

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

Цех металлургического завода в Калужской области  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_ А.В. Фроловская  
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ О.П. Гаврик  
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2023 г.

## Оглавление

1.	Архитектурно-строительный раздел	13
1.1	Исходные данные для проектирования	13
1.1.1	Характеристика объекта строительства	13
	Все пролеты здания - отапливаемые.	13
1.2	Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства	13
1.3	Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг)	13
1.4	Технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства	14
1.5	Схема планировочной организации земельного участка	14
1.5.1	Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	14
1.6	Архитектурные решения	14
1.6.1	Описание внешнего вида объекта капитального строительства, описание и обоснование пространственной, планировочной и функциональной организации объекта капитального строительства	14
1.6.2	Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства	15
1.6.3	Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства	15
1.6.4	Описание и обоснование решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	15
1.6.5	Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей	16
1.6.6	Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	16
1.6.7	Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости)	16
1.6.8	Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений объекта капитального строительства, обеспечивающих в том числе соблюдение санитарно-эпидемиологических требований	17
1.7	Конструктивные решения	17
1.7.1	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	17

						БР 08.03.01 - ПЗ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				
Разработал		Гаврик				Цех металлургического завода в Калужской области	Стадия	Лист	Листов
							Р	8	8
Руководит		Фроловская					СКиУС		
Н.контр.		Фроловская							
Зав.кафед.		Деордиев							

1.7.2 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства 17

1.7.3 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций 18

1.7.4 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 19

1.7.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства 19

1.7.6 Обоснование проектных решений и мероприятий соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций 19

1.7.7 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение шума и вибраций 20

1.7.8 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих гидроизоляцию и пароизоляцию помещений 20

1.7.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение загазованности помещений 20

1.7.10 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих удаление избытков тепла 21

1.7.11 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений 21

1.7.12 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность 21

1.7.13 Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, потолков, перегородок 21

1.7.14 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения 22

1.7.15 Описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов 22

1.8 Теплотехнические расчеты 22

1.8.1 Теплотехнический расчет стены 22

1.8.2 Теплотехнический расчет кровли 25

1.8.3 Определение вида заполнения оконных проемов 27

2. Расчетно-конструктивный раздел 29

2.1. Компоновка каркаса 29

2.1.1. Характеристика кранов расчетной рамы 29

2.1.2. Вертикальные размеры каркаса 32

2.1.3. Горизонтальные размеры каркаса	34
2.1.4 Конструкции покрытия, ограждающие конструкции	35
2.1.5 Схемы связей	35
2.2. Определение нагрузок на раму каркаса	36
2.2.1. Постоянные нагрузки	36
2.2.2 Снеговая нагрузка	37
2.2.3 Ветровая нагрузка на расчетную раму	40
2.2.4. Крановые нагрузки	41
2.3. Статический расчет рамы каркаса	44
2.3.1 Расчетная схема рамы	44
2.3.3. Схемы загружений рамы	44
2.4. Расчёт и конструирование стропильной фермы (пролёт А - В).	50
2.4.1. Нагрузки на ферму	50
2.4.2. Расчет фермы. Результаты	51
2.4.3. Материал и расчётные длины элементов фермы	52
2.4.4. Подбор сечений стержней	53
2.4.5. Расчёт узлов	60
3. Основания и фундаменты	59
3.1. Анализ инженерно-геологических условий площадки	59
3.2 Расчёт свайных фундаментов	60
3.2.1. Выбор глубины заложения ростверка	60
3.2.2. Выбор несущего слоя	61
3.2.3. Расчёт свайного фундамента для колонны ряда В	61
4 Технология строительного производства	68
4.1 Область применения	68
4.2 Общие положения	68
4.3 Организация и технология выполнения работ	69
4.3.1 Подготовительные работы	69
4.3.2 Основные работы	70
4.3.3 Заключительные работы	73
4.4 Требования к качеству работ	74
4.5 Потребность в материально-технических ресурсах	75
4.6 Подбор подъемно-транспортного оборудования	78
4.7 Техника безопасности и охрана труда	81
4.8 Техничко-экономические показатели	84
5 Организация строительной площадки	85
5.1 Объектный строительный генеральный план	85
5.1.2 Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства	85
5.1.3 Оценка развитости транспортной инфраструктуры	86
5.1.4 Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства	86
5.1.5 Разработка объектного стройгенплана на период возведения надземной части	86

5.1.5.1	Выбор монтажного крана	86
5.1.5.2	Размещение крана на объекте	86
5.1.5.3	Определение величины опасных зон	87
5.1.5.4	Внутрипостроечные дороги	88
5.1.5.5	Расчет и проектирование временных инвентарных зданиях	89
5.1.5.6	Проектирование складских помещений и площадок	90
5.1.5.7	Потребность в электроэнергии	91
5.1.5.8	Временное водоснабжение строительной площадки	93
5.1.6	Потребность в сжатом воздухе	94
5.1.7	Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности	95
5.1.8	Мероприятия по охране объекта	96
5.2	Определение нормативной продолжительности строительства	97
6	Экономика строительства	98
6.1	Составление локального сметного расчета на общестроительные работы	98
6.2	Основные технико-экономические показатели проекта	102
	Заключение	105
	Список используемых источников	107
	Приложение А.	

## **Введение**

Тема выпускной квалификационной работы является «Цех металлургического завода в Калужской области».

Проектные решения учитывают климатические и инженерно-геологические условия района строительства.

Целью дипломного проекта является составление проектно-сметной документации, ее оценка и анализ.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- архитектурно-строительный раздел;
- расчетно-конструктивный, включая основания и фундаменты;
- технология и организация строительного производства;
- экономика строительства.

## **1. Архитектурно-строительный раздел**

### **1.1 Исходные данные для проектирования**

Выпускная квалификационная работа на тему «Цех металлургического завода в Калужской области» запроектирована на основании задания на ВКР, в соответствии с действующими стандартами и нормами проектирования.

#### **1.1.1 Характеристика объекта строительства**

Назначение здание – промышленное.

В проектируемом здании в осях В-Г/1-11 расположено холодильное отделение, шириной 30 м, длиной 120 м. В осях Б-В/1-6 – участок штабелирования шириной 36 м, длиной 60 м. В осях Б-В/6-11 участок обвязки пакетов шириной 36 м, длиной 60 м. В осях А-Б/1-20 – участок отгрузки со складом готовой продукции шириной 36 м, длиной 120 м

Все пролеты здания - отапливаемые.

Для отдельных участков, где по условиям работы требуется большая освещенность, проектом предусмотрено местное освещение

### **1.2 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства**

Принятые архитектурно-планировочные решения здания обусловлены:

- особенностями расположения на генеральном плане;
- функциональным назначением;
- требованиями технических регламентов, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений;
- климатическими особенностями района строительства;
- утвержденного задания на проектирование;
- инженерно-геологическими изысканиями.

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

Проектируемый цех пристраивается к существующему зданию - Цех по производству среднесортного стана. Общее здание будет предназначено производства фасонных профилей, а именно:

- балок №8-36 ГОСТ Р 57837-2017;
- балок широкополочных №10-40 по ГОСТ Р 57837-2017;
- швеллеров №8-36 типа У и П по ГОСТ 8240-97;
- уголков равнополочных №7 -16 по ГОСТ 8509-93.

Объем производства 1000 тыс. т/год проката в пакетах прямоугольного сечения длиной 12 – 24 м, максимальной массой до 15т.

#### **1.4 Техничко-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства**

Таблица 1.1 – Основные технико-экономические показатели здания

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
Этажность здания	шт.	1
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	12679,6
Общая площадь	м <sup>2</sup>	12575,72
Полезная площадь	м <sup>2</sup>	9874,03
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	261635.55

#### **1.5 Схема планировочной организации земельного участка**

##### **1.5.1 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства**

Расположение проектируемого объекта на схеме планировочной организации земельного участка выполнено с отступом от красной линии, с учетом требуемых пожарных разрывов.

#### **1.6 Архитектурные решения**

##### **1.6.1 Описание внешнего вида объекта капитального строительства, описание и обоснование пространственной, планировочной и функциональной организации объекта капитального строительства**

Объект строительства – цех – часть здания среднесортного прокатного стана Калужского электрометаллургического завода – расположен на территории Калужской области (Российская Федерация). Здание простой формы, размеры по осям А-Г – 102 м, 1-11 – 120 м.

В проектируемом здании в осях В-Г/1-11 расположено холодильное отделение, шириной 30 м, длиной 120 м. В осях Б-В/1-6 – участок штабелирования шириной 36 м, длиной 60 м. В осях Б-В/6-11 участок обвязки пакетов шириной 36 м, длиной 60 м. В осях А-Б/1-110 – участок отгрузки со складом готовой продукции шириной 36 м, длиной 120 м

Все пролеты здания - отапливаемые.

Внешний и внутренний вид здания обусловлен его функциональным назначением – производственное здание, состоящее из 3-х блоков, соответственно функциональному процессу, приистекающему в каждом блоке.

Основные архитектурно – планировочные решения исходят из функциональных связей и технологических компоновок основного и вспомогательного оборудования. При этом учитываются удобства эксплуатации, ремонта, строительства и монтажа, вопросы пожарной безопасности.

Характеристика объекта строительства

Уровень ответственности здания - нормальный (ГОСТ 27751-2014);

Степень огнестойкости здания - II (СП2.13130.2020);

Класс конструктивной пожарной опасности - С0;

Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1;

Принадлежность к опасным производственным объектам – относится к опасным производственным объектам 3 категории;

Категория по пожарной и взрывопожарной опасности - «Г».

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

В основе объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений здания лежит концепция, заложенная в эскизном проекте и технологическом задании. В плане здание представляет собой отдельно стоящее сооружение со всей необходимой инфраструктурой, вписывающейся в границы отведенной территории. Здание производственного цеха с необходимой инфраструктурой располагается полностью в пределах параметров разрешенных строительством объекта

### **1.6.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

Архитектурная выразительность здания достигается применением в отделке фасадов современных материалов, а также цветовым решением фасадов.

### **1.6.4 Описание и обоснование решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения**

Стены, перегородки – сэндвич-панели с заводской отделкой из профилированного листа с полимерным покрытием.

Потолок – профилированный лист, окрашенный в заводских условиях.

Полы – шлифованные бетонные.

Двери внутренние – ПВХ-профили.

### **1.6.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений соответствует требованиям СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

Местоположение, размеры и количество окон и их «разрезка» приняты в соответствии с санитарно-гигиеническими, технологическими, противопожарными и архитектурными требованиями.

### **1.6.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия**

В проекте применены современные материалы. В качестве ограждающих конструкций стеновые сэндвич панели полной заводской готовности толщиной 100 мм обеспечивающие необходимую:

- тепловую защиту здания,
- снижение шума (до 30дБ),
- снижение загазованности помещений обеспечивается системой механической приточно-вытяжной вентиляции.

Расстановка, а также рациональные режимы работы технического и технологического оборудования выбраны так, что во всех помещениях здания соблюдается безопасный уровень электромагнитных излучений.

Для защиты строительных конструкций от разрушений принято:

- антикоррозийное покрытие всех стальных конструкций толщиной не менее 55 мкм;
- применение саморезающих винтов для крепления стеновых панелей и нащельников со специальными неопреновыми шайбами во избежание попадания влаги.

### **1.6.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости)**

Не требуется.

## **1.6.8 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений объекта капитального строительства, обеспечивающих в том числе соблюдение санитарно-эпидемиологических требований**

Проектом предусмотрено:

- а) теплоизоляция помещений;
- б) гидроизоляция и пароизоляция;
- в) пожарная безопасность.

## **1.7 Конструктивные решения**

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

В геологическом строении участка до разведанной глубины 18,0 м принимают участие супеси и пески, подстилаемые мезозойскими глинами. С поверхности отложения перекрыты насыпными грунтами.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий на исследуемом участке выделены следующие инженерно-геологические элементы:

Растительный слой – смесь суглинистого материала, почвенно-растительного слоя, щебня известняка, битого кирпича от 5-10% до 25%. Грунты неоднородного сложения, неравномерной плотности и сжимаемости, слежавшиеся, возраст более 20-ти лет.

Супесь – рыхлый грунт, состоящий, из песчаных и пылеватых частиц с добавлением около 3-10 % алевритовых, пелитовых или глинистых частиц.

Пески – буровато-желтые, мелкие, средней плотности, влажные, глинистые, с дресвой известняка и кремня до 5%.

Суглинки – бурые, светло-бурые с гнездами серых, желто-бурые, полутвердые и тугопластичные, пылеватые, участками песчанистые, в кровле гумусированные, с гнездами и натеками ожелезнений, с линзами супесей, с гнездами глины и песка.

Для предохранения грунтов основания от возможных изменений их свойств в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений рекомендуется не допускать замачивания и промораживания грунтов в основании фундаментов.

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

Район строительства – г. Калуга, Калужская область.

Климатический район строительства – ПВ.

По СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» определяем температурный режим.

Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – -29 °С.

Средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С – -5,8 °С.

Продолжительность, сут, периода со среднесуточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С – 208 сут.

Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 – -29 °С.

Зона влажности – нормальная.

Количество осадков за ноябрь-март – 214 мм

Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль – Ю

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4,1 м/с

Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С 3,5 м/с

Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,8 кПа (180 кгс/м<sup>2</sup>), III снеговой район.

Нормативное значение ветрового давления – 0,23 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>), I ветровой район.

Сейсмичность района по СП 14.13330.2018 – 5 баллов.

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

Здание состоит из трех блоков:

- в осях В-Г/1-11 шириной 30 м, длиной 120 м.

- в осях Б-В/1-11 шириной 36 м, длиной 120 м.

- в осях А-Б/1-11 шириной 36 м, длиной 120 м

Шаг колонн – 12 м, что обусловлено технологическими требованиями.

Высота здания 21,6 м (без учёта фонаря), отметка верха фонаря – 24,0 м.

Каждый пролёт здания оснащён кранами нормального и тяжелого режимов работы (5К, 7К, А5) количеством от 1 до 3;

- пролет в осях А-Б/1-11 – 2 крана грузоподъёмностью 20 т;

- пролёт в осях Б-В/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 20/5 т;

- пролёт в осях В-Г/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 32/5 т;

Температурный шов располагается по номерной оси - б.

Каждый блок является пространственным многосвязным сооружением, состоящим из металлических колон, балок, прогонов, связей и железобетонных элементов конструкций, включенных в пространственную работу каркаса.

Пространственная жёсткость обеспечивается связями по поясам ферм и между колоннами. Принята шарнирная схема рамного каркаса.

#### **1.7.4 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**

Пространственная жёсткость обеспечивается связями по поясам ферм и между колоннами. Принята шарнирная схема рамного каркаса.

Назначение связей – обеспечить пространственную жесткость каркаса, его неизменяемость при монтаже и эксплуатации, устойчивость сжатых элементов, воспринять ветровые и крановые нагрузки и передать их на фундаменты.

Вертикальные связи между фермами образуют вместе с поперечными связями по нижним поясам ферм жесткие связевые блоки. Такие блоки проектируют по концам температурного отсека (СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» табл. 42) каркаса и в месте расположения дополнительной поперечной связевой фермы по нижним поясам стропильных ферм. Остальные стропильные фермы прикрепляют к связевым блокам распорками по осям колонн, прогонами по верхним поясам ферм и растяжками по нижним поясам ферм. Вертикальные связевые фермы, входящие в связевые блоки, обязательно ставят между надколонниками и по осям распорок верхних поясов ферм.

Связи по нижним поясам ферм состоят из растяжек, продольных и поперечных ферм (связи I типа) или только из поперечных ферм (связи второго типа).

#### **1.7.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства**

Фундаменты свайные. Длина свай 7. Поперечное сечение свай 30x30 см. Сваи предусмотрены из бетона В25, F75, W4.

Несущим слоем является суглинок тяжёлый, поэтому, прорезая слой супеси и мелкого песка, заглубляем сваю в слой суглинка до отметки -8,85 м (для применения стандартной длины свай).

#### **1.7.6 Обоснование проектных решений и мероприятий соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций**

Для соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций предусмотрено:

- применение современных энергоэффективных теплоизоляционных материалов;

- поэлементное нормирование теплозащитных свойств ограждающих конструкций;

- выбор толщины эффективного утеплителя в ограждающих конструкциях выполняется на основе теплотехнических расчетов. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций определено в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 с учетом климатических параметров района строительства, исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и не ниже требуемого сопротивления теплопередаче.

### **1.7.7 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение шума и вибраций**

Применение однокамерных стеклопакетов в окнах и использование в наружных конструкциях теплоизоляции обеспечивает защиту от воздушного шума от производственных процессов предприятия.

Параметры звукоизоляции воздушного и приведенного ударного шума ограждающими конструкциями здания обеспечивают допустимые условия, указанные в СП 51.13330.

Негативное воздействие на атмосферный воздух на период строительства носит кратковременный характер и после окончания строительных работ источники выбросов перестанут оказывать воздействие на окружающую среду.

### **1.7.8 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих гидроизоляцию и пароизоляцию помещений**

Гидроизоляция стыков в стеновых и кровельных панелях зданий осуществляется нащельниками, при необходимости – нащельниками с применением в стыках герметиков. Для подоконников, парапетов и тому подобных выступающих, особо подверженных увлажнению частей стен предусматриваются защитные покрытия из кровельной стали (нащельники).

Бетонные и железобетонные конструкции, устраиваемые по грунту, выполняются по щебеночной подготовке с проливкой горячим битумом. Боковые поверхности бетонных конструкций, соприкасающихся с грунтом, от проникновения влаги защищают битумномастичным покрытием.

### **1.7.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение загазованности помещений**

В помещениях проектируемого объекта предусмотрен запуск системы вентиляции автоматически от датчиков CO, расположенных в помещении стоянки. Также возможен ручной запуск от кнопок на щите управления

### **1.7.10 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих удаление избытков тепла**

В помещениях проектируемого объекта не предусматриваются процессы, с избыточным выделением тепла, следовательно, мероприятия по удалению избытков тепла не требуются.

### **1.7.11 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений**

В помещениях проектируемого объекта не предусматривается установка оборудования, являющегося источником электромагнитных и иных излучений, следовательно, мероприятия по соблюдению безопасного уровня данных излучений не требуются.

### **1.7.12 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность**

Подъезд для пожарной техники к зданию цеха предусмотрен, с одной стороны, с шириной проезда 4,0 м. Покрытие проезда для пожарной техники предусматривается, исходя из расчетной нагрузки от пожарных автомобилей (п.8.9 СП 4.13130.2013). На территории предусмотрена разворотная площадка размерами 15x15 м.

Наружное пожаротушение выполняется от двух существующих пожарных гидрантов, расположенных на расстоянии не более 200 м от здания котельной. Расход воды на наружное пожаротушение составляет 15л/с. К пожарным гидрантам обеспечен доступ пожарных подразделений.

Здание оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации (АПС), смонтированной в соответствии с требованиями СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (утверждён приказом МЧС России от 31 августа 2020 г. N 628).

Здание оборудовано системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) 1-го типа в соответствии с требованиями СП 3.13130.2009.

### **1.7.13 Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, потолков, перегородок**

Конструкции полов помещений приняты в соответствии с требованиями СП 29.13330.2011 «Полы».

Требования к полам, перегородка и отделке предусмотрены на основе требований Федерального закона № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

Допускается замена указанных отделочных материалов другими, аналогичными по санитарно-гигиеническим качествам и физико-химическим свойствам. Класс пожарной опасности отделочных материалов, применяемых на путях эвакуации, должен соответствовать требованиям табл. 28 и 29 №123-ФЗ.

#### **1.7.14 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения**

Антикоррозионную защиту строительных конструкций выполнять в соответствии с требованиями СП 28.13330.2012, СП 28.13330.2017.

#### **1.7.15 Описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов**

В связи с отсутствием на данной площадке опасных природных и техногенных процессов защита территории и здания не предусматривается

### **1.8 Теплотехнические расчеты**

#### **1.8.1 Теплотехнический расчет стены**

Теплотехнический расчет проводим по СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий; СП 131.13330.2020 Строительная климатология; СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

Исходные данные:

г. Калуга

Расчетная температура внутреннего воздуха,  $t_{в}$ , °C = +20°C;

Зона влажности территории строительства - сухая;

Условие эксплуатации ограждающих конструкций - Б;

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже 8°C сут. -208 сут.

Расчетная температура наружного воздуха,  $t_{ext}$ , °C - минус 29°C.

Средняя температура отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже  $8^{\circ}\text{C}_{\text{сут.}}$  - минус  $5,8^{\circ}\text{C}$ .

Относительная влажность внутреннего воздуха,  $\varphi_{\text{int}},\%$  - не более 45%.



Рисунок 1.1 – Расчетная схема стены

Таблица 1.2 – Теплотехнические данные стены

№ слоя	Наименование материала	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$	Толщина, мм
1	Профилированный лист	7820	0,58	0,0007
2	Пенополистирольные плиты	160	0,038	x
3	Профилированный лист	7820	0,58	0,0007

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$ ), определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер.}}) z_{\text{от.пер.}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{вн}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая согласно ГОСТ 30494-2011 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{\text{от.пер.}}$  – средняя температура,  $^{\circ}\text{C}$ , продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$ .

$z_{\text{от.пер.}}$  – продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$ .

Принимаем:  $t_{\text{вн}}=20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=-5,8^{\circ}\text{C}$ ,  $z_{\text{от.пер.}}=208$  сут.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-5,8)) \cdot 208 = 6037,2^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Требуемое значение сопротивление  $R_0^{TP}$ , (м·°C)/Вт, теплопередачи определяем по формуле

$$R_0^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы для производственных зданий [9. табл.3];

$b$  – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы для производственных зданий [9. табл.3];

ГСОП – то же, что и в формуле (1).

$$R_0^{TP} = 0,0002 \cdot 6037,2 + 1,0 = 2,21 \text{ (м·°C)/Вт.}$$

Толщина искомого слоя  $\delta_2$ , м определяется по формуле

$$\delta_2 = \left( R_0^{TP} - \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_3, \quad (4)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), для внутренних стен по табл.4 [9];

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), для наружных стен по табл.6 [9].

$R_0^{TP}$  то же, что и в формуле (2);

$\delta_1; \delta_3; \lambda_1; \lambda_2; \lambda_3$  – из табл. 2.

Принимаем  $\alpha_B = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $\alpha_H = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $\lambda, \delta$  – принимаем из таблицы 1.

$$\delta_2 = \left( 2,21 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,038 = 0,099 \text{ м.}$$

Полученное значение толщины основного утепляющего слоя приводим к унифицированному размеру.

Фактическая толщина основного слоя наружной стены  $\delta_x^\phi = 0,100$  м.

Фактическое сопротивление теплопередаче  $R_0^\phi$ , (м·°C)/Вт, определяется по формуле

$$R_0^\phi = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_H = \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right), \quad (5)$$

где  $\alpha_B$  – то же, что в формуле (4);

$\alpha_H$  – то же, что в формуле (4).

$$R_0^\phi = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{0,10}{0,038} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{1}{23} \right) = 2,99 \text{ (м·°C)/Вт.}$$

Найденную толщину искомого слоя проверяем из условия

$$R_o^{TP} < R_o^{\Phi},$$

где  $R_o^{\Phi}$  – то же, что и в формуле (4);  
 $R_o^{TP}$  – то же, что и в формуле (2).

2,21 < 2,99 – условие выполняется.

Принимаем толщину утеплителя равную 100 мм.

### 1.8.2 Теплотехнический расчет кровли

Теплотехнический расчет проводим по СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий; СП 131.13330.2020 Строительная климатология; СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

Исходные данные:

г. Калуга

Расчетная температура внутреннего воздуха,  $t_{в}$ , °C = +20°C;

Зона влажности территории строительства - сухая;

Условие эксплуатации ограждающих конструкций - Б;

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже 8°C сут. -208 сут.

Расчетная температура наружного воздуха,  $t_{ext}$ , °C - минус 29°C.

Средняя температура отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже 8°C сут. - минус 5,8°C.

Относительная влажность внутреннего воздуха,  $\phi_{int}$ , % - не более 45%.



Рисунок 1.2 – Расчетная схема кровельной панели

Таблица 1.3 – Теплотехнические данные покрытия

№ слоя	Наименование материала	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×°C)	Толщина, мм
1	Профилированный лист	7820	0,58	0,0007
2	Пенополистирольные плиты	160	0,038	x
3	Профилированный лист	7820	0,58	0,0007

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$ ), определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер.}}) Z_{\text{от.пер.}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{вн}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая согласно ГОСТ 30494-2011 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;  
 $t_{\text{от.пер.}}$  – средняя температура,  $^{\circ}\text{C}$ , продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$ .

$Z_{\text{от.пер.}}$  – продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$ .

Принимаем:  $t_{\text{вн}}=20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{от.пер.}}=-5,8^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{\text{от.пер.}}=208$  сут.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-5,8)) \cdot 208 = 6037,2^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Требуемое значение сопротивление  $R_0^{\text{TP}}$ , ( $\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ), теплопередачи определяем по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы для производственных зданий [9. табл.3];

$b$  – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы для производственных зданий [9. табл.3];

ГСОП – то же, что и в формуле (1).

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00025 \cdot 6037,2 + 1,5 = 3,01 \text{ (м}\cdot^{\circ}\text{C)/Вт.}$$

Толщина искомого слоя  $\delta_2$ , м определяется по формуле

$$\delta_2 = \left( R_0^{\text{TP}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_2, \quad (4)$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ , для покрытия по табл.4 [9];

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ , для покрытия по табл.6 [9].

$R_0^{\text{TP}}$  то же, что и в формуле (2);

$\delta_1; \delta_3; \lambda_1; \lambda_2; \lambda_3$  – из табл. 2.

Принимаем  $\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ;  $\alpha_{\text{н}}= 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ;  $\lambda, \delta$  – принимаем из таблицы 2.

$$\delta_2 = \left( 3,01 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,038 = 0,119 \text{ м.}$$

Полученное значение толщины основного утепляющего слоя приводим к унифицированному размеру.

Фактическая толщина основного слоя  $\delta_x^\phi=0,12$  м.

Фактическое сопротивление теплопередаче  $R_0^\phi$ , (м·°С)/Вт, определяется по формуле

$$R^\phi = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_H = \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right), \quad (5)$$

где  $\alpha_B$  – то же, что в формуле (4);

$\alpha_H$  – то же, что в формуле (4).

$$R_0^\phi = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{0,12}{0,038} + \frac{0,012}{0,12} + \frac{1}{23} \right) = 3,52 \text{ (м·°С)/Вт.}$$

Найденную толщину искомого слоя проверяем из условия

$$R_0^{TP} < R_0^\phi,$$

где  $R_0^\phi$  – то же, что и в формуле (4);

$R_0^{TP}$  – то же, что и в формуле (2).

$3,01 < 3,52$  – условие выполняется.

Принимаем толщину утеплителя равную 120 мм.

### 1.8.3 Определение вида заполнения оконных проемов

Выбор светопрозрачных конструкций осуществляется по значению приведенного сопротивления теплопередаче, полученному в результате сертификации испытаний. Если приведенное сопротивление теплопередаче выбранной светопрозрачной конструкции, больше или равно значения требуемого сопротивления теплопередаче, то эта конструкция удовлетворяет требованиям норм.

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП (°С·сут/год), определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{OT}) \cdot Z_{OT}, \quad (2)$$

где  $t_B$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С.

$t_{OT}$ ,  $Z_{OT}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8[8].

Принимаем:  $t_{вн}=20$  С,  $t_{ом.пер}=-5,8$  С,  $z_{ом.пер.}=208$  сут.

$$ГСОП = (20 - (-5,8)) \cdot 234 = 6037,2 \text{ } ^\circ\text{С} \cdot \text{сут.}$$

По табл. 3 [9] путем линейной интерполяции определяются базовые значения требуемых сопротивлений теплопередаче  $R_{0тр}$ ,  $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$ , фрагментов ограждающей конструкции в зависимости от величины ГСОП района строительства для: заполнения окон -  $R_{0тр.ок} = 0,35 \text{ м}^2\text{С}/\text{Вт}$ .

По ГОСТ 30674-99 выбираем оконный блок из ПВХ профилей - ОП, класс изделия по показателю приведенного сопротивления теплопередаче - В2, с конструкцией стеклопакета 4М<sub>1</sub>-16Ar-4М<sub>1</sub>,  $R=0,37 \text{ м}^2\text{С}/\text{Вт}$ .

## 2. Расчетно-конструктивный раздел

### 2.1. Компоновка каркаса

Основными элементами стального каркаса производственного здания, воспринимающего почти все действующие нагрузки, являются плоские поперечные рамы, образованные колоннами и ригелями - стропильными фермами. На плоские поперечные рамы опираются продольные элементы: подкрановые балки, ригели, а также связи.

В данной работе рассматривается расчет трёхпролётной рамы

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 36 + 36 + 30 = 102 \text{ м}$$

Расчетная рама оборудована опорными мостовыми электрическими и магнитными кранами, опирающимися на разрезные подкрановые балки. Компоновка каркаса определяется технологическими и архитектурными требованиями, условиями эксплуатации здания, климатическими условиями, типами и материалами ограждающих и несущих конструкций и др. и была определена заказчиком в виде технологических чертежей.

#### 2.1.1. Характеристика кранов расчетной рамы

1) В осях А – В (склад готовой продукции):

- Грузоподъёмность – 20 т;
- Вес крана – 59 т;
- Вес тележки – 22 т;
- Пролет моста крана –  $L_k = 34$  м;
- Режим работы – 7К;
- Подвес – гибкий

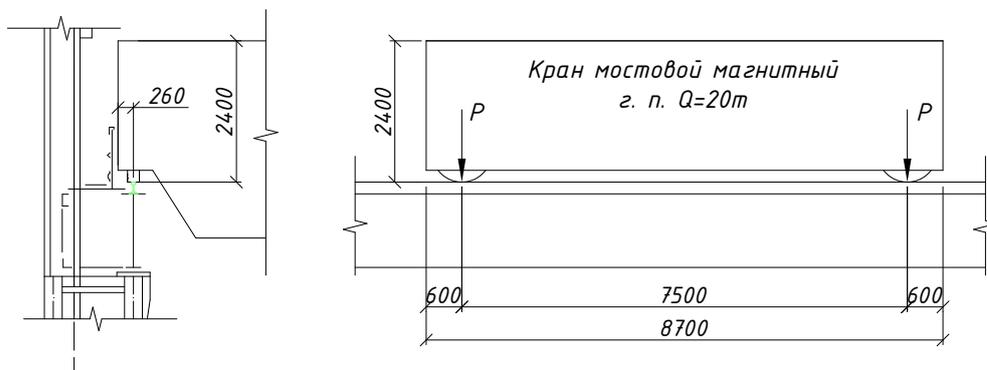


Рисунок 2.1 - Схема опирания крана склада готовой продукции на рельсовый путь

2) В осях Б-В (пролёт отделки):

- Грузоподъёмность – 20/5 т;
- Вес крана – 41,1 т;
- Вес тележки – 8 т;
- Пролет моста крана –  $L_k = 34$  м;
- Режим работы – 5К;
- Подвес – гибкий

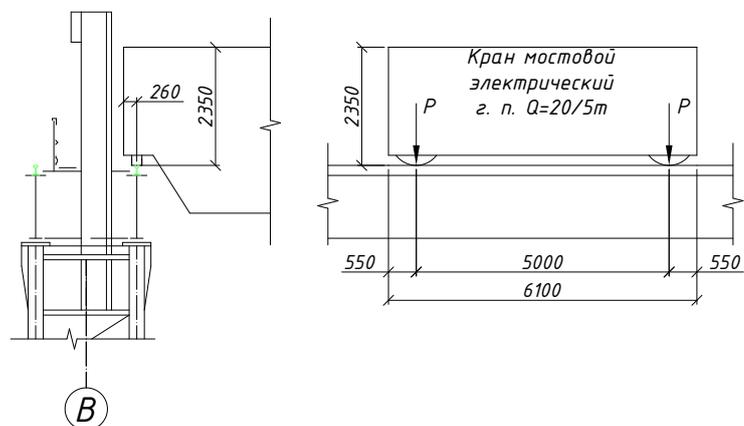


Рисунок 2.2 - Схема опирания крана пролёта отделки на рельсовый путь

3) В осях В – Г (холодильник) :

- Грузоподъёмность – 32/5 т;
- Вес крана – 38,5 т;
- Вес тележки – 8 т;
- Пролет моста крана –  $L_k = 28$  м;
- Режим работы – 5К;
- Подвес – гибкий

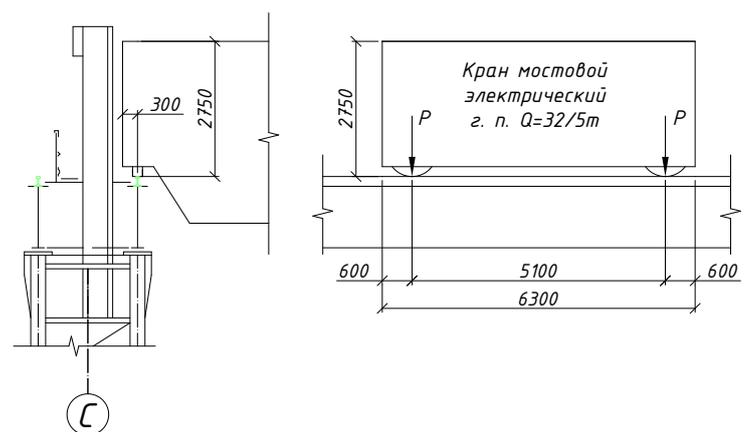


Рисунок 2.3 - Схема опирания крана пролёта холодильника на рельсовый путь

Таблица 2.1 - Данные по кранам

№ п/п	Параметры (нагрузки нормативные)	Обозначение	Ед. изм-я	Номера кранов		
				№1	№2	№3
1.	Грузоподъемность	Q	т	20	20/5	32/5
2.	Высота крана	H <sub>к</sub>	мм	2400	2350	2750
3.	Свес главной балки	B <sub>1</sub>	мм	260	260	300
4.	Тип подвеса	-	-	гибкий		
5.	База крана	A <sub>к</sub>	мм	7500	5000	5100
6.	Длина концевой балки	B <sub>к</sub>	мм	8700	6100	6300
7.	Масса крана	G	т	59	41,8	38,5
8.	Масса тележки	G <sub>ТЕЛ</sub>	т	22	8	8
9.	Максимальное давление катков	F <sub>max</sub>	кН	293	213	265
10.	Минимальное давление катков	F <sub>min</sub>	кН	95	90	81
11.	Горизонтальное давление катков при торможении тележки крана (на колесо)	F <sub>гор,к</sub>	кН	10,3	7	10
12.	Количество катков на одной концевой балке	n	шт.	2	2	2
13.	Тип кранового рельса	КР	-	100	100	70

Минимальные давления катков и горизонтальные давление катков (количество катков на концевой балке n = 2):

Кран №1:

$$F_{\min} = \frac{Q + G}{n} \cdot g - F_{\max} = \frac{20 + 59}{2} \cdot 9,81 - 293 = 95 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор,к}} = \frac{Q + G_{\text{тел}}}{n} \cdot g \cdot K_{\text{т}} = \frac{20 + 22}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 10,3 \text{ кН};$$

Кран №2:

$$F_{\min} = \frac{Q + G}{n} \cdot g - F_{\max} = \frac{20 + 41,8}{2} \cdot 9,81 - 213 = 90 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор,к}} = \frac{Q + G_{\text{тел}}}{n} \cdot g \cdot K_T = \frac{20 + 8}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 7 \text{ кН};$$

**Кран №3:**

$$F_{\text{min}} = \frac{Q + G}{n} \cdot g - F_{\text{max}} = \frac{32 + 38,5}{2} \cdot 9,81 - 265 = 81 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор,к}} = \frac{Q + G_{\text{тел}}}{n} \cdot g \cdot K_T = \frac{32 + 8}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 10 \text{ кН};$$

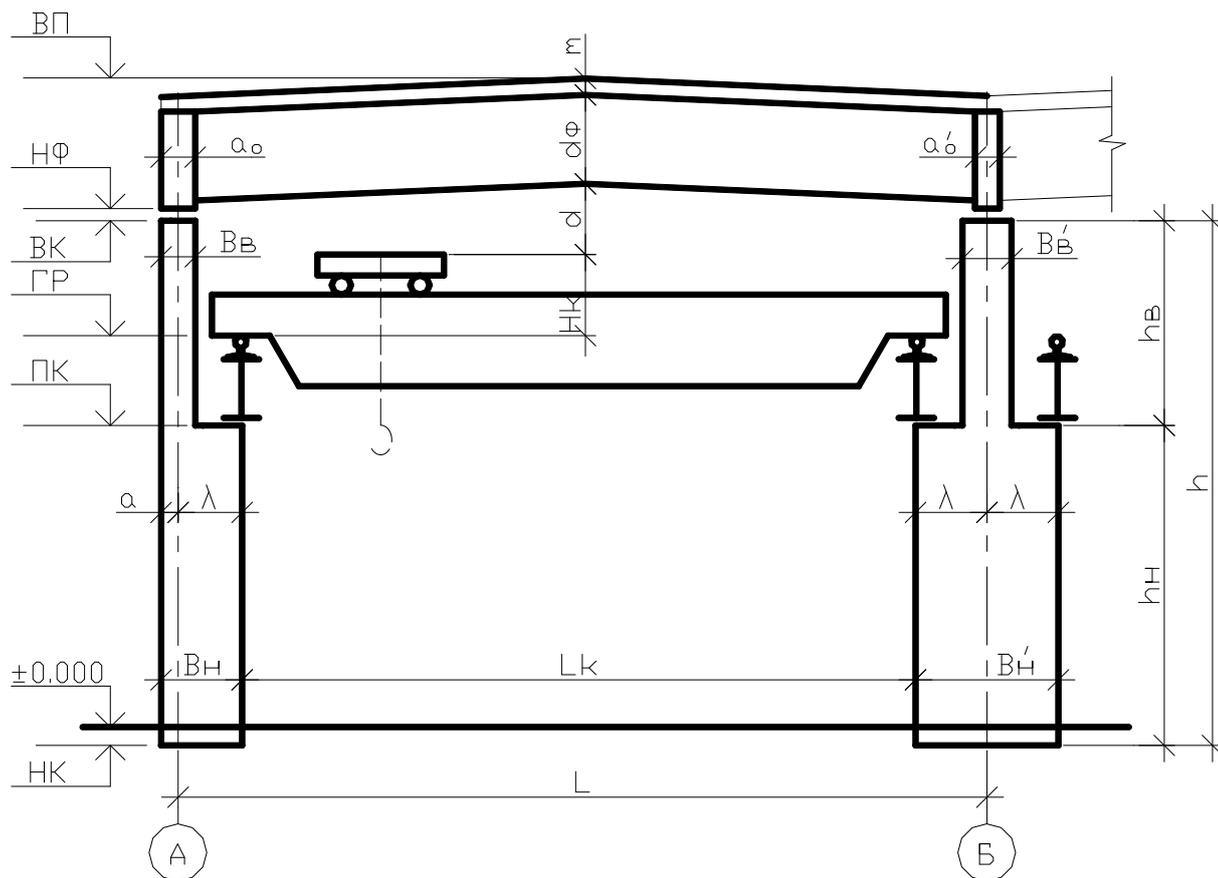


Рисунок 2.4 - Условные обозначения отметок и величин рамы каркас

### 2.1.2. Вертикальные размеры каркаса

Их определяют по заданной отметке головки подкранового рельса ГР. Отметка низа фермы  $HФ \geq ГР + НК + d$ , где:

НК – высота крана большей грузоподъемности (т.е. №3);

$d = 0,45 \text{ м}$  – зазор между краном и фермой (но не менее  $0,35 \text{ м}$ ).

Верх колонны принимают на  $0,15 \text{ м}$  ниже нижнего пояса фермы в узле опирания на колонну.

При назначении горизонтальных размеров колонн учитывают: габаритные

размеры кранов, привязку наружной грани колонны к разбивочной оси  $a$ , размер  $\lambda$ , требования к жесткости колонн в плоскости рамы, наличие проходов вдоль подкрановых путей, размеры двутавров верхних частей колонн.

Значения  $\lambda$  принимаем равным 1 м

Привязку крайних колонн к разбивочной оси принимаем равной  $a = 500$  мм, для средних колонн выбираем центральную привязку.

С учетом принятых размеров  $a$  и  $\lambda$  :

- ширина нижней части крайней колонны  $b_n = \lambda + a$ . Из условия требуемой жесткости нижней части  $b_n$  должно быть не менее  $h/20$ .

- ширина нижней части средней колонны при кранах одинаковой грузоподъемности в пролетах  $b'_n = 2 \cdot \lambda$ .

- ширина оголовка  $b_v$  для колонны крайнего ряда должна быть не менее  $1/8 \dots 1/12$  высоты верхней части колонны  $h_v$ .

- ширина оголовка  $b'_v$  для колонн средних рядов должна быть не менее  $1/6 \dots 1/8$  высоты  $h_v$ .

Верхние части колонн проектируем из широкополочных или сварных двутавров высотой сечения 400..1200 мм.

В соответствии с данными заказчика отметка головки рельса  $ГР = 14,5$  м, шаг колонн  $B = 12$  м.

Расчёт

Минимальная отметка низа фермы:

$$НФ = ГР + НК + d = 14,50 + 2,750 + 0,45 = 17,7 \text{ м,}$$

где  $d$  – зазор между краном и фермой.

Отметка верха колонны:

$$ВК = НФ - 0,15 = 17,7 - 0,15 = 17,55 \text{ м}$$

Отметку верха колонны можно не приводить к унифицированной, так как в качестве стенового ограждения будут использованы сэндвич-панели, требования к креплению которых не является критичным.

Предварительно принимаем высоту подкрановой балки:  $h_{пб} = B/6 = 2,0$  м

Подкрановая консоль имеет предварительную отметку:

$$ПК = ГР - h_{пб} = 14,5 - 2,0 = 12,5 \text{ м}$$

Заглубление колонны ниже уровня чистого пола:  $НК = -0,15 \dots -0,6$  м

Полная высота колонны:

$$h = ВК - НК = 17,55 - (-0,15) = 17,7 \text{ м}$$

Высота нижней и верхней частей колонны:

$$h_H = \text{ПК} - \text{НК} = 12,5 - (-0,15) = 12,65 \text{ м}$$

$$h_B = \text{ВК} - \text{ПК} = 17,55 - 12,5 = 5,05 \text{ м}$$

Расстояние от верха колонны до уровня головки подкранового рельса:

$$h_C = \text{ВК} - \text{ГР} = 17,55 - 14,5 = 3,05 \text{ м.}$$

### 2.1.3. Горизонтальные размеры каркаса

Крайние колонны:

Ширина нижней части колонны:

$$b_H = \lambda + a = 1,000 + 0,500 = 1,500 \text{ м}$$

Принятая ширина удовлетворяет условию:

$$b_H \geq h/20 = 17,7/20 = 0,89 \text{ м}$$

Ширина верхней части колонны должна быть:

$$b_B \geq h_B/8 \dots h_B/12 = 5,05/8 \dots 5,05/12 = (0,63 \dots 0,42) \text{ м}$$

Принимаем  $b_B = 0,58 \text{ м}$

Зазор между краном и внутренней гранью верхней части колонны:

$a_K = b_H - b_B - B_1 = 1,50 - 0,58 - 0,300 = 0,62 \text{ м} > 0,5 \text{ м}$  (на обоих крайних колоннах будет организован проход людей для технического обслуживания крана ).

Средние колонны:

Ширина нижней части колонны:

$$b'_H = 2 \cdot \lambda = 2 \cdot 1,00 = 2,00 \text{ м}$$

Ширина верхней части колонны:

$$b'_B = h_B/6 \dots h_B/8 = 5,05/6 \dots 5,05/8 = (0,84 \dots 0,63) \text{ м}$$

Принимаем  $b'_B = 0,69 \text{ м}$

Зазор между краном и ограждением ходового мостика:

$$a_K = (b'_H - b'_B - 0,5)/2 = 2,0 - 0,71 - 0,5)/2 = 0,395 \text{ м} > 0,075 \text{ м}$$

## 2.1.4 Конструкции покрытия, ограждающие конструкции

Покрытие состоит из кровли (трёхслойные панели), прогонов, стропильных и подстропильных ферм, фонарей и связей.

Принимаем для кровли данного здания 4% уклон. Покрытием будут служить профилированные сэндвич-панели.

Схема стропильной ферм дана на рис. 2.5. Данная ферма с параллельными поясами с уклоном в 4%. Длины панелей, за исключением опорных, приняты  $d = 3000$  мм. Размеры опорных панелей  $d_0$  увязаны с шириной надколонников, к которым присоединяются фермы, поэтому их длина на 200 мм меньше остальных панелей и равна  $d_0 = 2800$  мм. Ширина надколонников на колоннах средних рядов равна  $a'_0 = 2 \cdot 200$  мм = 400 мм, на колоннах крайних рядов  $a_0 = a + 200$  мм.

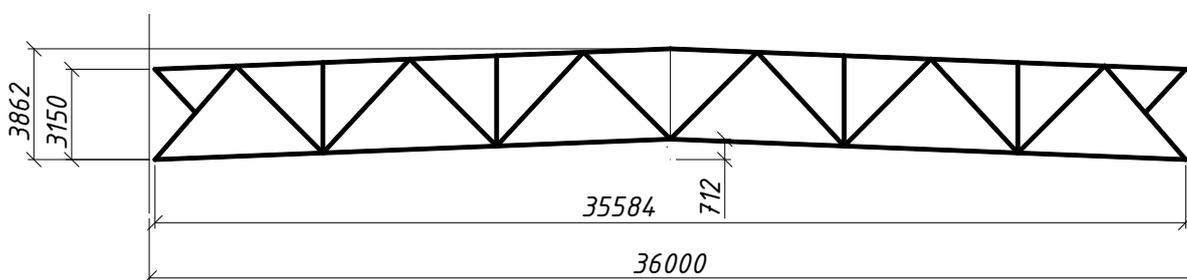


Рисунок 2.5 - Схема стропильной фермы (36 м)

Расчетный пролет стропильной фермы  $L_{\phi}$

$$L_{\phi} = L - 2 \cdot 200 = 36000 - 2 \cdot 208 = 35584 \text{ мм} .$$

Отметка верха покрытия (без учета фонаря):

$$\text{ВП} = \text{НФ} + h_{\phi} + m + i \cdot L/2 = 17,7 + 3,150 + 0,65 + 0,04 \cdot 35,6/2 = 22,212 \text{ м},$$

где  $i = 0,04$  – угол наклона в сотых единицы.

Отметка верха покрытия фонаря:

$$\text{ВПФ} = (\text{ВП} - m) + h_{\phi} + m = (22,212 - 0,65) + 2,1 + 0,65 = 24,312 \text{ м}.$$

## 2.1.5 Схемы связей

Назначение связей – обеспечить пространственную жесткость каркаса, его неизменяемость при монтаже и эксплуатации, устойчивость сжатых элементов, воспринять ветровые и крановые нагрузки и передать их на фундаменты.

Схемы связей по покрытию и их сечения применены по типовой серии 1.460.2-10/88 (выпуск 1, части 1 и 2).

Вертикальные связи между фермами образуют вместе с поперечными связями

по нижним поясам ферм жесткие связевые блоки. Такие блоки проектируют по концам температурного отсека (СП 16.13330 «Стальные конструкции» табл. 42) каркаса и в месте расположения дополнительной поперечной связевой фермы по нижним поясам стропильных ферм. Остальные стропильные фермы прикрепляют к связевым блокам распорками по осям колонн, прогонами по верхним поясам ферм и растяжками по нижним поясам ферм. Вертикальные связевые фермы, входящие в связевые блоки, обязательно ставят между надколонниками и по осям распорок верхних поясов ферм.

Связи по нижним поясам ферм состоят из растяжек, продольных и поперечных ферм (связи I типа) или только из поперечных ферм (связи второго типа).

Связи I типа обязательны:

- в зданиях с мостовыми кранами группы режима работы 7К-8К.
- в зданиях отметкой низа фермы более 24 м,
- в зданиях с кровлей по железобетонным плитам при кранах  $Q > 50$  т ( $B = 6$  м) и  $Q > 20$  т ( $H = 12$  м),
- в зданиях с кровлей по профилированному настилу при  $Q < 10$  т (одно- и двух пролётные здания) и при  $Q > 10$  т (при количестве пролетов более двух).

При действии крановой нагрузки (торможение тележки крана) связи I типа обеспечивают совместную работу плоских поперечных рам.

В остальных случаях применяют связи второго типа.

Связи по колоннам устанавливают выше и ниже подкрановых балок для восприятия нагрузки от продольного торможения кранов и ветровой нагрузки с торцов здания.

## 2.2. Определение нагрузок на раму каркаса

Раму каркаса рассчитываем отдельно на каждую из нагрузок, а затем рассматриваем их возможные сочетания и комбинации.

### 2.2.1. Постоянные нагрузки

К постоянным нагрузкам относят нагрузки от кровли и стен, собственный вес конструкций.

Нагрузки от конструкций покрытия

Таблица 2.2 - Нагрузки от конструкций покрытия

Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэфф. надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
2 слоя наплавленного рубероида	0,15	1,3	0,195
Асбоцементный плоский лист	0,11	1,1	0,121

Гидробарьер-диффузионная пленка	0,07	1,3	0,091
Утеплитель-Rockwool $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$ , t = 100 мм	0,2	1,3	0,26
Пароизоляция-полиэтиленовая пленка	0,07	1,3	0,091
Профлист Р-75-750-0,9	0,17	1,05	0,179
Прогоны	0,25	1,05	0,263
Фермы, фонари, связи	0,5	1,05	0,525
<b>ВСЕГО:</b>	$g_H = 1,52$		$g = 1,725$

### 2.2.2 Снеговая нагрузка

Нормативное значение снеговой нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной проекции покрытия [1] вычисляют по формуле

$$s_H = s_0 \cdot \mu$$

где  $s_0$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной проекции здания для данного (III) снегового района;

Таблица 2.3 - Нормативное значение  $s_0$

Снеговой район	I	II	III	IV	V	VI
$s_0, \text{ кН/м}^2$	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5

Для пролёта Б-В

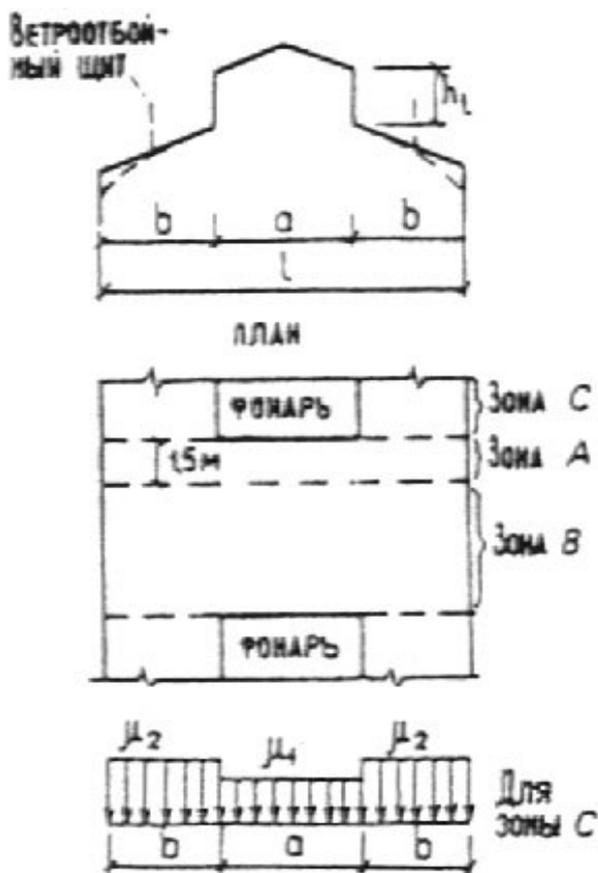


Рисунок 2.6 - Схема покрытия с фонарём (сверху) и эпюра распределения снеговой нагрузки (снизу)

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, зависящий от конфигурации. При наличии фонаря расчет ведем соответственно п.п. 4.1, 4.3 и приложения 3 СП 20.13330 по варианту 1 (п.3, приложение 3). Ведём расчет для зоны С:

$$\mu_1 = 0,8;$$

$$\mu_2 = 1 + 0,1 \cdot \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \cdot \frac{4}{15,2} = 1,025,$$

Таким образом:

$$s_H^1 = s_o \cdot \mu_1; \quad s_H^2 = s_o \cdot \mu_2$$

$$s_H^1 = 1,0 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ кН/м}^2; \quad s_H^2 = 1,0 \cdot 1,025 = 1,025 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное значение снеговой нагрузки равно

$$s = s_H \cdot \gamma_f.$$

Расчетное значение снеговой нагрузки

$$s_{BC}^1 = s_H^1 \cdot \gamma_f = 0,8 \cdot 1,4 = 1,12 \text{ кН/м}^2,$$
$$s_{BC}^2 = s_H^2 \cdot \gamma_f = 1,025 \cdot 1,4 = 1,435 \text{ кН/м}^2,$$

Расчетное давление фермы пролета Б-В на колонну от снеговой нагрузки

$$P_{\text{снег}}^{BC} = \frac{B}{2} \cdot (2 \cdot s_{BC}^2 \cdot b + s_{BC}^1 \cdot a) = \frac{12}{2} \cdot (2 \cdot 1,435 \cdot 16 + 1,12 \cdot 4) = 302 \text{ кН}$$

Для фермы пролёта А – В (без фонаря) коэффициент  $\mu = 1$ , поэтому

$$s_H = s_o = 1,0 \text{ кН/м}^2$$
$$g_H / s_H^{AB} = 1,52 / 1,0 = 1,52 > 0,8, \text{ значит } \gamma_f = 1,4$$
$$s^{AB} = s_H^{AB} \cdot \gamma_f = 1,0 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ кН/м}^2,$$

Расчетное давление фермы пролета А – В на колонну от снеговой нагрузки

$$P_{\text{снег}}^{AB} = \frac{B}{2} \cdot s^{AB} \cdot L = \frac{12}{2} \cdot 1,4 \cdot 36 = 302 \text{ кН}$$

Для фермы пролёта В-Г

$$\mu_1 = 0,8; \quad \mu_2 = 1 + 0,1 \cdot \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \cdot \frac{4}{13} = 1,03,$$

Таким образом:

$$s_H^1 = s_o \cdot \mu_1; \quad s_H^2 = s_o \cdot \mu_2$$
$$s_H^1 = 1,0 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ кН/м}^2; \quad s_H^2 = 1,0 \cdot 1,03 = 1,03 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное значение снеговой нагрузки

$$s_{BC}^1 = s_H^1 \cdot \gamma_f = 0,8 \cdot 1,4 = 1,12 \text{ кН/м}^2,$$
$$s_{BC}^2 = s_H^2 \cdot \gamma_f = 1,03 \cdot 1,4 = 1,44 \text{ кН/м}^2,$$

Расчетное давление фермы пролета В-Г на колонну от снеговой нагрузки

$$P_{\text{снег}}^{BC} = \frac{B}{2} \cdot (2 \cdot s_{CD}^2 \cdot b + s_{CD}^1 \cdot a) = \frac{12}{2} \cdot (2 \cdot 1,44 \cdot 13 + 1,12 \cdot 4) = 252 \text{ кН}$$

### 2.2.3 Ветровая нагрузка на расчетную раму

Вычисление ветровых нагрузок производим в соответствии с СП 20.13330.

Нормативные значения ветровой нагрузки на стеновое ограждение с наветренной ( $w^z_e$ ) и подветренной ( $w^z_{en}$ ) стороны на высоте  $z$  над поверхностью земли определяем по формулам:

$$w^z_e = w_0 \cdot k_z \cdot c_e,$$

$$w^z_{en} = w_0 \cdot k_z \cdot c_{en}$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления, определяемое в зависимости от ветрового района по табл. 4.2.3.1;

Для I снегового района  $w_0 = 0,23$  кПа.

$k_z$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте и определяемый по табл. 4 приложения для типов местности А, В, С;

Для типа местности «А» коэффициенты  $k_z$  равны:

$$z \leq 5 \text{ м} \quad k_5 = 0,75$$

$$z = 10 \text{ м} \quad k_{10} = 1,0$$

$$z = 20 \text{ м} \quad k_{20} = 1,25$$

$$z = 40 \text{ м} \quad k_{40} = 1,5$$

$c_e$  и  $c_{en}$  – аэродинамические коэффициенты, соответственно с наветренной и подветренной стороны, принимаемы по приложению 4.

В соответствии с приложением 4, п.2 и п.5:  $c_e = +0,8$ ;

$$c_{en} = -0,44$$

Определяем нормативные значения ветровой нагрузки с наветренной и подветренной стороны на разной высоте над поверхностью земли:

$$\begin{aligned} z \leq 5 \text{ м} \quad w^5_e &= 230 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 138 \text{ Н/м}^2 \\ w^5_{en} &= -230 \cdot 0,75 \cdot 0,44 = -75,9 \text{ Н/м}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z = 10 \text{ м} \quad w^{10}_e &= 230 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 184 \text{ Н/м}^2 \\ w^{10}_{en} &= -230 \cdot 1,0 \cdot 0,44 = -101,2 \text{ Н/м}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z = 20 \text{ м} \quad w^{20}_e &= 230 \cdot 1,25 \cdot 0,8 = 230 \text{ Н/м}^2 \\ w^{20}_{en} &= -230 \cdot 1,25 \cdot 0,44 = -126,5 \text{ Н/м}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z = 40 \text{ м} \quad w^{40}_e &= 230 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 276 \text{ Н/м}^2 \\ w^{40}_{en} &= -230 \cdot 1,5 \cdot 0,44 = -151,8 \text{ Н/м}^2 \end{aligned}$$

Вычислим значения расчётной ветровой нагрузки с наветренной и подветренной стороны на расчётную вертикальную полосу стены шириной равной половине шага колонн  $B/2 = 6$  м:

$$p_{we}^z = \gamma_f \cdot w_e^z \cdot B;$$

$$p_{wen}^z = \gamma_f \cdot w_{en}^z \cdot B,$$

где  $\gamma_f = 1,4$  - коэффициент надежности по нагрузке.

$$p_{we}^5 = 1,4 \cdot 138 \cdot 6 = 1159,2 \text{ Н/м};$$

$$p_{wen}^5 = -1,4 \cdot 75,9 \cdot 6 = -637,56 \text{ Н/м};$$

$$p_{we}^{10} = 1,4 \cdot 184 \cdot 6 = 1545,6 \text{ Н/м};$$

$$p_{wen}^{10} = -1,4 \cdot 101,2 \cdot 6 = -850,08 \text{ Н/м};$$

$$p_{we}^{20} = 1,4 \cdot 230 \cdot 6 = 1932 \text{ Н/м};$$

$$p_{wen}^{20} = -1,4 \cdot 126,5 \cdot 6 = -1062,6 \text{ Н/м};$$

$$p_{we}^{40} = 1,4 \cdot 276 \cdot 6 = 2318,4 \text{ Н/м};$$

$$p_{wen}^{40} = -1,4 \cdot 151,8 \cdot 6 = -1275,12 \text{ Н/м};$$

Ветровая нагрузка, действующая на боковой фасад, воспринимается колоннами каркаса. При расчете рамы нагрузку с ограждающих конструкций, расположенных выше отметки верха колонны  $BK = 17,55$  м, заменяют сосредоточенной ветровой нагрузкой  $W$ , нагрузки с ограждающих конструкций, расположенных ниже отметки  $BK$ , передают на колонны в виде равномерно распределенных нагрузок по высотным участкам от 0 да 5 м, от 5 до 10 м и т.д.

Таблица 2.4 - Средние значения ветрового давления по высотным участкам стен

Участок по высоте здания, z	Среднее ветровое давление на расчетную полосу, Н/м	
	Наветренная сторона, Н/м <sup>2</sup>	Заветренная сторона, Н/м <sup>2</sup>
0 – 5 м	1159,2	637,6
5 – 10 м	1352,4	743,8
10 – 17,55 м	1619,5	930,3

#### 2.2.4. Крановые нагрузки

На раму каркаса воздействуют вертикальные и горизонтальные крановые нагрузки (рис.7). При учете одного крана нагрузки от него принимают в полном размере. При учете двух кранов нагрузки от них снижают умножением на коэффициенты сочетания крановых нагрузок  $\psi_k = 0,85$  ( $\psi_k = 0,95$  для кранов тяжелого

и весьма тяжелого режимов работы), при учете четырех кранов коэффициенты принимают соответственно  $\psi_k = 0,7$  ( $\psi_k = 0,8$ ). Горизонтальные нагрузки определяют от одного или от двух кранов в одном пролете в одном створе.

Наибольшее  $D_{max}$  наименьшее  $D_{min}$  и горизонтальное  $F_{гор}$  давления крановой нагрузки на колонну определяют по линиям влияния опорных реакций колонн при одной и той же установке катков.

Давление на колонну среднего ряда В оси n (рис.4.2.4.1) определяют по линии влияния реакции опоры n, нагруженной одним краном большей грузоподъемности или двумя кранами.

Рассмотрим нагрузки на колонны пролёта А –Б от кранов (№1, табл. 4.1.1.1.) указанного пролета (створа), считая, что на колонну расчетной рамы по оси n действуют:

1 кран:

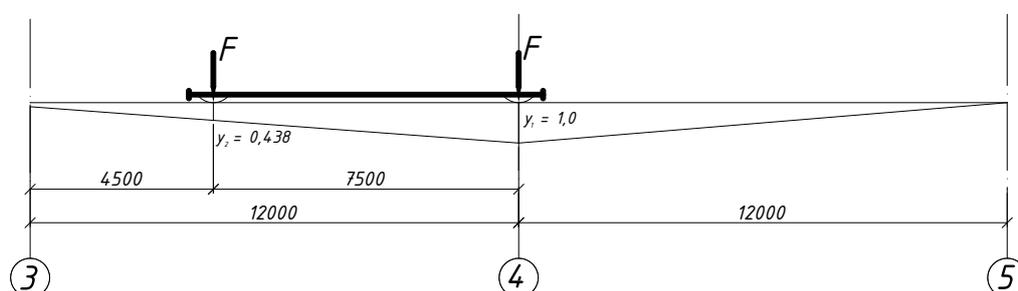


Рисунок 2.7 - Загрузка колонны типовой (для расчетной рамы) оси одним краном

Коэффициент сочетаний крановых нагрузок  $\psi_c$  здесь не учтён, так как рассматривается нагрузка от одного крана и  $\psi_k = 1,0$ .

$$D_{max}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{max} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,438) \cdot 293 = 464 \text{ кН};$$

$$D_{min}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{min} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,438) \cdot 95 = 150 \text{ кН};$$

$$F_{гор}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{гор,к} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,438) \cdot 10,3 = 16 \text{ кН}$$

2 крана:

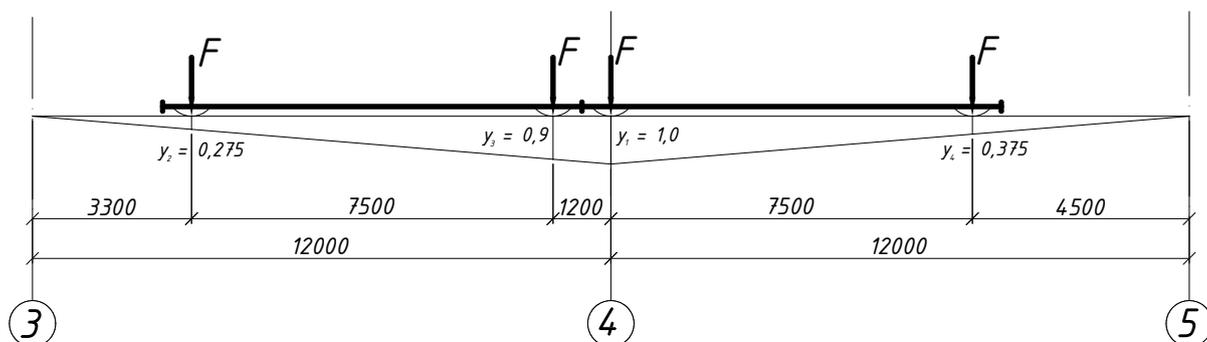


Рисунок 2.8 - Загрузка колонны типовой (для расчетной рамы) оси двумя кранами

Коэффициент сочетаний крановых нагрузок для данного случая – учет нагрузки от двух кранов тяжелого режима работы – равен  $\psi_k = 0,95$ .

$$D_{\max}^2 = \psi_k \cdot \gamma_f \cdot \sum F_{\max} \cdot y_i = 0,95 \cdot 1,1 \cdot (0,275 + 0,9 + 1,0 + 0,375) \cdot 293 = 781 \text{ кН};$$

$$D_{\min}^2 = \psi_k \cdot \gamma_f \cdot \sum F_{\min} \cdot y_i = 0,95 \cdot 1,1 \cdot (0,275 + 0,9 + 1,0 + 0,375) \cdot 95 = 253 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор}}^2 = \psi_k \cdot \gamma_f \cdot \sum F_{\text{гор,к}} \cdot y_i = 0,95 \cdot 1,1 \cdot (0,275 + 0,9 + 1,0 + 0,375) \cdot 10,3 = 27 \text{ кН}$$

Наиболее не выгодным является загрузка двумя кранами, поэтому принимаем его к дальнейшему расчету.

Рассмотрим нагрузки на колонны пролёта Б-В от крана указанного пролёта, считая, что на колонну расчетной рамы по оси n действует один кран (№2, табл. 4.1.1.1.):

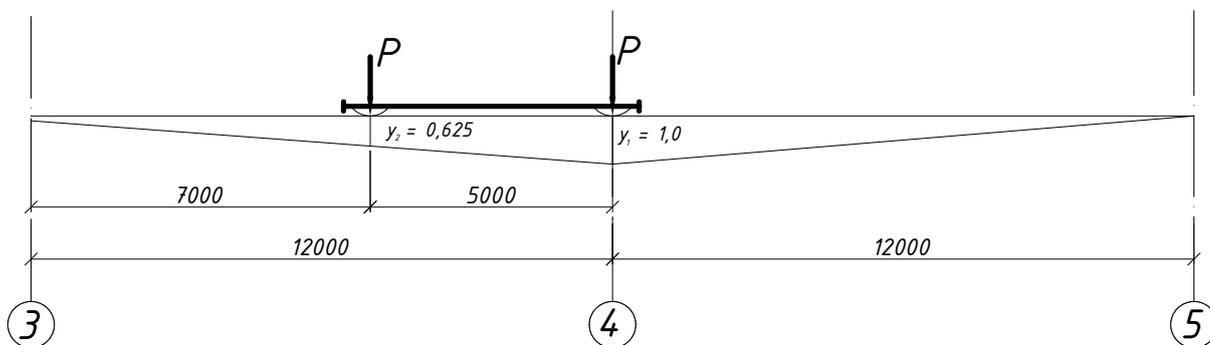


Рисунок 2.9 - Загрузка колонны типовой (для расчетной рамы) оси одним краном

Коэффициент сочетаний крановых нагрузок  $\psi_c$  здесь не учтён, так как рассматривается нагрузка от одного крана и  $\psi_k = 1,0$ .

$$D_{\max}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{\max} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,625) \cdot 213 = 381 \text{ кН};$$

$$D_{\min}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{\min} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,625) \cdot 90 = 161 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор}}^1 = \gamma_f \cdot \sum F_{\text{гор,к}} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,625) \cdot 7 = 13 \text{ кН}$$

Рассмотрим нагрузки на колонны пролёта В-Г от крана указанного пролёта, считая, что на колонну расчетной рамы по оси n действует один кран:

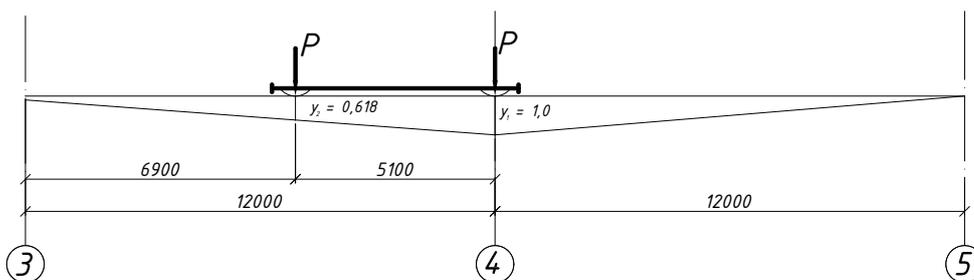


Рисунок 2.9 - Загрузка колонны типовой (для расчетной рамы) оси одним краном

Коэффициент сочетаний крановых нагрузок  $\psi_c$  здесь не учтён, так как рассматривается нагрузка от одного крана и  $\psi_k = 1,0$ .

$$D'_{\max} = \gamma_f \cdot \sum F_{\max} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,618) \cdot 265 = 472 \text{ кН};$$

$$D'_{\min} = \gamma_f \cdot \sum F_{\min} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,618) \cdot 81 = 144 \text{ кН};$$

$$F'_{\text{гор}} = \gamma_f \cdot \sum F_{\text{гор,к}} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,618) \cdot 10 = 18 \text{ кН}$$

## 2.3. Статический расчет рамы каркаса

### 2.3.1 Расчетная схема рамы

Расчет рамы выполняется с помощью программы Склад.

#### 2.3.3. Схемы загрузений рамы

Загружение 1. Постоянная нагрузка:

1) от собственного веса покрытия (приводим к расчетной сосредоточенной нагрузке на колонны):

2) от собственного веса подкрановой балки и рельсов.

Предварительно зададимся двутавром 60Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 массой  $m_{\text{пб}} = 81 \text{ кг/м}$ .

$$P_{\text{пб}} = V \cdot m_{\text{пб}} \cdot g = 12 \cdot 81 \cdot 9,81 = 9,54 \text{ кН};$$

Но так как данная нагрузка приложена не по центру сечения колонны, то задаём еще и дополнительный момент:

$$M = P_{\text{пб}} \cdot e_1,$$

где  $e_1 = 1 \text{ м}$  – эксцентриситет приложения нагрузок для всех колонн расчетной рамы.

$$M = 9,54 \cdot 1 = 9,54 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

3) от собственного веса колонн;

4) от собственного веса стенового ограждения (сэндвич-панели):

$$q_{\text{стен}} = q_{\text{лист}} \cdot 2 + q_{\text{утепл}} = 0,205 \cdot 2 + 0,179 = 0,6 \text{ кН/м}^2$$

Загружение 2. Снеговая нагрузка

Задается распределенной по участкам фонаря и покрытия по фермам (см. п. 4.2.2).

Снеговую нагрузку приложенную к фонарю считаем снеговой нагрузкой, приложенной к ферме на соответствующем участке.

Приводим снеговую нагрузку к сосредоточенной на колонны (см. п. 4.2.2.):

$$P_{\text{снег}}^A = P_{\text{снег}}^{AB} = 302 \text{ кН},$$

$$P_{\text{снег}}^B = P_{\text{снег}}^{AB} + P_{\text{снег}}^{BC} = 302 + 302 = 604 \text{ кН},$$

$$P_{\text{снег}}^C = P_{\text{снег}}^{BC} + P_{\text{снег}}^{CD} = 302 + 252 = 554 \text{ кН},$$

$$P_{\text{снег}}^D = P_{\text{снег}}^{CD} = 252 \text{ кН},$$

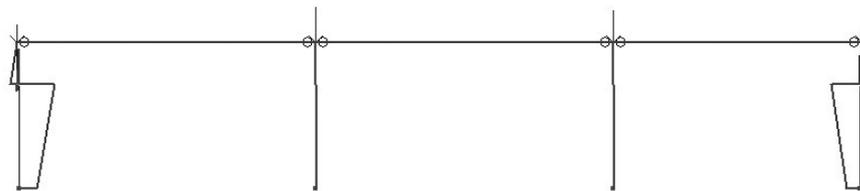


Рисунок 2.10 - Эпюры моментов для загрузки 2



Рисунок 2.11 - Эпюры продольных усилий для

Загрузка 3. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте А - В  
(Максимальная нагрузка на колонну А)

1) вертикальные:

$$D_{\text{max}} = 781 \text{ кН}; \quad D_{\text{min}} = 253 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\text{min}} = - D_{\text{min}} \cdot e_1 = - 253 \cdot 1 = - 253 \text{ кН м};$$

$$M_{\text{max}} = D_{\text{max}} \cdot e_2 = 781 \cdot 0,75 = 586 \text{ кН м}.$$

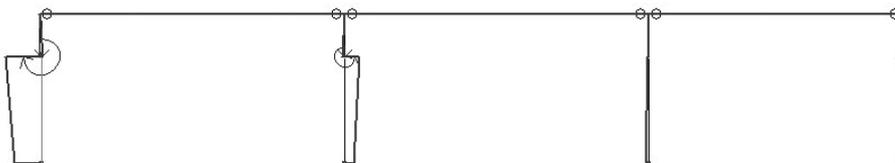


Рисунок 2.12 - Эпюры моментов для загрузки 3



Рисунок 2.13 - Эпюры продольных усилий для загрузки 3

Загрузка 4. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте А - Б

1) вертикальные:

$$D_{\max} = 781 \text{ кН}; \quad D_{\min} = 253 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot e_1 = 253 \cdot 0,75 = 189 \text{ кН м};$$

$$M_{\max} = - D_{\max} \cdot e_2 = - 781 \cdot 1 = - 781 \text{ кН м}.$$

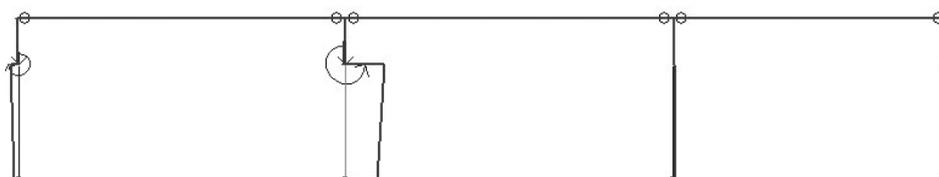


Рисунок 2.14 - Эпюры моментов для загрузки 4



Рисунок 2.15 - Эпюры продольных усилий для загрузки 4

Загрузка 5. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте Б-В

1) вертикальные:

$$D_{\max} = 381 \text{ кН}; \quad D_{\min} = 161 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\min} = - D_{\min} \cdot e_1 = - 161 \cdot 1 = - 161 \text{ кН м};$$

$$M_{\max} = D_{\max} \cdot e_1 = 381 \cdot 1 = 381 \text{ кН м}.$$



Рисунок 2.16 - Эпюры моментов для загрузкиия 5



Рисунок 2.17 - Эпюры продольных усилий для

Загрузкаия 6. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте В-Г

1) вертикальные:

$$D_{\max} = 381 \text{ кН}; \quad D_{\min} = 161 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot e_1 = 161 \cdot 1 = 161 \text{ кН м};$$

$$M_{\max} = - D_{\max} \cdot e_1 = - 381 \cdot 1 = - 381 \text{ кН м}.$$



Рисунок 2.18 - Эпюры моментов для загрузкиия 6



Рисунок 2.19 - Эпюры продольных усилий для загрузкиия

6

Загрузкаия 7. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте В-Г

1) вертикальные:

$$D_{\max} = 472 \text{ кН}; \quad D_{\min} = 144 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\min} = - D_{\min} \cdot e_2 = - 144 \cdot 0,75 = - 108 \text{ кН м};$$

$$M_{\max} = D_{\max} \cdot e_1 = 472 \cdot 1 = 472 \text{ кН м}.$$



Рисунок 2.20 - Эпюры моментов для загрузки 7



Рисунок 2.21 - Эпюры продольных усилий для загрузки 7

Загрузка 8. Вертикальная крановая нагрузка в пролёте В-Г

1) вертикальные:

$$D_{\max} = 472 \text{ кН}; \quad D_{\min} = 144 \text{ кН};$$

2) моменты (от приведения вертикальных к центральным):

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot e_1 = 144 \cdot 1 = 144 \text{ кН м};$$

$$M_{\max} = - D_{\max} \cdot e_2 = - 472 \cdot 0,75 = - 354 \text{ кН м}.$$



Рисунок 2.22 - Эпюры моментов для загрузки 8



Рисунок 2.23 - Эпюры продольных усилий для загрузкиия 8

Горизонтальные нагрузки направленные слева направо (см разрез 4-4, лист 4) принимаем положительными, а справа налево - отрицательными.

Загрузкаия 15. Ветровая нагрузка (ветер слева)



Рисунок 2.24 - Эпюры моментов для загрузкиия 9



Рисунок 2.25 - Эпюры продольных усилий для загрузкиия 9

## 2.4. Расчёт и конструирование стропильной фермы (пролёт А - В).

### 2.4.1. Нагрузки на ферму

Сбор нагрузок выполняем соответственно исходных данных, основываясь на п. 4.2.1 «Постоянные нагрузки».

Ветровой нагрузкой на покрытие, определяемой по СП «Нагрузки и воздействия», пренебрегая из-за большого количества расчетов и малой значимости данной нагрузки по сравнению с снеговой нагрузкой, собственным весом и весом конструкции покрытия.

Таблица 2.5 - Нагрузки на ферму пролетом 36 м

Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэфф. надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
2 слоя наплавляемого рубероида	0,15	1,3	0,195
Асбоцементный плоский лист	0,11	1,1	0,121
Гидробарьер-диффузионная пленка	0,07	1,3	0,091
Утеплитель-Rockwool $\rho = 200$ кг/м <sup>3</sup> , t = 100 мм	0,2	1,3	0,26
Пароизоляция-полиэтиленовая пленка	0,07	1,3	0,091
Профлист Р-75-750-0,9	0,17	1,05	0,179
Прогоны	0,25	1,05	0,263
<b>ВСЕГО:</b>	$g_n = 1,02$		$g = 1,2$
Снеговая нагрузка	соответственно п. 4.2.2		$g_{сн\text{ег}} = 1,4$

Расчет фермы на усилия в стержнях выполняем с помощью программы Склад.

Задаем схему фермы, указываем условия закрепления - шарнирное, задаемся предварительными жесткостями стержней (руководствуясь опытом проектирования), а также узловой нагрузкой, учитывая:

- нагрузкой от покрытия:

$$q_{\text{покp}} = g \cdot B = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ кН/м};$$

- снеговой нагрузкой:

$$q_{\text{сн\text{ег}}} = g_{\text{сн\text{ег}}} \cdot B = 1,4 \cdot 12 = 16,8 \text{ кН/м};$$

- сосредоточенной нагрузкой от площадок обслуживания (см. схему фермы и чертежи):

$$P_{\text{пл.обсл.}} = 1,23 \text{ кН}$$

Приводим нагрузку к узловой:

$$P_1 = P_1' = (q_{\text{покр}} + q_{\text{снег}}) \cdot \frac{d_1}{2} = (14,4 + 16,8) \cdot 1,4 = 339 \text{ кН}$$

$$P_2 = P_2' = (q_{\text{покр}} + q_{\text{снег}}) \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} = (14,4 + 16,8) \cdot 2,9 = 702 \text{ кН}$$

$$P_4 = P_4' = (q_{\text{покр}} + q_{\text{снег}}) \cdot d_2 + P_{\text{пл.обсл.}} = (14,4 + 16,8) \cdot 3 + 1,23 = 727 \text{ кН}$$

$$P_3 = P_3' = P_5 = P_5' = P_6 = P_6' = P_7 = (q_{\text{покр}} + q_{\text{снег}}) \cdot d_2 = (14,4 + 16,8) \cdot 3 = 726 \text{ кН}$$

где

$q$  - расчетное значение постоянной нагрузки от покрытия,  $\text{кН/м}$ ;

$d_1$  - длина первой и последней панели фермы,  $\text{м}$ ;

$d_2$  - длина панели фермы,  $\text{м}$ ;

$B$  - шаг установки ферм,  $\text{м}$ .

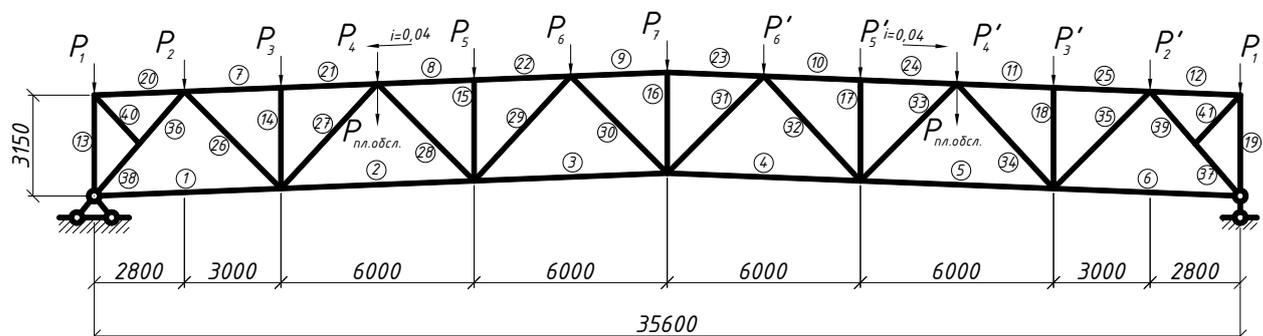


Рисунок – 2.26 - Расчетная схема

## 2.4.2. Расчет фермы. Результаты

Производим расчет в программе Склад. Вычисленные значения  $N$  представлены в таблице 2.6. Положительные значения соответствуют растянутым стержням, отрицательные – сжатым.

Таблица 2.6 - Значения продольных сил  $N$  в стержнях фермы

№ элем	$N$ (кН)	№ элем	$N$ (кН)
1	460.437	22	-1408.951
2	1185.164	23	-1593.095
3	1546.032	24	-1412.695

4	1546.032	25	-870.187
5	1185.164	26	579.044
6	460.437	27	-468.006
7	-866.443	28	320.226
8	-1408.951	29	-199.535
9	-1589.351	30	63.932
10	-1412.695	31	64.427
11	-870.187	32	-200.153
12	-1.872	33	320.721
13	-43.720	34	-468.625
14	-93.675	35	579.539
15	-93.675	36	-707.314
16	33.521	37	-707.314
17	-93.675	38	-707.314
18	-93.675	39	-707.314
19	-43.720	40	0.000
20	1.872	41	0.000
21	-866.443		

В зависимости от усилия в опорном раскосе ( $N = 707,314$  кН) принимаем толщины фасонки (по таблице 8.7, [6]):

$$t_{\phi} = 1,4 \text{ см}$$

### 2.4.3. Материал и расчётные длины элементов фермы

Материал элементов фермы - сталь по ГОСТ 27772:

- стержни - сталь С245,
- фасонки и опорный фланец - сталь С255.

$l_x$  – расчётная длина элемента в плоскости, перпендикулярной оси  $x$ ;

$l_y$  – расчётная длина элемента в плоскости, перпендикулярной оси  $y$ ;

$l_1$  – расстояние между точками закрепления;

$[\lambda]$  – предельная гибкость элементов фермы;

Таблица 2.7 - Расчетные длины стержней фермы и их гибкости

Название элемента	$l_x$	$l_y$	$[\lambda]$
Опорный раскос	$0,5 \cdot l$	1	(-) 120
Раскосы ферм:			
сжатые	$0,8 \cdot l$	1	(-) 150
растянутые	$0,8 \cdot l$	1	(+) 400
стойки	$0,8 \cdot l$	1	(-) 150
Верхний пояс	3м	3м	(-) 120
Нижний пояс	6м	$l_1$	(+) 400
Шпренгель	$l \cdot$	$l \cdot$	(-) 200

l• - подбирается по  $\lambda = 200$

#### 2.4.4. Подбор сечений стержней

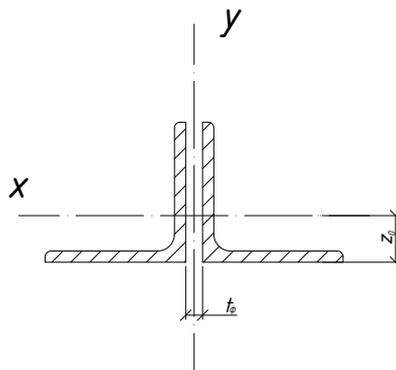


Рисунок 2.27 - Схема сечения поясов (данная или зеркальная относительно оси "X" )

##### 2.4.4.1. Верхний пояс

Расчёт элементов верхнего пояса ведём, как центрально сжатых по максимальному усилию в стержнях по формуле:

$$A_{\text{треб}} = \frac{N \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c},$$

где  $N$  – продольное усилие в стержне;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению;

$\varphi$  - коэффициент продольного изгиба;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы

Проверку прочности выполняем по формуле:

$$\sigma = \frac{N \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c},$$

где  $A_1$  – площадь сечения одного уголка

Принимаем к расчёту только стержень с максимальным продольным усилием, так сечение нижнего пояса является неизменным по всей длине:

Стержень №9:

$$N_9 = -1589 \text{ кН}, \quad [\lambda] = 120, \quad l_x = 3 \text{ м}, \quad l_y = 3 \text{ м}$$

Задаёмся  $\varphi = 0,5$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{6-17} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1589 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,5 \cdot 240 \cdot 0,95} = 132,4 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{132,4}{2} = 66,2 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square$  220x16 с  $A = 68,6 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 6,02 \text{ см}$ ,  
 $i_y = 9,56 \text{ см}$ ,

$$z_0 = 6,81 \text{ см}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{6,02} = 49,83 \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{9,56} = 31,38 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\max} = 49,83 \Rightarrow \varphi = 0,853$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_9 \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{1589 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,853 \cdot 2 \cdot 68,6 \cdot 0,95} = 136 < 240 \text{ МПа}$$

Слишком большой запас прочности – задаёмся  $\varphi = 0,7$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{6-17} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1589 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,7 \cdot 240 \cdot 0,95} = 94,6 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{94,6}{2} = 47,3 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square$  160x16 с  $A = 49,1 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 4,89 \text{ см}$ ,  
 $i_y = 7,18 \text{ см}$ ,

$$z_0 = 4,55 \text{ см.}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4,89} = 61,35 \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{7,18} = 41,78 \end{aligned} \right\} \lambda_{\max} = 61,35 \Rightarrow \varphi = 0,798$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{6-17} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{1589 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,798 \cdot 2 \cdot 49,1 \cdot 0,95} = 202,77 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

#### 2.4.4.2. Нижний пояс

Расчёт элементов нижнего пояса ведём, как центрально растянутых по формуле:

$$A_{\text{треб}} = \frac{N \cdot (10) \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c}$$

Проверку прочности выполняем по формуле:

$$\sigma = \frac{N \cdot (10) \cdot \gamma_n}{2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c}$$

Принимаем к расчёту только стержень с максимальным продольным усилием, так сечение верхнего пояса является неизменным по всей длине:

### Стержень №3

$$N_3 = 1546 \text{ кН}, \quad [\lambda] = 400, \quad l_x = 6 \text{ м}, \quad l_y = l_1 = 18 \text{ м}$$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_3 \cdot (10) \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1546 \cdot (10) \cdot 0,95}{240 \cdot 0,95} = 64,4 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{64,4}{2} = 32,2 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\text{—|—}$  140x12 с  $A = 32,5 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 4,31 \text{ см}$ ,  $i_y = 6,3 \text{ см}$ ,  $z_0 = 3,9 \text{ см}$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{600}{4,31} = 139,21 < [\lambda] \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{1800}{6,3} = 285,7 < [\lambda] \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\text{max}} = 285,7 < [\lambda] = 400$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_3 \cdot (10) \cdot \gamma_n}{2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{1546 \cdot (10) \cdot 0,95}{2 \cdot 32,5 \cdot 0,95} = 237,8 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

### **2.4.4.3. Опорный раскос**

Расчёт опорного раскоса ведём, как центрально сжатого (см. расчет верхнего пояса фермы).

### Стержень №38(36)

$$N_{38(36)} = -704,3 \text{ кН}, \quad [\lambda] = 150, \quad l_x = 0,5 \cdot l = 0,5 \cdot 423 = 212 \text{ см}, \quad l_y = l = 423 \text{ см}$$

Задаёмся  $\varphi = 0,5$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{38(36)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{704,3 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,5 \cdot 240 \cdot 0,95} = 58,69 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{58,69}{2} = 29,35 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\text{—|—}$  160x10 с  $A = 31,43 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 4,96 \text{ см}$ ,  $i_y = 7,05 \text{ см}$ ,

$z_0 = 4,3 \text{ см}$ .

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{212}{4,96} = 42,74 \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{423}{7,05} = 60 \end{aligned} \right\} \lambda_{\max} = 60 < [\lambda] = 150$$

$$\lambda_{\max} = 60 \Rightarrow \varphi = 0,805$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{38(36)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{704,3 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,805 \cdot 2 \cdot 31,43 \cdot 0,95} = 139,2 < 240 \text{ МПа}$$

Слишком большой запас прочности – задаёмся  $\varphi = 0,7$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{38(36)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{704,3 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,7 \cdot 240 \cdot 0,95} = 41,92 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{41,92}{2} = 20,96 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square$  125x9 с  $A = 22 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 3,86 \text{ см}$ ,  $i_y = 5,63 \text{ см}$   
 $z_0 = 3,4 \text{ см}$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{212}{3,86} = 54,92 \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{423}{5,63} = 75,13 \end{aligned} \right\} \lambda_{\max} = 75,13 < [\lambda] = 150$$

$$\lambda_{\max} = 75,13 \Rightarrow \varphi = 0,719$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{36(38)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{704,13 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,719 \cdot 2 \cdot 22 \cdot 0,95} = 222,57 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

#### 2.4.4.4. Раскосы

$$[\lambda]_p = 400, \quad [\lambda]_{\text{сж}} = 150, \quad l_x = 0,8 \cdot 444 = 355 \text{ см}, \quad l_y = 444 \text{ см}$$

Стержень №26 (является растянутым)

$$N_{26} = 579 \text{ кН}$$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{26} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{579 \cdot (10) \cdot 0,95}{240 \cdot 0,95} = 24,13 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{24,13}{2} = 12,1 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square$  90x7 с  $A = 12,3 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,77 \text{ см}$ ,  $i_y = 4,21 \text{ см}$ ,  
 $z_0 = 2,47 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{355}{2,77} = 128,16 < [\lambda]$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{444}{4,21} = 105,5 < [\lambda]$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{13-14} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{579 \cdot (10) \cdot 0,95}{2 \cdot 12,3 \cdot 0,95} = 235,37 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Стержень №27 (является центрально сжатым)

$$N_{27} = -468 \text{ кН}$$

Задаёмся  $\varphi = 0,5$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{27} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{468 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,5 \cdot 240 \cdot 0,8} = 46,3 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{46,3}{2} = 23,16 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square 125 \times 10$  с  $A = 24,3 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 3,85 \text{ см}$ ,  $i_y = 5,66 \text{ см}$ ,  $z_0 = 3,45 \text{ см}$ .

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{355}{3,85} = 92,21 < [\lambda] \\ \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{444}{5,6} = 79,29 < [\lambda] \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda_{\text{max}} = 92,21 \Rightarrow \varphi = 0,596$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{27} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{468 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,596 \cdot 2 \cdot 19,7 \cdot 0,8} = 236,67 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Стержень №28 (является растянутым)

$$N_{28} = 320,2 \text{ кН}$$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{16-17} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{320,2 \cdot (10) \cdot 0,95}{240 \cdot 0,95} = 13,34 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{13,34}{2} = 6,67 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square 70 \times 5$  с  $A = 6,86 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,16 \text{ см}$ ,  $i_y = 3,38 \text{ см}$ ,  $z_0 = 1,9 \text{ см}$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{28} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{320,2 \cdot (10) \cdot 0,95}{2 \cdot 6,86 \cdot 0,95} = 233,38 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Стержень №29 (является центрально сжатым)

$$N_{27} = -199,5 \text{ кН}$$

Задаёмся  $\varphi = 0,5$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{29} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{199,5 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,5 \cdot 240 \cdot 0,8} = 19,74 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{19,74}{2} = 9,87 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square 80 \times 7$  с  $A = 10,8 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,45 \text{ см}$ ,  $i_y = 3,82 \text{ см}$ ,  $z_0 = 2,23 \text{ см}$ .

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{355}{2,45} = 144,9 < [\lambda] \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{444}{3,82} = 116,23 < [\lambda] \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\text{max}} = 144,9 \Rightarrow \varphi = 0,296$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{27} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{199,5 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,296 \cdot 2 \cdot 10,8 \cdot 0,8} = 370,54 > 240 \text{ МПа}$$

Условие не выполняется.

Задаёмся повторно  $\varphi = 0,4$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{29} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{199,5 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,4 \cdot 240 \cdot 0,8} = 24,68 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{24,68}{2} = 12,34 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square 100 \times 7$  с  $A = 13,8 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 3,08 \text{ см}$ ,  $i_y = 4,59 \text{ см}$ ,  $z_0 = 2,71 \text{ см}$ .

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{355}{3,08} = 115,26 < [\lambda] \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{444}{4,21} = 96,73 < [\lambda] \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\text{max}} = 115,26 \Rightarrow \varphi = 0,447$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{27} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{199,5 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,447 \cdot 2 \cdot 13,8 \cdot 0,8} = 192,06 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Стержень №30 (является растянутым)

$$N_{28} = 63,9 \text{ кН}$$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{16-17} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{63,9 \cdot (10) \cdot 0,95}{240 \cdot 0,95} = 2,66 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{2,66}{2} = 1,33 \text{ см}^2$$

Рассмотрим минимально допустимые радиусы инерции (руководствуясь требованиями к предельной гибкости элементов СНиП «Стальные конструкции», таблица 19):

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{355}{180} = 1,97$$

$$i_y = \frac{l_y}{\lambda_y} = \frac{444}{180} = 2,47$$

По сортаменту принимаем  $\square 70 \times 5$  с  $A = 6,86 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,16 \text{ см}$ ,  $i_y = 3,38 \text{ см}$   
 $z_0 = 1,9 \text{ см}$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{28} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{63,9 \cdot (10) \cdot 0,95}{2 \cdot 6,86 \cdot 0,95} = 46,57 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

#### 2.4.4.5. Стойки

Расчет всех стоек ведем как центрально сжатых элементов

$$[\lambda] = 150, \quad l_x = 0,8 \cdot l_1 = 0,8 \cdot 315 = 252 \text{ см}, \quad l_y = 315 \text{ см} \quad \gamma_c = 0,8$$

Стержень №14 (№15)

$$N_{14} = -93,7 \text{ кН.}$$

Задаёмся  $\varphi = 0,35$

$$A_{\text{треб}} = \frac{N_{14(15)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{93,7 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,4 \cdot 240 \cdot 0,8} = 13,25 \text{ см}^2$$

$$A_1 = \frac{A_{\text{треб}}}{2} = \frac{13,25}{2} = 6,62 \text{ см}^2$$

По сортаменту принимаем  $\square 70 \times 5$  с  $A = 6,86 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,16 \text{ см}$ ,  $i_y = 3,38 \text{ см}$ ,  
 $z_0 = 1,9 \text{ см}$ .

$$\left. \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{l_x}{i_x} = \frac{252}{2,16} = 116,67 < [\lambda] \\ \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{3,38} = 93,19 < [\lambda] \end{aligned} \right\} \lambda_{\text{max}} = 116,67 \Rightarrow \varphi = 0,439$$

Проверка прочности

$$\sigma = \frac{N_{14(15)} \cdot (10) \cdot \gamma_n}{\varphi \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \gamma_c} = \frac{93,7 \cdot (10) \cdot 0,95}{0,439 \cdot 2 \cdot 6,86 \cdot 0,8} = 184,74 < 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

### Стержень №16

Данный стержень устанавливаем конструктивно таким же как и все стойки -  $\Gamma 70 \times 5$  с  $A = 6,86 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 2,16 \text{ см}$ ,  $i_y = 3,38 \text{ см}$ ,  $z_0 = 1,9 \text{ см}$

### 2.4.5. Расчёт узлов

В данном дипломном проекте узлы отправочных марок ферм рассчитаны по требованиям и указаниям типовой серии 1.460.2-10/88 (выпуск 1, части 1 и 2) – расстояния между краями элементов по поверхности фасонки больше 80 мм, а также соответственно длины сварных швов.

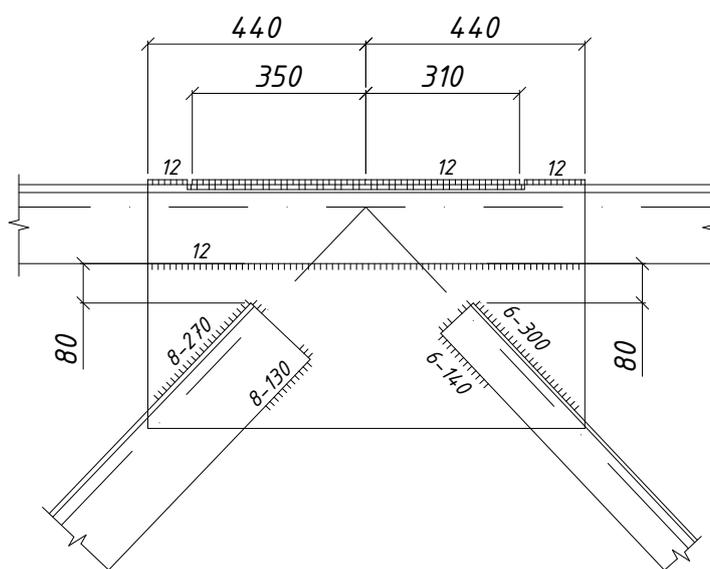


Рисунок 2.28 - Узел фасоночного соединения верхнего пояса и опорного раскоса

Длины сварных швов рассчитаны при помощи программы MS Excel 2003 в соответствии требований СП 16.13330 и сведены в таблицу 2.7.

Таблица 4.4.5.1. Расчёт сварных швов и узлов фермы»Обозначение элемента	Сечение (профиль)	Усилие	Площадь сечения	Расчетная длина	Расчетная длина	$\gamma_c$	Радиусы инерции		Предельная гибкость $\lambda$	$\phi$	Напряжение	$R_y$	$Z_0$	Катет шва по перу	Катет шва по обушку	Длина шва по перу	Длина шва по обушку
							$i_x$	$i_y$									
		N	A	$l_x$	$l_y$		$ix$	$iy$	$[\lambda]$	$\sigma$	kwf						
<b>20,7,21,8,22,9</b>	160x16	-1589	49,1	3	3	0,95	4,89	7,18	120	0,7	202,77	240	4,6	12	12	180	400
<b>1,2,3</b>	140x12	1546	32,5	6	18	0,95	4,31	6,3	400	-	237,8		3,9	10	10	210	470
<b>36 (опорный)</b>	160x10	-704	31,4	3,6	4,44	0,95	4,96	7,05	150	0,719	222,57		3,4	8	8	130	270
<b>27</b>	125x10	-468	24,3	3,6	4,44	0,8	3,85	5,66	150	0,596	236,67		3,5	8	8	100	220
<b>29</b>	100x7	-200	13,8	3,6	4,44		3,08	4,59	150	0,447	192,06		2,7	6	6	60	130
<b>26</b>	90x7	579	12,3	3,6	4,44	0,95	2,77	4,21	400	-	235,37		2,5	6	6	140	300
<b>28</b>	70x5	320	6,86	3,6	4,44		2,16	3,38	400	-	233,38		1,9	6	6	40	70
<b>30</b>	70x5	63,9	6,86	3,6	4,44		2,16	3,38	400	-	45,57		1,9	6	6	34	50
<b>14,15,16</b>	70x5	-93,7	6,86	2,5	3,15		0,8	2,16	3,38	150	0,439		184,74	1,9	6	6	40

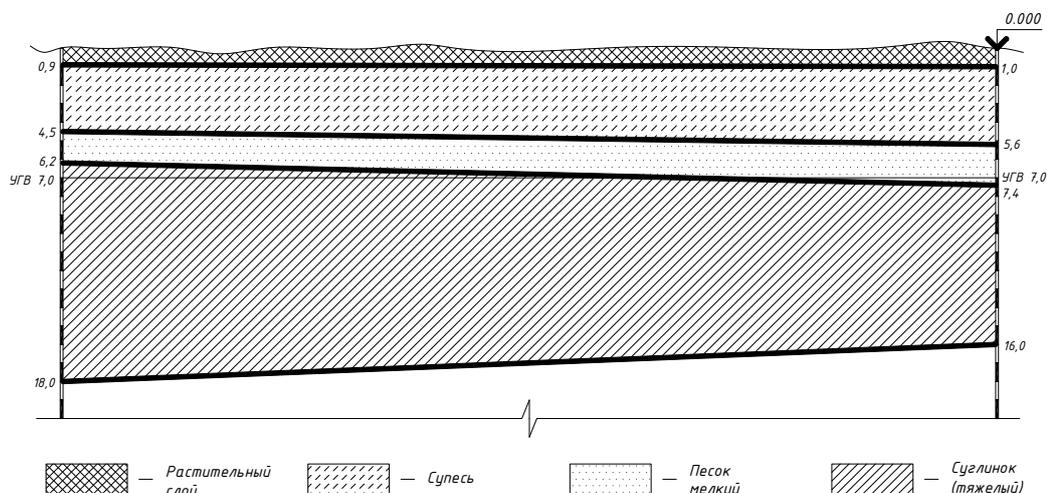
### 3. Основания и фундаменты

Таблица 3.1 - Физико-механические свойства грунтов

Наименование грунта	Мощность слоя, м	$\rho$ , кН/м <sup>3</sup>	$\rho_s$ , кН/м <sup>3</sup>	W, %	W <sub>l</sub> , %	W <sub>p</sub> , %	$\varphi$	c, кПа	$\mu$	K <sub>ф</sub> , см/сек	P, МПа	S, см
Растительный слой	0,9 – 1,0	16,4	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Супесь	4,5 – 5,2	16,3	26,7	18	20	14	20°	5	0,3	4,8 · 10 <sup>-6</sup>	0,1	0,52
											0,2	1,04
											0,3	1,56
											0,4	2,6
Песок мелкий	6,2 – 7,4	18,9	26,5	20	-	-	-	-	0,28	5,1 · 10 <sup>-5</sup>	-	-
Суглинок тяжелый	18,0 – 16,0	19,7	27,0	19	42	16	-	-	0,4	6,7 · 10 <sup>-7</sup>	-	-

#### 3.1. Анализ инженерно-геологических условий площадки

##### Геологический разрез



По основным физическим характеристикам и классификационным показателям грунтов площадки определяются физико-механические характеристики грунтов площадки, обеспечивающие возможность определения расчетного сопротивления и деформации оснований.

Таблица 3.2.

Хар-ки Наим.слоя	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	C, кПа	$\varphi$ , град	E, МПа
---------------------	---------------------------------	-----------------------------------	--------	------------------	-----------

Рассчитанный слой	16,4	-	-	-	-
Супесь	16,3	26,7	5	20	24,34
Песок мелкий	18,9	26,5	2	30,8	25
Суглинок тяжёлый	19,7	27,0	32,2	24,2	23

### 3.2 Расчёт свайных фундаментов

#### 3.2.1. Выбор глубины заложения ростверка

Определение глубины заложения ростверка зависит от нескольких факторов:

– Глубины промерзания грунта:

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта определяется по формуле:

$$d_{in} = d_0 \sqrt{|M_t|} = 0,28 \cdot \sqrt{|-27|} = 1,45 \text{ м,}$$

где  $M_t$  - коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе по СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика" (для Калуги  $M_t = -27$ ).

$d_0$  - величина в метрах, принимаемая равной:

- для суглинков и глин - 0,23 м;
- для супесей, песков мелких и пылеватых - 0,28 м;
- для песков средней крупности, крупных и гравелистых - 0,30 м;
- для крупнообломочных грунтов - 0,34 м.

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта определяется:  
(м)

$$d_f = k_h \cdot d_{in} = 0,54 \cdot 1,45 = 0,783 \text{ м}$$

где  $k_h$  - коэффициент учитывающий влияние теплового режима сооружения и принимаемый по таблице №1 СНиП 2.02.01-83\*.

Глубина заложения фундаментов по первому фактору (глубине промерзания) определяется по формуле:

$$d_1 = d_f = 0,783 \text{ м;}$$

– Наличие конструктивных особенностей.

В нашем случае подвальных помещений нет, поэтому

$$d_2 = d_b = 0$$

– Глубина заложения ростверка.

Исходя из условия, что

$$d_p \geq 315 + h_{ст},$$

где  $d_p$  - глубина заложения ростверка, м;

$h_{ст}$  - глубина стакана в фундаменте. Для фундаментов под двухветвевые металлические колонны  $h_{ст} = 1,2$  м

$$d_p = 315 + 1600 = 1915 \text{ мм} = 1,915 \text{ м}$$

Учитывая все перечисленные условия, принимаем глубину заложения ростверка  $d_p = 1,95$  м, исходя из кратности ростверка по высоте 15 см.

Принимаем шарнирное соединение ростверка и сваи. Голова сваи заходит в тело ростверка на 5 – 10 см Принимаем для расчёта 10 см.

Тогда отметка головы сваи – -1,85 м.

### 3.2.2. Выбор несущего слоя

Считаем, что несущим слоем будет суглинок тяжёлый, поэтому, прорезая слой супеси и мелкого песка, заглубляем сваю в слой суглинка до отметки -8,85 м (для применения стандартной длины сваи). При этом длина сваи равна  $h_{св} = 7$  м.

Под нижним концом сваи находится сжимаемый грунт ( $E < 50$  МПа). Дальнейший расчёт ведём как для висячей сваи. Принимаем железобетонную забивную сваю квадратного сечения. Для выбранной нами длины можно принять сечение 30 x 30 см.

### 3.2.3. Расчёт свайного фундамента для колонны ряда В

#### 3.2.3.1. Определение несущей способности сваи.

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot U \cdot \sum_{i=1}^n h_i \cdot f_i),$$

где  $n$  – количество слоёв с одинаковыми силами трения по длине сваи;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы ( $\gamma_c = 1$ );

$\gamma_{cr}$  и  $\gamma_{cf}$  - коэффициенты условий работы под подошвой сваи и по боковой поверхности, зависят от условий изготовления или погружения сваи. ( $\gamma_{cr} = 1$  и  $\gamma_{cf} = 1$ );

$A$  – площадь сечения сваи;

$R$  – расчётное сопротивление под подошвой сваи, зависит от длины сваи и грунта. ( $R = 6784$  кПа);

$U$  – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

$l$  – расстояние от середины слоя до поверхности земли;

$f$  - расчётное сопротивление по боковой поверхности сваи, зависит от  $l$  (принимается из СнИПа).

Таблица 3.3 - Расчётные сопротивления по боковой поверхности свай

Слой грунта	$h_i$ , м	$l_i$ , м	$f_i$ , кПа	$h_i \cdot f_i$ , кН/м
Супесь	0,967	2,433	9,06	8,76
	0,967	3,4	10,32	9,98
	0,967	4,367	11,47	11,09
Песок (мелкий)	0,975	5,337	40,67	39,65
	0,975	6,312	42,31	41,25
Суглинок (тяжёлый)	1,025	7,312	60,62	62,14
	1,025	8,337	62,51	64,07
				236,95

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot U \cdot \sum_{i=1}^n h_i \cdot f_i) = 1 \cdot (1 \cdot 6784 \cdot 0,09 + 1 \cdot 1,2 \cdot 236,95) = 894,9 \text{ кН}$$

### 3.2.3.2. Расчётная нагрузка на сваю

Определяем по формуле:

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{894,9}{1,4} = 639,2 \text{ кН.}$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент запаса. Для расчёта он равен 1,4; для полевых испытаний - 1,25.

Определим необходимое количество свай в фундаменте по формуле:

$$n = \frac{N + 0,1 \cdot N}{P} = \frac{1918,51 + 0,1 \cdot 1918,51}{639,2} = 3,3$$

Приеимаем целое число свай –  $n = 4$  шт.

где  $N$  – заданная нагрузка на фундамент, для данной колонны  $N = 1918,51$  кН (см. расчет рамы каркаса п.п.5.3.1-3)

### 3.2.3.3. Расположение свай в плане, требования к конструированию ростверка

Расстояние между осями свай должно быть не меньше трёх диаметров свай. Т.е. в нашем случае это расстояние составляет 1,2 м. Принимаем 1,2 м.

### 3.2.3.4. Фактическая нагрузка на сваи, назначение вертикальных и горизонтальных размеров фундамента

Согласно требованиям СП, для фактической нагрузки должно выполняться следующее условие:

$$N_{\phi 1} < P,$$

$$N_{\phi} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum y_i^2} + \frac{M_y \cdot x}{\sum x_i^2},$$

где  $N_{\phi 1}$  – усилие в наиболее нагруженной свае;

$y$  – расстояние (координата) от главной оси ростверка до оси, наиболее нагруженной сваи;

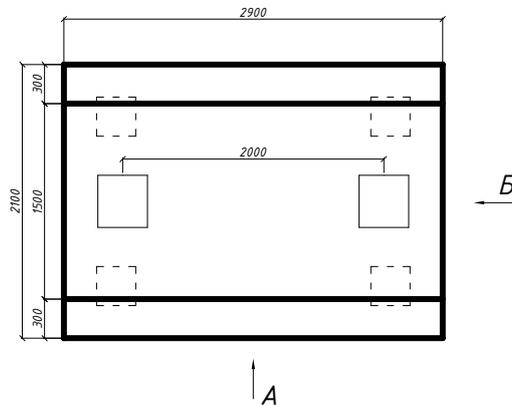
$y_i$  – расстояния (координаты) от оси каждой сваи до главной оси ростверка.

В нашем случае формула примет вид:

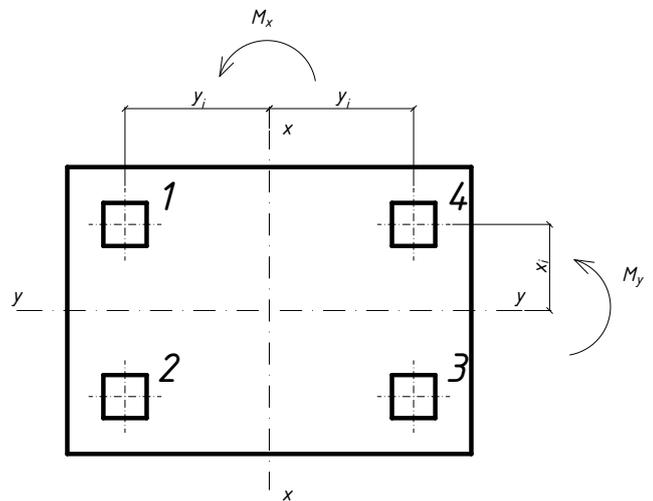
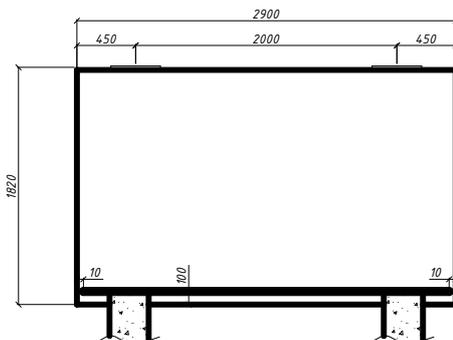
$$N_{\phi} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum y_i^2} = \frac{1918,51}{4} + \frac{564,54 \cdot 1}{4 \cdot 1^2} = 620,76 \text{ кН}$$

$N_{\phi 1} = 620,76 \text{ кН} < P = 639,2 \text{ кН}$ , условие выполняется.

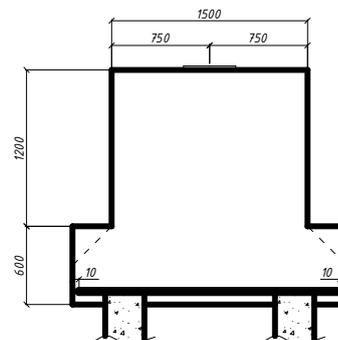
Назначаем следующие размеры для ростверка:



Вид А



Вид Б



Расчёт ростверка как железобетонной конструкции.

### 3.2.3.5. Расчёт на продавливание

В данном случае этот расчёт не нужно проводить, так как конструкция ростверка жёсткая.

### 3.2.3.6. Подбор арматуры

В нашем же случае, когда ростверк жёсткий, мы принимаем конструктивно сетку из арматуры А-II диаметром 10 мм и шагом 150 мм.

### 3.2.3.7. Проверка давления под нижним концом сваи

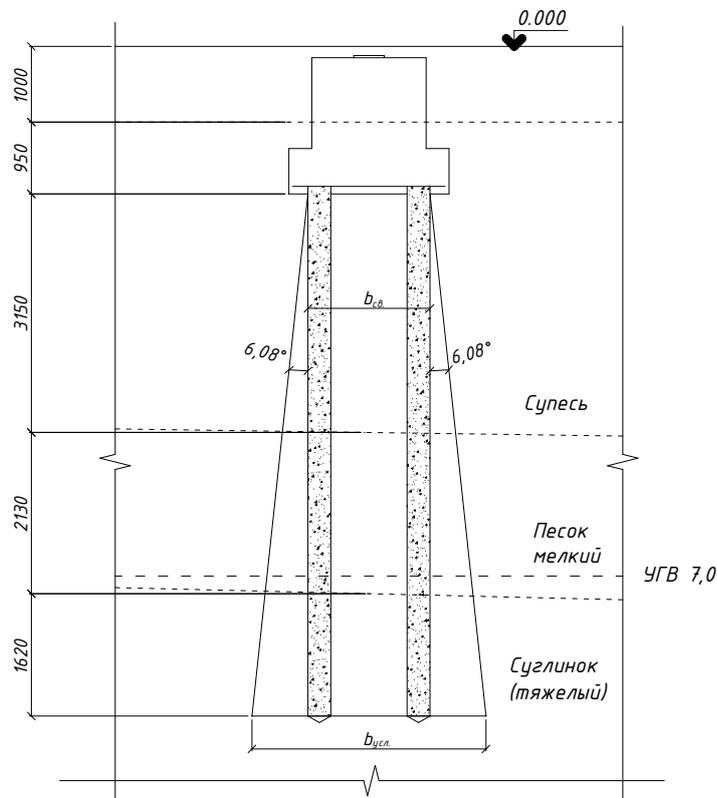


Рисунок 3.3 - Схема расчетных значений для определения давления под нижним концом свайного

Определяем размеры условного несущего массива грунта, его площадь, объём и массу:

$$\alpha = \frac{1}{4} \cdot \varphi_{ср} = \frac{\sum \varphi_i \cdot h_i}{4 \cdot \sum h_i} = \frac{\varphi_2 \cdot h_2 + \varphi_3 \cdot h_3 + \varphi_4 \cdot h_4}{4 \cdot (h_2 + h_3 + h_4)} = \frac{20 \cdot 3,15 + 30,8 \cdot 2,13 + 24,2 \cdot 1,62}{4 \cdot (3,15 + 2,13 + 1,62)} = 6,08^\circ$$

$$b_{усл} = b_{св} + 2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2,4 + 2 \cdot 6,9 \cdot \operatorname{tg} 6,08^\circ = 3,07 \text{ м};$$

$$l_{усл} = l_{св} + 2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2,4 + 2 \cdot 6,9 \cdot \operatorname{tg} 6,08^\circ = 3,87 \text{ м};$$

$$A_{усл} = l_{усл} \cdot b_{усл} = 3,87 \cdot 3,07 = 11,88 \text{ м}^2;$$

$$d_{\text{усл}} = d_p + H = 1,95 + 6,9 = 8,85 \text{ м};$$

$$V_{\text{усл}} = A_{\text{усл}} \cdot d_{\text{усл}} = 11,88 \cdot 8,85 = 105,15 \text{ м}^3;$$

$$G = V_{\text{усл}} \cdot \gamma_{\text{ср}} = 105,15 \cdot 20 = 2102,92 \text{ кН};$$

Проверку давления под нижним концом сваи осуществляем по формуле:

$$p_{\text{ср}} = \frac{N + G}{A_{\text{усл}}} < R_{\text{усл}}, \text{ где}$$

$$R_{\text{усл}} = \frac{\gamma_{\text{с1}} \cdot \gamma_{\text{с2}}}{K} \cdot (M_{\gamma} \cdot b_{\text{усл}} \cdot \gamma_{\text{II}} \cdot k_z + M_q \cdot d_{\text{усл}} \cdot \gamma'_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}})$$

где  $\gamma_{\text{с1}}, \gamma_{\text{с2}}$  - коэффициенты условий работы оснований ( $\gamma_{\text{с1}}$ ) и сооружений ( $\gamma_{\text{с2}}$ ) принимаются по табл.3 СП 24;  $\gamma_{\text{с1}} = 1,25; \gamma_{\text{с2}} = 1,0$

$K$  - коэффициент, принимаемый равным 1,1, если  $\phi$  и  $C$  приняты по табл.1-3 прил.1 СП 24 "Основания зданий и сооружений";

$M_{\gamma}, M_g, M_c$  - коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СП 24

$$M_{\gamma} = 0,782; M_q = 3,918; M_c = 6,494;$$

$k_z$  - коэффициент влияния площади фундамента. Для фундаментов шириной

$$b < 10 \text{ м}, \quad k_z = 1;$$

$c_{\text{II}} = 32,2 \text{ кПа}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

$\gamma_{\text{II}}$  - расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента:

$$\gamma_{\text{II}} = \frac{h_4 \cdot \gamma_4}{h_4} = \gamma_4 = 19,7 \text{ кН/м}^3,$$

$\gamma'_{\text{II}}$  - расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента:

$$\gamma'_{\text{II}} = \frac{h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 + h_3 \cdot \gamma_3 + h_4 \cdot \gamma_4}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4} = \frac{1 \cdot 16,4 + 4,1 \cdot 16,3 + 2,13 \cdot 18,9 + 1,62 \cdot 19,7}{1 + 4,1 + 2,13 + 1,62} = 17,56 \text{ кН/м}^3,$$

где  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$  - удельные веса грунтов, залегающих выше условной подошвы фундамента (рис. 6.2.3.7.1.)

$$R_{\text{усл}} = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1,1} \cdot (0,782 \cdot 2,23 \cdot 20 \cdot 1 + 3,918 \cdot 8,85 \cdot 17,56 + 6,494 \cdot 32,2) = 969,16$$

кПа.

$$p_{\text{ср}} = \frac{1918,51 + 2102,92}{11,88} = 338,5 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{ср}} = 338,5 \text{ кПа} < R_{\text{усл}} = 969,16 \text{ кПа}, \text{ условие выполняется.}$$

### 3.2.3.8. Расчёт осадки методом послойного суммирования

1. Среднее давление подошвы фундамента  $p_{cp} = 338,5$  кПа
2. Вычисляем и строим эпюру естественного давления  $\sigma_{zg0} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i$
3. Рассчитываем дополнительную вертикальную нагрузку  $p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg0}$
4. Высота рассчитываемых слоёв  $h_i = 0,2 \cdot b_{усл} = 0,2 \cdot 3,07 = 0,614$  м
5. Вычисляем и строим эпюру  $\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0$ ,

где  $\alpha$  – коэффициент затухания напряжений. Зависит от соотношения сторон фундамента и относительной глубины, выбирается значение из таблицы 1 приложение 2 СП 24.

$$\alpha = f\left(\frac{l_{усл}}{b_{усл}}; \xi = \frac{2 \cdot z}{b_{усл}}\right)$$

Расчёты по данному алгоритму приведены в таблице 6.2.3.8.1.

Таблица 3.4

z, м	$\xi$	$\alpha$	$\sigma_{zg0}$ , кПа	$P_0$ , кПа	$0,2 \cdot \sigma_{zg0}$ , кПа	$\sigma_{zpi}$ , кПа	$\sigma_{zg0}^{cp}$ , кПа	E, кПа	S, м
0	0	1	155.40	183.10	31.08	183.10		23000	
0.614	0.4	0.968	167.50	171.00	33.50	165.53	174.32	23000	0.0037
1.228	0.8	0.831	179.59	158.91	35.92	132.05	148.79	23000	0.0064
1.842	1.2	0.655	191.69	146.81	38.34	96.16	114.11	23000	0.0073
2.456	1.6	0.503	203.78	134.72	40.76	67.76	81.96	23000	0.0070
3.07	2	0.387	215.88	122.62	43.18	47.45	57.61	23000	0.0062
3.684	2.4	0.301	227.97	110.53	45.59	33.27	40.36	23000	0.0052
									0.0357

6. Находим нижнюю границу сжимаемой толщи:

$$0,2 \cdot \sigma_{zg0} \geq \sigma_{zp}$$

В нашем случае  $45,59$  кПа  $>$   $33,27$  кПа, условие выполняется.

7. Считаем суммарную осадку по всем слоям:  $S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{0,8 \cdot h_i \cdot \sigma_{zpi}^{cp}}{E_i}$

8. Проверяем выполнение условия  $S < S_u$ . В нашем случае  $3,71$  см  $<$   $12$  см, где  $S_u = 12$  см – предельное значение осадки для промышленных зданий с металлическим каркасом.

Условие выполняется.

На рис. 6.2.3.1. приведены эпюры  $\sigma_{zg0}$  и  $\sigma_{zpi}$ .

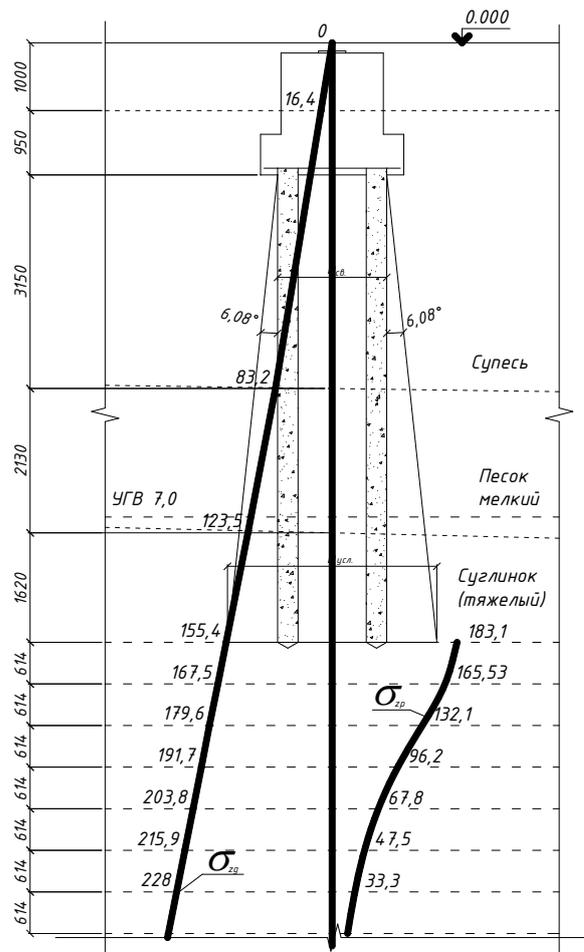


Рисунок 3.4 -Эпюры  $\sigma_{zg0}$  и  $\sigma_{zpi}$ .

## **4 Технология строительного производства**

### **4.1 Область применения**

Технологическая карта разработана на монтаж стального каркаса здания цеха металлургического завода в Калужской области.

Данная технологическая карта предназначена для нового строительства и при нормальных условиях. Поэтому следует учитывать условия производства работ в зимнее время.

Технологическая карта удовлетворяет всем нормативным требованиям к разработке соответствующих разделов организации труда в проектах производства работ с учетом мероприятий по научной организации труда и технике безопасности.

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

- геодезическая разбивка местоположения металлоконструкций;
- досборка металлоконструкций, если она необходима;
- установка готовых металлоконструкций;
- выверка и закрепление металлоконструкций в проектном положении.

Метод монтажа принят комплексный, поэлементный.

Подачу материалов выполнять при помощи крана Zoomlion ZTC300V532.

### **4.2 Общие положения**

Настоящая технологическая карта составлена на монтаж стального каркаса здания, состоящего из колонн, ферм и связей. Данная технологическая карта разработана в соответствии с МДС 12-29.2006, СП 48.13330.2019 «Организация строительства», СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве» СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции». Технологическая карта разработана на основе рабочих чертежей проекта, методической литературы и других нормативных документов.

Здание состоит из трех блоков:

- в осях В-Г/1-11 шириной 30 м, длиной 120 м.
- в осях Б-В/1-11 шириной 36 м, длиной 120 м.
- в осях А-Б/1-11 шириной 36 м, длиной 120 м

Шаг колонн – 12 м, что обусловлено технологическими требованиями.

Высота здания 21,6 м (без учёта фонаря), отметка верха фонаря – 24,0 м.

Каждый пролёт здания оснащён кранами нормального и тяжелого режимов работы (5К, 7К, А5) количеством от 1 до 3;

- пролёт в осях А-Б/1-11 – 2 крана грузоподъёмностью 20 т;
- пролёт в осях Б-В/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 20/5 т;
- пролёт в осях В-Г/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 32/5 т;

Технологическая карта разрабатывается для обеспечения строительства рациональными решениями по организации, технологии и механизации строительных работ.

### **4.3 Организация и технология выполнения работ**

Строительство производится из материалов, производимых местными предприятиями.

#### **4.3.1 Подготовительные работы**

До начала устройства стального каркаса должны быть выполнены:

1. До начала монтажа стальных конструкций должны быть выполнены подготовительные работы, а также работы "нулевого цикла".
2. Должны быть доставлены на рабочее место: монтажное оборудование, приспособления и инструменты.
3. Назначены ответственного лица за качественное и безопасное производство работ.
4. Получена производственно-техническая документация.
5. Проведен инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии.
6. Сооружен подъездов к месту производства работ и планирование монтажной площадки.
7. Установлены передвижные вагончики для хранения инструментов и бытовых нужд.
8. Подготовлены рабочие места и укомплектованы их защитными средствами, медицинскими аптечками и противопожарным инвентарем.
9. Согласованы графики поставки оборудования, изделий и материалов.
10. Подготовлены мест для складирования материалов, инвентаря и др. необходимого оборудования.
11. Подобраны и завезены на объект монтажа инструменты, приспособления, инвентарь и проверено их техническое состояние.
12. Проведена геодезическая разбивка оси перехода с оформлением акта со схемами расположения реперов и других геодезических знаков.
13. Ограждены зоны строительства предупредительными знаками, освещенными в ночное время.
14. Обеспечены связью для оперативно-диспетчерского управления производством работ.
15. Выполнено обеспечение строительной площадки противопожарным инвентарем и средствами сигнализации.
16. Составлен акт готовности объекта к производству работ.
17. Подготовлены стыкуемые поверхности, заключается в их очистке от грязи, ржавчины, снега, льда, масла и пыли.

18. Спилить напильником или срубить зубилом заусенцы на кромках деталей, а также тщательно выправить неровности, вмятины, погнутости деталей соединения, которые могли возникнуть во время транспортировки конструкций, а также при их погрузке и выгрузке.

19. Представители строительной организации (прораб) и организации заказчика (технадзор) до начала производства работ по монтажу должны совместно осмотреть и подписать акт на скрытые работы (принять конструкции, изготовленные в заводских условиях).

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

### **4.3.2 Основные работы**

Монтаж металлических конструкций осуществлять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-2019, СП 53-101-98, рабочего проекта и инструкций заводов-изготовителей. Замена предусмотренных проектом конструкций и материалов допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком. 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;
- установка, выверка и закрепление готовых колонн на фундаментах;
- подготовка мест балок перекрытия;
- установка, выверка и закрепление балок перекрытия на опорных поверхностях.
- подготовка мест опирания ферм;
- укрупнительная сборка ферм;
- закрепление на ферме распорок, оттяжек и монтажных лестниц;
- установка готовых ферм на опорные поверхности;
- выверка и закрепление ферм в проектном положении.

Основные операции при монтаже колонн: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стропуют колонны за верхний конец, либо в уровне опирания балок. В некоторых случаях для понижения центра тяжести к башмаку колонны крепят дополнительный груз. Колонны захватывают стропами или полуавтоматическими захватными приспособлениями. После проверки надежности строповки колонну устанавливает звено из 4-х рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. На высоте 30-40 см над верхним обрезом фундамента монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное

положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами. Дополнительного смещения колонны для выверки по осям и по высоте в этом случае не требуется.

Наводку колонны в проектное положение производить с минимальной скоростью.

Положение колонны выверить относительно разбивочных осей, проверить ее вертикальность и высотную отметку.

Временное закрепление установленной колонны произвести с помощью монтажной оснастки (подкосов, связей, кондукторов и т.п.), типоразмер которой зависит от размеров и конструкции монтируемой колонны. Постоянное закрепление колонн, балок произвести сваркой согласно проекту.

Стропы могут быть сняты с колонны, балки после их временного закрепления. Монтажную оснастку снять после постоянного закрепления деталей каркаса по проекту.

Перед установкой колонны необходимо прокрутить гайки по резьбе анкерных болтов. Кроме того, резьбу болтов смазывают и предохраняют от повреждения колпачками из газовых труб.

Первыми монтируют пару колонн, между которыми расположены вертикальные связи, закрепляют их фундаментными болтами. Раскрепляют первую пару колонн связями и балками. Стропы снимают с колонны только после ее постоянного закрепления. Устанавливают после каждой очередной колонны балку, вертикальные связи или распорку, т.к. колонна должна быть быстро закреплена к смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Вертикальные связи должны быть установлены и закреплены согласно проекту, временное закрепление конструкции выполняют сварными и болтовыми соединениями.

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.

После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ригелей, 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.

Подготовка балок покрытия к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- прикрепление планок для опирания кровельных панелей;
- прикрепления по концам балок покрытия двух оттяжек, из пенькового каната, для удержания балок покрытия от раскачивания при подъеме.

Для строповки балок покрытия применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют балок покрытия за две или четыре точки.

Подъем балки покрытия машинист крана начинает по команде звеньевого. При подъеме балки покрытия ее положение в пространстве регулируют, удерживая балку покрытия от раскачивания, с помощью канатов-оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки балку покрытия разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника. На высоте около 0,6 м над местом опирания балку покрытия принимают двое других монтажников (находящиеся на монтажных площадках, прикрепленных к колоннам). Наводят ее, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси балок покрытия, с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении балку покрытия при необходимости смещают ломом без ее подъема, а для смещения балки покрытия в продольном направлении ее предварительно поднимают.

После монтажа балок монтируют связи.

До начала работ по монтажу ферм следует произвести их укрупнительную сборку в специально отведенных для этого местах. Укрупнительную сборку ферм производят в строгом соответствии с детализовочными чертежами.

До подъема металлической фермы монтажники прикрепляют к ней инвентарные распорки, строповочный трос и оттяжки. Далее двое монтажников осуществляют строповку фермы. Третий монтажник зацепляет за захваты стропы балансирующей траверсы и дает команду машинисту крана натянуть стропы. При этом проверяется правильность положения крюков и захватов. Работу по удержанию фермы при её подъеме от раскачивания выполняют двое монтажников. По команде звеньевого машинист подает ферму к месту монтажа, останавливая её на высоте 20-30 см от опорной поверхности. После этого звеньевой и монтажник-электросварщик подводят ферму к месту монтажа, ориентируясь по рискам.

Перемещение фермы и установка её на опорные плоскости колонн производится по команде звеньевого, который находится на подмостях у одной из колонн. После предварительной выверки положения фермы электросварщик производит её временное закрепление путём приварки фермы к опорной поверхности колонны как минимум на 50% по каждому шву. Расчалки для временного закрепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надежным опорам. Расчалки должны быть расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин. Расчалки не должны касаться острых углов других конструкций. Перегибание расчалок в местах соприкосновения их с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием усилий от расчалок.

Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций.

Сварка производится – ручная дуговая, покрытыми электродами типа Э-50А. Размеры швов и кромок – согласно рабочим чертежам на сварочные соединения, валиками сечением не менее 20-35 мм<sup>2</sup>. Следует зачищать места сварки: кромки свариваемых деталей в местах расположения швов и прилегающие к ним поверхности шириной не менее 20 мм необходимо зачищать с удалением ржавчины, жиров, краски, грязи и влаги. Сварку производить при устойчивом режиме: отклонения от заданных значений сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать 5-7%.

Электроды подвергнуть сушке (прокаливанию) в сушильных печах. Число прокаённых электродов на рабочем месте сварщика не должно превышать трех-четырёхчасовой потребности. Электроды следует предохранить от увлажнения – хранить в герметичных пеналах.

При двусторонней сварке стыковых, тавровых и угловых соединений с полным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны удалить его корень до чистого металла.

Применение начальных и выводных планок следует предусматривать по рабочим чертежам сварных соединений. Не допускается возбуждать дугу и выводить кратер на основной металл за пределы шва.

Каждый последующий слой многослойного шва следует выполнять после очистки предыдущего слоя от шлака и брызг металла. Участок шва с трещинами следует исправлять до наложения последующего слоя.

Поверхности сварных швов после окончания сварки очистить от шлака, брызг, наплывов и натеков металла.

Приваренные монтажные приспособления удалить (газовой резкой с припуском) без повреждения основного металла и ударных воздействий. Места их приварки зачистить механическим способом заподлицо с основным металлом.

Сварочные работы производить при температуре наружного воздуха не ниже -20 °С. Силу сварочного тока необходимо при этом повышать пропорционально понижению температуры: при понижении от 0 до -10 °С - на 10%, при понижении от -10 до -20 °С - еще на 10%.

При отрицательной температуре сварочные работы выполнить с соблюдением следующих правил:

- особо тщательно заварить замыкающие участки швов;
- удалить влагу и снег на расстоянии не менее 1 м от места сварки;
- просушить зону сварки, например, с помощью пламени горелки.

Около шва сварного соединения, на расстоянии 40 мм от границы шва должен быть проставлен номер клейма сварщика.

### **4.3.3 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.

#### **4.4 Требования к качеству работ**

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

- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»
- ГОСТ Р 58945-2020 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. 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 рисков. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения превышают допуски, заводам-изготовителям направляют рекламации, а конструкции бракуют. Все конструкции, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

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

Таблица 4.1 – Операционный контроль технологического процесса

Наименование процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения	Способ контроля
1	2	3	4
Подготовительные работы	Правильность складирования конструкций. Наличие паспортов и сертификатов качества. Комплектность конструкций. Соответствие элементов конструкций проекту. Наличие внешних дефектов.		стальной рулеткой, визуально
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении Кривизна колонны расстояния между точками закрепления.	$\pm 5$ мм 10 мм 0,0013	теодолит рулетка нивелир
Монтаж ферм	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей Расстояние между осями ферм по верхним поясам в середине пролета Отклонение от совмещения оси нижнего пояса фермы с рисками на колонне подстропильной фермы	$\pm 5$ мм. 60 мм. 8 мм	теодолит рулетка нивелир
Сварочные работы	Контроль сварных соединений в процессе их выполнения, соответствие проекту марки электродов.		Линейка, визуально

#### 4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Таблица 4.2 – Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

№ п/п	Наименование технологического процесса и его операции	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика	Кол-во
Оборудование и механизмы				

1	Строповка элементов	Стропы 4-х ветвевые	Грузоподъемность 4,0 т	1
2	Строповка элементов	Стропы 2-х ветвевые	Грузоподъемность 10 т	1
3	Строповка элементов	Стропы 1-но ветвевой	Грузоподъемность 2,0 т	
4	Строповка элементов	Стропы 4-х ветвевые	Грузоподъемность 2,0 т	1
5	Измерение углов	Теодолит 3Т2КП2	500*30	1
6	Определение превышений	Нивелир НИ-3		1
Инструменты и приспособления				
7	Монтаж конструкций	Угольник стальной ГОСТ 3749-77		6
8	Проверка вертикальности	Отвес стальной строительный ГОСТ 7948-80		6
9	Измерение длины	Рулетка измерительная ГОСТ 7502-80	Длина 10 м	8
10	Проверка горизонтальности	Уровень строительный ГОСТ 9416-76		6
11	Монтаж конструкций	Метр складной металлический ГОСТ 7502-80	Длина 3 м	6
12	Монтаж конструкций	Порядовка универсальная ГОСТ 9416-76		6
13	Выверка элементов	Кувалда ГОСТ 11401-75		2
Возведение надземной части				
14	Средство индивидуальной защиты	Пояс предохранительный ГОСТ 12.4089-80		14
15	Средство индивидуальной защиты	Каска строительная ГОСТ 12.4087-84		14
16	Средство индивидуальной защиты	Очки защитные ЗП 1-90 ГОСТ 12.400		14

7	1	Средство индивидуальной защиты	Флажок сигнальный		6
8	1	Средство индивидуальной защиты	Аптечка универсальная ТУ 94-457-98		2
9	1	Средство индивидуальной защиты	Жилеты оранжевые		14
0	2	Средство индивидуальной защиты	Рукавицы		14
1	2	Светильник и	ЦНИИОМТ П 3294.51		4

Таблица 4.3 – Машины и технологическое оборудование

№ п/п	№	Наименование технологического процесса и его операции	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика	Количество
1		Разгрузка монтаж и подача строительных конструкций	Zoomlion ZTC300V532	Грузоподъемность 32 т	1
2		Очистка стыков арматуры	Машина ручная шлифовальная Makita 9046	Мощность 600Вт, вес 3кг	2
3		Подача сжатого воздуха	Компрессор FUBAG	220/380 В	1
4		Сварочные работы	Сварочный аппарат ПЛАЗЕР ТДМ-505 CU 493	Мощность 27800Вт, ток 500А	2
5		Доставка материалов на строительную площадку	Бортовой автомобиль Камаз 4308	Грузоподъемность 20 т	2

Таблица 4.4 – Материалы и изделия

№ п/п	№	Наименование технологического процесса и его операции	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения (м)	Потребность на объем работ
1		Монтаж колонн	Колонны ГОСТ 8240-97	шт.	1	44
				т	2,0 5	90

2	Монтаж подкрановых балок	Балки ГОСТ 8240-97	Ш т.	1	48
			т	2,4 6	118
3	Монтаж порталных связей	Связи ГОСТ 8509-93	Ш т.	1	4
			т	1,7 5	7
	Монтаж связей по покрытию	Связи ГОСТ 8509-93	Ш т.	1	40
			т	0,2 0	8
5	Монтаж ферм	Фермы ГОСТ 27579-88	Ш т.	1	33
			т	3,0 4	298
6	Монтаж прогонов	Прогоны ГОСТ 8510-93	Ш т	1	360
			т	0,3 3	119
7	Монтаж фахверка	Ригели фахверка ГОСТ 8240-97	Ш т	1	14
			т	2,7 9	39
8	Монтажные работы	Болты с гайками и шайбами, ГОСТ 7798-70	к г	4,4	312,4
9	Сварочные работы	Электроды Э-42А УОНИ 13/45, ГОСТ 9466-75	к г	2,6	312,4
		Кислород чистый 99%, ГОСТ 5583-78	к г	2,5	184,6
		Пропан-бутан	м з	0,8	177,5
10	Антикоррозионная защита	Грунтовка ПФ-021, ГОСТ 25129-82	к г	0,3 1	22,01
		Растворитель	л	0,6	6,89

#### 4.6 Подбор подъемно-транспортного оборудования

Выбор крана для монтажа здания и подъема оборудования осуществляется по наиболее тяжелому элементу – ферме пролетом 36 м.

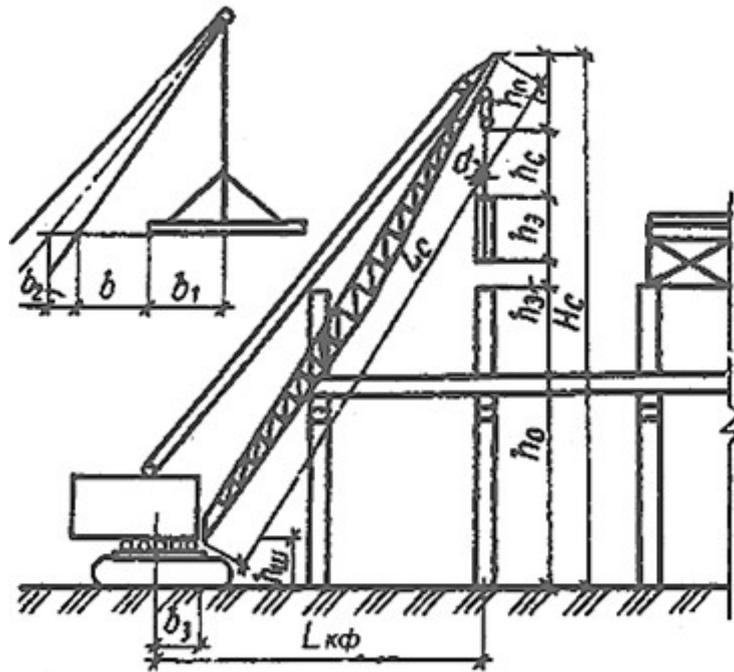


Рисунок 4.1 – Схема работы крана

Монтажная масса определяется по формуле

$$M_M = M_3 + M_T, \quad (4.1)$$

где  $M_T$  – масса грузозахватного устройства (Строп 2СК-3,2);  
 $M_3$  – масса элемента.

Принимаем

$$M_T = 0,0948 \text{ т}; M_3 = 5,8 \text{ т}.$$

Подставляем значение в формулу (4.1), получаем

$$M_M = M_3 + M_T = 5,8 + 0,0948 = 5,895 \text{ т},$$

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_3 + h_c, \quad (4.2)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м

$h_3$  – запас по высоте;

$h_3$  – высота элемента в положении подъема;

$h_c$  – высота грузозахватного устройства;

$$H_k = 17,55 + 0,5 + 3,15 + 3,0 = 24,2 \text{ м}.$$

Минимально требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы найдем по формуле

$$H_c = H_k + h_{\text{п}}, \quad (4.3)$$

где

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

$$H_c = 24,2 + 2 = 26,2 \text{ м.}$$

Требуемый монтажный вылет крюка определяется по формуле

$$l_k = \frac{(b + b_1 + b_2) \cdot (H_c - h_{\text{ш}})}{(h_r + h_{\text{п}})} + b_3, \quad (4.4)$$

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

$b_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента приближенного к стреле;

$b_2$  – половины толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

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

$b_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы.

$$l_k = \frac{(0,5 + 0,5 + 0,5) \cdot (26,2 - 2)}{(3 + 2)} + 2 = 9,26 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы определяется по формуле

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{\text{ш}})^2}, \quad (4.5)$$

где  $l_k$  – то же, что и в формуле (4.4);

$b_3$  – то же, что и в формуле (4.4);

$H_c$  – то же, что и в формуле (4.3);

$h_{\text{ш}}$  – то же, что и в формуле (4.4).

$$L_c = \sqrt{(9,26 - 2)^2 + (26,2 - 2)^2} = 25,27 \text{ м.}$$

По полученному значению минимальной длины стрелы, вылету крюка, высоте подъема крюка и необходимой грузоподъемности по справочнику подобран кран Zoomlion ZTC300V532 стрела 30,4 м характеристики представлены на рисунке 4.2.

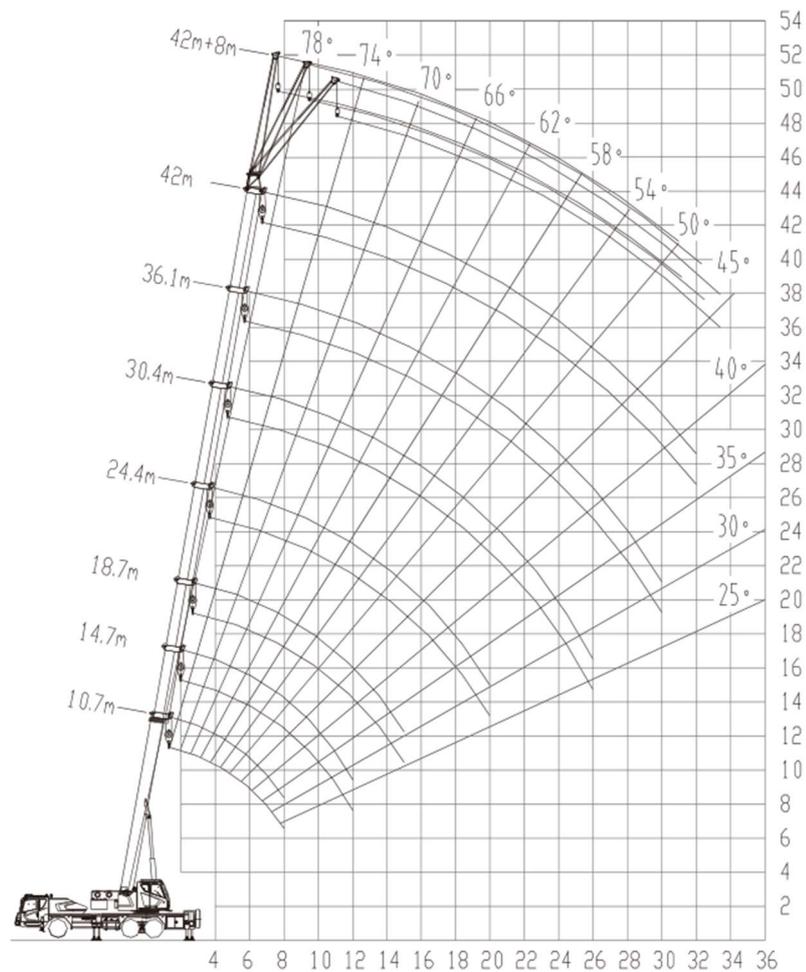


Рисунок 4.2 – Характеристики крана

#### 4.7 Техника безопасности и охрана труда

Правила по охране труда в строительстве взяты по Приказу Минтруда России №336н от 1 июня 2015 г. Правила по охране труда в строительстве устанавливают государственные нормативные требования охраны труда при проведении общестроительных и специальных строительных работ.

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:

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;

Организовать работы в соответствии с проектом производства работ;

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

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

Не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц. Не допускать до работы лиц с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии, удалять их с территории строительной площадки.

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 электрические машины (электрифицированный инструмент) следует с соблюдением требований ГОСТ 12.2.013.0-91 и ОСТ 36-108-83;

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

#### **4.8 Техничко-экономические показатели**

Техничко-экономические показатели технологической карты представлены на листе 5.

## **5 Организация строительной площадки**

### **5.1 Объектный строительный генеральный план**

Объектный стройгенплан разрабатывает подрядчик на стадии рабочих чертежей в составе ППР на строящееся здание. Данный стройгенплан составлен на основной период строительства (возведение надземной части), в нем была спроектирована площадка, непосредственно прилегающая к строящемуся зданию, и определено расположение временных зданий и сооружений, открытых и закрытых складов, инженерных сетей и коммуникаций, строительных машин и устройств, необходимых для возведения проектируемого объекта строительства.

#### **5.1.2 Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства**

Объект строительства – цех – часть здания среднесортного прокатного стана Калужского электрометаллургического завода – расположен на территории Калужской области (Российская Федерация).

Район строительства – г. Калуга, Калужская область.

Климатический район строительства – ШВ.

По СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» определяем температурный режим.

Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – -29 °С.

Средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С – -5,8 °С.

Продолжительность, сут, периода со среднесуточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С – 208 сут.

Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 – -29 °С.

Зона влажности – нормальная.

Количество осадков за ноябрь-март – 214 мм

Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль – Ю

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4,1 м/с

Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8$ , °С 3,5 м/с

Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,8 кПа (180 кгс/м<sup>2</sup>), III снеговой район.

Нормативное значение ветрового давления – 0,23 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>), I ветровой район.

Сейсмичность района по СП 14.13330.2018 – 5 баллов.

### **5.1.3 Оценка развитости транспортной инфраструктуры**

Регион строительства имеет развитую транспортную инфраструктуру: густую сеть автомобильных и железных дорог, грузовые и сортировочные станции железнодорожного транспорта.

Для строительства используются существующие автомобильные дороги.

Доставка строительных материалов, конструкций, малогабаритного и легковесного оборудования и приборов на площадку строительства осуществляется автомобильным транспортом.

### **5.1.4 Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства**

На период строительства планируется использовать рабочую силу строительно-монтажных подразделений, определяемых на торгах.

Привлечение для строительства квалифицированных специалистов из других регионов, и работа вахтовым методом не предусматривается.

### **5.1.5 Разработка объектного стройгенплана на период возведения надземной части**

#### **5.1.5.1 Выбор монтажного крана**

Расчет и выбор крана на основной период строительства произведен в разделе 4 пояснительной записки.

#### **5.1.5.2 Размещение крана на объекте**

Поперечную привязку самоходных стреловых кранов, или минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания определяют по формуле

$$b=R_{\text{пов}}+l_{\text{без}} \quad (5.1)$$

где  $l_{\text{без}}=1,0$  м, т.к. выступающие части здания располагаются на высоте  $>2$  м;

$R_{\text{пов}}$  – ширина поворотной части с опорами (взято из паспорта крана)

$$b=4,0+1,0=5,0 \text{ м.}$$

Продольная привязка самоходного крана к зданию определяется графическим способом с таким расчетом, чтобы зоны работы кранов со всех стоянок перекрывали площадь, на которой монтируют конструкции.

При этом число стоянок принимают минимально необходимым.

### 5.1.5.3 Определение величины опасных зон

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов. Эта зона ограждается защитными ограждениями по ГОСТ Р 58967-2020.

1. Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Она зависит от высоты здания и величины отклонения падающего предмета.

Принимается по СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве», таблица Г.1.

Радиус действия монтажной зоны:

$$M_m = l_2 + x = 6,0 + 5,0 = 11,0 \text{ м} \quad (5.2)$$

где  $l_2$  – наибольший габарит перемещаемого груза (6,0 м – сэндвич-панель);

$x$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 3, РД 11–06–2007).

2. Зоной обслуживания крана или рабочей называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана.

$R_{\max} = 30,4$  м, равна вылету стрелы.

3. Зона перемещения груза – пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза. Отдельно на стройгенплане не показывают. Данная зона служит составляющей при расчете границ опасной зоны работы крана, которая суммирует все входящие в ее контур зоны.

$$R_{\text{п.гр.}} = R_{\max} + 0,5 l_{\text{эл.мах.}} = 30,4 + 0,5 \cdot 6 = 33,4 \text{ м.} \quad (5.3)$$

где  $l_{\text{эл.мах.}}$  – ширины наибольшего монтируемого элемента, м (сэндвич-панель,  $l_{\text{эл.мах.}} = 6000$  мм);

4. Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом его рассеивания или отлета при падении.

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{max}} + 0,5 \cdot B_2 + I_{\text{эл.мах}} + x, \quad (5.4)$$

где  $B_2$  – ширина монтируемого элемента, м.

$x$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 3, РД 11–06–2007).

$$R_{\text{оп}} = 30,4 + 0,5 \cdot 1 + 6,0 + 7,0 = 43,9 \text{ м.}$$

Зоны потенциально действующих опасных факторов относят участки территории вблизи строящегося здания и этажи здания в одной захватке, над которыми происходит монтаж конструкций ограждаются сигнальными ограждениями в соответствии с ГОСТ Р 58967-2020. Производство работы в этих зонах требуют специальных организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работающих.

#### 5.1.5.4 Внутрипостроечные дороги

Проектом предусмотрено строительство временных и постоянных автодорог, которые можно использовать для построечного транспорта.

Расположение дорог на стройгенплане обеспечивает проезд в зону действия монтажного крана, склада, бытовым помещениям.

Ширина построечных дорог принята шириной 3,5 м, с уширением до 6,5 под разгрузочные для автотранспорта. Расстояние между дорогой и складской площадкой принято 1 м, между дорогой и забором, ограничивающим строительную площадку, зависит от границы опасной зоны монтажного крана. В соответствии с нормами минимальный радиус закруглений принят 12 м.

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный стенд пожарной защиты с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, схемой движения транспорта, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи, и назначается пожарный расчет.

На дорогах должна предусматриваться установка знаков ограничения скорости движения транспорта.

Поскольку основная часть построечных дорог предусмотрена по полотну построечных дорог, устанавливается верхний слой из песчано-гравийной смеси.

### 5.1.5.5 Расчет и проектирование временных инвентарных зданий

Таблица 5.1 – Расчет потребности в кадрах

№ п/п	Категория работающих	Удельный вес работающих в %	Из занятых в наиболее многочисленную смену	
			% общего числа работающих	Всего человек
1	Рабочие	83,9 (10 чел)	70	8
2	ИТР	11 (2 чел)	80	1
3	Служащие	3,6 (1 чел)	80	1
4	МОП и охрана	1,5 (1 чел.)	80	1
	Всего	15		11

На период строительства на площадке необходимо предусмотреть временные бытовые помещения для строителей.

Расчет потребности в площадях инвентарных, временных зданий выполнен на основании «Расчетных нормативов для составления ПОС» Часть 1, гл. 10, п.п. 10.11-10.12.

Для обслуживания строительства используются временные здания инвентарного типа комплектной поставки. Отопление инвентарных зданий производится электронагревателями заводского изготовления.

Расчет площадей инвентарных зданий санитарно-бытового назначения произведен исходя из численности работающих, занятых на строительной площадке в наиболее многочисленную смену.

Расчет площадей гардеробных производится на общее количество рабочих, занятых на строительной площадке.

Расчет площадей контор производится на общее количество ИТР, служащих и МОП или на их линейный персонал, принимаемый, при отсутствии исходных данных, в размере 50 % общего количества ИТР, служащих и МОП.

Расчет сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Площади временных зданий

Временные здания	Кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>		Тип помещения	Площадь, м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	2	3	4	5	6	7	8
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная	8	0,9	7,2	6х2х3	12	12	1
Душевая	8	0,43	3,44	6х3х3	18	18	1
Столовая	10	0,6	6	6х2х3	12	12	1

Туалет	10	0,07	0,7	3x3x3	9	9	1
Умывальная	8	0,05	0,4	6x2x3	12	12	1
Сушильня	8	0,2	1,6	6x2x3	12	12	1
Помещение для обогрева рабочих	8	0,35	2,8	6x2x3	12	12	1

На строительной площадке рекомендуется установить временные инвентарные бытовые помещения по типовому проекту.

Количество временных зданий может быть увеличено, их следует расположить на запроектированной площадке, представленной в графической части

### 5.1.5.6 Проектирование складских помещений и площадок

Необходимый запас материалов на складе определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.5)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период (по ППР);

$T$  – продолжительность расчетного периода по календарному плану, дн.;

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

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

$K_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода.

Полезная площадь склада (без проходов), занимаемая сложенными материалами определяется по формуле

$$S_{\text{тр}} = P_{\text{скл}} \cdot q, \quad (5.6)$$

где  $P_{\text{скл}}$  – расчетный запас материала ( $\text{м}^2$ ,  $\text{м}^3$ , шт);

$q$  – норма складирования площади пола с учётом проездов и проходов.

Материалы, требующие закрытого способа хранения, складировать внутри строящегося здания. Дополнительное помещение на СГП не проектируем.

Расчеты сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость подсчетов площадей складов

Наименование изделий, материалов и констр.к.	Продолжительность периода Т, дн.	Ед. изм.	Потребность		Коэфф.		Запас материал. дн.		Количество материалов на складе Р <sub>скл</sub>	Площадь склада	
			Общая на расчетный период Р <sub>общ</sub>	Суточная $\frac{P_{общ}}{T}$	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	Нормативный Т <sub>н</sub>	Расчетный Т <sub>н</sub> ·К <sub>1</sub> ·К <sub>2</sub>		Нормативная площадь q, м <sup>2</sup>	Полезная площадь F, м <sup>2</sup>
Сэндвич-панели	0	2	120 <sup>9</sup>	04	,1	,3	2	7,16 <sup>1</sup>	,57		50,6 3

Для хранения отделочных материалов будет задействован 1 этаж здания (как закрытые склады) после их монтажа.

### 5.1.5.7 Потребность в электроэнергии

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определяется на период выполнения максимального объема строительного-монтажных работ по формуле

$$P = L_x \left( \sum \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + \sum K_2 P_{o.v.} + \sum K_3 P_{o.n} + \sum K_4 P_{св.} \right), \quad (5.8)$$

где  $L_x = 1,05$  – коэффициент потери мощности в сети;

$P_M$  – сумма номинальных мощностей работающих электромоторов (бетоноломы, трамбовки, вибраторы и т.д.);

$P_{o.v.}$  – суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{o.n}$  – то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{св.}$  – то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$  – коэффициент потери мощности для силовых потребителей электромоторов;

$K_1 = 0,5$  – коэффициент одновременности работы электромоторов;

$K_3 = 0,8$  – то же, для внутреннего освещения;

$K_4 = 0,9$  – то же, для наружного освещения;

$K_5 = 0,6$  – то же, для сварочных трансформаторов.

Данные подсчетов требуемых мощностей приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Ведомость подсчетов требуемых мощностей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм.	Коэф. спроса, $K_c$	$\cos \varphi$	Требуемая мощность, кВт
Силовые потребители						
Лебедка	шт	3	10	0,1	0,5	6,00
Сварочный аппарат	шт	2	20	0,35	0,7	20,00
Насос	шт	3	5,5	0,65	0,8	13,41
Мелкие строительные механизмы	шт	5	7	0,15	0,55	9,55
Растворомешалка	шт	2	22	0,15	0,55	12,00
Компрессор	шт	2	15	0,55	0,8	20,63
Внутреннее освещение						
Отделочные работы	м <sup>2</sup>	12240	0,015	0,8	1	146,88
Складская площадь	м <sup>2</sup>	160	0,003	0,8	1	0,38
Прорабская	м <sup>2</sup>	12	0,015	0,8	1	0,14
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	36	0,003	0,8	1	0,09
Помещение приема пищи, гардеробная	м <sup>2</sup>	36	0,003	0,8	1	0,09
Наружное освещение						
Территория строительства	м <sup>2</sup>	30879,7	0,002	1	1	61,76
Проходы и проезды						
Проходы и проезды	км	0,2	0,2	1	1	0,04
Общая требуемая мощность $290,96 \times 1,05 = 305,50$ кВт						

Требуемая мощность  $P = 305,50$  кВт.

Выбираем трансформаторную подстанцию типа СКТП-560, мощность которой больше расчетной, т.к. не все электропотребители были учтены.

Требуемое количество прожекторов для строительной площадки определим по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (5.9)$$

где  $P$  – мощность;

$E$  – освещенность;

$S$  – площадь, подлежащая освещению;

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора.

Для освещения используем ПЗС-45 мощностью  $P=0,3$  Вт/м<sup>2</sup>.

Мощность лампы прожектора  $P_{\text{л}} = 1000$  Вт.

Освещенность  $E = 2$  лк.

Площадь, подлежащая освещению  $S = 30879,7$  м<sup>2</sup>.

$$n = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 30879,7}{1000} = 18,53.$$

Принимаем для освещения строительной площадки 19 прожекторов.  
В качестве ЛЭП принимаются воздушные линии электропередач.

### 5.1.5.8 Временное водоснабжение строительной площадки

Потребность в воде  $Q_{тр}$ , определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{пр}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{хоз}$  нужды. Определяют по формуле

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{п.г.}, \quad (5.10)$$

где  $Q_{пр}$  – расхода воды на производственные нужды;  
 $Q_{хоз}$  – расхода воды на хозяйственно-бытовые нужды;  
 $Q_{п.г.}$  – расхода воды для пожаротушения.

Расход воды на производственные потребности, л/с, определяют по формуле

$$Q_{пр} = K_n \cdot \frac{q_n \cdot \Pi_n \cdot K_{ч}}{t \cdot 3600}, \quad (5.11)$$

где  $q_n = 500$  л – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

$\Pi_n$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{ч} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления

$T = 8$  ч – число часов в смене;

$K_n = 1,2$  – коэффициент на неучтенный расход воды.

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 1 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,031 \text{ л/сек.}$$

Расходы воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с, определяют по формуле

$$Q_{хоз} = \frac{q_x \cdot \Pi_p \cdot K_{ч}}{t \cdot 3600} + \frac{q_d \cdot \Pi_d}{t_1 \cdot 60}, \quad (5.12)$$

где  $q_x = 15$  л – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

$\Pi_p$  – численность работающих в наиболее загруженную смену ( $22 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,8 = 18$  чел);

$K_{\text{ч}} = 2$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;  
 $q_{\text{д}} = 30$  л – расход воды на прием душа одним работающим;  
 $\Pi_{\text{д}} = 15$  – численность пользующихся душем (до 80 %  $\Pi_{\text{д}}$ );  
 $t_1 = 45$  мин – продолжительность использования душевой установки;  
 $t = 8$  ч – число часов в смене.

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 18 \cdot 2}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 15}{60 \cdot 45} = 0,185 \text{ л/сек.}$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{\text{пож}} = 5$  л/сек определен в соответствии с СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения».

Находим расчетный расход воды, получаем

$$Q_{\text{тр}} = 0,031 + 0,185 + 5 = 5,216 \text{ л/сек.}$$

По расчетному расходу воды определяем необходимый диаметр водопровода по формуле

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \cdot v}}, \quad (5.13)$$

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{5,216}{3,14 \cdot 2}} = 57,64 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент», принимаем трубы с наружным диаметром 60 мм.

### 5.1.6 Потребность в сжатом воздухе

Потребность в сжатом воздухе, м<sup>3</sup>/мин, определяется по формуле:

$$Q = 1,4 \cdot \sum q \cdot K_0,$$

где  $\sum q$  – общая потребность в воздухе пневмоинструмента;  
 $K_0$  – коэффициент при одновременном присоединении пневмоинструмента – 0,9.

$$Q = 1,4 \cdot 3000 \cdot 0,9 = 3700 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

### 5.1.7 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

При производстве строительного-монтажных работах необходимо соблюдать требования СП 48.13330.2019 «Организация строительства», СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», Приказ №883н от 11.12 2020 г. Об утверждении правил по охране труда в строительстве, утверждённых приказом Минтруда России.

Лица, допускаемые к участию в производственных процессах, должны иметь профессиональную подготовку, в том числе по безопасности труда, соответствующую характеру работ.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц. Запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей на этажах, над которыми производятся перемещение, установка и временное закрепление элементов конструкций или оборудования. Следует установить опасные зоны для людей, в пределах которых постоянно действует или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности, надписями установленной формы и ограждены в установленном порядке согласно ГОСТ Р 58967-2020 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия».

Знаки должны быть снабжены поясняющими надписями в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

Обеспечение противопожарной безопасности на строительной площадке должно осуществляться в соответствии с требованиями Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Мероприятия по пожарной безопасности при производстве строительных работ должны быть разработаны в проекте производства работ. Приказом по строительной организации должно быть назначено лицо, ответственное за соблюдение требований пожарной безопасности на строительной площадке и местах производства работ.

Пожарная безопасность на строительной площадке, участках работ и рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с требованиями Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и проходы, в тёмное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-2014 «Строительство. Нормы освещения строительных площадок» табл. 1.

Хранение горюче-смазочных материалов на территории строительной площадки не предусмотрено. Заправка механизмов должна осуществляться централизованно.

Работники должны быть обеспечены СИЗ и СИЗОД в соответствии с действующими нормативами.

### **5.1.8 Мероприятия по охране объекта**

Охрана строительных объектов включает в себя предупреждение хищений строительных материалов, инструментов и техники (как посторонними лицами, так и персоналом подрядчиков), пресечение несанкционированного доступа на площадку, предотвращение несчастных случаев в период строительства.

Для выполнения задач безопасности объекта в период строительства охранное

предприятие должно реализовать ряд мероприятий, включающих в себя:

- круглосуточное присутствие на объекте;
- патрулирование территории по всему периметру;
- осуществление контроля за целостностью заборов, ограждений, решеток и щитов в оконных проемах;
- организацию контрольно-пропускного режима;
- проверку сопроводительной документации при въезде и выезде грузового транспорта со строительного объекта;
- видеонаблюдение;
- контроль сохранности пломб и опечатывающих материалов во время бездействия техники;
- сдачу и прием дежурного поста по соответствующему акту с перечислением всех материальных и технических ценностей, расположенных на охраняемом участке;
- вызов группы экстренного реагирования в случае выявления опасности или правонарушений;
- вызов пожарных и коммунальных служб при возникновении возгораний или иных аварийных ситуаций на объекте.

### **5.1.9 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

При строительстве данного объекта необходимо осуществлять мероприятия по охране окружающей природной среды.

Процесс строительства не должен оказывать негативного воздействия на близлежащие территории.

С целью снижения отрицательного воздействия строительного производства на окружающую среду и создание наиболее благоприятных условий для трудящихся на строительной площадке в проекте предусматривается выполнение следующих мероприятий:

- в летний период времени все автодороги и площадки дорожного типа должны регулярно поливаться водой;

- при уборке помещений, заканчиваемых строительством, отходы и мусор должны удаляться с обязательным использованием закрытых лотков и бункеров-накопителей, предотвращающих запыление территории, и вывозится автотранспортом на близлежащие свалки;

- с целью уменьшения шума от производства строительных работ запрещается работа механизмов в холостую.

Работу строительной техники, создающую шум и вибрацию осуществлять с 8 до 22 часов.

Источником загрязнения атмосферы на стройплощадке является строительная техника. Настоящие мероприятия по охране окружающей среды предусматривают охрану воздушной среды, борьбу с шумом, охрану и национальное использование воды, земли, почвенно-растительного слоя, минеральных и органических ресурсов.

## **5.2 Определение нормативной продолжительности строительства**

Нормативная продолжительность строительства определена на основании СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», раздел 7 «Черная металлургия», пункт 12 «Цех гнутых профилей». Продолжительность строительства-8 мес, с учетом 1 месяца подготовительного периода.

## 6 Экономика строительства

### 6.1 Составление локального сметного расчета на общестроительные работы

В данной работе был составлен локальный сметный расчет на общестроительные работы.

Основным методическим документом в строительстве выступает Методика утверждена Приказом Минстроя России от 04.08.2020 N 421/пр. [20], которая содержит общие положения по ценообразованию и конкретные рекомендации по составлению всех форм сметной документации на разные виды работ.

При применении этого метода величина прямых затрат, определенная в базисных ценах на основании федеральных единичных расценок (ФЕР), переводится в текущий уровень путем использования текущих индексов цен.

Индексы дифференцированы по видам строительства и регионам; разрабатываются Федеральным центром ценообразования в строительстве Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

Сметная стоимость пересчитывается в текущие цены по состоянию на II квартал 2023 года с использованием индекса изменения к ФЕР для Калужской области для прочих объектов, согласно письму Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации № 26728-ИФ/09 от 11.05.2023 г. [21]:

- оплата труда 30,37;
- материалы, изделия и конструкции 8,08;
- эксплуатация машин и механизмов 11,49.

Накладные расходы определены в соответствии с [22]

Сметная прибыль определена в соответствии с [24].

Накладные расходы определены в соответствии с [23] в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительномонтажных работ и составила.

Сметная прибыль определена в соответствии с [24] в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительномонтажных работ.

Лимитированные затраты учтены по следующим действующим нормам:

1) Дополнительные затраты на возведение временных зданий и сооружений для предприятий цветной металлургической промышленности – 2,6 % [25, прил.1. пн.2].

2) Дополнительные затраты на производство строительномонтажных работ в зимнее время для предприятий цветной металлургической промышленности – 4,0 % [26, прил.1, пн.6].

3) Размер средств на непредвиденные работы и затраты для объектов капитального строительства производственного назначения – 3% [20, пн. 179а].

Налог на добавленную стоимость составляет 20 % на суммарную сметную стоимость всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные.

Локальный сметный расчет на общестроительные работы приведен в приложении.

Приведен анализ структуры сметной стоимости на общестроительные работы по разделам локального сметного расчета в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам

Наименование разделов ЛСР	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Земляные работы	11 127,98	193 550,25	0,06
Устройство фундаментов	617 760,43	6 627 362,65	2,03
Монтаж каркаса	7 365 158,11	65 653 628,86	20,07
Наружные стены и перегородки	5 832 658,44	55 748 282,69	17,04
Установка окон и дверей	852 546,00	13 106 880,36	4,01
Устройство полов	3 049 785,63	31 509 792,01	9,63
Устройство кровли	8 795 695,93	75 151 597,78	22,98
Лимитированные затраты	2627306,59	24 563 815,51	7,51
НДС	5830407,82	54 510 982,02	16,67
Итого	34982446,93	327 065 892,14	100,00

На рисунке 6.1 представлена структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам.

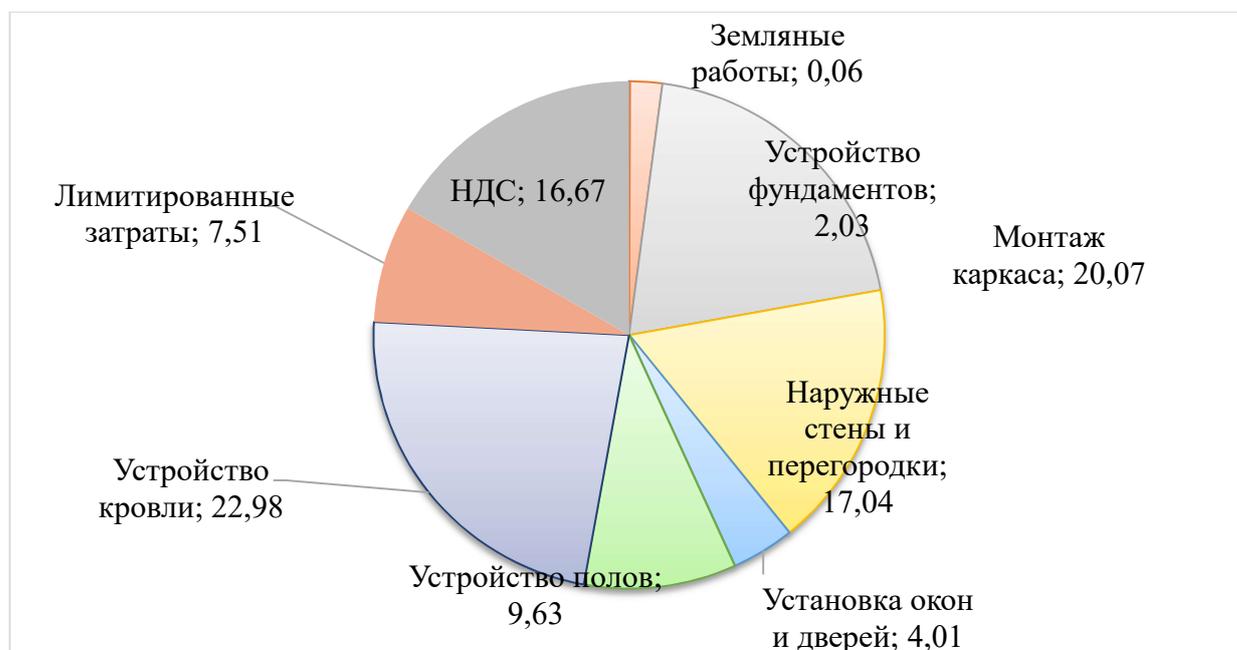


Рисунок 6.1– Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам, %

На рисунке 6.2 отображена структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам в виде гистограммы.

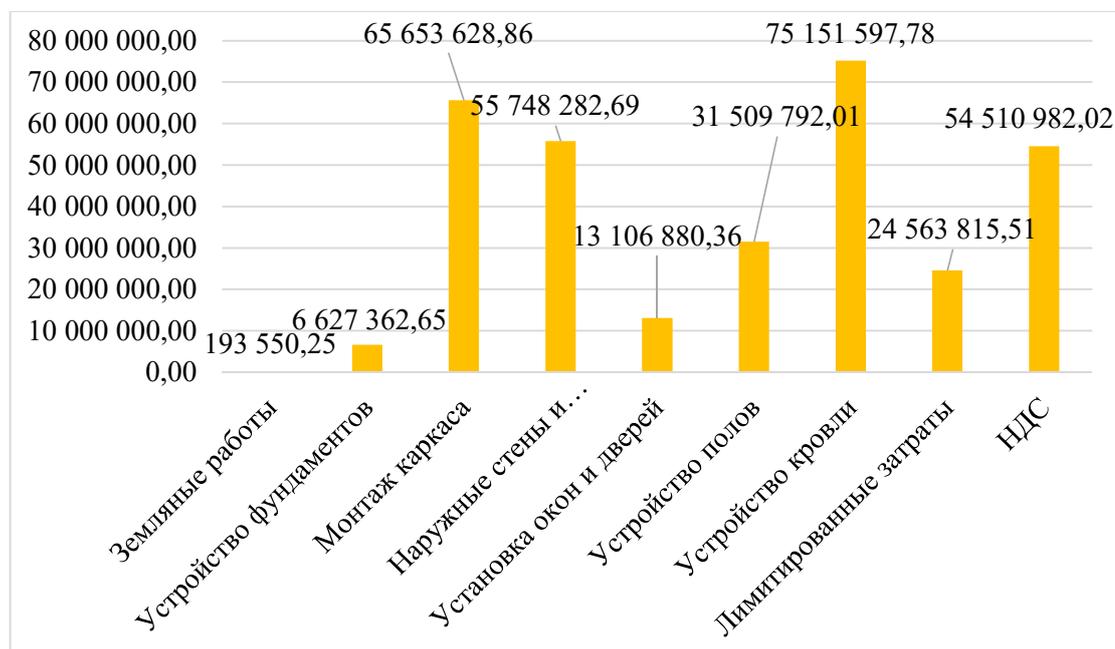


Рисунок 6.2 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам в рублях

Таким образом, в результате анализа структуры локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам можно сделать вывод, что наибольший удельный вес приходится на устройство кровли – 22,98 % (75 151 597,78 руб.), а наименьший на земляные работы – 0,06 % (193 550,25 руб.).

Приведен анализ структуры сметной стоимости общестроительных работ по составным элементам в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Прямые затраты, всего	25 629 501,82	220 802 938,57	67,51
в том числе			
материалы	24 041 698,60	194 256 924,69	59,39
машины и механизмы	1 148 070,44	13 191 329,36	4,03
основная заработная плата	439 732,78	13 354 684,53	4,08
Накладные расходы	545 266,58	16 559 745,41	5,06
Сметная прибыль	349 964,12	10 628 410,62	3,25
Лимитированные затраты	2 627 306,59	24 563 815,51	7,51
НДС	5 830 407,82	54 510 982,02	16,67

Всего	34 982 446,93	327 065 892,14	100,00
-------	---------------	----------------	--------

На рисунке 6.3 представлена структура сметной стоимости локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

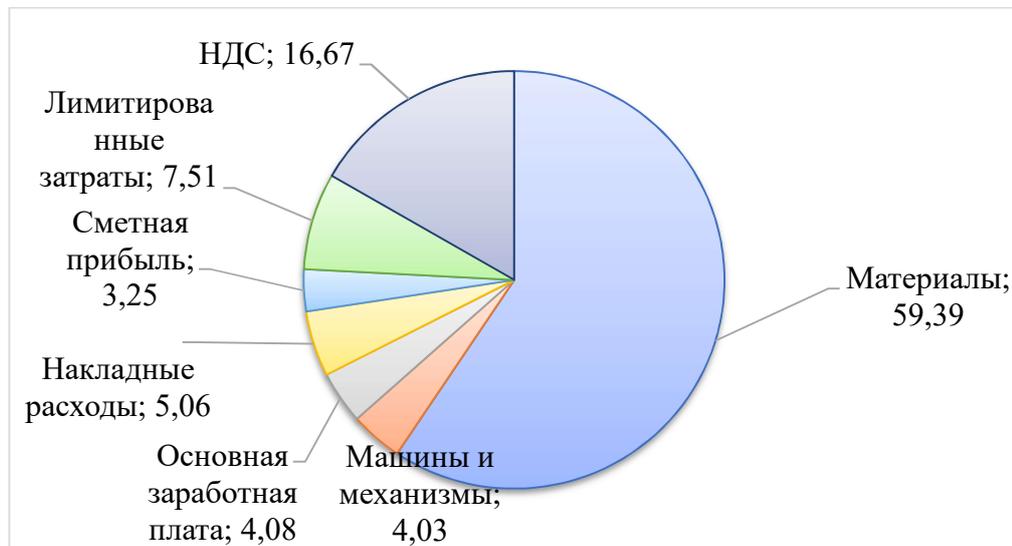


Рисунок 6.3 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам, %

На рисунке 6.4 отображена структура локального сметного расчета на работы на общестроительные работы по составным элементам в виде гистограммы.

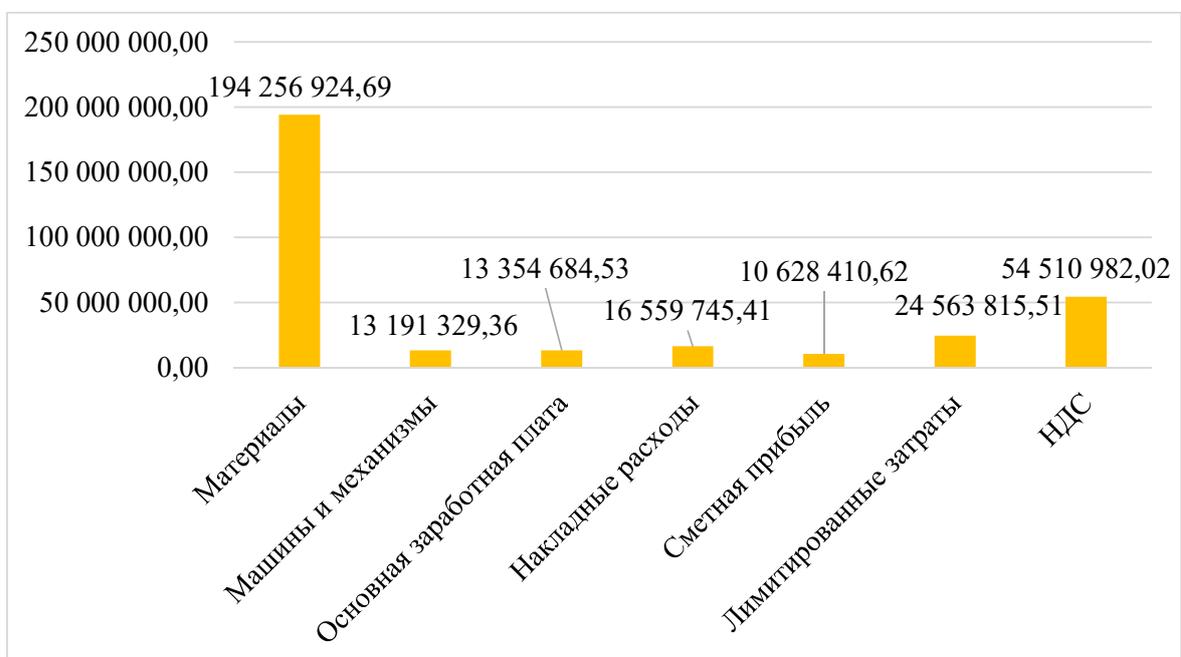


Рисунок 4.4 – Структура локального сметного расчета по составным элементам в рублях

На основе анализа структуры локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам можно сделать вывод, что наибольший удельный вес 67,51% (220 802 938,57 руб.) в рассматриваемом локальном сметном расчете приходится на строительные материалы, которые являются составной частью прямых затрат, наименьший 3,25 % (10 628 410,62 руб.) – на затраты, связанные со сметной прибылью.

## 6.2 Основные технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства. Основные технико-экономические показатели проекта и соответствующие к ним пояснения представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Основные технико-экономические показатели строительства

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
<b>1. Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	12679,6
Этажность здания:	эт.	1
Материал стен		сэндвич-панель
Высота этажа	м	17,55
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	261635,55
Общая площадь	м <sup>2</sup>	12575,72
Полезная площадь	м <sup>2</sup>	9874,03
Планировочный коэффициент		0,78
Объемный коэффициент		20,80
<b>2. Параметры застройки земельного участка</b>		
Площадь участка	га	3,08
Площадь застройки	га	1,27
Площадь проездов и площадок	га	0,04
Площадь озеленения	га	0,02
Площадь неиспользуемой территории	га	1,75
Коэффициент застройки		0,41
<b>3. Стоимостные показатели</b>		
Сметная стоимость общестроительных работ	руб.	327 065 892,14
Сметная стоимость 1 м <sup>2</sup> общей площади	руб.	26007,73
Сметная стоимость 1 м <sup>2</sup> полезной площади	руб.	33123,85
Сметная стоимость 1 м <sup>3</sup> строительного объема	руб.	1250,08
<b>4. Показатели трудовых затрат</b>		
Трудоемкость производства работ	чел.-ч	56155,25
Нормативная выработка на 1 чел.-ч	руб./чел.-ч	778,73
<b>5. Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства	мес.	8

Планировочный коэффициент определяется по формуле

$$K_{\text{пл}} = \frac{S_{\text{пол}}}{S_{\text{общ}}}, \quad (6.1)$$

где  $S_{\text{пол}}$  – полезная площадь;  
 $S_{\text{общ}}$  – общая площадь;

$$K_{\text{пл}} = \frac{9874,03}{12575,72} = 0,78.$$

Объемный коэффициент определяется по формуле

$$K_{\text{об}} = \frac{V_{\text{стр}}}{S_{\text{общ}}}, \quad (6.2)$$

где  $S_{\text{общ}}$  – общая площадь;  
 $V_{\text{общ}}$  – объем здания;

$$K_{\text{об}} = \frac{261635,55}{12575,72} = 20,80.$$

Коэффициент застройки определяется по формуле

$$K_{\text{з}} = \frac{S_{\text{з}}}{S_{\text{уч}}}, \quad (6.3)$$

где  $S_{\text{з}}$  – площадь застройки;  
 $S_{\text{уч}}$  – площадь участка;

$$K_{\text{з}} = \frac{1,27}{3,08} = 0,41.$$

Сметная стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади рассчитана по формуле

$$C_{1\text{м}^2(\text{общ})} = \frac{C}{S_{\text{общ}}}, \quad (6.4)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $S_{\text{общ}}$  – общая площадь здания.

$$C_{1\text{м}^2(\text{общ})} = \frac{327065892,14}{12575,72} = 26007,73 \text{ руб.}$$

Сметная стоимость 1 м<sup>2</sup> полезной площади помещений рассчитана по формуле

$$C_{1м^2(пол)} = \frac{C}{S_{пом}}, \quad (6.5)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $S_{пом}$  – полезная площадь помещений.

$$C_{1м^2(пол)} = \frac{327065892,14}{9874,03} = 33\,123,85 \text{ руб.}$$

Сметная стоимость 1 м<sup>3</sup> объема рассчитана по формуле

$$C_{1м^3(об)} = \frac{C}{V}, \quad (6.6)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $V$  – объем здания.

$$C_{1м^3(об)} = \frac{327065892,14}{261635,55} = 1250,08 \text{ руб.}$$

Нормативная выработка на 1 чел-ч определяется по формуле

$$B = \frac{C_{смр}}{ТЗО_{см}}, \quad (6.7)$$

где  $C_{смр}$  – стоимость строительно-монтажных работ по итогам сметы, руб.;;  
 $ТЗО_{см}$  – затраты труда основных рабочих по смете, руб.

$$B = \frac{43\,729\,936,87}{56155,25} = 778,73 \text{ руб/чел.-ч.}$$

Нормативная продолжительность строительства принимается по СНиП 1.04.03-85\* [8].

Таким образом, технико-экономические показатели имеют положительный результат и свидетельствуют о целесообразности строительства объекта.

## Заключение

Проект «Цех металлургического завода в Калужской области».

Размеры здания в плане 102х120 м. Здание трехпролетное.

Назначение здание – промышленное.

В проектируемом здании в осях В-Г/1-11 расположено холодильное отделение, шириной 30 м, длиной 120 м. В осях Б-В/1-6 – участок штабелирования шириной 36 м, длиной 60 м. В осях Б-В/6-11 участок обвязки пакетов шириной 36 м, длиной 60 м. В осях А-Б/1-20 – участок отгрузки со складом готовой продукции шириной 36 м, длиной 120 м

**Все пролеты здания - отапливаемые.**

Для отдельных участков, где по условиям работы требуется большая освещенность, проектом предусмотрено местное освещение

Объект строительства – цех – часть здания среднесортного прокатного стана Калужского электрометаллургического завода – расположен на территории Калужской области (Российская Федерация). Здание простой формы, размеры по осям А-Г – 102 м, 1-11 – 120 м.

В проектируемом здании в осях В-Г/1-11 расположено холодильное отделение, шириной 30 м, длиной 120 м. В осях Б-В/1-6 – участок штабелирования шириной 36 м, длиной 60 м. В осях Б-В/6-11 участок обвязки пакетов шириной 36 м, длиной 60 м. В осях А-Б/1-110 – участок отгрузки со складом готовой продукции шириной 36 м, длиной 120 м

Стены, перегородки – сэндвич-панели с заводской отделкой из профилированного листа с полимерным покрытием.

Потолок – профилированный лист, окрашенный в заводских условиях.

Полы – шлифованные бетонные.

Двери внутренние – ПВХ-профили.

Шаг колонн – 12 м, что обусловлено технологическими требованиями.

Высота здания 21,6 м (без учёта фонаря), отметка верха фонаря – 24,0 м.

Каждый пролёт здания оснащён кранами нормального и тяжелого режимов работы (5К, 7К, А5) количеством от 1 до 3;

- пролет в осях А-Б/1-11 – 2 крана грузоподъёмностью 20 т;
- пролёт в осях Б-В/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 20/5 т;
- пролёт в осях В-Г/1-11 – 1 кран грузоподъёмностью 32/5 т;

Температурный шов располагается по номерной оси - 6.

Каждый блок является пространственным многосвязным сооружением, состоящим из металлических колон, балок, прогонов, связей и железобетонных элементов конструкций, включенных в пространственную работу каркаса.

Пространственная жёсткость обеспечивается связями по поясам ферм и между колоннами. Принята шарнирная схема рамного каркаса.

В архитектурно-строительном разделе выполнены теплотехнические расчеты.

Несущим слоем является суглинок тяжёлый, поэтому, прорезая слой супеси и мелкого песка, заглубляем сваю в слой суглинка до отметки -8,85 м (для применения стандартной длины свай).

Основными элементами стального каркаса производственного здания, воспринимающего почти все действующие нагрузки, являются плоские поперечные рамы, образованные колоннами и ригелями - стропильными фермами. На плоские поперечные рамы опираются продольные элементы: подкрановые балки, ригели, а также связи.

Несущие конструкции металлические.

В расчетно-конструктивном разделе выполнена компоновка каркаса. Сбор нагрузок на поперечную раму и расчет стропильной фермы.

На каркас действуют постоянные нагрузки от собственного веса конструкций и временные (снег, ветер и крановые нагрузки).

В разделе основания и фундаменты выполнен расчет фундамента.

Фундаменты свайные. Длина свай 7. Поперечное сечение свай 30х30 см. Сваи предусмотрены из бетона В25, F75, W4. Несущий слой – суглинок тяжелый.

В разделе технология строительного производства разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса. Метод монтажа принят комплексный, поэлементный. Подачу материалов выполнять при помощи крана Zoomlion ZTC300V532.

В разделе организация строительства разработан объектный стройгенплан на основной период строительства.

В разделе экономика строительства выполнен расчет локального сметного расчета на общестроительные работы. Стоимость строительства 327 млн.руб.

Продолжительность строительства 8 месяцев.

## Список используемых источников

- 1 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 27 мая 2022 года) - Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87.// Российская газета – 2008 г.
- 2 СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012 год – 83 с.
- 3 СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (с Изменением N 1) – Введ. 29.07.2013. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России – 25 с.
- 4 СП 253.1325800.2016 Инженерные системы высотных зданий – Введ. 04.02.2017. – Москва: Стандартиформ, 2017 г. – 70 с.
- 5 ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 01.01.2021. – Москва: Стандартиформ, 2020. – 59 с.
- 6 ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501-2011; введ. 01.06.2019. – Москва: Стандартиформ, 2019. – 45 с.
- 7 СТУ 7.5-07-2021 «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» – Введ. 20.12.2021. – Красноярск : ИПК СФУ, 2021. – 61 с.
- 8 СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99\*. – Введ. 25.06.2021. – Москва : Стандартиформ, 2021 г. – 120 с.
- 9 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Минрегион РФ, 2012. – 100 с.
- 10 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ. 04.06.2017. – Москва : Минрегион РФ, 2017. – 96 с.
- 11 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* – Введ. 25.11.2018. – Москва : Стандартиформ, 2018 г. – 73 с.
- 12 ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения (Переиздание) – Введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 20 с.
- 13 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года) : федер. закон от 22.07.2008. № 123-ФЗ // Российская газета №163. – 01.08.2008.
- 14 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с Изменениями N 1, 2). – Введ 01.12.2017 г. – Москва : Стандартиформ, 2017 г. – 51 с.

15 СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 (с Изменениями N 1, 2) – Введ 20.05.2011 г. – Москва : Минрегион России, 2011 год – 68 с.

16 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением N 1) – Введ 08.05.2017 г. – Москва : Минстрой России, 2020 г. – 121 с.

17 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ 17.06.2017 г. – Москва : Стандартинформ, 2017 г.– 228 с.

18 СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 28.08.2017. – Москва : Стандартинформ, 2017 г – 118 с.

19 СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ. 20.05.2011. – М.: Минрегион России, 2011 год – 24 с.

20 Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации. – Введ. 2020-08-04 – Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ.

21 Письмо Минстроя России №26728-ИФ/09 от 11.05.2023 г. «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в II квартале 2023 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ» - 48 стр.

22 Методика по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства – Введ. 21.12.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 812/пр – 34 стр.

23 Методика по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства – Введ. 11.12.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 774/пр – 23 стр.

24 Методика определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства – Введ. 19.06.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 332/пр – 20 стр.

25 Методика определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время – Введ. 25.05.2021 г.; М.: Минстрой РФ № 325/пр – 57 стр.

26 Налоговый кодекс Российской Федерации. Глава 2. [Электронный ресурс]: ФЗ от 31.07.1998 № 146-ФЗ (ред. от 28.05.2022) // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

27 СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1991 г.; Госстрой СССР - М.: АПП ЦИТП.

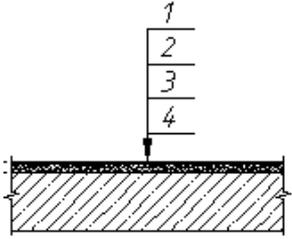
## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Спецификация элементов заполнения дверных и оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Всего ед. шт	Прим.
1	Ворота промышленные подъемно-секционные с полотном DoorHan	3300x4500(h)	5	С калиткой
ОК-1	ГОСТ 30674-99	ОП М В2 4М <sub>1</sub> -16Ar-4М <sub>1</sub> М3 850x1050(h)	3168	
ОК-2	ГОСТ 30674-99	ОП М В2 4М <sub>1</sub> -16Ar-4М <sub>1</sub> М3 920x960(h)	320	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Экспликация полов

№ помещения по проекту	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элемента пола, мм	Площадь, м <sup>2</sup>
1, 2, 3	1		<p>1. Пропитка "Протексил"</p> <p>2. Железобетонная плита из бетона класса В22,5, армированная сеткой 4С 10АШ-200-150 мм</p> <p>3. Бетонная подготовка из бетона марки В22,5 - 150 мм</p> <p>4. Основание - уплотненный грунт основания с втрамбованием щебня или гравия крупностью 40-60 мм</p>	21315,28

Наименование программного продукта

ГРАНД-Смета, версия 2023.1

Калужская область

*(наименование стройки)*

Цех металлургического завода

*(наименование объекта капитального строительства)***ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 02-01-01**

на общестроительные работы

*(наименование работ и затрат)*Составлен базисно-индексным методомОснование ВКР*(проектная и (или) иная техническая документация)*

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен

II квартал 2023 г.**Сметная стоимость**327065,89 (34982,45) тыс.руб.

в том числе:

строительных работ 247991,09 (26524,73) тыс.руб.монтажных работ 0,00 (0) тыс.руб.оборудования 0,00 (0) тыс.руб.прочих затрат 0,00 (0) тыс.руб.

Средства на оплату труда рабочих

13354,68 (439,73) тыс.руб.

Нормативные затраты труда рабочих

46964,92 чел.час.

Нормативные затраты труда машинистов

9190,33 чел.час.

Расчетный измеритель конструктивного решения

№ 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 СНБ), руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
				на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициентов	на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Раздел 1. Земляные работы</b>											
<b>1</b>	<b>ФЕР01-01-030-06</b>	<b>Разработка грунта с перемещением до 10 м бульдозерами мощностью: 79 кВт (108 л.с.), группа грунтов 2</b>	<b>1000 м3</b>			<b>3,395</b>					
		2 ЭМ					538,47		1 828,11	11,49	21 004,98
		3 в т.ч. ОТм					91,94		312,14	30,37	9 479,69
		ЗТм	чел.-ч	6,81		23,11995					
		Итого по расценке					538,47		1 828,11		21 004,98
		ФОТ							312,14		9 479,69
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			287,17		8 721,31
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			143,58		4 360,66
		<b>Всего по позиции</b>							<b>2 258,86</b>		<b>34 086,95</b>
<b>2</b>	<b>ФЕР01-01-030-14</b>	<b>При перемещении грунта на каждые последующие 10 м добавлять: к расценке 01-01-030-06</b>	<b>1000 м3</b>			<b>3,395</b>					
		2 ЭМ					426,19		1 446,92	11,49	16 625,11
		3 в т.ч. ОТм					72,77		247,05	30,37	7 502,91
		ЗТм	чел.-ч	5,39		18,29905					
		Итого по расценке					426,19		1 446,92		16 625,11
		ФОТ							247,05		7 502,91
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			227,29		6 902,68
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			113,64		3 451,34
		<b>Всего по позиции</b>							<b>1 787,85</b>		<b>26 979,13</b>
<b>3</b>	<b>ФЕР01-01-036-02</b>	<b>Планировка площадей бульдозерами мощностью: 79 кВт (108 л.с.)</b>	<b>1000 м2</b>			<b>16,97</b>					
		2 ЭМ					18,19		308,68	11,49	3 546,73
		3 в т.ч. ОТм					3,11		52,78	30,37	1 602,93
		ЗТм	чел.-ч	0,23		3,9031					
		Итого по расценке					18,19		308,68		3 546,73
		ФОТ							52,78		1 602,93
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			48,56		1 474,70
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			24,28		737,35
		<b>Всего по позиции</b>							<b>381,52</b>		<b>5 758,78</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ФЕР01-01-013-07	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 1	1000 м3			0,326					
		1 ОТ					62,40		20,34	30,37	617,73
		2 ЭМ					2 464,31		803,37	11,49	9 230,72
		3 в т.ч. ОТм					313,20		102,10	30,37	3 100,78
		4 М					3,25		1,06	8,08	8,56
		ЗТ	чел.-ч	8		2,608					
		ЗТм	чел.-ч	23,2		7,5632					
		Итого по расценке					2 529,96		824,77		9 857,01
		ФОТ							122,44		3 718,51
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			112,64		3 421,03
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			56,32		1 710,51
		<b>Всего по позиции</b>							<b>993,73</b>		<b>14 988,55</b>
5	ФЕР01-01-013-08	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 2	1000 м3			0,326					
		1 ОТ					76,75		25,02	30,37	759,86
		2 ЭМ					3 030,55		987,96	11,49	11 351,66
		3 в т.ч. ОТм					385,16		125,56	30,37	3 813,26
		4 М					4,34		1,41	8,08	11,39
		ЗТ	чел.-ч	9,84		3,20784					
		ЗТм	чел.-ч	28,53		9,30078					
		Итого по расценке					3 111,64		1 014,39		12 122,91
		ФОТ							150,58		4 573,12
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			138,53		4 207,27
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			69,27		2 103,64
		<b>Всего по позиции</b>							<b>1 222,19</b>		<b>18 433,82</b>
6	ФЕР01-01-016-02	Работа на отвале, группа грунтов: 2-3	1000 м3			0,7055					
		1 ОТ					25,90		18,27	30,37	554,86
		2 ЭМ					292,60		206,43	11,49	2 371,88
		3 в т.ч. ОТм					49,67		35,04	30,37	1 064,16
		4 М					4,34		3,06	8,08	24,72
		ЗТ	чел.-ч	3,32		2,34226					
		ЗТм	чел.-ч	3,69		2,603295					
		Итого по расценке					322,84		227,76		2 951,46
		ФОТ							53,31		1 619,02
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			49,05		1 489,50
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			24,52		744,75
		<b>Всего по позиции</b>							<b>301,33</b>		<b>5 185,71</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	ФЕР01-01-034-01	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 96 кВт (130 л.с.), группа грунтов 2	1000 м3			0,7055					
		2 ЭМ					505,05		356,31	11,49	4 094,00
		3 в т.ч. ОТм					72,50		51,15	30,37	1 553,43
		ЗТм	чел.-ч	5,37		3,788535					
		Итого по расценке					505,05		356,31		4 094,00
		ФОТ							51,15		1 553,43
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			47,06		1 429,16
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			23,53		714,58
		<b>Всего по позиции</b>							<b>426,90</b>		<b>6 237,74</b>
8	ФЕР01-02-005-01	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2	100 м3			7,055					
		1 ОТ					106,88		754,04	30,37	22 900,19
		2 ЭМ					241,58		1 704,35	11,49	19 582,98
		3 в т.ч. ОТм					26,36		185,97	30,37	5 647,91
		ЗТ	чел.-ч	12,53		88,39915					
		ЗТм	чел.-ч	2,62		18,4841					
		Итого по расценке					348,46		2 458,39		42 483,17
		ФОТ							940,01		28 548,10
	Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92		92			864,81		26 264,25
	Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46		46			432,40		13 132,13
		<b>Всего по позиции</b>							<b>3 755,60</b>		<b>81 879,55</b>
		<b>Итого по разделу 1 Земляные работы :</b>									
		Итого прямые затраты (справочно)							8 465,33		112 685,39
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							817,67	30,37	24 832,64
		Эксплуатация машин							7 642,13	11,49	87 808,07
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							1 111,79	30,37	33 765,06
		Материалы							5,53	8,08	44,68
		Строительные работы							11 127,98		193 550,25
		в том числе:									
		оплата труда							817,67	30,37	24 832,64
		эксплуатация машин и механизмов							7 642,13	11,49	87 808,07
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							1 111,79	30,37	33 765,06
		материалы							5,53	8,08	44,68
		накладные расходы							1 775,11		53 909,90
		сметная прибыль							887,54		26 954,96
		Итого ФОТ (справочно)							1 929,46		58 597,71
		Итого накладные расходы (справочно)							1 775,11		53 909,90
		Итого сметная прибыль (справочно)							887,54		26 954,96
		<b>Итого по разделу 1 Земляные работы</b>							<b>11 127,98</b>		<b>193 550,25</b>
<b>Раздел 2. Устройство фундаментов</b>											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	ФЕР05-01-027-02	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной: до 20 м в грунты группы 2	м3			78,12					
		1 ОТ					45,87		3 583,36	30,37	108 826,64
		2 ЭМ					1 529,92		119 517,35	11,49	1 373 254,35
		3 в т.ч. ОТм					121,55		9 495,49	30,37	288 378,03
		4 М					154,31		12 054,70	8,08	97 401,98
		ЗТ	чел.-ч	4,7		367,164					
		ЗТм	чел.-ч	9		703,08					
		Итого по расценке						1 730,10			135 155,41
		ФОТ									13 078,85
	Пр/812-005.1-1	НР Свайные работы	%	117		117			15 302,25		464 729,46
	Пр/774-005.1	СП Свайные работы	%	70		70			9 155,20		278 043,27
		<b>Всего по позиции</b>							<b>159 612,86</b>		<b>2 322 255,70</b>
10	ФССЦ-05.1.05.16-0011	Сваи железобетонные (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве)	м3			79,6824		1 954,90	155 771,12	8,08	1 258 630,65
11	ФЕР06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м3			0,042					
		1 ОТ					1 053,00		44,23	30,37	1 343,27
		2 ЭМ					1 566,06		65,77	11,49	755,70
		3 в т.ч. ОТм					244,39		10,26	30,37	311,60
		4 М					909,27		38,19	8,08	308,58
		ЗТ	чел.-ч	135		5,67					
		ЗТм	чел.-ч	18,12		0,76104					
		Итого по расценке						3 528,33			148,19
		ФОТ									54,49
	Пр/812-006.0-1	НР Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	102		102			55,58		1 687,96
	Пр/774-006.0	СП Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	58		58			31,60		959,82
		<b>Всего по позиции</b>							<b>235,37</b>		<b>5 055,32</b>
12	ФССЦ-04.1.02.05-0001	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В3,5 (М50) (Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве)	м3			4,284		545,60	2 337,35	8,08	18 885,79
13	ФЕР06-01-001-07	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 10 м3	100 м3			2,445					
		1 ОТ					2 857,55		6 986,71	30,37	212 186,38
		2 ЭМ					2 222,57		5 434,18	11,49	62 438,73
		3 в т.ч. ОТм					340,27		831,96	30,37	25 266,63
		4 М					2 460,89		6 016,88	8,08	48 616,39
		ЗТ	чел.-ч	335		819,075					
		ЗТм	чел.-ч	25,36		62,0052					
		Итого по расценке						7 541,01			18 437,77
		ФОТ									7 818,67
	Пр/812-006.0-1	НР Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	102		102			7 975,04		242 202,07
	Пр/774-006.0	СП Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	58		58			4 534,83		137 722,74
		<b>Всего по позиции</b>							<b>30 947,64</b>		<b>703 166,31</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В22,5 (М300) (Материалы для строительных работ)	м3			248,1675	700,00		173 717,25	8,08	1 403 635,38
15	ФССЦ-08.4.03.04-0001	Сталь арматурная, горячекатаная, класс А-I, А-II, А-III (Материалы для строительных работ)	т			8,0685	5 650,00		45 587,03	8,08	368 343,20
16	ФЕР06-01-001-08	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 25 м3	100 м3			0,375					
		1 ОТ					2 004,55		751,71	30,37	22 829,43
		2 ЭМ					1 735,80		650,93	11,49	7 479,19
		3 в т.ч. ОТм					265,82		99,68	30,37	3 027,28
		4 М					1 979,74		742,40	8,08	5 998,59
		ЗТ	чел.-ч	235		88,125					
		ЗТм	чел.-ч	19,83		7,43625					
		Итого по расценке					5 720,09		2 145,04		
		ФОТ							851,39		25 856,71
	Пр/812-006.0-1	НР Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	102		102			868,42		26 373,85
	Пр/774-006.0	СП Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	58		58			493,81		14 996,89
		<b>Всего по позиции</b>							<b>3 507,27</b>		<b>77 677,95</b>
17	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В22,5 (М300) (Материалы для строительных работ)	м3			38,0625	700,00		26 643,75	8,08	215 281,50
18	ФССЦ-08.4.03.04-0001	Сталь арматурная, горячекатаная, класс А-I, А-II, А-III (Материалы для строительных работ)	т			1,05	5 650,00		5 932,50	8,08	47 934,60
19	ФЕР07-01-001-15	Укладка балок фундаментных длиной: до 6 м Объем=7 / 100	100 шт			0,07					
		1 ОТ					3 525,00		246,75	30,37	7 493,80
		2 ЭМ					3 690,07		258,30	11,49	2 967,87
		3 в т.ч. ОТм					531,92		37,23	30,37	1 130,68
		4 М					486,48		34,05	8,08	275,12
		ЗТ	чел.-ч	375		26,25					
		ЗТм	чел.-ч	40,46		2,8322					
		Итого по расценке					7 701,55		539,10		
		ФОТ							283,98		8 624,47
	Пр/812-007.0-1	НР Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве	%	110		110			312,38		9 486,92
	Пр/774-007.0	СП Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве	%	73		73			207,31		6 295,86
		<b>Всего по позиции</b>							<b>1 058,79</b>		<b>26 519,57</b>
20	ФССЦ-05.1.05.01-0001	Балки фундаментные 1БФ 40-1А-III, бетон В25, объем 0,21 м3, расход арматуры 27,3 кг (Бетонные и железобетонные сборные конструкции и работы в строительстве)	шт			7	421,24		2 948,68	8,08	23 825,33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	ФЕР08-01-003-07	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выровненной поверхности бутовой кладки, кирпичу, бетону	100 м2			6,191					
		Объем=5,4+0,791									
		1 ОТ					201,61		1 248,17	30,37	37 906,92
		2 ЭМ					71,64		443,52	11,49	5 096,04
		3 в т.ч. ОТм					2,32		14,36	30,37	436,11
		4 М					62,75		388,49	8,08	3 139,00
		ЗТ	чел.-ч	21,2		131,2492					
		ЗТм	чел.-ч	0,2		1,2382					
		Итого по расценке					336,00		2 080,18		
		ФОТ							1 262,53		38 343,04
	Пр/812-008.0-1	НР Конструкции из кирпича и блоков	%	110		110			1 388,78		42 177,34
	Пр/774-008.0	СП Конструкции из кирпича и блоков	%	69		69			871,15		26 456,69
		<b>Всего по позиции</b>							<b>4 340,11</b>		<b>114 776,00</b>
22	ФССЦ-01.2.01.02-0001	Битум горячий (Материалы для строительных работ)	т			0,099056	1 946,91		192,85	8,08	1 558,23
23	ФССЦ-01.2.03.03-0007	Мастика битумная (Материалы для строительных работ)	т			1,48584	3 316,55		4 927,86	8,08	39 817,11
<b>Итого по разделу 2 Устройство фундаментов :</b>											
		Итого прямые затраты (справочно)							576 564,08		5 376 229,77
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							12 860,93	30,37	390 586,44
		Эксплуатация машин							126 370,05	11,49	1 451 991,87
		в том числе оплата труда машинистов (ОТм)							10 488,98	30,37	318 550,32
		Материалы							437 333,10	8,08	3 533 651,45
		Строительные работы							617 760,43		6 627 362,65
		в том числе:									
		оплата труда							12 860,93	30,37	390 586,44
		эксплуатация машин и механизмов							126 370,05	11,49	1 451 991,87
		в том числе оплата труда машинистов (ОТм)							10 488,98	30,37	318 550,32
		материалы							437 333,10	8,08	3 533 651,45
		накладные расходы							25 902,45		786 657,60
		сметная прибыль							15 293,90		464 475,29
		Итого ФОТ (справочно)							23 349,91		709 136,76
		Итого накладные расходы (справочно)							25 902,45		786 657,60
		Итого сметная прибыль (справочно)							15 293,90		464 475,29
		<b>Итого по разделу 2 Устройство фундаментов</b>							<b>617 760,43</b>		<b>6 627 362,65</b>
<b>Раздел 3. Монтаж каркаса</b>											
24	ФЕР09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т			90					
		1 ОТ					85,83		7 724,70	30,37	234 599,14
		2 ЭМ					257,59		23 183,10	11,49	266 373,82
		3 в т.ч. ОТм					28,96		2 606,40	30,37	79 156,37
		4 М					40,96		3 686,40	8,08	29 786,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ЗТ	чел.-ч	9,35		841,5					
		ЗТм	чел.-ч	2,17		195,3					
		Итого по расценке					384,38		34 594,20		
		ФОТ							10 331,10		313 755,51
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			9 607,92		291 792,62
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			6 405,28		194 528,41
		<b>Всего по позиции</b>							<b>50 607,40</b>		<b>1 017 080,11</b>
<b>25</b>	<b>ФССЦ-08.3.12.01-0016</b>	<b>Балки двутавровые</b>	<b>т</b>			<b>90</b>		<b>7 299,92</b>	<b>656 992,80</b>	<b>8,08</b>	<b>5 308 501,82</b>
		(Материалы для строительных работ)									
<b>26</b>	<b>ФЕР09-04-006-01</b>	<b>Монтаж фахверка</b>	<b>т</b>			<b>39</b>					
		1 ОТ					254,52		9 926,28	30,37	301 461,12
		2 ЭМ					536,02		20 904,78	11,49	240 195,92
		3 в т.ч. ОТм					41,45		1 616,55	30,37	49 094,62
		4 М					225,64		8 799,96	8,08	71 103,68
		ЗТ	чел.-ч	25,3		986,7					
		ЗТм	чел.-ч	3,08		120,12					
		Итого по расценке					1 016,18		39 631,02		
		ФОТ							11 542,83		350 555,75
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			10 734,83		326 016,84
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			7 156,55		217 344,56
		<b>Всего по позиции</b>							<b>57 522,40</b>		<b>1 156 122,13</b>
<b>27</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0006</b>	<b>Элементы конструктивные вспомогательного назначения, с преобладанием профильного проката, собираемые из двух и более деталей, с отверстиями и без отверстий, соединяемые на сварке</b>	<b>т</b>			<b>39</b>		<b>10 045,00</b>	<b>391 755,00</b>	<b>8,08</b>	<b>3 165 380,40</b>
		(Материалы для строительных работ)									
<b>28</b>	<b>ФЕР09-03-012-11</b>	<b>Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 48 м массой более 15,0 т</b>	<b>т</b>			<b>298</b>					
		1 ОТ					75,53		22 507,94	30,37	683 566,14
		2 ЭМ					484,60		144 410,80	11,49	1 659 280,09
		3 в т.ч. ОТм					41,80		12 456,40	30,37	378 300,87
		4 М					117,48		35 009,04	8,08	282 873,04
		ЗТ	чел.-ч	8,42		2509,16					
		ЗТм	чел.-ч	3,33		992,34					
		Итого по расценке					677,61		201 927,78		
		ФОТ							34 964,34		1 061 867,01
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			32 516,84		987 536,32
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			21 677,89		658 357,54
		<b>Всего по позиции</b>							<b>256 122,51</b>		<b>4 271 613,13</b>
<b>29</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0006</b>	<b>Элементы конструктивные вспомогательного назначения, с преобладанием профильного проката, собираемые из двух и более деталей, с отверстиями и без отверстий, соединяемые на сварке</b>	<b>т</b>			<b>298</b>		<b>10 045,00</b>	<b>2 993 410,00</b>	<b>8,08</b>	<b>24 186 752,80</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(Материалы для строительных работ)									
<b>30</b>	<b>ФЕР09-03-002-12</b>	<b>Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>118</b>					
		1 ОТ					159,28		18 795,04	30,37	570 805,36
		2 ЭМ					467,67		55 185,06	11,49	634 076,34
		3 в т.ч. ОТм					42,84		5 055,12	30,37	153 523,99
		4 М					106,34		12 548,12	8,08	101 388,81
		ЗТ	чел.-ч	15,6		1840,8					
		ЗТм	чел.-ч	2,88		339,84					
		Итого по расценке					733,29		86 528,22		
		ФОТ							23 850,16		724 329,36
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			22 180,65		673 626,30
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			14 787,10		449 084,20
		<b>Всего по позиции</b>							<b>123 495,97</b>		<b>2 428 981,02</b>
<b>31</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0032</b>	<b>Прочие конструкции одноэтажных производственных зданий, масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т (Строительные металлические конструкции)</b>	<b>т</b>			<b>118</b>	<b>11 176,42</b>		<b>1 318 817,56</b>	<b>8,08</b>	<b>10 656 045,88</b>
<b>32</b>	<b>ФЕР09-03-015-01</b>	<b>Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>119</b>					
		1 ОТ					123,23		14 664,37	30,37	445 356,92
		2 ЭМ					280,93		33 430,67	11,49	384 118,40
		3 в т.ч. ОТм					24,65		2 933,35	30,37	89 085,84
		4 М					85,49		10 173,31	8,08	82 200,34
		ЗТ	чел.-ч	14,1		1677,9					
		ЗТм	чел.-ч	1,75		208,25					
		Итого по расценке					489,65		58 268,35		
		ФОТ							17 597,72		534 442,76
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			16 365,88		497 031,76
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			10 910,59		331 354,51
		<b>Всего по позиции</b>							<b>85 544,82</b>		<b>1 740 061,93</b>
<b>33</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0032</b>	<b>Прочие конструкции одноэтажных производственных зданий, масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т (Строительные металлические конструкции)</b>	<b>т</b>			<b>119</b>	<b>11 176,42</b>		<b>1 329 993,98</b>	<b>8,08</b>	<b>10 746 351,36</b>
<b>34</b>	<b>ФЕР09-03-013-03</b>	<b>Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов: более 24 м при высоте здания до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>8</b>					
		1 ОТ					306,51		2 452,08	30,37	74 469,67
		2 ЭМ					431,44		3 451,52	11,49	39 657,96
		3 в т.ч. ОТм					37,47		299,76	30,37	9 103,71
		4 М					164,42		1 315,36	8,08	10 628,11
		ЗТ	чел.-ч	35,07		280,56					
		ЗТм	чел.-ч	2,64		21,12					
		Итого по расценке					902,37		7 218,96		
		ФОТ							2 751,84		83 573,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			2 559,21		77 723,24
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 706,14		51 815,50
		<b>Всего по позиции</b>							<b>11 484,31</b>		<b>254 294,48</b>
<b>35</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0032</b>	<b>Прочие конструкции одноэтажных производственных зданий, масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т (Строительные металлические конструкции)</b>	<b>т</b>			<b>8</b>	<b>11 176,42</b>		<b>89 411,36</b>	<b>8,08</b>	<b>722 443,79</b>
		<b>Итого по разделу 3 Монтаж каркаса :</b>									
		Итого прямые затраты (справочно)							7 208 549,23		60 897 417,04
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							76 070,41	30,37	2 310 258,35
		Эксплуатация машин							280 565,93	11,49	3 223 702,54
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							24 967,58	30,37	758 265,40
		Материалы							6 851 912,89	8,08	55 363 456,15
		Строительные работы							7 365 158,11		65 653 628,86
		в том числе:									
		оплата труда							76 070,41	30,37	2 310 258,35
		эксплуатация машин и механизмов							280 565,93	11,49	3 223 702,54
		в том числе оплата труда машинистов (ОТм)							24 967,58	30,37	758 265,40
		материалы							6 851 912,89	8,08	55 363 456,15
		накладные расходы							93 965,33		2 853 727,09
		сметная прибыль							62 643,55		1 902 484,73
		Итого ФОТ (справочно)							101 037,99		3 068 523,76
		Итого накладные расходы (справочно)							93 965,33		2 853 727,09
		Итого сметная прибыль (справочно)							62 643,55		1 902 484,73
		<b>Итого по разделу 3 Монтаж каркаса</b>							<b>7 365 158,11</b>		<b>65 653 628,86</b>
<b>Раздел 4. Наружные стены и перегородки</b>											
<b>36</b>	<b>ФЕР09-04-006-04</b>	<b>Монтаж ограждающих конструкций стен: из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м</b>		<b>100 м2</b>		<b>75,31</b>					
		1 ОТ						1 428,80	107 602,93	30,37	3 267 900,98
		2 ЭМ						5 157,63	388 421,12	11,49	4 462 958,67
		3 в т.ч. ОТм						453,43	34 147,81	30,37	1 037 068,99
		4 М						427,44	32 190,51	8,08	260 099,32
		ЗТ	чел.-ч	152		11447,12					
		ЗТм	чел.-ч	36,14		2721,7034					
		Итого по расценке						7 013,87	528 214,56		
		ФОТ							141 750,74		4 304 969,97
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			131 828,19		4 003 622,08
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			87 885,46		2 669 081,38
		<b>Всего по позиции</b>							<b>747 928,21</b>		<b>14 663 662,43</b>
<b>37</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.13-0061</b>	<b>Конструкции стальные нащельников и деталей обрания (Материалы для строительных работ)</b>	<b>т</b>			<b>20,55963</b>	<b>10 898,65</b>		<b>224 072,21</b>	<b>8,08</b>	<b>1 810 503,46</b>
<b>38</b>	<b>ФССЦ-07.2.05.02-0091</b>	<b>Панели трехслойные стеновые с обшивками из стальных профилированных листов с утеплителем из минераловатных плит рядовые, толщина утеплителя 100 мм-ПТС 130-С0.7</b>	<b>м2</b>			<b>7531</b>	<b>645,42</b>		<b>4 860 658,02</b>	<b>8,08</b>	<b>39 274 116,80</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(Материалы для строительных работ)											
<b>Итого по разделу 4 Наружные стены и перегородки :</b>											
		Итого прямые затраты (справочно)							5 612 944,79		49 075 579,23
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							107 602,93	30,37	3 267 900,98
		Эксплуатация машин							388 421,12	11,49	4 462 958,67
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							34 147,81	30,37	1 037 068,99
		Материалы							5 116 920,74	8,08	41 344 719,58
		Строительные работы							5 832 658,44		55 748 282,69
		в том числе:									
		оплата труда							107 602,93	30,37	3 267 900,98
		эксплуатация машин и механизмов							388 421,12	11,49	4 462 958,67
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							34 147,81	30,37	1 037 068,99
		материалы							5 116 920,74	8,08	41 344 719,58
		накладные расходы							131 828,19		4 003 622,08
		сметная прибыль							87 885,46		2 669 081,38
		Итого ФОТ (справочно)							141 750,74		4 304 969,97
		Итого накладные расходы (справочно)							131 828,19		4 003 622,08
		Итого сметная прибыль (справочно)							87 885,46		2 669 081,38
		<b>Итого по разделу 4 Наружные стены и перегородки</b>							<b>5 832 658,44</b>		<b>55 748 282,69</b>
<b>Раздел 5. Установка окон и дверей</b>											
<b>39</b>	<b>ФЕР09-04-009-02</b>	<b>Монтаж оконных блоков: стальных с нащельниками из алюминиевых сплавов при высоте здания до 50 м</b>	<b>т</b>				<b>105,6</b>				
		1 ОТ					867,75		91 634,40	30,37	2 782 936,73
		2 ЭМ					1 200,77		126 801,31	11,49	1 456 947,05
		3 в т.ч. Отм					113,64		12 000,38	30,37	364 451,54
		4 М					1 211,61		127 946,02	8,08	1 033 803,84
		ЗТ	чел.-ч	84,99			8974,944				
		ЗТм	чел.-ч	7,94			838,464				
		Итого по расценке					3 280,13		346 381,73		
		ФОТ							103 634,78		3 147 388,27
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93			93		96 380,35		2 927 071,09
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62			62		64 253,56		1 951 380,73
		<b>Всего по позиции</b>							<b>507 015,64</b>		<b>10 152 139,44</b>
<b>40</b>	<b>ФССЦ-09.4.03.05-0005</b>	<b>Блоки оконные из алюминиевого комбинированного профиля одинарной конструкции: с двухкамерным стеклопакетом одностворчатые, с поворотной-откидной створкой (ГОСТ 23166-99)</b>	<b>м2</b>				<b>214,2</b>	<b>1 158,70</b>	<b>248 193,54</b>	<b>8,08</b>	<b>2 005 403,80</b>
(Материалы для строительных работ)											
<b>41</b>	<b>ФЕР09-04-011-01</b>	<b>Монтаж каркасов ворот большепролетных зданий, ангаров и др. без механизмов открывания</b>	<b>т</b>				<b>4,5</b>				
		1 ОТ					416,48		1 874,16	30,37	56 918,24
		2 ЭМ					2 416,02		10 872,09	11,49	124 920,31
		3 в т.ч. Отм					123,85		557,33	30,37	16 926,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		4 М					490,24		2 206,08	8,08	17 825,13
		ЗТ	чел.-ч	41,4		186,3					
		ЗТм	чел.-ч	8,87		39,915					
		Итого по расценке					3 322,74		14 952,33		
		ФОТ							2 431,49		73 844,35
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			2 261,29		68 675,25
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 507,52		45 783,50
		<b>Всего по позиции</b>							<b>18 721,14</b>		<b>314 122,42</b>
<b>42</b>	<b>ФССЦ-08.1.06.01-0001</b>	<b>Ворота раздвижные металлические глухие</b>	<b>т</b>			<b>4,5</b>	<b>17 470,15</b>		<b>78 615,68</b>	<b>8,08</b>	<b>635 214,69</b>
		(Материалы для строительных работ)									
		<b>Итого по разделу 5 Установка окон и дверей :</b>									
		Итого прямые затраты (справочно)							688 143,28		8 113 969,80
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							93 508,56	30,37	2 839 854,97
		Эксплуатация машин							137 673,40	11,49	1 581 867,37
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							12 557,71	30,37	381 377,65
		Материалы							456 961,32	8,08	3 692 247,47
		Строительные работы							852 546,00		13 106 880,36
		в том числе:									
		оплата труда							93 508,56	30,37	2 839 854,97
		эксплуатация машин и механизмов							137 673,40	11,49	1 581 867,37
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							12 557,71	30,37	381 377,65
		материалы							456 961,32	8,08	3 692 247,47
		накладные расходы							98 641,64		2 995 746,34
		сметная прибыль							65 761,08		1 997 164,22
		Итого ФОТ (справочно)							106 066,27		3 221 232,62
		Итого накладные расходы (справочно)							98 641,64		2 995 746,34
		Итого сметная прибыль (справочно)							65 761,08		1 997 164,22
		<b>Итого по разделу 5 Установка окон и дверей</b>							<b>852 546,00</b>		<b>13 106 880,36</b>
<b>Раздел 6. Устройство полов</b>											
<b>43</b>	<b>ФЕР11-01-002-09</b>	<b>Устройство подстилающих слоев: бетонных</b>	<b>м3</b>			<b>1886,4</b>					
		Объем=12576*0,15									
		1 ОТ					30,67		57 855,89	30,37	1 757 083,38
		2 ЭМ					0,24		452,74	11,49	5 201,98
		4 М					7,53		14 204,59	8,08	114 773,09
		ЗТ	чел.-ч	3,66		6904,224					
		Итого по расценке					38,44		72 513,22		
		ФОТ							57 855,89		1 757 083,38
	Пр/812-011.0-1	НР Полы	%	112		112			64 798,60		1 967 933,38
	Пр/774-011.0	СП Полы	%	65		65			37 606,33		1 142 104,20
		<b>Всего по позиции</b>							<b>174 918,15</b>		<b>4 987 096,03</b>
<b>44</b>	<b>ФССЦ-04.1.02.05-0008</b>	<b>Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В22,5 (М300)</b>	<b>м3</b>			<b>1924,128</b>	<b>700,00</b>		<b>1 346 889,60</b>	<b>8,08</b>	<b>10 882 867,97</b>
		(Полы)									
<b>45</b>	<b>ФЕР11-01-014-02</b>	<b>Устройство полов бетонных толщиной: 150 мм</b>	<b>100 м2</b>			<b>125,76</b>					
		1 ОТ					322,27		40 528,68	30,37	1 230 856,01
		2 ЭМ					210,71		26 498,89	11,49	304 472,25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		3 в т.ч. ОТм					141,29		17 768,63	30,37	539 633,29
		4 М					86,47		10 874,47	8,08	87 865,72
		ЗТ	чел.-ч	33,5		4212,96					
		ЗТм	чел.-ч	12,18		1531,7568					
		Итого по расценке					619,45		77 902,04		
		ФОТ							58 297,31		1 770 489,30
	Пр/812-011.0-1	НР Полю	%	112		112			65 292,99		1 982 948,02
	Пр/774-011.0	СП Полю	%	65		65			37 893,25		1 150 818,05
		<b>Всего по позиции</b>							<b>181 088,28</b>		<b>4 756 960,04</b>
<b>46</b>	<b>ФССЦ-04.1.02.05-0008</b>	<b>Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В22,5 (М300) (Полю)</b>	<b>м3</b>			<b>1924,128</b>	<b>700,00</b>		<b>1 346 889,60</b>	<b>8,08</b>	<b>10 882 867,97</b>
<b>Итого по разделу 6 Устройство полов :</b>											
		Итого прямые затраты (справочно)							2 844 194,46		25 265 988,36
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							98 384,57	30,37	2 987 939,39
		Эксплуатация машин							26 951,63	11,49	309 674,23
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							17 768,63	30,37	539 633,29
		Материалы							2 718 858,26	8,08	21 968 374,74
		Строительные работы							3 049 785,63		31 509 792,01
		в том числе:									
		оплата труда							98 384,57	30,37	2 987 939,39
		эксплуатация машин и механизмов							26 951,63	11,49	309 674,23
		в том числе оплата труда машинистов (ОТм)							17 768,63	30,37	539 633,29
		материалы							2 718 858,26	8,08	21 968 374,74
		накладные расходы							130 091,59		3 950 881,41
		сметная прибыль							75 499,58		2 292 922,24
		Итого ФОТ (справочно)							116 153,20		3 527 572,68
		Итого накладные расходы (справочно)							130 091,59		3 950 881,41
		Итого сметная прибыль (справочно)							75 499,58		2 292 922,24
		<b>Итого по разделу 6 Устройство полов</b>							<b>3 049 785,63</b>		<b>31 509 792,01</b>
<b>Раздел 7. Устройство кровли</b>											
<b>47</b>	<b>ФЕР09-04-002-03</b>	<b>Монтаж кровельного покрытия: из многослойных панелей заводской готовности при высоте до 50 м</b>	<b>100 м2</b>			<b>122,4</b>					
		1 ОТ					409,96		50 179,10	30,37	1 523 939,27
		2 ЭМ					1 474,19		180 440,86	11,49	2 073 265,48
		3 в т.ч. ОТм					141,07		17 266,97	30,37	524 397,88
		4 М					153,22		18 754,13	8,08	151 533,37
		ЗТ	чел.-ч	45,2		5532,48					
		ЗТм	чел.-ч	10,76		1317,024					
		Итого по расценке					2 037,37		249 374,09		
		ФОТ							67 446,07		2 048 337,15
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			62 724,85		1 904 953,55
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			41 816,56		1 269 969,03
		<b>Всего по позиции</b>							<b>353 915,50</b>		<b>6 923 660,69</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
48	ФССЦ-07.2.05.02-0092	Панели трехслойные стеновые с обшивками из стальных профилированных листов с утеплителем из минераловатных плит рядовые  (Материалы для строительных работ)	м2			12240	689,46		8 438 990,40	8,08	68 187 042,43
49	ФЕР12-01-008-01	Устройство обделок на фасадах (наружные подоконники, пояски, балконы и др.): включая водосточные трубы, с изготовлением элементов труб	100 м2			2,7					
		1 ОТ					114,30		308,61	30,37	9 372,49
		2 ЭМ					1,97		5,32	11,49	61,13
		3 в т.ч. ОТм					0,35		0,95	30,37	28,85
		4 М					726,75		1 962,23	8,08	15 854,82
		ЗТ	чел.-ч	13,4		36,18					
		ЗТм	чел.-ч	0,03		0,081					
		Итого по расценке					843,02		2 276,16		
		ФОТ							309,56		9 401,34
	Пр/812-012.0-1	НР Кровли	%	109		109			337,42		10 247,46
	Пр/774-012.0	СП Кровли	%	57		57			176,45		5 358,76
		<b>Всего по позиции</b>							<b>2 790,03</b>		<b>40 894,65</b>
<b>Итого по разделу 7 Устройство кровли :</b>											
		Итого прямые затраты (справочно)							8 690 640,65		71 961 068,98
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							50 487,71	30,37	1 533 311,75
		Эксплуатация машин							180 446,18	11,49	2 073 326,61
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							17 267,92	30,37	524 426,73
		Материалы							8 459 706,76	8,08	68 354 430,62
		Строительные работы							8 795 695,93		75 151 597,78
		в том числе:									
		оплата труда							50 487,71	30,37	1 533 311,75
		эксплуатация машин и механизмов							180 446,18	11,49	2 073 326,61
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							17 267,92	30,37	524 426,73
		материалы							8 459 706,76	8,08	68 354 430,62
		накладные расходы							63 062,27		1 915 201,00
		сметная прибыль							41 993,01		1 275 327,79
		Итого ФОТ (справочно)							67 755,63		2 057 738,48
		Итого накладные расходы (справочно)							63 062,27		1 915 201,00
		Итого сметная прибыль (справочно)							41 993,01		1 275 327,79
		<b>Итого по разделу 7 Устройство кровли</b>							<b>8 795 695,93</b>		<b>75 151 597,78</b>
<b>Итого по смете:</b>											
		Итого прямые затраты (справочно)							25 629 501,82		220 802 938,57
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							439 732,78	30,37	13 354 684,53
		Эксплуатация машин							1 148 070,44	11,49	13 191 329,36
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							118 310,42	30,37	3 593 087,46
		Материалы							24 041 698,60	8,08	194 256 924,69
		Строительные работы							26 524 732,52		247 991 094,61

ГРАНД-Смета, версия 2021.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в том числе:									
		оплата труда							439 732,78	30,37	13 354 684,53
		эксплуатация машин и механизмов							1 148 070,44	11,49	13 191 329,36
		в том числе оплата труда машинистов (ОТм)							118 310,42	30,37	3 593 087,46
		материалы							24 041 698,60	8,08	194 256 924,69
		накладные расходы							545 266,58		16 559 745,41
		сметная прибыль							349 964,12		10 628 410,62
		Итого ФОТ (справочно)							558 043,20		16 947 771,99
		Итого накладные расходы (справочно)							545 266,58		16 559 745,41
		Итого сметная прибыль (справочно)							349 964,12		10 628 410,62
		Возведение временных зданий и сооружений (Приказ от 19.06.2020 № 332/пр прил.1 п.2) 2,6%							689 643,05		6 447 768,46
		<b>Итого</b>							<b>27 214 375,57</b>		<b>254 438 863,07</b>
		Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время (Приказ от 25.05.2021 № 325/пр прил.1 п. 6) 4%							1 088 575,02		10 177 554,52
		<b>Итого</b>							<b>28 302 950,59</b>		<b>264 616 417,59</b>
		Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 № 421/пр п.179) 3%							849 088,52		7 938 492,53
		<b>Итого с непредвиденными</b>							<b>29 152 039,11</b>		<b>272 554 910,12</b>
		НДС (НК РФ) 20%							5 830 407,82		54 510 982,02
		<b>ВСЕГО по смете</b>							<b>34 982 446,93</b>		<b>327 065 892,14</b>

Составил:

\_\_\_\_\_

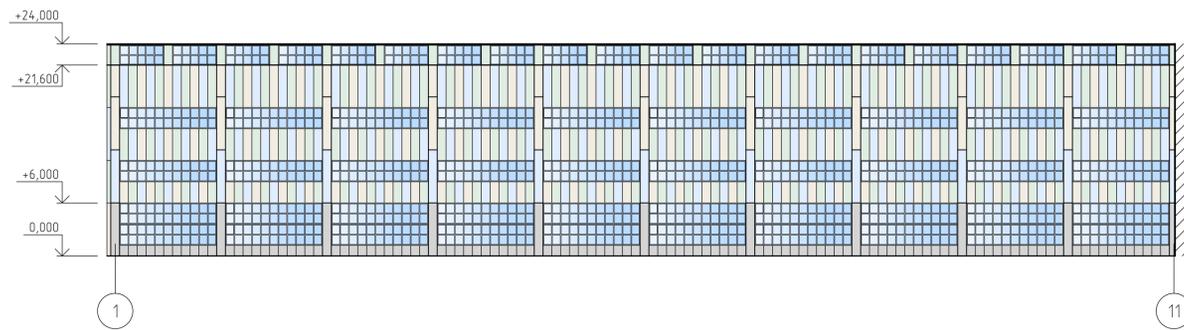
*[должность, подпись (инициалы, фамилия)]*

Проверил:

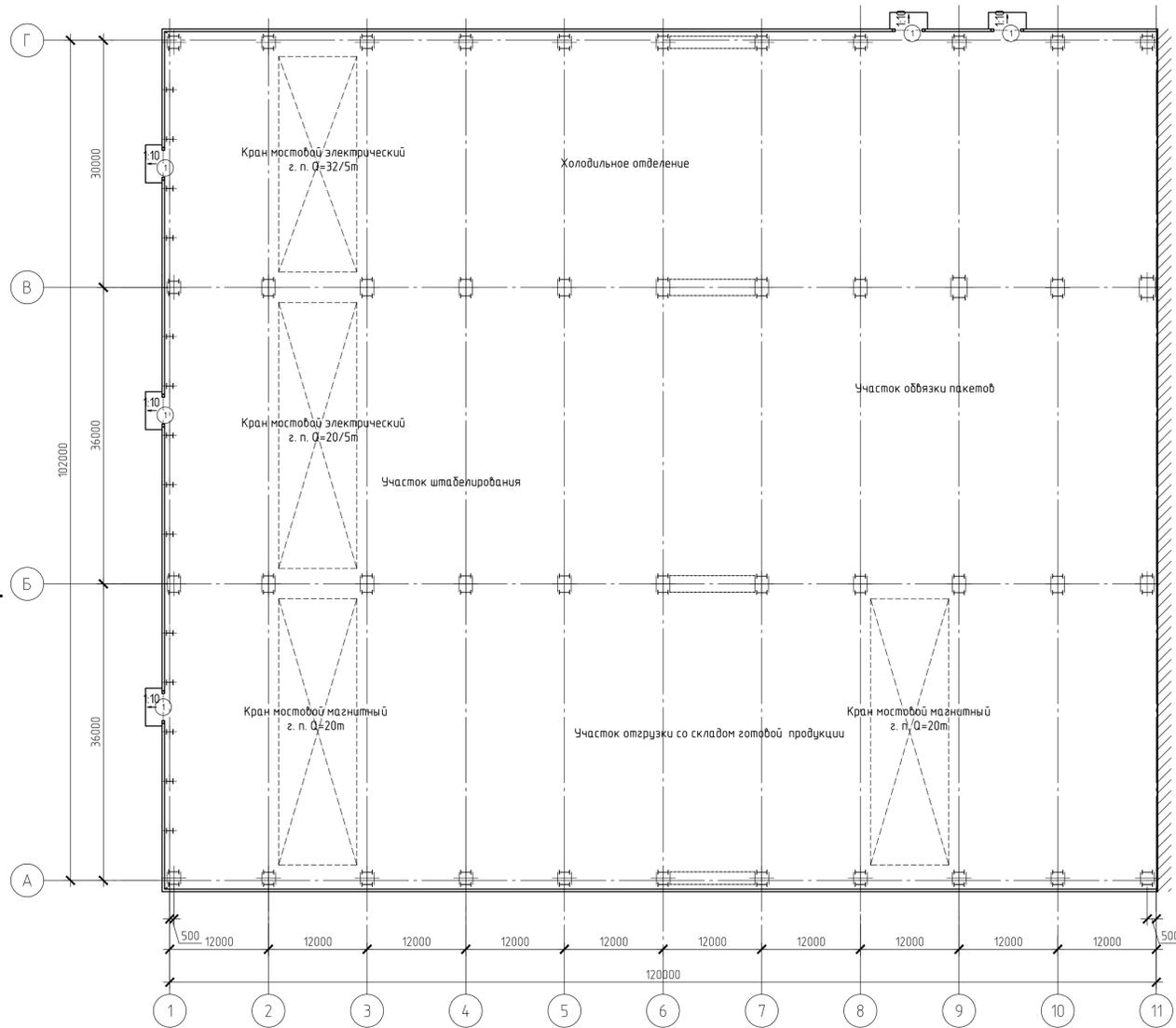
\_\_\_\_\_

*[должность, подпись (инициалы, фамилия)]*

Фасад 1-11



План на отм.0.000



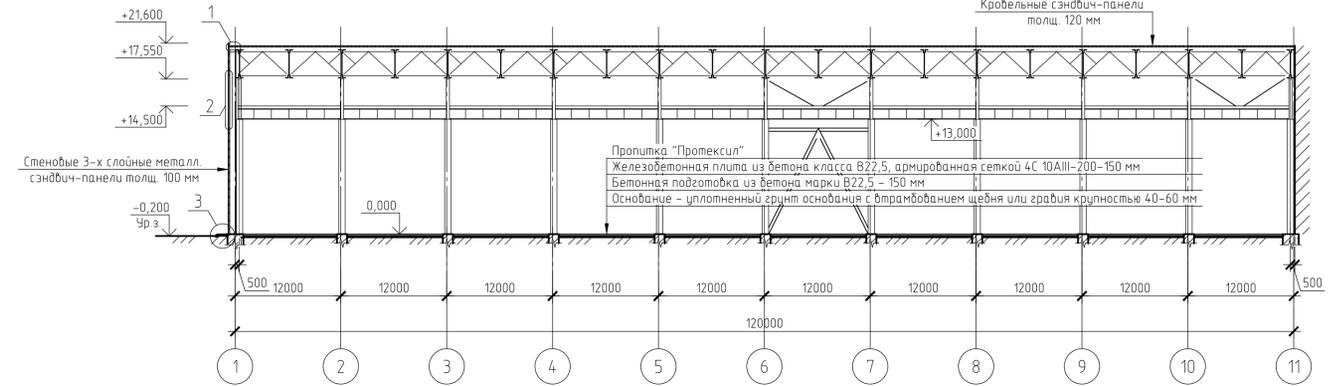
Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
1	Участок отгрузки со складом готовой продукции	4476.38	
2	Участок штабелирования	2898.34	
3	Участок обвязки пакетов	1449.17	
4	Холодильное отделение	3751.82	

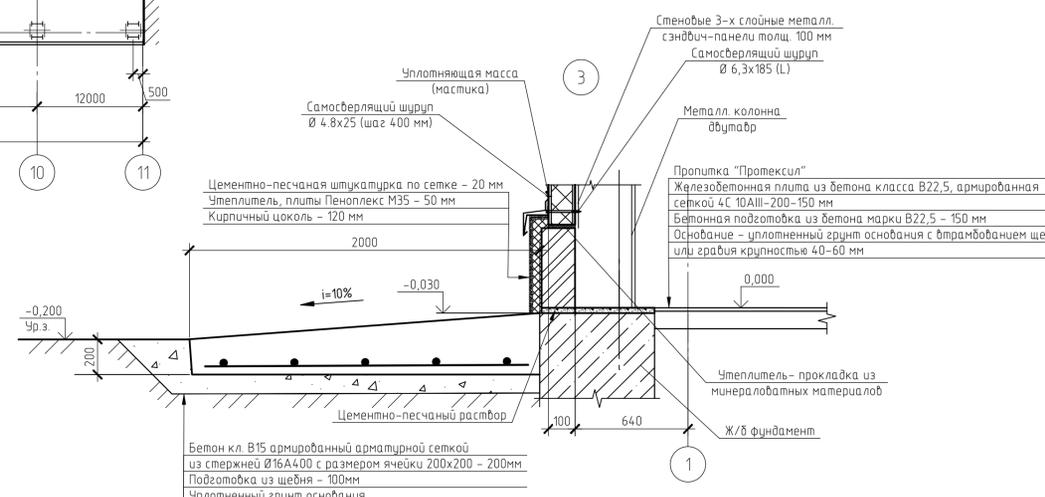
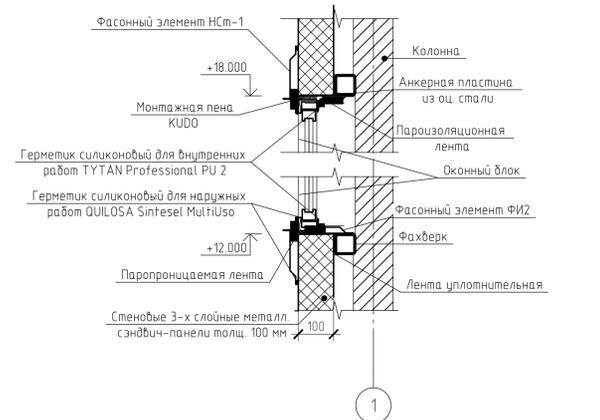
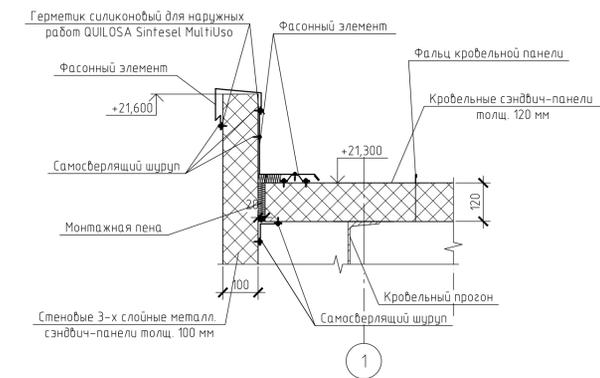
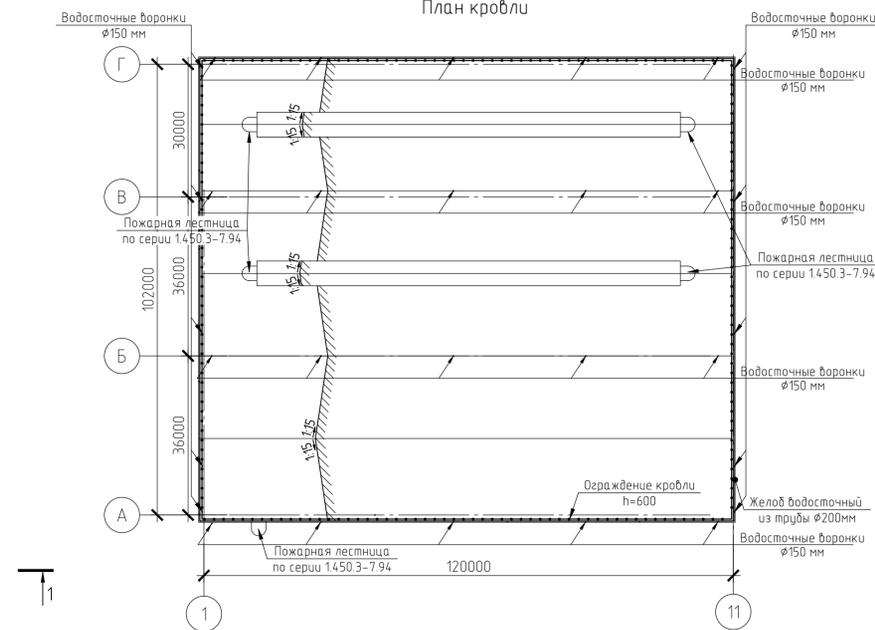
Условные обозначения:

- Стеновые сэндвич панели. Цвет RAL 9010.
- Стеновые сэндвич панели. Цвет RAL 6019.
- Стеновые сэндвич панели. Цвет RAL 6019.
- Стеновые сэндвич панели. Цвет RAL 6019.

1-1



План кровли



- Лист смотреть вместе с пояснительной запиской.
- Ведомость заполнения проемов, экспликация полов смотреть в пояснительной записке.
- На фасаде условно не показаны ограждения кровли и водосточная система.
- Материалы, принятые для изготовления стальных конструкций каркаса здания соответствуют СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции". Марки стали, применяемые для изготовления элементов конструкций, указаны в таблице крепления элементов конструкций:
  - в заводских условиях - полуавтоматическая и ручная сварка;
  - в монтажных условиях - болты, самонарезающие винты и сварка.
- Наружные поверхности цеха, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячим битумом за 2 раза.
- Тамбуры входов оборудовать модульным грязесобирающе-противоскользким покрытием Nomad Terra 8100.
- Вокруг здания выполнить отмостку шириной 2000 мм.

БР-08.03.01-АР									
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"									
Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов	
Выполнил	Гаврик О.П.					Цех металлургического завода в Калужской области	Д	1	6
Консульт.	Вавилова Н.Н.								
Руководит.	Фроловская А.В.								
Н. контр.	Фроловская А.В.	План на отм.0.000, разрез 1-1, Фасад 1-11, план кровли, узлы 1, 2, 3				СКУС			
Заб.каф.	Дворничев С.В.								

Схема расположения связей по верхним поясам стропильных ферм

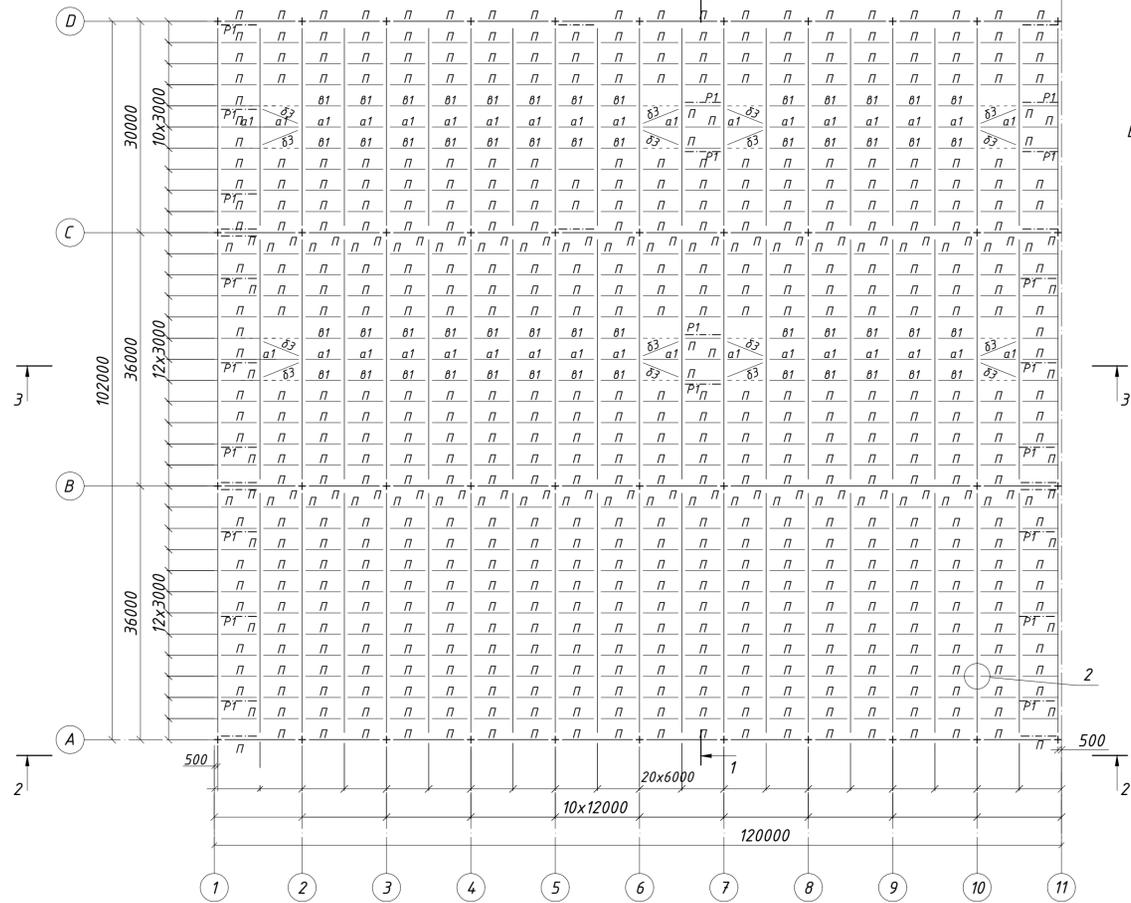
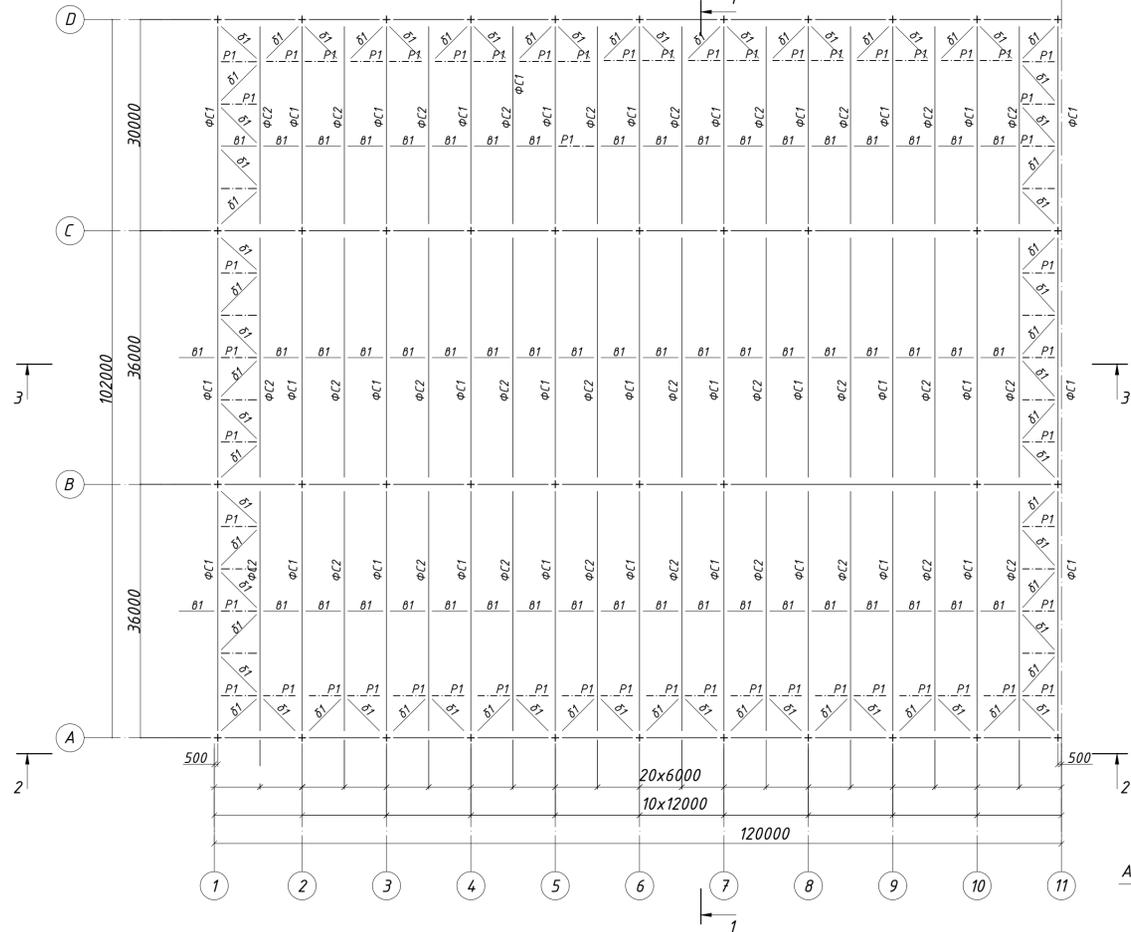
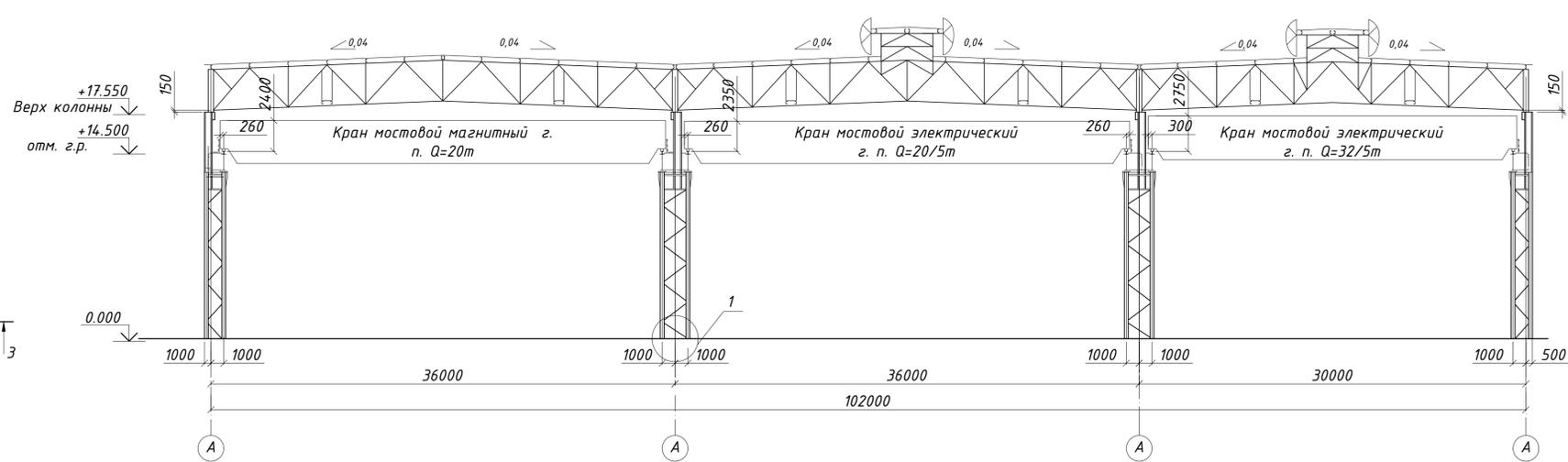


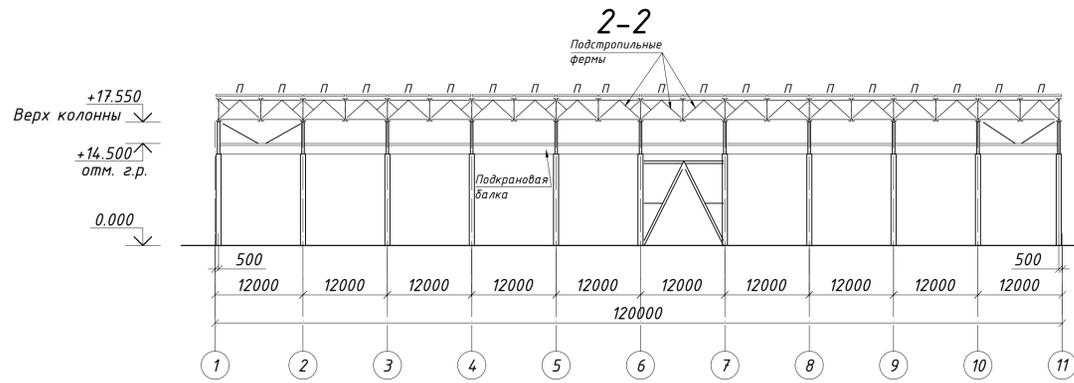
Схема расположения ферм и связей по нижним поясам стропильных ферм



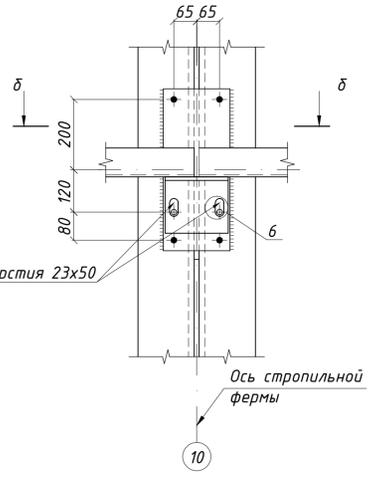
1-1



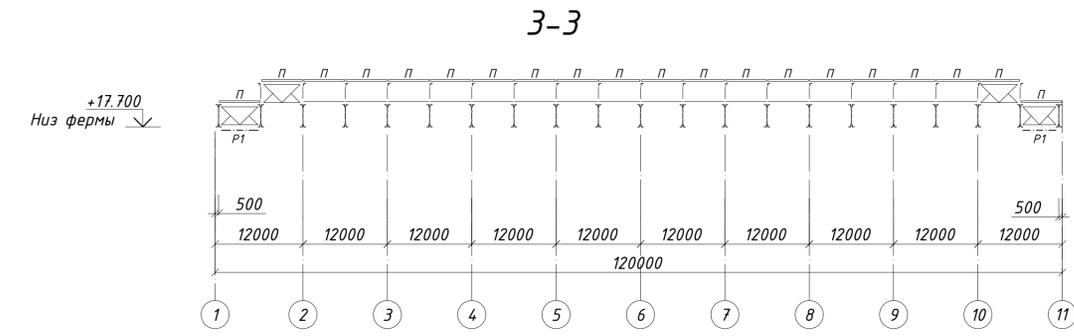
2-2



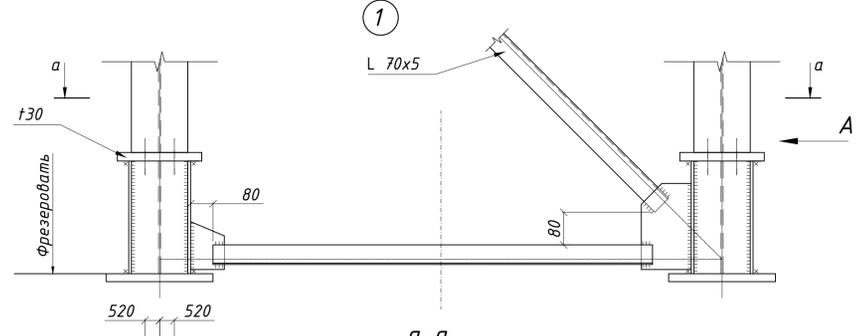
2



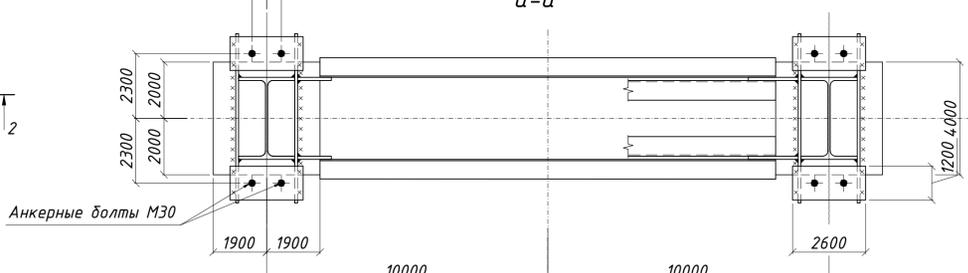
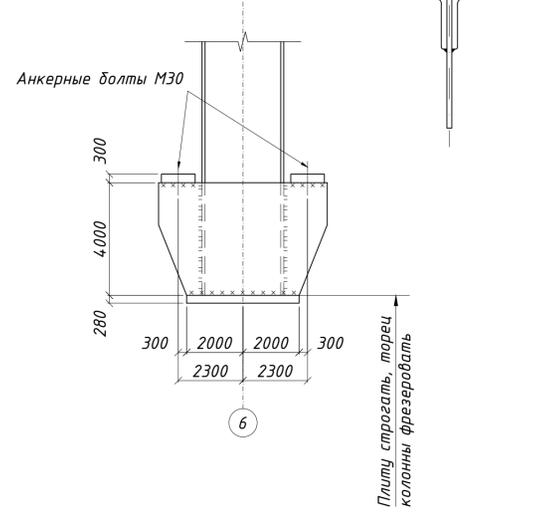
3-3



1

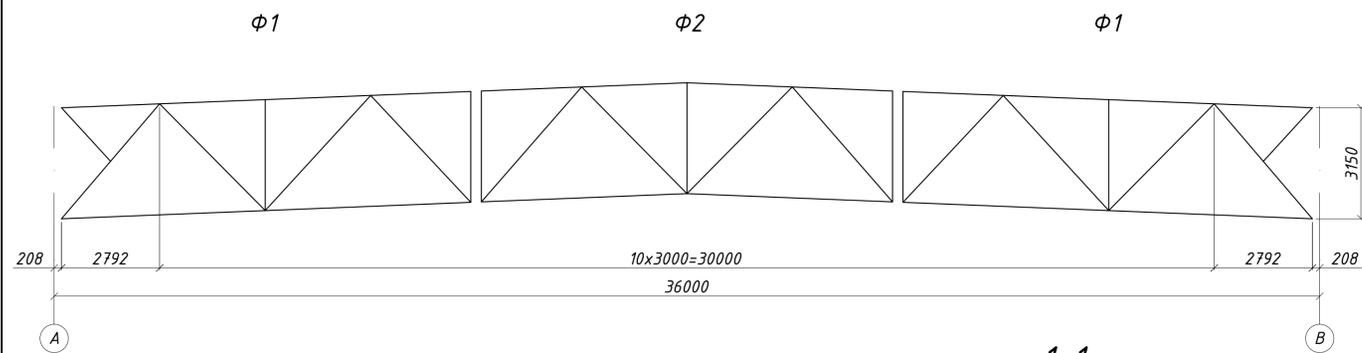


Вид А

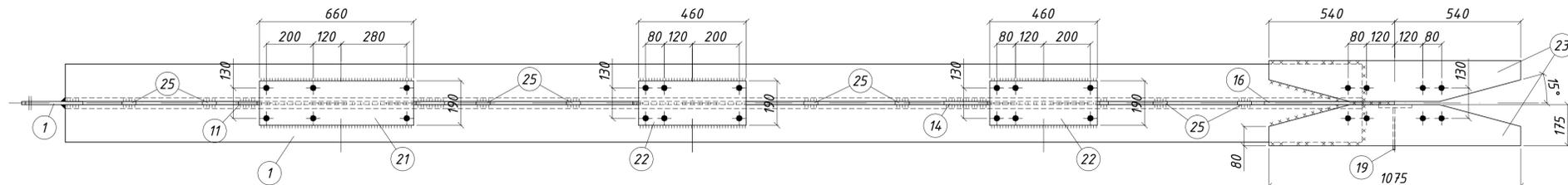


БР - 08.03.01 КМ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.
Разработал	Габриш ОП			
Консультант	Фроловская АВ			
Руководитель	Фроловская АВ			
Н. комп.	Фроловская АВ			
Заб. кафедрой	Иванов Г В			
Цех металлургического завода в Калужской области		Стадия	Лист	Листов
			2	
Схемы расположения ферм, связей по верхним и нижним поясам ферм Разрезы 1-1, 3-3, Узлы 1, 2		СКУЧС		

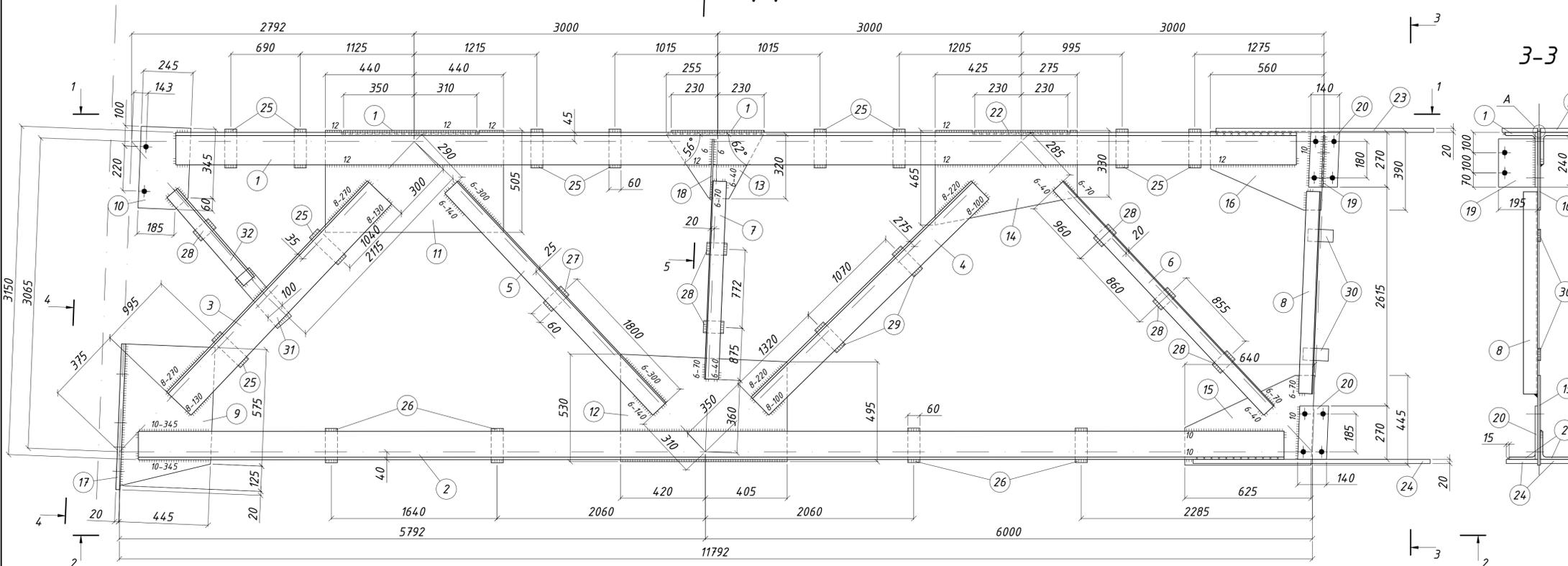
# Схема отправочных марок



1-1



Φ1



2-2

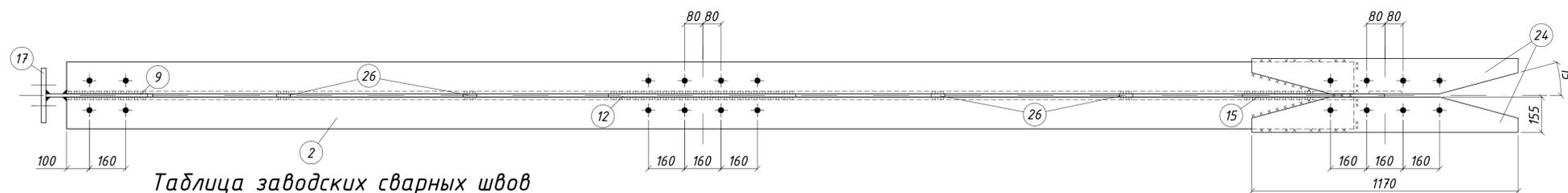


Таблица заводских сварных швов

марка эл-та	кол-во марок	катет шва, мм	Длина шва, м на марку	общая	тип электрода	примеч.
Φ1	2	6	5,48	10,96	Э42А	
		8	4,32	8,64		
		10	27,84	55,68		
		12	10,64	21,28		

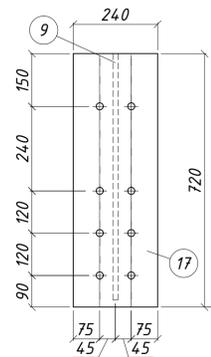
Условные обозначения

-----	монтажный сварной шов
-----	заводской сварной шов
•	отверстие
+	болт

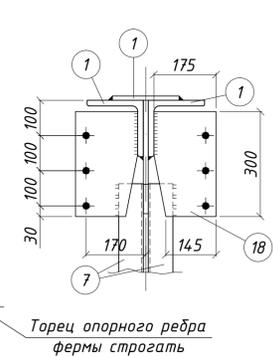
Таблица отправочных марок

отправочная марка	кол-во	Масса, т	
		одного	общая
Φ1	2	2,63	5,26
Φ2	1	2,41	2,41

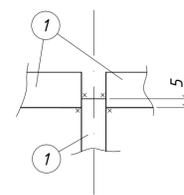
4-4



5-5



Узел А



# Спецификация стали

отпр. марка	Поз-я	Кол-во	Сечение	Длина, мм	Масса		марки	Наимен. стали	Примечания
					одного, кг	общая, кг			
1	2	160x16	11445	440,86	881,72			C245	
2	2	140x12	11570	295,04	590,07			C245	
3	2	160x10	3555	87,70	175,4			C245	
4	2	125x10	3715	70,96	141,91			C245	
5	2	90x7	3610	34,80	69,6			C245	
6	2	70x5	3625	19,5	39,01			C245	
7	2	70x5	2510	13,5	27,01			C245	
8	1	70x5	2530	13,61	13,61			C245	
9	1	14x445	700	34,23	34,23			C255	
10	1	14x245	405	10,90	10,9			C255	
11	1	14x505	880	48,84	48,84			C255	
12	1	14x530	825	48,05	48,05			C255	
13	1	14x320	485	17,06	17,06			C255	
14	1	14x465	70	3,58	3,58			C255	
15	1	14x445	640	31,30	31,30			C255	
16	1	14x390	560	24,00	24,00			C255	
17	1	20x240	720	27,13	27,13			C255	
18	1	12x175	300	4,95	4,95			C255	
19	1	12x195	240	4,41	4,41			C255	
20	1	12x140	270	3,56	3,56			C255	
21	1	12x190	660	11,81	11,81		2625	C255	
22	2	12x190	460	8,23	16,47			C255	
23	2	20x175	1075	29,54	59,07			C255	
24	2	20x155	1170	28,47	56,94			C255	
25	10	14x60	190	1,25	12,53			C255	
26	4	14x60	170	1,12	4,48			C255	
27	1	14x60	120	0,79	0,79			C255	
28	5	14x60	100	0,66	3,30			C255	
29	2	14x60	155	1,02	2,04			C255	
30	2	14x60	125	0,82	1,65			C255	
31	1	14x100	320	3,52	3,52			C255	
32	2	70x15	1595	8,58	17,6			C245	

- Работать совместно с листом 2.
- Сварка полуавтоматическая в среде защитных газов производится проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70. Применять электроды типа Э42А по ГОСТ 9467-75\*.
- Материал конструкций фермы:
  - пояса - сталь марки С245 по ГОСТ 27772-88;
  - раскосы и прокладки - сталь марки С245 по ГОСТ 27772-88.
  - фасонки - сталь марки С255 по ГОСТ 27772-88.
- Все неоговоренные отверстия диаметром 23 мм, все неоговоренные катеты швов - 6 мм.
- Все швы соединения фасонки со стержнями заводить на 20 мм на торец стержней, не меняя катет шва.
- Схему геометрических размеров и усилий в стержнях фермы смотри на листе 8.
- В значении общей массы марки учтена масса сварных швов - 1% от массы суммы всех элементов марки

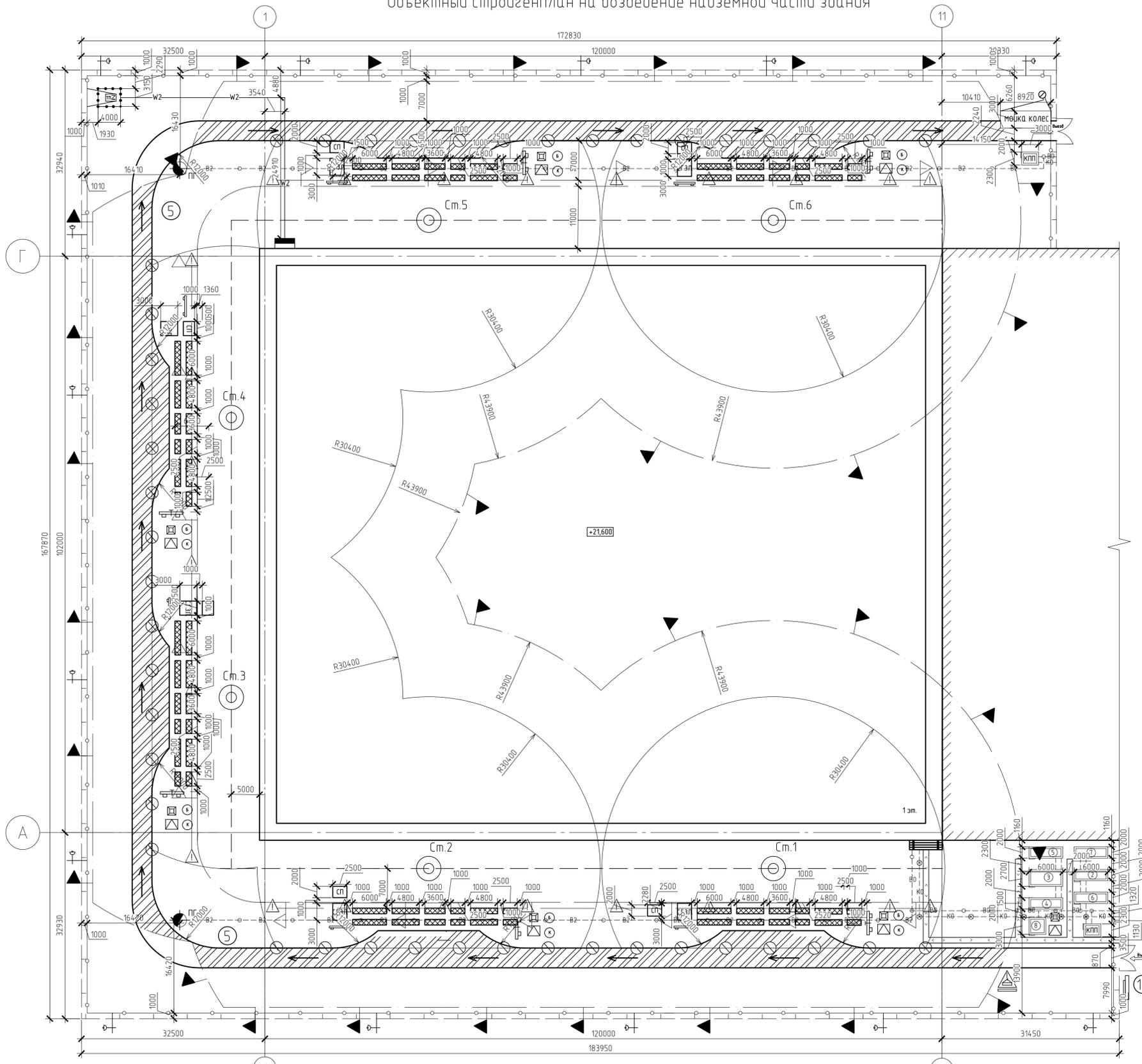
БР - 08.03.01 КМД

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт		
Разработал	Габриш ОП					Цех металлургического завода в Калужской области		
Консультант	Фроловская АВ					Стандия	Лист	Листов
Руководитель	Фроловская АВ						3	
Н. комп.	Фроловская АВ					Ферма Φ1		
Заб. кафедрой	Леонидов СВ					СКУС		



Объектный стройгенплан на возведение надземной части здания

Условные обозначения



- Контур строящегося здания
- Временные сооружения, бытовые помещения
- Трансформаторная подстанция
- Временная дорога в опасной зоне
- Временная пешеходная дорога
- Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
- Место приема раствора и бетона
- Канализация проектируемая невидимая (бытового значения)
- Канализация проектируемая невидимая (пожарная)
- Водопровод проектируемый невидимый (бытового значения)
- Водопровод проектируемый невидимый (пожарный)
- Водопровод проектируемый невидимый (общего назначения)
- Водопровод проектируемый невидимый (общего назначения)
- Теплопровод проектируемый невидимый
- Воздушная линия электропередачи
- Кабель проектируемый подземный до 10 кВ
- Линия границы монтажной зоны
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Шкаф для хранения баллонов с азотом
- Шкаф для хранения баллонов с кислородом
- Линия границы зоны действия крана
- Щит подключения
- Временное ограждение строительной площадки без козырька
- Въезд на строительную площадку и выезд
- Направление движения транспорта и крана
- Ворота и калитка
- Временный защитный козырек над входом в здание
- Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Стенд с противопожарным инвентарем
- Въездной стенд с транспортной схемой
- Стенд со схемами строповки, таблицей масс грузов
- Место для первичных средств пожаротушения
- Мусоросборник
- Знак, запрещающий пронос груза
- Знак ограничения скорости движения транспорта
- Проектор на опоре
- Пожарный гидрант
- Стоянка крана
- Линия предупреждения об ограничении зоны действия крана

Экспликация зданий и сооружений

№ п/п	Наименование	Объем		Размеры в плане, м <sup>2</sup>	Тип, марка или краткое описание
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Цех металлургического завода	шт.	1	12240	строящееся здание
2	Прорабская	шт.	1	6,0x2,0	Контейнерное, ТП 420-02
3	Гардеробная	шт.	1	6,0x3,0	Контейнерное, ТП 420-01
4	Душевая мужская	шт.	1	6,0x2,0	Контейнерное, ТП 420-02
5	Чыбыльная	шт.	1	6,0x2,0	Контейнерное, ТП 420-02
6	Сушилка	шт.	1	6,0x2,0	Контейнерное, ТП 420-02
7	Помещение для обогрева рабочих	шт.	1	6,0x2,0	Контейнерное, ТП 420-02
8	Уборная	шт.	1	3,0x3,0	Контейнерное, ТП 420-08

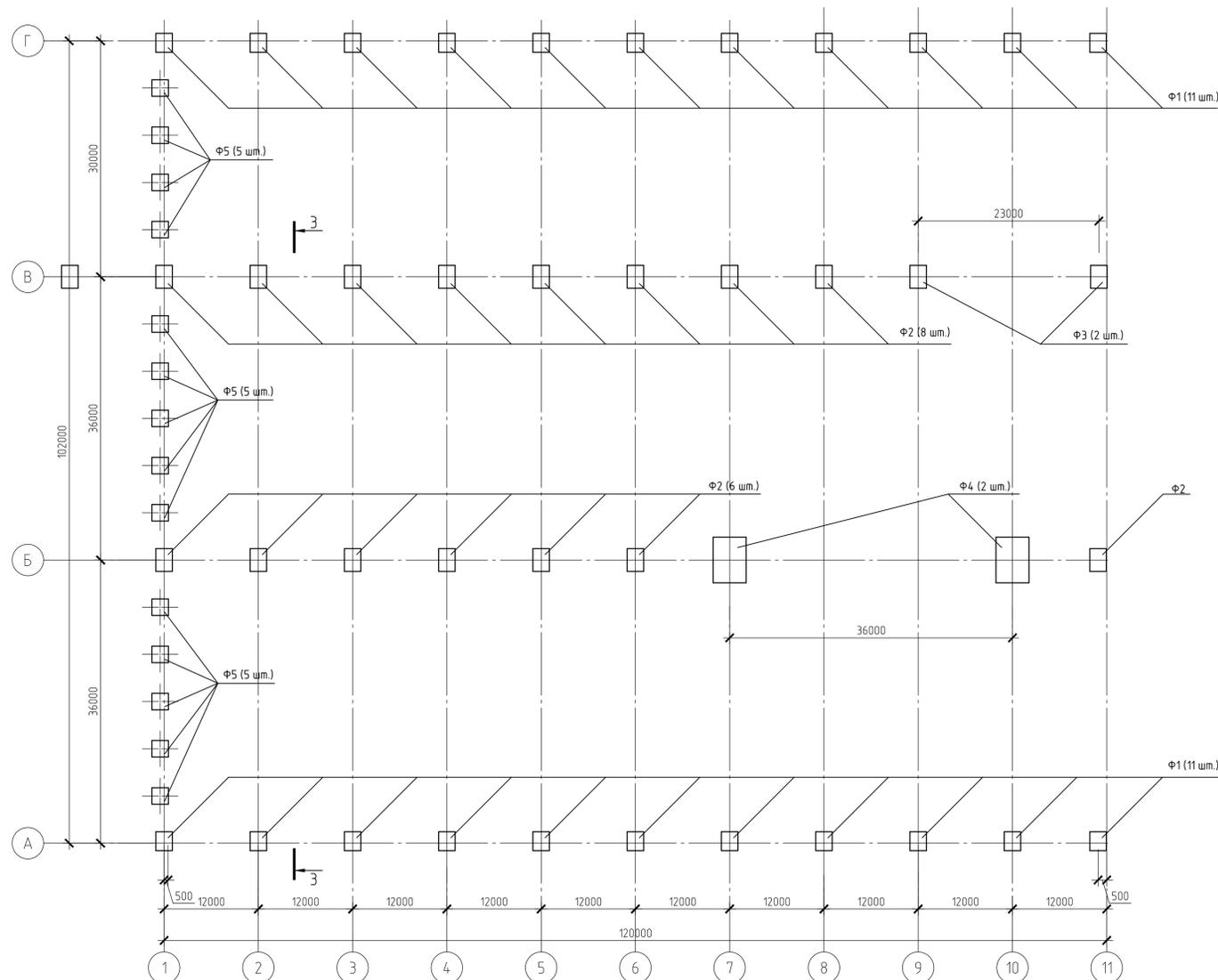
Технико-экономические показатели по стройгенплану

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
2	Площадь под постоянными сооружениями	м <sup>2</sup>	12240
3	Площадь под временными сооружениями	м <sup>2</sup>	87,00
4	Площадь складов	м <sup>2</sup>	322,81
5	Протяженность временных автодорог	пог.м.	80,02
6	Протяженность временных электросетей	пог.м.	568,58
7	Протяженность временных водопроводных сетей	пог.м.	436,25
8	Протяженность ограждения строительной площадки	пог.м.	703,64

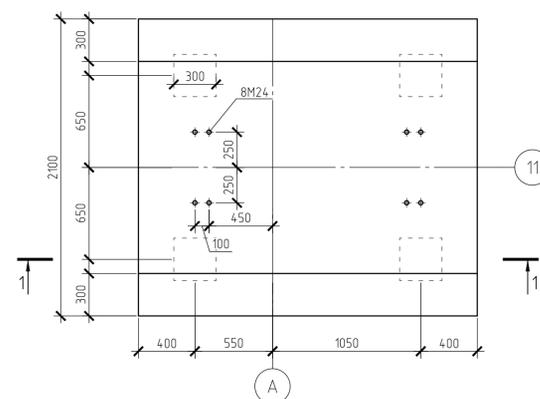
				БР-08.03.01-0С		
				ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"		
				Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Выполнил	Габрик О.П.					
Консульт.	Яшина А.А.					
Руководит.	Фроловская А.В.					
				Цех металлургического завода в Калужской области		Страница 6
				Объектный стройгенплан на возведение надземной части здания, условные обозначения, экспликация зданий и сооружений, ТЭП		СКУС

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Согласовано.

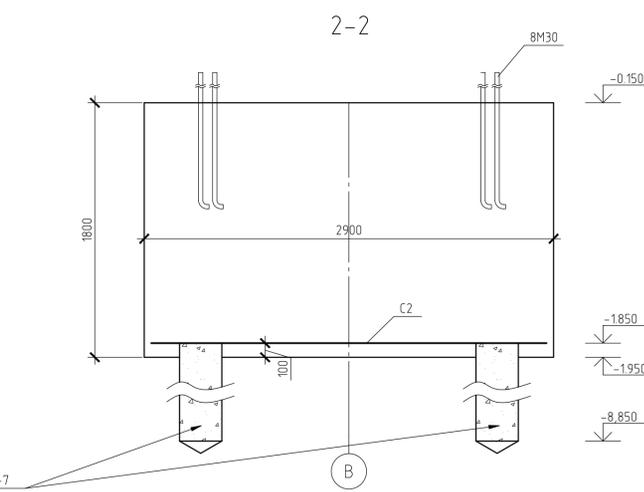
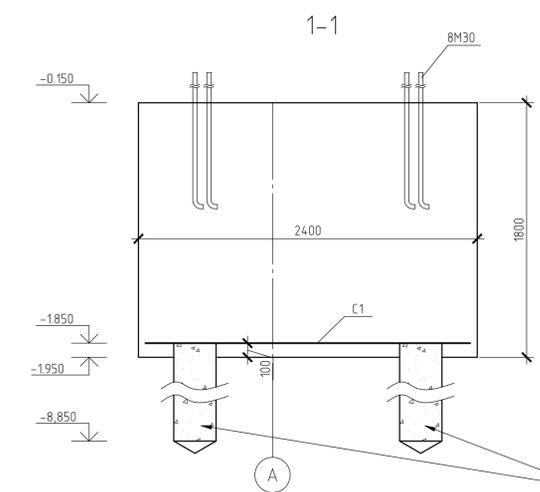
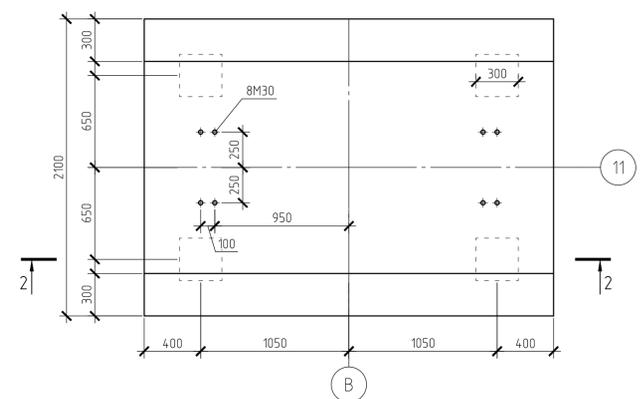
План ростберков



Свайный фундамент Ф1



Свайный фундамент Ф2



Арматурные сетки

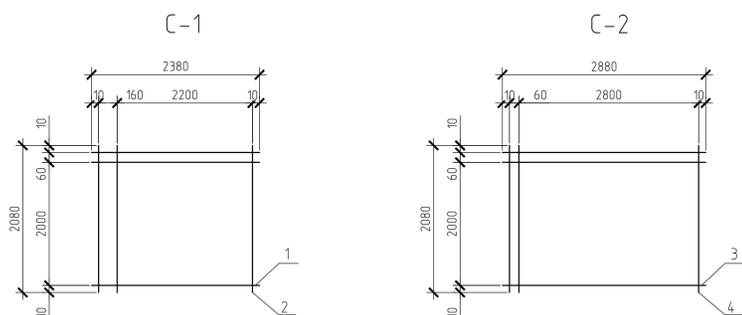
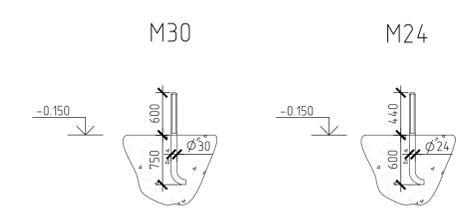
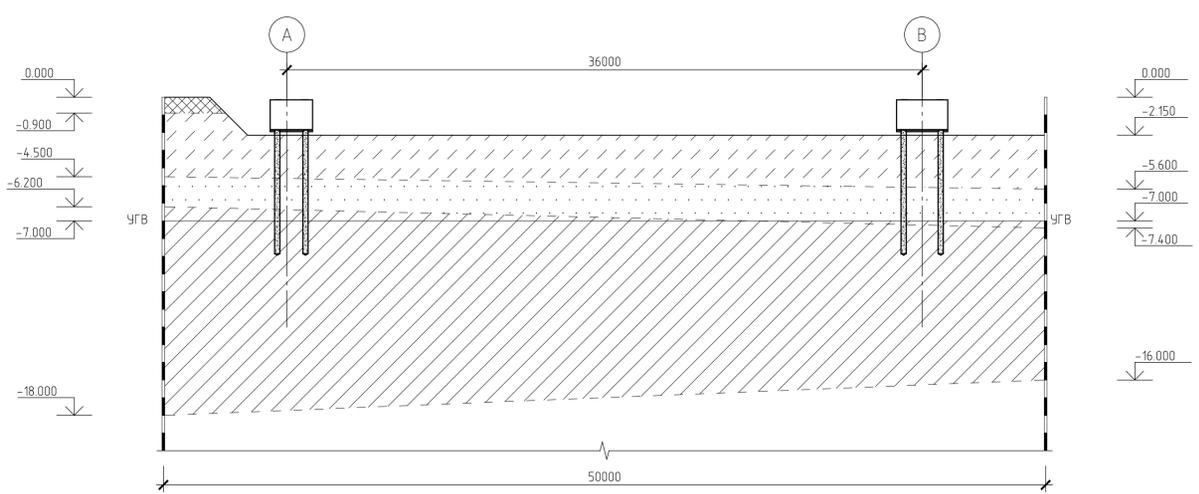


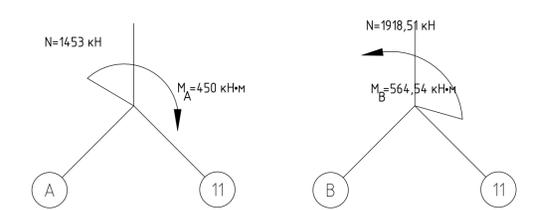
Схема узла крепления колонн анкерами



3-3



Нагрузки на фундаменты



Условные обозначения



Наименование слоя	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ , кН/м <sup>3</sup>	$C$ , кПа	$\phi$	$E$ , МПа	Марка	поз.	$d$ , мм	$l$ , мм	кол-во, шт	масса, кг	марки	
										одного	всего		
Растительный слой	16,4	-	-	-	-	C1	1	10	2380	12	1,47	17,6	34,26
Супесь	16,3	26,7	5	20	24,34		2	10	2080	13	1,28	16,66	
Песок мелкий	18,9	26,5	2	30,8	25		3	10	2880	12	1,77	21,3	41,81
Суглинок (тяжелый)	19,7	27,0	32,2	24,2	23		4	10	2080	16	1,28	20,51	

Примечания:  
 1. Фундаменты Ф1 и Ф2 развёрнуты на 90°.  
 2. Арматурные сетки варить электродами Э42 по ГОСТ 9467-75°.  
 3. Сваи забиваются копёрной установкой на базе экскаватора ЭО-4212.

БР-08.03.01-КР					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Выполнил	Гаврик О.П.				
Консульт.	Иванова О.А.				
Руководит.	Фроловская А.В.				
Н. контр.	Фроловская А.В.				
Заб.каф.	Двордуб С.В.				
Цех металлургического завода в Калужской области			Стадия	Лист	Листов
План ростберков, разрезы 1-1,2-2,3-3, арматурные сетки, свайный фундамент №1, №2			р	3	
СКУС					

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Согласовано.

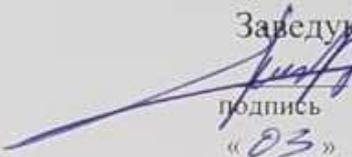
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 С.В. Деордиев  
подпись      инициалы, фамилия

«03» 08 2023 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

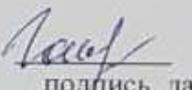
В виде \_\_\_\_\_  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»  
код, наименование направления

Цех металлургического завода в Калужской области

Руководитель  \_\_\_\_\_  
подпись, дата      должность, ученая степень

А.В. Фроловская  
инициалы, фамилия

Выпускник  \_\_\_\_\_  
подпись, дата

О.П. Гаврик  
инициалы, фамилия

Красноярск 2023 г.

Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Цех металлургического завода в Калужской области

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

ИИ 10.06.23  
подпись, дата

ИИ Валимова  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

А.В. Фроловская 15.06.23  
подпись, дата

А.В. Фроловская  
инициалы, фамилия

фундаменты

ИИ 15.06.23  
подпись, дата

Р.Н. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

А.А. Желекина 15.06.23  
подпись, дата

А.А. Желекина  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

А.А. Желекина 15.06.23  
подпись, дата

А.А. Желекина  
инициалы, фамилия

экономика строительства

ИИ 15.06.23  
подпись, дата

И.О. Желекина  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

А.В. Фроловская  
подпись, дата

А.В. Фроловская  
инициалы, фамилия