

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
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

Муниципальный спортивный комплекс в п.г.т. Стрелка Красноярского края с
рамами переменного сечения
тема

Руководитель _____
подпись, дата

к.т.н, доцент каф. СКиУС
должность, ученая степень

И.Я. Петухова
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

С.А. Митина
инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечения» включает в себя:

134 страницы текстового документа, 17 иллюстраций, 31 таблицу, 2 приложения, 56 использованных источников, 6 листов графической части.

СТРОИТЕЛЬСТВО, СПОРТИВНЫЙ КОМПЛЕКС, РАМА ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ, МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ РАМА, МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КАРКАС, СТОЙКА, РИГЕЛЬ, ПРОГОН, ФУНДАМЕНТ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.

Разделы пояснительной записки, включая графическую часть:

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

Целью выпускной квалификационной работы является применение, закрепление и подтверждение полученных теоретических и практических знаний по направлению 08.01.01 «Строительство».

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были определены оптимальные конструктивные и архитектурные решения для спортивного комплекса, выполнен теплотехнический расчет для стенового ограждения, кровли и светопрозрачных конструкций, выполнен расчет прогона и стойки переменного сечения металлической рамы каркаса, спроектированы ФМЗ и фундамент из забивных свай и выбран экономически выгодный из них, разработана техкарта на устройство металлического каркаса здания в осях А-И/9-13 и строительный генеральный план на основной период строительства.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Архитектурно-строительный раздел.....	9
1.1 Исходные данные для проектирования	9
1.1.1 Характеристика объекта капитального строительства	9
1.1.2 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства.....	9
1.1.3 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства.....	10
1.1.4 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального-строительства	10
1.2 Схема планировочной организации земельного участка.....	11
1.2.1 Характеристика земельного участка предоставленного для размещения объекта капитального строительства	11
1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний проезд к объекту капитального строительства	11
1.3 Архитектурные решения	12
1.3.1 Описание и обоснование внешнего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	12
1.3.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	13
1.3.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства..	13

					БР-08.03.01-2023 ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Митина С.А.				Р	3	55
Руководит.		Петухова И.Я.				Кафедра СКиУС		
Н. контр.		Петухова И.Я.						
Зав. каф.		Деордиев С.В.						

1.3.4	Описание и обоснование решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	14
1.3.5	Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	17
1.3.6	Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	18
1.3.7	Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров	18
1.4	Конструктивные решения	19
1.4.1	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	19
1.4.2	Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	20
1.4.3	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций	21
1.4.4	Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства	21
1.4.5	Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	22
1.5	Описание проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых характеристик конструкций.....	22

1.5.1 Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций	22
1.5.2 Обеспечение снижения шума и вибраций.....	22
1.5.3 Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции	23
1.5.4 Обеспечение снижения загазованности помещений.....	23
1.5.5 Обеспечение удаление избытков тепла.....	23
1.5.6 Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений	23
1.5.7 Обеспечение пожарной безопасности.....	24
2 Расчетно-конструктивный раздел	25
2.1 Описание конструктивной схемы каркаса здания.....	25
2.1.1 Компоновка поперечника каркаса в осях А-И/1-5	26
2.1.2 Обеспечение неизменяемости каркаса здания.....	27
2.2 Расчет прогона ПР1.....	28
2.3 Статический расчет поперечной рамы.....	34
2.4 Расчет внецентренно-сжатой стойки рамы	38
3 Проектирование фундаментов	45
3.1 Исходные данные для проектирования	45
3.2 Сбор нагрузок на фундамент	47
3.2.1 Общие данные	47
3.3 Проектирование столбчатого фундамента	49
3.3.1 Анализ грунтовых условий	49
3.3.2 Определение глубины заложения фундамента.....	49
3.3.3 Определение размеров подошвы фундамента.....	50
3.3.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания	51
3.3.5 Проверка условий расчета основания по деформациям	52
3.3.6 Расчет осадки фундамента и проверка условия по деформациям	52
3.3.7 Конструирование столбчатого фундамента неглубокого заложения.	55
3.3.8 Расчет фундамента по первой группе предельных состояний.....	57
3.3.9 Расчет плитной части фундамента на изгиб	58

3.4	Проектирование фундамента из забивных свай	60
3.4.1	Исходные данные	60
3.4.2	Определение несущей способности забивной сваи	61
3.4.3	Определение числа свай и проектирование ростверка	62
3.4.4	Проверка плиты ростверка на изгиб и определение арматуры.....	63
3.5	Технико – экономическое сравнение вариантов фундаментов.....	64
4	Технология строительного производства.....	67
4.1	Область применения	67
4.2	Общие положения	67
4.3	Организация и технология выполнения работ.....	67
4.3.1	Подготовительные работы	68
4.3.2	Основные работы	69
4.3.3	Заключительные работы.....	71
4.4	Требования к качеству работ	71
4.5	Потребность в материально-технических ресурсах	74
4.6	Вычисление объемов работ.....	79
4.7	Техника безопасности и охрана труда	82
4.8	Технико-экономические показатели	83
5	Организация строительного производства.....	87
5.1	Определение нормативной продолжительности строительства.....	87
5.2	Объектный строительный генеральный план на основной период строительства.....	87
5.2.1	Область применения	87
5.2.2	Подбор и размещение грузозахватных механизмов.....	88
5.2.3	Привязка грузоподъемных механизмов	88
5.2.4	Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов	88
5.2.5	Проектирование временных дорог и подъездов	89
5.2.6	Расчет площадок складирования материалов и конструкций.....	90

5.2.7 Потребность строительства в кадрах, расчет потребности и проектирование бытового городка.....	93
5.2.8 Потребность в электроэнергии на период строительства.....	94
5.2.9 Временное водоснабжение.....	96
5.3 Проектные решения по охране труда	98
5.3.1 Описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства	99
5.4 Техничко-экономические показатели стройгенплана.....	100
6 Экономика строительства	101
6.1 Расчет прогнозной стоимости строительства на основании УНЦС.....	101
6.2 Составление локального сметного расчета на устройство металлического каркаса.....	108
6.3 Анализ локального сметного расчета	110
6.4 Техничко-экономические показатели проекта.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	116
ПРИЛОЖЕНИЕ А	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей проекта является решение нехватки мест для занятия спортом в пгт. Стрелка городского округа Лесосибирск.

Согласно «Стратегии социально-экономического развития северных и арктических территорий и поддержки коренных малочисленных народов Красноярского края до 2035 года» [17], население, которое систематически занимается физической культурой и спортом, в общей численности в возрасте от 3 до 78 лет, в городском округе Лесосибирск составляет 49,2 %.

Обеспеченность физкультурно-спортивными залами в г.о. Лесосибирск составляет 35,8 %: требуемая мощность – 14 585 м² [18].

Одним из приоритетов [19], является увеличение эффекта функционирования отрасли физической культуры и спорта, преобразование и обеспечение условий развития городской системы физкультуры и спорта, включающее в себя строительство здания для размещения спортзала в п. Стрелка. Подразумевается, что наличие спортзала позволит привлечь учащихся в рамках урочной и внеурочной занятости, а также остальные категории жителей поселка.

В [18] определен перечень инвестиционных проектов по проектированию, строительству и реконструкции объектов социальной инфраструктуры муниципального образования г. Лесосибирск. В него включено строительство физкультурно-оздоровительного комплекса в пгт. Стрелка по Государственной программе «Развитие физической культуры и спорта» [20] и Муниципальной программе «Развитие физической культуры и спорта города Лесосибирска» [21].

Из данного анализа следует, что строительство спортивного комплекса в пгт. Стрелка целесообразно и экономически обосновано.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Исходные данные для проектирования

1.1.1 Характеристика объекта капитального строительства

Объектом строительства является Муниципальный спортивный комплекс с рамами переменного сечения в пгт. Стрелка Красноярского края.

Здание имеет сложную форму в плане размерами в осях 60,0 х 42,0 м.

Здание состоит из трех блоков разной этажности: 1 и 2 блок имеют высоту до низа несущих конструкций покрытия – 7,05 м, а 3 блок – 3,5 м.

Вид строительства – новое строительство.

Принятые в проектной документации решения соответствуют требованиям экологических, санитарных, противопожарных и других норм, действующих в Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни эксплуатацию объекта.

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

Выпускная квалификационная работа на тему «Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечения» разработан на основании:

- 1) Задания на выполнение выпускной квалификационной работы;
- 2) Инженерно-геологического разреза грунтового основания;
- 3) Технического задания;
- 4) Климатических условий строительства.

Разработка выпускной квалификационной работы выполнена на основании следующих нормативных документов:

- Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №87 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию» [3];

- ГОСТ Р 21.501.2018 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений» [3];

- ГОСТ 21.502.2016 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций» [22];

- СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения» [6];

- СП 383.1325800.2018 «Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования» [7];

- СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования» [8];

1.1.3 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства

Спортивный комплекс представляет собой объект районного значения, который направлен на развитие спортивной деятельности в городском округе г. Лесосибирск Красноярского края.

Функциональное назначение объекта – спортивный комплекс пропускной способностью 65 чел. в смену с универсальным залом, залом для спортивной борьбы и вспомогательными помещениями для хранения спортивного инвентаря и оборудования, раздевальных, кабинета врача, раздевалками и душевыми, буфета, кабинетов дирекции.

1.1.4 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального-строительства

Техничко-экономические показатели объекта рассчитаны в соответствии с [6]:

1) Общая площадь здания – 2847,5 м²;

2) Полезная площадь здания – 2747,0 м²;

- 3) Расчетная площадь здания – 2293,9 м²;
- 4) Строительный объем здания – 20587,6 м³;
- 5) Площадь застройки здания – 2691,7 м²;
- 6) Этажность: блок 1 – 2 этажа; блок 2 и 3 – 1 этаж.

1.2 Схема планировочной организации земельного участка

1.2.1 Характеристика земельного участка предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Земельный участок, на котором предполагается строительство спортивного комплекса, расположен в Красноярском крае, в городском округе г. Лесосибирск, пгт. Стрелка.

Объект строительства расположен на территории существующего здания Дома Культуры пгт. Стрелка площадью 13506 кв.м., расположенной в центральной части поселка по адресу: Красноярский край, г. Лесосибирск, пгт. Стрелка, ул. Береговая, 6 "А". Кадастровый номер 24:52:0020117:28.

Поверхность местности ровная, с небольшим уклоном на восток.

Проектируемый объект не находится в зоне опасных геологических процессов, и не подтопляются паводковой и грунтовой водой.

Инженерно-геологический разрез и характеристики грунта приведены в разделе 3.

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

Основной вид внешне- и внутривозвращенного транспорта – автомобильный. К участку ведут дороги общего пользования. Доступ к зданию ограничен шлагбаумом. Покрытие проездов – асфальтобетон.

1.3 Архитектурные решения

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

Архитектурно-планировочные решения здания приняты исходя из особенностей его функционального назначения в соответствии с СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования», СП 383.1325800.2018 «Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования», СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».

Планировочные решения спроектированы с учетом функциональной организации спортивного сооружения.

В основу принятого объемно-пространственного решения положена схема функциональных связей отдельных тематических групп помещений.

Запроектированное здание условно разделено на 3 блока: 1 блок включает в себя помещения раздевалок, зону настольного тенниса, тренажерный зал, зал для спортивной борьбы, помещение хранения инвентаря, зону буфета, зону отдыха, помещение дирекции и помещения инженерного обеспечения; 2 блок включает в себя универсальный спортивный зал; в 3 блоке размещена входная группа, помещение медицинского обслуживания, хозяйственные и служебные помещения, а также помещения для судей и дополнительную инвентарную.

Вход посетителей, организаторов и работников осуществляется через входную группу в центральной части здания. Входная группа включает в себя вестибюль, гардеробную и регистратуру.

Для удобства и комфорта посетителей предусмотрена зона отдыха, смежная с зоной буфета на 20 посадочных мест.

Помещения раздевалок включают в себя места для хранения вещей, переодевания, душевые и сан. узлы. Все помещения раздевалок запроектированы и оборудованы с учетом доступности для маломобильных групп населения.

Экспликацию помещений см. лист 1 графической части.

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

Архитектурно-художественные и объемно-планировочные решения выполнены в соответствии с нормативными документами:

- СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [6];
- Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [11];
- СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования» [8];
- СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» [10];
- СП 50.13330. 2012 «Тепловая защита зданий» [12];
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [13];

Размеры здания не нарушают требований к соблюдению предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.

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

В основе архитектурного облика фасадов заложен принцип симметрии.

Основным композиционным приемом является доминирование основных блоков 1 и 2 как по высоте, так и по протяженности, так как в этих блоках размещены спортивные залы.

Архитектурная выразительность здания достигается цветовым решением фасадов и остекление фасадов.

Запроектированные светопрозрачные конструкции позволили обеспечить требуемое естественное освещение и придать архитектурную выразительность зданию.

Наружная отделка фасадов:

- стены – 1 и 2 блоки - «сэндвич»-панели толщиной 150 мм, окрашенные в заводских условиях в цвет RAL 6033 (цвет зеленый), раскладка горизонтальная; 3 блок - «сэндвич»-панели толщиной 150 мм, окрашенные в заводских условиях в цвет RAL 7024 (цвет серый); раскладка вертикальная;

- цокольная часть облицована натуральным камнем.

Витражные переплеты и дверные блоки с наружной стороны окрашены в серый цвет.

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

В отделке помещений предусмотрено использование сертифицированных современных, экологически чистых, пожаробезопасных отделочных материалов.

Внутренняя отделка помещений должна выполняться в соответствии с СП 2.1.3.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг», СП 383.1325800.2018 «Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования», СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования».

Поверхность стен, полов, потолков должны иметь гладкую, без дефектов, моющуюся поверхность, выдерживающую обработку моющими и дезинфицирующими средствами.

В части помещений в качестве внутренней отделки стен служат фасадные панели стен с полимерным покрытием.

Все металлоконструкции должны быть покрыты антикоррозионными и противопожарными составами.

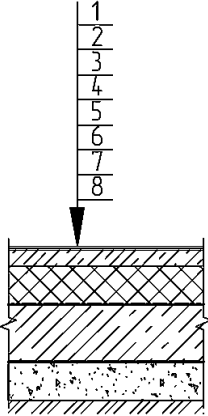
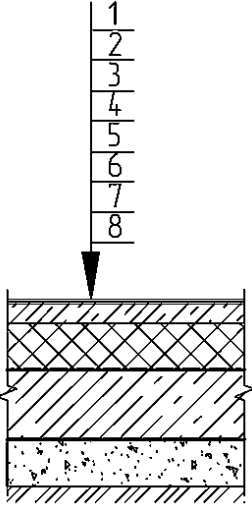
Полы должны выполняться из износостойких материалов.

Ведомость отделки помещений и экспликация полов представлены в таблицах 1.2 и 1.3 соответственно.

Таблица 1.2 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьеров						
	Потолок	Площадь, м ²	Стены или перегородки	Площадь, м ²	Колонны	Площадь, м ²	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 29	Подвесной потолок плитно-ячеистый по каркасу из оцинкованного профиля	596,0	Штукатурка; затирка поверхности; оштукатурка; декоративная штукатурка	1309,4	Лакокрасочное антикоррозионное и противопожарное покрытие	-	Отделка сэндвич-панелей не предусмотрена
8, 10, 11, 12, 13, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	Подвесной потолок плитно-ячеистый по каркасу из оцинкованного профиля	214,7	Штукатурка; затирка поверхности; оштукатурка; оклейка керамической плиткой на всю высоту	788,5	Лакокрасочное антикоррозионное покрытие	-	
19, 20, 23, 26, 27, 28	-	-	Штукатурка; затирка поверхности; оштукатурка; окраска	324,4	Лакокрасочное антикоррозионное покрытие	-	
14, 42	-	-	-	-	Лакокрасочное антикоррозионное покрытие	-	

Таблица 1.3 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	1		<p>1. Керамическая плитка 5 мм; 2. Плиточный клей; 3. Цементно-песчаная стяжка 40 мм; 4. Бетон М400 250 мм 5. Геотекстиль ЭкоТекс 6. Утрамбованный слой песка 100 мм; 7. Грунт основания</p>	1020,4
14, 16, 20, 21, 25	2		<p>1. Покрытие спортивное Taraflex Sport B 2. Клей для ПВХ-покрытий 3. Цементно-песчаная стяжка 40 мм; 4. Бетон М400 250 мм 5. Геотекстиль ЭкоТекс 6. Утрамбованный слой песка 100 мм; 7. Грунт основания</p>	1282,8

Окончание таблицы 1.3.

42	3		1. Покрытие спортивное Taraflex Sport B 2. Клей для ПВХ-покрытий 3. Цементно-песчаная стяжка 40 мм; 4. Бетон М400 200 мм	525,0
----	---	--	---	-------

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

Естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей обеспечивается за счет оконных проемов в наружных стенах.

Расчетные значения показателей коэффициента естественной освещенности в нормируемых помещениях здания соответствуют СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*».

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

Таблица 1.4 – Спецификация элементов заполнения оконных и дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
1	2	3	4
Двери			
1	ГОСТ 21519-2003	ВН 2000х2100	2
2	ГОСТ 21519-2003	ВН 1500х2200	6
3	ГОСТ 31173-2016	ДСН-А-Оп-Пр-Брг-Н-П2лс-М3-О 900х2100	2
4	ГОСТ 31173-2016	ДСУЗ-А-Оп-Пр-Брг-Н-П2лс-М3-О 900х2100	2
5	ГОСТ 31173-2016	ДСВ-А-Дп- Брг-Н-Псп-О 200х2400	2
6	ГОСТ 31173-2016	ДСВ-А-Оп-Пр-Брг-Н-О 700х2100	1
7	ГОСТ 6629-88	ДГ21-9П	20
8	ГОСТ 6629-88	ДГ21-15П	2

Окончание таблицы 1.4.

9	ГОСТ 6629-88	ДГ21-7П	3
10	ГОСТ 31173-2016	ДСВ-А-Оп-Пр-Брг-Н-О 1500x2400	1
Витражи			
ВО-1	ГОСТ 30674-99	ОП В2 5120x3500 (4М1-8Ar-4М1-8Ar-Н4)	2
ВО-2	ГОСТ 30674-99	ОП В2 9200x2000 (4М1-8Ar-4М1-8Ar-Н4)	16
ВО-3	ГОСТ 30674-99	ОП В2 6000x4000 (4М1-8Ar-4М1-8Ar-Н4)	10
ВО-4	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-60	8
ВО-5	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-85	4
ВО-6	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-25	1
ВО-7	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-25	1
ВО-8	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-15	1
ВО-9	ГОСТ 25116-82	РАОН 30-35	1

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

Звукоизоляция светопрозрачных ограждающих конструкций здания обеспечивается с помощью двойного остекления с воздушными прослойками.

Помещение дирекции, ИТП и помещение вентиляционного оборудования располагаются в помещениях, удаленных от помещений с постоянным пребыванием людей, и ограждены звукоизолирующими конструкциями.

1.3.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров

Решения по декоративно-художественной отделке интерьеров приняты в соответствии с требованиями СП 71.13330. 2017 «Изоляционные и отделочные покрытия» [15].

Все материалы, применяемые для отделочных работ, должны быть сертифицированы и соответствовать требованиям действующих стандартов.

Отделочные работы должны быть строго соблюдены в соответствии с проектом.

Ведомость отделки помещений см. п. 1.3.4, табл. 1.2.

1.4 Конструктивные решения

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

Район строительства расположен в зоне резко континентального климата с холодной зимой и умеренно теплым летом.

Для климатической характеристики участка в таблице 1.5 приводятся данные по метеостанции пгт. Стрелка, расположенной в 8 км северо-западнее участка строительства.

Природно-климатические условия:

- строительно-климатический район IД;
- снеговой район V;
- ветровой район II;
- зона влажности по [12] – 3.

Таблица 1.5 – Основные климатические характеристики района строительства

№	Климатические показатели	Единица измерения	Значение показателей
<i>1</i>	<i>Климатические параметры холодного периода года</i>		
1.1	Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью		
	0,98	°С	-53
	0,92	°С	-49
1.2	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью		
	0,98	°С	-50
	0,92	°С	-46

Окончание таблицы 1.5.

1.3	Абсолютная минимальная температура воздуха		
1.4	Характеристика периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С: продолжительность средняя температура воздуха	сут, °С	245 -9,6
1.5	Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха 8 °С	м/с	2,8
1.6	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	%	79
1.7	Количество осадков за ноябрь-март	мм	141
1.8	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль		В
1.9	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	3,7
2	<i>Климатические параметры теплого периода года</i>		
2.1	Барометрическое давление	гПа	1000
2.2	Температура воздуха обеспеченностью 0,98 0,92	°С °С	21,8 26,0
2.3	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	°С	24,5
2.4	Абсолютная максимальная температура воздуха	°С	37
2.5	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца	°С	12,9
2.6	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	%	73
2.7	Количество осадков за апрель-октябрь	мм	360
2.8	Суточный максимум осадков	мм	74
2.9	Преобладающее направление ветра за июнь-август		СЗ
2.10	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/с	0

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

Территория приравнена к местностям Крайнего Севера и находится у южной границы распространения вечной мерзлоты.

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

Конструктивная схема здания представляет собой каркасную конструкцию с устройством стен из панелей типа «сэндвич».

Несущие конструкции – металлические рамы со стойками переменного сечения и ригелями постоянного сечения с уклоном $5,7^\circ$ (блок 1 и 2); металлические колонны и ригели постоянного сечения (блок 3).

Покрытие здания – профилированный настил по металлическим прогонам.

Пролеты блоков здания – 24 м.

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

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

Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается:

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

Жесткость покрытия обеспечивается системой горизонтальных связей, распорок и прогонами покрытия; жесткость торцевых стен – системой распорок по стойкам фахверка.

Система связей разработана с учетом требований СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» и серии 1.420.3-37.06 «Каркасы стальные «УНИМАК-Р1»».

1.4.5 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

Проектирование фундаментов произведено с учетом требований СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

Под стойки рамы, колонны и фахверки запроектирован столбчатый фундамент мелкого заложения.

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

1.5.1 Обеспечение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Тепловая защита здания запроектирована с учетом требований [12]

Все ограждающие конструкции подобраны по теплотехническому расчету, приведенному в приложении А.

Стеновое ограждение представляет собой стеновые сэндвич-панели с утеплителем из минераловатных плит фирмы ООО «Термолэнд» толщиной 150 мм.

Конструкция кровли включает в себя два слоя утеплителя: минераловатные плиты толщиной 40 мм 100 мм фирмы ТЕPLIT П-175.

1.5.2 Обеспечение снижения шума и вибраций

Снижение шума и вибраций достигается путем устройства:

- ограждающих светопрозрачных конструкций с устройством воздушных прослоек;

- дверных полотен со звукоизоляционным слоем внутри;
- уплотнительных прокладок в притворах дверной коробки.

1.5.3 Обеспечение гидроизоляции и пароизоляции

Данным проектом предусмотрена надежная гидроизоляция здания для его долговременной эксплуатации.

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

Конструкция кровли с утеплителем из минеральной ваты, уложенной в 2 слоя (40 мм и 100 мм), предусматривает гидроизоляцию в виде ПВХ-мембраны кровельной фирмы LOGICROOF V-RP.

По периметру здания выполняется бетонная отмостка шириной 1200 мм. Конструкцию отмостки см. лист 1 графической части.

1.5.4 Обеспечение снижения загазованности помещений

Процессы, приводящие к повышенной загазованности помещений, не предусматриваются.

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

1.5.5 Обеспечение удаление избытков тепла

Процессы, приводящие к повышенному тепловыделению, не предусматриваются. Мероприятия для удаления избытков тепла не требуются.

1.5.6 Обеспечение соблюдения безопасного уровня электромагнитных и иных излучений

Каких-либо специальных источников электромагнитных и иных излучений на проектируемом объекте не предусмотрено.

1.5.7 Обеспечение пожарной безопасности

По функциональной пожарной опасности - класс Ф3.6 – физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей.

Степень огнестойкости – I.

Класс конструктивной пожарной опасности здания - С0.

Уровень ответственности – нормальный.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д.

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

Эвакуационные пути в здании обеспечивают беспрепятственную эвакуацию людей из помещений непосредственно наружу.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Описание конструктивной схемы каркаса здания

В основе выпускной квалификационной работы лежит каркасное строительство в соответствии с действующей серией 1.420.3-37.06.

Каркас здания запроектирован по рамно-связевой схеме и состоит из рам с колоннами переменного сечения, вертикальных и горизонтальных связей, распорок, прогонов из прокатных швеллеров, профилированного настила и торцевого фахверка.

Элементы с переменным сечением образованы путем роспуска и последующей сварки прокатных двутавровых стоек типа «Ш» по [23], что отличает данную работу от типового проекта. Шаг рам составляет 6 м, пролет - 24 м, высота до низа ригеля - 7,2 м, уклон ригеля - 5,7 °.

Габаритная схема рамы с заводскими отправочными марками представлена на листе 3 графической части.

Устойчивость и геометрическую неизменяемость каркаса здания обеспечивают:

- в поперечном направлении – конструкции несущих рам;
- в продольном направлении – система вертикальных связей, прогонов и распорок.

Жесткость конструкции покрытия обеспечивается системой горизонтальных связей, распорок и прогонов; жесткость торцевых стен – системой распорок по стойкам фахверка.

Узлы сопряжения элементов ригеля и ригеля со стойками запроектированы фланцевыми на высокопрочных болтах с предварительным напряжением. Сопряжение стоек с фундаментом – шарнирное, что дает возможность сократить расходы на устройство фундаментов из-за отсутствия изгибающих моментов.

Покрытие с разрезными прогонами из швеллеров с параллельными гранями полок 20П по [24]. В качестве кровельных ограждающих конструкций принят профлист, конструкцию кровли см. на листе 1.

Крайние стойки фахверка выполнены из стальных гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по [25], стойки фахверка в пролете – из сварных двутавров.

Стеновые ограждающие конструкции – стеновые сэндвич-панели, уложенные по стеновым прогонам. Рядовые прогоны выполняются из гнутых швеллеров по [24], надоконные и подоконные – из гнутосварных труб по [25].

Горизонтальные и вертикальные связи по каркасу выполнены из гибкой круглой стали с предварительным натяжением в соответствии с [26]. Распорки между рамами – одноветвевые или двухветвевые решетчатого типа.

Все заводские соединения – сварные. Все монтажные соединения на высокопрочных болтах.

Конструкции каркаса запроектированы из стали С345.

2.1.1 Компоновка поперечника каркаса в осях А-И/1-5

Вертикальные размеры (лист 2):

- полезная высота (расстояние от отм. 0,000 – до низа ригеля перекрытия) – 7,05 м;
- высота ригеля на опоре - 0,76 м;
- заглубление опорной плиты базы стойки – 0,15 м;
- уклон кровли 1:10 (5,7°).

Горизонтальные размеры:

Размеры здания в осях:

- А-И/1-6 – 42х24 м (блок 1);
- В-Ж/5-9 – 24х12 м (блок 3);
- А-И/9-13 – 42х24 м (блок 2).

Привязка наружной грани стойки к разбивочной оси – нулевая.

2.1.2 Обеспечение неизменяемости каркаса здания

Конструктивная схема каркаса включает в себя связи по покрытию и связи между стойками рам. Это позволяет объединить элементы каркаса в неизменяемую пространственную систему. Совместная работа всех элементов каркаса обеспечивает запас несущей способности и устойчивость сжатых элементов поперечных рам. Связи в значительной мере влияют на поперечную и продольную жесткость здания и создают условия для надежного и удобного монтажа элементов каркаса.

Связи по покрытию

Система этих конструктивных элементов:

- создает жесткий диск покрытия;
- перераспределяет усилия между соседними рамами;
- воспринимает горизонтальные нагрузки от ветра, приложенных вдоль здания;
- скрепляет конструкции между собой в процессе монтажа.

Размещение связей по покрытию производим из круглой стали с предварительным натяжением по [26] $\varnothing 20$ мм и распорками из гнутосварных труб по [25] 120x120x4 мм в осях Б-В и Е-Ж по всему пролету (см. лист 2).

Связи между стойками рам

Вертикальные связи и распорки между стойками рам обеспечивают:

- продольную жесткость каркаса, необходимую для его нормальной эксплуатации;
- устойчивость стоек рам;
- восприятие нагрузки от ветра на торцевые стены здания.

Размещение связей между стойками рам производим: в осях Б-В и Е-Ж – вертикальные связи из круглой стали [26] и двухветвевых решетчатых распорок;

в каждом шаге рам размещаем одноветвевые распорки в середине высоты стойки рамы (см. лист 2).

2.2 Расчет прогона ПР1

Исходные данные:

Прогон из швеллера с параллельными гранями полок по [24];

Пролет $l_{пр} = 6,0$ м;

Шаг прогонов $b = 1,5$ м;

Уклон кровли 1:10 ($5,7^\circ$);

Материал прогона – сталь С345 [27]; группа конструкций – 2 [28, прил. В]; район строительства – пгт. Стрелка; расчетная температура $t = - 53$ °С [6, табл. 1];

Расчетные характеристики стали по [28, табл. В.4, В.6]: $R_y = 340$ Н/мм² при толщине проката от 2 до 10 мм включительно, $R_{tm} = 490$ Н/мм²; $R_s = 0,58 \cdot 340 = 197,2$ Н/мм²; $R_p = 459$ Н/мм².

Расчет прогона выполняю на нагрузку от веса вышележащих конструкций покрытия, собственного веса прогона и снеговой нагрузки. Нагрузка на кровлю от ветра не учитывается, так как при уклоне кровли $\alpha = 5,7^\circ < 20^\circ$ нагрузка действует от прогонов снизу вверх, тем самым разгружая их.

Постоянные нагрузки

Сбор постоянных нагрузок на прогон представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сбор постоянных нагрузок на прогон

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
1	2	3	4	5
ПВХ-мембрана RenofolCV, $t = 1,2$ мм	кН/м ² поверхности	0,016	1,2	0,019
Разделительный фильтрующий слой (геотекстиль) – 300 кг/м ³ , $t = 2$ мм		0,006	1,2	0,007
Минераловатные плиты, 150 кг/м ³ , $t = 100$ мм		0,06	1,2	0,072

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Минераловатные плиты, 150 кг/м ³ , t = 40 мм		0,06	1,2	0,072
Полиэтиленовая пленка		-	-	-
Стальной профилированный настил Н60-845-0,7		0,085	1,05	0,089
Итого:		q_{нр} = 0,227		q_г = 0,259

Постоянная нормативная вертикальная нагрузка на прогон:

$$q_n = \left(\frac{q_{nr}}{\cos\alpha} + q_{пр} \right) \cdot b = \left(\frac{0,227}{0,995} + 0,18 \right) \cdot 1,5 = 0,612 \text{ кН/м}, \quad (2.1)$$

где $q_{nr} = 0,227 \text{ кН/м}^2$ – суммарная постоянная нормативная нагрузка от покрытия (табл. 2.1);

α – угол наклона кровли к горизонту, $\cos(5,7^\circ) = 0,995$;

$b = 1,5 \text{ м}$ – шаг прогонов;

$q_{пр} = 0,18 \text{ кН/м}^2$ – нормативная нагрузка от собственного веса ориентировочно принятого прогона из швеллера 20П по [24].

Постоянная расчетная вертикальная нагрузка прогон:

$$q = \left(\frac{q_r}{\cos\alpha} + q_{пр} \cdot \gamma_{f1} \right) \cdot b = \left(\frac{0,259}{0,995} + 0,18 \cdot 1,05 \right) \cdot 1,5 = 0,673 \text{ кН/м}, \quad (2.2)$$

где $q_r = 0,259 \text{ кН/м}^2$ – суммарная постоянная расчетная нагрузка от покрытия (табл. 2.1);

$\gamma_{f1} = 1,05$ – коэффициенты надежности по нагрузке для собственного веса прогона.

Снеговая нагрузка

Расчетное значение снеговой нагрузки на прогон:

$$P = S_0 \cdot \gamma_f \cdot b = 2,28 \cdot 1,4 \cdot 1,5 = 4,788 \text{ кН/м}, \quad (2.3)$$

где S_0 – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия [29, п.10.1];

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности для снеговой нагрузки [29, п. 10.12].

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия подсчитывается по формуле:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,5 = 2,28 \text{ кН/м}^2, \quad (2.4)$$

где $S_g = 2,5 \text{ кН/м}^2$ [29, табл. 10.1];

$c_t = 1$ [29, п. 10.10];

$\mu = 1$ [29, п. 10.4, прил. Б, табл. Б1];

$$c_e = (1,4 - 0,4 \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c), \quad (2.5)$$

где $l_c = 2 \cdot (b - \frac{b^2}{l}) = 2 \cdot (24 - \frac{24^2}{42}) = 20,57 \text{ м}$ – характерный размер покрытия;

$b = 24$ – наименьший размер покрытия в плане, м;

$l = 42$ – наибольший размер покрытия в плане, м;

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от типа местности для высоты z_e . Принимаем $k = 0,64$ по [29, табл. 11.2] для типа местности В при эквивалентной высоте $z_e = h = 9,45 \text{ м}$ [29, п.11.1.5, п.11.1.6]; $h = 9,45$ – отметка верха покрытия.

Суммарная нагрузка на прогон

Суммарная линейная нагрузка на прогон при шаге $b = 1,5 \text{ м}$:

- нормативная нагрузка

$$q_{n,общ} = q_n + S_0 \cdot b = 0,612 + 2,28 \cdot 1,5 = 3,967 \text{ кН/м}; \quad (2.6)$$

- расчетная нагрузка

$$q_{общ} = q_r + P = 0,673 + 4,788 = 5,461 \text{ кН/м}. \quad (2.7)$$

Статический расчет прогона:

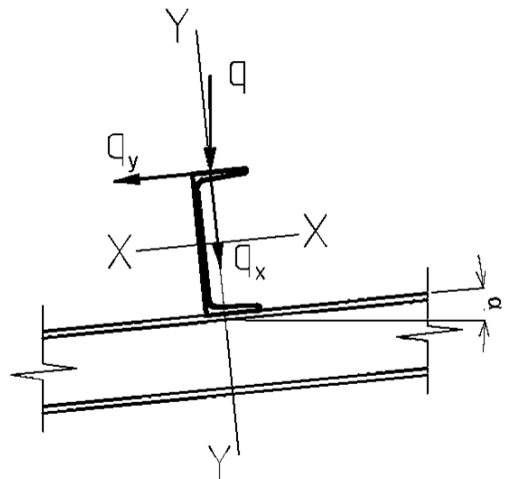


Рисунок 2.1 – Схема действия нагрузки на прогон

Разрезные прогоны покрытия раскрепляются в плоскости покрытия ограждающими конструкциями покрытия (профилированным листом – при непосредственном прикреплении к прогонам покрытия самонарезающими винтами). В этом случае скатная составляющая воспринимается самой ограждающей конструкцией и прогон можно рассчитывать только на нагрузку $q_x = q_{\text{общ}} \cdot \cos \alpha = 5,461 \cdot 0,995 = 5,434 \text{ кН/м}$. (2.8)

Расчетная схема прогона представлена на рисунке 2.2.

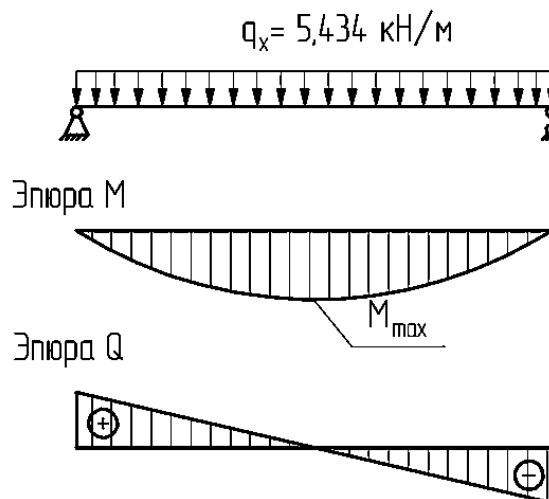


Рисунок 2.2 – Расчетная схема прогона

$$M_{\text{max}} = \frac{q_x \cdot l_{\text{пр}}^2}{8} = \frac{5,434 \cdot 6^2}{8} = 24,45 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.9)$$

$$Q_{\max} = \frac{q_x \cdot l_{\text{пр}}}{2} = \frac{5,434 \cdot 6}{2} = 16,30 \text{ кН.} \quad (2.10)$$

Конструктивный расчет прогона

Условие прочности по нормальным напряжениям для прогона 1-го класса сплошного сечения имеет вид:

$$\frac{M}{W_{n,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.11)$$

Прогон работает на изгиб в вертикальной плоскости и его предельный момент сопротивления подсчитывается по формуле:

$$W_{\text{хн}} = \frac{M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{24,45 \cdot 10^5}{1 \cdot 340 \cdot 10^2} = 71,91 \text{ см}^3. \quad (2.12)$$

По сортаменту [24] принимаем [20П и выписываем его геометрические характеристики:

$W_x = 153,0 \text{ см}^3$; $I_x = 1530,0 \text{ см}^4$; $I_y = 123,0 \text{ см}^4$; $S_x = 88,0 \text{ см}^3$; $h = 200 \text{ мм}$; $b_f = 76 \text{ мм}$; t_f (толщина полки) = 9,0 мм; t_w (толщина стенки) = 5,2 мм; $m_{\text{пр}} = 18,4 \text{ кг/м}$.

Проверка несущей способности прогона

Проверка прочности прогона

Прочность прогона, изгибаемого в одной из главных плоскостей, проверяем в середине ее пролета ($M = M_{\max}$) и на опоре ($Q = Q_{\max}$).

$$\frac{M_{\max}}{W_{n,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{24,45 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{153,0 \cdot 340 \cdot 10^3 \cdot 1} = 0,47 < 1; \quad (2.13)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{\text{хн}}} = \frac{24,45 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{153,0 \cdot 10^3} = 159,80 < 340,00 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.14)$$

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{16,30 \cdot 10^3 \cdot 88,0 \cdot 10^3}{1530,0 \cdot 10^4 \cdot 5,2} = 17,77 < 197,20 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}; \quad (2.15)$$

$$\frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{16,30 \cdot 10^3 \cdot 88,0 \cdot 10^3}{1530,0 \cdot 10^4 \cdot 5,2 \cdot 197,2 \cdot 1} = 0,09 < 1,00. \quad (2.16)$$

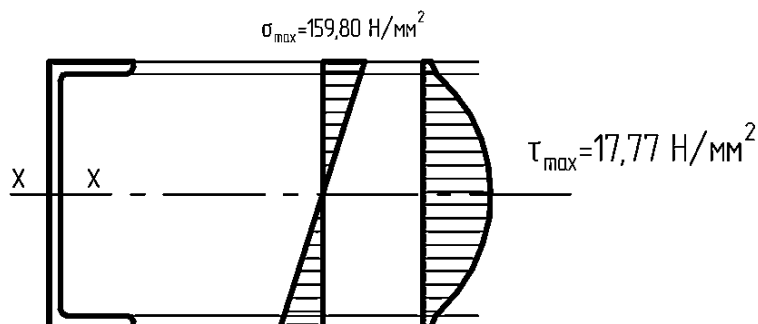


Рисунок 2.3 – Эпюры напряжений в балке настила

Прочность прогона обеспечена.

Проверка общей устойчивости прогона:

Общая устойчивость прогона обеспечивается элементами крепления настила к прогонам и силами трения между ними. Так как в данном случае профилированный лист крепится к прогону жестко, можно считать общую устойчивость прогона обеспеченной, согласно [28, п. 8.4.6].

Проверка местной устойчивости прогона

Прогон спроектирован из прокатного профиля; соответствие размеров его элементов обеспечивает устойчивую работу при различных условиях напряжения.

Проверка жесткости прогона

Проверка жесткости прогона относится ко второй группе предельных состояний и предназначена для предотвращения условий затруднения его нормальной эксплуатации. Максимальный прогиб прогона f_{\max} не должен превышать предельного значения $f_u = l_{\text{пр}}/200$ [29].

$$f_{\max} = \frac{M_{\max} \cdot l_{\text{пр}}^2}{E \cdot I_x \cdot 10} = \frac{23,64 \cdot 10^2 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 1530,0 \cdot 10} = 2,79 \text{ см} < f_u = \frac{6000}{200} = 3 \text{ см}. \quad (2.17)$$

Следовательно, жесткость прогона обеспечена.

2.3 Статический расчет поперечной рамы

Расчет выполняется с использованием расчетной схемы (рисунок 2.4). В расчетной схеме используем стержневое приближение стойки рамы. В качестве расчетной оси принимают ось, проходящую через центры тяжести сечений двутавровых элементов рамы.

Стойку рамы делим на участки. Высоту сечения на участке принимают фиксированной и равной среднему значению высот на концах участка. Шаг разбиения рамы на участки длиной 0,5...1 м дает достаточно точные результаты.

На основании серии 1.420.3-37.06, предусматривающей сечение элементов рамы из сварных двутавров, был выполнен предварительный подбор сечения стойки рамы и произведена приближенная замена сечения из прокатного двутавра 60Ш1 по [23]. Из выбранного прокатного двутавра постоянной жесткости образуем стойку рамы с переменной жесткостью по высоте путем разрезки (раскроя) стенок профилей по наклонным прямым линиям и последующей сборки (рис. 2.5)

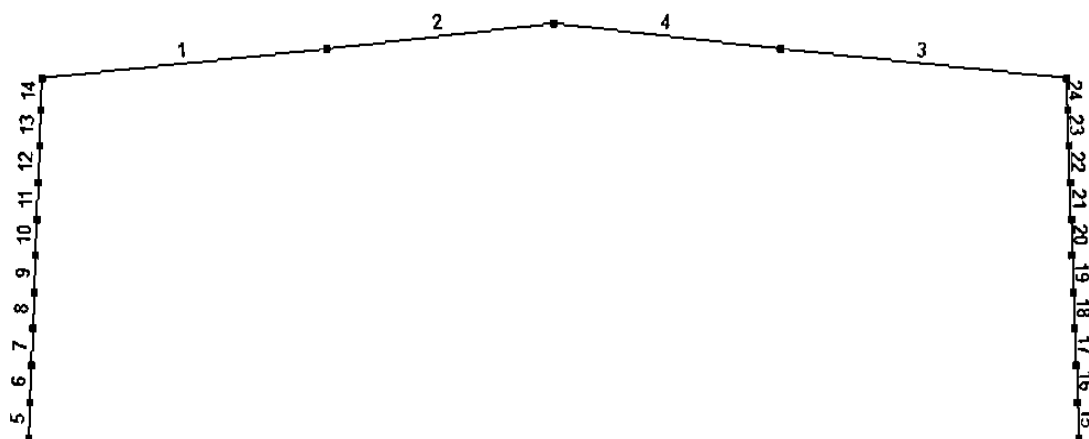


Рисунок 2.4 – Расчетная схема поперечной рамы

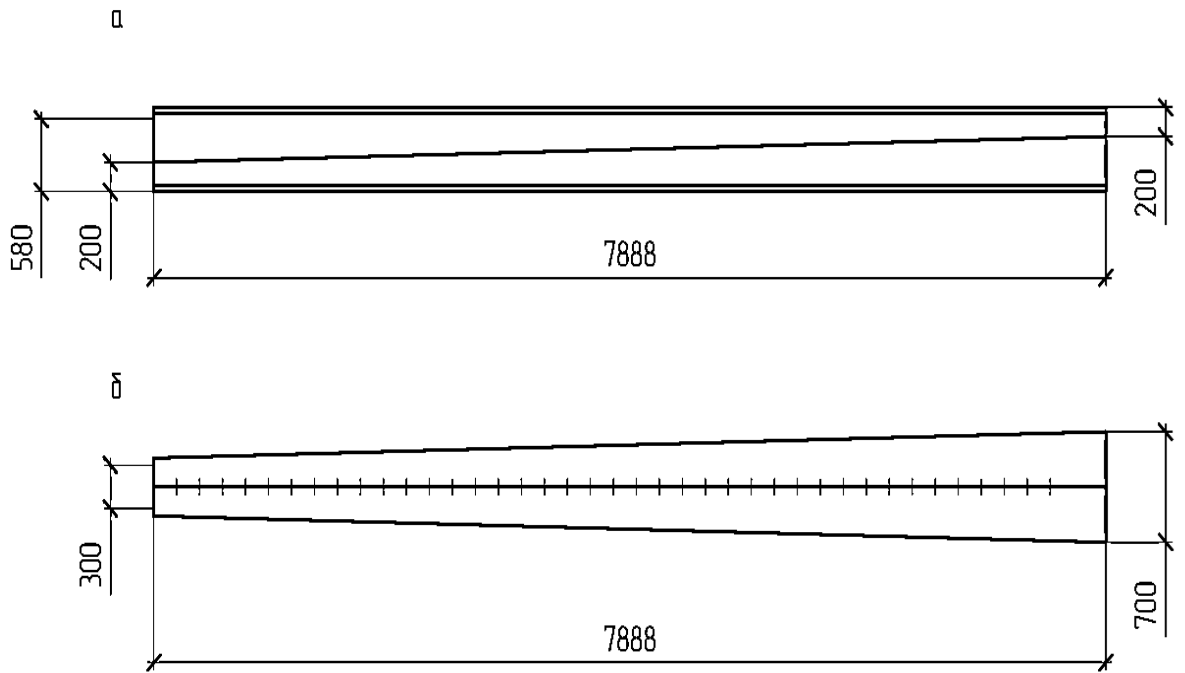


Рисунок 2.5 – Образование стойки переменной жесткости из I60Ш1
 а – схема роспуска двутавра; б – элемент переменного сечения

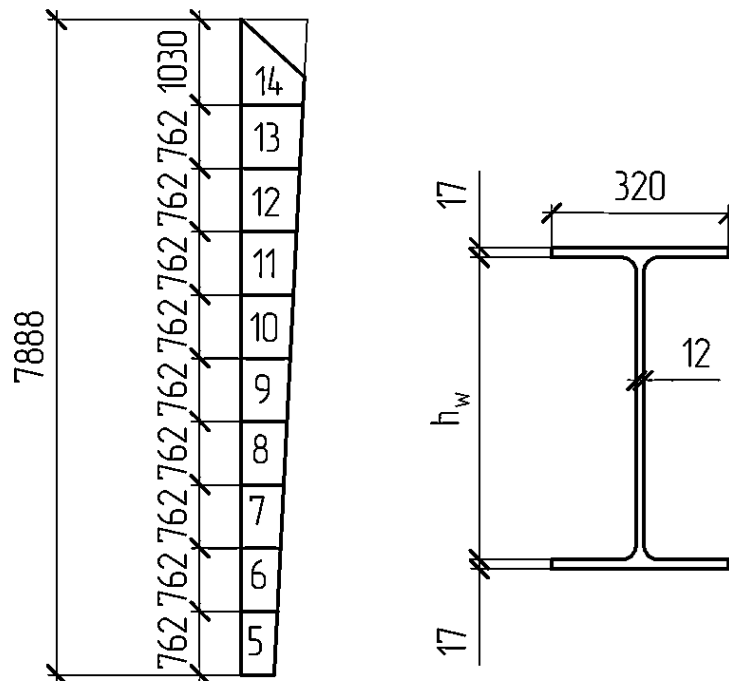


Рисунок 2.6 – К определению геометрических характеристик участков
 стойки рамы:

5-14 – номера участков; h_w – высота стенки двутавра

Таблица 2.2 – Геометрические характеристики сечений стойки рамы

№ участка	h_w	Площадь поперечного сечения A , $см^2$	Момент инерции I_x , $см^4$	Изгибная жесткость EI_x , $кН*м^2$	Продольная жесткость, EA , $кН$
5	385,0	155,0	49689,15	102359	3193000
6	423,5	159,6	60400,78	124425	3287760
7	462,0	164,2	72295,27	148928	3382520
8	500,0	168,8	85228,81	175571	3477280
9	538,0	173,4	99381,09	204725	3572040
10	576,0	177,9	114785,03	236457	3664740
11	614,0	182,5	131473,55	270836	3759500
12	652,0	187,0	149479,58	307928	3852200
13	690,0	191,6	168836,03	347802	3946960
14	717,5	194,9	183704,90	378432	4014940

Расчеты элементов каркаса здания должны быть выполнены, учитывая наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок и соответствующих им усилий.

Для этого статический расчет рамы производят отдельно для каждой нагрузки (снеговую, ветровую и др.) или группы нагрузок, которые не могут действовать независимо друг от друга (собственный вес конструкций покрытия, стен и др.). Данные, полученные в результате расчета, используются для Пользуясь данными такого расчета, находят для каждого расчетного сечения рамы свою комбинацию нагрузок, которая создает наиболее неблагоприятные условия работы этого сечения.

В нашем случае стойку рассчитываем на основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных:

$$S_m = P_d + (\psi_{11}P_{11} + \psi_{12}P_{12} + \psi_{13}P_{13} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots)$$

где S_m - нагрузка для основного сочетания;

P_d - сумма всех постоянных нагрузок;

R_{li} - длительные нагрузки;

R_{ti} - кратковременные нагрузки;

ψ_{li} ($i = 1, 2, 3, \dots$) - коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

ψ_{ti} ($i = 1, 2, 3, \dots$) - коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

Таблица 2.3 – Расчетные усилия по каждому виду загрузки для стойки рамы

Элемент	Вид усилия	Усилия от нагрузки			
		постоянной	снеговой	ветровой	
				слева	справа
		1	2	3	4
5	M	30,61	141,21	-33,78	33,78
	N	-60,21	-226,34	3,84	-3,84
9	M	-39,84	-183,42	16,92	-16,92
	N	-56,03	-226,34	3,58	-3,58
14	M	-109,11	-498,57	36,55	-36,55
	N	-50,51	-226,84	3,28	-3,28

Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований, коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ определяется следующим образом:

$$\psi_{11} = 1,0; \psi_{12} = \psi_{13} = \dots = 0,95,$$

где ψ_{11} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузке;

ψ_{12}, ψ_{13} - коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок.

Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок:

$$\psi_{t1} = 1,0; \psi_{t2} = 0,9; \psi_{t3} = \psi_{t4} = 0,7,$$

где ψ_{t1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке;

ψ_{t2} - коэффициент сочетаний, соответствующий второй кратковременной нагрузке.

Таблица 2.4 – Расчетные усилия при основных сочетаниях нагрузок для стойки рамы

Расчетные усилия в элементах стойки	Элемент – сечение стойки					
	5		9		14	
	М, кН·м	N, кН	М, кН·м	N, кН	М, кН·м	N, кН
$\psi_{t1} = 1,0$; $\psi_{t2} = 0,9$; $\psi_{t3} = \psi_{t4} = 0,7$	1,2					
	157,70	-263,92	-204,92	-259,74	-557,82	-254,67
	1,3					
	0,21	-56,75	-24,61	-52,81	-76,22	-47,56
	1,4					
	61,01	-63,67	-55,07	-59,25	-142,01	-53,46
	1,2,3					
	134,06	-261,23	-193,08	-257,23	-532,23	-252,37
	1,2,4					
	181,35	-266,60	-216,76	-262,24	-583,41	-252,96

2.4 Расчет внецентренно-сжатой стойки рамы

Исходные данные:

- здание бескрановое;
- тип сечения стржня стойки – прокатный двутавр с параллельными гранями полок переменной жесткости из I50Б3, принят при компоновке поперечной рамы;
- расчетные усилия в колонне по результатам статического расчета поперечной рамы каркаса: 5 элемент - $M = 181,35$ кН · м, $N = - 266,60$ кН; 9 элемент - $M = -216,76$ кН · м, $N = - 262,24$ кН; 14 элемент - $M = -583,41$ кН · м, $N = - 252,96$ кН;
- материал колонны – сталь С345 (ГОСТ 27772); группа конструкций – 3 [28, прил. В], расчетная температура района строительства $t = - 53$ °С [6, табл. 1];

Расчетные характеристики стали двутавра с параллельными гранями полок для стержня колонны – С345 – $R_y = 315 \text{ Н/мм}^2$ при толщине проката св. 10 до 20 мм включительно, $R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$ [28, табл. В.4, В.6]; для остальных элементов колонны из фасонного проката в виде двутавров с параллельными гранями полок С345Б:

- $R_y = 335 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 480 \text{ Н/мм}^2$ при ($t_f \leq 10$);
- $R_y = 300 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 460 \text{ Н/мм}^2$ при ($20 < t_f \leq 40$);

Расчетная длина колонны в плоскости рамы

$$l_{ef,x} = \mu \cdot \mu_1 \cdot l = 2 \cdot 1,58 \cdot 7,517 = 23,75 \text{ м}, \quad (2.18)$$

где $\mu = 2$ - коэффициент расчетной длины колонны, характеризующий работу стойки в системе рамы [30];

$\mu_1 = 1,58$ - коэффициент расчетной длины колонны, учитывающий изменение жесткости по длине элемента, принят по [30, табл. 11.1].

Расчетная длина колонны из плоскости рамы:

$$l_{ef,y} = \frac{l}{2} = \frac{7,517}{2} = 3,759 \text{ м}. \quad (2.19)$$

Элемент – сечение стойки 5

Проверим устойчивость в сечении 5 стойки, принятой при компоновке поперечной рамы каркаса.

Геометрические характеристики сечения:

$A = 155,0 \text{ см}^2$; $W_x = 2371,80 \text{ см}^3$; $i_x = 17,91 \text{ см}$; $i_y = 7,74 \text{ см}$; $h_w = 385 \text{ мм}$;
 $b_f = 320 \text{ мм}$; $t_w = 12 \text{ мм}$; $t_f = 17 \text{ мм}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{17,91} = 132,6; \quad (2.20)$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 132,6 \cdot \sqrt{\frac{315}{2,06 \cdot 10^5}} = 5,2. \quad (2.21)$$

Устойчивость в плоскости рамы

Проверим устойчивость стержня колонны в плоскости рамы [28, п. 7.1.3], для чего вычислим коэффициент

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{266,6}{0,114 \cdot 155 \cdot 315 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,48 \leq 1, \quad (2.22)$$

здесь коэффициент $\varphi_e = 0,114$ подсчитан [28, табл. Д.3] в зависимости от $\bar{\lambda}_x = 5,2$ и $m_{ef,x} = \eta \cdot m = 1,29 \cdot 4,45 = 5,7$, где η = вычислен по [28, табл. Д.2] в зависимости от

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{320 \cdot 17}{(419 - 2 \cdot 17) \cdot 12} = 1,18; m = \frac{e \cdot A}{W_x} = \frac{68,02 \cdot 155,0}{2371,8} = 4,45; \quad (2.23)$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{181,35 \cdot 10^2}{266,6} = 68,02 \text{ см}; \quad (2.24)$$

$$\eta = (1,90 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot \bar{\lambda}_x = (1,90 - 0,1 \cdot 4,45) - 0,02 \cdot (6 - 4,45) \cdot 5,2 = 1,29. \quad (2.25)$$

Предельная гибкость колонны

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,48 = 151,2. \quad (2.26)$$

Фактическая гибкость

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{17,13} = 138,65 < [\lambda] = 151,2. \quad (2.27)$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} = \frac{266,6 \cdot 10}{0,114 \cdot 152,72} = 15,31 \text{ Н/мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 315,00 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.28)$$

Проверка устойчивости стержня стойки из плоскости действия момента
[28]

Гибкость стержня стойки из плоскости рамы:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3,759 \cdot 10^2}{7,8} = 48,19 < \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{315}} = 80,30; \quad (2.29)$$

Относительный эксцентриситет

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N_x \cdot W_x} = \frac{181,35 \cdot 10^2 \cdot 152,72}{266,6 \cdot 2241,42} = 4,6 < 5. \quad (2.30)$$

Коэффициент, учитывающий влияние моментов на потерю устойчивости

стержня колонны из плоскости рамы:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} = \frac{1}{1 + 0,88 \cdot 4,6} = 0,24. \quad (2.31)$$

Напряжение в стержне при $\lambda_y = 87,73$ и $\varphi_e = 0,838$:

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_e \cdot A} = \frac{266,6 \cdot 10}{0,24 \cdot 0,838 \cdot 152,72} = 86,80 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 315 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.32)$$

Устойчивость стержня колонны из плоскости рамы обеспечена.

Проверка устойчивости стенки и поясных листов стержня колонны не требуется, так как стержень запроектирован из прокатного профиля.

Элемент – сечение стойки 9

Проверим устойчивость в сечении 9 стойки, принятой при компоновке поперечной рамы каркаса.

Геометрические характеристики сечения:

$A = 173,4 \text{ см}^2$; $W_x = 3474,86 \text{ см}^3$; $i_x = 23,94 \text{ см}$; $i_y = 7,3 \text{ см}$; $h_w = 538 \text{ мм}$; $b_f = 320 \text{ мм}$; $t_w = 12 \text{ мм}$; $t_f = 17 \text{ мм}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{23,94} = 99,21; \quad (2.33)$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 99,21 \cdot \sqrt{\frac{315}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,9. \quad (2.34)$$

Устойчивость в плоскости рамы

Проверим устойчивость стержня колонны в плоскости рамы [28, п. 7.1.3], для чего вычислим коэффициент

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{262,24}{0,152 \cdot 173,4 \cdot 315 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,32 \leq 1, \quad (2.35)$$

здесь коэффициент $\varphi_e = 0,152$ подсчитан [28, табл. Д.3] в зависимости от $\bar{\lambda}_x = 3,9$ и $m_{ef,x} = \eta \cdot m = 1,34 \cdot 4,12 = 5,52$, где η = вычислен по [28, табл. Д.2] в зависимости от

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{320 \cdot 17}{(572 - 2 \cdot 17) \cdot 12} = 0,84; m = \frac{e \cdot A}{W_x} = \frac{82,66 \cdot 173,4}{3474,86} = 4,12; \quad (2.36)$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{216,76 \cdot 10^2}{262,24} = 82,66 \text{ см}; \quad (2.37)$$

$$\eta = (1,90 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot \bar{\lambda}_x = (1,90 - 0,1 \cdot 4,12) - 0,02 \cdot (6 - 4,12) \cdot 3,9 = 1,34. \quad (2.38)$$

Предельная гибкость колонны

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,32 = 160,8. \quad (2.39)$$

Фактическая гибкость

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{23,94} = 99,21 < [\lambda] = 160,8. \quad (2.40)$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} = \frac{262,24 \cdot 10}{0,152 \cdot 173,4} = 99,5 \text{ Н/мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 315,0 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.41)$$

Проверка устойчивости стержня стойки из плоскости действия момента
[28]

Гибкость стержня стойки из плоскости рамы:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3,759 \cdot 10^2}{7,3} = 51,49 < \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{315}} = 80,30; \quad (2.42)$$

Относительный эксцентриситет

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N_x \cdot W_x} = \frac{216,76 \cdot 10^2 \cdot 173,4}{262,24 \cdot 3474,86} = 4,1 < 5. \quad (2.43)$$

Коэффициент, учитывающий влияние моментов на потерю устойчивости стержня колонны из плоскости рамы:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} = \frac{1}{1 + 0,855 \cdot 4,1} = 0,24. \quad (2.44)$$

Напряжение в стержне при $\lambda_y = 51,49$ и $\varphi_e = 0,856$:

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_e \cdot A} = \frac{262,24 \cdot 10}{0,24 \cdot 0,856 \cdot 173,4} = 73,61 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 315 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.45)$$

Устойчивость стержня колонны из плоскости рамы обеспечена.

Проверка устойчивости стенки и поясных листов стержня колонны не требуется, так как стержень запроектирован из прокатного профиля.

Элемент – сечение стойки 14

Проверим устойчивость в сечении 14 стойки, принятой при компоновке поперечной рамы каркаса.

Геометрические характеристики сечения:

$A = 194,9 \text{ см}^2$; $W_x = 4889,02 \text{ см}^3$; $i_x = 30,70 \text{ см}$; $i_y = 6,9 \text{ см}$; $h_w = 717,5 \text{ мм}$;
 $b_f = 320 \text{ мм}$; $t_w = 12 \text{ мм}$; $t_f = 17 \text{ мм}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{30,7} = 77,36; \quad (2.46)$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 77,36 \cdot \sqrt{\frac{315}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,03. \quad (2.47)$$

Устойчивость в плоскости рамы

Проверим устойчивость стержня колонны в плоскости рамы [28, п. 7.1.3], для чего вычислим коэффициент

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{252,96}{0,101 \cdot 194,9 \cdot 315 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,41 \leq 1, \quad (2.48)$$

здесь коэффициент $\varphi_e = 0,101$ подсчитан [28, табл. Д.3] в зависимости от $\bar{\lambda}_x = 3,03$ и $m_{ef,x} = \eta \cdot m = 1,25 \cdot 9,19 = 11,49$, где η = вычислен по [28, табл. Д.2] в зависимости от

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{320 \cdot 17}{(751,5 - 2 \cdot 17) \cdot 12} = 0,63; \quad m = \frac{e \cdot A}{W_x} = \frac{230,63 \cdot 194,9}{4889,02} = 9,19; \quad (2.49)$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{583,41 \cdot 10^2}{252,96} = 230,63 \text{ см}; \quad (2.50)$$

$$\eta = 1,25. \quad (2.51)$$

Предельная гибкость колонны

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,41 = 155,4. \quad (2.52)$$

Фактическая гибкость

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{23,75 \cdot 10^2}{30,7} = 77,36 < [\lambda] = 155,4. \quad (2.53)$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} = \frac{252,96 \cdot 10}{0,101 \cdot 194,9} = 128,5 \text{ Н/мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 315,0 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.54)$$

Проверка устойчивости стержня стойки из плоскости действия момента

[28]

Гибкость стержня стойки из плоскости рамы:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3,759 \cdot 10^2}{6,9} = 54,48 < \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{315}} = 80,30; \quad (2.55)$$

Относительный эксцентриситет

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N_x \cdot W_x} = \frac{583,41 \cdot 10^2 \cdot 194,9}{252,96 \cdot 4889,02} = 9,2 > 5. \quad (2.56)$$

Коэффициент, учитывающий влияние моментов на потерю устойчивости стержня колонны из плоскости рамы:

$$c = c_5(2 - 0,2m_x) + c_{10}(0,2m_x - 1) = 0,18 \cdot (2 - 0,2 \cdot 9,2) + 0,16 \cdot (0,2 \cdot 9,2 - 1) = 0,163, \quad (2.57)$$

где $c_5 = 0,18$ по [28, п.п. 9.2.5, ф. 112];

$c_{10} = 0,16$ по [28, п.п. 9.2.5, ф. 113].

Напряжение в стержне при $\lambda_y = 51,49$ и $\varphi_e = 0,826$;

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_e \cdot A} = \frac{252,96 \cdot 10}{0,163 \cdot 0,856 \cdot 194,9} = 93,02 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 315 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.58)$$

Устойчивость стержня колонны из плоскости рамы обеспечена.

Проверка устойчивости стенки и поясных листов стержня колонны не требуется, так как стержень запроектирован из прокатного профиля.

Стенку стойки рамы следует конструктивно укрепить поперечными ребрами жесткости для предотвращения скручивания стержня; ребра устанавливаем на расстоянии 1,8 м друг от друга.

3 Проектирование фундаментов

3.1 Исходные данные для проектирования

За отметку 0,000 условно принята отметка чистого пола первого этажа здания, что соответствует абсолютной отметке 86,000.

На рисунке 3.1 представлен инженерно-геологический разрез, характеристика грунтовых условий см. таблицу 3.1.

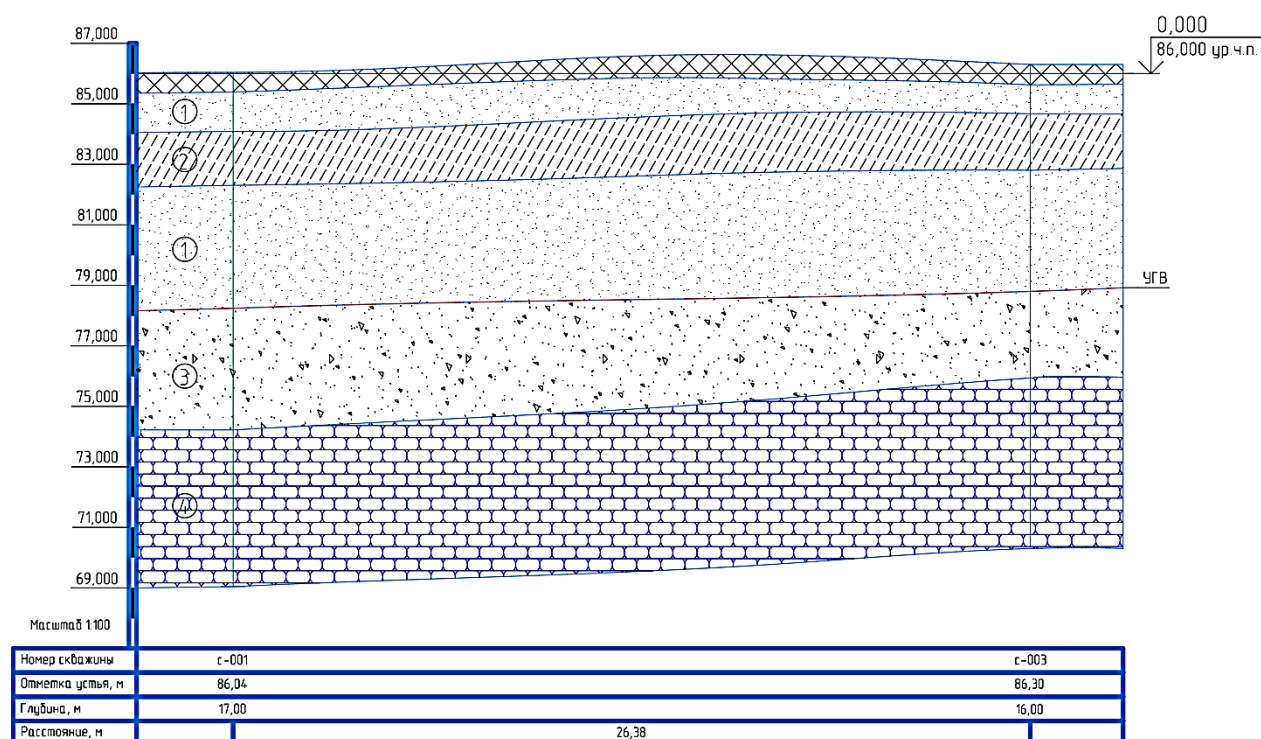


Рисунок 3.1 - Инженерно – геологическая колонка

По генетической принадлежности, номенклатурному виду и несущей способности в соответствии с требованиями [31], [32] и [33] в грунтовом основании площадки изысканий выделено 5 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

- ИГЭ-0 – Перемещенная почка (полутвердый гумусированный суглинок) со строительным мусором 12%;
- ИГЭ-1 – Песок пылеватый, маловлажный, рыхлый;

Таблица 3.1 - Таблица физико – механических характеристик грунта

№ слоя	Полное наименование грунта	Мощность слоя, м	Плотность, т/м ³			Уд. вес, кН/м ³		Влажность			e	S _r	I _L	Механические хар-ки грунтов			R _o , кПа
			ρ	ρ _s	ρ _d	γ	γ _{sb}	W	W _p	W _L				E, МПа	φ, град	c, кПа	
ИГЭ-0	Почва (полутвердый суглинок со строительным мусором)	0,37	1,82	-	-	18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИГЭ-1	Песок пылеватый, маловлажный, рыхлый	0,96	1,92	2,66	1,47	19,2	-	-	-	-	0,81	-	-	4,36	-	-	250
ИГЭ-2	Супесь твердая, непросадочная	1,87	1,94	2,7	1,5	19,4	-	-	-	-	0,80	-	-0,17	3,79	24	13	242
ИГЭ-1	Песок пылеватый, маловлажный, рыхлый	4	1,92	2,66	1,47	19,2	-	-	-	-	0,81	-	-	4,36	-	-	250
ИГЭ-3	Песок гравелистый, средней плотности	2,86	2,07	2,66	1,63	20,7	-	-	-	-	0,63	-	-	-	-	-	500
ИГЭ-4	Песчаник слабовыветрелый, средней прочности	5,94	2,47	-	-	24,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- ИГЭ-2 – Супесь твердая, непросадочная;
- ИГЭ-3 – Песок гравелистый, от средней степени водонасыщения до водонасыщенного, средней плотности (с содержанием гравия и гальки 31,7%);
- ИГЭ-4 – Песчаник слабовыветрелый, средней прочности, нерязмягчаемый, трещиноватый.

Грунты на площадке непросадочные.

В слое сезонного промерзания находятся грунты ИГЭ-2. В условиях естественного залегания, согласно [32], грунты ИГЭ-1 и 2 – непучинистые.

К бетону грунты неагрессивные.

Гидрогеологические условия площадки определяются наличием подземных вод. Водовмещающими породами служат гравелистые грунты.

Глубина залегания подземных вод 7,2 м, что соответствует абсолютной отметке 78,8 м.

Вода неагрессивна ко всем маркам бетона, неагрессивна к любому из цементов. Вода по степени агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при постоянном погружении и периодическом смачивании – неагрессивная.

Вода по степени агрессивности воздействия на металлические конструкции - среднеагрессивная.

Нормативная глубина промерзания грунтов – 3,2 м.

Согласно заданию по дипломному проектированию необходимо выполнить расчет столбчатого фундамента неглубокого заложения и на сваях под стойку рамы и выбрать один вариант путем сравнения технико-экономических показателей.

3.2 Сбор нагрузок на фундамент

3.2.1 Общие данные

В качестве расчетного участка принимаем стойку рамы среднего ряда в осях 9/Б.

Нагрузки, действующие на фундамент:

- нагрузка от покрытия (вес конструкции кровли и снеговая нагрузка);
- нагрузку от собственного веса элементов каркаса.
- нагрузку от конструкции полов первого этажа.

Временные нагрузки состоят из кратковременных нагрузок (полезная нагрузка и снеговая), а постоянные нагрузки из собственного веса стальных конструкций, собственного веса конструкций кровли и пола.

Сбор нагрузок на стойку рамы в осях был выполнен в разделе 2.

Максимальные усилия в стойке рамы по наиболее невыгодной комбинации, согласно п. 2.3 - $N = 266,6$ кН, $M = 181,35$ кНм.

Согласно [29] полное нормативное значение полезной нагрузки на перекрытие спортзалов – 4 кН/м². Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для равномерно распределенных нагрузок следует принимать 1,2 при полном нормативном значении 2,0 кПа (200 кгс/м²) и более.

Таблица 3.2 - Нагрузка на 1 м² от веса конструкции пола первого этажа

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
<u>Постоянная:</u>			
Покрытие спортивное Taraflex Sport B $m = 0,044$ кН/м ³	0,044	1,3	0,057
Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,04$ м; $\rho = 18$ кН/м ³	0,72	1,3	0,936
Пенополистирольные плиты $\delta = 0,1$ м; $\rho = 0,5$ кН/м ³	0,05	1,2	0,06
ИТОГО постоянная:	0,81		1,05
<u>Кратковременные:</u>			
Полезная	4	1,2	4,8
ИТОГО временная:	4		4,8
ИТОГО полная:	4,81		5,85

Грузовая площадь, с которой передается нагрузка на стойку рамы от конструкции пола первого этажа - $6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^2$.

Итого нагрузка на фундамент:

$$N = 266,6 + 5,85 \cdot 72 = 687,8 \text{ кН}; M = 181,35 \text{ кНм.} \quad (3.1)$$

3.3 Проектирование столбчатого фундамента

3.3.1 Анализ грунтовых условий

Инженерно – геологические условия являются благоприятными для строительства.

Наличие пучинистых грунтов с поверхности:

Расчетная глубина промерзания:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м,} \quad (3.2)$$

где d_{fn} – нормативная глубина сезонного промерзания;

k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения.

Подземные воды расположены на глубине $d_w = -7,200 \text{ м}$.

Так как $d_w - d_f = 7,2 - 2,24 = 4,96 > 2$, то залегающие с поверхности пески пылеватые – являются не пучинистыми.

Слабые слои грунта отсутствуют.

3.3.2 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента d (расстояние от отметки планировки до подошвы) принимается в зависимости от:

- конструктивных особенностей здания (наличие подвалов, подполий, тоннелей, фундаментов под оборудование и других заглубленных сооружений);
- конструктивных требований, предъявляемых к фундаментам (глубина заложения для бесподвальных зданий должно быть не менее 1 м);
- глубины промерзания пучинистого грунта (с поверхности залегают непучинистые грунты);

- условий грунта (с поверхности залегает насыпной грунт до глубины - 0,370 м, который не может служить основанием для фундамента).

Учитывая отметку верха фундамента, равной -0,300 м, принимаем глубину заложения подошвы фундамента на отметке – 1,800 м.

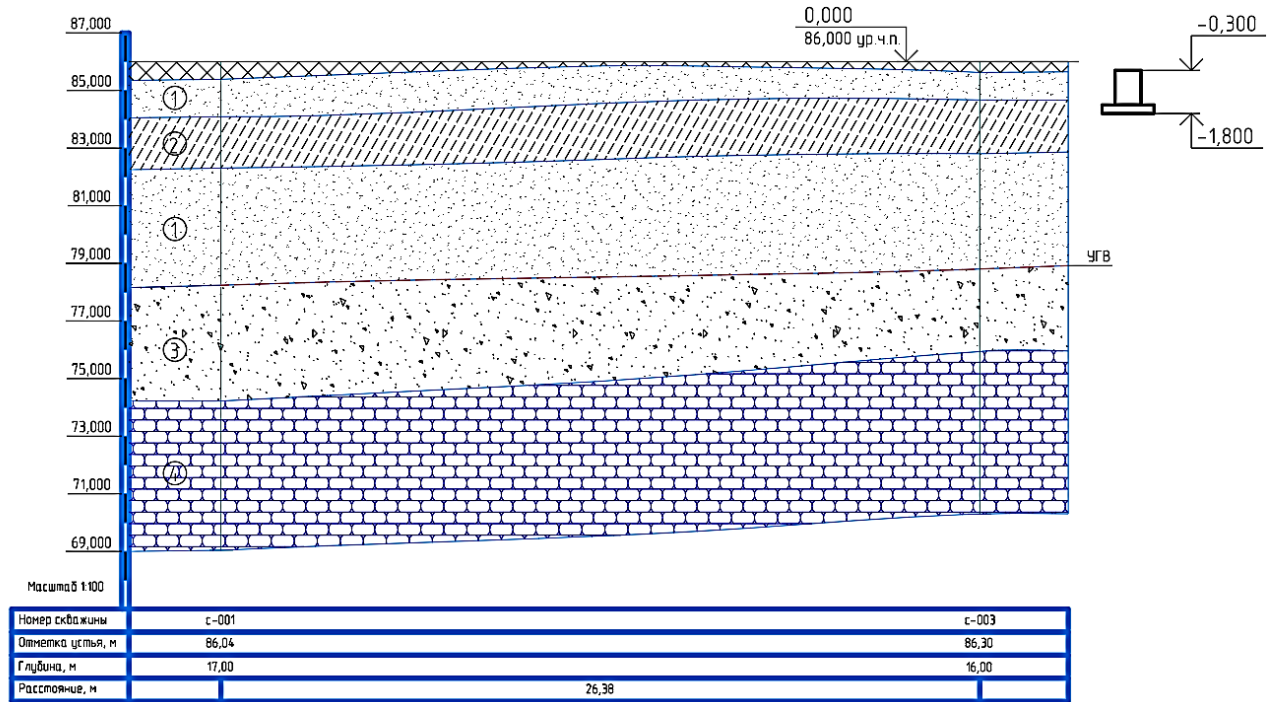


Рисунок 3.2 – Столбчатый фундамент

Принимаем в качестве основания супесь твердую, непросадочную слоя ИГЭ-2.

3.3.3 Определение размеров подошвы фундамента

Площадь подошвы определяют по формуле:

$$A_{гр} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d} = \frac{687,8}{242 - 20 \cdot 1,8} = 3,33 \text{ м}^2, \quad (3.3)$$

где $R_0 = 242 \text{ кПа}$ – расчетное сопротивление грунта (см. табл. 3.1);

$\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$ – усредненный удельный вес фундамента и грунта на его обрезах;

$d = 1,8 \text{ м}$ – глубина заложения фундамента.

По найденной площади принимаем размеры подошвы фундамента $b = 1,8 \text{ м}; l = 2,4 \text{ м}$.

3.3.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания

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

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

где $\gamma_{c1} = 1,25$ и $\gamma_{c2} = 1$ – коэффициенты условий работы, принятые по [34, табл. 5.4];

$k = 1,1$ – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик c_{II} и φ ;

$M_{\gamma} = 0,72$; $M_g = 3,87$; $M_c = 6,45$ – коэффициенты, зависящие от φ , принятые по [34, табл. 5.5];

$c = 13 \text{ кПа}$ – расчетное значения удельного сцепления грунта под подошвой фундамента;

$\gamma'_{II} = 19,04 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес грунта выше подошвы фундамента;

$\gamma_{II} = 19,29 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес грунта ниже подошвы фундамента.

$$\gamma'_{II} = \frac{18,2 \cdot 0,37 + 19,2 \cdot 0,96 + 19,4 \cdot 0,44}{1,77} = 19,04 \text{ кН/м}^3. \quad (3.5)$$

$$\gamma_{II} = \frac{1,43 \cdot 19,4 + 1,84 \cdot 19,2}{3,27} = 19,29 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}. \quad (3.6)$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1} [0,72 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 19,29 + 3,87 \cdot 1,8 \cdot 19,04 + 6,45 \cdot 13] = 274 \text{ кПа}. \quad (3.7)$$

Так как полученное значение $R = 274 \text{ кПа}$ превышает начальное значение $R = 242 \text{ кПа}$ не более, чем на 20%, оставляем принятые размеры подошвы фундамента.

Принимаем размеры подошвы $b = 1,8 \text{ м}; l = 2,4 \text{ м}, A = 4,32 \text{ м}^2$.

3.3.5 Проверка условий расчета основания по деформациям

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

$$P_{\text{cp}} = \frac{N'}{A} \leq R; \quad (3.8)$$

$$P_{\text{max}} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} \leq 1,2 \cdot R; \quad (3.9)$$

$$P_{\text{min}} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} \geq 0; \quad (3.10)$$

где N' – нагрузка на основание с учетом веса фундамента;

M' – расчетное значение момента, действующее на подошву фундамента;

W – момент сопротивления ее площади:

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,8 \cdot 2,4^2}{6} = 1,728 \text{ м}^3. \quad (3.11)$$

$$N' = 687,8 + G_f = 687,8 + 113,4 = 801,2 \text{ кН}, \quad (3.12)$$

где $G_f = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{mt}} = 1,8 \cdot 2,1 \cdot 1,5 \cdot 20 = 113,4 \text{ кН}$ – вес фундамента.

Проверяем условия:

$$P_{\text{cp}} = \frac{801,2}{4,32} = 185,46 \text{ кПа} < 274 \text{ кПа};$$

$$P_{\text{max}} = \frac{801,2}{4,32} + \frac{181,35}{1,728} = 290,41 \text{ кПа} < 1,2 \cdot 274 = 329 \text{ кПа};$$

$$P_{\text{min}} = \frac{801,2}{4,32} - \frac{181,35}{1,728} = 80,51 \text{ кПа} > 0.$$

Условие выполняется. Окончательно принимаем размеры подошвы фундамента $b = 1,8 \text{ м}$; $l = 2,4 \text{ м}$ с $A = 4,32 \text{ м}^2$.

3.3.6 Расчет осадки фундамента и проверка условия по деформациям

Условие расчета:

$$S \leq S_u, \quad (3.13)$$

где S – ожидаемая деформация фундамента, определяемая расчетом при проектировании фундамента;

S_u – предельная совместная деформация основания и сооружения, назначаемая при проектировании здания в соответствии с требованиями норм.

Используем метод послойного суммирования для расчета осадок:

1. Напластования грунтов ниже подошвы фундамента делим на слои мощностью не более $0,4b$ ($0,4 \cdot 1,8 = 0,72$ м).

2. Находим природное давление на границе слоев и строим эпюру.

Сначала находим давление на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg0} = \gamma' \cdot d = 18,2 \cdot 0,37 + 19,2 \cdot 0,96 + 19,4 \cdot 0,47 = 34,28 \text{ кПа}. \quad (3.14)$$

Далее прибавляем давление от каждого нижнего слоя:

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zg0} + \sum \gamma_i \cdot h_i, \quad (3.15)$$

где γ_i, h_i – удельный вес, кН/м^3 , и мощность, м, для каждого слоя.

Результаты расчета занесем в таблицу 3.2.

3. Находим дополнительное давление под подошвой фундамента:

$$P_0 = P_{cp} - \sigma_{zg0} = 185,46 - 34,28 = 151,18 \text{ кПа}, \quad (3.16)$$

где P_{cp} – среднее давление под подошвой фундамента.

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

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot p_0, \quad (3.17)$$

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый по [35, табл. 15] в зависимости от отношений $\frac{1}{b}$ и $\frac{2z_i}{b}$ (z_i – глубина расположения кровли i – го слоя ниже подошвы фундамента).

Результаты расчета занесем в таблицу 3.

5. Определим нижнюю границу сжимаемого слоя. Она будет находиться там, где удовлетворяется условие:

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,2\sigma_{zg,i}. \quad (3.18)$$

Для 6 – го слоя: $16,05 < 0,2 \cdot 115,2 = 23,04$ – условие выполняется, следовательно, это нижняя граница сжимаемого слоя.

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

$$\sigma_{zp,cp} = \frac{\sigma_{zp,i} + \sigma_{zp,i+1}}{2}. \quad (3.19)$$

7. Определим осадку каждого слоя по формуле:

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,cp,i} \cdot h_i}{E_i} \beta, \quad (3.20)$$

где E_i – модуль деформации i –го слоя;

β – коэффициент, принимаемый равным 0,8.

$$S_1 = \frac{139,6 \cdot 70}{3790} 0,8 = 2,063 \text{ см};$$

$$S_2 = \frac{104,47 \cdot 70}{3790} 0,8 = 1,544 \text{ см};$$

$$S_3 = \frac{65,26 \cdot 70}{4360} 0,8 = 0,838 \text{ см};$$

$$S_4 = \frac{41,58 \cdot 70}{4360} 0,8 = 0,534 \text{ см};$$

$$S_5 = \frac{27,59 \cdot 70}{4360} 0,8 = 0,354 \text{ см};$$

$$S_6 = \frac{18,84 \cdot 70}{4360} 0,8 = 0,242 \text{ см};$$

8. Определим суммарную осадку и проверим условие:

$$S = \sum S_i = 5,575 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см} \text{ – условие выполняется.} \quad (3.21)$$

Таблица 3.2 – К расчету осадки фундамента

Расстояние от подошвы фундамента до нижней границы слоя, Z, м	Расстояние от подошвы фундамента до нижней границы слоя, Z, м	Давление от собств. веса грунта, σ _{zp} , кПа	Коэффициент Zz/b, м	Коэффициент l/b, м	Коэффициент α	Дополнительное давление P ₀ , кПа	Давление в грунте, σ _{zp} , кПа	Среднее давление в каждом слое, σ _{zp} , кПа	Модуль общей деформации грунта E, кПа	Толщина слоя грунта, м	Осадка, S _i , см
0	0	34,28	0	1,33	1	151,18	151,18	139,6	3790	0,7	2,063
1	0,7	47,86	0,778	1,33	0,847	128,02	128,02	104,47	3790	0,7	1,544
2	1,4	61,44	1,555	1,33	0,535	80,91	80,91	65,26	4360	0,7	0,838
3	2,1	74,88	2,333	1,33	0,328	49,61	49,61	41,58	4360	0,7	0,534
4	2,8	88,32	3,111	1,33	0,222	33,55	33,55	27,59	4360	0,7	0,354
5	3,5	101,76	3,889	1,33	0,143	21,63	21,63	18,84	4360	0,7	0,242
ВСТ 6	4,2	115,2	4,666	1,33	0,106	16,05	16,05				
ΣS=ΣSi=5,575											

3.3.7 Конструирование столбчатого фундамента неглубокого заложения

Исходные данные:

- параметры фундамента $b = 1,8 \text{ м}$; $l = 2,4 \text{ м}$; $d = 1,77 \text{ м}$;
- стойка рамы в опорной зоне с размерами сечения $320 \times 400 \text{ мм}$;
- размер опорной пластины $400 \times 480 \text{ мм}$.

Для крепления стойки к фундаменту применяем болты М30. Расстояние между болтами принимаем равным 140 мм, расстояние от оси болта до грани подколонника принимаем равным 380 и 400 мм, что больше $4d = 4 \cdot 30 = 120 \text{ мм}$ и не менее 100 мм.

План расположения анкерных болтов представлен на рисунке 3.3.

Принимаем сечение подколонника:

$$b_{cf} \cdot l_{cf} = 900 \times 900 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

Высота фундамента:

$$h = d - 0,3 = 1,8 - 0,3 = 1,5 \text{ м.} \quad (3.23)$$

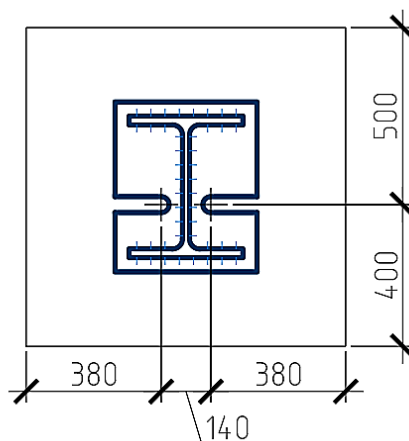


Рисунок 3.3 – План расположения анкерных болтов

Назначаем количество и размеры ступеней. В направлении стороны l суммарный вылет ступеней будет составлять:

$$\frac{l-l_{cf}}{2} = \frac{2,4-0,9}{2} = 0,75 \text{ м.} \quad (3.24)$$

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

$$\frac{b-b_{cf}}{2} = \frac{1,8-0,9}{2} = 0,45 \text{ м.} \quad (3.25)$$

Принимаем 1 ступень высотой 300 мм и вылетом 450 мм.

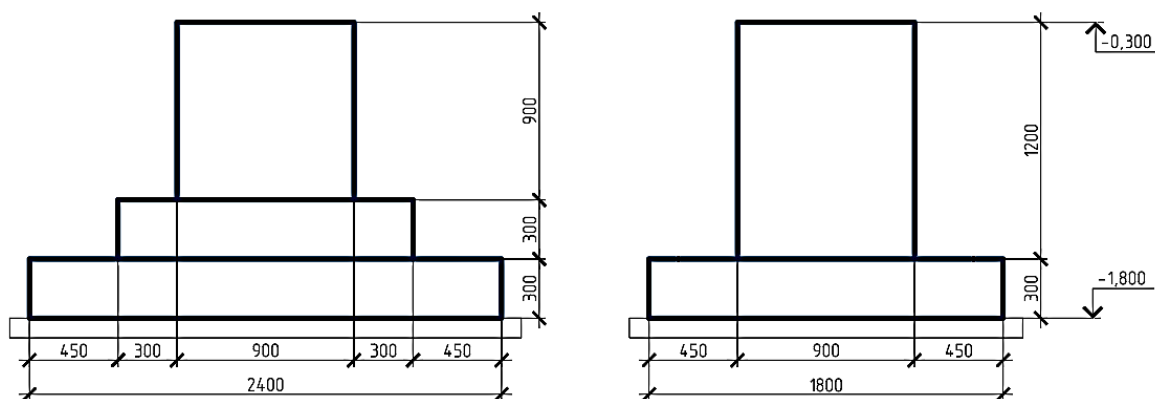


Рисунок 3.4 – Размеры фундамента

Так как

$$h_{cf} - d_p = 1200 \text{ мм} > 0,5(l_{cf} - l_c) = 0,5(900 - 480) = 210 \text{ мм}, \quad (3.26)$$

значит данный фундамент – высокий.

3.3.8 Расчет фундамента по первой группе предельных состояний

Расчет фундамента на продавливание плитной части подколонником

Проверка производится из условия, согласно [36]:

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt}, \quad (3.27)$$

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

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

$$F = A_o \cdot P_{\max} = 0,86 \cdot 270,35 = 232,5 \text{ кН} \cdot \text{м}^2, \quad (3.28)$$

где $A_o = 0,5 \cdot b \cdot (l - l_{cf} - 2 \cdot h_{op}) - 0,25(b - b_{cf} - 2 \cdot h_{op})^2 = 0,5 \cdot 1,8 \cdot (2,4 - 0,9 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(1,8 - 0,9 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,86 \text{ м}^2$,

здесь h_{op} – рабочая высота плитной части фундамента:

$$h_{op} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,5 - 1,2 - 0,05 = 0,25 \text{ м}; \quad (3.29)$$

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

$$P_{\max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{687,8 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,1}{4,32} + \frac{181,35}{1,728} = 270,35 \text{ кН}; \quad (3.30)$$

Так как

$$b - b_{cf} = 1,8 - 0,9 = 0,9 \text{ м} > 2 \cdot h_{op} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ м}, \quad (3.31)$$

$$\text{то } b_m = b_{cf} + h_{op} = 0,9 + 0,25 = 1,15 \text{ м.} \quad (3.32)$$

Отсюда:

$$F = 232,5 < 1,15 \cdot 0,25 \cdot 1050 = 301,88 \text{ кПа.} \quad (3.33)$$

Условие выполняется.

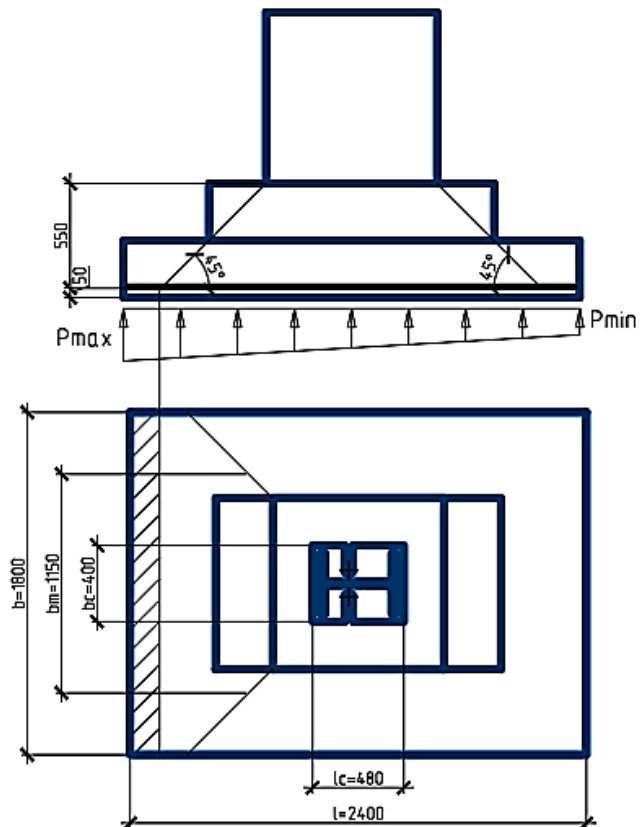


Рисунок 3.5 – Схема к расчету низкого фундамента на продавливание подколонником

3.3.9 Расчет плитной части фундамента на изгиб

Моменты в сечении плиты под давлением отпора грунта:

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_i^2}{2l} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{l} - \frac{4 \cdot e \cdot c_i}{l^2} \right), \quad (3.34)$$

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

e – эксцентриситет нагрузки при моменте M , приведенном к подошве фундамента;

c_{xi} – вылеты ступеней.

Изгибающие моменты в сечениях, действующих в плоскости, параллельной меньшей стороне фундамента b :

$$M_{yi} = \frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot b} \quad (3.35)$$

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры:

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s} \quad (3.36)$$

где ξ – коэффициент, определяемый по таблице 19 [35] в зависимости от величины α_m :

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b} \quad (3.37)$$

Рассчитываем арматуру плитной части фундамента. Результаты расчета приведены в таблице 3.3.

Вертикальная нагрузка $N = 687,8$ кН.

Момент приведенный к подошве $M = 181,35$ кН · м.

Эксцентриситет $e = \frac{181,35}{687,8} = 0,26$ м.

Таблица 3.3 – Определение площади сечения стержня

Сечение	Вылет c_i , м	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$1 + \frac{6 \cdot e_0}{l} - \frac{4 \cdot e_0 \cdot c_i}{l^2}$	M , кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	A_s , см ²
1-1	0,45	29,02	1,569	45,52	0,021	0,989	0,25	5,26
2-2	0,75	80,60	1,514	122,05	0,019	0,991	0,55	6,39
3-3	1,00	154,98	1,462	226,54	0,008	0,995	1,45	4,49
1'-1'	0,45	38,69	1	38,69	0,024	0,988	0,25	4,48
2'-2'	0,74	93,62	1	93,62	0,003	0,995	1,45	1,85

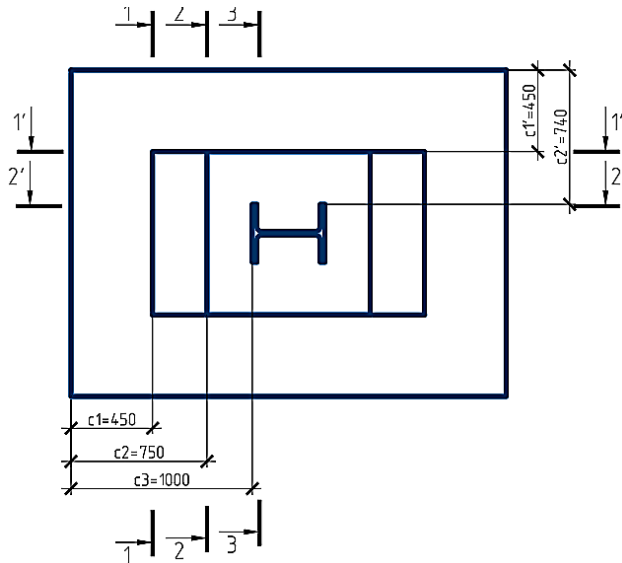


Рисунок 3.6 - Схема к расчету арматуры плитной части фундамента

Конструируем сетку С1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т.е. сетка С1 имеет в направлении l – 12 стержней, в направлении b – 9 стержней. Диаметр арматуры в направлениях l принимаем по сортаменту [37] – 10 мм (для $12\emptyset 10 A400 - A_s = 9,42 \text{ см}^2$, что больше $6,39 \text{ см}^2$) и b принимаем по сортаменту – 10 мм (для $9\emptyset 10 A400 - A_s = 7,07 \text{ см}^2$, что больше $4,48 \text{ см}^2$). Длины стержней принимаем, соответственно, 2350 мм и 1750 мм.

Подколонник армируем отдельными стержнями, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно $\emptyset 12A500$ с шагом 200 мм, поперечную $\emptyset 8A240$ с шагом 400 мм. Длина рабочих стержней 1450 мм. Длина поперечной арматуры – 870 мм.

3.4 Проектирование фундамента из забивных свай

3.4.1 Исходные данные

Высота ростверка предварительно - 0,9 м.

Глубина заложения ростверка – $d_p = 1,2$ м. Подошва ростверка на отметке -1,200.

Отметка головы сваи на 0,3 м выше подошвы ростверка и равна -0,900, после срубki отметка головы сваи составляет -1,150, что на 50 мм выше подошвы ростверка.

3.4.2 Определение несущей способности забивной сваи

Опираение забивных свай предусматриваем на песок гравелистый с содержанием гальки и гравия слоя ИГЭ-3, залегающие на отметке -7,200. Принимаем сваи длиной 7 м – С70.30. Отметка конца сваи составит -7,900 м.

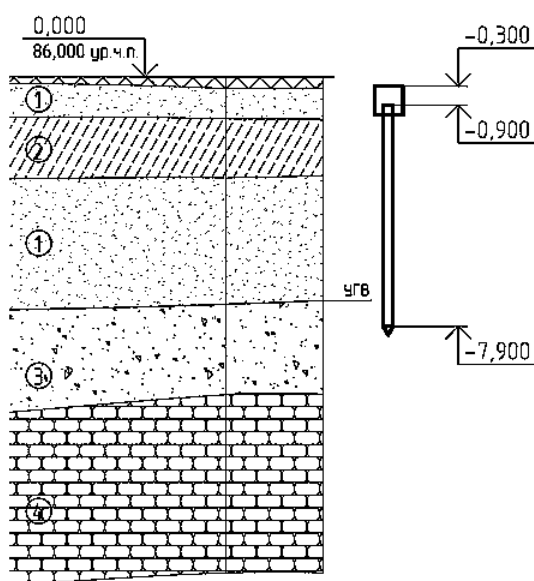


Рисунок 3.7 - Забивная свая

По характеру работы в грунте свая с данными условиями опирания является сваей-стойкой.

Несущая способность сваи-стойки определяется по формуле:

$$F_d = \gamma_{cR} \cdot R \cdot A = 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кПа}, \quad (3.38)$$

где F_d – несущая способность свай-стойки, кПа;

γ_{cR} - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

$R = 20000$ кПа – расчетное сопротивление забивных свай-стоек;

A – площадь поперечного сечения сваи, м².

Допускаемая нагрузка на сваю определяется по формуле:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1800}{1,4} \approx 1285,71 \text{ кН}, \quad (3.39)$$

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

По опыту строительства нагрузку, допускаемую на сваю, принимаем равной 600 кН.

3.4.3 Определение числа свай и проектирование ростверка

При известной несущей способности сваи 600 кН, а также при учете равномерной передачи нагрузки через ростверк на сваи фундамента, определим необходимое количество свай в ростверке. Расчет ведем по I предельному состоянию, т.е. от расчетных нагрузок.

Количество свай, необходимое для устройства одного фундамента под стойку рамы:

$$n = \frac{N_p}{F_d / \gamma_k - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma} = \frac{687,8}{600 - 0,9 \cdot 1,2 \cdot 20} = 1,19 \text{ свай}. \quad (3.40)$$

Расстояние между сваями принимаем в пределах от 3 до 6d. Размеры ростверка в плане 1,5x1,5 м. Высота ростверка 0,9 м. Принимаем количество свай 3 шт. Нагрузка на ростверк составляет 687,8 кН, класс бетона по прочности принимаем В25 ($R_b = 14,5$ МПа).

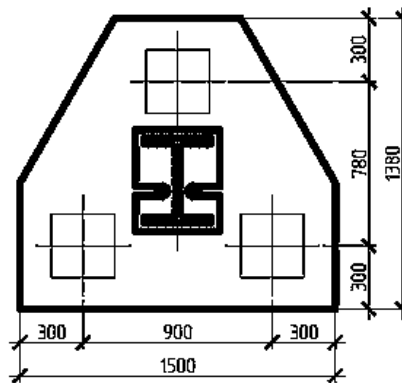


Рисунок 3.8 - Схема расположения свай

3.4.4 Проверка плиты ростверка на изгиб и определение арматуры

Моменты в сечениях ростверка:

$$M_x = N_{св} \cdot x; M_y = N_{св} \cdot y, \quad (3.42)$$

где $N_{св} = \frac{687,8}{3} = 229,3$ кН – расчетная нагрузка на одну сваю;

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

Таблица 3.4 – Определение площади сечения стержня

Сечение	M , кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	A_s , см ²
1-1	132,99	0,009	0,995	0,85	5,26
1'-1'	146,75	0,009	0,995	0,85	4,96

Здесь

$$M_{1-1} = 2 \cdot 229,3 \cdot 0,29 = 132,99 \text{ кН}; \quad (3.43)$$

$$M_{1'-1'} = 2 \cdot 229,3 \cdot 0,32 = 146,75 \text{ кН}. \quad (3.44)$$

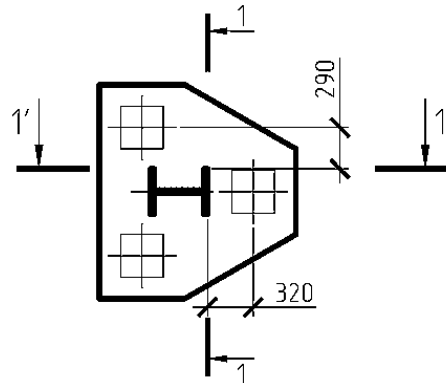


Рисунок 3.10 - Схема к расчету ростверка на изгиб

Определяем требуемое армирование в сечении:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b}, \quad (3.45)$$

где b – ширина сжатой зоны сечения, м;

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

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, кПа.

$$A_{Si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s}, \quad (3.46)$$

где ξ – коэффициент, определяемый по величине α_m ;

R_s – расчетное сопротивление арматуры, кПа (для арматуры класса А400 периодического профиля $d = 10 \div 40$ мм, $R_s = 435000$ кПа).

Конструируем сетку С1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т.е. сетка С1 имеет в направлении l – 7 стержней, в направлении b – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем по сортаменту – 10 мм (для $7\emptyset 10$ А400 – $A_s = 7,85$ см², что больше 5,26 см²); в направлении b – 10 мм (для $8\emptyset 10$ А400 – $A_s = 6,28$ см². Длины стержней принимаем, соответственно, 1450 мм и 1330 мм. Поперечное армирование выполняем из $\emptyset 10$ А240 с шагом 200 мм. Длина поперечной арматуры – 850 мм, количество стержней – 56.

3.5 Техничко – экономическое сравнение вариантов фундаментов

Таблица 3.5 - Определение объемов работ столбчатых фундаментов неглубокого заложения

Номер расценки	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Ед. изм.	Всего	Ед. изм.	Всего
01-01-002-01	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 2,5 м ³	1000 м ³	0,036	1485,62	53,48	4,21	0,151
01-02-055-01	Ручная разработка грунта 1 гр.	100 м ³	0,0052	1047,50	5,45	125,0	0,65

Окончание таблицы 3.5

06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,0052	3528,33	18,35	135	0,702
06-01-001-13	Устройство фундаментов-столбов бетонных	100 м ³	0,0243	9997,56	242,94	490	11,91
01-01-034-02	Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	0,0065	573,71	3,73	-	-
ФССЦ 204-0110	Стоимость арматуры класса А400 диаметром 10 мм	т	0,038	8014,15	304,54	-	-
ФССЦ 204-0001	Стоимость арматуры класса А240 диаметром 6 мм	т	0,012	7418,82	93,78	-	-
ФССЦ 204-0002	Стоимость арматуры класса А240 диаметром 8 мм	т	0,004	6780,00	27,12	-	-
ФССЦ 401-0003	Бетон В7,5	м ³	0,52	560,6	291,51	-	-
ФССЦ 401-0009	Бетон В25	м ³	2,43	725,69	1763,43		
ИТОГО:					2804,33		13,41

Таблица 3.6 - Определение объемов работ свайных фундаментов

Номер расценки	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Ед. изм.	Всего	Ед. изм.	Всего
01-01-002-01	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 2,5 м ³	1000 м ³	0,018	1485,62	26,74	4,21	0,076
05-01-002-04	Забивка свай в грунт 2 гр.	м ³	1,92	653,97	1255,62	4,69	9,00
05-01-010-01	Срубка голов свай	шт	3	73,44	220,32	1,4	4,2

Окончание таблицы 3.6

06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100 м ³	0,00289	3528,33	18,35	135	0,702
06-01-001-20	Устройство монолитного ростверка	100 м ³	0,186	6909,80	1285,22	282	54,45
01-01-034-02	Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	0,00349	976,80	3,41	-	-
ФССЦ 441-3000	Свай железобетонные	м ³	1,92	1954,90	3753,41		
ФССЦ 401-0003	Бетон В7,5	м ³	0,289	560,6	162,01	-	-
ИТОГО:					6725,08		68,43

Трудоёмкость устройства фундаментов мелкого заложения меньше, чем фундаментов на забивных сваях (на 80 %). Стоимость устройства забивных свай оказалась в 2,4 раза выше, чем фундамента неглубокого заложения. К окончательной разработке принимаем фундамент неглубокого заложения как более дешёвый и менее трудоемкий.

4 Технология строительного производства

4.1 Область применения

Технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса здания Муниципального спортивного комплекса в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечения.

В основу разработки технологической карты положен монтаж металлического каркаса здания в осях А-И/9-13, состоящий из стоек и ригелей, образующих поперечную раму, а также из связей и кровельного покрытия.

Технологическая карта предназначена для нового строительства.

4.2 Общие положения

Данная технологическая карта разработана в соответствии с:

- МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты;
- СП 48.13330.2019. Организация строительства [39];
- СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции [40];
- СП 16.13330.2017. Стальные конструкции [28];
- СП 53-101-98. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций [41];
- ГОСТ 23118-2019. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия [42];
- СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [43];
- СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [44].

4.3 Организация и технология выполнения работ

Монтаж стальных конструкций необходимо производить руководствуясь

требованиям СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-2019, СП 53-101-98 и рабочего проекта.

Технология выполнения работ подразделяется на 3 основных этапа:

- подготовительные работы;
- основные работы;
- заключительные работы.

4.3.1 Подготовительные работы

Перед началом возведения каркаса должны быть выполнены следующие работы:

- фундаментные работы;
- обратная засыпка грунта;
- геодезическая разбивка с выносом главных осей и осей устанавливаемых элементов на обноску, закрепление вертикальных отметок на временных опорных точках;
- устройство временного доступа для транспортных средств;
- подготовка площадок для складирования конструкций и материалов;
- транспортировка и складирование оборудования, материалов и конструкций;
- организация и ограждение рабочей зоны строительной площадки.

Все металлические конструкции собираются на заводе и доставляются на стройплощадку, где затем сортируются и размещаются.

Необходимо позаботиться о защите конструкций и материалов от механических повреждений во время погрузки, разгрузки, транспортировке и хранении, установив их в устойчивое положение на деревянные подкладки и закрепив при необходимости зажимами, хомутами и т.д. Запрещается сбрасывать конструкции с любой высоты и перетаскивать их по любой поверхности.

Все конструкции перед установкой в проектное положение должны быть подготовлены следующим образом:

- конструкция должна быть размечена рисками осей;

- геометрические размеры элементов должны соответствовать рабочим чертежам.

4.3.2 Основные работы

Для возведения металлического каркаса принят комплексный способ монтажа.

Процесс монтажа металлического каркаса здания состоит из следующих процессов:

- установка, выверка и закрепление стоек рам на фундаментах;
- подготовка мест опирания ригелей рам;
- укрупнительная сборка, установка, выверка и закрепление ригелей рам на опорных поверхностях;
- разметка мест установки прогонов;
- установка, выверка и закрепление прогонов и профилированного листа;
- установка, выверка и закрепление связей каркаса.

Монтаж стоек рам

Стойки рам перед установкой раскладывают опорным концом ближе к фундаменту так, чтобы кран с одной стоянки мог установить их в проектное положение без изменения вылета стрелы.

Анкерные болты должны быть предварительно проверены, включая затяжку гаек и смазка резьбы.

Основные операции при монтаже стоек:

- строповка;
- подъем;
- наводка на опоры;
- выверка;
- закрепление.

Строповка стоек производится с помощью строп или полуавтоматических захватных приспособлений за верхний конец стойки.

Стойка понимается монтажным краном и выравнивается на опоры. На высоте 30-40 см от верха фундамента стойку направляют на анкерные болты и плавно опускают ее, одновременно совмещая осевые риски. Затем закрепляют анкерными болтами.

Временное крепление первых двух стоек осуществляется с помощью стальных канатных хомутов (2 шт. на стойку). Верхний конец расчалки крепят к струбцине на стойке, а нижний крепят к инвентарному железобетонному блоку.

Временное крепление может быть снято только тогда, когда стойки будут постоянно закреплены.

Монтаж ригеля

Основные операции при монтаже ригеля:

- укрупнительная сборка на стендах;
- подготовка мест опирания ригелей рам;
- строповка;
- подъем;
- наводка на опоры;
- выверка;
- закрепление.

Укрупнительная сборка производится на сборочной площадке со стендом, который представляет собой жесткую стальную раму с прижимными упорами и фиксаторами. Последовательность сборки: очищают поверхности монтажных узлов, совмещают отверстия стыка, устанавливают высокопрочные болты и вынимают ригель из стенда.

До начала монтажа, кроме укрупнительной сборки, необходимо подготовить места опирания ригелей очисткой от грязи и ржавчины опорные площадки на стойках.

Для строповки ригеля применяют монтажный кран, оборудованный траверсой со стропами. Стропуют ригель за две точки.

При подъеме ригеля его положение в пространстве регулируют с помощью канатов-оттяжек. На высоте около 60 см над местом опирания ригель наводят на опоры, совмещая осевые риски.

Закрепляют ригели высокопрочными болтами. Для временного закрепления заполняют 30% отверстий болтами и 10 % пробками.

Монтаж стоек фахверка, прогонов, профилированного листа и связей.

Стойки фахверка монтируются сразу после монтажа ригелей, по технологии также как и несущие стойки.

Прогонны и горизонтальные связи необходимо ставить сразу же после монтажа ригелей частично или полностью, так как они должны быть быстро закреплены и расстроплены. Прогонны поднимают пачками, а затем вручную растаскивают по скату ригеля.

После закрепления прогонов, укладывается профилированный лист и закрепляется.

4.3.3 Заключительные работы

После завершения работ по монтажу металлического каркаса здания необходимо:

- очистить строительную площадку от строительного мусора;
- убрать неиспользуемую оснастку и инструменты, а также технологическое оборудование;
- передать заказчику техническую и исполнительную документацию на выполненные работы.

4.4 Требования к качеству работ

Для обеспечения надлежащего качества монтажа конструкций, монтажно-сборочные работы необходимо контролировать на всех этапах их выполнения.

Производственный контроль качества строительства выполняется подрядчиком и включает в себя:

- входной контроль применяемых материалов и изделий;
- операционный контроль в процессе выполнения и по завершении операций;
- приемочный контроль;
- инспекционный контроль.

Входной контроль

Все конструкции, изделия и материалы, поступающие на объект, должны отвечать требованиям стандартов и технических условий и должны быть подвергнуты входному контролю. Входной контроль позволяет выявить отклонения от требований к материалам, изделиям и конструкциям.

Осуществляется входной контроль внешним осмотром и проверкой основных геометрических размеров, наличия маркировки и рисок.

Если отклонения превышают допустимые значения, то конструкции бракуют.

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

Операционный контроль

В процессе монтажа есть необходимость проводить операционный контроль. Благодаря операционному контролю предусматривается изменение параметров, выявляются их отклонения (дефекты) и появляется возможность принять меры по их устранению и предупреждению.

Контроль проводят мастер и прораб.

При операционном контроле проверяют соответствие выполнения основных производственных операций требованиям строительных норм и правил, рабочих проектов и других нормативных документов.

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

Результаты приемки работ, скрываемых последующими работами, оформляются Актами освидетельствования скрытых работ.

Предельные отклонения и метод операционного контроля представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Операционный контроль качества

Наименование технологического процесса и его операции	Контролируемый параметр (номер нормативного документа)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства контроля
1	2	3	4
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении Кривизна колонны (расстояния между точками закрепления)	± 5 мм 10 мм -0,0013	Теодолит, рулетка, нивелир
Отметки опорных узлов	Отклонение верха опорного узла от проектного	≤ 20 мм	Уровень, нивелир
Укрупнительная сборка ригеля	Точность сборки	Отклонения линейных размеров - 8 мм	Рулетка, визуальный осмотр
Монтаж ригеля	Смещение осей ригелей относительно разбивочных осей колонн Отклонение от совмещения оси ригеля с рисками на колонне Расстояние между осями ригелей по верхним поясам между точками закрепления	≤ 5 мм ≤ 8 мм ≤ 15 мм	Теодолит, рулетка, нивелир
Постановка болтов в монтажных стыках	Проверка плоскости стяжки и качества затяжки собранного узла	-	Гайковерт, молоток, визуальный осмотр
Монтаж прогонов	Точность сборки	Отклонения линейных размеров - 8 мм	Рулетка, визуальный осмотр
Монтаж профилированного листа	Отклонение длины опирания настила на прогоны в местах поперечных стыков Отклонение положения центров: высокопрочных дюбелей болтов и винтов	$0 \div 5$ мм 5 мм	Измерительный, каждый стык, журнал работ

Приемочный контроль

По окончании монтажных работ производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяется следующая документация:

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

Инспекционный контроль

Инспекционный контроль осуществляется специально назначенными лицами для проверки качества контроля на входном, операционном и приемочном контролях. Проверяют правильность ведения журналов, правильность и своевременность приемки материалов, качество контрольных испытаний и измерений, своевременность устранения дефектов.

4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

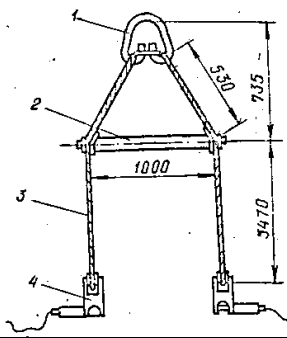
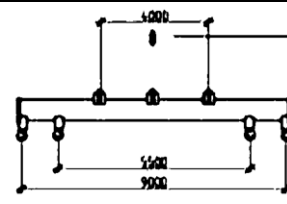
Перечень элементов металлического каркаса для монтажа:

- стойки рам несущие (1,2 т) – 16 шт;
- ригели рам (2,925 т) – 8 шт;
- связи горизонтальные (0,020 т) – 16 шт;
- профилированный лист (0,025 т) – 224 шт;
- прогоны (0,110 т) – 126 шт.

Грузозахватные средства монтажа

При подборе грузозахватных приспособлений пользуемся Каталогом средств монтажа сборных конструкций зданий и сооружений и ГОСТ Р 58753-2019. Монтажная оснастка подобрана для каждого монтируемого элемента по большей грузоподъемности.

Таблица 4.2 – Грузозахватные средства монтажа

Монтируемый элемент	Наименование технических средств монтажа	Эскиз (размеры, мм)	Характеристики			Кол-во, шт.
			Грузоподъемность, т	Масса, кг	Высота, м	
1	2	3	4	5	6	7
Стойки рам, стойки фахверка	1 – звено РТ2-10; 2 – распорка ТР1; 3- строп УСК2-8-4; 4 – Фрикционный захват БНК12		10	94,8	4,205	2
Ригели	Специальная составная траверса Строп 1СК-2,5		20 2,5	674 7,0	4,3 3	1 2
Прогоны, связи	Строп 2СК-2,5, длиной 1,5 м Подкладки инвентарные		3	3	3	2

Подбор крана для производства работ

Подбор крана для монтажа здания производится по наиболее тяжелому элементу – ригель пролетом 24 м.

Технические характеристики крана для монтажа колонны:

1) Монтажная масса:

$$M_M = M_3 + M_T = 2,925 + (0,674 + 0,007 * 2) = 3,613 \text{ т}, \quad (4.1)$$

где $M_э$ – масса элемента;

$M_г$ – масса грузозахватного устройства.

2) Высота подъема крюка:

$$H_к = h_0 + h_з + h_э + h_г = 7,885 + 0,5 + 1,950 + 5,3 = 15,49 \text{ м}, \quad (4.2)$$

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

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

$h_э$ – высота элемента в положении подъема;

$$h_г = 4,3 + 1,0 = 5,3 \text{ м} – \text{высота грузозахватного устройства.} \quad (4.3)$$

3) Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_с = H_к + h_п = 15,49 + 2 = 17,49 \text{ м}, \quad (4.4)$$

где $h_п$ – высота полиспаста равная 2 м.

4) Требуемый монтажный вылет крюка:

$$l_к = \frac{(b+b_1+b_2)(H_с-h_ш)}{h_г+h_п} + b_3 = \frac{(0,5+0,16+0,5)(17,49-2)}{5,3+2} + 2 = 4,46 \text{ м}, \quad (4.5)$$

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

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле, равное 0,3 м;

b_2 – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, равная 0,5 м;

$h_ш = 2$ м – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы;

$b_3 = 2$ м – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы.

5) Необходимая наименьшая длина стрелы самоходного стрелового крана:

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 * (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(4,46 - 2)^2 + (17,49 - 2)^2} = 15,68 \text{ м.} \quad (4.6)$$

Полученные характеристики:

$$L_c = 15,68 \text{ м;}$$

$$M_M = 3,6 \text{ т;}$$

$$H_K = 15,49 \text{ м;}$$

$$l_K = 4,46 \text{ м.}$$

Полученным в результате расчета монтажным характеристикам удовлетворяют рабочие параметры крана КС-45717-1 «Ивановец».

Грузовысотные характеристики крана представлены на рисунке 4.1.

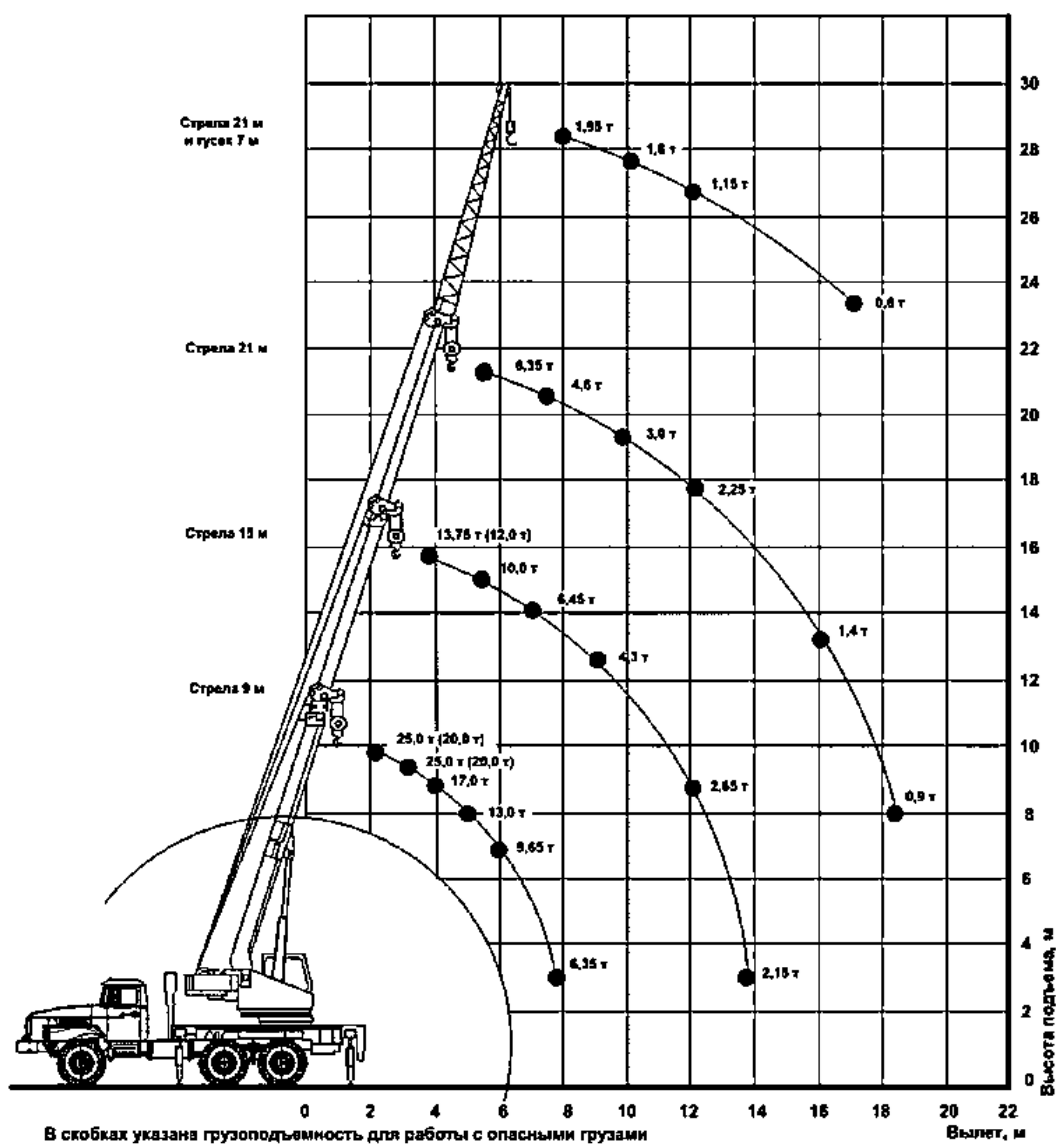


Рисунок 4.1 – Грузовысотные характеристики автомобильного крана КС-45717-1

Потребность в машинах и технологическом оборудовании

Машины и технологическое оборудование, требующиеся для выполнения строительных процессов и операций представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика	Количество
1	2	3	4
Возведение каркаса здания	Автомобильный кран КС-45717-1	Грузоподъемность 25 т; вылет 19,0 м; высота подъема 22 м	1
	Автомобиль бортовой КамАЗ 5320 2	Масса - 17,45 т; скорость движения - 75 км/ч; дорожный просвет 295 мм	1
	Автогидропъемник АГП-22	Высота подъема 22м, вылет 7,2 м, грузоподъемность 300 кг	2

Потребность в технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.2 – Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика	Количество
1	2	3	4
Монтаж стоек рам, строек фахверка	Строп 2СТ-10-4	Q = 10 т	1
	Расчалка с талрепой	-	3
Монтаж ригеля	Траверса	Q = 10 т	1
	Инвентарная распорка	-	1

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4
Монтаж прогонов, распорок	Строп 2СК-2,5	Q = 2,5 т	1
Монтаж каркаса	Оттяжки из пенькового каната	-	2
	Прокладки из обзоров труб		8
Выверка конструкций	Уровни строительные	-	2
	Рулетка металлическая измерительная	-	4
	Рейка	3 м	2
Выверка конструкций	Нивелир	НИ-3	2
	Теодолит	ЗТ2КП2	2
	Дрель электрическая	-	2
Сварка элементов	Сварочный аппарат	ВД-43	1
	Гайковерт электрический	-	2
	Шуруповерт	-	2
	Лом стальной монтажный	-	4
	Молоток	-	4
	Плоскогубцы	-	4
	Отвертка	-	4
	Щетка ручная из проволоки	-	2
	Подмости инвентарно-панельные	-	4
	Ключ динамометрический	-	2
	Лестница приставная с люлькой	ЛПА-100-8,2	2
Средства индивидуальной защиты	Каски строительные	-	14
	Жилеты оранжевые	-	14

4.6 Вычисление объемов работ

Объемы работ приведены в таблице 4.3. Потребности в материальных изделиях указаны в таблице 4.4.

Кроме количества монтажных элементов следует определить объемы сварочных работ, работ по установке болтов, пользуясь «Конструктивным разделом» данного проекта.

Таблица 4.3 – Объемы строительных работ

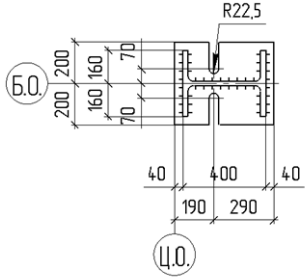
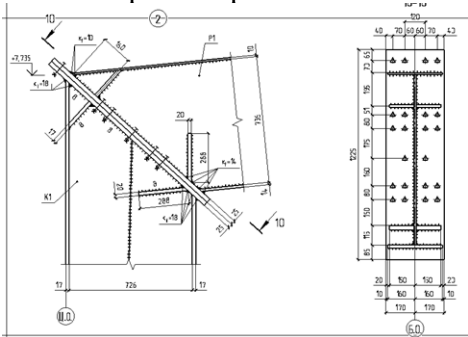
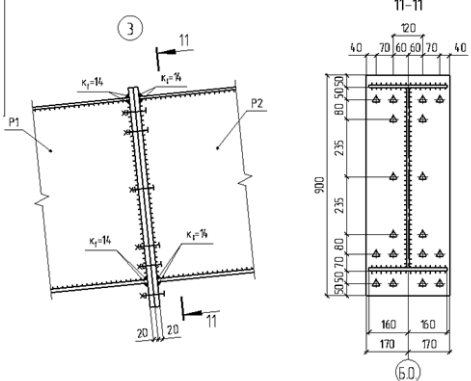
Эскиз	Единицы измерения	Кол-во	Потребность в материалах		
			Наименование мат-ов	Кол-во на ед.	Кол-во на зд.
1	2	3	4	5	6
<p>Монтажный стыки при установке стоек рамы</p> 	шт.	16	Болты фундаментные М30	2	32
<p>Монтажный стык опорного узла стойки рамы с ригелем</p> 	шт	16	Высокопрочные болты М24	22	352
<p>Монтажный стык при укрупнительной сборке ригеля</p> 	шт	16	Высокопрочные болты М24	18	288

Таблица 4.4 – Материалы и изделия

Объем работ, шт	Наименование материалов, конструкций и изделий	Ед. изм.	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
1	2	6	7	8
16	Стойка рамы К1	т	1,2	19,2
16	Элемент ригеля Р1	т	0,750	12,0
8	Элемент ригеля Р2	т	1,424	11,392
126	Прогоны ПР1 и ПР2	т	0,11	13,86
16	Связи вертикальные СВ	т	0,026	0,416
16	Связи горизонтальные СГ	т	0,020	0,32
8	Распорки решетчатые РРС	т	0,281	2,248
20	Распорки связевые РС	т	0,098	1,96
1008 м ²	Профилированный лист	т	0,008	8,064

4.7 Техника безопасности и охрана труда

При выполнении монтажных работ необходимо руководствоваться требованиями СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», а также Приказа Минтруда России от 11.12.2020 №883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте».

К выполнению монтажных работ допускаются рабочие, которые:

- прошли специальный медицинский осмотр;
- имеют соответствующее образование и удостоверение на право производство работ;
- знают технику безопасности при выполнении работ.

До начала производства работ должны быть назначены ответственные лица за организацию работ и за безопасную эксплуатацию грузоподъемных приспособлений.

Для обеспечения безопасности в начале смены необходимо:

- проверить состояние техники безопасности во всех рабочих местах;
- проверить рабочих на наличие средств индивидуальной защиты и спецодежды;
- проверить монтажный инструмент и приспособления;
- проверить ограждение опасных мест.

Не допускается нахождение в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц. Не должны допускаться до работы лица с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии.

Способы строповки грузов должны исключать возможность падения или скольжения застропованного груза. Стропы должны быть предварительно испытаны и иметь бирку. Во время перемещения конструкции должны удерживаться от раскачивания гибкими оттяжками.

При работе на высоте каждый работник должен иметь необходимую оснастку, а при использовании подмостей, инвентарных лестниц необходимо наличие проверки качества.

Смонтированные конструкции должны быть надежно закреплены. До окончания постоянного закрепления не допускается опираться на них вышерасположенные конструкции, если это не предусмотрено проектом производства работ.

4.8 Техничко-экономические показатели

Целью составления калькуляции трудовых затрат на монтаж металлического каркаса является определение трудоемкости работ.

Калькуляция составлена на основании действующих сборников ЕНиР и представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Калькуляция трудовых затрат на монтаж металлического каркаса здания

Обоснование	Наименование	Объем работ		Состав звена	Нормативная трудоемкость		Трудоемкость	
		Ед. изм.	Кол-во		Рабочих, чел-ч	Машин., машин-ч	Рабочих, чел-ч	Машин, маш-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
§E1-5, табл. 2, 1а,б	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 0,5 т	100 т	0,27	Машинист 6 р -1 Такелажники 2р - 2	11,0	22,0	2,97	5,94
§E1-5, табл. 2, 2а,б	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 1 т	100 т	0,12	Машинист 6 р -1 Такелажники 2р - 2	6,1	12,0	0,73	1,44
§E1-5, табл. 2, 3а,б	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 1,5 т	100 т	0,31	Машинист 6 р -1 Такелажники 2р - 2	4,4	8,8	1,36	2,73
§E5-1-9, табл. 1, 2а,б	Монтаж стоек	шт	16	Машинист 6р – 1 Монтажник 6 р-1, 4р-2, 3р-1	3,5	0,7	56,0	11,2
	Добавлять на 1 т	т	19,2		0,75	0,15	14,4	2,88
§E5-1-19, п.1	Постановка фундаментных болтов	100 болтов	0,32	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,5	-	3,68	-
§E5-1-3, 1,2,3,4 б	Укрупнительная сборка металлических конструкций каркаса	шт.	8	Машинист 6р – 1 Монтажник 6 р-1, 5р-1, 4р-2, 3р-1	1,4	0,28	11,2	2,24
	Добавлять на 1 т	т	23,39		0,92	0,18	21,52	4,21
§E5-1-19, п.1	Постановка болтов при укрупнительной сборке	100 болтов	2,88	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,5	-	33,12	-
§E5-1-6, 1,2б	Монтаж ригеля	шт	8	Машинист 6р – 1 Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	0,1	2,4	0,8
	Добавлять на 1 т	т	23,39		1,0	0,33	23,39	7,72

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
§E5-1-19, п.1	Постановка болтов при монтаже ригеля	100 болтов	3,52	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,5	-	40,48	-
§E5-1-6, 1,2е	Монтаж связей из отдельных стержней	шт	60	Машинист 6р – 1 Монтажник 5р-1, 4р-2, 3р-1	0,33	0,11	19,8	6,6
	Добавлять на 1 т	т	4,94		1,0	0,5	4,94	2,47
§E5-1-19, п.1	Постановка болтов при монтаже связей	100 болтов	2,72	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,5	-	31,28	-
§E5-1-6, 1,2ж	Монтаж прогонов покрытия	шт	126	Машинист 6р – 1 Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	0,1	37,8	12,6
	Добавлять на 1 т	т	13,86		1,0	0,33	13,86	4,57
§E5-1-19, п.1	Постановка болтов при монтаже прогонов покрытия	100 болтов	4,32	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,5	-	49,68	-
§E5-1-20, табл.5-1	Комплектовка комбинированных заклепок	100 заклепок	10,08	Монтажник 3р-1	0,36	-	3,63	-
§E5-1-20, табл.5-8	Комплектовка самонарезающихся винтов	100 винтов	40,32	Монтажник 3р-1	0,36	-	14,52	-
§E5-1-20, табл.5, 9а	Подъем краном листов в пачке	100 м ² настила	10,08	Машинист 6р – 1 Монтажник 4р-2, 3р-2	0,1	0,03	1,01	0,3
§E5-1-20, 1а	Монтаж профилированных листов	100 м ²	10,08	Монтажник 4р-1, 3р-1	9,1	-	91,73	-
Прочие неучтенные затраты (15%)							71,93	9,86
ИТОГО:							551,43	75,56

5 Организация строительного производства

5.1 Определение нормативной продолжительности строительства

Нормативная продолжительность строительства определяется по СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» [45]. Согласно п.7 Общих положений [45] продолжительность строительства объектов, мощность которых отличается от приведенных в нормах и находится в интервале между ними, определяется интерполяцией.

Продолжительность по СНиП 1.04.03-85* для Муниципального спортивного комплекса объемом ~20 тыс. кв.м – 12 месяцев, включая подготовительный этап – 2 месяца.

5.2 Объектный строительный генеральный план на основной период строительства

5.2.1 Область применения

В рамках выпускной квалификационной работы разработан объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части склада строительных материалов с отм. 0.000, согласно рекомендациям и требованиям [39].

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

5.2.2 Подбор и размещение грузозахватных механизмов

Согласно разделу 4 «Технология строительного производства», был подобран автомобильный кран КС-45717-1.

5.2.3 Привязка грузоподъемных механизмов

Определяем поперечную привязку для выбранного автомобильного крана. Поперечная привязка к зданию необходима для определения минимального расстояния от оси крана до наиболее выступающей части здания. Для самоходных кранов поперечная привязка определяется по формуле:

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} = 3 + 1,0 = 4,0 \text{ м}, \quad (5.1)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы крана (принимается по паспортным данным);

$l_{\text{без}}$ – минимальное допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания.

5.2.4 Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов

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

Рабочая зона крана определяется исходя из максимального вылета его стрелы по формуле:

$$R_{\text{раз.з}} = l_k = 19,7 \text{ м}. \quad (5.2)$$

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

$$R_{\Pi} = R_{\max} + 0,5 \cdot L_r = 19,7 + 0,5 \cdot 6 = 22,7, \quad (5.3)$$

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

L_r – длина самой габаритной конструкции в положении подъема, (12 м – длина элемента ригеля покрытия).

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

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{раз.з.}} + 0,5 \cdot B_r + L_r + x = 19,7 + 0,5 \cdot 0,2 + 6 + 4 = 29,8 \text{ м}, \quad (5.4)$$

где B_r – наименьший габарит перемещаемого груза, м;

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

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

$$R_{\text{монт}} = L_r + x = 6 + 3,5 = 9,5 \text{ м}, \quad (5.5)$$

где L_r – наибольший габарит элемента, падение которого возможно с высоты здания, м;

x – минимальная величина отлета груза, падение которого возможно со здания для высоты 8,5 м.

5.2.5 Проектирование временных дорог и подъездов

Временные внутрипостроечные дороги на строительной площадке организуются для обеспечения строительства необходимыми строительными

грузами и материалами. Временные дороги должны быть закончены до начала работ по строительству надземной части здания, но только после окончания вертикальной планировки территории и устройства необходимых инженерных коммуникаций (кроме временных).

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

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

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

5.2.6 Расчет площадок складирования материалов и конструкций

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

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.6)$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов, конструкции и изделий, необходимых для выполнения работ в расчётный период (м^2 , м^3 , шт. и т.д.), принимаемое по ведомости потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях;

T – продолжительность расчётного периода, дн., определяемая по календарному плану строительства или ведомости объёмов СМР;

T_H – норма запаса материала, дн.;

K_1 – коэффициент учёта неравномерности поставки материалов на склад, зависящий от вида транспорта (для железнодорожного и автомобильного он равен 1,1; для водного – 1,2);

K_2 – коэффициент учёта неравномерности потребления материалов равный 1,3.

Полезная площадь склада определяется по формуле:

$$F = \frac{P_{\text{скл}}}{V}, \quad (5.7)$$

где V – количества материала, укладываемого на 1 м² площади склада.

Общая площадь склада определяется по формуле:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.8)$$

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

В таблице 5.1 представлены расчетные площади складов.

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

Таблица 5.1 – Расчетные площади складов

Материалы и изделия	Ед.изм.	Кол-во материала, укладываемого на 1 м ² площади склада V	Продолжительность расчетного периода Т, дн.	Норма запаса материала Тн, дн.	Общее кол-во материала Р _{общ}	Необходимый запас материала Р _{скл}	Коэффициент		Полезная площадь склада F, м ²	Общая полезная площадь S, м ²
							К1	К2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Открытые склады										
Металл. кон-ции	т	0,5	2	2	1,53	2,19	1,1	1,3	4,38	7,29
Стеновые сэндвич-панели	м ³	0,7	7	3	168,00	102,96	1,1	1,3	147,09	210,12
Закрытые склады										
Оконные и дверные блоки	м ²	20	5	5	404,00	577,72	1,1	1,3	28,89	41,27
Навесы										
ПВХ-мембрана	Рулон	22	8	5	30	26,81	1,1	1,3	1,22	2,03
Геотекстиль	Рулон	22	8	5	30	26,81	1,1	1,3	1,22	2,03
Мин. вата	Рулон	9	8	5	52	46,48	1,1	1,3	5,16	8,61
Металлоконструкции	т	0,5	2	2	1,42	2,03	1,1	1,3	4,06	6,77

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

- площадь открытых складов - $S_0 = 217,41 \text{ м}^2$;
- площадь закрытых складов - $S_з = 41,27 \text{ м}^2$;
- площадь навесов - $S_н = 19,44 \text{ м}^2$.

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

Согласно разработанному в технологической карте графика движения рабочих по объекту и учитывая неучтенные в технологической карте отделочные и другие работы, максимальное число рабочих в смену – 18 человек.

Ориентировочный удельный вес работников: рабочие – 84,5%; ИТР и служащие – 11%; МОП – 4,5%.

В том числе в наиболее многочисленную смену количество рабочих – 70%, все остальные категории – 80%.

Всего работающих – 22 человека. Наибольшее количество человек в наиболее многочисленной смене составляет 16 человек.

В таблице 5.2 представлена потребность в рабочих кадрах.

Таблица 5.2 – Потребность в рабочих кадрах

Категории работающих	Удельный процент работающих, %	Кол-во работающих	В многочисленную смену	
			%	Кол-во чел.
1	2	3	4	5
Рабочие	84,5	18	70	13
ИТР и служащие	11	3	80	2
МОП и охрана	4,5	1	80	1
Итого:	100	22		16

Площадь инвентарных зданий санитарно-бытового назначения определяется по формуле:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot S_{\text{п}}, \quad (5.9)$$

где N – общая численность работающих (рабочих) в наиболее многочисленную смену;

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

Результаты расчета приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Потребность в инвентарных помещениях

Временные здания	Кол-во чел.	Площадь, м ²		Тип пом.	Площадь, м ²		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	2	3	4	5	6	7	8
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная, пом. для обогрева и отдыха, приема пищи и сушки одежды	18	2,2	39,6	3x9x3 420-140	23,0	46,0	2
Туалет	16	-	2,04	1,3x1,2 x2,4	1,4	2,8	2
Умывальная	16	0,2	3,2	3x6x3 ГД-15	17	17	1
Душевая	11	0,54	5,94				
Служебные помещения							
Размещение админ.-технич.персонала	3	-	-	3x6x2, 8 Н420-11-21М	15	15	1
Общественные помещения							
КПП	2	-	-	3x4x3	12	12	1
Мойка колес	-	-	-	10x3	30	30	1
Итого:						122,8	8

5.2.8 Потребность в электроэнергии на период строительства, выбор схемы электроснабжения

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

$$P = \alpha \cdot \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{ОВ} + \sum K_4 \cdot P_H \right), \quad (5.10)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

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

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

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_T – мощности, необходимые для технологических нужд, кВт;

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

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

Потребность в электроэнергии сведена в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Потребность в электроэнергии на строительной площадке

Вид потребителя	Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Коэф. спроса K_c	Требуемая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Силовые потребители	Перфоратор	шт.	1	1,5	0,06	0,09
	Шлифовальная машина	шт.	1	0,72	0,06	0,0432
Внутреннее освещение	Отделочные работы	м ²	888	0,015	0,8	9,49
	Канторские и бытовые помещения	м ²	20,1	0,015	0,8	0,2412
	Душевые и уборные	м ²	33,4	0,003	0,8	0,8016
	Закрытые склады	м ²	143,4	0,015	0,8	72,59
	Открытые склады, навесы	м ²	1527,2	0,003	0,8	0,869
Наружное освещение	Территория строительства	м ²	18700	0,0002	1	3,74
	Основные проходы и проезды	км	0,38	5	1	1,9

Итоговая мощность, необходимая для обеспечения площадки строительства электроэнергией (см. формулу 5.10):

$$P = 1,1(0,1332 + 83,9918 + 5,64) = 98,74 \text{ кВт.}$$

Исходя из требуемой мощности, подбираю закрытую трансформаторную подстанцию ТМ-100/10(6)-0,4 – мощностью 100 кВт и габаритами 0,65x1,2 м. 105

Расчет освещения строительной площадки:

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

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}} = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 13820}{1000} = 8 \text{ шт.}, \quad (5.11)$$

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

E – освещенность, лк;

S – площадь, подлежащая освещению, м²;

$P_{\text{л}}$ – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС40, $P_{\text{л}} = 1000$ Вт).

Для освещения площадки строительства потребуется 8 прожекторов типа ПЗС-40.

5.2.9. Временное водоснабжение

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

$$Q_1 = \frac{S \cdot A \cdot K_{\text{ч}}}{n \cdot 1000}, \quad (5.12)$$

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

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

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

n – число часов в смену.

В таблице 5.5 представлен расход воды на производственные нужды.

Таблица 5.5 – Расход воды на производственные нужды

Наименование процесса потребителей	Ед.изм.	Удельный расход воды А, л	Реальный объем при стр-ве объекта
1	2	3	4
Мойка и заправка грузовых машин	1 маш. в сутки	300-400	3
Устройство бетонных полов при готовом основании	1 м ² пола	25-30	4608
Обеспечение двигателя внутреннего сгорания	1 л.с.	20-40	215

$$Q_1 = \frac{S \cdot A \cdot K_q}{n \cdot 1000} = \frac{((3 \cdot 300) + (4608 \cdot 25) + (215 \cdot 20)) \cdot 1,5}{8 \cdot 1000} = 22,58 \text{ л/ч.}$$

Максимальный часовой расход воды на хозяйственно-питьевые нужды Q_2 :

$$Q_2 = \frac{N_1 \cdot A_1 \cdot K_q}{n \cdot 1000} = \frac{14 \cdot 15 \cdot 3}{8 \cdot 1000} = 0,08 \text{ л/ч,} \quad (5.13)$$

где N_1 – число работающих в максимальную смену;

A_1 – расход воды на одного работающего, л.

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

$$q_{п} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} = \frac{(22,58 + 0,08) \cdot 1000}{3600} = 6,29 \text{ л/с,} \quad (5.14)$$

Расчетный секундный расход воды на душ:

$$q_{д} = \frac{\alpha \cdot N_3}{h \cdot 60} = \frac{25 \cdot 11}{15 \cdot 60} = 0,31 \text{ л/с,} \quad (5.15)$$

где N_3 – число работающих, пользующихся душем;

α – норма расхода воды на прием душа;

h – число минут работы душевой.

Общий секундный расход воды в литрах определяется:

$$q_{расч} = q_{п} + q_{д} + q_{пож} = 6,29 + 0,31 + 15 = 21,6 \text{ л/с,} \quad (5.16)$$

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

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

Диаметр труб водопроводной напорной сети:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{расч}} \cdot 1000}{3,14 \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 2}} = 117,29 \text{ мм}, \quad (5.17)$$

где D – внутренний диаметр водопровода, мм;

$Q_{\text{расч}}$ – общий расход воды, л/с;

V – скорость движения воды по трубам, м/с.

Полученное значение диаметра водопровода округляется до ближайшего большего сечения по [46]. Принимаем $D = 120$ мм.

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

5.3 Проектные решения по охране труда

При производстве строительно-монтажных работ следует соблюдать требования [43], [44], Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 16 ноября 2020 года № 782н «Правила по охране труда при работе на высоте», СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в ПОС и ППР», СанПиН 2.2.3.2733-10 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ» и других нормативных документов по охране труда, перечисленных в приложении А к СНиП 12-03-2001.

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

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

К началу основных строительных работ на строительной площадке должно быть обеспечено противопожарное водоснабжение. Обеспечение пожарной безопасности на строительной площадке осуществляется в соответствии с требованиями Правилами противопожарного режима (Постановление правительства России от 25 апреля 2012 г. №390), [43].

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

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

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

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

- лицо, осуществляющее строительство, должно обеспечивать уборку территории стройплощадки и пятиметровой прилегающей зоны. Бытовой и строительный мусор, а также снег должны вывозиться своевременно в сроки и в порядке, установленном органом местного самоуправления;
- проезд строительной техники может быть только по существующим автодорогам или по предусмотренным проектом временным дорогам;

- соблюдать требования по предотвращению запыленности и загазованности воздуха; - не допускать разлива токсичных жидкостей, а также нефтепродуктов;
- заправку строительных механизмов производить на специализированных площадках вне территории строительной площадки;
- транспортирование сыпучих грузов выполнять с укрытием кузова автотранспорта брезентом;
- предусмотреть профилактический ремонт используемой техники с целью недопущения утечки из маслобаков, гидроцилиндров и пр.;
- по завершении работ предусмотрена разборка всех временных сооружений;
- подвозить необходимые материалы в емкостях для хранения или на поддонах во избежание загрязнения почвы;
- на выезде со строительной площадки устроить площадку для мойки колес автотранспорта;
- заключить договор о вывозе жидких канализационных стоков; - непригодный грунт для обратной засыпки транспортируется на рекультивацию в места, указанные Заказчиком.

5.4 Технико-экономические показатели стройгенплана

Технико-экономические показатели представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
Площадь строительной площадки	м ²	13820
Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м ²	2380
Площадь временных зданий и сооружений	м ²	2851
Площадь открытых складов	м ²	217
Протяженность временных автодорог	пог. м	190
Протяженность временных инженерных коммуникаций	пог. м	218
Протяженность ограждения строительной площадки	пог. м	487

6 Экономика строительства

6.1 Расчет прогнозной стоимости строительства объекта на основании УНЦС

Для определения стоимости строительства Муниципального спортивного комплекса в пгт. Стрелка (без учета стоимости наружных инженерных сетей) используем укрупненные нормативы цены строительства «Государственные сметные нормативы. Укрупненные нормативы цены строительства НЦС 81-02-2023».

Укрупненные нормативы цены строительства предназначены для определения потребности в финансовых ресурсах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения, подготовки технико-экономических показателей в задании на проектирование, планирования инвестиций (капитальных вложений), иных целей, установленных законодательством Российской Федерации. Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 01.01.2023 для базового района (Московская область).

Расчет прогнозной стоимости выполнен на основе [47].

Учитывая функциональное назначение планируемого объекта строительства и его мощностные характеристики, для определения стоимости строительства выбран норматив [48].

Определение прогнозной стоимости планируемого к строительству объекта в региональном разрезе рекомендуется осуществлять с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по формуле:

$$C = [(НЦС_i \times M \times K_{пер.} \times K_{пер./зон} \times K_{рег.} \times K_c) + Z_p] \times I_{пр.} + НДС,$$

где $НЦSi$ – выбранный Показатель с учетом функционального назначения объекта и его мощностных характеристик, для базового района в уровне цен на 01.01.2022, определенный при необходимости с учетом корректирующих коэффициентов, приведенных в технической части сборников Показателей;

M – мощность объекта капитального строительства, планируемого к строительству;

$K_{пер.}$ – коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен субъектов Российской Федерации (частей территории субъектов Российской Федерации), учитывающий затраты на строительство объекта капитального строительства, расположенных в областных центрах субъектов Российской Федерации (далее - центр ценовой зоны, 1 ценовая зона), сведения о величине которого приводятся в технической части сборников Показателей;

Для частей территории субъектов Российской Федерации, которые нормативными правовыми актами высшего органа государственной власти субъекта Российской Федерации определены как самостоятельные ценовые зоны для целей определения текущей стоимости строительных ресурсов, при выполнении расчетов с использованием Показателей также устанавливается коэффициент перехода к уровню цен для каждой ценовой зоны (далее – $K_{пер/зон}$).

$K_{пер/зон}$ определяется по виду объекта капитального строительства как отношение величины индекса изменения сметной стоимости строительномонтажных работ, рассчитанного для такой ценовой зоны и публикуемого Министерством, к величине индекса изменения сметной стоимости строительномонтажных работ, рассчитанного для 1 ценовой зоны соответствующего субъекта Российской Федерации и публикуемого Министерством.

$K_{рег}$ – коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства в субъекте Российской Федерации (части территории субъекта Российской Федерации) по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

K_c – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

Z_p – дополнительные затраты, не предусмотренные в Показателях, определяемые по отдельным расчетам, в том числе стоимость земельного участка, вовлеченного в строительство, затраты на подключение (технологическое присоединение) и пр.;

$I_{пр}$ – индекс-дефлятор, определенный по отрасли «Инвестиции в основной капитал (капитальные вложения)», публикуемый Министерством экономического развития Российской Федерации для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации.

НДС – налог на добавленную стоимость.

Стоимость благоустройства территории учитываем по НЦС 81-02-16-2023 «Малые архитектурные формы», утверждённому приказом Минстроя России №154/пр от 06.03.2023 г [49].

Стоимость озеленения территории учитываем по НЦС 81-02-17-2023 «Озеленение», утверждённому приказом Минстроя России №164/пр от 06.03.2023 г. [50].

Плата за землю не учитывается, так как это муниципальное здание, построенное на муниципальной земле.

Стоимость подключения (технологического присоединения) принимаем в размере 10 % от стоимости возводимого здания: 18 268,021 тыс.руб.

Расчет прогнозной стоимости строительства сведем в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Прогнозная стоимость строительства муниципального спортивного комплекса в пгт. Стрелка

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
I ОСНОВНЫЕ ЗАТРАТЫ, УЧТЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛЯМИ НЦС						
1.	Физкультурно-оздоровительные комплексы крытые с универсальным спортивным залом (без зрительских мест)					
1.1	Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка	Сборник НЦС 81-02-05-2023, таблица 05-02-001, Показатель 05-02-001-03	1 посещение в смену	65	2 205,16	143 335,40
	Поправочный коэффициент перехода от базового района (Московская область) к уровню цен Красноярского края ($K_{пер}$)	Сборник НЦС 81-02-05-2023, техническая часть пункт №35, таблица 1, Красноярский край (12 ценовая зона)		0,97		
	Поправочный коэффициент ($K_{пер/зон}$)	Сборник НЦС 81-02-05-2023, техническая часть пункт №35, таблица 2, Красноярский край (12 ценовая зона)		1,2		
	Регионально-климатический	Сборник НЦС 81-02-05-2023,		1,01		

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
	коэффициент ($K_{\text{рег1}}$)	техническая часть, пункт №36, таблица 3, п.п. 27.5				
	Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе ($K_{\text{рег2}}$)	Сборник НЦС 81-02-05-2023, техническая часть, пункт №37, таблица 4 (пгт. Стрелка - температурная зона V)		1,00		
	Коэффициент, учитывающий строительство в стесненных условия застроенной части городов	Сборник НЦС 81-02-05-2023, техническая часть, пункт №34		1,05		
	Итого основные объекты					176 936,37
2.	Элементы благоустройства					
2.1	Устройство шлагбаума	Сборник НЦС 81-02-16-2023, пункт №18	шт.	1	98,62	98,62
2.2	Ограждение по металлическим столбам из готовых металлических панелей решетчатых высотой 1,7 м, при массе 1 пог. м ограждения 31 кг	Сборник НЦС 81-02-16-2023 таблица 16-06-003, показатель 16-06-003-01	100 пог. м	3,33	486,96	1621,58

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
2.3	Площадки, дорожки, тротуары шириной от 0.9 м до 2,5 м с покрытием из фигурной брусчатки	Сборник НЦС 81-02-16-2023, таблица 16-06-001, показатель 16-06-001-07	100 м ² покрытия	1,06	433,46	459,47
2.4	Светильники на стальных опорах с люминесцентными лампами	Сборник НЦС 81-02-16-2023, таблица 16-07-001, показатель 16-07-001-02	100 м ² территории	13,820	20,29	280,41
	Поправочный коэффициент перехода от базового района (Московская область) к уровню цен Красноярского края (K _{пер})	Сборник НЦС 81-02-16-2023, техническая часть, пункт №24, таблица 4, Красноярский край (1 ценовая зона)		0,97		
	Поправочный коэффициент (K _{пер/зон})	Сборник НЦС 81-02-16-2023, техническая часть, пункт №24, таблица 5, Красноярский край (9 ценовая зона)		1,19		
	Регионально-климатический коэффициент (K _{рег1})	Сборник НЦС 81-02-16-2023, техническая часть, пункт №25, таблица 6,		1,01		

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
		п. 27.5 д (пгт. Стрелка - температурная зона V)				
	Итого благоустройство					4314,15
3	Озеленение					
3.1	Озеленение территорий спортивных объектов с площадью газонов 60%	Сборник НЦС 81-02-17-2023, таблица 17-02-004, показатель 17-01-004-02	100 м2 территории	8,7	142,96	1243,75
	Поправочный коэффициент перехода от базового района к уровню цен Красноярского края (I зона)	Сборник НЦС 81-02-17-2023, техническая часть пункт 19, таблица 1, Красноярский край (12 ценовая зона)		0,95		
	Поправочный коэффициент (K _{пер/зон})	Сборник НЦС 81-02-17-2023, техническая часть, пункт №24, таблица 5, Красноярский край (12 ценовая зона)		1,21		
	Итого озеленение					1429,69
	Итого по основным затратам, учтенным по НЦС					182 680,21
4	Стоимость подключения (технологическо	Расчет 1			18 268,021	18 268,02

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
	го присоединения)					
	Всего					200 948,23
	Перевод в прогнозный уровень цен	Письмо Минэкономразвития России № 36804-ПК/ДОЗи от 28 сентября 2022 г.		1,059		212 804,18
	НДС	Налоговый кодекс Российской Федерации		20%		42 560,84
	Всего с НДС					255 365,02

Прогнозная стоимость строительства муниципального спортивного комплекса в пгт. Стрелка по УНЦС составляет 255 365,02 тыс. руб. Указанная сумма включает в себя стоимость следующих видов работ и затрат: общестроительные работы; элементы благоустройства и озеленение.

6.2 Составление локального сметного расчета на устройство металлического каркаса

Объект строительства – Муниципальный спортивный комплекс, расположен в пгт. Стрелка Красноярского края.

Сметная документация составлена на основании ведомости объемов работ проектной документации.

Сметная стоимость объекта определена базисно-индексным методом с использованием нормативной базы ФЕР-2020 в текущем уровне цен на 1 кв. 2023 г.

Сметная стоимость определена в соответствии с Методикой 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 [51] и утвержденными нормативно-правовыми актами.

Для перерасчета цен в текущий уровень цен применены следующие индексы изменения сметной стоимости по элементам прямых затрат по объектам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок, на I квартал 2023 года в соответствии с [52] для 12 ценовой зоны Красноярского края:

- оплата труда – 45,02;
- материалы, изделия и конструкции – 8,99;
- эксплуатация машин и механизмов – 15,46.

НДС в ценах на материалы и оборудование в локальных сметах не учитывается.

Сметная стоимость металлического каркаса объекта в ценах на 1 кв. 2023 г. составила 50 803 630,30 руб.

В том числе:

- оплата труда рабочих - 2 016 900,04 руб.;
- эксплуатация машин (в т.ч. оплата труда машинистов) - 3 585 898,29 руб.;
- материалы - 28 833 992,80 руб.;

Накладные расходы определены в процентах от фонда оплаты труда в соответствии с нормативами накладных расходов согласно [53].

Накладные расходы составили 2 972 713,32 руб.

Сметная прибыль определена в процентах от фонда оплаты труда в соответствии с нормативами сметной прибыли согласно [54].

Сметная прибыль составила 1 981 808,88 руб.

В локальный сметный расчет (смету) включены следующие дополнительные затраты:

- временные здания и сооружения в размере 2,3 % согласно [55];
- производство работ в зимнее время в размере 3,0 % согласно [56];
- непредвиденные работы и затраты в размере 2 % согласно [51];

Налог на добавленную стоимость учтен в размере 20% в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации.

Локальный сметный расчет приведен в приложении Б.

6.3 Анализ локального сметного расчета

В таблице 6.2 представлена структура локального сметного расчета на устройство металлического каркаса здания по составным элементам.

Таблица 6.2 – Анализ локального сметного расчета на устройство металлического каркаса здания по составным элементам

Вид затрат	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базовый уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты, всего	3 484 087,65	34 436 792,04	67,78
- материалы (м)	3 207 340,69	28 833 992,80	56,76
- эксплуатация машин (ЭМ)	231 946,85	3 585 898,29	7,05
- оплата труда рабочих (ОТ)	44800,11	2 016 900,95	3,97
Накладные расходы	66 030,95	2 972 713,32	5,85
Сметная прибыль	44 020,63	1 981 808,88	3,90
Лимитированные затраты, всего	268 711,50	2 945 044,34	5,79
НДС	772 570,15	8 467 271,72	16,68
Итого	4 635 420,88	50 803 630,30	100,00

На рисунке 6.1 представлена структура локального сметного расчета на устройство металлического каркаса здания по разделам в виде круговой диаграммы.

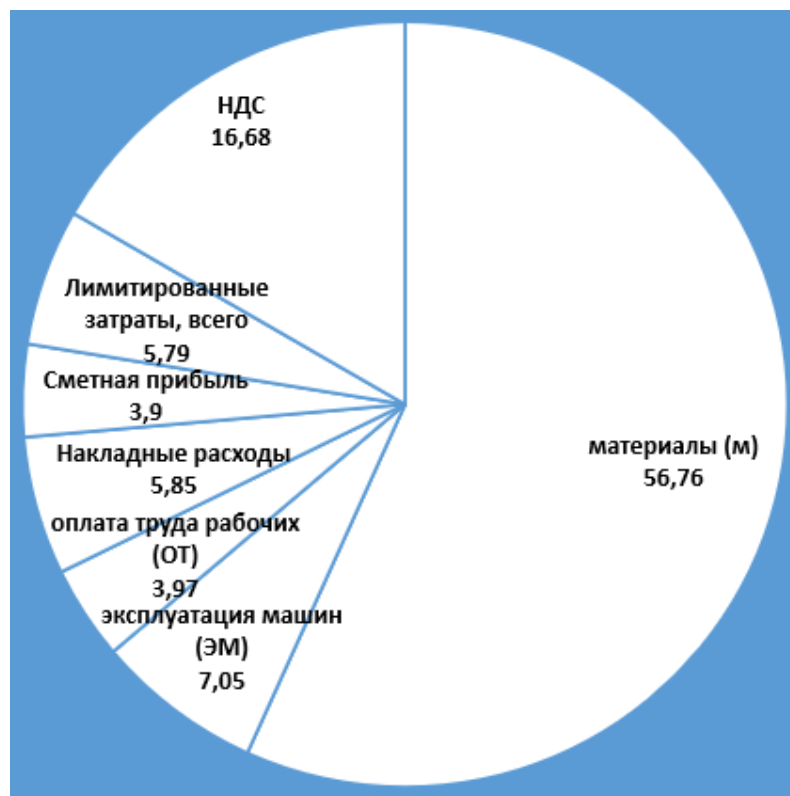


Рисунок 6.1 – Структура локального сметного расчета на устройство металлического каркаса здания по основным элементам, %

Таким образом, в результате анализа структуры локального сметного расчета на общестроительные работы по основным элементам можно сделать вывод, что наибольший удельный вес приходится на материалы (56,76 % - 28 833 992,80 руб.), которые являются составной частью прямых затрат, а наименьший на сметную прибыль – 3,90 % (1 981 808,88 руб.).

6.4 Технико-экономические показатели проекта

Правила подсчета общей, полезной и расчетной площадей, строительного объема, площади застройки и количества этажей общественных зданий определены [11].

Общая площадь общественного здания, сооружения определяется как сумма площадей всех этажей (включая технический, мансардный, цокольный, подвальный и иные), а также эксплуатируемой кровли.

Полезная площадь общественного здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т. п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, шахт, пространств для инженерных коммуникаций.

Расчетную площадь общественного здания определяют как сумму площадей входящих в него помещений, за исключением:

- коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, внутренних открытых лестниц и пандусов;
- лифтовых шахт;
- помещений и пространств, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей.

В расчетную площадь не включают пространство под наклонной поверхностью ниже 1,5 м.

Площадь застройки определяется как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания по цоколю, включая выступающие части (входные площадки и ступени, веранды, террасы, приямки, входы в подвал).

Этажность здания различна. В 1 блоке – 2 этажа, в 2 и 3 блоках – 1 этаж.

Высота 1 этажа в 1 блоке – 3 м, 2 этажа в 1 блоке – 4,2 м (до низа несущих ограждающих конструкций), во 2 блоке – 4,0 м, в 3 блоке – 7,2 м (до низа несущей конструкции покрытия).

Строительный объем здания определяется как сумма строительного объема выше отметки 0.00 (надземная часть) и строительного объема ниже отметки 0.00 (подземная часть), измеряемого до уровня пола последнего подземного этажа.

Строительный объем определяется в пределах ограничивающих наружных поверхностей с включением ограждающих конструкций, световых фонарей и других надстроек, начиная с отметки чистого пола надземной и подземной частей здания, без учета выступающих архитектурных деталей и конструктивных элементов, козырьков, портиков, балконов, террас, объема

проездов и пространства под зданием на опорах (в чистоте), проветриваемых подполий и подпольных каналов.

Строительный объем подземной части жилого здания определяется до отметки чистого пола нижнего подземного этажа, подвала или технического подполья.

Технико-экономические показатели проекта строительства приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Технико-экономические показатели проекта строительства муниципального спортивного комплекса в пгт. Стрелка

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	2691,70
Площадь объекта общая	м ²	2847,50
Площадь объекта полезная	м ²	2578,90
Площадь объекта расчетная	м ²	2375,80
Этажность	эт.	1 блок-1 эт, 2 и 3 блок – 2 эт.
Высота этажа	м	1-3,0 м, 4,2м; 2 – 4,0 м; 3 - 7,2 м
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	23886,60
надземной части	м ³	20304,00
подземной части	м ³	3582,60
Объемный коэффициент		8,87
2. Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (УНЦС)	тыс. руб.	255 365,02
Прогнозная стоимость 1 м ²	тыс. руб.	99,02
Прогнозная стоимость 1 м ³ строительного объема	тыс. руб.	10,69
Сметная стоимость устройства металлического каркаса	тыс. руб.	50 803,63
3. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	12

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечения» разработана в полном объеме в соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу.

Проект разработан с учетом назначения здания, особенностей климата и геологических условий.

В архитектурно-строительном разделе были приняты объемно-планировочные и архитектурно-строительные решения здания: разработаны планы, фасады и разрезы здания, приняты конструктивные решения полов и ограждающих конструкций с учетом теплотехнического расчета. На листе 1 графической части [БР-08.03.01-2023 АС-1] представлены чертежи фасада в цветовом решении палитры RAL, планы этажей, разрез здания и основные архитектурные узлы.

В расчетно-конструктивном разделе была выполнена компоновка конструктивной схемы каркаса здания, произведен расчет прогона ПР1, статический расчет поперечной рамы каркаса, разработаны чертежи марки КМ (листы 2 и 3 графической части [БР-08.03.01-2023 КМ-2,3]), включающие схему расположения основных несущих конструкций, схему расположения горизонтальных связей и распорок по покрытию в осях А-И/1-5, габаритную схему рамы, чертеж стойки рамы К1 и прогона покрытия ПР1, разрезы и укрупнительные узлы.

В разделе «Проектирование фундаментов» были рассчитаны и сконструированы фундаменты мелкого заложения и свайный из забивных свай. По технико-экономическим показателям был выбран наиболее выгодный вид фундамента, а также для него были разработаны рабочие чертежи, представленные на листе 4 графической части [БР-08.03.01-2023 КЖ-4].

Раздел «Технология строительного производства» подразумевает собой разработанную технологическую карту на устройство металлического каркаса

здания в осях А-И/9-13 и рабочий чертеж, представленный на листе 5 графической части [БР-08.03.01-2023 ТК-5], включающий в себя схему производства работ на монтаж металлического каркаса, график производства работ, схемы строповок и хранения конструкций.

В разделе «Организация строительного производства» был разработан объектный строительный генеральный план на основной период строительства, представленный на листе 6 графической части [БР-08.03.01-2023 ОС-6].

В разделе «Экономика строительства» была подсчитана прогнозная стоимость строительства здания по укрупненным нормативам цен строительства. Прогнозная стоимость строительства - 255 365,02 тыс. руб. Также был составлен локальный сметный расчет на устройство металлического каркаса здания. Сметная стоимость устройства металлического каркаса здания составила 50 803,63 тыс. руб. В данном разделе был произведен анализ локального сметного расчета и посчитаны технико-экономические показатели проекта.

Следовательно, выпускная квалификационная работа закрывает все поставленные задания. Исходя из результатов выполненной работы можно сделать вывод о целесообразности и актуальности данного проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СТУ 7.5-07-2021 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – взамен СТО 4.2-07-2014; Введ. 07.12.2021. – Красноярск: ИПК СФУ, 2021. – 60 с.
- 2 ГОСТ Р 21.101–2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.101-2013; введ. с 01.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 55 с.;
- 3 Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию» (ред. От 06.05.2023);
- 4 ГОСТ Р 21.501-2018 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ Р 21.501-2011; введ. с 01.06.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.;
- 5 Выпускная квалификационная работа бакалавров: учебнометодическое пособие [Электронный ресурс] / сост. С.В. Деордиев, О.В. Гофман, И.Я. Петухова, Е.М. Сергуничева, С.П. Холодов, И.И. Терехова, И.А. Саенко. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 64 с.;
- 6 СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 25.06.2021. Москва: НИИСФ РААСН, 2019 – 34 с.;
- 7 СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения: дата введения 2020-05-22. – Москва: Стандартинформ, 2022. – 65 с.;
- 8 СП 383.1325800.2018 Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования. – Введ. 25.11.2018. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 28 с.;

- 9 СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования. – Введ. 15.05.2018. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 147 с.;
- 10 СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. Введ. 17.06.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 24 с.;
- 11 СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. Введ. 01.07.2012. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 46 с.;
- 12 Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 №123-ФЗ;
- 13 СП 50.13110.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 01.01.2012. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 96 с.;
- 14 СП 52.12220.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Введ. 08.05.2017. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 117 с.;
- 15 Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации «Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»» от 24.12.2020 №44;
- 16 СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87. Введ 28.08.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 77 с.;
- 17 Стратегия социально-экономического развития северных и арктических территорий и поддержки коренных малочисленных народов Красноярского края до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Красноярского края от 03.02.2023 №81-р;

18 Постановление №1246 от 08.10.2018 г. «Об утверждении Программы комплексного развития социальной инфраструктуры города Лесосибирска на период 2018-2027 годов»;

19 Решение Лесосибирского городского Совета депутатов №424 от 19.12.2019 г. «Об утверждении стратегии социально-экономического развития города Лесосибирска до 2030 года»;

20 Постановление Правительства Красноярского края от 30.09.2013 №511-п «Об утверждении государственной программы Красноярского края «Развития культуры»»;

21 Постановление администрации города 29.10.2014 №1463 «Об утверждении новой редакции муниципальной программы «Развитие физической культуры и спорта города Лесосибирска»»;

22 ГОСТ 21.502-2016 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации металлических конструкций. Введ. 01.06.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 26 с.;

23 ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия. Введ. 24.10.2017. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.;

24 ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. Введ. 01.01.2002. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 14 с.;

25 ГОСТ 30245-2012 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия. Введ. 01.10.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 38 с.;

26 ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. Взамен ГОСТ 2590-88. Введ. 01.07.2009. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 8 с.;

27 ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. Введ. 01.09.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 162 с.;

- 28 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Введ. 27.02.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 140 с.;4
- 29 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Введ. 04.06.2017. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 74 с.;
- 30 Копытов, М.М. Металлические конструкции каркасов одноэтажных зданий [Текст]: учебное пособие / М.М. Копытов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 316 с.;
- 31 СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Введ. 01.07.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 84 с.;
- 32 ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. Введ. 01.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 38 с.;
- 33 ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 16 с.;
- 34 ГОСТ 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Введ. 17.07.2017. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 220 с.;
- 35 Основания и фундаменты в курсовом проектировании: учеб.-метод. пособие / сост.: О. М. Преснов. – [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019.;
- 36 Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84)//ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, ИИИЖБ Госстроя СССР. М : ЦИТИ Госстрой СССР,1989. - 192 с.;
- 37 ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. Введ. 01.01.2018. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 42 с.;

- 38 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. МДС 12-29.2006/ЦНИИОМТП. - М: ФГУП ЦПП, 2007. - 12 с.;
- 39 СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020. – Москва: Стандартинформ, 2020. - 69 с.;
- 40 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 198 с.;
- 41 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. Введ. 17.05.1999. – Москва: Госстрой России, 1999. – 30 с.;
- 42 ГОСТ 23118-2019 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. Введ. 01.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 36 с.;
- 43 СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Актуализированная редакция СНиП 12-03-2001. Введ. 01.09.2001. – Москва: Стандартинформ, 2001. – 48 с.;
- 44 СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. Введ. 01.01.2003. – Москва: Стандартинформ, 2003. – 29 с.;
- 45 СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений/Госстрой СССР, Госплан СССР. — М.: Стройиздат, 1987. — 522 с.;
- 46 ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6). Межгосударственный стандарт. – Введ. 01.01.1977. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.;
- 47 Приказ Минстроя России от 29.05.2019 г. №314/пр «Об утверждении Методики разработки и применения укрупненных нормативов цены строительства, а также порядка их утверждения»;

48 Приказ Минстроя России от 06.03.2023 г. № 152/пр «Об утверждении укрупненных нормативов цены строительства. НЦС 81-02-05-2023. Сборник № 05. Спортивные здания и сооружения»;

49 Приказ Минстроя России от 06.03.2023 г. № 154/пр «Об утверждении укрупненных нормативов цены строительства. НЦС 81-02-16-2023. Сборник № 16. Малые архитектурные формы»

50 Приказ Минстроя России 06.03.2023 г. № 164/пр «Об утверждении укрупненных нормативов цены строительства «Укрупненные нормативы цены строительства. НЦС 81-02-17-2023. Озеленение»;

51 Приказ Минстроя России от 04.08.2020 г. №421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации»;

52 Письмо Минстроя России от 10.03.2023 г. №12381-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительномонтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, индексов изменения сметной стоимости оборудования»;

53 Приказ Минстроя России от 21.12.2020 г. №812/пр «Об утверждении методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства»;

54 Приказ Минстроя России от 11.12.2020 г. №774/пр "Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства»;

55 Приказ Минстроя России от 19.06.2020 г. №332/пр "Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и

сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства»;

56 Приказ Минстроя России от 25.05.2021 г. №325/пр "Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время».

Приложение А

А.1 Теплотехнический расчет покрытия

Расчет выполняется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Цель расчета: определить толщину второго теплоизоляционного слоя δ , м, для конструкции покрытия спортивного комплекса.

Исходные данные

Площадка строительства - «Россия, Красноярский край, г. Лесосибирск, пгт. Стрелка»;

Тип конструкции — «кровля»;

Таблица А.1.1 – Климатологические характеристики района строительства

Место строительства	Средняя температура отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$	Зона влажности
г. Лесосибирск, пгт. Стрелка	- 9,6	245	сухая

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А [13, табл. 3].

Внутренняя температура воздуха - $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$.

Характеристика ограждающей конструкции

Таблица А.1.2 – Материалы слоев ограждающей конструкции

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * $^{\circ}\text{C}$)
1	ПВХ-мембрана однослойная LOGICROOF V-RP, $\rho = 745 \text{ кг/м}^3$	0,0012	0,3
2	Геотекстиль Экотекс $\rho = 300 \text{ г/м}^3$	0,002	0,0008

Окончание таблицы А.1.2.

3	Минераловатные плиты ТЕРЛИТ П-175 1 слой, $\rho = 175 \text{ кг/м}^3$	x	0,048
4	Минераловатные плиты ТЕРЛИТ П-175 2 слой, $\rho = 175 \text{ кг/м}^3$	0,04	0,048
5	Полиэтиленовая пленка, $\rho = 175 \text{ кг/м}^3$	0	0
6	Профлист оцинкованный стальной, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$	0,0007	58

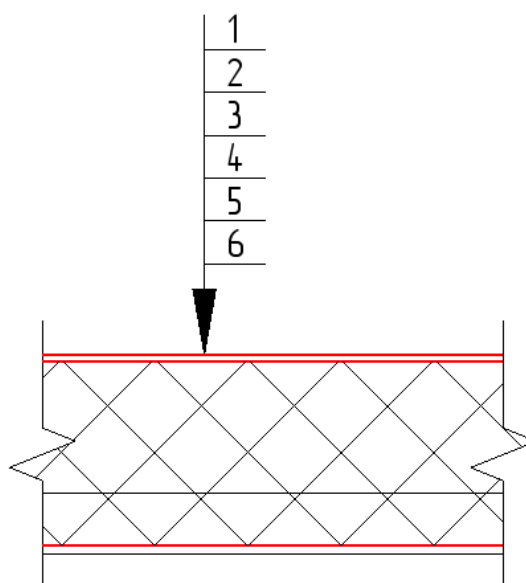


Рисунок А.1 – Конструкция кровли

1) Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$) по формуле:

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

где $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$Z_{\text{от}}$ – продолжительность, сут., отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более 8°C .

$$\text{ГСОП} = (22 + 9,6) \cdot 245 = 7742 \text{ } ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

2) Так как величина ГСОП отличается от табличного, требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять по формуле:

$$R_O^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{A.2})$$

где a, b – коэффициенты, значения которых принимаем по [13, табл. 3] для соответствующих групп зданий.

$$R_O^{TP} = 0,0004 \cdot 7742 + 1,6 = 4,70 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

3) Необходимую толщину утеплителя определяем исходя из формулы условного сопротивления теплопередаче:

$$R_O^{усл} = \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot r, \quad (\text{A.3})$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для внутренних стен, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

α_H – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для наружных стен, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

λ_n – коэффициент теплопроводность, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$;

δ_n – толщина слоя, м;

r – коэффициент теплотехнической однородности конструкции наружных ограждений, равный 0,85 [ГОСТ Р 54851-2011].

Принимаем $\alpha_B = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ [13, табл. 4] ;

$\alpha_H = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ [СП 50.13330.2012, табл. 6].

Принимаем $R_O^{TP} = R_O^{усл} = 4,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

Рассчитываем толщину искомого слоя δ_2 :

$$\delta_2 = \lambda_{\text{утеп}} \cdot \left[\frac{R_O^{TP}}{r} - \left(\frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right) \right], \quad (\text{A.4})$$

$$\delta_2 = 0,048 \cdot \left[\frac{4,70}{0,85} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{0,3} + \frac{0,002}{0,0008} + \frac{0,04}{0,048} + \frac{0,0007}{58} \right) \right] = 0,098 \text{ м}.$$

Назначаем толщину теплоизоляционного материала – 100 мм.

4) Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции покрытия с учетом принятой толщины утеплителя по формуле (А.3):

$$R_0^{усл} = \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{0,3} + \frac{0,002}{0,0008} + \frac{0,04}{0,048} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,1}{0,048} \right) \cdot 0,85 = 5,58 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$R_0^{усл} \geq R_0^{ТР} \Rightarrow 5,58 > 4,70 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Условие выполняется.

А.2 Теплотехнический расчет плиты стенового ограждения

Расчет выполняется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Цель расчета: определить толщину теплоизоляционного слоя δ , м, для наружной стены спортивного комплекса.

Исходные данные в таблице А.1.1.

Характеристика ограждающей конструкции

Таблица А.2.1 – Материалы слоев ограждающей конструкции

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * °С)
1	Профлист оцинкованный	0,0005	58
2	Плиты полистирольные KNAUF Therm Panel	x	0,037
3	Профлист оцинкованный	0,0005	58

1) Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП (°С·сут.) по формуле (А.1):

$$\text{ГСОП} = (22+9,6) \cdot 245 = 7742 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

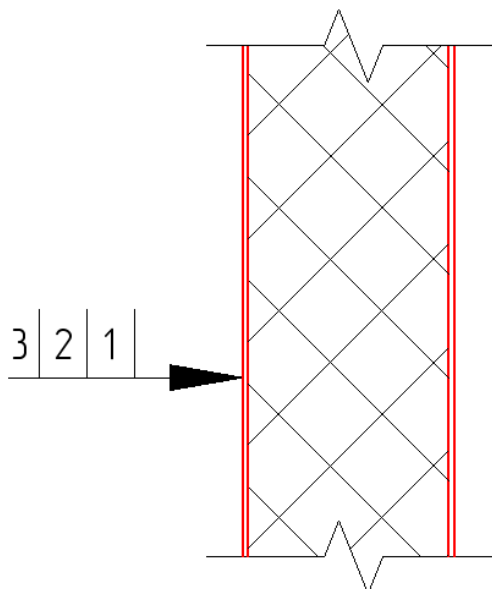


Рисунок А.2 – Конструкция стенового ограждения (сэндвич-панель ООО «Термолэнд» 150 мм)

2) Требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять по формуле (А.2):

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 7742 + 1,2 = 3,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

3) Необходимую толщину утеплителя определяем по формуле (А.4):

$$\delta_2 = 0,037 \cdot \left[\frac{3,52}{0,85} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,0005}{58} \right) \right] = 0,147 \text{ м}.$$

Принимаем толщину теплоизоляционного материала – 150 мм.

4) Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче конструкции покрытия с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_0^{усл} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,15}{0,037} \right) \cdot 0,85 = 3,58 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

$$R_0^{усл} \geq R_0^{TP} \Rightarrow 3,58 > 3,52 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Условие выполняется.

А.3 Определение вида заполнения оконных проемов

Цель расчета: определить вид заполнения оконных проемов.

Исходные данные в таблице А.1.1.

Принимаем заполнение световых проемов по ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» с двухкамерных стеклопакетом с теплоотражающим покрытием из стекла с конструкцией 4М1-8Ar-4М1-8Ar-Н4.

1) Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$) по формуле (А.1):

$$\text{ГСОП} = (22+9,6) \cdot 245 = 7742 \text{ } ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

2) Требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять по формуле (А.2):

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00005 \cdot 7742 + 0,2 = 0,58 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт.}$$

Принимаем заполнение световых проемов по ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» с двухкамерных стеклопакетом с теплоотражающим покрытием из стекла с конструкцией 4М1-8Ar-4М1-8Ar-Н4 ($R_0^{\text{усл}} = 0,64 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$).

$$R_0^{\text{усл}} \geq R_0^{\text{TP}} \Rightarrow 0,64 > 0,58 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Условие выполняется.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Муниципальный спортивный комплекс в пгт. Стрелка Красноярского края с рамами переменного сечегния
(наименование объекта капитального строительства)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 02-01-01

Устройство металлического каркаса
(наименование работ и затрат)

Составлен базисно-индексным методом
Основание БР-08.03.01-2023
(проектная и (или) иная техническая документация)

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен 1 кв. 2023

Сметная стоимость	50 803,63	(4635,42) тыс.руб.			
в том числе:					
строительных работ	39 391,31	(3594,14) тыс.руб.	Средства на оплату труда рабочих	2 016,90	(44,8) тыс.руб.
монтажных работ	0,00	(0) тыс.руб.	Нормативные затраты труда рабочих	4 790,04	чел.час.
оборудования	0,00	(0) тыс.руб.	Нормативные затраты труда машинистов	2 196,19	чел.час.
прочих затрат	0,00	(0) тыс.руб.			

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество			Сметная стоимость в базисном уровне цен (в текущем уровне цен (гр. 8) для ресурсов, отсутствующих в ФРСН), руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
				на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициентов	на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раздел 1. Устройство металлического каркаса здания											
1	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			3,132					
		1 ОТ					85,83		268,82	45,02	12 102,28
		2 ЭМ					257,59		806,77	15,46	12 472,66
		3 в т.ч. ОТм					28,96		90,70	45,02	4 083,31
		4 М					40,96		128,29	8,99	1 153,33
H	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1		3,132					
		ЗТ	чел.-ч	9,35		29,2842					
		ЗТм	чел.-ч	2,17		6,79644					
		Итого по расценке					384,38		1 203,88		25 728,27
		ФОТ							359,52		16 185,59
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			334,35		15 052,60
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			222,90		10 035,07
		Всего по позиции							1 761,13		50 815,94

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	ФССЦ-08.3.01.02-0005	Двутавры с параллельными гранями полок колонные К, сталь: спокойная, № 20-24, 26-40 (Строительные металлические конструкции)	т			3,132	5 883,68		18 427,69	8,99	165 664,93
		Всего по позиции							18 427,69		165 664,93
3	ФЕР09-03-002-02	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 3,0 т	т			38,4					
		1 ОТ					59,12		2 270,21	45,02	102 204,85
		2 ЭМ					158,24		6 076,42	15,46	93 941,45
		3 в т.ч. ОТм					18,19		698,50	45,02	31 446,47
		4 М					57,72		2 216,45	8,99	19 925,89
H	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1		38,4					
		ЗТ	чел.-ч	6,44		247,296					
		ЗТм	чел.-ч	1,37		52,608					
		Итого по расценке					275,08		10 563,08		216 072,19
		ФОТ							2 968,71		133 651,32
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			2 760,90		124 295,73
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 840,60		82 863,82
		Всего по позиции							15 164,58		423 231,74
4	ФССЦ-08.3.01.02-0062	Сталь двутавровая горячекатаная с параллельными полками, марка СтЗсп/пс, 60Ш2 (Строительные металлические конструкции)	т			38,4	13 762,57		528 482,69	8,99	4 751 059,38
		Всего по позиции							528 482,69		4 751 059,38
5	ФЕР09-09-002-01	Монтаж металлических конструкций (балок, ригелей, траверс) на установленные опорные металлоконструкции, при ведении работ: с автогидроподъемника Объем=2,925*16+4,785*3	т			61,155					
		1 ОТ					490,91		30 021,60	45,02	1 351 572,43
		2 ЭМ					3 340,23		204 271,77	15,46	3 158 041,56
		3 в т.ч. ОТм					383,80		23 471,29	45,02	1 056 677,48
		4 М					77,56		4 743,18	8,99	42 641,19
H	07.2.07.13	Конструкции стальные	т	1		61,155					
		ЗТ	чел.-ч	51,03		3120,73965					
		ЗТм	чел.-ч	32,65		1996,71075					
		Итого по расценке					3 908,70		239 036,55		4 552 255,18
		ФОТ							53 492,89		2 408 249,91
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			49 748,39		2 239 672,42
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			33 165,59		1 493 114,94
		Всего по позиции							321 950,53		8 285 042,54
6	ФССЦ-08.3.12.02-0001	Балки перекрытий и балки под установку оборудования: составного сечения из листовой стали, масса отправочной марки более 3 т (Строительные металлические конструкции)	т			61,155	4 298,76		262 890,67	8,99	2 363 387,12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Всего по позиции									262 890,67		2 363 387,12
7	ФЕР09-04-006-01	Монтаж фахверка	т			2,00932					
		Объем=(84,45*4+78,80*8+130,14*8)/1000									
<i>П,Н,Уд</i>	<i>01.7.15.03-0042</i>	<i>Болты с гайками и шайбами строительные</i>	<i>кг</i>	<i>0</i>		<i>0</i>		<i>9,04</i>	<i>0,00</i>		
		1 ОТ						254,52	511,41	45,02	23 023,68
		2 ЭМ						536,02	1 077,04	15,46	16 651,04
		3 в т.ч. ОТм						41,45	83,29	45,02	3 749,72
		4 М						225,64	453,38	8,99	4 075,89
<i>Н</i>	<i>07.2.03.06</i>	<i>Конструкции стальные</i>	<i>т</i>	<i>1</i>		<i>2,00932</i>					
		ЗТ	чел.-ч	25,3		50,835796					
		ЗТм	чел.-ч	3,08		6,1887056					
		Итого по расценке						1 016,18	2 041,83		43 750,61
		ФОТ							594,70		26 773,40
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			553,07		24 899,26
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			368,71		16 599,51
Всего по позиции									2 963,61		85 249,38
8	ФССЦ-07.2.03.06-0121	Стойки фахверка	т			2,00932	6 435,00		12 929,97	8,99	116 240,43
		(Строительные металлические конструкции)									
Всего по позиции									12 929,97		116 240,43
9	ФССЦ-22.2.02.11-0041	Болты стальные высокопрочные М20х60-80 мм, класс точности В	т			0,008036	30 332,10		243,75	8,99	2 191,31
		(Строительные металлические конструкции)									
Всего по позиции									243,75		2 191,31
10	ФЕР09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т			13,91					
		1 ОТ						123,23	1 714,13	45,02	77 170,13
		2 ЭМ						280,93	3 907,74	15,46	60 413,66
		3 в т.ч. ОТм						24,65	342,88	45,02	15 436,46
		4 М						85,49	1 189,17	8,99	10 690,64
<i>Н</i>	<i>07.2.07.12</i>	<i>Конструкции стальные</i>	<i>т</i>	<i>1</i>		<i>13,91</i>					
		ЗТ	чел.-ч	14,1		196,131					
		ЗТм	чел.-ч	1,75		24,3425					
		Итого по расценке						489,65	6 811,04		148 274,43
		ФОТ							2 057,01		92 606,59
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			1 913,02		86 124,13
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 275,35		57 416,09
Всего по позиции									9 999,41		291 814,65
11	ФССЦ-08.3.11.01-0060	Швеллеры: № 20 сталь марки СтЗпс	т			13,91	4 700,00		65 377,00	8,99	587 739,23
		(Строительные металлические конструкции)									
Всего по позиции									65 377,00		587 739,23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	ФЕР09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия: из профилированного листа при высоте здания до 25 м Объем=(1030,89*2+269,76) / 100	100 м2			23,3154					
	П,Н,Уд	08.1.02.25 Крепежные детали для крепления профилированного настила к несущим конструкциям	т	0		0	0,00		0,00		
	П,Н,Уд	08.3.09.05 Стальной гнутый профиль (профилированный настил)	т	0		0	0,00		0,00		
		1 ОТ					277,06		6 459,76	45,02	290 818,40
		2 ЭМ					469,17		10 938,89	15,46	169 115,24
		3 в т.ч. ОТм					41,15		959,43	45,02	43 193,54
		4 М					153,96		3 589,64	8,99	32 270,86
		ЗТ	чел.-ч	31,7		739,09818					
		ЗТм	чел.-ч	2,93		68,314122					
		Итого по расценке					900,19		20 988,29		492 204,50
		ФОТ							7 419,19		334 011,94
		Пр/812-009.0-1 НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			6 899,85		310 631,10
		Пр/774-009.0 СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			4 599,90		207 087,40
		Всего по позиции							32 488,04		1 009 923,00
13	ФССЦ-01.7.15.14-0221	Шурупы стальные (Строительные металлические конструкции)	кг			20	12,20		244,00	8,99	2 193,56
		Всего по позиции							244,00		2 193,56
14	ФССЦ-01.7.15.08-0011	Заклепки комбинированные для соединения профилированного стального настила и разнообразных листовых деталей (Строительные металлические конструкции)	т			0,02	9 526,00		190,52	8,99	1 712,77
		Всего по позиции							190,52		1 712,77
15	ФССЦ-08.3.09.04-0030	Профнастил оцинкованный с покрытием: полиэстер Н60-845-0,7 (Строительные металлические конструкции)	м2			23331,54	93,55		2 182 665,57	8,99	19 622 163,47
		Всего по позиции							2 182 665,57		19 622 163,47
16	ФЕР09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м Объем=0,334*2+0,375*2+0,281*2*2+0,197*2*2+0,09*56	т			10,282					
		1 ОТ					345,67		3 554,18	45,02	160 009,18
		2 ЭМ					473,47		4 868,22	15,46	75 262,68
		3 в т.ч. ОТм					53,96		554,82	45,02	24 978,00
		4 М					232,33		2 388,82	8,99	21 475,49
	Н	07.2.07.12 Конструкции стальные	т	1		10,282					
		ЗТ	чел.-ч	39,55		406,6531					
		ЗТм	чел.-ч	4,01		41,23082					
		Итого по расценке					1 051,47		10 811,22		256 747,35
		ФОТ							4 109,00		184 987,18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Пр/812-009.0-1	НР Строительные металлические конструкции	%	93		93			3 821,37		172 038,08
	Пр/774-009.0	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			2 547,58		114 692,05
		Всего по позиции							17 180,17		543 477,48
17	ФССЦ-08.3.04.02-0066	Сталь круглая и квадратная, марки Ст1сп-Ст6сп, размер свыше 12 мм (Строительные металлические конструкции) Объем=0,334*2+0,375*2	т			1,418		6 507,95	9 228,27	8,99	82 962,15
		Всего по позиции							9 228,27		82 962,15
18	ФССЦ-23.3.08.01-0124	Трубы стальные квадратные из стали марки ст1-3сп/пс размером: 120x120 мм, толщина стенки 4 мм (Строительные металлические конструкции) Объем=0,09*56	т			5,04		7 360,55	37 097,17	8,99	333 503,56
		Всего по позиции							37 097,17		333 503,56
19	ФССЦ-07.2.07.13-0051	Конструкции связей, распорок и рамок водостока металлические из швеллера 24У, труб квадратных периметром от 0,32 м до 0,64 м толщиной от 3 мм до 4 мм, стали угловой 75x6 мм, стали листовой толщиной от 6 мм до 10 мм, огрунтованные грунт-эмалью (Строительные металлические конструкции) Объем=0,281*2*2*2+0,197*2*2*2	т			3,824		19 574,91	74 854,46	8,99	672 941,60
		Всего по позиции							74 854,46		672 941,60
		Итого по смете:									
		Итого прямые затраты (справочно)							3 484 087,65		34 436 792,04
		в том числе:									
		Оплата труда рабочих							44 800,11		2 016 900,95
		Эксплуатация машин							231 946,85		3 585 898,29
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							26 200,91		1 179 564,98
		Материалы							3 207 340,69		28 833 992,80
		Строительные работы							3 594 139,23		39 391 314,24
		в том числе:									
		оплата труда							44 800,11		2 016 900,95
		эксплуатация машин и механизмов							231 946,85		3 585 898,29
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							26 200,91		1 179 564,98
		материалы							3 207 340,69		28 833 992,80
		накладные расходы							66 030,95		2 972 713,32
		сметная прибыль							44 020,63		1 981 808,88
		Итого ФОТ (справочно)							71 001,02		3 196 465,93
		Итого накладные расходы (справочно)							66 030,95		2 972 713,32
		Итого сметная прибыль (справочно)							44 020,63		1 981 808,88
		Временные здания и сооружения 2,3%							82 665,20		906 000,23
		Итого							3 676 804,43		40 297 314,47
		Производство работ в зимнее время 3%							110 304,13		1 208 919,43

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Итого							3 787 108,56		41 506 233,90
		Непредвиденные затраты 2%							75 742,17		830 124,68
		Итого с непредвиденными							3 862 850,73		42 336 358,58
		НДС 20%							772 570,15		8 467 271,72
		ВСЕГО по смете							4 635 420,88		50 803 630,30

Составил:

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил:

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

¹ Зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 10 сентября 2019 г., регистрационный № 55869), с изменениями, внесенными приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 20 февраля 2021 г. № 79/пр (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 августа 2021 г., регистрационный № 64577)

² Под прочими затратами понимаются затраты, учитываемые в соответствии с пунктом 184 Методики.

³ Под прочими работами понимаются затраты, учитываемые в соответствии с пунктами 122-128 Методики.

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

подпись

инициалы, фамилия

« 21 »

06

2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Муниципальный спортивный комплекс
тема
в пгт. Стрелка Красноярского края
с рамками переменного сечения

Руководитель

Темурова
подпись, дата

доцент, к. т. н.
должность, ученая степень

И.А. Темурова
инициалы, фамилия

Выпускник

Мухоморов 21.06.2023 г.
подпись, дата

С.А. Мухоморова
инициалы, фамилия

Красноярск 20 23 г.

Продолжение титульного листа БР по теме Муниципальной
спортивной площадки в пгт. Стрелка
Красноярского края с рамками периметрового
зонального

Консультанты по
разделам:

архитектурно-строительный
наименование раздела

В.И. 06.06.23 Н.И. Вавилова
подпись, дата инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

Тетунова 2.06.23 Н.А. Тетунова
подпись, дата инициалы, фамилия

фундаменты

Хорогов 2.6.23 С.П. Хорогов
подпись, дата инициалы, фамилия

технология строит. производства

Д.В. 14.06.23 Е.В. Дамилев
подпись, дата инициалы, фамилия

организация строит. производства

Д.В. 14.06.23 Е.В. Дамилев
подпись, дата инициалы, фамилия

экономика строительства

С.В. 13.06.23 С.В. Кремля
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Тетунова 21.06.23 Н.А. Тетунова
подпись, дата инициалы, фамилия