. Определим условную границу сжимаемой толщи ВСТ. Она будет находиться там, где удовлетворяется условие:

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,2\sigma_{zg,i}.$$

Для 6 – го слоя: $16,10 < 0,2 \cdot 126,65 = 25,33$ – условие выполняется, следовательно, это условная граница сжимаемой толщи ВСТ.

6. Для каждого слоя в пределах сжимаемой толщи определим среднее напряжение

$$\sigma_{zp,cp} = \frac{\sigma_{zp,i} + \sigma_{zp,i+1}}{2},$$

7. Определим осадку каждого слоя по формуле:

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,cp,i} \cdot h_i}{E_i} \beta,$$

где E_i – модуль деформации i –го слоя; β – коэффициент, принимаемый равным 0,8.

$$S_1 = \frac{174,31 \cdot 75}{2600} 0,8 = 4,023 \text{ см};$$

$$S_2 = \frac{130,16 \cdot 70}{2600} 0,8 = 2,803 \text{ см};$$

$$S_3 = \frac{79,42 \cdot 84}{3500} 0,8 = 1,525 \text{ см};$$

$$S_4 = \frac{45,9 \cdot 84}{3500} 0,8 = 0,881 \text{ см};$$

$$S_5 = \frac{28,83 \cdot 84}{3500} 0,8 = 0,554 \text{ см};$$

$$S_6 = \frac{19,52 \cdot 84}{3500} 0,8 = 0,375 \text{ см};$$

8. Определим суммарную осадку и проверим условие:

$$S = \sum S_i = 10,161 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см} \text{ – условие выполняется.}$$

Таблица 3.2 – К расчету осадки фундамента

Расстояние от подошвы фундамента до нижней границы слоя, Z, м	Давление от собств. веса грунта, σ_{zp} , кПа	Коэффициент Zz/b , м	Коэффициент l/b , м	Коэффициент α	Дополнительное давление P_0 , кПа	Давление в грунте, σ_{zp} , кПа	Среднее давление в каждом слое, $\sigma_{zp,cp}$, кПа	Модуль общей деформации грунта E_i , кПа	Толщина слоя грунта, м	Осадка, S_i , см
0	36,96	0	1	1	190,04	190,04	174,31	2600	0,75	4,023
1	50,16	0,714	1	0,834	158,57	158,57	130,16	2600	0,70	2,803
2	62,48	1,38	1	0,535	101,74	101,74	79,42	3500	0,84	1,525
3	78,52	2,18	1	0,300	57,09	57,09	45,9	3500	0,84	0,881
4	94,57	2,979	1	0,183	34,71	34,71	28,83	3500	0,84	0,554
5	110,61	3,779	1	0,121	22,94	22,94	19,52	3500	0,84	0,375
ВСТ 6	126,65	4,579	1	0,085	16,10	16,10				
$S = \sum S_i = 10,161$										

3.3.7 Конструирование столбчатого фундамента неглубокого заложения

Параметры фундамента $b = 2,1$ м; $l = 2,1$ м; $d = 2,1$ м; колонна сечением из двутавра 40Ш7. Размер опорной пластины 400х480 мм. Для крепления колонны к фундаменту применяем болты М30. Расстояние между болтами принимаем равным 175 мм и 680 мм, расстояние от оси болта до грани подколонника принимаем равным 260 и 513 мм, что больше $4d = 4 \cdot 30 = 120$ мм и не менее 100 мм.

Принимаем сечение подколонника:

$$b_{cf} \times l_{cf} = 1200 \times 1200 \text{ мм.}$$

Высота фундамента:

$$h = d - 0,6 = 2,1 - 0,6 = 1,5 \text{ м.}$$

Назначаем количество и размеры ступеней. В направлении стороны l суммарный вылет ступеней будет составлять $\frac{l-l_{cf}}{2} = \frac{2,1-1,2}{2} = 0,45$ м.

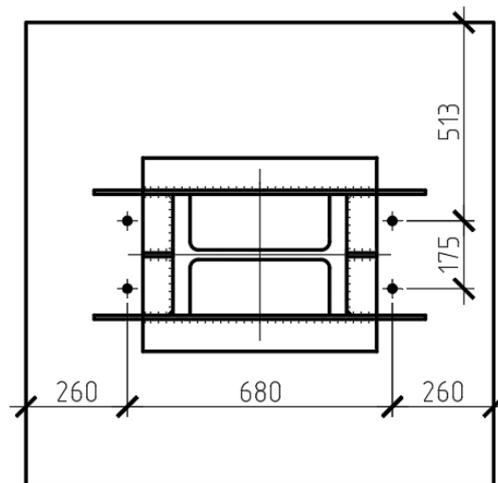


Рисунок 3.3 – План расположения анкерных болтов

Принимая высоту ступеней 300 мм и учитывая, что отношение вылета ступени c_i к высоте ее h_i рекомендуется от 1 до 2, принимаем 1 ступень с вылетом 450 мм. В направлении стороны b суммарный вылет ступени составит

$$\frac{b-b_{cf}}{2} = \frac{2,1-1,2}{2} = 0,45 \text{ м.}$$

Принимаем 1 ступень высотой 300 мм и вылетом 450 мм.

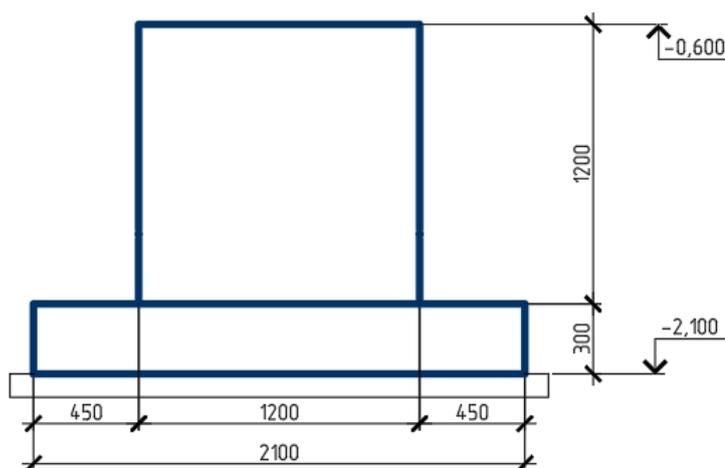


Рисунок 3.4 – Размеры фундамента

Так как $h_{cf} - d_p = 1200 \text{ мм} > 0,5(l_{cf} - l_c) = 0,5(1200 - 600) = 300 \text{ мм}$, значит данный фундамент – высокий.

3.3.8 Расчет фундамента по первой группе предельных состояний

Расчет фундамента на продавливание плитной части подколонником

Проверка производится из условия

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt},$$

где $R_{bt} = 1050 \text{ кПа}$ – расчетное сопротивление бетона марки В25;

F – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента, определяемая по формуле 3.8.

$$F = A_o \cdot p_{max} = 0,38 \cdot 207,98 = 79,03 \text{ кН} \cdot \text{м}^2, \quad (3.8)$$

где $A_o = 0,5 \cdot b \cdot (l - l_{cf} - 2 \cdot h_{op}) - 0,25(b - b_{cf} - 2 \cdot h_{op})^2 =$
 $= 0,5 \cdot 2,1 \cdot (2,1 - 1,2 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(2,1 - 1,2 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,38 \text{ м}^2,$
здесь h_{op} – рабочая высота плитной части фундамента.

$$h_{op} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,5 - 1,2 - 0,05 = 0,25 \text{ м};$$

p_{max} – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок в уровне верха плитной части (обреза верхней ступени), определяемое по формуле 3.9.

$$p_{max} = \frac{N'}{A} = \frac{869,65 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,1}{4,41} = 207,98 \text{ кН}; \quad (3.9)$$

Так как $b - b_{cf} = 2,1 - 1,2 = 0,9 \text{ м} > 2 \cdot h_{op} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ м}$, то

$$b_m = b_{cf} + h_{op} = 1,2 + 0,25 = 1,45 \text{ м}.$$

Отсюда:

$$F = 79,03 < 1,45 \cdot 0,25 \cdot 1050 = 380,6 \text{ кПа}.$$

Условие выполняется.

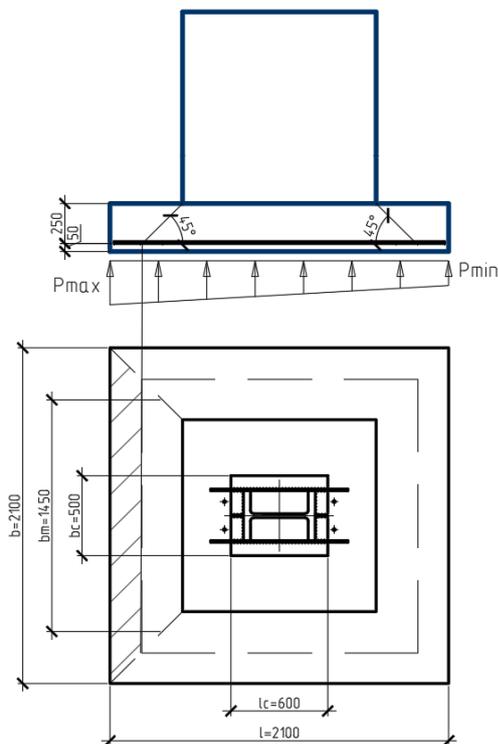


Рисунок 3.5 – Схема к расчету низкого фундамента на продавливание
ПОДКОЛОННИКОМ

3.3.9 Расчет плитной части фундамента на изгиб

Моменты в сечении грунта 3.10.

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l} \left(1 + \frac{6 \cdot e_{ox}}{l} - \frac{4 \cdot e_{ox} \cdot c_{xi}}{l^2} \right), \quad (3.10)$$

где N – расчетная нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах:

$$N = N_p,$$

e_{ox} – эксцентриситет нагрузки при моменте M , приведенном к подошве фундамента и равном $(M_k + Q_k \cdot h - N_{ст} \cdot a)$;

c_{xi} – вылеты ступеней.

Изгибающие моменты в сечениях, действующих в плоскости, параллельной меньшей стороне фундамента b по формуле 3.11.

$$M_{yi} = \frac{N \cdot c_{yi}^2}{2 \cdot b}, \quad (3.11)$$

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры:

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

где ξ – коэффициент, определяемый по таблице в зависимости от величины α_m по формуле 3.12.

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b}, \quad (3.12)$$

Рассчитываем арматуру плитной части фундамента. Результаты расчета приведены в таблице 3.1.

Здесь в таблице вертикальная нагрузка принята:

$$N = N_p = 869,65 \text{ кН.}$$

Момент приведен к подошве: $M = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}, e = 0 \text{ м.}$

Таблица 3.3 – Расчет арматуры

Сечение	Вылет $c_i, \text{ м}$	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$1 + \frac{6 \cdot e_o}{l}$ $-\frac{4 \cdot e_o \cdot c_i}{l^2}$	$M,$ кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	$A_s,$ см ²
1-1	0,45	41,93	1	41,93	0,022	0,989	0,25	4,85
2-2	0,827	141,61	1	141,61	0,004	0,995	1,45	2,80
1'-1'	0,45	41,93	1	41,93	0,022	0,989	0,25	4,85
2'-2'	0,894	165,49	1	165,49	0,005	0,995	1,45	3,28

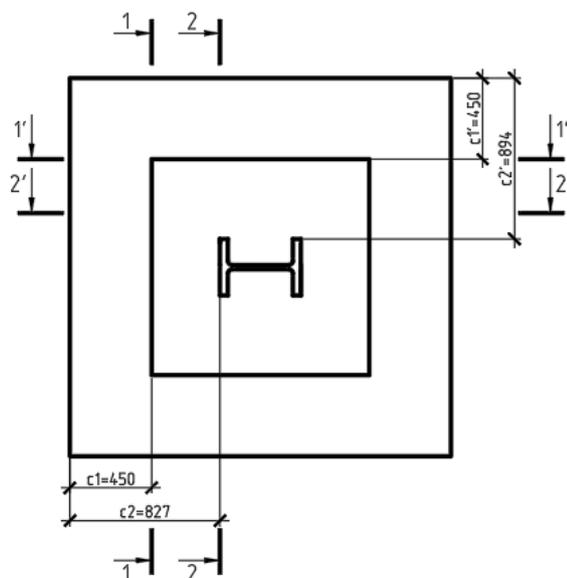


Рисунок 3.6 - Схема к расчету арматуры плитной части фундамента

Конструируем сетку С1 следующим образом. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т.е. сетка С1 имеет в направлении l – 11 стержней, в направлении b – 11 стержней. Диаметр арматуры в направлениях l и b принимаем по сортаменту – 10 мм (для $11\emptyset 10 A500 - A_s = 8,64 \text{ см}^2$, что больше $4,85 \text{ см}^2$). Длины стержней принимаем, соответственно, 2050 мм и 2050 мм.

Подколонник армируем отдельными стержнями, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно $\emptyset 12A500$ с шагом 200 мм, поперечную $\emptyset 8A240$ с шагом 400 мм. Длина рабочих стержней 1450 мм. Длина поперечной арматуры – 1170 мм.

3.4 Проектирование фундамента из забивных свай

3.4.1 Исходные данные

Предварительно назначаем высоту ростверка 0,9 м. Глубину заложения ростверка – с учетом отметки верха фундамента $-0,6 - d_p = 1,5 \text{ м}$. Отметка головы сваи $-1,200$, после срубки отметка головы сваи составляет $-1,450$, что на 50 мм выше подошвы ростверка. Подошва ростверка на отметке $-1,500$.

3.4.2 Определение несущей способности забивной сваи

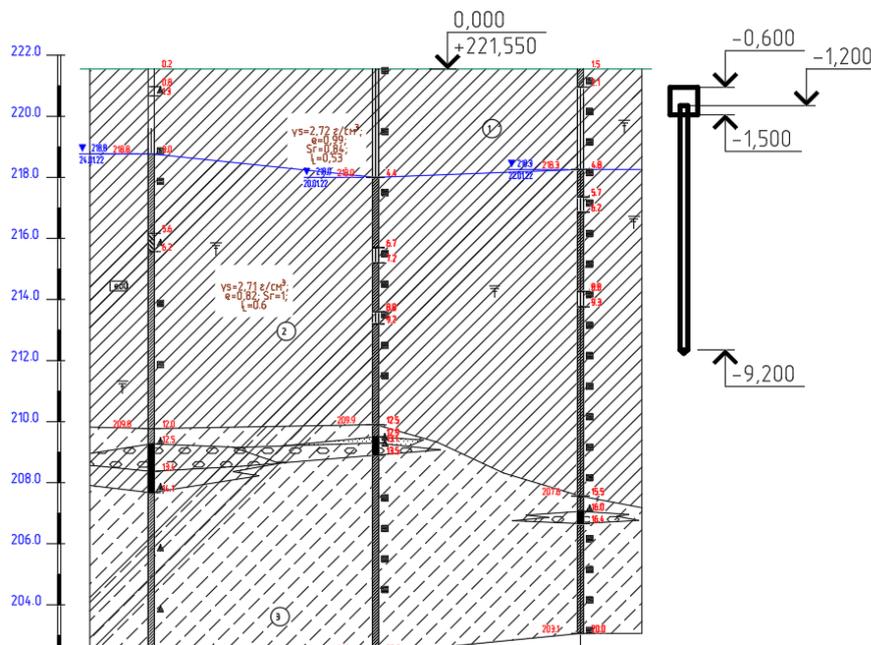


Рисунок 3.7 - Забивная свая

Принимаем сваи длиной 8 м – С80.30. Опираем забивные сваи предусматриваем на суглинках мягкопластичный слоя ИГЭ-2, залегающие на отметке -3,500. Отметка конца сваи составит -9,200 м.

По характеру работы в грунте свая с данными условиями опирания является висячей.

Несущая способность висячих свай определяется по формуле 3.13.

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + U \sum \gamma_{cf,i} \cdot f_i \cdot h_i) \quad (3.13)$$

$$F_d = 1 [1 \cdot 2677 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 147,94] = 418,46 \text{ кПа.}$$

где F_d – несущая способность висячей сваи, кПа;

γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

R – расчетное сопротивление грунта под нижнем концом сваи, кПа;

A – площадь поперечного сечения сваи, м²;

$\gamma_{cR} = 1$ – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

U – периметр поперечного сечения сваи, м²;

$\gamma_{cf} = 1$ – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;

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

h_i – толщина i – го слоя грунта, м.

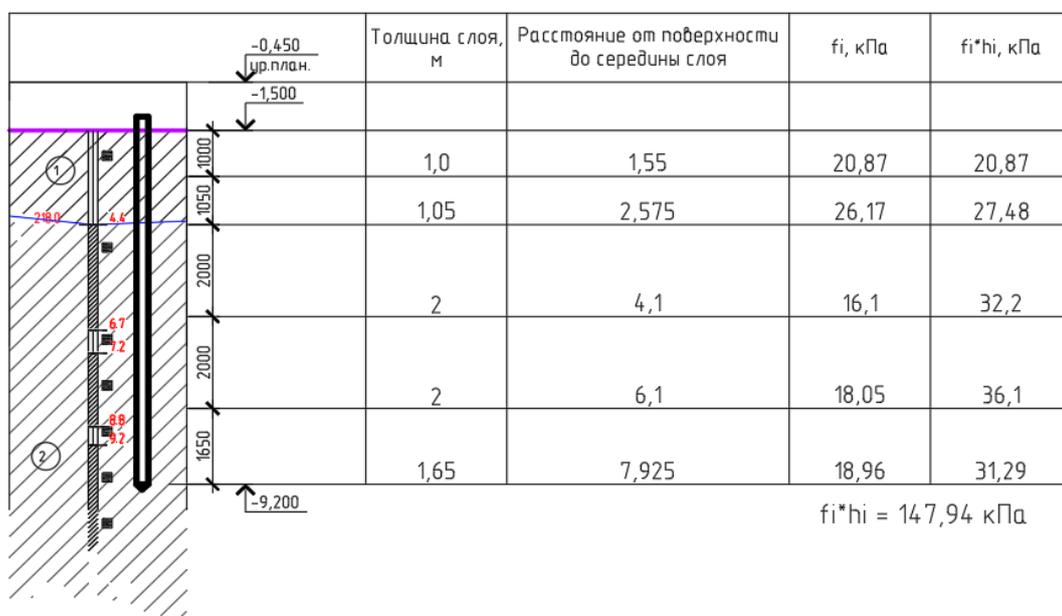


Рисунок 3.8 - Определение несущей способности сваи

Допускаемая нагрузка на сваю определяется по формуле 3.14.

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{418,46}{1,4} = 299 \text{ кН}. \quad (3.14)$$

Здесь $\gamma_k = 1,4$ – коэффициент надежности.

3.4.3 Определение числа свай и проектирование ростверка

При известной несущей способности сваи 299 кН, а также при учете равномерной передачи нагрузки через ростверк на сваи фундамента,

определим необходимое количество свай в ростверке. Расчет ведем по I предельному состоянию, т.е. от расчетных нагрузок.

Количество свай, необходимое для устройства одного фундамента под колонну 3.15.

$$n = \frac{N_p}{F_d / \gamma_k - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma} \quad (3.16)$$

$$n = \frac{869,65}{299 - 0,9 \cdot 1,5 \cdot 20} = 3,06 \text{ свай}$$

Расстояние между сваями принимаем в пределах от 3 до 6d. Размеры ростверка в плане 1,5х1,5 м. Высота ростверка 0,9 м. Принимаем количество свай 4 шт. Нагрузка на ростверк составляет 869,65 кН, класс бетона по прочности принимаем В25 ($R_b = 14,5$ МПа).

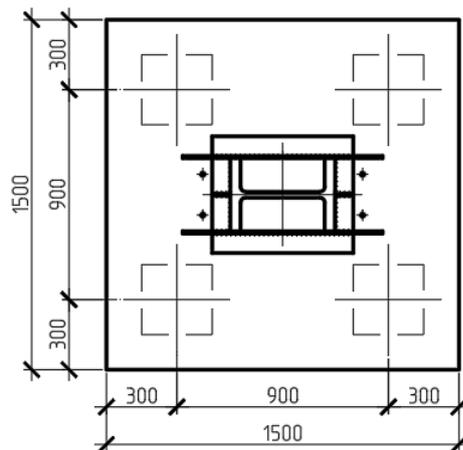


Рисунок 3.9 - Схема расположения свай

3.4.4 Проверка плиты ростверка на изгиб и определение арматуры

Моменты в сечениях ростверка:

$$M_x = N_{св} \cdot x; \quad M_y = N_{св} \cdot y;$$

где $N_{св} = \frac{869,65}{4} = 217,4$ кН – расчетная нагрузка на одну сваю;

x и y – расстояния от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Таблица 3.4 – Проверка плиты ростверка на изгиб

Сечение	M , кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	A_s , см ²
1-1	127,83	0,007	0,995	0,85	4,32
1'-1'	98,69	0,005	0,995	0,85	3,33

Здесь

$$M_{1-1} = 2 \cdot 217,4 \cdot 0,294 = 127,83 \text{ кН};$$

$$M_{1'-1'} = 2 \cdot 217,4 \cdot 0,227 = 98,69 \text{ кН}.$$

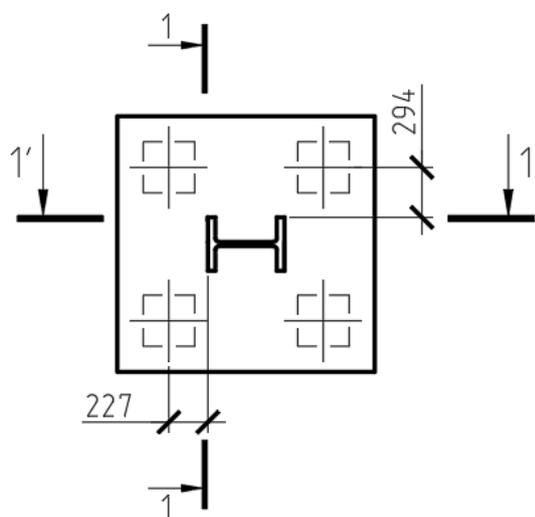


Рисунок 3.10 - Схема к расчету ростверка на изгиб

Определяем требуемое армирование в сечении по формуле 3.16

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b}, \quad (3.16)$$

где b – ширина сжатой зоны сечения, м;

h_{oi} – рабочая высота каждого сечения, м;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, кПа.

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

где ξ – коэффициент определяемый по величине α_m ;

R_s – расчетное сопротивление арматуры, кПа (для арматуры класса А500 периодического профиля $d = 10 \div 40$ мм, $R_s = 350000$ кПа).

Конструируем сетку С1 следующим образом. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т.е. сетка С1 имеет в направлении l – 8 стержней, в направлении b – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем по сортаменту – 10 мм (для 8Ø10 А500 – $A_s = 6,28$ см², что больше 4,32 см²); в направлении b – 10 мм (для 8Ø10 А400 – $A_s = 6,28$ см², что больше 3,33 см²). Длины стержней принимаем, соответственно, 1450 мм и 1450 мм. Поперечное армирование выполняем из Ø10 А240 с шагом 200 мм. Длина поперечной арматуры – 850 мм, количество стержней – 56.

3.5 Технико – экономическое сравнение вариантов фундаментов

Таблица 3.5 – Определение объемов работ столбчатых фундаментов неглубокого заложения

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Ед. изм-я	Всего	Ед. изм-я	Всего
01-01-003-07	Разработка грунта 1 группы бульдозером	1000 м ³	0,037	3643,2	134,79	8,3	0,307
	Ручная разработка грунта 1 гр.	100 м ³	0,0053	1492,1	7,91	172,9	0,916
06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,0053	6429,76	34,08	180	0,954
06-01-001-05	Устройство монолитного ж/б	100 м ³	0,0305	18706,1	570,72	785,9	23,97

	фундамента объемом до 3 м ³						
01-01- 034-02	Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	0,033	976,8	32,64	-	-
СЦМ 204-0025	Стоимость арматуры класса А500	т	0,074	8134,9	601,9	-	-
ИТОГО:					1382,0		26,15

Таблица 3.6 – Определение объемов работ свайных фундаментов

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоёмкость, чел·ч	
				Ед. изм-я	Всего	Ед. изм-я	Всего
01-01- 003-07	Разработка грунта 1 группы бульдозером	1000 м ³	0,011	3643,2	40,08	8,3	0,091
05-01- 002-05	Забивка свай в грунт 2 гр.	м ³	2,92	510,2	1489,8	3,6	10,51
05-01- 010-01	Срубка голов свай	свая	4	115,5	462	1,4	5,6
СЦМ- 441-300	Стоимость свай	м ³	2,92	1809,2	5282,9	-	-
06-01- 001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,00289	6429,76	18,58	180	0,52
6-5	Устройство монолитного ростверка объемом до 10 м ³	100 м ³	0,0186	12022,9	223,99	483,8	8,99

01-01-034-02	Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	0,0089	976,8	8,69	-	-
	Уплотнение грунта пневмотрамбовками	100 м ³	0,089	501,4	44,62	12,5	1,11
СЦМ 204-0025	Стоимость арматуры класса А500	т	0,024	8134,9	195,2	-	-
СЦМ 204-0003	Стоимость арматуры класса А240	т	0,029	9372,4	271,8	-	-
ИТОГО:					8038		26,82

Трудоёмкость устройства фундаментов мелкого заложения меньше, чем фундаментов на забивных сваях (на 2,5%). Стоимость забивных свай оказалась на 83% выше, чем фундамента неглубокого заложения. К окончательной разработке принимаем фундамент неглубокого заложения как более дешёвый и менее трудоемкий.

4 Технология строительного производства

4.1 Технологическая карта на возведения каркаса здания

4.1.1 Область применения

Технологическая карта разработана на возведение каркаса производственной базы по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске.

Работы следует выполнять, руководствуясь требованиями следующих нормативных документов:

- СП 48.13330.2011 «Организация строительного производства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СП12-135-2002 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».

Монтаж металлического каркаса осуществляется с применением сварки и болтов класса М20 класса прочности В.

4.1.2 Организация и технология выполнения работ

Основные работы по возведению производственного здания делятся на подготовительные, основные и заключительные.

Подготовительные работы:

- оформление разрешительной, исполнительной и технической документации;
- организация рабочей зоны строительной площадки;
- разбивка и принятие осей здания;
- возведение стаканов фундамента под колонны;
- 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.

Подготовительные работы

В соответствии с [9] основанием для начала работ по монтажу металлоконструкций зданий служит Акт технической готовности нулевого цикла (фундаментов) к монтажу. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

До начала монтажа колонн должны быть полностью закончены следующие работы:

- устройство фундаментов под монтаж колонн;
- произведена обратная засыпка пазух траншей и ям;
- грунт спланирован в пределах нулевого цикла;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта;
- подготовлены площадки для складирования конструкций и работы крана;
- должна быть организована рабочая зона строительной площадки.

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств

или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

До установки в проектное положение сборные конструкции должны быть соответственно подготовлены. Прежде всего необходимо проверить состояние конструкций: наличие на них марок и осевых рисок, соответствие геометрических размеров рабочим чертежам. Особое внимание обращают на стыки. Проверяют отметки опорных частей и при необходимости выравнивают их до проектного уровня. До начала монтажа необходимо окрасить все металлоконструкции согласно технологической карте на окраску металлической поверхностей.

При подготовке колонн к монтажу на них наносят следующие риски: продольной оси колонны, на уровне низа колонны и верха фундамента. Затем обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций. Подготовка ферм, прогонов к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- прикрепление планок для опирания последующих конструкций, подлежащих монтажу;
- прикрепления по концам ферм (прогонов) покрытия двух оттяжек из пенькового каната, для удержания ферм (прогонов) от раскачивания при подъеме.

Основные работы

Монтаж конструктивных элементов ведем комплексным методом, при котором устанавливают, выверяют и закрепляют все несущие конструкции и продольные связи каждой ячейки здания. После проверки правильности геометрических размеров ячейки окончательно закрепляют монтажные стыки. При комплексном методе монтажа быстрее открывается фронт работ для последующих строительных процессов, благодаря чему сокращаются сроки строительства.

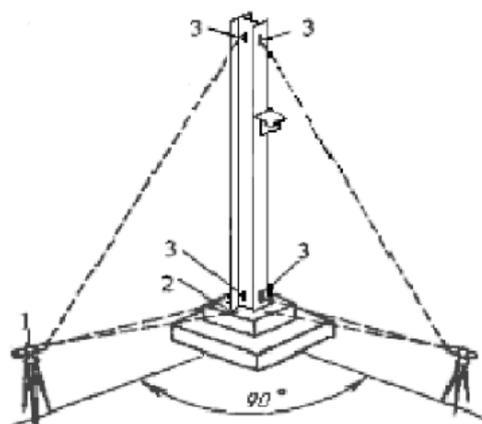
Монтаж металлических конструкций осуществлять в соответствии с требованиями [10], [33], рабочего проекта и инструкций заводоизготовителей. Во время производства работ на границах опасной зоны установить предупредительные знаки.

Комплексный процесс монтажа металлических конструкций состоит из следующих процессов и операций:

- геодезическая разбивка местоположения колонн на фундаментах; - укрупнительная сборка ферм;
- установка, выверка и закрепление готовых колонн на фундаментах;
- установка, выверка и закрепление подкрановых балок;
- монтаж стропильных ферм;
- монтаж фонарных ферм;
- монтаж связей по покрытию и между колоннами; - монтаж прогонов покрытия;

При установке колонн на фундамент стойки поднимают краном и наводят на анкерные болты. Для облегчения наводки и предохранения резьбы анкерных болтов от повреждений на последние надеваются стальные предохранительные колпачки, изготавливаемые из обрезков газовых труб. В процессе наводки и установки колонны, совмещают с рисками на опорных плитах и колонну закрепляют анкерными болтами. Крепят колонны путем навинчивания и затяжки гаек на анкерных болтах. При окончательном креплении стоек затягивают контрагайки и крепят гайки к болтам электроприхватами, чтобы предупредить самоотвинчивание гаек. Расстроповку стоек производят только после надлежащего их закрепления.

Геодезический контроль правильности установки колонн по вертикали осуществляют с помощью двух теодолитов, во взаимно-перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны (рисунок 4.1).



1 - теодолит; разбивочные оси: 2 - на фундаменте; 3 - на колонне

Рисунок 4.1 - Контроль установки колонны по вертикали

После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ферм, балок и балок покрытия. По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки этих плоскостей. Выполняют это следующим образом. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от верха колонны или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование осуществляют по этому горизонту.

Укрупнительную сборку конструкций производят на сборочной площадке, оборудованной стендом. Стенд представляет собой жесткую стальную раму с прижимными упорами и фиксаторами.

Стропильные фермы, поднимают методом поворота из горизонтального положения в вертикальное. Удерживая ферму краном, производят выверку её вертикальности и временное крепление. После монтажа стропильных ферм монтируют горизонтальные связи, прогоны и фахверковые конструкции. После монтажа очередной фермы покрытия монтируют 3-4 прогона, необходимые для обеспечения устойчивости и ее расстроповки.

После монтажа стропильных ферм, производят монтаж ферм светоаэрационного фонаря. Монтаж прямоугольных светоаэрационных фонарей должен производиться со следующей последовательностью выполнения отдельных операций:

- установка, выверка и закрепление несущих элементов;
- монтаж элементов покрытия;

Подкрановые балки устанавливаются сразу после монтажа ферм покрытия в монтажной ячейке. По команде звеньевой подкрановую балку поднимают при помощи траверсы и удерживают от раскачивания с помощью оттяжек два монтажника.

Поданную балку принимают клещевыми грузозахватными приспособлениями (рисунок 4.2) на уровень 20...30 см до площадки ее крепления другие два монтажника, находящиеся на площадках монтажных лестниц. Они удерживают конструкцию от соприкосновения с ранее установленными элементами и разворачивают ее в нужном направлении перед установкой. Правильность поднимания балки контролируют по совпадению рисок продольной оси на подкрановой балке и балке покрытия, а также по риске ранее установленной балки. Балку крепят анкерными болтами, выравнивают ее выполняя рихтовочный зазор. Проектное положение оси подкрановых путей определяют при помощи теодолита, а по высоте - нивелированием верхнего пояса балки.

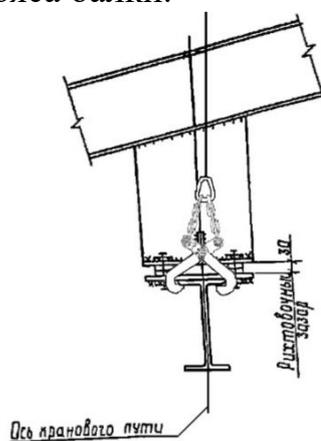


Рисунок 4.2 – Монтаж подкрановой балки клещевыми грузозахватными приспособлениями

После монтажа подкрановых балок монтируют горизонтальные связи, прогоны и фахверковые конструкции. Прогоны необходимо ставить полностью или частично сразу после монтажа ферм покрытия и ферм фонаря, так как поднятая балка покрытия должна быть быстро закреплена к ранее смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Чтобы лучше использовать грузоподъемность крана, прогоны поднимают пачками, складывают на одно место и затем растаскивают вручную по скату балок покрытия.

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

До начала монтажа кровельных и стеновых панелей необходимо подкрасить все сварные соединения металлоконструкции согласно технологической карте на окраску металлической поверхностей.

Заключительные работы

После завершения основных работ очистить строительную площадку от строительного мусора, снять ограждения и предупредительные знаки опасных зон. Убрать с территории технологическое оборудование, оснастку и инструменты. Передать подрядчику исполнительную и техническую документацию на выполненные работы.

4.1.3 Требования к качеству и приемке работ

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

- СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- ГОСТ 26433.2-94 «Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений».

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажно-сборочные работы подвергнуть контролю на всех стадиях их

выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ осуществлять специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы.

Металлические конструкции, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

До проведения монтажных работ металлические конструкции, соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от этих требований. Входной контроль поступающих металлических конструкций осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров и наличие рисок. 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.

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

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

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

- детализованные 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 конструкции;
- сертификаты на металл.

При инспекционном контроле проверять 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 и фиксируются также в Общем журнале. Вся приемо-сдаточная документация должна соответствовать требованиям [9].

Качество производства работ обеспечивать 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.

Пооперационный контроль качества монтажных работ приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Операционный контроль технологического процесса

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способы контроля
Монтаж колонн	<p>Смещение осей колонн относительно разбивочных осей</p> <p>Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении – 10 мм.</p> <p>Кривизна колонны, расстояния между точками закрепления</p>	<p>± 5 м</p> <p>10 мм</p>	Теодолит, рулетка, нивелир

		- 0,0013	
Отметки опорных узлов	Отклонение верха опорного узла от проектного	≤ 20 мм	Уровень, нивелир
Укрупнительная сборка фермы	Соответствие детализовочным чертежам, предельное отклонение линейных размеров	±5-8 мм	Рулетка, визуальный осмотр
	Предельное отклонение равенства диагоналей	±12-20 мм	
Монтаж ферм	Смещение ферм с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	±15 мм	Теодолит, рулетка, нивелир
	Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы	0,00013 мм длины закрепленного участка, но не более 15 мм	
		- 15 мм	
	Расстояние между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления – 15.	- 0,004 высоты фермы	
	Совмещение осей нижнего и верхнего поясов ферм относительно друг друга (в плане) – 0,004 высоты фермы.		
Монтаж подкрановых балок	Смещение продольной оси подкрановой балки от	±8 мм	Теодолит, рулетка, нивелир

	разбивочной оси на опорной поверхности колонны Отклонение отметок верхних полок подкрановых балок на двух соседних колоннах вдоль ряда и на двух колоннах в одном поперечном разрезе пролета	±15 мм	
Монтаж прогонов	Отклонение линейных размеров Отклонения равенства диагоналей	8 мм 20 мм	Рулетка, визуальный осмотр
Сварка соединений	По ГОСТ 23118-99	По ГОСТ 23118-99	Визуальный, измерительный, ультразвуковой, механические испытания
Постановка болтов	Проверка плоскости стяжки и качества затяжки собранного узла	В собранном узле болты заданного в проекте диаметра должны пройти в 100% отверстий. Допускается прочистка 20% отверстий сверлом, диаметр которого равен диаметру отверстия, указанному в чертеже	Гайковерт, молоток, визуальный осмотр

На объекте строительства вести Общий журнал работ, Журнал авторского надзора проектной организации, Журнал работ по монтажу строительных конструкций, Журнал геодезических работ, Журнал сварочных работ, Журнал антикоррозийной защиты сварных соединений.

4.1.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Подбор грузоподъемного оборудования

Механизация строительных и специальных строительных работ должна быть комплексной и осуществляться комплектами строительных машин, оборудования, средств малой механизации, необходимой монтажной оснастки, инвентаря и приспособлений.

Средства малой механизации, оборудование, инструмент и технологическая оснастка, необходимые для выполнения монтажных работ, должны быть скомплектованы в нормокомплекты в соответствии с технологией выполняемых работ.

Перечень основного необходимого оборудования, машин, механизмов, и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице в графической части бакалаврской работы. Потребность в материалах и изделиях для возведения каркаса определена по чертежам, сметной документации и представлена в таблицах 4.2, 4.3.

Перечень необходимого оборудования, машин, механизмов, для производства работ приведен на л.7 графической части.

Выбор крана для производства работ

Выбор крана для возведения металлического каркаса производится с учетом требуемой высоты подъема элементов, веса монтажного элемента и стропующих устройств, необходимого вылета стрелы монтажного крана, технических и технико-экономических показателей и их работы.

Выбор крана для возведения ферм

Принимаем для подбора кранового оборудования массу фермы 30 м – 1,472 т. Кран подбираю для фермы, так как это самый трудно возводимый элемент. Схема подбора крана для монтажа фермы представлена на рисунке 4.3.

Определение монтажных характеристик

1. Монтажная масса

$$M_M = M_э + M_Г, \quad (4.1)$$

где $M_э$ – масса элемента;

$M_Г$ – масса грузозахватных устройств.

$$M_M = 1472 + 394 = 1866 \text{ кг} = 1,866 \text{ т.}$$

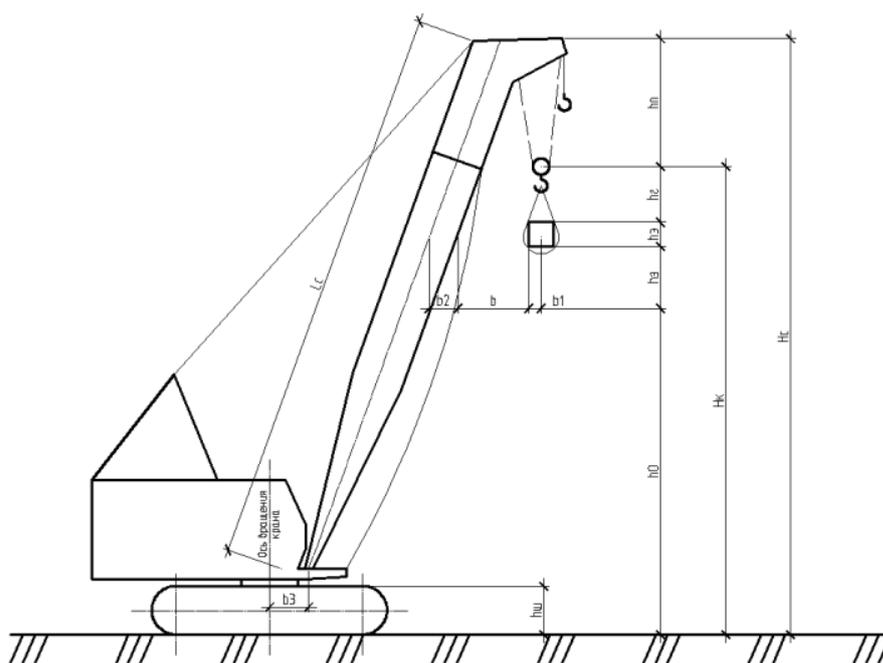


Рисунок 4.3 – Схема к подбору крана для возведения ферм

2. Монтажная высота подъема крюка

$$H_к = h_0 + h_3 + h_э + h_Г, \quad (4.2)$$

где h_0 – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

h_3 – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное, положение, принимается по правилам техники безопасности равным 0,5 м;

h_r – высота грузозахватного устройства (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана);

$h_э$ – высота фермы в положении подъема.

Принимаем $h_0 = 9,6$ м, $h_3 = 0,5$, $h_э = 3,15$ м, $h_r = 3,6$ м.

Подставляю значения в формулу 4.2.

$$H_k = 9,6 + 0,5 + 3,15 + 3,6 = 16,85 \text{ м.}$$

3. Монтажный вылет крюка

$$l_k = \frac{(b+b_1+b_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{h_r + h_{п}} + b_3, \quad (4.3)$$

где b – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, равный 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 – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

b_3 – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы;

$h_{ш}$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы;

h_r – то же, что и в формуле (4.2);

$h_{п}$ – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии;

$$H_c = H_k + h_{п} = 16,85 + 2,0 = 18,85 \text{ м.}$$

Принимаем $b = 0,5$ м, $b_1 = 15$, $b_2 = 0,5$ м, $b_3 = 2,0$ м, $h_{ш} = 2,0$ м, $h_{п} = 2,0$.

Подставляю значения в формулу 4.3.

$$l_k = \frac{(0,5+0,09+0,5) \cdot (18,85-2)}{3,6+2} + 2 = 5,3 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы крана определяется по формуле 4.4.

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2}, \quad (4.4)$$

$$L_c = \sqrt{(5,3 - 2)^2 + (18,85 - 2)^2} = 17,2 \text{ м.}$$

Выбор крана для возведения колонн

Принимаем для подбора кранового оборудования массу колонны – 2,78 т. Кран подбираю для колонны, так как это наиболее тяжелы элемент.

Определение монтажных характеристик

1. Монтажная масса

Подставляем значения в формулу 4.1.

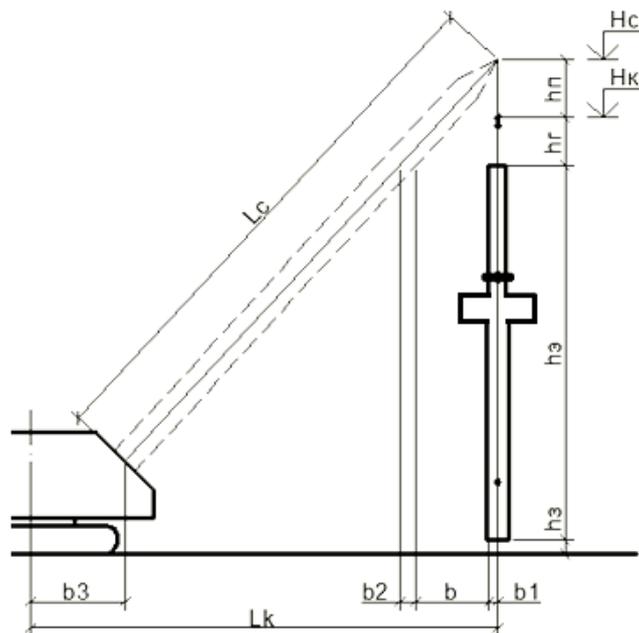


Рисунок 4.4 – Схема к подбору крана для возведения колонн

$$M_M = 2780 + 94,8 = 2874,8 \text{ кг} = 2,875 \text{ т.}$$

2. Монтажная высота подъема крюка

Принимаем $h_0 = 9,6$ м, $h_3 = 0,5$, $h_2 = 3,15$ м, $h_1 = 3,6$ м и подставляем в формулу 4.2.

$$H_K = 0 + 0,5 + 9,6 + 1,86 = 11,96 \text{ м.}$$

3. Монтажный вылет крюка

$$H_C = H_K + h_{\text{п}} = 11,96 + 2,0 = 13,96 \text{ м.}$$

Принимаем $b = 0,5$ м, $b_1 = 15$, $b_2 = 0,5$ м, $b_3 = 2,0$ м, $h_{\text{ш}} = 2,0$ м, $h_{\text{п}} = 2,0$.

Подставляю значения в формулу 4.3.

$$l_K = \frac{(0,5+0,446+0,5) \cdot (13,96-2)}{1,68+2} + 2 = 5,64 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы крана определяется по формуле 4.4.

$$L_C = \sqrt{(5,64 - 2)^2 + (13,96 - 2)^2} = 12,5.$$

По каталогу монтажных кранов выбираем кран, рабочие параметры которого не меньше вышеперечисленных. Этим требованиям отвечает кран стреловой самоходный на пневмоколесном ходу КС-4361.

Требуемые характеристики для возведения фермы: $M_M = 1,866$ т, $H_K = 16,85$ м, $l_K = 5,3$ м, $L_C = 17,2$ м.

Требуемые характеристики для возведения колонны: $M_M = 2,875$ т, $H_K = 11,96$ м, $l_K = 5,64$ м, $L_C = 12,5$ м.

Согласно расчетам, подбираю по каталогу автомобильный стреловой кран КС-4361.

Таблица 4.2 – Материалы и изделия

Наименование элемента	Марка, ГОСТ	Кол- во, шт.	Масса элемента, т	
			одно- го	всего
1 Колонна	40Ш7	45	2,78	125,1
2 Ферма 24 м	ФС24- 6.00	15	0,374	5,61
3 Ферма 30 м	-	15	0,736	11,04
4 Подкрановая балка рядовая, шаг 6 м	ББ-1-1	48	0,435	20,88
5 Подкрановая балка концевая, шаг 6 м	ББ-1-1	8	0,445	3,56
6 Ферма фонаря 12 м	ФБ12х6- 30 пп	26	0,185	4,81
7 Связи крестовые	-	79	0,18	14,22
8 Связи в виде ферм	-	20	0,16	3,2
9 Связи в виде стержней	-	82	0,05	4,1
10 Распорки	-	240	0,05	12е
11 Прогоны	22У	280	0,063	17,64

Технические характеристики крана КС-4361

Грузоподъемность наибольшая – 5,25 т.

Наибольший вылет стрелы – 6,5 м.

Высота подъема крюка – 18,3 м.

Длина стрелы – 20 м.

База крана – 4,12 м.

Колея передних и задних колес – 2,4 м.

Радиус поворота – 3 м.

Мощность – 75 л.с.

Линия ограничения действий крана в монтажной зоне определена контуром возводимого здания.

Подача основных материалов и конструкций к рабочему месту осуществляется краном. При подаче бетона краном с места их приема при отсутствии видимости машинистом крана поднимаемого груза необходимо выставлять сигнальщика из числа стропальщиков или установить двухстороннюю радиосвязь между машинистом крана и стропальщиком.

4.1.5 Техника безопасности и охрана труда

При производстве монтажных работ следует руководствоваться действующими нормативными документами:

- СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

- СП 12-136-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

- ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные»;

-ГОСТ 12.2.012-75 «Приспособления по обеспечению безопасного производства работ»;

-ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов»;

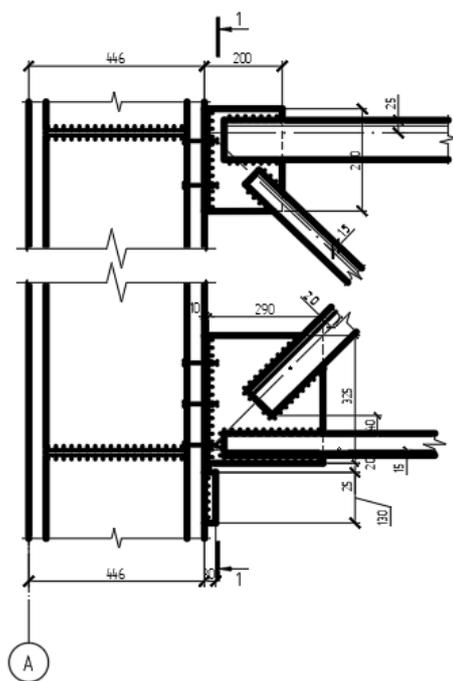
- ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство. Электробезопасность»;

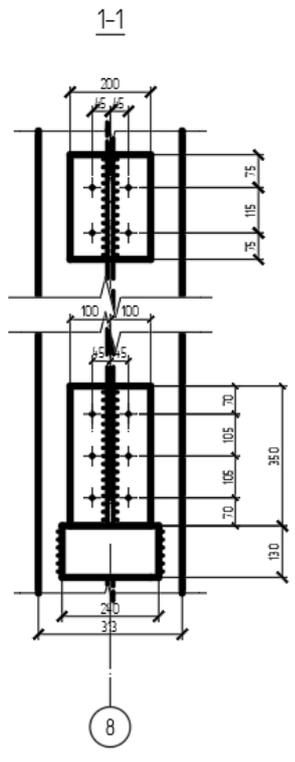
- ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ».

Таблица 4.3 – Объемы строительных работ

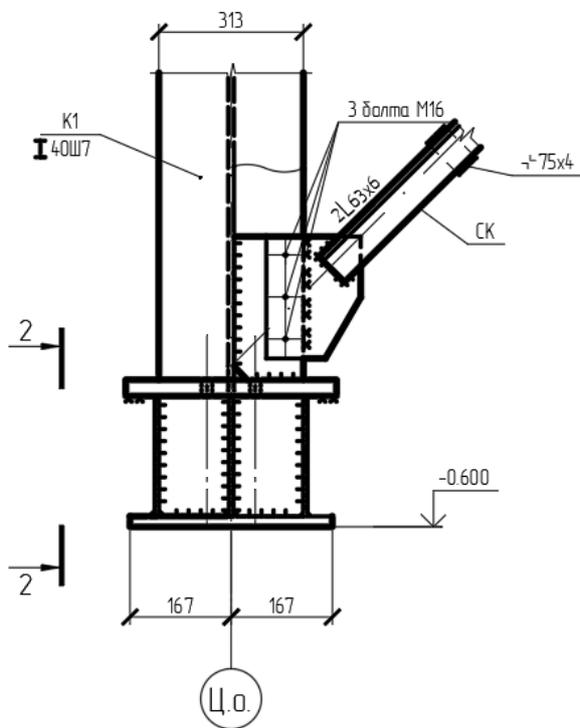
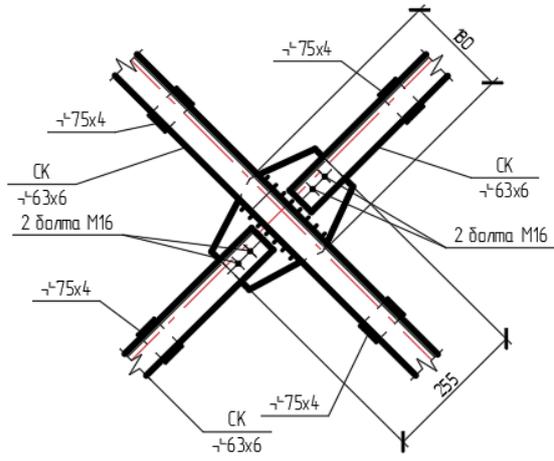
Эскиз	Ед. из м	Кол -во	Потребность в материалах		
			Наименование материал ов	Кол-во на ед.из м	Кол-во на здание
<p>1 Монтажные стыки на высокопрочных болтах и монтажной сварке при укрупнительной сборке фермы</p> <p>The drawing consists of four views of a truss joint assembly. The top view shows a horizontal section with a total length of 566 (l=566) and a height of 390. It features two main horizontal members of size 2L180x110x10 and two diagonal members of size 2L180x110x10. Dimensions include 170 for the distance from the centerline to the end of the horizontal members, and 45 for the offset of the diagonal members. The middle view is a vertical section showing a central vertical member of size 2L180x110x10. It is supported by two diagonal members of size 2L63x6. The vertical member has a diameter of 20. The diagonal members are connected to a horizontal member of size L63x6. The vertical distance from the centerline to the top of the diagonal members is 100. The vertical distance from the centerline to the bottom of the diagonal members is 375. The horizontal distance from the centerline to the end of the diagonal members is 265. The bottom view shows a horizontal section with a total length of 770 (l=770) and a height of 440. It features two main horizontal members of size 2L110x70x8 and two diagonal members of size 2L110x70x8. Dimensions include 385 for the distance from the centerline to the end of the horizontal members, and 100 for the distance from the centerline to the end of the diagonal members. The right view shows a vertical section with a total height of 440 and a width of 170. It features two main vertical members of size 2L110x70x8 and two diagonal members of size 2L110x70x8. Dimensions include 45 for the offset of the diagonal members and 170 for the total width.</p>	шт.	30	Болты высокопрочные	8	240

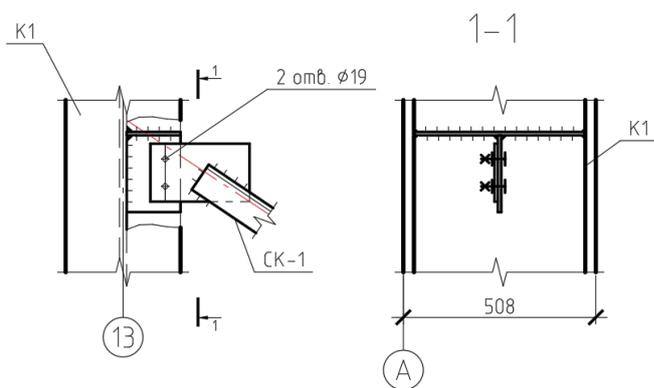
2 Крепление фермы к колонне



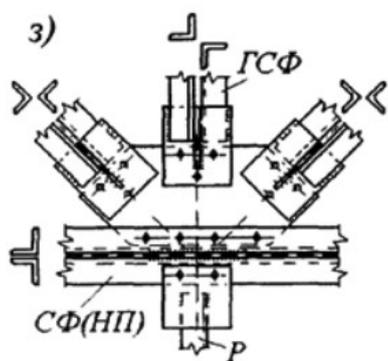


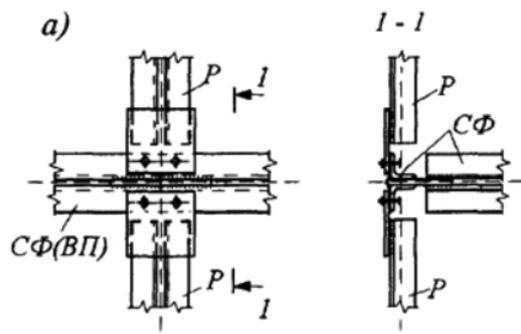
3 Крепление связей колонн



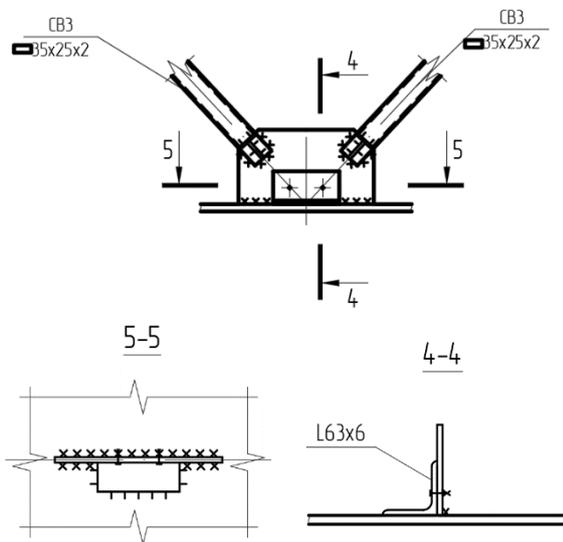


4 Крепление связей ферм и фонарей

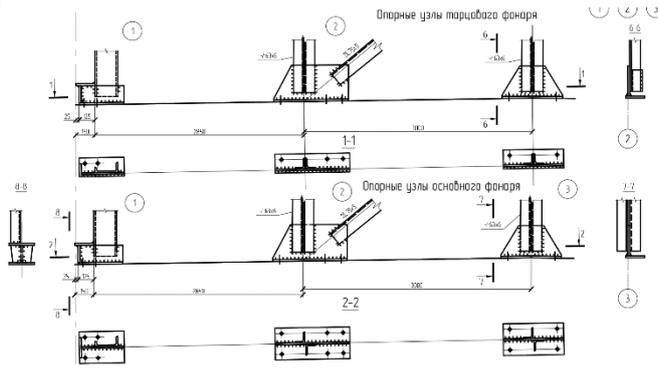




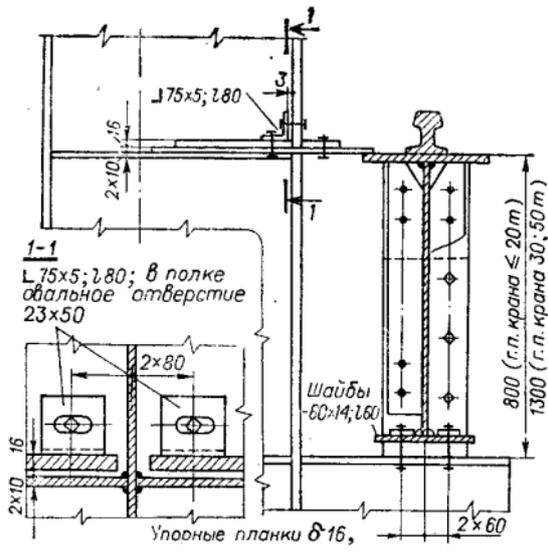
5 Крепление крановых связей



6 Крепление фонаря к ферме



7 Крепление подкрановых балок



Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, промсанитарии, пожарной и экологической безопасности возлагается на руководителей работ, назначенных приказом. Ответственное лицо осуществляет организационное руководство монтажными работами непосредственно или через бригадира. Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Решения по технике безопасности должны учитываться и находить отражение в организационно-технологических картах и схемах на производство работ.

Монтажные работы следует вести только при наличии проекта производства работ, технологических карт или монтажных схем. При отсутствии указанных документов монтажные работы вести запрещается.

В проектах производства работ следует предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с различными климатическими зонами страны и условиями труда.

Порядок выполнения монтажа конструкций, определенный проектом производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении последующих.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций.

Работы по монтажу металлических конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации. Монтажникам выполняющим работы на высоте выполнять работы при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен быть испытан, и иметь бирку.

Перед допуском к работе по монтажу металлоконструкций руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. Ответственность за правильную организацию безопасного ведения работ на объекте возлагается на производителя работ и мастера.

Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:

- опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;
- правила личной гигиены;
- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;
- правила оказания первой медицинской помощи.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

1. 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;

2. Организовать работы в соответствии с проектом производства работ;

3. Не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви;

4. Следить за чистотой рабочих мест, ограждением опасных мест и соблюдением необходимых габаритов;

5. Не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц.

6. Не допускать до работы лиц с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии, удалять их с территории строительной площадки.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано:

- ознакомить рабочих с Рабочей технологической картой под роспись;

- следить за исправным состоянием инструментов, механизмов и приспособлений;

- разъяснить работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

- применять ручные электрические машины допускается только в соответствии с назначением, указанным в паспорте;

- перед началом работы следует проверить исправность машины: исправность кабеля (шнура), четкость работы выключателя, работу на холостом ходу.

К работе с ручными электрическими машинами (электрифицированным инструментом) допускаются лица, прошедшие производственное обучение и имеющие квалификационную группу по технике безопасности.

Перед началом работ машинист грузоподъемного крана должен проверить:

- механизм крана, его тормоза и крепление, а также ходовую часть и тяговое устройство;

- исправность приборов и устройств безопасности на кране (конечных выключателей, указателя грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы, сигнального прибора, аварийного рубильника, ограничителя грузоподъемности и др.);

- стрелу и ее подвеску;

- состояние канатов и грузозахватных приспособлений (траверс, крюков).

На холостом ходу все механизмы крана, электрооборудование, звуковой сигнал, концевые выключатели, приборы безопасности и блокирующие устройства, тормоза и противоугонные средства.

При обнаружении неисправностей и невозможности их устранения своими силами крановщик обязан доложить механику или мастеру. Работать на неисправном кране запрещается.

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

- нельзя находиться людям в границах опасной зоны.

- при работе со стальными канатами следует пользоваться брезентовыми рукавицами; - запрещается во время подъема грузов ударять по стропам и крюку крана; - запрещается стоять, проходить или работать под поднятым грузом; - запрещается оставлять грузы, лежащими в неустойчивом положении;

- машинист крана не должен опускать груз одновременно с поворотом стрелы;

- не бросать резко опускаемый груз.

Из-за значительной площади монтируемых панелей и сильного ветра могут возникнуть трудности с проведением работ. При работе на высоте более 20 м следует обеспечить измерение ветра в наивысшем месте проведения монтажных работ. Когда скорость ветра превысит 8 м/с, следует остановить работы с подвешенными конструкциями и работы, связанные с личной безопасностью. Если ветер сильнее, чем 10,7 м/с необходимо остановить все работы на высоте. Перед окончанием рабочей смены необходимо, с учётом

преобладающего ветра, при крепитъ смонтированные панели всеми винтами, а не смонтированные панели на кровле допускается оставлять только связанными в пакеты и закреплёнными к несущим конструкциям.

4.1.6 Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели технологической карты на возведение наземной части здания представлены в графической части лист 6.

Основные ТЭП:

-затраты труда подсчитываются в калькуляции трудовых затрат и составляют 320,2 чел.-см.

- объем работ – 222,16 т.

- выработка на 1-го рабочего в смену – 0,69 т/см.

5. Организация строительного производства

5.1 Организация строительной площадки

Объектный строительный генеральный план разработан на период возведения надземной части производственной базы по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске.

При выполнении строительно-монтажных работ в качестве монтажного механизма используется автомобильный кран КС-4361 (подбор крана см. п.4.1.4.)

При разработке строительного генерального плана определяется система рационального размещения механизированных установок и монтажного крана. В процессе размещения решаются следующие основные задачи: обеспечение бесперебойности поставки на строительную площадку материалов и полуфабрикатов; обеспечение четкой, ритмичной работы монтажного крана; обеспечение безопасных условий труда машинистов строительных машин и обслуживаемых ими рабочих.

Материально-техническое обеспечение объекта материалами, изделиями и конструкциями осуществляется промышленными предприятиями и предприятиями стройиндустрии, складами оптовой поставки и магазинами розничной торговли посредством их доставки автотранспортом.

Временные внутриплощадочные сети водопровода, канализации и электроснабжения подключаются к соответствующим сетям в местах согласованных с ресурсоснабжающими организациями.

5.2. Общая организация строительства и методы производства работ

Принято круглогодичное производство строительно-монтажных работ подрядным способом силами генподрядной организации с привлечением субподрядных организаций.

Структура строительной организации - прорабский участок.

Снабжение строительными конструкциями, материалами и изделиями обеспечивается подрядчиками - исполнителями работ с доставкой их автотранспортом.

В процессе строительства необходимо организовать контроль и приемку поступающих конструкций, деталей и материалов.

Строительство здания ведется в два этапа.

Первый - выполнение комплекса подготовительных работ, включающих в себя:

- обустройство стройплощадки;
- возведение временного ограждения;
- создание общеплощадочного складского хозяйства;
- установка противопожарных резервуаров на время строительства;
- устройство временных площадок;
- устройство площадок укрупнительной сборки;
- возведение временных сооружений;
- осуществление мероприятий по обеспечению охраны труда и окружающей природной среды;
- инженерная подготовка стройплощадки (прокладка временных сетей энергоснабжения для освещения рабочих мест и производства строительномонтажных работ, подключения строительных машин, планировка территории, обеспечивающая временный водоотвод поверхностных вод, устройство временных подъездов и дорог, используемых на период строительства, обеспечение временного водоснабжения стройки).
- организация охраны и связи на строительной площадке.

Второй - основной период, включающий:

- обследование,
- геодезическую съемку,
- оформление разрешения на производство работ.

Выполнение работ в зимних условиях следует осуществлять в соответствии с требованиями [9].

В подготовительный период необходимо проведение следующих обязательных мероприятий. До начала выполнения строительно-монтажных работ, в том числе подготовительных, работ на объекте заказчик обязан получить в установленном порядке разрешение на выполнение строительно-монтажных работ. Выполнение работ без указанного разрешения запрещается.

Строительство должно вестись в технологической последовательности в соответствии с календарным планом с учетом обоснованного совмещения отдельных видов работ. Выполнение работ сезонного характера (включая отдельные виды подготовительных работ) необходимо предусматривать в наиболее благоприятное время года в соответствии с решениями, принятыми в проекте организации строительства.

К основным работам по строительству объекта или его части разрешается приступать только после устройства необходимых ограждений строительной площадки (охранных, защитных или сигнальных) и создания разбивочной геодезической основы. До начала возведения зданий и сооружений необходимо произвести срезку и складирование используемого для рекультивации земель растительного слоя грунта в специально отведенных местах, вертикальную планировку строительной площадки, работу по водоотводу, устройство постоянных и временных внутриплощадочных дорог и инженерных сетей (канализации, водо-, тепло-, энергоснабжения и др.), необходимых на время строительства и предусмотренных проектами организации строительства и проектами производства работ.

Запрещается начинать работы по возведению надземных конструкций сооружения или его части до полного окончания устройства подземных конструкций и обратной засыпки котлованов, траншей и пазух с уплотнением грунта до плотности его в естественном состоянии или заданной проектом.

Организацию строительной площадки выполнить в соответствии со стройгенпланом:

- ограждение площадки дощатым забором (или металлическим профилированным листом) высотой не менее 2,0 м.;

- размещение временных (мобильных, инвентарных) предусмотреть вне опасных зон;

- с целью сохранения плодородного слоя временные дороги на строительной площадке и подъездную дорогу отсыпать ПГС;

- для освещенности территории строительной площадки и внутрипостроечных работ обеспечить нормативную освещенность (не менее 2ЛК) прожекторами типа ПЗС-35.;

- покрытие путей передвижения и мест стоянок монтажного крана выполнить также из ПГС.

Для крановщиков необходимо разместить знаки, ограничивающие вылет и поворот стрелы. Принудительно уменьшать вылет стрелы и угол поворота крана, оптимизировать работу крана, для уменьшения опасной зоны. Схему движения автотранспорта по площадке с указанием опасных зон работы крана разместить на въезде.

Строительный мусор вывозить на санкционированные свалки по договору с администрацией поселка. Вывозку строительного мусора осуществлять контейнерами и оборудованными самосвалами.

Все работы должны вестись в соответствии с требованиями [9, 10, 13-

Проектирование стройгенплана необходимо производить в соответствии с требованиями [9] и др. нормативных документов.

При разработке стройгенплана должны быть учтены следующие общие принципы:

- принятые решения увязываются с генпланом, документами ПОС и ППР;

- рациональное использование строительной площадки;

- наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работающих путем продуманного подбора и размещения бытовых помещений, устройств и пешеходных путей;

- размещение временных зданий и сооружений на территории, не предназначенной для использования до конца строительства;

- рациональное прохождение грузопотоков на площадке путем сокращения перегрузок и уменьшения расстояния перевозок;
- использование оптимальных методов монтажа и транспортных средств в целях сокращения площадей складов;
- минимальные затраты на временное строительство, использование в первую очередь постоянных сооружений и коммуникаций для нужд строительства;
- соблюдение требований техники безопасности, противопожарных норм и охраны окружающей среды.

5.3 Подбор крана

Подбор крана см.п.3.1.4.

5.4 Определение зон действия крана

При размещении строительного крана установили опасную для людей зону, в пределах которой могут постоянно действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов. Эта зона ограждается защитными ограждениями.

К зонам потенциально действующих опасных факторов относятся участки территории вблизи строящегося здания и этажи (ярусы) зданий а одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования. Эта зона ограждается сигнальными ограждениям. Под сигнальными ограждениями понимают устройства, предназначенные для предупреждения о потенциально действующих опасных производственных факторах и обозначения зон ограниченного доступа. Производство работ в этих зонах требует специальных организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работающих.

В целях создания условий безопасного ведения работ действующие нормативы предусматривают зоны: монтажную зону, зону обслуживания краном, перемещения груза, опасную зону работы крана, опасная зона работы подъемника, опасную зону дорог.

Согласно РД-11-06-2007:

Монтажная зона – пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов.

Величину опасной зоны вблизи строящегося здания (монтажная зона) принимают от крайней точки стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера падающего груза и минимального расстояния отлета груза при его падении согласно табл.2 [12]:

$$R_{\text{монт}} = L_{\text{г}} + X,$$

где $R_{\text{монт}}$ - монтажная зона;

$L_{\text{г}}$ - наибольший габарит перемещаемого груза, $L_{\text{г}} = 6$ м;

X - величина отлета падающего груза, $X = 4,5$ м, принимается по РД-11-06-2007 рис.15.

$R_{\text{монт}} = 6 + 4,5 = 10,5$ м. Зона обслуживания краном, или рабочая зона, – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана.

$$R_{\text{мах}} = L = 23 \text{ м.}$$

Зона перемещения грузов – пространство в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана. Находим по формуле

$$R_{\text{пер}} = R_{\text{мах}} + L_{\text{г}}/2 = 23 + 30/2 = 38 \text{ м.}$$

Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания.

$$R_{\text{оп}} = R_p + 0,5B_r + L_r + X,$$

$$R_{\text{оп}} = 23 + 0,5 \cdot 0,18 + 30 + 6,1 = 59,19 \text{ м},$$

где $R_p = 23$ м - максимальный требуемый вылет крюка крана, м;

$B_r = 0,18$ м –наименьший габарит перемещаемого груза, м;

$L_r = 30$ м – наибольший габарит перемещаемого груза, м;

$X = 6,1$ м –величина отлета падающего груза, м.

5.5 Проектирование внутрипостроечных дорог

Основным типом автомобильных дорог на стройплощадке являются временные дороги, так как постоянные дороги обычно не обеспечивают проезда крупногабаритного транспорта, используемого при строительстве.

Схема движения транспорта и схема расположения дорог в плане обеспечивает подъезд к зоне действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, площадкам укрупнительной сборки, складам и бытовым помещениям. Временные дорога запроектирована с въездом с одной стороны площадки, с выездом с другой стороны.

При трассировке дорог соблюдаются следующие минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой – 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку более 1,5 м. Ширина временной дороги принята – 3,5 м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6,5 м, длина участка уширения принята 30 м. Радиус закругления дорог – 12 м. В поворотной части, ширина дороги увеличена до 5 м.

Так же предусмотрены дороги для проезда автомобильного крана при монтаже каркаса, т.е. внутри каркаса.

5.6 Расчет требуемых площадей складов и организация складского хозяйства

Необходимый запас материалов на складе:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} * T_{\text{н}} * K_1 * K_2,$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период.

T – продолжительность расчетного периода, дн,

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

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материала на склад (1,1-1,5),

K_2 – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода $K_2=1,3$.

Полезная площадь склада:

$$F = \frac{P}{V},$$

где P – общее количество хранимого на складе материала,

V – количество материала, укладываемого на 1 м² площади склада.

Общая площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta},$$

где β – коэф. использования склада; для закрытых складов $\beta=0,6-0,7$; для навесов $\beta=0,5-0,6$; для открытых складов $\beta=0,4-0,5$.

Площадь открытых складов $S_o = 507,35 \text{ м}^2$;

Площадь закрытых складов $S_z = 16,75 \text{ м}^2$;

Площадь навесов $S_{\text{н}} = 199,39 \text{ м}^2$

Таблица 5.1 – Подсчет площади складов

Наименование материалов	Ед.изм.	Количество на 1 м ² полезной площади складов	Продолжительность использования материалов	Нормы запасов при перевозке, дн.	Общее кол-во материала	Необходимый запас материала	Полезная площадь склада, м ²	Общая площадь склада, м ²
Панели (открытый)	м ³	0,5	30	5	199,04	47,44	94,88	189,75
Стальные конструкции (открытый)	т	0,5	20	5	222,16	79,42	158,84	317,6
Итого площадь открытых								507,35
Гипсокартон (закрытый)	лист	25	5	5	100	143	5,72	11,44
Витражи (закрытый)	м ²	200	40	5	492	87,95	0,44	0,88
Дверные блоки, ворота (закрытый)	м ³	20	15	5	70	33,37	1,67	3,34
Стальной настил (закрытый)	т	0,3	20	5	0,46	0,16	0,55	1,10
Итого площадь закрытых								16,75
ПВХ-мембрана (навес)	Рулон	22	5	5	45	64,35	2,93	5,85
Геотекстиль (навес)	Рулон	22	5	5	45	64,35	2,93	5,85
Минераловатный утеплитель (навес)	шт	8	5	5	525	750,75	93,84	187,69

5.7 Расчет площадей временных зданий, подбор бытовых помещений и организация бытового городка

Временные здания и сооружения возводятся для наиболее полного удовлетворения нужд рабочих.

Площади помещений бытового городка зависят от количества рабочих, которые задействованы на строительной площадке.

Удельный вес различных категорий работающих ориентировочно принимают:

- Рабочие – 84,5%;
- ИТР – 11%;
- МОП (младший обслуживающий персонал), ПСО (пожарно-сторожевая охрана) – 4,5%.

В том числе в наиболее многочисленную смену количество рабочих – 70%, все остальные категории – 80%.

Число рабочих определяем по плану производства работ и графику движения рабочих кадров, что составляет 20 человек (100%). Всего работающих – 23 человек. Наибольшее количество человек в наиболее многочисленной смене составляет 15 человек.

Таблица 5.2 – Расчет численности работающих на строительной площадке

Категории работающих	Всего		В многочисленную смену	
	%	Кол-во, чел	%	Кол-во, чел
Рабочие	84,5	28	70	24
ИТР	11	2	80	1
МОП и охрана	4,5	4	80	2
Σ	100	34		27

Бытовые сооружения строят до начала производства основных СМР, располагают в безопасной зоне от работы крана, имеющий отвод поверхностных вод.

Бытовой городок расположен с наветренной стороны, согласно розе ветров г. Ачинска.

Тротуар для прохода к бытовым зданиям расположен вдоль дороги на расстоянии 2 м от бортового камня проезжей части автодороги.

Проходы к санитарно-бытовым помещениям не должны пролегать через опасные зоны.

Расстояние между временными зданиями и дорогами принято 1,5 м.

Площадь бытового помещения определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = N \cdot F_{\text{н}},$$

где N – общая численность рабочих, чел.; при подсчете площади гардеробных - списочный состав рабочих во все смены суток; при расчете площади медпункта, красного уголка, столовой - общая численность рабочих на стройке, включая ИТР, служащих ПСО и др.; для всех других помещений - максимальное количество рабочих, занятых в наиболее загруженную смену;

$F_{\text{н}}$ – норма площади, м², на одного рабочего.

Расчет площадей временных помещений сведем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Требуемые площади временных помещений

Временные здания	Кол-во человек	Площадь, м ²		Тип помещения	Площадь, м ²		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	2	3	4	5	6	7	8
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная, помещение для обогрева и отдыха, приема пищи	28	0,9	25,2	3x6x2,9	15,7	15,7	1

Душевая	24	0,43	3,01	3x9x2,9	24,3	24,3	1
Туалет	27	0,07	0,7	1,3x1,2x2,4	1,4	1,4	1
Умывальная	24	0,05	0,35	3,8x2,1x 3	8	8	1
Сушильня	24	0,2	1,4	4x2,4x2, 1	9	9	1
Служебные помещения							
Прорабская	1	7,85	7,85	3x6x2,9	15,7	15,7	1
Общественные помещения							
КПП	2	6 на 1 чел.	12	4x3x3	12	12	2
Мойка колес	-	-	-	-	-	-	1

Всего принимаем 9 вагончиков. Располагаем у западной границы строительной площадки.

5.8 Расчет потребности в электроснабжении строительной площадки

Определим потребителей электричества на площадке

- силовое оборудование;
- технологические нужды;
- наружное освещение;
- внутреннее освещение.

Для обеспечения данной площадки электричеством в необходимом количестве, решено установить временную трансформаторную подстанцию.

Рассчитаем мощность, необходимую для обеспечения строительной площадки электричеством по формуле

$$P_{\text{общ}} = 1,1 \left(\sum \frac{P_c * K_c}{\cos\varphi} + \sum \frac{P_t * K_t}{\cos\varphi} + \sum P_{\text{ов}} * K_{\text{ов}} + \sum P_{\text{он}} * K_{\text{он}} \right)$$

где P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

1,1 – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности, кВа;

P_t – мощность, необходимая для технологии выполнения работ (например, прогрев бетона), кВа;

$P_{\text{ов}}$ – мощность, необходимая для освещения внутренних помещений, кВА;

$P_{\text{он}}$ – мощность, необходимая для наружного освещения строительной площадки, кВА;

K_c – коэффициенты спроса, зависящие от количества одновременных потребителей; 0

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности, зависящий от количества и загрузки силовых потребителей

Результаты расчета заносим в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Определение нагрузок по установленной мощности электроприемников

Вид потребителя	Наименование потребителя	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	K_c	$\cos\varphi$	P , кВт
Силовые потребители	Сварочные аппараты	шт	1	2	0,35	1	0,7
	Шлифовальная машина	шт	1	0,72	0,06	1	0,0432
	Пила дисковая	шт	1	1,8	0,06	1	0,108
	Перфоратор	шт	1	1,5	0,06	1	0,09
Итого:							0,9412

Внутренне освещение	Отделочные работы	м2	4536	0,015	0,8	1	48,48
	Контроские и бытовые помещения	м2	43,4	0,015	0,8	1	0,5208
	Душевые и уборные	м2	42,7	0,003	0,8	1	1,0248
	Закрытые склады	м2	16,75	0,015	0,8	1	8,48
	Открытые склады, навесы	м2	706,74	0,003	0,8	1	0,402
Итого:							58,9076
Наружное освещение	Территория строительства	м2	7000	0,0002	1	1	1,4
	Основные проходы и проезды	км	0,3	5	1	1	1,5
Итого:							2,9

$$P = 1,1 \cdot (0,9412 + 58,9076 + 2,9) = 62,7488 \text{ кВт.}$$

Выбираем трансформаторную подстанцию. СКТП-100-6/0,4 с размерами в плане 3,05x1,55 м.

Минимальная освещенность устанавливается согласно [36].

Требуемое количество прожекторов для строительной площадки определим по формуле:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}},$$

где P – удельная мощность, Вт/м² (для освещения используем ПЗС-35 мощностью $P = 0,4 \text{ Вт/м}^2$),

E – освещенность, лк (принимаем $E = 1,5 \text{ лк}$),

S – площадь, подлежащая освещению, м² ($S = 11355,017 \text{ м}^2$),

$P_{\text{л}}$ – мощность лампы прожектора, Вт ($P_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$).

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}} = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 11355,017}{500} = 19 \text{ шт.}$$

Принимаем для освещения строительной площадки 19 прожекторов.

Расстояние между прожекторами не превышает высоту их установки больше, чем в 4 раза.

5.9 Расчет потребности во временном водоснабжении строительства

Определим суммарный расход воды, л/с, по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{расчет}} + Q_{\text{пож}},$$

где $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{хоз.-быт.}}$, $Q_{\text{пож}}$ - расход воды, л/с, соответственно на производство, охлаждение двигателей строительных машин, хозяйственно- бытовые и противопожарные нужды.

Расход воды на производственные нужды находим по формуле

$$Q_{\text{пр}} = K_n (q_n * P_n * K_{\text{ч}}) / (3600 * t)$$

где $q_n = 500$ л – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

P_n – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t = 8$ ч – число часов в смене;

$K_n = 1,2$ – коэффициент на неучтенный расход воды.

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 (500 * 1 * 1,5) / (3600 * 8) = 0,03 \text{ л/с}$$

Расход воды на хозяйственно бытовые нужды складывается из затрат на хозяйственно-питьевые потребности и на душевые установки

$$Q_{\text{расчет}} = Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{душ}};$$

$$Q_{\text{хоз}} = (q * N * k) / (t_1 * 3600) = (15 * 15 * 2) / (8 * 3600) = 0,02 \text{ л/с}$$

где $q = 15$ л – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности одного работающего;

N – численность работающих в наиболее загруженную смену;

$k = 2$ – коэффициент часовой неравномерного водопотребления;

$t_1 = 8$ ч число часов в смене.

Расход воды на душевые установки найдем по формуле

$$Q_{\text{душ}} = (q \cdot N_d) / (t_2 \cdot 60) = (30 \cdot 12) / (45 \cdot 60) = 0,22 \text{ л/с}$$

где $q = 30$ л – норма расхода воды на прием душа одним рабочим;

N_d – численность рабочих, пользующихся душем (до 80% N);

t_2 – продолжительность использования душевой установки $t_2 = 45$ мин.

Тогда расход воды на хозяйственно-бытовые нужды составляет

$$Q_{\text{расчет.}} = 0,02 + 0,22 = 0,24 \text{ л/с.}$$

Потребность в воде на противопожарные цели определяется из расчета одновременного действия двух гидрантов с расходом воды на каждый по 5 л/с:

$$Q_{\text{пож}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ л/с,}$$

Так как расход воды на противопожарные цели $Q_{\text{пож.}} > Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{хоз}}$, принимаю $Q_{\text{общ.}} = Q_{\text{пож.}}$

Определим диаметр, мм, магистрального ввода временного водопровода по формуле

$$D = \sqrt{((4 \cdot Q_{\text{общ.}}) \cdot 1000) / (3,14 \cdot V)} = \sqrt{((4 \cdot 10 \cdot 1000) / (3,14 \cdot 1,5))} = 92,15 \text{ мм}$$

где D – внутренний диаметр водопровода, мм;

$Q_{\text{общ.}}$ – общий расход воды, л/с;

V – скорость движения воды по трубам, м/с.

Принимаем $D = 100$ мм.

Источниками водоснабжения являются существующие водопроводы с устройством дополнительных временных сооружений, постоянные водопроводы, сооружаемые в подготовительный период, и самостоятельные временные источники водоснабжения.

Временное водоснабжение представляет собой объединенную систему, удовлетворяющую производственные, хозяйственные, противопожарные нужды, в отдельных случаях выделяют питьевой водой.

При создании временной сети обязательен учет возможности последовательного наращивания и перекладки трубопроводов по мере развития строительства.

5.10 Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене

Потребность в сжатом воздухе определяем по формуле

$$Q = 1,1 \cdot k \cdot \sum q \cdot n,$$

где Q – потребное количество сжатого воздуха, м³ /мин;

k – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов (прил.6 табл.1);

q – расход сжатого воздуха соответствующими механизмами, м³ /мин;

n – число однородных механизмов.

$$Q = 1,1 \cdot k \cdot \sum q \cdot n = 1,1 \cdot 0,75 \cdot (1 + 0,3 + 0,9 + 2 + 1,5 + 0,3) \cdot 6 = 29,7 \text{ м}^3$$

Применяем стационарную компрессорную установку.

Кислород и ацетилен поставляют в стальных баллонах и хранят в закрытых складах, защищая баллоны от перегрева, либо применяют кислородные и ацетиленовые установки.

5.11 Проектирование временного теплоснабжения

На строительной площадке тепло в виде пара, горячей воды и горячего воздуха расходуется в зимний период для оттаивания мерзлых грунтов, подогрева воды и песка, приготовления бетонных смесей и растворов, прогрева паром бетонных конструкций, обогрева тепляков, производственных, хозяйственных и административно – бытовых временных зданий.

Проектирование теплоснабжения производится в следующей последовательности:

рассчитывают потребность в тепле по отдельным потребителям и общую;

определяют источники снабжения теплом и устанавливают потребность в топливе;

проектируют трассу теплопроводов;

подбирают агрегаты и приборы для отопления, сушки, подогрева, подачи пара и т.п.

Общую потребность в тепле (Q_m), кДж, находят суммированием расхода по отдельным потребителям:

$$Q_{\text{общ}}^m = (Q_{\text{от}} + Q_{\text{техн}}) \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $Q_{\text{от}}$ – количество тепла, кДж, для отопления зданий и тепляков; $Q_{\text{техн}}$ – количество тепла, кДж, для технологических нужд;

K_1 – коэффициент неучтенных расходов; K_2 – коэффициент потерь в сети.

Ориентировочно K_1 и K_2 принимаем равными 1,15-1,20.

Расход тепла, кДж, для отопления зданий и тепляков определяется по формуле:

$$Q_{\text{от}} = V_{\text{зд}} \cdot q \cdot \alpha \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}),$$

где $V_{зд} = 12.9 \cdot 34.8 \cdot 29.67 = 13319.46 \text{ м}^3$ – объем здания по наружному обмеру, м³;

$q = 1.6$ – удельная тепловая характеристика здания, кДж/м·гр;

$\alpha = 1.2$ – коэффициент, зависящий от расчетных температур наружного воздуха;

$t_n = -36$ – расчетная температура наружного воздуха, гр.;

$t_b = 20$ – температура воздуха в помещении, гр.

$Q_{от} = V_{зд} \cdot q \cdot \alpha \cdot (t_b - t_n) = 13319.46 \cdot 1.6 \cdot 1.2 \cdot (20 + 36) = 1025.5 \text{ кДж}$.

$Q_{бытовых\ зд} = V_{бзд} \cdot q \cdot \alpha \cdot (t_b - t_n) = 369,294 \cdot 3,8 \cdot 1,2 \cdot (16 + 36) = 60,8 \text{ кДж}$.

$Q_{общ}^m = (Q_{от} + Q_{техн}) \cdot K_1 \cdot K_2 = (1025,5 + 60,8) \cdot 1,15 \cdot 1,20 = 1499,1 \text{ 60,8 кДж}$

5.12 Разработка мероприятий по охране труда и пожарной безопасности

Опасные зоны, в которые вход людей, не связанных с данным видом работ, запрещен, огораживаются и обозначаются.

Предусмотрены безопасные пути для пешеходов и автомобильного транспорта.

Временные административно-хозяйственные и бытовые здания и сооружения размещены вне опасной зоны от работы монтажного крана. Туалеты размещены таким образом, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м.

Питьевые установки размещены на расстоянии, не превышающем 75 м от рабочих мест.

Для сохранности дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов (цемента, извести, гипса, фанеры, гвоздей и др.) устраивают закрытые склады.

Материалы складировать с соблюдением определенных правил. При укладке изделий в штабель прокладки между ними располагают строго друг под другом.

Между временными зданиями и сооружениями предусмотрены противопожарные разрывы согласно [18].

На строительной площадке должны создаваться безопасные условия труда, исключая возможность поражения людей электрическим током в соответствии с нормами [18]. Строительная площадка, проходы, проезды и рабочие места освещены. Размещены пожарные посты, стенды, оборудованные инвентарем для пожаротушения.

5.13 Разработка мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов

Предусматривается установка границ строительной площадки, которая обеспечивает максимальную сохранность за территорией строительства деревьев, кустарников, травяного покрова.

Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта. Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарной растительности.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных ёмкостях. Организуются места, на которых устанавливаются ёмкости для мусора.

6 Экономика строительства

6.1 Экономическое обоснование строительства объекта

6.1.1 Место размещения объекта инвестирования, строительный участок и окружающая среда

Строительство производственной базы для изготовления котлов и котельного оборудования планируется в пределах города Ачинска, на участке с кадастровым номером [24:02:0703001:20](#). Категория земель участка определяется согласно кадастровым картам как земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны. Участок свободен от застройки, расположен по адресу Красноярский край, Ачинский район, автодорога "Байкал" 644 км, № 9, параллельно улице Верхней г. Ачинска. Уточненная площадь участка согласно кадастровым картам 42285 м². Ситуационный план представлен на рисунке 6.3.



Рисунок 6.1 – Ситуационный план

Участок расположен оптимально согласно розы ветров г. Ачинска. Преобладающее направление ветра – юго-западное, жилые и общественные здания города находятся в противоположной стороне. Данные условия соответствуют экологическому законодательству.

Согласно СанПиН (Санитарные Правила и Нормы) 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция" производственная база для изготовления котлов и котельного оборудования относится к IV классу опасности. Следовательно санитарно-защитная зона объекта должна составлять 100 м. На подобранном для строительства участке возможно реализовать СЗЗ.

6.1.2 Предпосылки и основная идея проекта

В Ачинске есть два предприятия, занимающиеся производством котельного оборудования, ООО «Карат» и ООО «Ачинский котельный завод». ООО «Карат» не имеет своего собственного сайта в сети Интернет, об этом предприятии мало информации, неизвестны объемы производства. ООО «АКЗ» занимается изготовлением котлов в больших масштабах, имеет широкий ассортимент и занимается поставками по всей России и Казахстану.

Несмотря на конкуренцию, производственная база в городе Ачинске имеет место быть, так как появятся новые рабочие места, это привлечет население из близлежащих поселков и деревень, что поможет развитию города. Завод может стать поставщиком котельного оборудования как для г. Ачинска, так и для любых других городов по стране, следовательно продукция будет иметь спрос.

Планируется открывать новое производство, самостоятельный завод по производству котлов и котельного оборудования.

Этапы производства котлов:

1. Распил материала

Поступившие на склад стальные листы и цельнотянутые котловые

трубы пилим в размер по чертежу котла. Подготавливают все люки, шиберы и другие элементы конструкции.

2. Сборка зольного ящика

Емкость для сбора золы одновременно является основанием котла, рамой, на которую крепятся остальные конструктивные части.

Большой объем зольного ящика позволяет достаточно редко его чистить в периоды эксплуатации.

3. Сварка теплообменника котла

Трубы, нарезанные в размер, свариваются в соответствии со схемой. Отдельные секции соединяют непосредственно на основании котла в единый водяной контур.

Обязательно после завершения работ данного этапа проводят опрессовку теплообменника, проверяя качество сварки давлением 10 Атмосфер.

4. Газоплотная изоляция котла

Теплообменник обшивают стальными листами для предотвращения выделения газов и дыма в окружающую среду. В конструкции предусмотрены лючки для чистки, шибер дымохода, другие функциональные отверстия, в том числе для шнековой подачи топлива.

После окончания сварочных работ проводится вторая опрессовка теплообменника.

5. Тепловая изоляция котла

Классический вариант — слой асбеста и негорючей базальтовой ваты.

Более экономичный вариант, значительно увеличивающий КПД котла — пространство между внутренним и внешним корпусом остается пустым, устанавливается вентилятор, принудительно направляющий

нагретый воздух на поддув котла. Такая конструкция усиливает горение и делает котел нетребовательным к влажности топлива.

6. Обшивка листом стали под покраску

Перед отправкой заказчику обязательно проводится третья, финальная опрессовка при избыточном давлении.

6.1.3 Обеспеченность и доступность ресурсов

Так как в небольшом городе имеется два завода по производству котлов, можно сделать вывод о том, что ресурсы и материалы для данного вида производства есть в доступе.

В городе Ачинске расположены широкий выбор поставщиков металлопроката – главного ресурса для производства котлов и котельного оборудования.

Основываясь на этой информации, можно сделать вывод о том, что данный вид производства является целесообразным для Ачинска.

Проектные решения здания обосновываются его функциональным назначением. Конструктивная система выбрана каркасная, так как производство требует большого пространства для размещения крупногабаритного оборудования. Здание обеспечено рабочими кранами и ж/д путями. Предусмотрена уборная для рабочих завода.

6.2 Составление локального сметного расчета на строительные работы

Для расчета стоимости строительно-монтажных работ по производственной базе по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске был применен базисно-индексный метод с индексами по элементам ПЗ (МДС 421пр от 04.08.2020), расчет велся в уровне цен на 1 января 2001 года.

При расчете использовались федеральные единичные расценки ФЕР с ценами 2001 года (Ред. 2020) от 2021.12.20, сборники ФССЦ.

Накладные расходы и сметная прибыль рассчитываются в процентах от сметных затрат на оплату труда основных рабочих и механизаторов в составе прямых затрат. Проценты накладных расходов определяются в соответствии с Методикой №812/ПР 21.12.2020 по виду работы. Проценты для сметной прибыли определяются в соответствии с Методикой №774/ПР 11.12.2020 по виду работы.

Источником информации и величин индексов изменения сметной стоимости СМР используемых при расчетах является письмо Минстроя России от 21.04.2023 №22518-ИФ/09. Индексы были применены для объекта - прочего объекта, региона - Красноярского края (2 зона), отрасли – приборостроение, периода – 1 кв. 2023 г. Индексы были применены попозиционно.

Затраты на строительство и разборку временных зданий и сооружений определялись согласно письму Минстроя России №332/пр. 19.06.2020, затраты на зимнее удорожание определялись согласно письму Минстроя России №325/пр от 25.05.2021 г., резерв средств на непредвиденные расходы и затраты определялся согласно Методике № 421/пр п. 179б. НДС принимался 20 %. Локальный сметный расчет представлен в Приложении Б.

Далее был произведен анализ локального сметного расчета, в таблицах и графиках приведены результаты.

Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам

Разделы	Сумм, руб		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Раздел 1. Фундаменты	393885,15	4558687,00	3,45

Раздел 2. Каркас	1061861,22	11441193,00	8,65
Раздел 3. Ограждающие конструкции стен	1820383,93	19930972,00	15,07
Раздел 4. Кровля	2199108,74	25459849,00	19,25
Раздел 5. Витражи, ворота двери	3098836,43	28729452,00	21,73
Раздел 6. Полы	932565,84	12609020,00	9,54
Лимитированные затраты	690228,93	7458644,00	5,64
НДС	2039374,05	22037563,40	16,67
Итого:	12236244,29	132225380,40	100,00

На основе таблицы 6.1 можно сделать вывод о том, что наибольший удельный вес имеет Раздел 5 Витражи, ворота, двери – 21,73%. Наименьший удельный вес имеет Раздел 1 Фундаменты – 3,45%. Следовательно, наибольшее количество бюджетных средств при строительстве будет потрачено на заполнение дверных проемов и устройство витражей. По данной таблице были составлены диаграмма, представленная на рисунке 2, а также гистограмма, представленная на рисунке 6.2. Диаграмма отображает процентное соотношений частей одного целого, для наглядности части выделены разными цветами.



Рисунок 6.2 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам

Гистограмма отображает затраченные средства в виде столбцов. Наибольшее значение гистограммы – стоимость заполнения дверных проемов устройства витражей (28729452,00 руб.), наименьшее – устройство фундаментов (4558687,00).

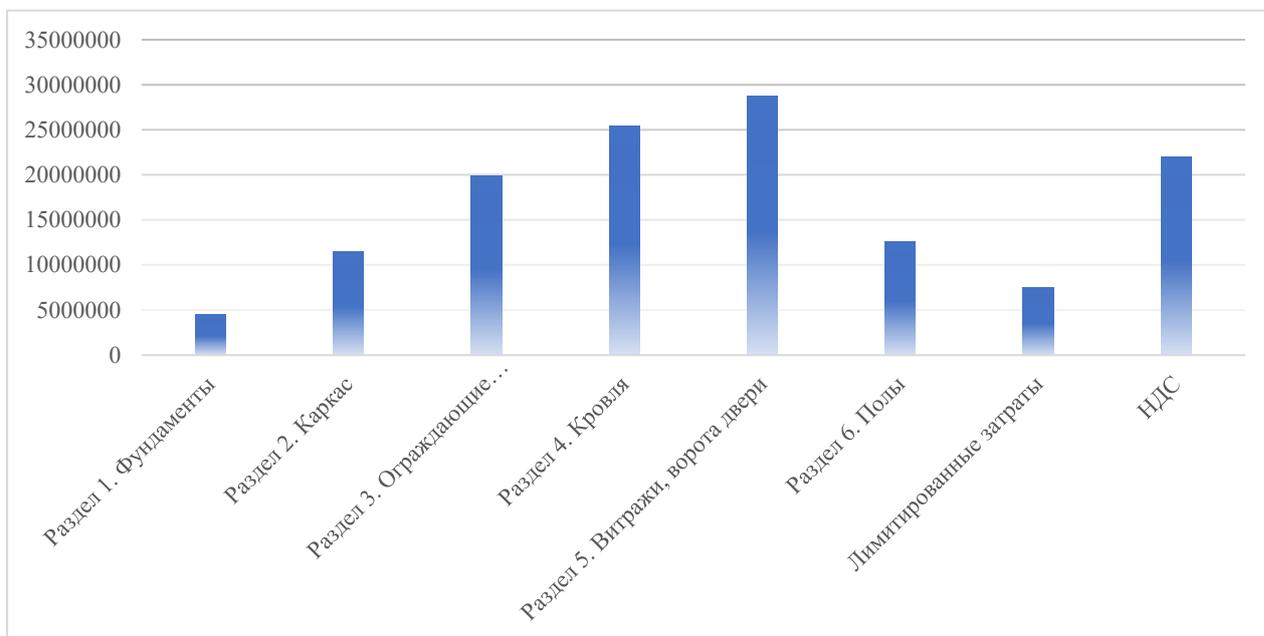


Рисунок 6.3 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам

Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам представлена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Разделы	Сумм, руб		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты, всего	9108226,08	90338048,00	68,32
в том числе:			
- материалы (М)	8662043,95	79084463,00	59,81
- эксплуатация машин (ЭМ)	228016,06	3094178,00	2,34
- оплата труда рабочих (ОТ)	218166,07	8159407,00	6,17

Накладные расходы	251628,58	7999269,00	6,05
Сметная прибыль	146786,65	4391856,00	3,32
Лимитированные затраты, всего	690228,93	7458644,00	5,64
НДС	2039374,05	22037563,40	16,67
Итого:	12236244,29	132225380,00	100,00

На основе таблицы 6.2 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество средств тратится на материальные ресурсы. При строительстве наибольшее внимание нужно уделить закупке материалов. Также, по результатам расчета удельного веса составных элементов сметной стоимости строительства была составлена диаграмма на рисунке 4. Для наглядности части диаграммы обозначены разными цветами.

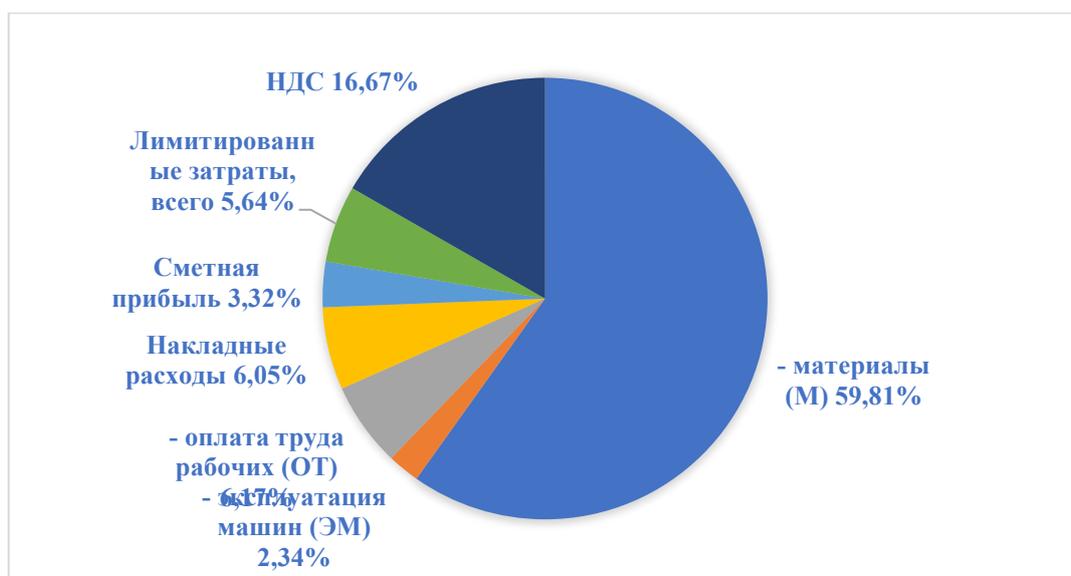


Рисунок 6.4 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Гистограмма отображает затраченные средства в виде столбцов. Самый высокий столбец – стоимость материальных ресурсов (79084463 руб.), самый низкий – эксплуатация машин и механизмов (3094178 руб.). Гистограмма представлена на рисунке 6.5.

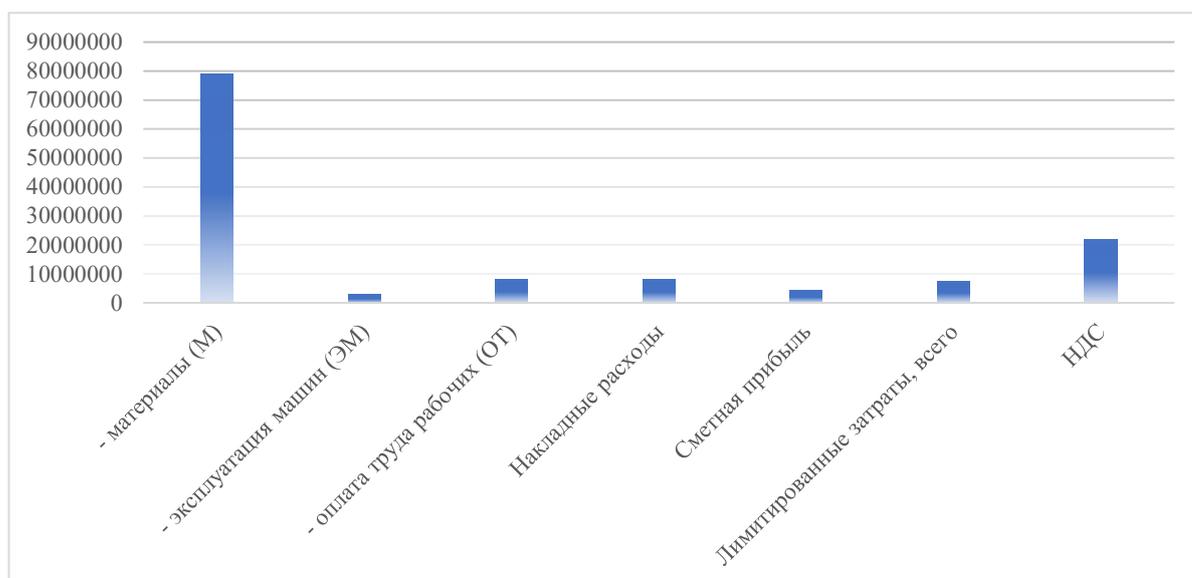


Рисунок 6.5 – структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

6.3 Определение основных технико – экономических показателей проекта

Технико-экономические показатели приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – технико-экономические показатели проекта строительства производственной базы по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	4563,64
Площадь объекта	м ²	4536
Этажность	эт.	1
Материал стен		сендвич-панели
Высота этажа	м	12,8
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	63845,3
надземной части	м ³	64484,48
подземной части	м ³	1360,8
Объемный коэффициент		14,1
2. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	27
Стоимость общестроительных работ в базисном уровне цен	руб.	12236244,29
Стоимость общестроительных работ в текущем уровне цен	руб.	132225380,00

Продолжительность по СНиП 1.04.03-85* для завода электротермического оборудования составляет 27 месяцев.

Площадь застройки определяю по формуле (6.1).

$$(54 \text{ м} + 0,2\text{м}) * (84 \text{ м} + 0,2\text{м}) = 4563,64 \text{ м}^2, \quad (6.1)$$

где 0,2 – толщина стены с двух сторон;

54м, 84м – геометрические размеры здания.

Площадь объекта определяю по формуле (6.2).

$$54 * 84 = 4536 \text{ м}^2. \quad (6.2)$$

Высота этажа приведена от отметки 0.000 до отметки низа кровельного пирога толщиной 101 мм. На разрезе 2-2 дана отметка +12.901, включающая в себя толщину кровли, следовательно отметка высоты этажа, без учета фонаря составляет 12,8 м.

Строительный объем надземной части определяю по формуле (6.3).

$$(12,8 * 54 * 84) + ((2,56 * 12 * 72)) * 2 = 62484,48 \text{ м}^3, \quad (6.3)$$

где 12,8 – высота этажа в пределах наружных поверхностей;

2,56 -высота фонаря в пределах наружных поверхностей;

12 – ширина фонаря в пределах наружных поверхностей;

72 – длина фонаря в пределах наружных поверхностей;

2 – количество фонарей.

Строительный объем подземной части определяю по формуле (6.4).

$$0,3 * 54 * 84 = 1360,8 \text{ м}^3, \quad (6.4)$$

где 0,3 – высота от отметки чистого пола до отметки 0,000;

54, 84 – геометрические размеры в пределах наружных поверхностей.

Список литературы

- 1 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Введ. 28.08.2017. Москва: Минстрой России, 2017. [см. изменения №2].
- 2 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Введ. 06.04.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. [см. изменения].
- 3 СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования. Введ. 01.12.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 167 с.
- 4 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 01.01.2013. – Москва: Минстрой России, 2017.
- 5 СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с изменениями №1). Введ. 20.05.2011 – Москва: Минстрой России, 2011.
- 6 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. Введ. 8.05.2017 – Москва: Минстрой России, 2017.
- 7 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 01.07.2012 – Москва: Минстрой России, 2012.
- 8 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.2.01-83*. Введ. 01.07.2017 – Москва: Минстрой России, 2017.
- 9 СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020 – Москва: Минстрой России, 2020.
- 10 СП 70.13330.2012 Ограждающие конструкции. Введ. 01.07.2013 – Москва: Минстрой России, 2013.
- 11 СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Введ.

24.12.2010 – Москва: Минстрой России, 2010.

12 СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Введ. 01.01.2003 – Москва: Минстрой России, 2013.

13 СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Введ. 28.08.2017 – Москва: Минстрой России, 2017.

14 СП 72.13330.2016 защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. Введ. 17.06.2017 – Москва: Минстрой России, 2017.

15 СП 73.13330.2017 Внутренние санитарно-технические системы здания. Введ. 01.04.2017 – Москва: Минстрой России, 2017.

16 СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Введ. 01.01.2013 – Москва: Минстрой России, 2013.

17 СП 129.13330.2017 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Введ. 01.07.2020 – Москва: Минстрой России, 2020.

18 СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной пожарной опасности Введ. 01.05.2009 – Москва: Минстрой России, 2009.

19 СП 403.1325800.2018 «Территории производственного назначения» от 02.02.2019 // Официальный интернет-портал правовой информации.

20 ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. Введ 01.01.2002.

21 ГОСТ 21.501-2018. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501-2011; введ. 2019-06-01.

22 ГОСТ 21.502-2016. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. – Введ. 07.01.2017. 2017. – 29 с.

23 ГОСТ 26047-2016. Конструкции строительные стальные. Условные обозначения (марки). – Введ. 01.07.84. – М.: Стандартинформ, 2016. – 6 с.

24 ГОСТ 2.321-84. Единая система конструктивной документации. Обозначения буквенные. – Взамен ГОСТ 3452-59; введ. 01.01.85.

25 ГОСТ 21.502-2016. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. – Введ. 07.01.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 29 с.

26 ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101-2009; введ. С 11.06.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 55 с.

27 СТУ 7.5-07-2021. Стандарт университета. Общие требования к построению изложения и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с.

28 ГОСТ Р 57837-2017. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия. – Введ. 01.05.2018.

29 ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. – Введ. 01.01.1972.

30 ГОСТ 27772-2021. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия: дата введения 01.09.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016.

31 ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные : дата введения 01.01.1997. – Минск: ИПК, 1996.

32 ГОСТ 85109-86. Уголки стальные горячекатаные равнополочные : дата введения 01.07.1987. – Минск: ИПК, 1987.

33 ГОСТ 23118.2012. Конструкции стальные строительные: дата введения 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013.

34 ГОСТ 26433.2-94. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве : дата введения 01.01.1996. – Санкт-Петербург: ИПК, 1996.

35 ГОСТ 12.1.046-2014. Нормы освещения строительных площадок: дата введения 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2015.

36 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий: дата

введения 01.06.2004. – Москва: Стандартинформ, 2004.

37 ГОСТ Р 54851-2011 Конструкции строительные ограждающие неоднородные: дата введения 01.05.2012 – Москва: Стандартинформ, 2012.

38 Серия 1.464.3-22. Светоаэрационные фонари шириной 6 м и 12 м с одним ярусом переплетов из конструкций серии 1.464-11/82.

39 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция" от 10.04.2008 // Официальный интернет-портал правовой информации. - с изм. и допол. в ред. от 09.09.2010.

40 Закон Российской Федерации "Градостроительный кодекс РФ" от 29.12.2004 // Информационно-справочная система "КонсультантПлюс".

41 Постановление Правительства № 87 РФ "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" от 16.02.2008 // Информационно-справочная система "КонсультантПлюс".

42 Приказ "Об утверждении Методики разработки и применения укрупненных нормативов цены строительства, а также порядка их утверждения" от 29.05.2019 № 314 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

43 Приказ "Об утверждении методики определения сметной стоимости строительства" от 04.08.2020 № 421 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

44 Приказ "Об утверждении методики по НР" от 21.12.2020 № 812 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

45 Приказ " Об утверждении методики по СП" от 11.12.2020 № 774 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

46 Приказ "Об утверждении методики по ВЗиС" от 19.06.2020 № 332 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

47 Приказ "Об утверждении методики по ЗУ" от 25.05.2021 № 325 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

48 Сборники ФЕР – 2020 // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (раздел ценообразование).

49 Публичные кадастровые карты // URL: <https://kadastronavayakarta.com/>

50 Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы конструкций: учеб. пособие для строит. вузов / В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева. – 3-е изд., - Москва: Высшая школа, 2004. – 551 с.

51 Металлические конструкции, включая сварку [Электронный ресурс]: Учеб. – метод. пособие к практическим занятиям для бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство». / сост. С.В. Деордиев, И.Я. Петухова, В.Г.Кудрин, А.В.Тарасов, С.В.Григорьев, А.А. Коянкин – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2022.

Приложение А

А.1 Теплотехнический расчет покрытия

Расчет выполняется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Цель расчета: определить толщину теплоизоляционного слоя δ , м, для конструкции покрытия промышленного здания.

Исходные данные

Площадка строительства - «Россия, Красноярский край, г. Ачинск»;

Тип конструкции — «кровля»;

Таблица А.1.1 – Климатологические характеристики района строительства

Место строительства	Средняя температура отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	Зона влажности
г. Ачинск	- 10,4	234	сухая

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А [4, табл. 3] .

Внутренняя температура воздуха - $t_B = 22^{\circ}\text{C}$.

Характеристика ограждающей конструкции

Таблица А.1.2 – Материалы слоев ограждающей конструкции

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * $^{\circ}\text{C}$)
1	ПВХ-мембрана однослойная	0,0012	0,3
2	Геотекстиль Текспол 150	0,002	0,008
3	Минераловатные плиты	x	0,035

4	Полиэтиленовая пленка	0	0
5	Профлист оцинкованный стальной	0,0007	58

1) Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП (°С·сут.) по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{OT}) \cdot Z_{OT}, \quad (\text{A.1})$$

где t_B – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С;

t_{OT} – средняя температура наружного воздуха, °С;

Z_{OT} – продолжительность, сут., отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более 8°С.

$$\text{ГСОП} = (22 + 10,4) \cdot 234 = 7581,6 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

2) Так как величина ГСОП отличается от табличного, требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять по формуле:

$$R_O^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{A.2})$$

где a, b – коэффициенты, значения которых принимаем по [4, табл. 3] для соответствующих групп зданий.

$$R_O^{TP} = 0,0002 \cdot 7581,6 + 1 = 2,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

3) Необходимую толщину утеплителя определяем исходя из формулы условного сопротивления теплопередаче:

$$R_O^{\text{усл}} = \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot r, \quad (\text{A.3})$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для внутренних стен, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$;

α_H - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для наружных стен, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

λ_n - коэффициент теплопроводность, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

δ_n - толщина слоя, м;

r - коэффициент теплотехнической однородности конструкции наружных ограждений, равный 0,85 [37].

Принимаем $\alpha_B = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ [7, табл. 4] ; $\alpha_H = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ [7, табл. 6].

Принимаем $R_O^{TP} = R_O^{ysl} = 2,52 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

Рассчитываем толщину искомого слоя δ_2 :

$$\delta_2 = \lambda_{\text{утеп}} \cdot \left[\frac{R_O^{TP}}{r} - \left(\frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) \right], \quad (\text{A.4})$$

$$\delta_2 = 0,035 \cdot \left[\frac{2,52}{0,85} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{0,3} + \frac{0,002}{0,008} \right) \right] = 0,089 \text{ м.}$$

Принимаем толщину теплоизоляционного материала – 100 мм.

4) Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции покрытия с учетом принятой толщины утеплителя по формуле (A.3):

$$R_O^{ysl} = \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{0,3} + \frac{0,002}{0,008} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,1}{0,035} \right) \cdot 0,85 = 2,78 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

$$R_O^{ysl} \geq R_O^{TP} \Rightarrow 2,78 > 2,52 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Условие выполняется.

A.2 Теплотехнический расчет плиты стенового ограждения

Расчет выполняется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Цель расчета: определить толщину теплоизоляционного слоя δ , м, для наружной стены промышленного здания.

Исходные данные в таблице А.1.1.

Характеристика ограждающей конструкции

Таблица А.2.2 – Материалы слоев ограждающей конструкции

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * °С)
1	Профлист оцинкованный	0,0005	58
2	Минераловата	x	0,035
3	Профлист оцинкованный	0,0005	58

1) Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП (°С·сут.) по формуле (А.1):

$$\text{ГСОП} = (20+10,4) \cdot 234 = 7581,6 \text{ °С}\cdot\text{сут.}$$

2) Требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять по формуле (А.2):

$$R_O^{TP} = 0,0002 \cdot 7581,6 + 1 = 2,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт.}$$

3) Необходимую толщину утеплителя определяем по формуле (А.4):

$$\delta_2 = 0,035 \cdot \left[\frac{2,52}{0,85} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,0005}{58} \right) \right] = 0,098 \text{ м.}$$

Принимаем толщину теплоизоляционного материала – 100 мм.

4) Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции покрытия с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_O^{усл} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,1}{0,035} \right) \cdot 0,85 = 2,56 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

$$R_O^{усл} \geq R_O^{TP} \Rightarrow 2,56 > 2,52 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Условие выполняется.

А.3 Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

Расчет выполняется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Цель расчета: подобрать стеклопакеты для витражной системы.

Исходные данные в таблице А.1.1.

Характеристика ограждающей конструкции

$$\text{ГСОП} = (20+10,4) * 234 = 7581,6 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Согласно таблице 3 СП 50.13330.2012 базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций с количеством ГСОП более 6000 $^\circ\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$ составляет $R_o^{TP} = 0,73 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

В качестве светопрозрачных ограждающих конструкций для промышленного здания выбраны блоки из алюминиевых сплавов по ГОСТ 21519-2003 ОАК СПД 3000-3000-82 В2 и ОАК СПД 1200-3000-82 В2.

Приложение № 2

к Методике 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, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:

Подрядчик:

Заказчик:

"___" _____ 2023

"___" _____ 2023

Наименование программного продукта

ПК "ГОССТРОЙСМЕТА"-3

Наименование редакции сметных нормативов

СНБ ФЕР-2001 (Ред.2020г.)

Реквизиты приказов об утверждении дополнений и изменений к сметным нормативам

Реквизиты письма Минстроя России об индексах изменения сметной стоимости строительства, включаемые в федеральный реестр сметных нормативов и размещаемые в федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве, подготовленного в соответствии с пунктом 85 Методики расчета индексов изменения сметной стоимости строительства, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июня 2019 г. № 326/пр

Реквизиты нормативного правового акта об утверждении оплаты труда, утверждаемый в соответствии с пунктом 22(1) Правилами мониторинга цен, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2016 г. № 1452

Наименование субъекта Российской Федерации

Наименование зоны субъекта Российской Федерации

Красноярский край, г. Ачинск, 644 км автодороги Байкал

(наименование стройки)

Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования в г. Ачинске

(наименование объекта капитального строительства)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 02-01-01Общестроительные работы
(наименование работ и затрат)Составлен Базисно-индексным методомОснование: Проектная документация
(проектная и (или) иная техническая документация)

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен: (2000/01)

Средства на оплату труда рабочих 8159407 (218166.07) руб.**Сметная стоимость** 132 225 380,00 (12 236 244,29) руб.Нормативные затраты труда рабочих 24 613,614549 чел. ч.

в том числе:

Нормативные затраты труда машинистов 1 817,7938066 чел. ч.**строительных работ** 102 729 173,00 (9 506 641,31) руб.**монтажных работ** 0,00 (0,00) руб.**оборудования** 0,00 (0,00) руб.**прочих затрат** 0,00 (0,00) руб.

№ п.п.	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество			Сметная стоимость в базисном уровне цен (в текущем уровне цен (гр. 8) для ресурсов, отсутствующих в ФРСН), руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
				на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициента	на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Раздел 1. Фундаменты

1	ФЕР 06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м3	0.9072		0.9072					
		1 ОТ					1 053.00	1	955.28	37.4	35 727
		2 ЭМ					1 566.06	1	1 420.73	13.57	19 279

	3	в т.ч.ОТМ					244.39	1	221.71	37.4	8 292
	4	М					909.27	1	824.89	9.13	7 531
04.1.02.05		Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	102	1	92.5344					
		ЗТ	чел.-ч	135		122.472					
		ЗТМ	чел.-ч	18.12		16.438464					
		Итого по расценке					3 528.33		3 200.90		62 537
		ФОТ							1 176.99		44 019
Пр/812-006.0-1		НР (Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 6.1, 6.2))	%	102	1	102			1 200.53		38 164
Пр/774-006.0		СП (Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 6.1, 6.2))	%	58	1	58			682.65		20 425
		Всего по позиции							5 084.08		121 126
2	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	92.5344		92.5344	592.76		54 850.69	9.13	500 787
		Всего по позиции							54 850.69		
3	ФЕР 06-01-001-04	Устройство бетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: более 5 м3	100 м3	4.15		4.15					
	1	ОТ					2 260.45	1	9 380.87	37.4	350 845
	2	ЭМ					2 046.03	1	8 491.02	13.57	115 223
	3	в т.ч.ОТМ					314.63	1	1 305.71	37.4	48 834
	4	М					2 474.38	1	10 268.68	9.13	93 753
04.1.02.05		Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	102	1	423.3					
		ЗТ	чел.-ч	265		1 099.75					
		ЗТМ	чел.-ч	23.41		97.1515					
		Итого по расценке					6 780.86		28 140.57		559 821
		ФОТ							10 686.58		399 679

	Пр/812-006.0-1	НР (Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 6.1, 6.2))	%	102	1	102			10 900.31		346 522
	Пр/774-006.0	СП (Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 6.1, 6.2))	%	58	1	58			6 198.22		185 451
		Всего по позиции							45 239.10		1 091 794
4	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	423.3		423.3	592.76		250 915.31	9.13	2 290 857
		Всего по позиции							250 915.31		
5	ФЕР 07-01-001-15	Укладка балок фундаментных длиной: до 6 м	100 шт	0.75		0.75					
	1	ОТ					3 525.00	1	2 643.75	37.4	98 876
	2	ЭМ					3 690.07	1	2 767.55	13.57	37 556
	3	в т.ч.ОТМ					531.92	1	398.94	37.4	14 920
	4	М					486.48	1	364.86	9.13	3 331
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	3.05	1	2.2875					
	05.1.05.01	Балки фундаментные	шт	100	1	75					
		ЗТ	чел.-ч	375		281.25					
		ЗТМ	чел.-ч	40.46		30.345					
		Итого по расценке					7 701.55		5 776.16		139 763
		ФОТ							3 042.69		113 796
	Пр/812-007.0-1	НР (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 7.1 и 7.2))	%	110	1	110			3 346.96		106 399
	Пр/774-007.0	СП (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 7.1 и 7.2))	%	73	1	73			2 221.16		66 457
		Всего по позиции							11 344.28		312 619

6	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	2.2875		2.2875	592.76		1 355.94	9.13	12 380
		Всего по позиции							1 355.94		
7	05.1.05.01-0002	Балки фундаментные 1БФ 40-2А-III, бетон В15, объем 0,21 м3, расход арматуры 9,6 кг	шт	75		75	334.61		25 095.75	9.13	229 124
		Всего по позиции							25 095.75		

Итого по разделу 1. Фундаменты

Итого прямые затраты									369 335.32		3 795 269
в том числе											
оплата труда (ОТ)									12 979.90		485 448
эксплуатация машин и механизмов									12 679.30		172 058
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									1 926.36		72 046
материальные ресурсы									343 676.12		3 137 763
Итого ФОТ (справочно)									14 906.26		557 494
Итого накладные расходы									15 447.80		491 085
Итого сметная прибыль									9 102.03		272 333
Итого по разделу									393 885.15		4 558 687

Раздел 2. Каркас

8	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	93		93					
		1 ОТ					85.83	1	7 982.19	37.4	298 534
		2 ЭМ					257.59	1	23 955.87	13.57	325 081
		3 в т.ч.ОТМ					28.96	1	2 693.28	37.4	100 729
		4 М					40.96	1	3 809.28	9.13	34 779
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	93					
		ЗТ	чел.-ч	9.35		869.55					

		ЗТМ	чел.-ч	2.17		201.81				
		Итого по расценке					384.38		35 747.34	658 394
		ФОТ							10 675.47	399 263
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			9 928.19	315 617
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			6 618.79	198 034
		Всего по позиции							52 294.32	1 172 045
9	08.3.01.02-0051	Двутавры широкополочные №26-40 Ш1, Ш2, Ш3, сталь спокойная	т	93		93	6 024.48		560 276.64	9.13
		Всего по позиции							560 276.64	
10	ФЕР 09-03-014-02	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 50 м Количество = 0.0566 = 5.66*10/1000	т	0.0566		0.0566				
	1	ОТ					378.09	1	21.40	37.4
	2	ЭМ					727.51	1	41.18	13.57
	3	в т.ч.ОТМ					61.66	1	3.49	37.4
	4	М					222.18	1	12.58	9.13
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	0.0566				
		ЗТ	чел.-ч	43.26		2.448516				
		ЗТМ	чел.-ч	4.32		0.244512				
		Итого по расценке					1 327.78		75.16	1 474
		ФОТ							24.89	931
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			23.15	736
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			15.43	462
		Всего по позиции							113.74	2 672

11	08.3.08.02-0022	Уголок горячекатаный, размер 50x50 мм	т	0.0566		0.0566	5 763.00		326.19	9.13	2 978
		Всего по позиции							326.19		
12	ФЕР 09-03-014-03	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: более 24 м при высоте здания до 25 м Количество = 0.1132 = 5.66*10*2/1000	т	0.1132		0.1132					
		1 ОТ					345.67	1	39.13	37.4	1 463
		2 ЭМ					673.21	1	76.21	13.57	1 034
		3 в т.ч.ОТМ					57.20	1	6.48	37.4	242
		4 М					232.33	1	26.30	9.13	240
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	0.1132					
		ЗТ	чел.-ч	39.55		4.47706					
		ЗТМ	чел.-ч	4.01		0.453932					
		Итого по расценке					1 251.21		141.64		2 737
		ФОТ							45.61		1 705
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			42.42		1 348
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			28.28		846
		Всего по позиции							212.34		4 931
13	08.3.08.02-0022	Уголок горячекатаный, размер 50x50 мм	т	0.1132		0.1132	5 763.00		652.37	9.13	5 956
		Всего по позиции							652.37		
14	ФЕР 09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	10.91		10.91					
		1 ОТ					206.31	1	2 250.84	37.4	84 181
		2 ЭМ					548.89	1	5 988.39	13.57	81 262
		3 в т.ч.ОТМ					63.88	1	696.93	37.4	26 065
		4 М					93.03	1	1 014.96	9.13	9 267

	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	10.91				
		ЗТ	чел.-ч	23		250.93				
		ЗТМ	чел.-ч	4.82		52.5862				
		Итого по расценке					848.23		9 254.19	174 710
		ФОТ							2 947.77	110 246
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			2 741.43	87 149
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			1 827.62	54 682
		Всего по позиции							13 823.24	316 541
15	08.3.08.01-0038	Сталь угловая неравнополочная, марка стали: Ст3пс, размером 90х56 мм	т	2.28		2.28	6 348.95		14 475.61	9.13 132 162
		Всего по позиции							14 475.61	
16	08.3.08.01-0042	Сталь угловая неравнополочная, марка стали: Ст3пс, размером 140х90 мм	т	5.04		5.04	6 302.51		31 764.65	9.13 290 011
		Всего по позиции							31 764.65	
17	08.3.08.02-0022	Уголок горячекатаный, размер 50х50 мм	т	1.572		1.572	5 763.00		9 059.44	9.13 82 713
		Всего по позиции							9 059.44	
18	08.3.08.01-0032	Уголок горячекатаный, неравнополочный, марка стали Ст1кп-Ст4кп, Ст1пс-Ст6пс, Ст1Гпс-Ст5Гпс, ширина большей полки 45-80 мм Количество = 2.0244444 = (4.48+2.808)/54*15	т	2.0244444		2.0244444	6 546.31		13 252.64	9.13 120 997
		Всего по позиции							13 252.64	
19	08.3.05.02-0081	Прокат толстолистовой горячекатаный, марка стали 09Г2С, толщина 3-8 мм Количество = 1.44 = 5.184/54*15	т	1.44		1.44	6 518.82		9 387.10	9.13 85 704
		Всего по позиции							9 387.10	

20	ФЕР 09-03-012-04	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 36 м массой до 5,0 т Количество = 21.24945 = 708.315/1000*15*2	т	21.24945		21.24945					
	1	ОТ					159.67	1	3 392.90	37.4	126 894
	2	ЭМ					651.27	1	13 839.13	13.57	187 797
	3	в т.ч.ОТМ					53.83	1	1 143.86	37.4	42 780
	4	М					250.86	1	5 330.64	9.13	48 669
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	21.24945					
		ЗТ	чел.-ч	17.8		378.24021					
		ЗТМ	чел.-ч	3.84		81.597888					
		Итого по расценке					1 061.80		22 562.67		363 360
		ФОТ							4 536.76		169 674
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			4 219.19		134 127
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			2 812.79		84 158
		Всего по позиции							29 594.65		581 645
21	08.3.08.01-0036	Сталь угловая неравнополочная, марка Ст1кп-Ст4кп, Ст1пс-Ст6пс, Ст1Гпс-Ст5Гпс, ширина большой полки более 80 мм Количество = 5.66793 = (138.306+50.625)*2*15/1000	т	5.66793		5.66793	6 364.02		36 070.82	9.13	329 327
		Всего по позиции							36 070.82		
22	08.3.08.02-0058	Уголок горячекатаный, марка стали Ст1кп-Ст4кп, Ст1пс-Ст6пс, Ст1Гпс-Ст5Гпс, ширина полок 35-70 мм Количество = 3.463044 = (8.2186+23.3376+12.665+15.3816+11.9*2+16.016*2)*2*15/1000	т	3.463044		3.463044	6 503.23		22 520.97	9.13	205 616
		Всего по позиции							22 520.97		

23	08.3.08.02-0059	Уголок горячекатаный, марка стали Ст1кп-Ст4кп, Ст1пс-Стбпс, Ст1Гпс-Ст5Гпс, ширина полок более 70 мм Количество = $0.843336 = 28.1112 \cdot 15 \cdot 2 / 1000$	т	0.843336		0.843336	6 406.47		5 402.81	9.13	49 328
		Всего по позиции							5 402.81		
24	08.3.05.02-0061	Прокат толстолистовой горячекатаный в листах, марка стали Ст3, толщина 10-13 мм Количество = $1.487304 = (2.262+4.134+10.14+1.638+5.772+2.925+3.432+6.942+8.0808+1.287+0.624+2.34) \cdot 2 \cdot 15 / 1000$	т	1.487304		1.487304	6 671.97		9 923.25	9.13	90 599
		Всего по позиции							9 923.25		
25	08.3.05.02-0056	Прокат толстолистовой горячекатаный в листах, марка стали Ст3, толщина 4,0 мм Количество = $1.074996 = (3.12+5.616+4.5318+3.705+2.184+4.056+2.964+4.914+4.7424) \cdot 15 \cdot 2 / 1000$	т	1.074996		1.074996	6 778.67		7 287.04	9.13	66 531
		Всего по позиции							7 287.04		
26	ФЕР 09-03-021-01	Монтаж каркасов фонарей аэрационных и светоаэрационных для зданий высотой до 25 м с шагом ферм: до 6 м Количество = $10.4 = 0.4 \cdot 26$	т	10.4		10.4					
		1 ОТ					235.79	1	2 452.22	37.4	91 713
		2 ЭМ					922.53	1	9 594.31	13.57	130 195
		3 в т.ч.ОТМ					108.24	1	1 125.70	37.4	42 101
		4 М					41.29	1	429.42	9.13	3 921
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	10.4					
		ЗТ	чел.-ч	24.51		254.904					
		ЗТМ	чел.-ч	7.73		80.392					
		Итого по расценке					1 199.61		12 475.95		225 829
		ФОТ							3 577.92		133 814
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			3 327.47		105 780

	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			2 218.31		66 372
		Всего по позиции							18 021.73		397 981
27	01.7.15.02-0086	Болты с шестигранной головкой, диаметр 20 (22) мм	т	0.05		0.05	9 800.00		490.00	9.13	4 474
		Всего по позиции							490.00		
28	01.7.15.05-0016	Гайки шестигранные, диаметр резьбы 20-22 мм	т	0.025		0.025	8 702.00		217.55	9.13	1 986
		Всего по позиции							217.55		
29	08.3.08.01-0033	Сталь угловая неравнополочная, марка Ст1сп-Ст6сп, ширина большой полки более 80 мм	т	10.4		10.4	6 526.71		67 877.78	9.13	619 724
		Всего по позиции							67 877.78		
30	ФЕР 09-03-003-01	Монтаж одиночных подкрановых балок на отметке до 25 м массой: до 1,0 т Количество = 24.44 = 20.88+3.56	т	24.44		24.44					
		1 ОТ					147.06	1	3 594.15	37.4	134 421
		2 ЭМ					444.79	1	10 870.67	13.57	147 515
		3 в т.ч.ОТМ					48.20	1	1 178.01	37.4	44 058
		4 М					126.84	1	3 099.97	9.13	28 303
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1	24.44					
		ЗТ	чел.-ч	16.02		391.5288					
		ЗТМ	чел.-ч	3.59		87.7396					
		Итого по расценке					718.69		17 564.79		310 239
		ФОТ							4 772.16		178 479
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			4 438.11		141 088
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			2 958.74		88 526
		Всего по позиции							24 961.64		539 853

31	08.3.01.02-0018	Двутавры с параллельными гранями полок нормальные «Б», сталь: марки Ст0, № 12	т	24.44		24.44	5 476.87		133 854.70	9.13	1 222 093
		Всего по позиции							133 854.70		

Итого по разделу 2. Каркас

Итого прямые затраты									1 020 661.30		10 162 268
в том числе											
оплата труда (ОТ)									19 732.83		738 006
эксплуатация машин и механизмов									64 365.76		873 443
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									6 847.75		256 106
материальные ресурсы									936 562.71		8 550 819
Итого ФОТ (справочно)									26 580.58		994 112
Итого накладные расходы									24 719.96		785 845
Итого сметная прибыль									16 479.96		493 080
Итого по разделу									1 061 861.22		11 441 193

Раздел 3. Ограждающие конструкции стен

32	ФЕР 09-04-006-01	Монтаж фахверка Количество = $0.64362 = 2.2 * (9.6 + 1.35) * 9 * 2 / 1000 + 0.21$	т	0.64362		0.64362					
		1 ОТ					254.52	1	163.81	37.4	6 126
		2 ЭМ					536.02	1	344.99	13.57	4 682
		3 в т.ч.ОТМ					41.45	1	26.68	37.4	998
		4 М					225.64	1	145.23	9.13	1 326
	07.2.03.06	Конструкции стальные	т	1	1	0.64362					
		ЗТ	чел.-ч	25.3		16.283586					
		ЗТМ	чел.-ч	3.08		1.9823496					
		Итого по расценке					1 016.18		654.03		12 134

		ФОТ						190.49		7 124	
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93		177.16		5 632	
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62		118.10		3 534	
		Всего по позиции						949.29		21 300	
33	08.3.04.02	Прокат горячекатанный квадратного сечения из углеродистой стали	т	0.64362		0.64362			9.13		
		Всего по позиции									
34	01.7.15.02-0086	Болты с шестигранной головкой, диаметр 20 (22) мм	т	0.05		0.05	9 800.00	490.00	9.13	4 474	
		Всего по позиции						490.00			
35	01.7.15.05-0016	Гайки шестигранные, диаметр резьбы 20-22 мм	т	0.025		0.025	8 702.00	217.55	9.13	1 986	
		Всего по позиции						217.55			
36	ФЕР 09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен: из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м Количество = 16.8396 = (919.8+184.32+518.4+61.44)/100	100 м2	16.8396		16.8396					
		1 ОТ					1 428.80	1	24 060.42	37.4	899 860
		2 ЭМ					5 157.63	1	86 852.43	13.57	1 178 587
		3 в т.ч.ОТМ					453.43	1	7 635.58	37.4	285 571
		4 М					427.44	1	7 197.92	9.13	65 717
	07.2.07.13	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления	т	0.273	1	4.5972108					
		ЗГ	чел.-ч	152		2 559.6192					
		ЗТМ	чел.-ч	36.14		608.583144					
		Итого по расценке					7 013.87		118 110.77		2 144 164
		ФОТ							31 696.00		1 185 431

	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			29 477.28		937 083
	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			19 651.52		587 974
		Всего по позиции							167 239.57		3 669 221
37	07.2.05.02-0091	Панели трехслойные стеновые с обшивками из стальных профилированных листов с утеплителем из минераловатных плит рядовые, толщина утеплителя 100 мм-ПТС 130-С0.7 Количество = 1 683.96 = 16.8396*100	м2	1 683.96		1 683.96	645.42		1 086 861.46	9.13	9 923 045
		Всего по позиции							1 086 861.46		
38	07.2.07.13-0061	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления	т	4.5		4.5	10 898.65		49 043.93	9.13	447 771
		Всего по позиции							49 043.93		
39	ФЕР 10-05-001-01	Устройство перегородок из гипсокартонных листов (ГКЛ) с одинарным металлическим каркасом и однослойной обшивкой с обеих сторон: глухих Количество = 20 = 2000/100	100 м2	20		20					
		1 ОТ					888.86	1	17 777.20	37.4	664 867
		2 ЭМ					92.62	1	1 852.40	13.57	25 137
		3 в т.ч.ОТМ					9.46	1	189.20	37.4	7 076
		4 М					3 365.69	1	67 313.80	9.13	614 575
	01.6.01.02	Листы гипсокартонные	м2	210	1	4 200					
	12.2.03.15	Материалы теплоизоляционные из минеральных волокон	м2	103	1	2 060					
		ЗТ	чел.-ч	98		1 960					
		ЗТМ	чел.-ч	0.73		14.6					
		Итого по расценке					4 347.17		86 943.40		1 304 579
		ФОТ							17 966.40		671 943
	Пр/812-010.0-1	НР (Деревянные конструкции)	%	108	1	108			19 403.71		616 844

	Пр/774-010.0	СП (Деревянные конструкции)	%	55	1	55			9 881.52		295 655
		Всего по позиции							116 228.63		2 217 078
40	01.6.01.02-0004	Листы гипсокартонные ГКЛ, толщина 8 мм	м2	4 200		4 200	12.77		53 634.00	9.13	489 678
		Всего по позиции							53 634.00		
41	12.2.04.03-0018	Маты минераловатные ламельные, кашированные фольгой, марка: "Lamella Mat L" ROCKWOOL, толщиной 100 мм Количество = 206 = 2060*0.1	м3	206		206	1 678.25		345 719.50	9.13	3 156 419
		Всего по позиции							345 719.50		

Итого по разделу 3. Ограждающие конструкции стен

Итого прямые затраты									1 741 674.64		17 484 250
в том числе											
оплата труда (ОТ)									42 001.43		1 570 853
эксплуатация машин и механизмов									89 049.82		1 208 406
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									7 851.46		293 645
материальные ресурсы									1 610 623.39		14 704 991
Итого ФОТ (справочно)									49 852.89		1 864 498
Итого накладные расходы									49 058.15		1 559 559
Итого сметная прибыль									29 651.14		887 163
Итого по разделу									1 820 383.93		19 930 972

Раздел 4. Кровля

42	ФЕР 09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	17.01		17.01					
	1	ОТ					123.23	1	2 096.14	37.4	78 396
	2	ЭМ					280.93	1	4 778.62	13.57	64 846
	3	в т.ч.ОТМ					24.65	1	419.30	37.4	15 682

	4	М					85.49	1	1 454.18	9.13	13 277
07.2.07.12		Конструкции стальные	т	1	1	17.01					
		ЗТ	чел.-ч	14.1		239.841					
		ЗТМ	чел.-ч	1.75		29.7675					
		Итого по расценке					489.65		8 328.94		156 519
		ФОТ							2 515.44		94 078
Пр/812-009.0-1		НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			2 339.36		74 369
Пр/774-009.0		СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			1 559.57		46 663
		Всего по позиции							12 227.87		277 551
43	08.3.11.01-0061	Швеллеры: № 22 сталь марки СтЗпс	т	17.01		17.01	4 600.00		78 246.00	9.13	714 386
		Всего по позиции							78 246.00		
44	ФЕР 09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия: из профилированного листа при высоте здания до 25 м Количество = 45.36 = 54*84/100	100 м2	45.36		45.36					
	1	ОТ					277.06	1	12 567.44	37.4	470 022
	2	ЭМ					469.17	1	21 281.55	13.57	288 791
	3	в т.ч.ОТМ					41.15	1	1 866.56	37.4	69 809
	4	М					153.96	1	6 983.63	9.13	63 761
		ЗТ	чел.-ч	31.7		1 437.912					
		ЗТМ	чел.-ч	2.93		132.9048					
		Итого по расценке					900.19		40 832.62		822 574
		ФОТ							14 434.00		539 831
Пр/812-009.0-1		НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			13 423.62		426 736
Пр/774-009.0		СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			8 949.08		267 756

		Всего по позиции							63 205.32		1 517 066
45	01.7.15.04-0045	Винты самонарезающие для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям	т	0.05		0.05	35 011.00		1 750.55	9.13	15 983
		Всего по позиции							1 750.55		
46	08.3.09.01-0032	Профилированный настил оцинкованный: МП-18-0,5	т	45.36		45.36	11 002.71		499 082.93	9.13	4 556 627
		Всего по позиции							499 082.93		
47	ФЕР 12-01-042-01	Подготовка поверхности с нанесением грунтовки из мастики битумно- полимерной кровельной гидроизоляционной, холодной Количество = 45.36 = 54*84/100	100 м2	45.36		45.36					
		1 ОТ					987.62	1	44 798.44	37.4	1 675 462
		2 ЭМ					85.16	1	3 862.86	13.57	52 419
		3 в т.ч.ОТМ					0.50	1	22.68	37.4	848
		4 М					366.48	1	16 623.53	9.13	151 773
		ЗТ	чел.-ч	113		5 125.68					
		ЗТМ	чел.-ч	0.04		1.8144					
		Итого по расценке					1 439.26		65 284.83		1 879 654
		ФОТ							44 821.12		1 676 310
	Пр/812-012.0-1	НР (Кровли)	%	109	1	109			48 855.02		1 553 101
	Пр/774-012.0	СП (Кровли)	%	57	1	57			25 548.04		764 397
		Всего по позиции							139 687.89		4 197 152
48	01.2.03.03-0007	Мастика битумная Количество = 25.8552 = 25855.2/1000	т	25.8552		25.8552	3 316.55		85 750.06	9.13	782 898
		Всего по позиции							85 750.06		
49	ФЕР 12-01-013-03	Утепление покрытий плитами: из минеральной ваты или перлита на битумной мастике в один слой Количество = 45.36 = 54*84/100	100 м2	45.36		45.36					

	1	ОТ					383.25	1	17 384.22	37.4	650 170
	2	ЭМ					126.92	1	5 757.09	13.57	78 124
	3	в т.ч.ОТМ					10.68	1	484.44	37.4	18 118
	4	М					870.84	1	39 501.30	9.13	360 647
12.2.05.05		Плиты теплоизоляционные	м2	103	1	4 672.08					
		ЗТ	чел.-ч	40.3		1 828.008					
		ЗТМ	чел.-ч	0.83		37.6488					
		Итого по расценке					1 381.01		62 642.61		1 088 941
		ФОТ							17 868.66		668 288
Пр/812-012.0-1		НР (Кровли)	%	109	1	109			19 476.84		619 169
Пр/774-012.0		СП (Кровли)	%	57	1	57			10 185.14		304 739
		Всего по позиции							92 304.59		2 012 849
50	12.2.04.03-0018	Маты минераловатные ламельные, кашированные фольгой, марка: "Lamella Mat L" ROCKWOOL, толщиной 100 мм Количество = 453.6 = 4536*0.1	м3	453.6		453.6	1 678.25		761 254.20	9.13	6 950 251
		Всего по позиции							761 254.20		
51	ФЕР 12-01-028-01	Устройство плоских однослойных кровель из ПВХ мембран (со сваркой полотен) с укладкой разделительного слоя по утеплителю, несущее основание из: металлического листа Количество = 45.36 = 54*84/100	100 м2	45.36		45.36					
	1	ОТ					61.93	1	2 809.14	37.4	105 062
	2	ЭМ					5.05	1	229.07	13.57	3 108
	3	в т.ч.ОТМ					0.64	1	29.03	37.4	1 086
	4	М					5 008.07	1	227 166.06	9.13	2 074 026
01.7.12.05		Геотекстиль нетканый	м2	110	1	4 989.6					
		ЗТ	чел.-ч	6.99		317.0664					
		ЗТМ	чел.-ч	0.05		2.268					

		Итого по расценке					5 075.05		230 204.27		2 182 196
51.1	ОП ФЕР 12- 1% от ОТ	Затраты на электроэнергию, потребляемую ручным инструментом - 1%	руб.	0.6193		28.091448	0.62		28.09	6.24	256
		ФОТ							2 838.17		106 148
	Пр/812-012.0-1	НР (Кровли)	%	109	1	109			3 093.61		98 346
	Пр/774-012.0	СП (Кровли)	%	57	1	57			1 617.76		48 403
		Всего по позиции							234 943.73		2 329 201
52	01.7.12.05-0055	Геотекстиль нетканый из полиэфирного волокна, иглопробивной, поверхностная плотность 300 г/м2	м2	4 536		4 536	7.55		34 246.80	9.13	312 673
		Всего по позиции							34 246.80		
53	12.1.02.10-0095	Мембрана кровельная неармированная на основе ПВХ, толщина 1,5 мм	м2	4 536		4 536	43.30		196 408.80	9.13	1 793 212
		Всего по позиции							196 408.80		

Итого по разделу 4. Кровля

Итого прямые затраты									2 064 060.70		21 256 170
в том числе											
оплата труда (ОТ)									79 655.38		2 979 112
эксплуатация машин и механизмов									35 909.19		487 288
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									2 822.01		105 543
материальные ресурсы									1 948 496.13		17 789 770
Итого ФОТ (справочно)									82 477.39		3 084 655
Итого накладные расходы									87 188.45		2 771 721
Итого сметная прибыль									47 859.59		1 431 958
Итого по разделу									2 199 108.74		25 459 849

Раздел 5. Витражи, ворота двери

54	ФЕР 15-05-013-01	Остекление стальных переплетов промышленных зданий: стеновых оконным стеклом Количество = 7.2 = 3*3*80/100	100 м2	7.2		7.2					
	1	ОТ					371.06	1	2 671.63	37.4	99 919
	2	ЭМ					47.64	1	343.01	13.57	4 655
	3	в т.ч.ОТМ					7.94	1	57.17	37.4	2 138
	4	М					2 247.10	1	16 179.12	9.13	147 715
01.8.02.06		Стекло оконное	м2	101	1	727.2					
		ЗТ	чел.-ч	43.5		313.2					
		ЗТМ	чел.-ч	0.64		4.608					
		Итого по расценке					2 665.80		19 193.76		252 289
		ФОТ							2 728.80		102 057
Пр/812-015.0-1		НР (Отделочные работы)	%	100	1	100			2 728.80		86 748
Пр/774-015.0		СП (Отделочные работы)	%	49	1	49			1 337.11		40 006
		Всего по позиции							23 259.67		379 043
55	09.1.01.01-0025	Створки для витражей общественных, производственных и жилых зданий из алюминиевого комбинированного профиля одинарной конструкции с однокамерным стеклопакетом, поворотно-откидные	м2	727.2		727.2	3 343.14		2 431 131.41	9.13	22 196 230
		Всего по позиции							2 431 131.41		
56	ФЕР 15-05-013-02	Остекление стальных переплетов промышленных зданий: фонарных оконным стеклом Количество = 1.296 = 1.2*3*36/100	100 м2	1.296		1.296					
	1	ОТ					295.99	1	383.60	37.4	14 347
	2	ЭМ					43.94	1	56.95	13.57	773
	3	в т.ч.ОТМ					7.32	1	9.49	37.4	355
	4	М					1 545.57	1	2 003.06	9.13	18 288
01.8.02.06		Стекло оконное	м2	102	1	132.192					

		ЗТ	чел.-ч	34.7		44.9712					
		ЗТМ	чел.-ч	0.59		0.76464					
		Итого по расценке					1 885.50	2 443.61		33 408	
		ФОТ						393.09		14 702	
	Пр/812-015.0-1	НР (Отделочные работы)	%	100	1	100		393.09		12 497	
	Пр/774-015.0	СП (Отделочные работы)	%	49	1	49		192.61		5 763	
		Всего по позиции						3 029.31		51 668	
57	09.1.01.01-0025	Створки для витражей общественных, производственных и жилых зданий из алюминиевого комбинированного профиля одинарной конструкции с однокамерным стеклопакетом, поворотные-откидные	м2	132.192		132.192	3 343.14	441 936.36	9.13	4 034 879	
		Всего по позиции						441 936.36			
58	ФЕР 07-01-055-01	Устройство ворот распашных с установкой столбов: металлических Количество = 0.16 = 16/100	100 шт	0.16		0.16					
		1 ОТ					17 372.80	1	2 779.65	37.4	103 959
		2 ЭМ					13 226.59	1	2 116.25	13.57	28 718
		3 в т.ч.ОТМ					1 561.67	1	249.87	37.4	9 345
		4 М					1 929.26	1	308.68	9.13	2 818
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	29.1	1	4.656					
	07.2.07.11	Стойки металлические опорные	шт	200	1	32					
	08.1.06.04	Полотна ворот	шт	200	1	32					
		ЗТ	чел.-ч	1 780		284.8					
		ЗТМ	чел.-ч	117.88		18.8608					
		Итого по расценке					32 528.65	5 204.58		135 495	
		ФОТ						3 029.52		113 304	

	Пр/812-007.0-1	НР (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 7.1 и 7.2))	%	110	1	110			3 332.47		105 939
	Пр/774-007.0	СП (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве (за исключением пунктов 7.1 и 7.2))	%	73	1	73			2 211.55		66 170
		Всего по позиции							10 748.60		307 604
59	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	4.656		4.656	592.76		2 759.89	9.13	25 198
		Всего по позиции							2 759.89		
60	08.1.06.01-0012	Ворота распашные ВР 3636-УХ Л1	шт	16		16	11 474.56		183 592.96	9.13	1 676 204
		Всего по позиции							183 592.96		
61	08.3.04.02	Прокат горячекатаный квадратного сечения из углеродистой стали Количество = 0.084 = 5.25*16/1000	т	0.084		0.084				9.13	
		Всего по позиции									
62	ФЕР 09-04-012-01	Установка металлических дверных блоков в готовые проемы Количество = 22.89 = 1.1*2.1*5+0.9*2.1*6	м2	22.89		22.89					
		1 ОТ					23.81	1	545.01	37.4	20 383
		2 ЭМ					14.41	1	329.84	13.57	4 476
		3 в т.ч.ОТМ					1.97	1	45.09	37.4	1 686
		4 М					25.72	1	588.73	9.13	5 375
	07.1.01.03	Блоки дверные металлические	м2	1	1	22.89					
		ЗТ	чел.-ч	2.4		54.936					
		ЗТМ	чел.-ч	0.17		3.8913					
		Итого по расценке					63.94		1 463.58		30 234
		ФОТ							590.10		22 069
	Пр/812-009.0-1	НР (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	93	1	93			548.79		17 446

	Пр/774-009.0	СП (Строительные металлические конструкции (за исключением пункта 9.1))	%	62	1	62			365.86		10 946
		Всего по позиции							2 378.23		58 626
63	07.1.01.03	Блоки дверные металлические	м2	22.89		22.89				9.13	
		Всего по позиции									
64	01.7.04.05	Скобяные изделия	компл	11		11				9.13	
		Всего по позиции									

Итого по разделу 5. Витражи, ворота двери

Итого прямые затраты									3 087 726.15		28 383 937
в том числе											
оплата труда (ОТ)									6 379.89		238 608
эксплуатация машин и механизмов									2 846.05		38 622
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									361.62		13 524
материальные ресурсы									3 078 500.21		28 106 707
Итого ФОТ (справочно)									6 741.51		252 132
Итого накладные расходы									7 003.15		222 630
Итого сметная прибыль									4 107.13		122 885
Итого по разделу									3 098 836.43		28 729 452

Раздел 6. Полы

Тип пола 1											
65	ФЕР 11-01-001-01	Уплотнение грунта: гравием Количество = 12.7683 = 1276.83/100	100 м2	12.7683		12.7683					
	1	ОТ					57.07	1	728.69	37.4	27 253
	2	ЭМ					87.45	1	1 116.59	13.57	15 152
	3	в т.ч.ОТМ					8.86	1	113.13	37.4	4 231

	4	М					0.54	1	6.89	9.13	63
02.2.01.02		Гравий для строительных работ, фракция 40-70 мм	м3	5.1	1	65.11833					
		ЗТ	чел.-ч	6.81		86.952123					
		ЗТМ	чел.-ч	0.88		11.236104					
		Итого по расценке					145.06		1 852.17		42 468
		ФОТ							841.82		31 484
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			942.84		29 973
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			547.18		16 372
		Всего по позиции							3 342.19		88 813
66	02.2.01.02-1120	Гравий М 400, фракция 40-80(70) мм	м3	65.11833		65.11833	90.23		5 875.63	9.13	53 645
		Всего по позиции							5 875.63		
67	ФЕР 11-01-002-01	Устройство подстилающих слоев: песчаных Количество = 127.683 = 1276.83*0.1	м3	127.683		127.683					
	1	ОТ					25.83	1	3 298.05	37.4	123 347
	2	ЭМ					27.24	1	3 478.08	13.57	47 198
	3	в т.ч.ОТМ					3.01	1	384.33	37.4	14 374
	4	М					0.37	1	47.24	9.13	431
02.3.01.02		Песок для строительных работ природный	м3	1.12	1	143.00496					
		ЗТ	чел.-ч	2.99		381.77217					
		ЗТМ	чел.-ч	0.3		38.3049					
		Итого по расценке					53.44		6 823.37		170 976
		ФОТ							3 682.38		137 721
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			4 124.27		131 110
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			2 393.55		71 615
		Всего по позиции							13 341.19		373 701

68	02.3.01.02-0013	Песок природный для строительных: работ очень мелкий с крупностью зерен размером свыше 1,25 мм - до 5% по массе	м3	143.00496		143.00496	45.92		6 566.79	9.13	59 955
		Всего по позиции							6 566.79		
69	ФЕР 11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев: бетонных Количество = 127.683 = 1276.83*0.1	м3	127.683		127.683					
		1 ОТ					30.67	1	3 916.04	37.4	146 460
		2 ЭМ					0.24	1	30.64	13.57	416
		4 М					7.53	1	961.45	9.13	8 778
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	1.02	1	130.23666					
		ЗТ	чел.-ч	3.66		467.31978					
		Итого по расценке					38.44		4 908.13		155 654
		ФОТ							3 916.04		146 460
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			4 385.96		139 430
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			2 545.43		76 159
		Всего по позиции							11 839.52		371 243
70	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	130.23666		130.23666	592.76		77 199.08	9.13	704 828
		Всего по позиции							77 199.08		
71	ФЕР 11-01-019-01	Устройство покрытий асфальтобетонных: литых толщиной 25 мм Количество = 12.7683 = 1276.83/100	100 м2	12.7683		12.7683					
		1 ОТ					238.00	1	3 038.86	37.4	113 653
		2 ЭМ					16.12	1	205.82	13.57	2 793
		3 в т.ч.ОТМ					1.04	1	13.28	37.4	497
		4 М					11.00	1	140.45	9.13	1 282
	01.2.03.02	Грунтовка битумная	т	0.069	1	0.8810127					
	04.2.02.01	Асфальт литой для покрытий тротуаров	т	6.1	1	77.88663					

		ЗТ	чел.-ч	26.24		335.040192				
		ЗТМ	чел.-ч	0.09		1.149147				
		Итого по расценке					265.12		3 385.13	117 728
		ФОТ							3 052.14	114 150
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			3 418.40	108 671
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			1 983.89	59 358
		Всего по позиции							8 787.42	285 757
72	04.2.02.01	Смесь асфальтобетонная	т	77.88663		77.88663				9.13
		Всего по позиции								
73	01.2.03.02	Грунтовка битумная	т	0.8810127		0.8810127				9.13
		Всего по позиции								
74	ФЕР 11-01-019-02	Устройство покрытий асфальтобетонных: на каждые 5 мм изменения толщины добавлять или исключать к расценке 11-01-019-01	100 м2	12.7683		12.7683				
		1 ОТ					27.03	25	8 628.18	37.4 322 694
	04.2.02.01	Асфальт литой для покрытий тротуаров	т	1.11	25	354.320325				
		ЗТ	чел.-ч	2.98	25	951.23835				
		Итого по расценке					27.03		8 628.18	322 694
		ФОТ							8 628.18	322 694
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			9 663.56	307 205
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			5 608.32	167 801
		Всего по позиции							23 900.06	797 700
75	04.2.02.01	Смесь асфальтобетонная	т	70.864065		70.864065				9.13
		Всего по позиции								

Тип пола 2

76	04.3.02.13-0213	Смеси сухие цементно-песчаные кладочные, класс В5 (М75)	т	82.3		82.3	563.76		46 397.45	9.13	423 609
		Всего по позиции							46 397.45		
77	ФЕР 11-01-001-01	Уплотнение грунта: гравием Количество = 40.3447 = 4034.47/100	100 м2	40.3447		40.3447					
		1 ОТ					57.07	1	2 302.47	37.4	86 112
		2 ЭМ					87.45	1	3 528.14	13.57	47 877
		3 в т.ч.ОТМ					8.86	1	357.45	37.4	13 369
		4 М					0.54	1	21.79	9.13	199
	02.2.01.02	Гравий для строительных работ, фракция 40-70 мм	м3	5.1	1	205.75797					
		ЗТ	чел.-ч	6.81		274.747407					
		ЗТМ	чел.-ч	0.88		35.503336					
		Итого по расценке					145.06		5 852.40		134 188
		ФОТ							2 659.92		99 481
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			2 979.11		94 706
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			1 728.95		51 730
		Всего по позиции							10 560.46		280 624
78	02.2.01.02-1120	Гравий М 400, фракция 40-80(70) мм	м3	205.75797		205.75797	90.23		18 565.54	9.13	169 503
		Всего по позиции							18 565.54		
79	ФЕР 11-01-002-01	Устройство подстилающих слоев: песчаных Количество = 403.447 = 4034.47*0.1	м3	403.447		403.447					
		1 ОТ					25.83	1	10 421.04	37.4	389 747
		2 ЭМ					27.24	1	10 989.90	13.57	149 133
		3 в т.ч.ОТМ					3.01	1	1 214.38	37.4	45 418
		4 М					0.37	1	149.28	9.13	1 363
	02.3.01.02	Песок для строительных работ природный	м3	1.12	1	451.86064					
		ЗТ	чел.-ч	2.99		1 206.30653					

		ЗТМ	чел.-ч	0.3		121.0341					
		Итого по расценке					53.44		21 560.22		540 243
		ФОТ							11 635.42		435 165
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			13 031.67		414 277
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			7 563.02		226 286
		Всего по позиции							42 154.91		1 180 806
80	02.3.01.02-0013	Песок природный для строительных: работ очень мелкий с крупностью зерен размером свыше 1,25 мм - до 5% по массе	м3	451.86064		451.86064	45.92		20 749.44	9.13	189 442
		Всего по позиции							20 749.44		
81	ФЕР 11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев: бетонных Количество = 403.447 = 4034.47*0.1	м3	403.447		403.447					
		1 ОТ					30.67	1	12 373.72	37.4	462 777
		2 ЭМ					0.24	1	96.83	13.57	1 314
		4 М					7.53	1	3 037.96	9.13	27 737
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	1.02	1	411.51594					
		ЗТ	чел.-ч	3.66		1 476.61602					
		Итого по расценке					38.44		15 508.51		491 828
		ФОТ							12 373.72		462 777
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			13 858.57		440 564
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			8 042.92		240 644
		Всего по позиции							37 410.00		1 173 036
82	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	411.51594		411.51594	592.76		243 930.19	9.13	2 227 083
		Всего по позиции							243 930.19		
83	ФЕР 11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м2	40.3447		40.3447					
		1 ОТ					282.66	1	11 403.83	37.4	426 503

	2	ЭМ					43.61	1	1 759.43	13.57	23 875
	3	в т.ч.ОТМ					17.15	1	691.91	37.4	25 877
	4	М					8.54	1	344.54	9.13	3 146
04.3.01.09		Раствор готовый кладочный тяжелый цементный	м3	2.04	1	82.303188					
		ЗТ	чел.-ч	35.6		1 436.27132					
		ЗТМ	чел.-ч	1.27		51.237769					
		Итого по расценке					334.81		13 507.80		453 524
		ФОТ							12 095.74		452 380
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			13 547.23		430 666
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			7 862.23		235 238
		Всего по позиции							34 917.26		1 119 428
84	ФЕР 11-01-011-02	Устройство стяжек: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-01	100 м2	40.3447		40.3447					
	1	ОТ					3.49	6	844.82	37.4	31 596
	2	ЭМ					7.56	6	1 830.04	13.57	24 834
	3	в т.ч.ОТМ					2.84	6	687.47	37.4	25 711
04.3.01.09		Раствор готовый кладочный тяжелый цементный	м3	0.51	6	123.454782					
		ЗТ	чел.-ч	0.44	6	106.510008					
		ЗТМ	чел.-ч	0.21	6	50.834322					
		Итого по расценке					11.05		2 674.86		56 430
		ФОТ							1 532.29		57 307
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			1 716.16		54 556
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			995.99		29 800
		Всего по позиции							5 387.01		140 786
85	04.3.02.13-0213	Смеси сухие цементно-песчаные кладочные, класс В5 (М75)	т	123.45		123.45	563.76		69 596.17	9.13	635 413

		Всего по позиции						69 596.17		
Тип пола 3										
86	ФЕР 11-01-001-01	Уплотнение грунта: гравием Количество = 0.2151 = 21.51/100	100 м2	0.2151		0.2151				
	1	ОТ					57.07	1	12.28	37.4 459
	2	ЭМ					87.45	1	18.81	13.57 255
	3	в т.ч.ОТМ					8.86	1	1.91	37.4 71
	4	М					0.54	1	0.12	9.13 1
	02.2.01.02	Гравий для строительных работ, фракция 40-70 мм	м3	5.1	1	1.09701				
		ЗТ	чел.-ч	6.81		1.464831				
		ЗТМ	чел.-ч	0.88		0.189288				
		Итого по расценке					145.06		31.21	715
		ФОТ							14.19	530
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			15.89	505
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			9.22	276
		Всего по позиции							56.32	1 496
87	02.2.01.02-1120	Гравий М 400, фракция 40-80(70) мм	м3	1.09701		1.09701	90.23		98.98	9.13 904
		Всего по позиции							98.98	
88	ФЕР 11-01-002-01	Устройство подстилающих слоев: песчаных Количество = 2.151 = 21.51*0.1	м3	2.151		2.151				
	1	ОТ					25.83	1	55.56	37.4 2 078
	2	ЭМ					27.24	1	58.59	13.57 795
	3	в т.ч.ОТМ					3.01	1	6.47	37.4 242
	4	М					0.37	1	0.80	9.13 7
	02.3.01.02	Песок для строительных работ природный	м3	1.12	1	2.40912				
		ЗТ	чел.-ч	2.99		6.43149				
		ЗТМ	чел.-ч	0.3		0.6453				

		Итого по расценке					53.44		114.95		2 880
		ФОТ							62.03		2 320
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			69.47		2 209
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			40.32		1 206
		Всего по позиции							224.74		6 295
89	02.3.01.02-0013	Песок природный для строительных: работ очень мелкий с крупностью зерен размером свыше 1,25 мм - до 5% по массе	м3	2.40912		2.40912	45.92		110.63	9.13	1 010
		Всего по позиции							110.63		
90	ФЕР 11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев: бетонных Количество = 2.151 = 21.51*0.1	м3	2.151		2.151					
		1 ОТ					30.67	1	65.97	37.4	2 467
		2 ЭМ					0.24	1	0.52	13.57	7
		4 М					7.53	1	16.20	9.13	148
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	1.02	1	2.19402					
		ЗТ	чел.-ч	3.66		7.87266					
		Итого по расценке					38.44		82.69		2 622
		ФОТ							65.97		2 467
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			73.89		2 349
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			42.88		1 283
		Всего по позиции							199.46		6 254
91	04.1.02.05-0006	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М200)	м3	2.19402		2.19402	592.76		1 300.53	9.13	11 874
		Всего по позиции							1 300.53		
92	ФЕР 11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм Количество = 0.2151 = 21.51/100	100 м2	0.2151		0.2151					
		1 ОТ					282.66	1	60.80	37.4	2 274
		2 ЭМ					43.61	1	9.38	13.57	127

	3	в т.ч.ОТМ					17.15	1	3.69	37.4	138
	4	М					8.54	1	1.84	9.13	17
04.3.01.09		Раствор готовый кладочный тяжелый цементный	м3	2.04	1	0.438804					
		ЗТ	чел.-ч	35.6		7.65756					
		ЗТМ	чел.-ч	1.27		0.273177					
		Итого по расценке					334.81		72.02		2 418
		ФОТ							64.49		2 412
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			72.23		2 296
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			41.92		1 254
		Всего по позиции							186.17		5 968
93	04.3.02.13-0213	Смеси сухие цементно-песчаные кладочные, класс В5 (М75)	т	0.43		0.43	563.76		242.42	9.13	2 213
		Всего по позиции							242.42		
94	ФЕР 11-01-011-02	Устройство стяжек: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-01	100 м2	0.2151		0.2151					
	1	ОТ					3.49	4	3.00	37.4	112
	2	ЭМ					7.56	4	6.50	13.57	88
	3	в т.ч.ОТМ					2.84	4	2.44	37.4	91
04.3.01.09		Раствор готовый кладочный тяжелый цементный	м3	0.51	4	0.438804					
		ЗТ	чел.-ч	0.44	4	0.378576					
		ЗТМ	чел.-ч	0.21	4	0.180684					
		Итого по расценке					11.05		9.50		200
		ФОТ							5.44		203
Пр/812-011.0-1		НР (Полы)	%	112	1	112			6.09		193
Пр/774-011.0		СП (Полы)	%	65	1	65			3.54		106
		Всего по позиции							19.13		499

95	04.3.02.13-0213	Смеси сухие цементно-песчаные кладочные, класс В5 (М75)	т	438		438	563.76		246 926.88	9.13	2 254 442
		Всего по позиции							246 926.88		
96	ФЕР 11-01-004-03	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами: на резино-битумной мастике, первый слой Количество = 0.2151 = 21.51/100	100 м2	0.2151		0.2151					
		1 ОТ					297.78	1	64.05	37.4	2 395
		2 ЭМ					47.77	1	10.28	13.57	139
		3 в т.ч.ОТМ					6.94	1	1.49	37.4	56
		4 М					1 007.75	1	216.77	9.13	1 979
	12.1.02.15	Материал рулонный	м2	112	1	24.0912					
		ЗТ	чел.-ч	29.6		6.36696					
		ЗТМ	чел.-ч	0.56		0.120456					
		Итого по расценке					1 353.30		291.10		4 513
		ФОТ							65.54		2 451
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			73.40		2 333
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			42.60		1 275
		Всего по позиции							407.10		8 121
97	12.1.02.01	Материал рулонный гидроизоляционный	м2	24.0912		24.0912				9.13	
		Всего по позиции									
98	ФЕР 11-01-027-02	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток: керамических для полов многоцветных Количество = 0.2151 = 21.51/100	100 м2	0.2151		0.2151					
		1 ОТ					926.44	1	199.28	37.4	7 453
		2 ЭМ					122.70	1	26.39	13.57	358
		3 в т.ч.ОТМ					37.92	1	8.16	37.4	305
		4 М					7 811.85	1	1 680.33	9.13	15 341

		ЗТ	чел.-ч	106		22.8006				
		ЗТМ	чел.-ч	2.94		0.632394				
		Итого по расценке					8 860.99		1 906.00	23 152
		ФОТ							207.44	7 758
	Пр/812-011.0-1	НР (Полы)	%	112	1	112			232.33	7 386
	Пр/774-011.0	СП (Полы)	%	65	1	65			134.84	4 034
		Всего по позиции							2 273.17	34 572

Итого по разделу 6. Полы

Итого прямые затраты									824 767.97	9 256 154
в том числе										
оплата труда (ОТ)									57 416.64	2 147 380
эксплуатация машин и механизмов									23 165.94	314 361
в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)									3 486.11	130 380
материальные ресурсы									744 185.39	6 794 413
Итого ФОТ (справочно)									60 902.75	2 277 760
Итого накладные расходы									68 211.07	2 168 429
Итого сметная прибыль									39 586.80	1 184 437
Итого по разделу									932 565.84	12 609 020

ВСЕГО по смете

Итого по всем разделам									9 506 641.31	102 729 173
ВСЕГО строительные работы									9 506 641.31	102 729 173
в том числе										
всего прямые затраты									9 108 226.08	90 338 048
в том числе										
- оплата труда (ОТ)									218 166.07	8 159 407

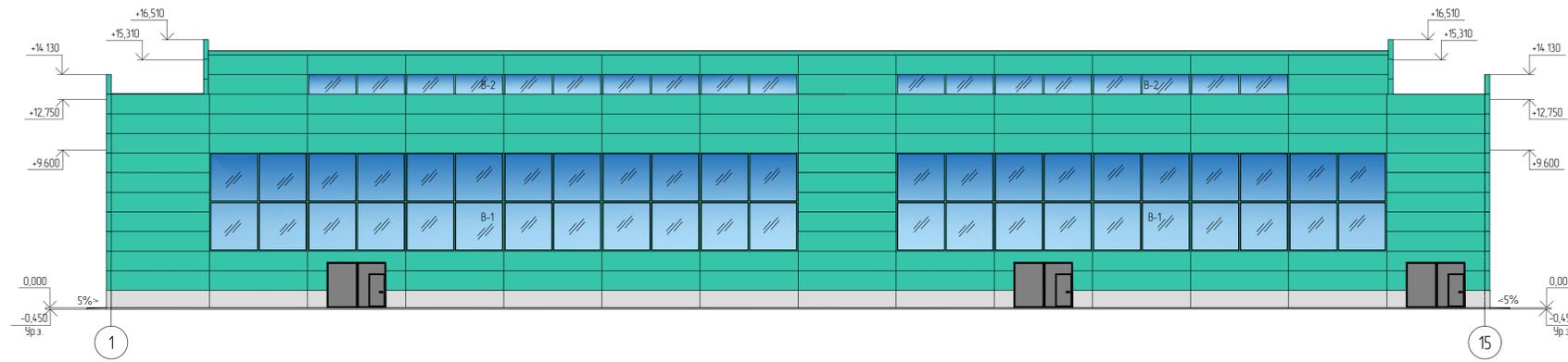
- эксплуатация машин и механизмов	228 016.06		3 094 178
в т.ч. эксплуатация машин и механизмов без учета доплат к оплате труда машинистов	228 016.06		3 094 178
- в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)	23 295.31		871 244
- материальные ресурсы	8 662 043.95		79 084 463
в т.ч. материальные ресурсы без учета дополнительной перевозки	8 662 043.95		79 084 463
ФОТ, НР, СП			
- всего ФОТ (справочно)	241 461.38		9 030 651
- всего накладные расходы	251 628.58		7 999 269
- всего сметная прибыль	146 786.65		4 391 856
Временные здания и сооружения - Объекты производственного назначения, за исключением линейных объектов. Промышленное строительство: предприятия машиностроения и электротехническая промышленность - 2,8% (Приказ Минстроя России № 332/пр от 19.06.2020 МДС Прил.1 т.1 р.1 п.4)	266 185.96	2.8	2 876 417
Производство работ в зимнее время - Объекты производственного назначения, за исключением линейных объектов. Промышленное строительство: Предприятия легкого и прочего машиностроения - 1,3% (Приказ Минстроя России №325/пр от 25.05.2021 МДС Прил.1,п.10, темп.зона - II)	127 046.75	1.3	1 372 873
Непредвиденные работы и затраты (объекты капитального строительства производственного назначения), 3%	296 996.22	3	3 209 354
НДС	2039374.05	20 22 037	563.40
ВСЕГО по смете	12 236 244.29		132 225 380
в том числе			
Всего прямые затраты	9 108 226.08		90 338 048
в том числе			
- оплата труда рабочих (ОТ)	218 166.07		8 159 407
- эксплуатация машин и механизмов	228 016.06		3 094 178
в т.ч. эксплуатация машин и механизмов без учета доплат к оплате труда машинистов	228 016.06		3 094 178
- в т.ч. оплата труда машинистов (ОТм)	23 295.31		871 244
- материальные ресурсы	8 662 043.95		79 084 463

в т.ч. материальные ресурсы без дополнительной перевозки	8 662 043.95	79 084 463
ФОТ, НР, СП		
- Всего ФОТ (справочно)	241 461.38	9 030 651
- Всего накладные расходы	251 628.58	7 999 269
- Всего сметная прибыль	146 786.65	4 391 856
Справочно		
затраты труда рабочих	24 614	
затраты труда машинистов	1 818	

Составил: _____ / Давыдова Л.А. /
должность, подпись (инициалы, фамилия)

Проверил: _____ / Крелина Е.В. /
должность, подпись (инициалы, фамилия)

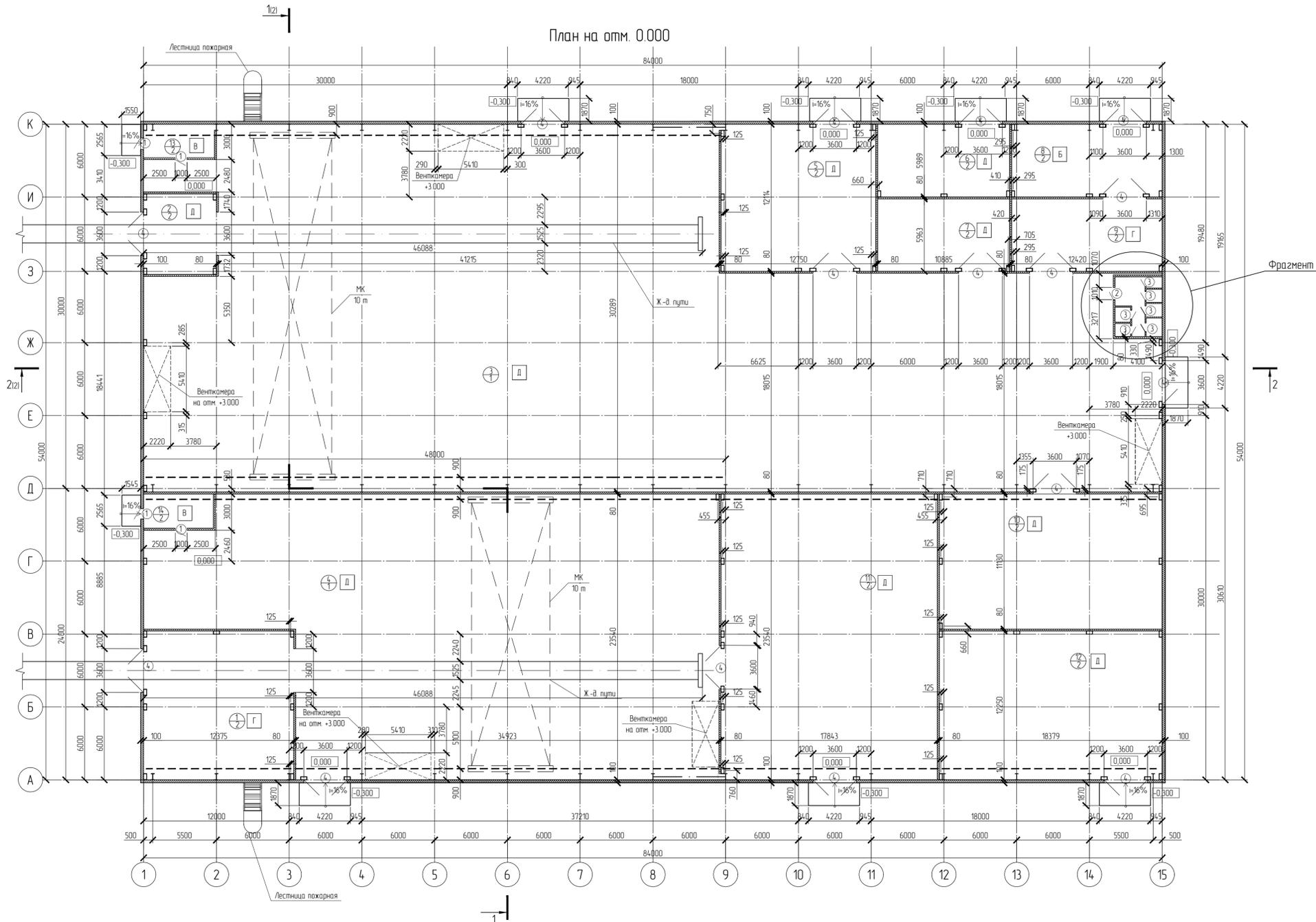
Фасад 1-15



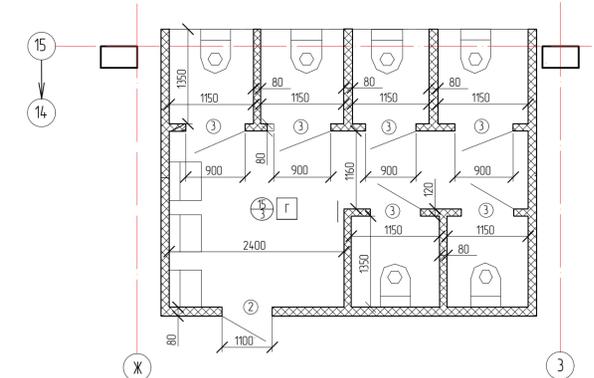
Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1	Участок окраски	216	Г
2	Наружная мойка	36	Д
3	Участки чистки, разборки и мойки котлов	2052	Д
4	Слесарно-механическое отделение	816	Д
5	Кузнечно-термический участок	144	Д
6	Компрессорная	72	Д
7	Участок сборки	72	Д
8	Склад кислорода	72	Б
9	Склад лакокрасочных материалов	72	Г
10	Кладовая	216	Д
11	Склад готовой продукции	432	Д
12	Участок мойки машин	216	Д
13	Трансформаторная	18	В
14	Трансформаторная	18	В
15	Туалет	2151	Д

План на отм. 0.000



Фрагмент 1

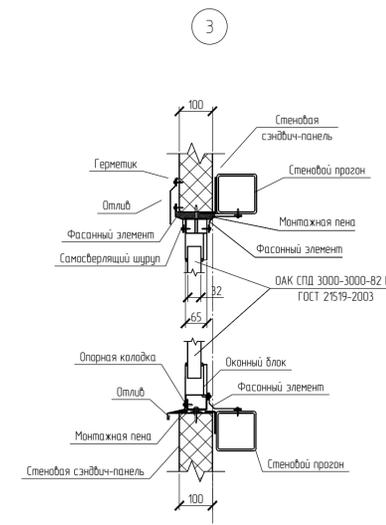
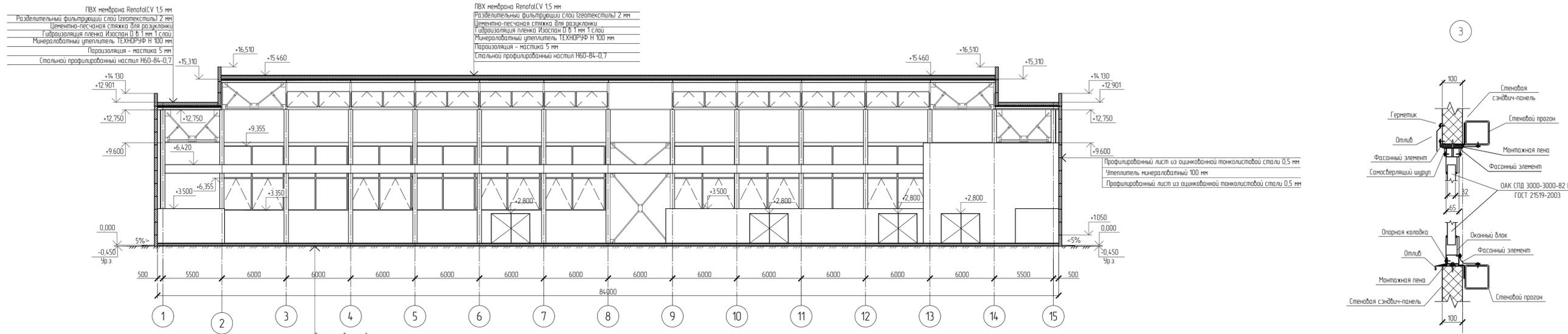


- Условные обозначения:
- Сендвич-панель.
 - Утеплитель.
 - МК 10 - Мостовой опорный кран грузоподъемностью 10 т.
 - Категория помещения по взрывопожароопасности.
 - Номер помещения.
 - Тип пола.

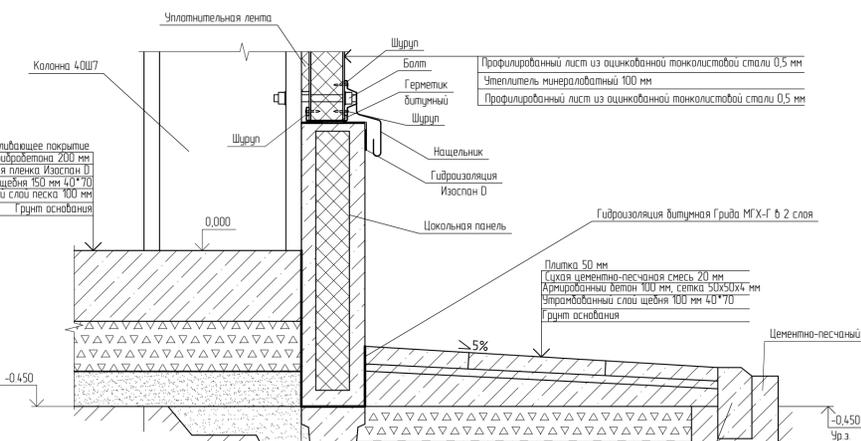
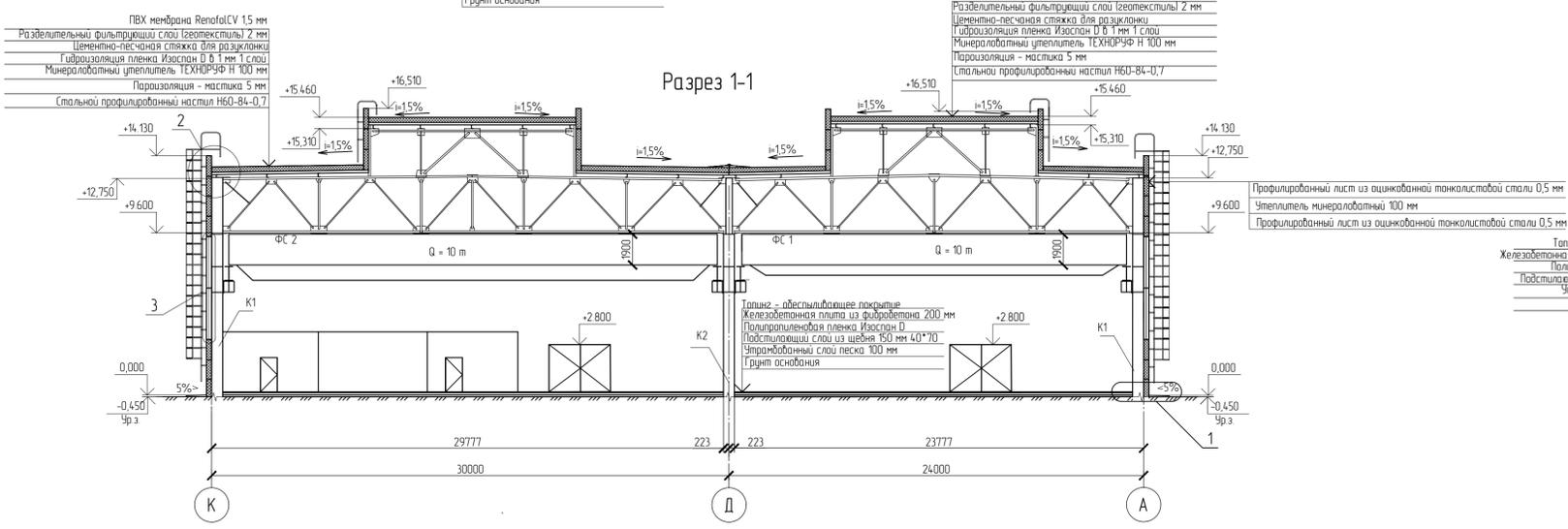
- Проектная документация выполнена в соответствии с действующими строительными технологиями и санитарными нормами и предусматривает мероприятия, обеспечивающие надежность, пожарную безопасность и устойчивую работу объектов чрезвычайных ситуаций, защиту окружающей среды при его эксплуатации и отвечает требованиям Градостроительного кодекса РФ.
- Площадка строительства г. Ачинск, Красноярский край.
- Климатические условия:
 - снеговая нормативная нагрузка $S = 1,5 \text{ кН/м}^2$ (III снеговой район) согласно СП 131.13330.2016
 - ветровая нормативная нагрузка $w = 0,3 \text{ кН/м}^2$ (II ветровой район) согласно СП 131.13330.2016
 - сейсмичность площадки строительства - 6 баллов согласно СП 14.13330.2018
- Класс здания - II, степень огнестойкости - III
- Основные строительные конструкции: фундаменты стальные ж/б, несущие конструкции - колонны металлические сплошного двутаврового сечения, несущие конструкции покрытия - фермы стальные из парных уголков с параллельными поясами, стеновое ограждение сендвич-панели, стойки фальшбруса, покрытие - прозрачные профилированные листы.
- Эт. отм. 0.000 принята отметка чистого пола.
- Размеры в плане 54х84.
- Спецификация заполнения правом ст. пояснительная записка.
- Читать совместно с листом 2.

				ВКР - 08.03.01 - КМ		
				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработал	Валылова Л.А.					Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования
Консультант	Валылова Н.Н.					Стадия
Руководитель	Петухова И.Я.					Р
Лист	1					Листов
Н.к. контроль	Петухова И.Я.					СКУС
Заб. кафедрой	Адориев С.В.					

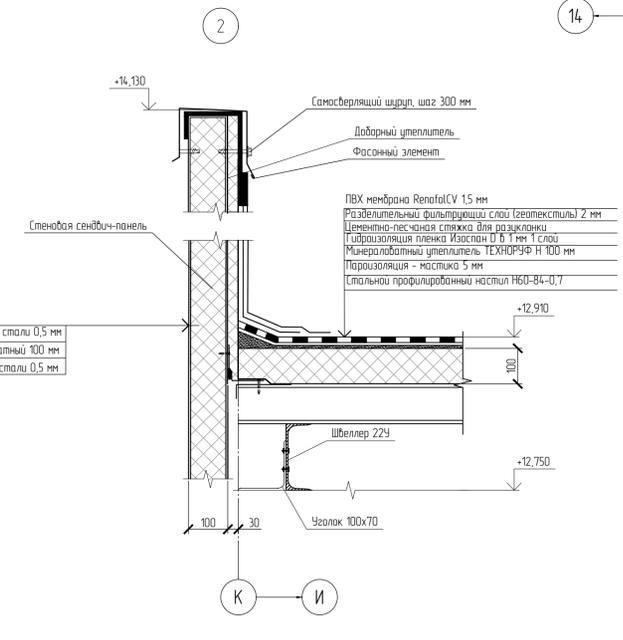
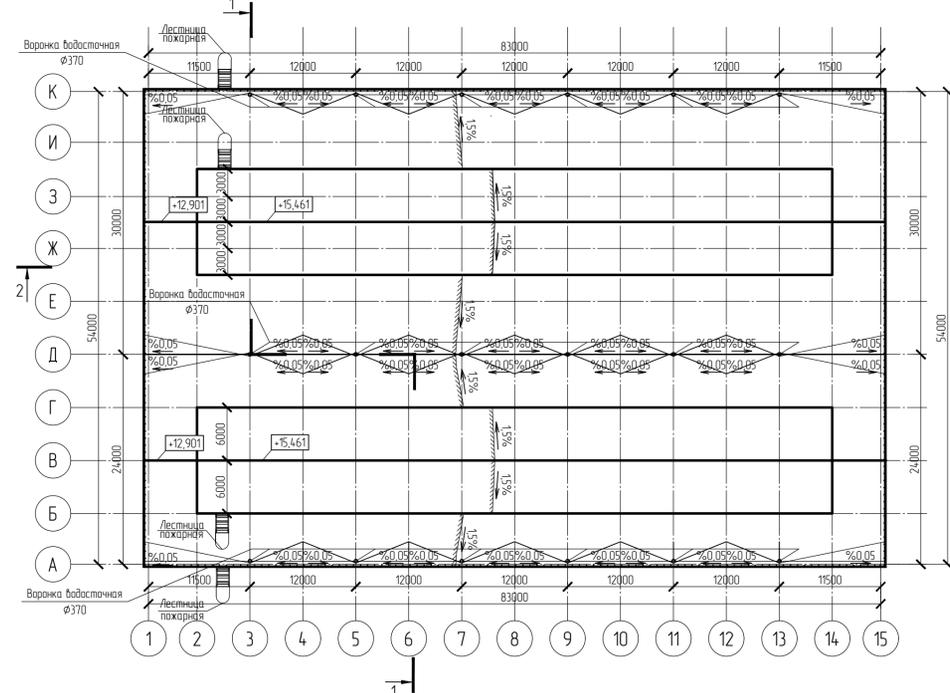
Разрез 2-2



Разрез 1-1



План кровли на отм. +15.460



- Проектная документация выполнена в соответствии с действующими строительными технологиями и санитарными нормами и предусматривает мероприятия, обеспечивающие надежность, пожарную безопасность и устойчивую работу объектов в чрезвычайных ситуациях, защиту окружающей среды при его эксплуатации и отвечает требованиям "Т" градостроительного кодекса РФ.
- Площадка строительства г. Ачинск, Красноярский край.
- Климатические условия:
 - снеговая нормативная нагрузка $S = 1,5 \text{ кН/м}^2$ (III снеговой район) согласно СП 131.13330.2016
 - ветровая нормативная нагрузка $w = 0,3 \text{ кН/м}^2$ (II ветровой район) согласно СП 131.13330.2016
 - сейсмичность площадки строительства - 6 баллов согласно СП 14.13330.2018
- Класс здания - II, степень огнестойкости - III
- Основные строительные конструкции: фундаменты столбчатые ж/б, несущие конструкции - колонны металлические сплошного двутаврового сечения, несущие конструкции покрытия - фермы стропильные из парных узелков с параллельными поясами, стеновое ограждение сэндвич-панели, стойки фахверка, покрытие - прогоны, профилированный настил.
- За отм. 0.000 принята отметка чистого пола.
- Размеры в плане 54x84.
- Спецификация заполнения проемов см. пояснительную записку.
- Фундамент на узлах и разрезах условно не показан. Конструкция фундамента см. лист 5.
- Читать совместно с листом 1.

				ВКР - 08.03.01 - КМ		
				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования
Разработал	Вальцова Л.А.					
Консультант	Вавилова Н.Н.					Лист
Руководитель	Петухова И.Я.					Листов
Н.к. контроль	Петухова И.Я.					Разрез 1-1 Разрез 2-2 План кровли на отм. +15.460. Узел 1. Узел 2. Узел 3
Заб. кафедрой	Адориев С.В.					

Схема расположения колонн на отм. 0.000

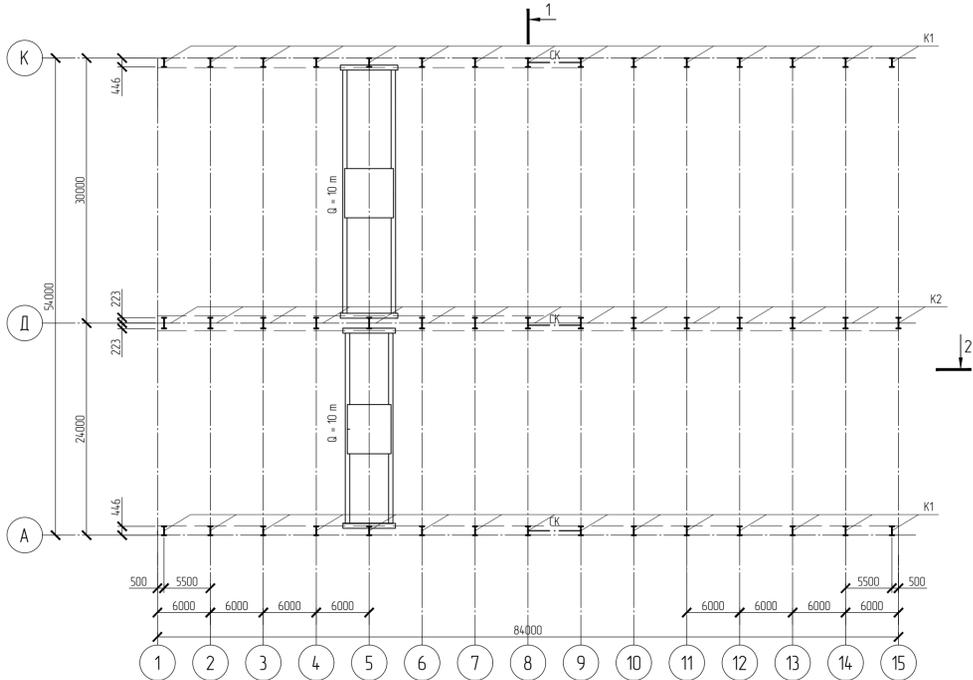


Схема расположения элементов по верхним поясам ферм

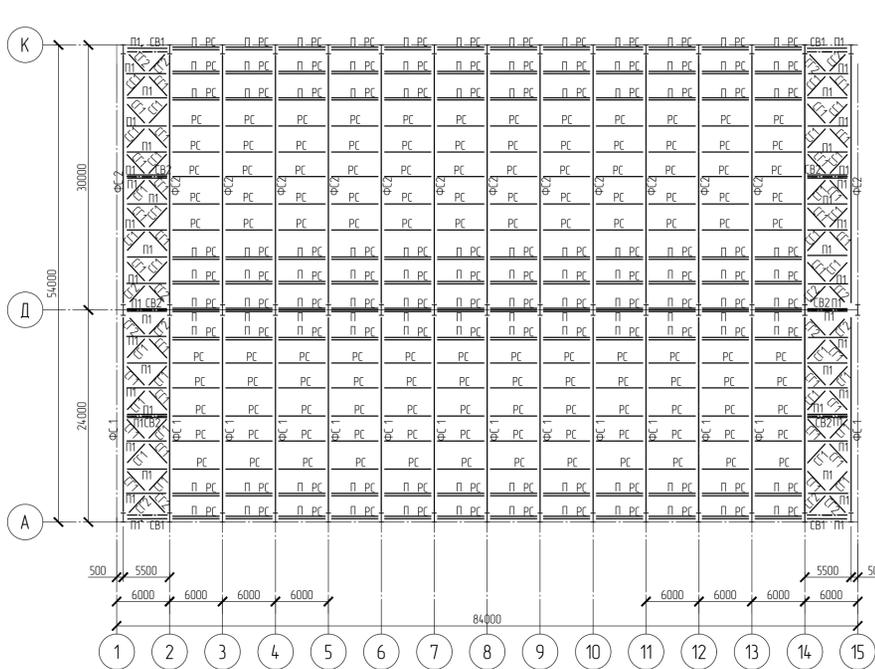
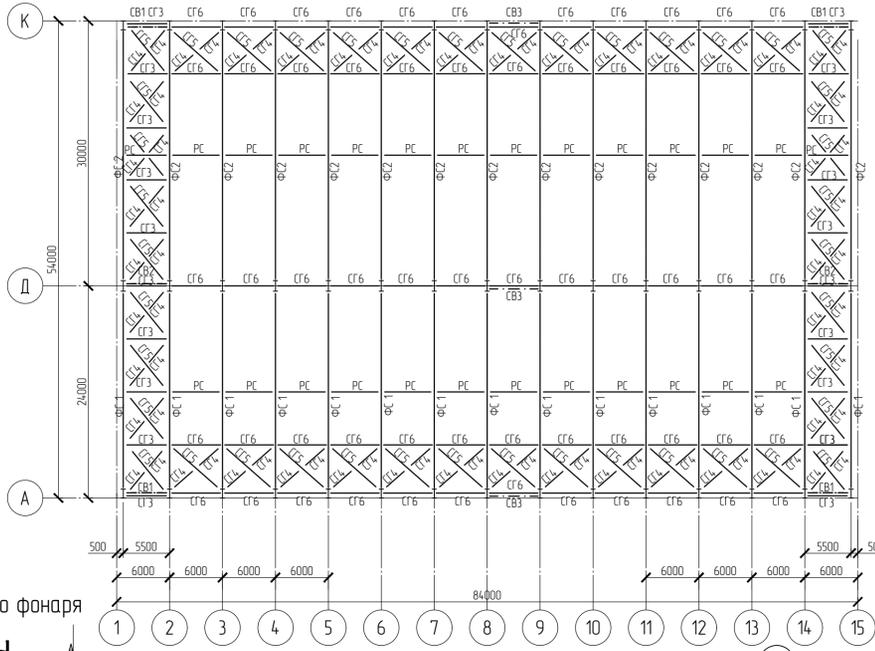
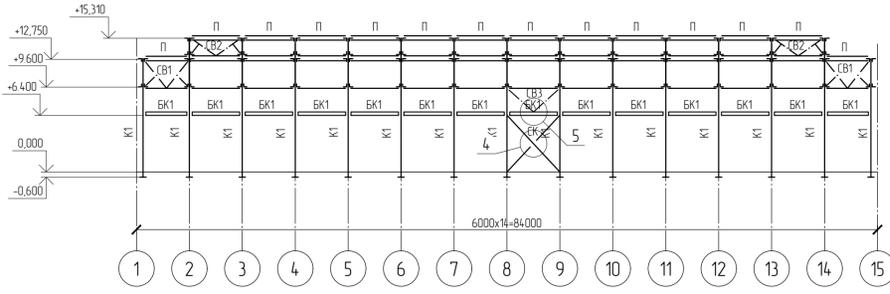


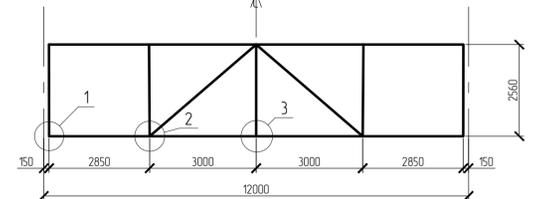
Схема расположения связей по нижним поясам ферм



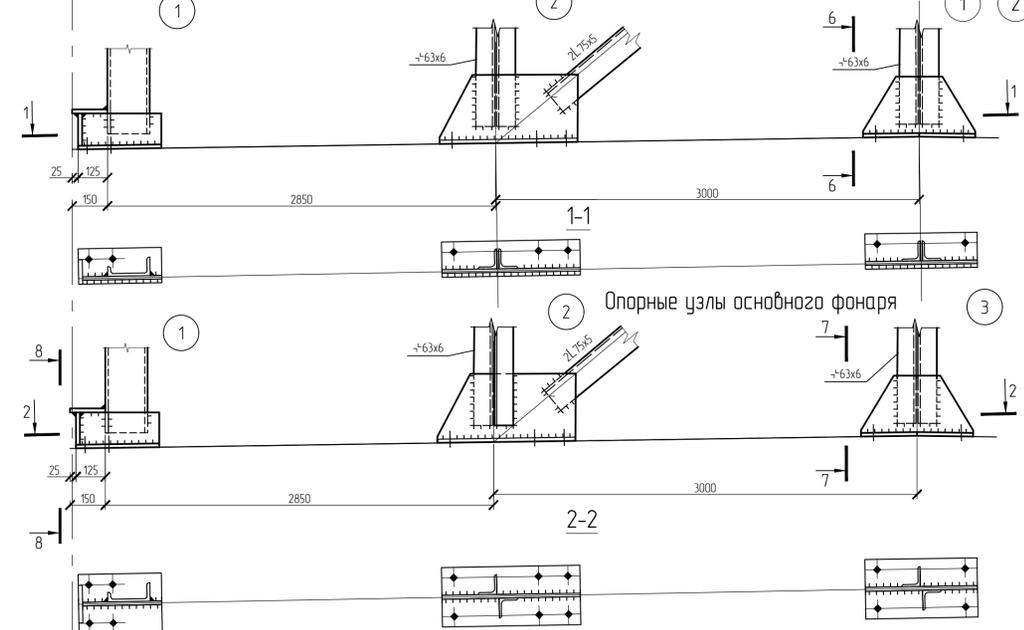
Разрез 2-2



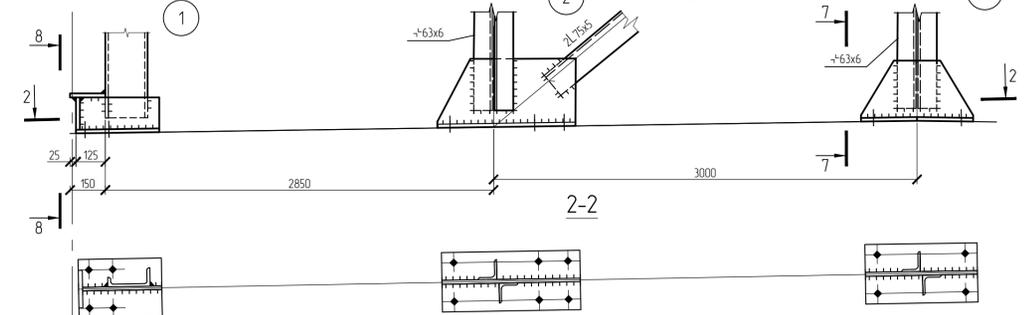
Геометрическая схема фермы светоаэрационного фонаря



Опорные узлы торцового фонаря



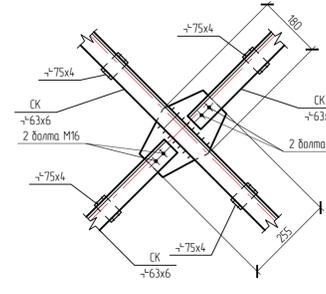
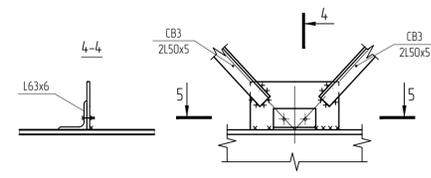
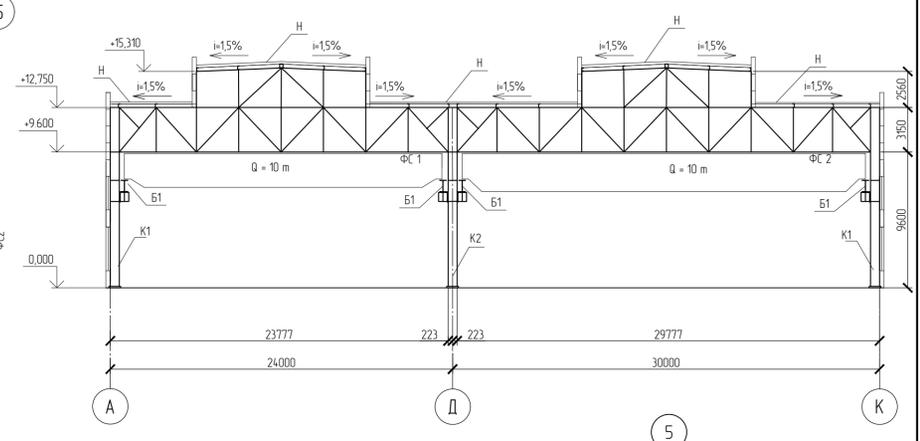
Опорные узлы основного фонаря



Ведомость элементов

Марка элемента	Сечение		Усилия для крепления			Наименование или марка металла	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	А, кН	Н, кН		
К1			І40Ш7				ГОСТ Р 57837-2017
ФС							С245
Б1			20Б1				ГОСТ Р 57837-2017
СК-1			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СВ-1			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СВ-2			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СВ-3			2L 50x5				ГОСТ 8645-68
СГ-1			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СГ-2			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СГ-3			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СГ-4			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СГ-5			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
СГ-6			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
РС			2L 63x6				ГОСТ 8509-93
П			С22У				ГОСТ 8240-97
Н			Н60-84-0,7				С245

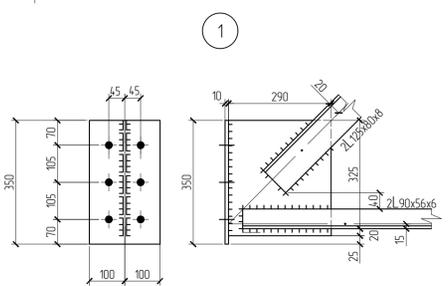
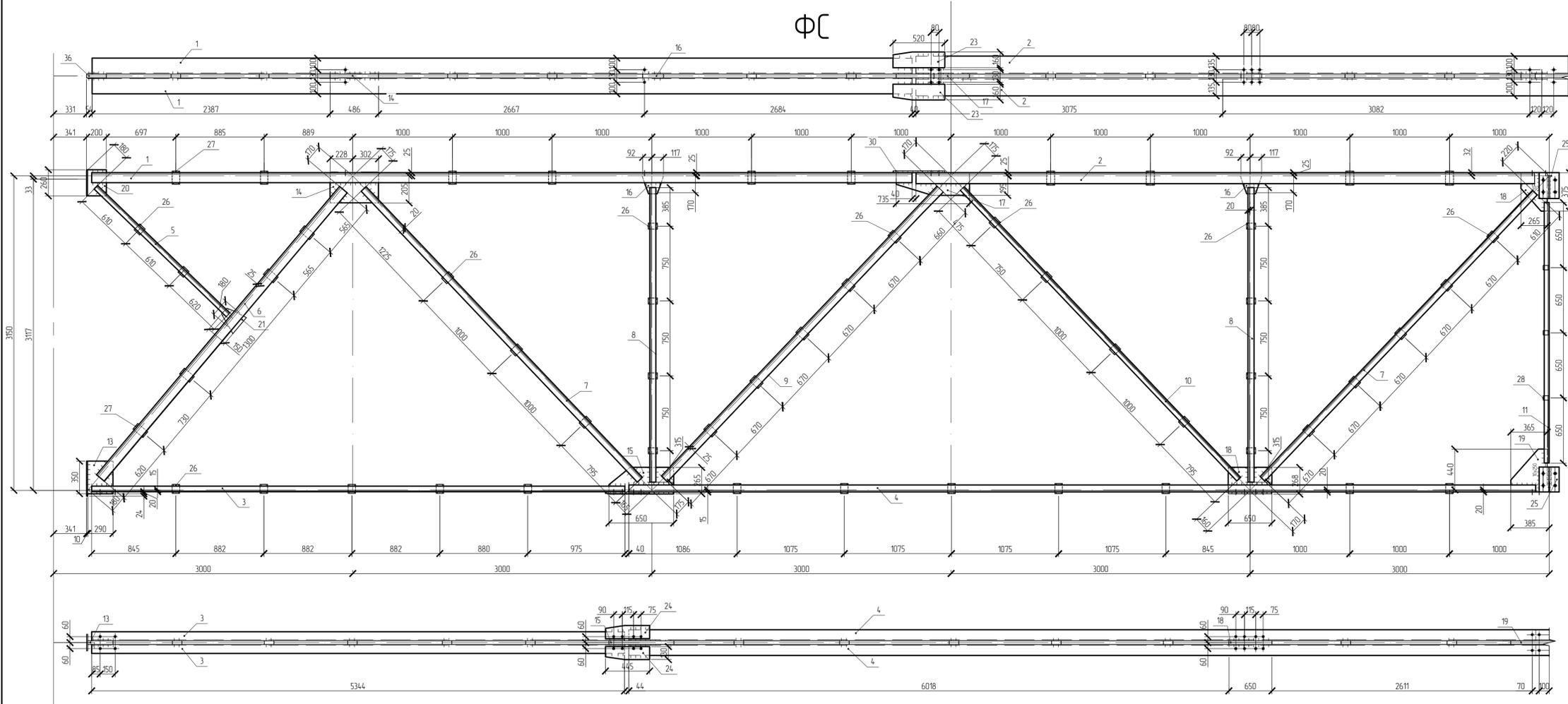
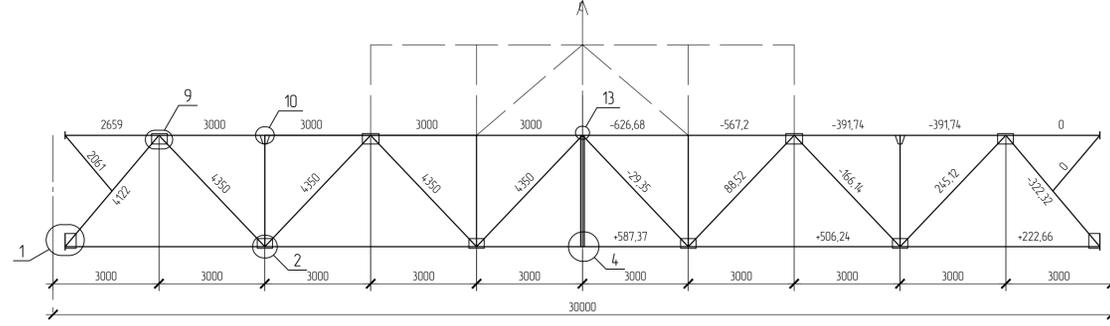
Разрез 1-1



- 1 Монтаж конструкций выполнять на болтах М20 (класс точности 5,8, класс прочности 5,6), кроме оговоренных и сборки.
- 2 Верхние пояса стропильных ферм, не примыкающие непосредственно к поперечным связям раскреплены в плоскости расположения этих связей распорками.
- 3 На схеме расположения элементов по верхним поясам ферм распорки замаркированы (РС).
- 4 Для конструкции следует применять сталь согласно ведомости элементов.
- 5 Лист 3 читать совместно с листом 4.

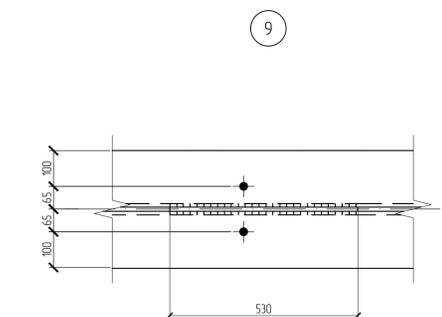
БР - 08.03.01 - КМ					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. фз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Лаврова Л.А.				
Консультант	Петухова И.Я.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
И.контр.	Петухова И.Я.				
Заб. кафедр.	Доржиев С.В.				
Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования				Стадия	Лист
Схема расположения колонн на отм. 0.000. Схема расположения элементов по верхним поясам ферм. Схема расположения связей по нижним поясам ферм. Разрез 1-1. Ведомость элементов.				Р	3
				СКУС	

Геометрическая схема фермы с усилениями в стержнях

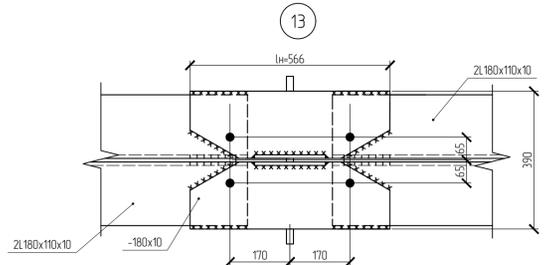


1

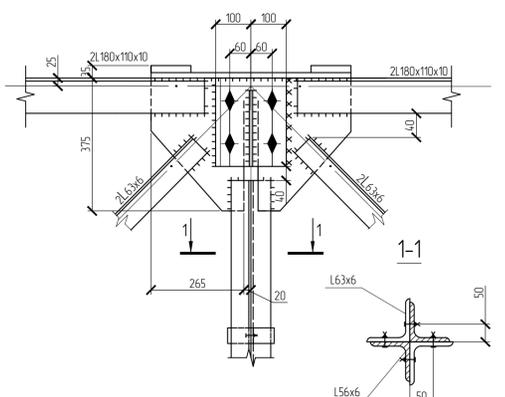
10



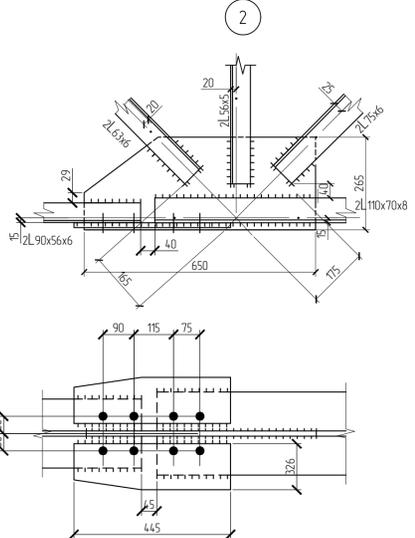
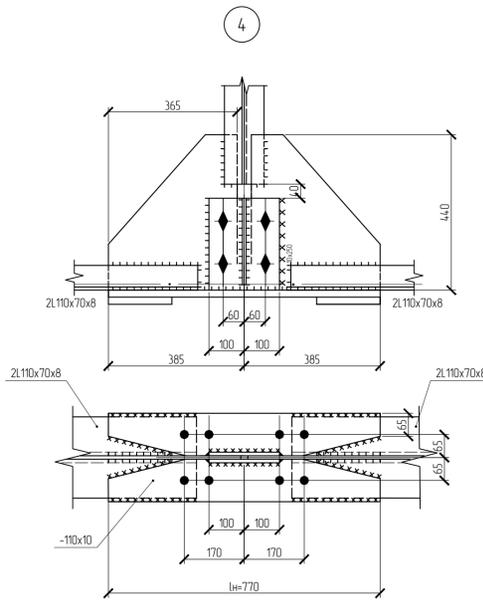
9



13



4



2

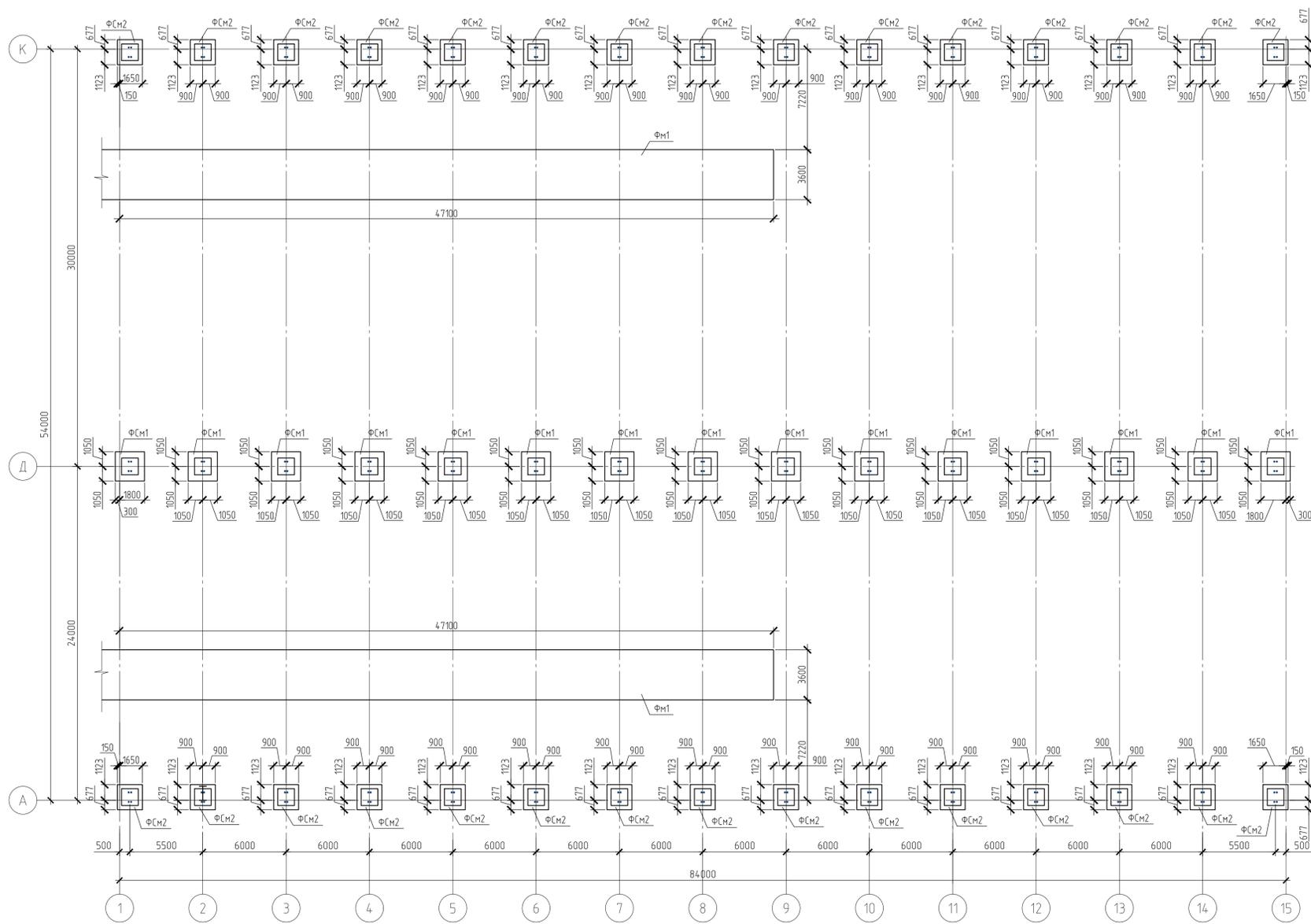
1. Материал конструкций - сталь С245 по ГОСТ 27772 - 2015;
2. Сварка механическая дуговая в среде углекислого газа (МДС);
3. Все швы k = 4, кроме оговариваемых;
4. Все фасонки 1 = 10, кроме оговариваемых;
5. Все отверстия Ф23 под болты М20 (класс точности В, класс прочности 5.6);
6. Работать совместно с листом 3.

Марка	Поз	Кол-во, шт		Сечение	Длина, мм	Масса, кг		Марка или наименование стали	Примечание
		Г	Н			шт (одной детали)	общ (всех)		
С245	1	1	1	∟160x100x9	8270	18	149	С245	ГОСТ 8510-86
С245	2	1	1	∟180x110x10	6230	22,2	138	С245	ГОСТ 8510-86
С245	3	1	1	∟90x56x6	5350	6,7	36	С245	ГОСТ 8510-86
С245	4	1	1	∟110x70x8	9110	13,9	127	С245	ГОСТ 8510-86
С245	5	1	1	∟50x5	2180	3,8	8	С245	ГОСТ 8509-93
С245	6	1	1	∟125x80x8	4050	12,5	51	С245	ГОСТ 8510-86
С245	7	2	2	∟63x6	4080	5,7	23	С245	ГОСТ 8509-93
С245	8	2	2	∟56x5	2980	4,3	13	С245	ГОСТ 8509-93
С245	9	1	1	∟75x6	4080	6,9	28	С245	ГОСТ 8509-93
С245	10	1	1	∟50x5	4080	3,8	16	С245	ГОСТ 8509-93
С245	11	1	1	+∟56x5	2800	4,3	12	С245	ГОСТ 8509-93
С245	12	1	1	+∟63x6	2800	5,7	16	С245	ГОСТ 8509-93
С245	13	1	1	350x10	290	2,3	2	С245	
С245	14	1	1	205x10	530	4,1	4	С245	
С245	15	2	2	265x10	650	5,1	10	С245	
С245	16	1	1	170x10	210	3,3	3	С245	
С245	17	1	1	435x10	735	5,7	6	С245	
С245	18	1	1	265x10	375	2,9	3	С245	
С245	19	1	1	365x10	440	3,4	3	С245	
С245	20	2	2	260x10	288	2,2	4	С245	
С245	21	2	2	180x10	150	1,2	2	С245	
С245	22	1	1	170x10	255	2,0	2	С245	
С245	23	1	1	160x10	520	8,1	8	С245	
С245	24	1	1	150x10	445	6,9	7	С245	
С245	25	1	1	250x10	200	3,1	3	С245	
С245	26	39		75x4	130	1,0	40	С245	
С245	27	14		80x4	130	1,0	14	С245	
С245	28	3		∟63x6	50	1,6	5	С245	
Масса наплавленного металла 1%								7	

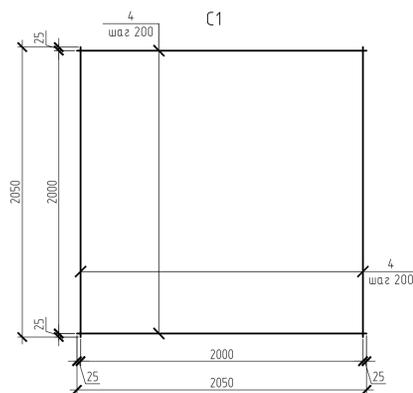
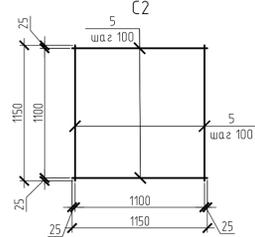
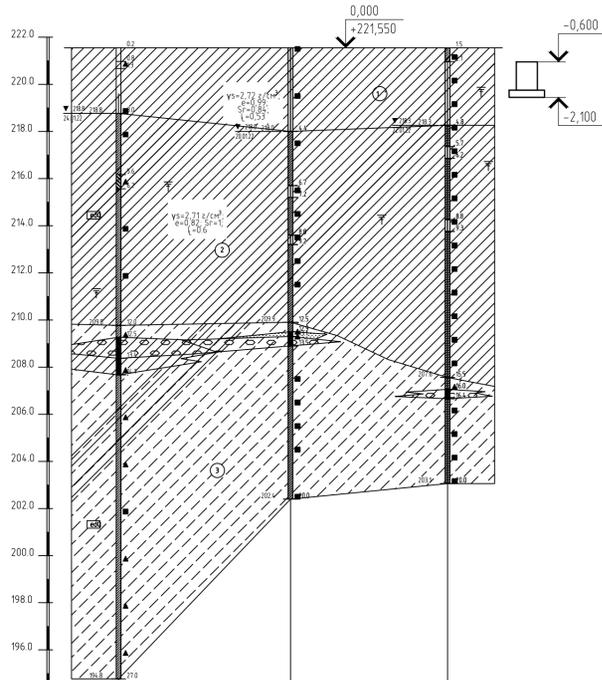
Отпр марка	Кол-во	Масса, кг		Отпр марка	Катет, вид шва				
		шт	общ		4%	8%	10%	12%	
ФС	30	736	22080	ФС	8,4%		1,2		
Общая масса, кг		22080		Общая длина, м				280,2	

				БР - 08.03.01 - КМ					
				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подп.	Дата	Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования	Стация	Лист	Листов
Разработал	Лавыдова Л.А.						Р	4	
Консультант	Петухова И.Я.								
Руководитель	Петухова И.Я.								
И-контроль	Петухова И.Я.					Геометрическая схема стропильной фермы ФС. Узел 1, Узел 2, Узел 3, Узел 9, Узел 10, Узел 14	СКУС		
зав.кафедрой	Адориев С.В.								

План фундаментов

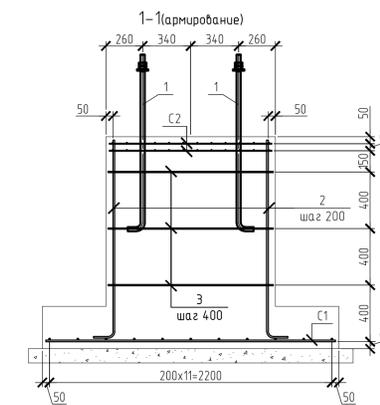
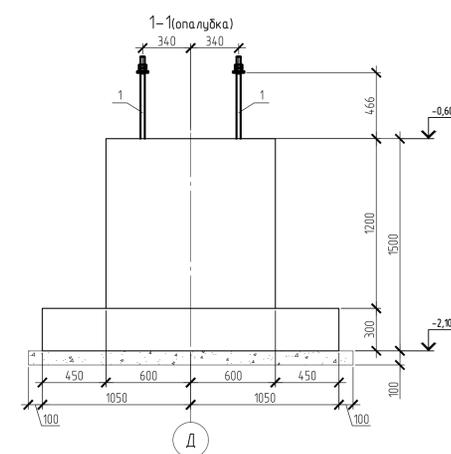
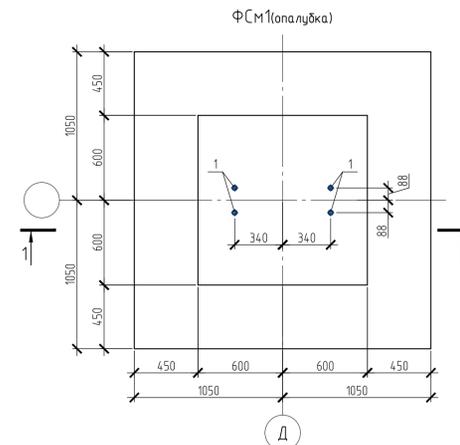


Инженерно-геологический разрез



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание (общий объем)
Столбчатые фундаменты					
ФСм1		Фундамент столбчатый монолитный ФСм1	15		
ФСм2		Фундамент столбчатый монолитный ФСм2	30		
Фм1		Фундамент монолитный Фм1	2		
Фундамент ФСм1					
Сборочные единицы и детали					
С1		Сетка арматурная С1	1	27,83	27,83 кг
С2		Сетка арматурная С2	2	6,24	12,48 кг
1	ГОСТ 24379 1-2012	Болт 1М30х1250 ВСт3пс2	4	8,15	32,6 кг
2		12х1550-А500, ГОСТ 34028-2016	10	1,38	13,8 кг
3		8х1150-А240, ГОСТ 34028-2016	12	0,45	5,45 кг
Материалы					
		Бетон В25, F200, W6			3,05 м³
		Бетон В7,5			0,53 м³
Сетка арматурная С1					
4		10х2050-А500С, ГОСТ 34028-2016	22	1,26	27,83 кг
Сетка арматурная С2					
5		6х1150-А240, ГОСТ 34028-2016	24	0,26	6,24 кг



Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные						Всего
	Арматура класса						
	А240		А500С		ГОСТ 34028-2016		
φ6	φ8	Итого	φ10	φ12	Итого		
ФСм1	12,48	5,45	17,93	27,83	27,6	55,43	73,36

Словные обозначения

- Почвенно-растительный слой с песком, гравием и галькой
- Насыпной грунт (смесь галки и песка)
- Суглинок тугопластичный
- Суглинок мягкопластичный
- Сугл. пластичная

- Основанием для фундамента служит суглинок тугопластичный слабозаторфованный с расчетным сопротивлением R0=163 кПа, механическими характеристиками: E=2600 кПа, φ=16 град., c=25 кПа;
- За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола садика, что соответствует абсолютной отметке 86,000.
- Под подошвой столбчатых фундаментов выполнить бетонную подготовку из бетона кл. В7,5 толщиной 100 мм с размерами в плане на 100 мм больше размер подошвы.
- Обратные засыпки пазах фундаментов выполнять местным грунтом с тщательным сплошным трамбованием при оптимальной влажности.
- Все боковые поверхности монолитных железобетонных фундаментов, соприкасающихся с грунтом, обмазать горячим битумом за два раза. Площадь обмазки для ФСм1 - 3,05 м².
- Марка бетона принята согласно СП 52-105-2009.

Масштабы:	гориз. 1:500		
Верт.:	1:100		
№ проекта	с/б 2201	с/б 2202	с/б 2203
№ листа	22177	22240	22306
Глубина, м	27,00	20,00	20,00
Расстояние, м	36,50	20,00	33,50
Дата проверки	23.01.22-24.01.22	18.01.22-20.01.22	21.01.22-22.01.22

БР-08.03.01-КЖ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Давыдова Л.А.				
Консультант	Холодов С.П.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н.контр.	Петухова И.Я.				
Заб.кафедрой	Леоринцев С.В.				
Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования				Стация	Лист
				Р	5
План фундаментов ФСм1 (опалубка) и армирование				СКУС	
Инженерно-геологический разрез					

Схема производства работ

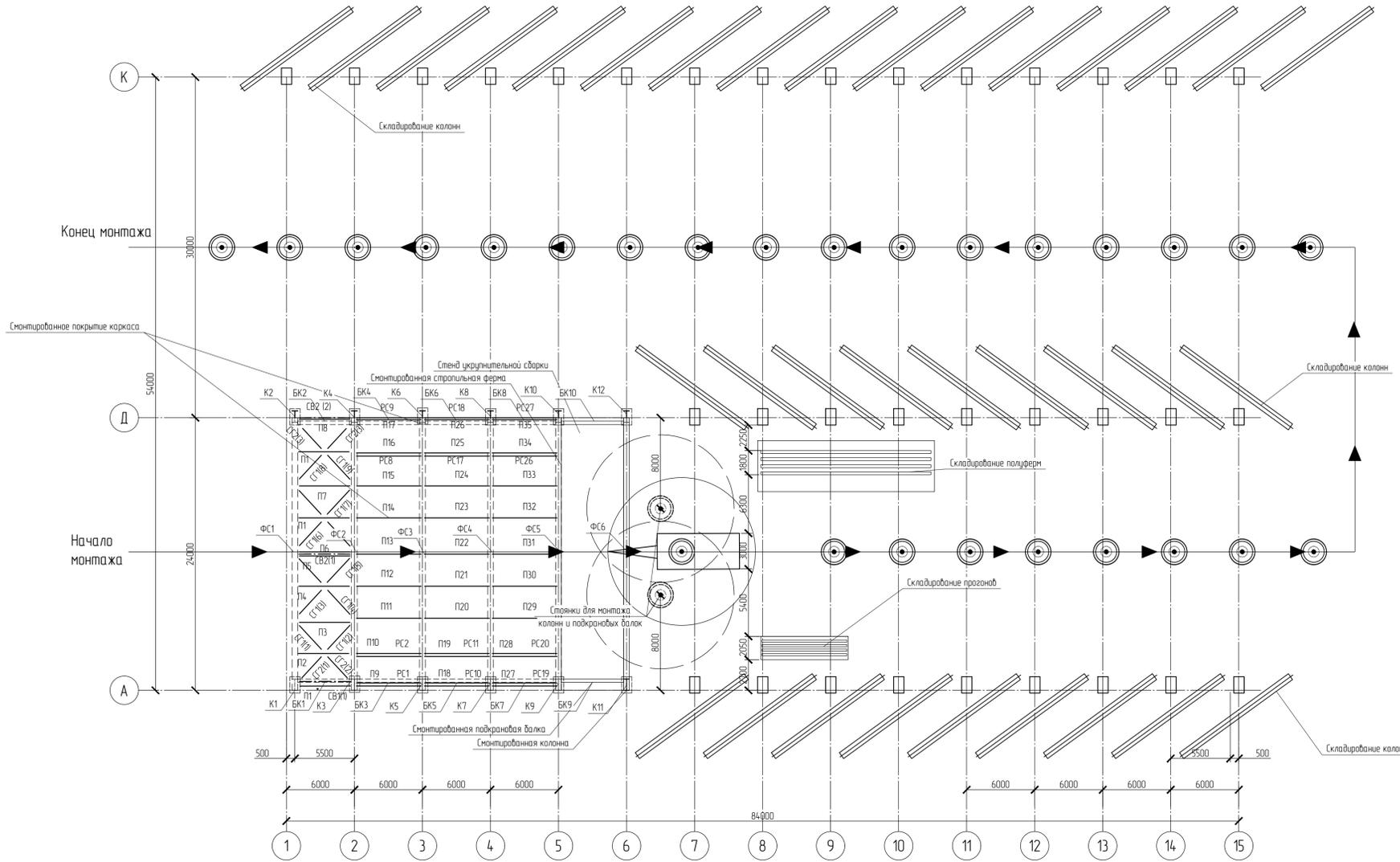


Схема строповки металлической колонны

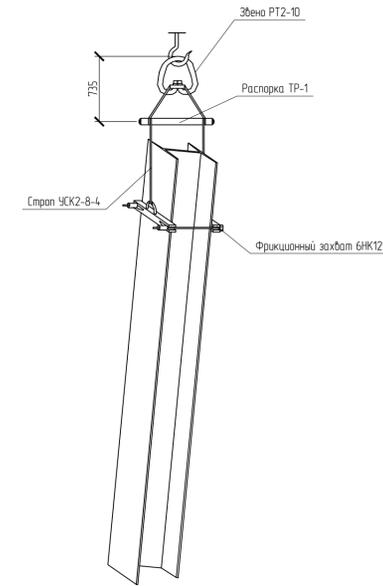


Схема строповки подкрановых балок

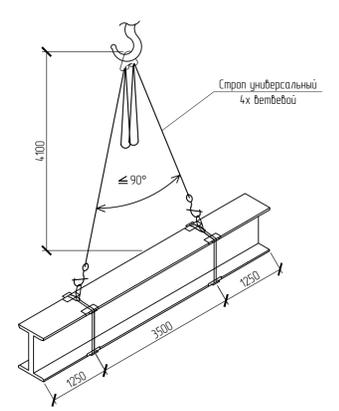
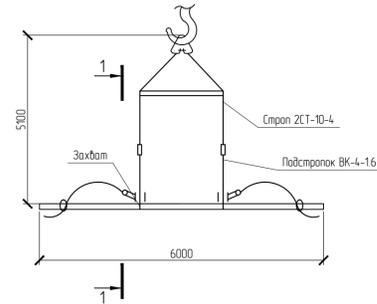
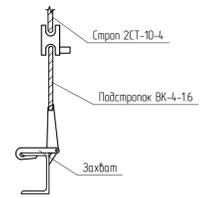


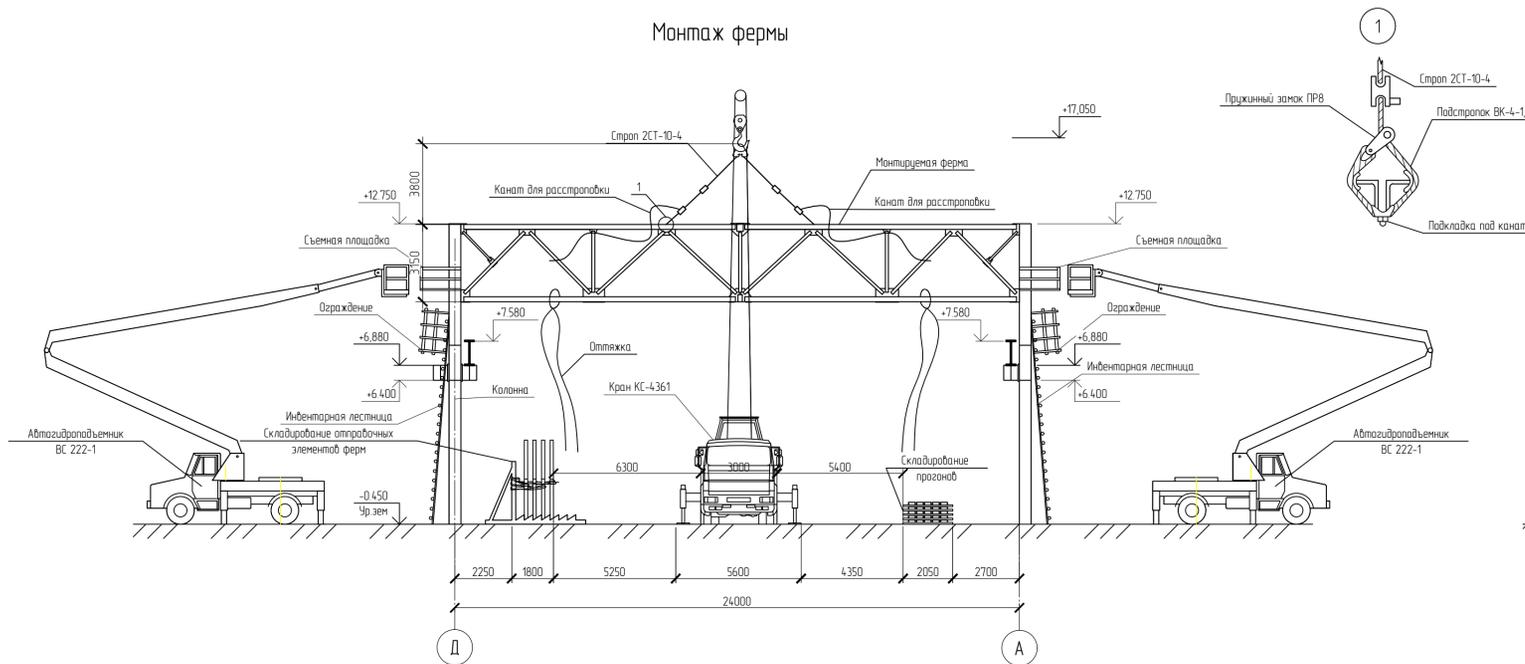
Схема строповки прогона



1-1



Монтаж фермы



Монтаж колонн

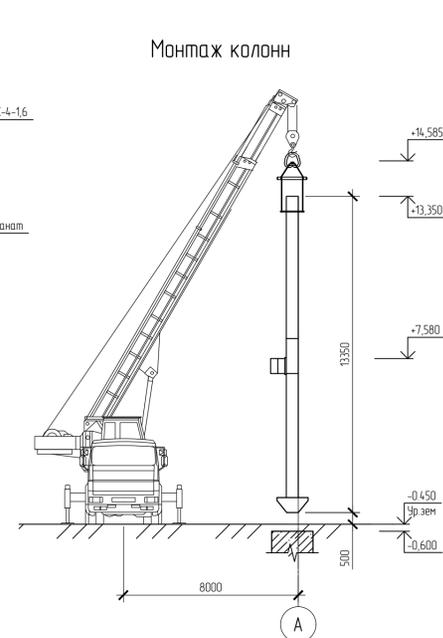


Схема складирования прогонов

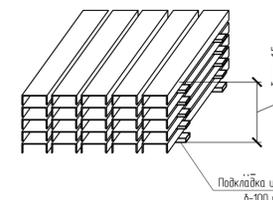
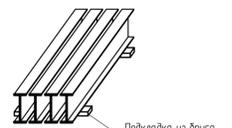


Схема складирования подкрановых балок

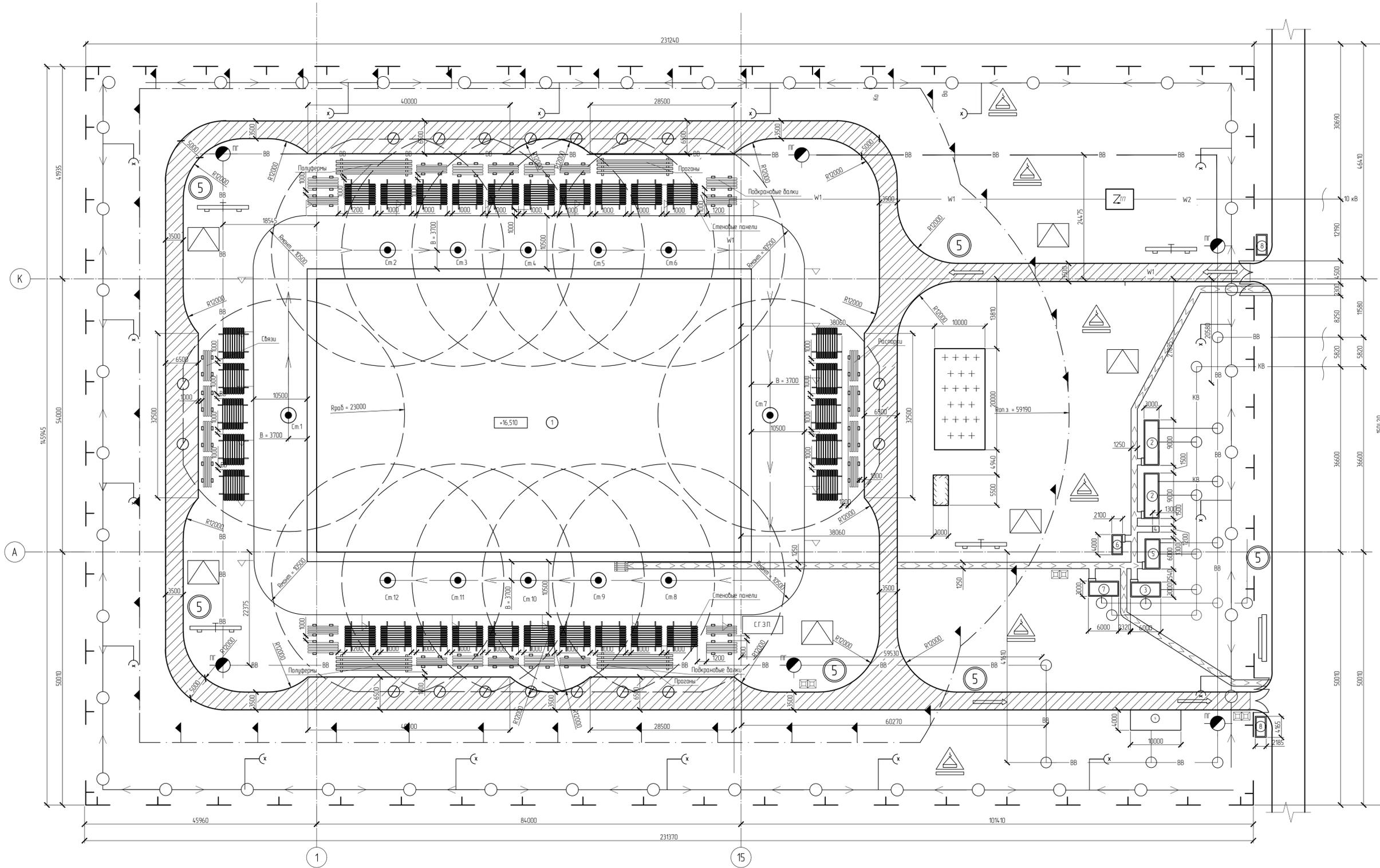


Технико-экономические показатели

Наименование	Ед.изм.	Кол-во
Объем работ по монтажу	т	222.16
Трудоемкость	чел-смен	320.2
Выработка на 1-го рабочего в смену	т	7.9
Продолжительность работ	дни	33
Максимальное количество работающих в смену	чел	28

БР-08.03.01-ТК					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.чз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Давыдова Л.А.				
Консультант	Давыдова Е.В.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н.к. контроль	Петухова И.Я.				
зав. кафедрой	Дерюбин С.В.				
Производственная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования				Стадия	Лист
Схема производства работ. Монтаж колонны. Схемы строповки. Схемы складирования				Р	6
				СКЦУС	

Объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части здания



Условные обозначения

	Ворота
	Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
	Линия границы опасной зоны при работе крана
	Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
	Временное ограждение строительной площадки
	Временная дорога
	Временная пешеходная дорожка
	Контур строящегося здания
	Место первичных средств пожаротушения
	Пржектор на опоре
	Временные сооружения, вышбывные помещения
	Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
	Стена с противопожарным инвентарем
	Навес для складирования материалов
	Стена со схематическими стропками и таблицей масс грузов
	Въезд и выезд на строительную площадку
	Закрытый склад
	Пожарный гидрант
	Въездной стенд с транспортной схемой
	Трансформаторная подстанция
	Знак ограничения скорости движения транспорта
	Временный защитный козырек над входом в здание
	Временная сеть водоснабжения
	Кабель проектируемый временный до 10 кВ
	Кабель проектируемый подземный до 10 кВ
	Временная канализационная сеть

Экспликация зданий и сооружений

№ п/п	Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Промышленная база по монтажу и ремонту котлов и котельного оборудования	шт	1	54000x84000	строящаяся
2	Гардеробная, помещение для обогрева и отдыха, приема пищи	шт	2	3000x9000	5055-4
3	Душевая	шт	1	3000x6000	ДС-20
4	Туалет	шт	1	1300x1200	324-5П
5	Учебная	шт	1	38000x2100	5055-27А
6	Судильная	шт	1	4000x2400	ИЗКТ-К60
7	Прорабская	шт	1	3000x6000	4810-32
8	КПП	шт	2	2185x1165	3420-01
9	Пункт мойки колес	шт	1	4000x10000	31315

Технико-экономические показатели СГП

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м2	33767,3
Площадь под постоянными сооружениями	м2	4536
Площадь под временными сооружениями	м2	446,16
Площадь складов	м2	724,1
Протяженность временных дорог	км	0,69
Протяженность временных электросетей	м	276
Протяженность временного водопровода	м	222,53
Протяженность ограждения строительной площадки	м	754,63
Процент использования строительной площадки	%	16,9

БР-08.03.01-0С

ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. фз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Давыдова Л.А.				
Консультант	Данилов Е.В.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н. контроль	Петухова И.Я.				
Заб. кафедрой	Дерюбин С.В.				

Производственная база по изготовлению и ремонту котлов и котельного оборудования

Объектный СГП на возведение надземной части здания, ТЭП СГП, Экспликация зданий и сооружений

Стадия	Лист	Листов
Р	8	

СКУС

Формат А1

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

подпись инициалы, фамилия

« 21 » 08 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Производственная база
по монтажу и ремонту котлов
и конвейерного оборудования
в г. Анжеро-Судженске

Руководитель

Темуров 21.06.23 доцент, к.т.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Н.В. Темуров
инициалы, фамилия

Выпускник

Д/1 21.06.2023
подпись, дата

А.А. Давыдова
инициалы, фамилия

Красноярск 2023 г.

Продолжение титульного листа БР по теме _____

Консультанты по
разделам:

<u>архитектурно-строительный</u> наименование раздела	<u>Всч 10.05.2023</u> подпись, дата	<u>Н.Н. Вотинова</u> инициалы, фамилия
<u>расчетно-конструктивный</u>	<u>Темухов 01.06.23</u> подпись, дата	<u>Н.А. Темухова</u> инициалы, фамилия
<u>фундаменты</u>	<u>Хорош 03.06.23</u> подпись, дата	<u>С.П. Хорош</u> инициалы, фамилия
<u>технология строит. производства</u>	<u>Всч 09.06.23</u> подпись, дата	<u>Всч</u> инициалы, фамилия
<u>организация строит. производства</u>	<u>Всч 09.06.23</u> подпись, дата	<u>Всч</u> инициалы, фамилия
<u>экономика строительства</u>	<u>Темухов 13.06.23</u> подпись, дата	<u>С.В. Кремина</u> инициалы, фамилия

Нормоконтролер Темухов 01.06.23 Н.А. Темухова
подпись, дата инициалы, фамилия