

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

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства
(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

На тему "Крытый хоккейный каток"

| | |
|--------------|---|
| Обучающийся | <u>Е.А. Шихалёв</u> (Инициалы Фамилия) |
| Руководитель | <u>д.э.н. к.т.н. профессор А.А.Руденко</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| Консультанты | <u>к.п.н. доцент Е.М.Третьякова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>к.т.н. доцент И.К. Родионов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>к.э.н доцент А.Е.Бугаев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>к.э.н. доцент М.В.Безруков</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>к.э.н.В.Н.Шишканова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |
| | <u>Д.Е. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |

Тольятти 2023

Аннотация

В выпускной квалификационной работе разработан проект крытого хоккейного катка в городе Ирбит. Крытые катки из «сэндвич» панелей являются быстровозводимыми и не требуют больших затрат, что очень важно для небольших городов. Крытый хоккейный каток запроектирован с несущим металлическим каркасом и легкими ограждающими конструкциями типа «сэндвич», кровельным покрытием из минераловатного утеплителя, покрытого мембраной и уложенного на стальной профилированный настил. Панели разных цветовых оттенков создают выразительный архитектурный образ крытого хоккейного катка. Общая площадь катка — 24683 м². Здание крытого хоккейного катка является комплексом и включает сразу два хоккейных поля — 60 × 30 м, и 30×15 м. предназначенных для занятий хоккеистов, и может обеспечить тренировки сразу двух команд одновременно, например, взрослой, молодежной на большом катке и детской команды на малом катке. Конькобежная дорожка, огибающая арену, разбита на три беговые полосы. В капитальной постройке размещены тёплые раздевалки, тренажёрные залы, кафе, гардероб и администрация. В пункте проката можно подобрать коньки и хоккейную амуницию.

Мощная система охлаждения позволяет кататься под открытым небом при температуре до плюс 8°С. За качеством покрытия строго следят: наращивается свежий слой, полируется поверхность. На каждую из площадок пропускают только в коньках.

Целью работы является разработка решений по строительству объекта «Крытого хоккейного катка».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 5 |
| 1 Архитектурно-планировочный раздел..... | 6 |
| 1.1 Исходные данные..... | 6 |
| 1.2 Планировочная организация земельного участка | 7 |
| 1.3 Объемно-планировочное решение здания | 8 |
| 1.4 Конструктивные решения здания..... | 9 |
| 1.5 Архитектурно-художественное решение здания..... | 11 |
| 1.6 Теплотехнический расчет..... | 14 |
| 1.7 Инженерные сети | 19 |
| 2 Расчетно-конструктивный раздел | 21 |
| 2.1 Сбор нагрузок на несущий элемент покрытия (фермы Фс-1)..... | 21 |
| 2.2 Формирование расчетной схемы..... | 22 |
| 2.3 Подбор и конструирование сечений профилей элементов фермы | 36 |
| 3 Технология строительства..... | 46 |
| 3.1 Технологическая карта на монтаж ферм..... | 46 |
| 3.2 Общие положения..... | 46 |
| 3.3 Организация и технология выполнения работ..... | 47 |
| 3.4 Требования к качеству работ..... | 48 |
| 3.5 Потребность в материально-технических ресурсах..... | 54 |
| 3.6 Охрана труда..... | 55 |
| 3.7 Техничко-экономические показатели..... | 59 |
| 4 Организация и планирование строительства | 59 |
| 4.1 Характеристика объекта..... | 59 |
| 4.2 Определение объемов работ..... | 60 |
| 4.3 Выбор машин и механизмов..... | 62 |
| 4.4 Выбор и размещение монтажного крана мкт-100 | 63 |
| 4.5 Определение трудоемкости и машиноемкости работ..... | 67 |
| 4.6 Календарный план производственных работ | 67 |

| | |
|--|-----|
| 4.7 Проектирование стройгенплана | 68 |
| 4.8 Техничко-экономические показатели ППР..... | 86 |
| 5 Экономика строительства | 88 |
| 6 Безопасность и экологичность объекта..... | 93 |
| Заключение | 94 |
| Список используемой литературы | 95 |
| Приложение А Таблица Ведомость отделки..... | 102 |
| Приложение Б Рисунок Экспликация полов..... | 103 |

Введение

В выпускной квалификационной работе разработан проект крытого катка. Здание крытого катка с искусственным льдом запроектировано с несущим металлическим каркасом и легкими ограждающими конструкциями типа «сэндвич», кровельным покрытием из минераловатного утеплителя, покрытого мембраной и уложенного на стальной профилированный настил. Панели разных цветовых оттенков определенно будут украшать местность возводимого катка.

Строительство катков с искусственным льдом в малых городах России очень востребовано. Всё больше детей и взрослых хотят заниматься спортом, а именно хоккеем строительства, организация строительства, экономика строительства, безопасность и экологичность строительства.

Работа состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка литературы м. Крытые катки из «сэндвич» панелей быстро возводимы и не требуют больших затрат, что очень важно для мелких провинциальных городов.

Для выполнения этого проекта необходимо проработать и подготовить следующие разделы выпускной квалификационной работы: архитектурно-планировочный раздел, расчётно-конструктивный раздел, технология из 27 источников.

1 Архитектурно - планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Проектируемый объект - здание крытого хоккейного катка в городе Ирбит Свердловской области. Ледовая арена имеет две площадки для хоккея с шайбой. Размеры - 60×30 метров, малого - 30×15 метров. Такие размеры позволяют не только проводить спортивные соревнования, но и организовывать ледовые шоу и другие массовые мероприятия на льду.

Район строительства характеризуется следующими климатическими условиями:

- место строительства находится во II климатическом районе,
- снеговой район – III,
- ветровой район – II,
- нормативная снеговая нагрузка $S_{gn}=150$ кгс/м²,
- расчетная снеговая нагрузка $S_{gp}=210$ кгс/м²,
- нагрузка от ветра =30 кг/м²,
- самая низкая температура воздуха-минус 52 °С,
- преобладают юго-западные ветры со скоростью - 3-10 м/сек
- уровень ответственности здания – II.
- степень огнестойкости здания – II.
- класс конструктивной пожарной опасности – С 0.
- класс функциональной пожарной опасности – Ф 3. 2.

Для расчета взяты следующие инженерно-геологические элементы:

- почвенно-растительный слой мощностью 0,1 м;
- ИГЭ 1 – насыпной грунт, представлен смесью суглинка, щебня и строительного мусора (битый кирпич). Мощность слоя 0,5 м;
- ИГЭ 2 – суглинок полутвердый коричневатого-серого и серого цвета, с тонкими прослойками песка. Мощность слоя 2,2 м;

- ИГЭ 3 – суглинок твердый желто-серого и серого цвета. Мощность слоя 4,6 м;
- ИГЭ 4 – глина текучепластинная голубовато-серого и серого цвета. Мощность слоя-5,8;
- уровень подземных вод на глубине 5,0 м.
- Для устройства фундамента несущим слоем может быть суглинок полутвердый (ИГЭ 2), который залегает до глубины 3,45 м от поверхности.

1.2 Планировочная организация земельного участка

Участок строительства обеспечен хорошей транспортной связью объекта строительства с инфраструктурой города. Ориентация здания по сторонам света: главный фасад располагается с юга на север.

Вокруг здания катка запроектированы асфальтобетонные проезды шириной 8 метров. Возле здания крытого катка спроектирована автостоянка на 200 автомобилей. Пешеходные дорожки запроектированы из асфальтобетона шириной 3 метра. Вокруг хоккейного катка расположены газоны шириной 2 – 7 м, засаженные деревьями и кустарниками.

В проекте благоустройства территории запланировано не только озеленение, но и размещение малых архитектурных форм, так же наружное освещение. В таблице 1.1 указаны показатели застройки.

Таблица 1.1 – Показатели застройки

| Показатель | Значение |
|------------------------------|----------|
| Общая площадь территории | 16 га |
| Площадь застройки | 2 га |
| Плотность застройки | 18.4% |
| Площадь озеленения | 2.17 га |
| Коэффициент озеленения | 0.38 |
| Площадь асфальтовых покрытий | 0.89 га |
| Длина автомобильных дорог | 1.05 км |
| Плотность застройки | 0.62 |

1.3 Объемно-планировочное решение здания

Входы для зрителей находятся в центре здания.

На первом этаже оборудованы раздевалки для спортсменов, кабинет для медицинского работника, спортивный зал, буфет, туалеты для зрителей, кабинеты для персонала, мастерские, а так же помещение для льдоуборочных машин с ямой для оттаивания снега и ледовой крошки, электрощитовая – все эти помещения располагаются под трибунами. На этой же отметке (0,00) находится ледовое поле.

На втором этаже будут располагаться административные помещения для сотрудников, кабины комментаторов, аппаратные, а также вентиляционные камеры.

В проекте так же предусмотрены помещения для диспетчерского пункта, службы безопасности, административно-хозяйственной деятельности, арбитров и игроков. Обязательно наличие систем оповещения, аварийного электроснабжения, видеонаблюдения. Особые требования предъявляются к безопасности и возможности экстренной, плановой, частичной и общей эвакуации всех, кто находится на территории объекта.

Таблица 1.2 – ТЭП

| Поз. | Наименование показателей | Площадь, м ² |
|------|--|-------------------------|
| 1 | Полезная площадь, П _п | 28760.3 |
| 2 | Рабочая площадь, П _р | 29630.6 |
| 3 | Площадь застройки, П _з | 24190.2 |
| 4 | Конструктивная площадь, П _к | 1120.8 |
| 5 | Строительный объем здания Q | 29937,6 |

1.4 Конструктивное решение здания

Конструктивная система здания каркасная. Вид вертикальной несущей конструкции - стержневой. Конструктивная схема здания рамно-связевая. Несущий каркас здания спроектирован из железобетонных колонн сечением 300×300, расставленных по периметру здания и покрытия, опирающегося на фермы, которые соединяются между собой в центре пролета. В центре пролета расположена центральная опора ферм покрытия. Фермы опираются через шарнирные узлы на опору, а с другой стороны на металлические колонны.

Главная опора ферм покрытия - это ствол в виде цилиндрического железобетонного "стакана" диаметром 12 м. Низ ствола на отметке -2.6, верх +13.1, Плита главной опоры лежит на этой же отметке.

Стальная опора высотой 24 м находится на плите главной опоры на отметке 14.8, прикреплена на двух цилиндрических шарнирах и оттягивается в направлении, противоположном направлению вант, двумя стальными оттяжками, заанкеренными в фундамент. Связь колонн с фундаментами осуществляется через жесткие узлы. Фундамент здания – сборный столбчатый железобетонный.

Наружные стены здания выполнены из «сэндвич» - панелей. Утеплитель панелей толщиной 150 мм. Предел огнестойкости наружных стен обеспечен и соответствует II степени огнестойкости.

Перегородки - из керамического кирпича, толщина 120 мм.

Пластиковые окна заводской готовности. Спецификация дверей и окон, а так же спецификация перемычек, указана в таблицах 1.3 и 1.4, а ведомость перемычек на рисунке 1.1.

Таблица 1.3 - Спецификация элементов заполнения проемов

| Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. по фасадам | | | | | Масса ед., кг |
|------|-----------------|------------------|-----------------|------|-----|-----|-------|------------------|
| | | | 1-10 | 10-1 | Л-А | А-Л | Всего | |
| | | Окна | | | | | | |
| 1 | 1.436.3-16 | ОГД 18.24-2 | 1 | - | 1 | - | 2 | 106 |
| 2 | | ОГД 12.30-2 | 2 | - | 2 | - | 4 | 92 |
| 3 | | ОГД 12.16-2 | 1 | - | 1 | - | 2 | 66 |
| 4 | | ОГД 24.20-2 | 9 | 15 | 9 | 14 | 47 | 125 |
| | | Дверные блоки | | | | | | |
| 5 | ГОСТ 475-2016 | ДВГ 21-15 | 4 | 2 | - | - | 6 | - |
| 6 | | ДВГ 24-15 | 1 | - | - | - | 1 | - |
| 7 | ГОСТ 6629-88 | ДУ 24-10 | 2 | 1 | - | - | 3 | - |
| 8 | ГОСТ 24033-2018 | ДАО 24-10 В Л | 8 | - | - | - | 8 | - |
| 9 | ТУ 36-1965-16 | Ворота 3,6×3,6 | 2 | - | - | - | 2 | - |


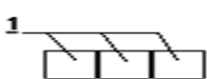
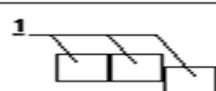

| Марка | Схема сечения |
|-------|--|
| ПР1 |  |
| ПР2 |  |
| ПР3 |  |
| ПР4 |  |

Рисунок 1.1- Ведомость перемычек

Таблица 1.4 – Спецификация перемычек

| Марка Поз. | Обозначение | Наименование | Количество | | Всего | Масса |
|------------|-----------------|--------------|------------|--------|-------|-------|
| | | | 1 этаж | 2 этаж | | |
| 1 | Серия 1.038.1-1 | 2 ПБ 13-1-п | 23 | 13 | 36 | 54 |
| 2 | Серия 1.038.1-1 | 5 ПБ 21-27 | 0 | 2 | 2 | 285 |
| 3 | Серия 1.038.1-1 | 5 ПБ 25-37 | 0 | 4 | 4 | 338 |
| 4 | Серия 1.038.1-1 | 5 ПБ 34-20 | 0 | 1 | 1 | 463 |
| 5 | Серия 1.038.1-1 | 2 ПБ 17-2-п | 3 | 0 | 3 | 71 |
| 6 | Серия 1.038.1-1 | 2 ПБ 19-3-п | 13 | 0 | 13 | 81 |
| 7 | Серия 1.038.1-1 | 2 ПБ 22-3-п | 5 | 1 | 6 | 92 |
| 8 | Серия 1.038.1-1 | 2 ПБ 25-3-п | 3 | 3 | 6 | 103 |

1.5 Архитектурно - художественное решение здания

В качестве основных ограждающих конструкций применена система витражного остекления и стены из пустотелого кирпича. Спецификация несущих конструй отражена в таблице 1.5.

Таблица 1.5- Спецификация сборных конструкций

| Поз | Обозначение | Наименование | Кол | Масса кг |
|-----------|--------------------|------------------|-----|----------|
| К-1 К-2 | ГОСТ 18979-2014 | Колонны | 70 | 800 |
| Б 11-Б 17 | ГОСТ 20372-2016 | Балки перекрытия | 51 | 1430 |
| Б 1-Б 8 | ГОСТ 20372-2016 | Балки покрытия | 60 | 1050 |
| БН 1-БН 2 | ГОСТ 20372-2016 | Балки настила | 207 | 230 |
| С 1 – С 2 | 1.424.1-5.6 | Связи | 18 | 45 |

| Продолжение таблицы 1.5 | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------------------|-----|----------|
| Поз | Обозначение | Наименование | Кол | Масса кг |
| КП | ГОСТ 32603-2021 | Кровельные панели «Сэндвич» | 512 | 24 |
| СП | ГОСТ 32603-2021 | Стеновые панели «Сэндвич» | 210 | 22 |
| Л П Н | ГОСТ 34045-2016 | Профлист | 466 | 12 |

Современные технологии, в частности системы ICEGRID®, не требуют устройства капитального опорного основания, быстро монтируются и демонтируются для использования в качестве обычной спортивной площадки, безопасны для окружающей среды и людей.

Конструкция кровли ледовой арены уникальна: масштабные пролеты, кровля "подвешена" на вантовой мачте с помощью тросов. Для строительства подобных конструкций требовалась кровля минимального веса и кровельная система с максимально высокой скоростью монтажа. Самой легкой кровельной системой является механически закрепленная система на основе полимерных мембран. Работы по укладке утепленной полимерной кровли выполняются с высокой скоростью, как в летнее, так и в зимнее время. На объекте применена гидроизоляционная кровельная система на основе ПВХ мембраны с утеплением.

Мембраны Алкорплан — высококачественный гидроизоляционный материал, стойкий к внешним воздействиям. Это одна из наиболее пожаробезопасных мембран. Применение мембраны Алкорплан гарантирует потребителю принципиально новый уровень качества, надежности и долговечности покрытия.

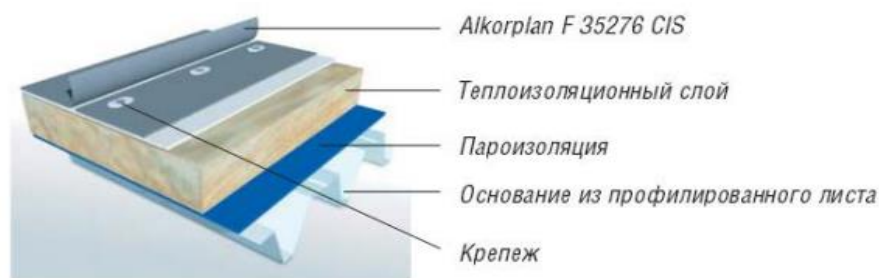


Рисунок 1.2 - Мембраны Алкорплан

Большая часть технических решений строится на комбинировании как минимум двух слоёв льда: нижний – более прочный, выступает в качестве несущего основания; верхний – специальный, вода с микродобавками, обеспечивающими необходимую структуру покрытия. По заданию заказчика искусственный лёд может быть окрашен в необходимый цвет или на его площадь наносятся рекламные надписи.

Для создания ледовой арены с качественным ледовым покрытием применяется специальная льдоуборочная техника - льдоуборочные комбайны, вследствие чего в будущем здании необходимо предусмотреть место для их хранения и ремонта. Искусственное освещение катка должно равномерно освещать всю ледяную поверхность. Освещенность поверхности катка повышается за счет окраски льда в белый цвет.

Запроектированы трибуны для зрителей, всего 405 мест. Сидения разделяются проходами поперечными для того, чтобы на случай пожара с двух сторон быстро эвакуировать зрителей с трибун. Трибуны спроектированы под уклоном 1:1,5, с барьером перед первым рядом высотой 0,8 м.

1.6 Теплотехнический расчет

1.6.1 Теплотехнический расчет наружной стены

Данные по климатическому району строительства:

- температура наиболее холодной пятидневки $t_{н} = \text{минус } 36^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,92 ;
- влажностный режим помещения при $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$ и $\phi_{int}=55\%$, что соответствует температуре наиболее холодных суток $\text{минус } 41^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,92.
- продолжительность периода со среднесуточной температурой $<8^{\circ}\text{C}$, сут. 233;

Рассмотрим ограждающие конструкции:

- 1 слой - штукатурка, $\lambda_1=0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$;
- 2 слой - газопенобетон, $\lambda_2=0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$;
- 3 слой - утеплитель (мин. вата), $\lambda_3=0,072 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$;

Рассчитаем необходимую толщину утеплителя ограждающей конструкции.

Берем x и получаем:

$$x = 0,07 \times \left(3,5 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,76} - \frac{0,40}{0,41} - \frac{1}{23} \right) = 0,169 (\text{мм})$$

Принимаем $x=170$ мм, т.е. округляем до ближайшей промышленной толщины. Тогда приведенное сопротивление теплопередаче станет равным:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,40}{0,41} + \frac{0,18}{0,072} + \frac{1}{23} = 3,65 (\hat{\text{и}}^2 * \hat{\text{и}} \hat{\text{Н}}/\hat{\text{А}}\hat{\text{д}});$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,40}{0,41} + \frac{0,17}{0,072} + \frac{1}{23} = 3,51 (\text{м}^2 * \text{C}/\text{Вт});$$

$$R_0 = 3,51 (\hat{\text{и}}^2 * \hat{\text{и}} \hat{\text{Н}}/\hat{\text{А}}\hat{\text{д}}) \leq R_{reg} = 3.542;$$

Принимаем $x=180$ мм

Таким образом, общая толщина ограждающих конструкций составляет:

$$\delta_{i.e.} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0,18 + 0,40 + 0,01 = 0,59 \text{ м};$$

что обеспечивает требования тепловой защиты здания, т.к.

$$R_0 = 3,65 (\text{м}^2 \cdot \text{оС/Вт}) > R_{\text{рег}} = 3,542 (\text{м}^2 \cdot \text{оС/Вт}).$$

Определение расчетного температурного перепада

Расчетный температурный перепад рассчитывается по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \times \alpha_{\text{int}}}; \quad (1.1)$$

где $n=1$ коэффициент зависимости наружной поверхности от наружного воздуха.

Подставив числовые значения, получим:

$$\Delta t_0 = \frac{1 \times (20 - (-38))}{3,65 \times 8,7} = 1,83 (\text{°C}).$$

Таким образом, расчетный температурный перепад $\Delta t_0 = 1,83 \text{ °C}$ не превышает нормируемого значения, $\Delta t_n = 4 \text{ °C}$.

Толщину вентилируемого фасада принимаем конструктивно 200 мм. Следовательно, общая толщина ограждающих конструкций равна 610 мм.

Рассмотрим следующие ограждающие конструкции:

- 1 слой- штукатурка, $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{оС})$;
- 2 слой– ж / б плита, $\lambda_2 = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{оС})$;
- 3 слой- утеплитель (мин. вата), $\lambda_3 = 0,072 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{оС})$;

Расчет толщины утеплителя

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций равно:

$$R^{TP_0} = n(t_b - t_n) / t_n \alpha_b = (20 + 36) / 4 \times 8,7 = 1,61$$

где $\alpha_b = 8,7$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;

$n = 1$ (для наружных стен);

$t_b = 20$ °С – расчётная температура внутреннего воздуха жилых помещений

$t_n = -36$ °С – температура наиболее холодной пятидневки.

$\Delta t_n = 4,0$ – нормируемый температурный перепад для наружных стен.

Определяем ГСОП:

$$(t_b - t_{от.пер.}) z_{от.пер.} = (20 - (-6,5)) \times 233 = 6174,5$$
 °С·сут,

где $z_{от.пер.} = 233$ – продолжительность периода со средней температурой ниже 8 °С, сут.

$t_{от.пер.} = -6,5$ – среднесуточная температура в отопительный период.

Требуемое сопротивление теплопередаче находим по формуле:

$$R_{req} = a \times D_d + b, \quad (1.2)$$

где a и b – коэффициенты, принятые по таблице 4 СП 50.13330.2012.

$$R_{reg} = 0,00035 \times 6174,5 + 1,2 = 3,36$$

Первый и третий слои выполнены из профилированной стали. Второй слой - утеплитель из минеральной ваты на базальтовой основе $g = 100$ кг/м³. Коэффициент теплопередачи $\lambda_2 = 0,06$ Вт/(м²·°С). Термическое сопротивление ограждающих конструкций:

$$R = \delta/\lambda, \quad (1.3)$$

где δ - толщина стены, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности.

Термическое сопротивление находим по формуле:

$$R_K \geq R_0^{mp} - \left[\left(\frac{1}{\alpha_B} \right) + \left(\frac{1}{\alpha_H} \right) \right] = 3,36 - \left[\left(\frac{1}{8,7} \right) + \left(\frac{1}{23} \right) \right] = 3,21 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \quad (1.4)$$

Термическое сопротивление слоя находим по формуле:

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.5)$$

где δ = толщина слоя

Находим толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta_3 = \left[R_0^{mp} - \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right) \right] \cdot \lambda_2 = \left[3,21 - \left(\frac{0,003}{0,06} + \frac{0,003}{0,06} \right) \right] \cdot 0,05 = 0,16 \text{ м} \quad (1.6)$$

Толщина конструкции, $\sum t = 420$ мм;

Фактическое сопротивление теплопередаче, $R_{\text{факт}} = 3,243$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;

Выявлено, что сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции достаточно.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия.

Состав покрытия:

- 1 слой-стяжка цементно-песчаная - 50 мм;
- 2 слой-утеплитель минераловатный - $\lambda_2 = 0,052$ Вт/(м · °С);
- 3 слой- мембрана Алкорплан -20 мм;
- 4 слой- плита покрытия - 220 мм.

Нормируемое сопротивление теплопередаче определяется по табл. 4 СНиП 23-02-2003.[1] $R_{req} = 4,05 \text{ м}^2\text{С/Вт}$. Сопротивление теплопередаче R_o ,

$$R_o = 1 / a_v + R_k + 1 / a_n ; \quad (1.7)$$

где a_v - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции $= 8,7$;

a_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции $= 23$;

R_k - термические сопротивления слоев покрытия =

$$R_1 + R_2 + R_3$$

Определяем термические сопротивления слоев покрытия

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,05 / 0,76 = 0,066 \text{ м}^2\text{С/Вт} - \text{стяжки};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,02 / 0,032 = 0,625 \text{ м}^2\text{С/Вт} - \text{мембрана};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,22 / 1,92 = 0,114 \text{ м}^2\text{С/Вт} - \text{плиты покрытия}$$

где δ - толщина слоев в метрах ;

λ - коэффициенты теплопроводности слоев.

$$R_k = 0,066 + 0,625 + 0,114 = 0,805 \text{ м}^2\text{С/Вт} ,$$

$$R_o = 1/8,7 + 0,805 + 1/23 = 1,124 \text{ м}^2\text{С/Вт},$$

$$R_2 = 4,05 - 1,124 = 2,926 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

Толщина утеплителя должна быть:

$$\delta_2 = \lambda \cdot R_2 = 0,052 \cdot 2,926 = 0.152 \text{ м}.$$

Принимаем толщину утеплителя – 160 мм.

1.7 Инженерные системы

Теплоснабжение

Источником теплоснабжения служат городские тепловые сети. Отопление водяное с радиаторами, температура теплоносителя 150-95°C.

Система отопления регулируется автоматически. Применяются нагревательные приборы отечественного производства. Для регулирования теплоотдачи на нагревательных приборах отопления установлены термостатические вентили. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется на втором этаже здания.

Запорная арматура предусмотрена для отключения отдельных веток и стояков системы.

Давление в начальной точке подключения:

- в подающем трубопроводе – 96 м.в.ст;
- в обратном – 91 м.в.ст.

Уровень статического давления -237 м.

Подключение здания к тепловым сетям осуществляется по независимой схеме.

Вентиляция

Вентиляция предусмотрена естественная и приточно-вытяжная с механическим побуждением.

Работа всех систем вентиляции автоматизирована:

- автоматическое поддержание температуры приточного воздуха;
- сигнализация аварийных режимов работы;
- контроль параметров приточного воздуха и теплоносителя;
- включение противодымной вентиляции.

Противодымная защита происходит с помощью вентиляционных устройств. Вентиляция для вытяжного оборудования противодымной защиты должна обеспечивать при пожаре температуру воздуха не более 70

градусов С в теплый период года. Противодымной вентиляцией оборудованы помещения без естественного освещения.

Открывание каналов дымоудаления и включение вентиляторов дымоудаления происходит автоматически от извещателей пожарной сигнализации, а также дистанционное от кнопок, устанавливаемых на каждом пункте подачи звукового сигнала.

Электроснабжение

Питающие и распределительные электрические сети, выполняются проводом АПВ в винилпластовых трубах, который прокладывается в полу, не заметно для окружающих. Электрическая сеть рассчитана по длительно-допустимой токовой нагрузке и проверена по потери напряжения.

Вывод

Для строительства крытого хоккейного катка позволяют климатические условия и качество грунта. Участок строительства обеспечен хорошей транспортной связью. Произведен теплотехнический расчет конструкций, при этом выявлено, что сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций достаточно. В проекте предусмотрены инженерные системы: водоснабжение (холодная и горячая вода), противопожарное водоснабжение, канализация, теплоснабжение, отопление, вентиляция, противодымная защита (при пожаре).

Здание крытого катка будет построено по современной технологии, быстро монтируется и демонтируется для использования в качестве обычной спортивной площадки, безопасно для окружающей среды и людей. Будет украшением части города, где он будет возведен.

2 Расчетно-конструктивный раздел

Цель: рассчитать и сконструировать стальную ферму

2.1 Сбор нагрузок на несущий элемент покрытия (фермы Фс-1)

Сбор нагрузок от постоянной и временной нагрузки конструктивного решения покрытия приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сбор нагрузок, приходящихся на 1 м² покрытия

| Наименование нагрузки | Нормативная нагрузка, $\frac{H}{m^2}$ | Коэффициент надежности по нагрузке γ_f | Расчетная нагрузка $\frac{H}{m^2}$ |
|---|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Постоянная: | | | |
| - однослойный кровельный материал ALKORPLAN F 35276 CIS | 16 | 1,2 | 19,2 |
| - минеральная вата, толщиной 190 мм, плотностью 220 кг/м ³ | 418 | 1,2 | 501,6 |
| - пароизоляция, один слой "Изоспан Б" | 12 | 1,2 | 14,4 |
| - стальной профилированный настил Н 75-75-0,8 | 120 | 1,05 | 126,0 |
| - прогоны, длиной 6,0 м (ориентировочно) | 80 | 1,05 | 84,0 |
| - стальные конструкции фермы и связи покрытия (ориентировочно) | 150 | 1,05 | 157,5 |
| Итого: | 796 | - | 902,7 |
| Временная: | (см. расчет ниже) | | |
| - снеговая (район III) | 1500 | 1,4 | 2100 |
| Итого: | 1500 | - | 2100 |
| Всего: | 2296 | - | 3002,7 |

Расчет нормативного значения снеговой нагрузки S_0 , приходящейся на 1 м² покрытия производится с учетом положений СП 20.13330.2016.[2]

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

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

где c_e — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаем: $c_e = 1.0$

c_t — термический коэффициент, принимаем: $c_t = 1.0$

μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаем: $\mu = 1.0$

S_g — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаем (для района III):

$$S_g = 1.5 \text{ МПа} = 1500 \text{ Н/м}^2$$

Таким образом:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1500.0 = 1500 \text{ Н/м}^2$$

2.2 Формирование расчетной схемы

Расчетная схема фермы Фс-1 представляет собой шарнирно-стержневую систему (шарниры отображены узлами фермы, а стержни – поясами и решеткой фермы), которая опирается на две опоры по верхнему поясу и загружена узловой нагрузкой от сосредоточенных сил.

2.2.1 Характеристика расчетной модели для программного комплекса SCAD Office

Для определения расчетных усилий в конструктивных элементах фермы Фс-1 производится разработка ее конечноэлементной модели, учитывающей геометрические и структурные особенности (рисунок 2.1).

На Рисунке 2.1 представлен общий вид (представление) структуры и модели фермы Фс-1, разработанной с применением программного комплекса SCAD Office.

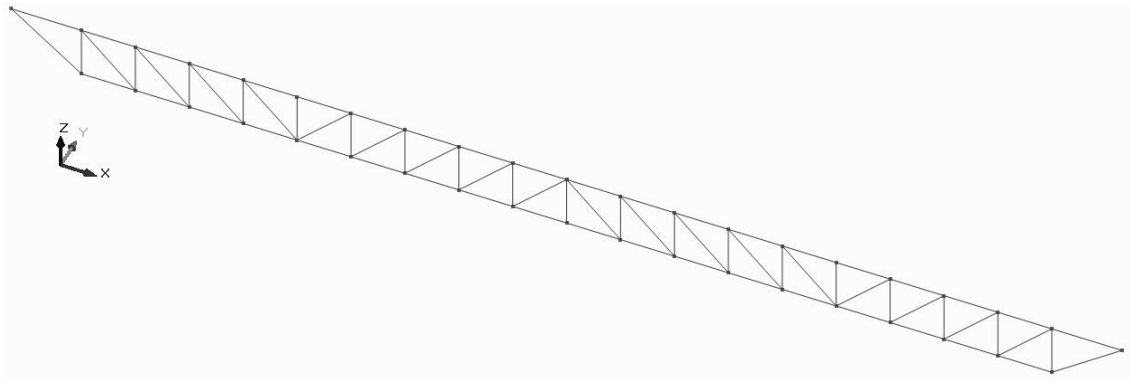


Рисунок 2.1 – Общий вид (представление) структуры и модели фермы Фс-1

Расчетная модель предназначена для определения расчетных усилий в конструктивных элементах (верхнем и нижнем поясах, сжатых и растянутых раскосов) от расчетного сочетания нагрузки, приведенного в таблице 2.1.

2.2.2 Характеристика расчетной схемы фермы Фс-1

Расчетная схема фермы Фс-1 включает следующие основные элементы:

- схема расположения узлов конечноэлементой модели: представлена на рисунке 2.2;
- схема расположения элементов (стержней) конечноэлементой модели: представлена на рисунке 2.3;
- схема расположения узлов, элементов (стержней), связей (в узлах опирания фермы): представлена на рисунке 2.4;
- характеристика граничных условий (связей в узлах опирания) конечноэлементой модели: представлены на рисунках 2.5 ÷ 2.6;
- схема типов конечных элементов (в представлении программного комплекса SCAD Office) конечноэлементой модели: представлена на рисунке 2.7;
- схема типов жесткостей конечных элементов (в представлении программного комплекса SCAD Office) конечноэлементой модели: представлена на рисунке 2.8;

- характеристика типов жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели. Геометрические характеристики профилей, принятые для типов жесткости №2, 3: представлены на рисунках 2.9, 2.10;
- схема приложения узловой нагрузки: представлена на рисунке 2.11.

2.2.3 Определение величины усилий в элементах (стержнях) расчетной схемы от единичной узловой нагрузки

Протокол расчета усилий в элементах (стержнях) расчетной схемы от узловой единичной нагрузки (см. рисунок 2.11)

Результаты расчета от узловой единичной нагрузки (см. рисунок 2.11) приводятся для следующих видов усилий и деформаций (перемещений) элементов расчетной схемы (конечноэлементной модели):

- эпюра нормальных (продольных) усилий (параметр N), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементной модели: представлена на рисунке 2.15;
- эпюра поперечных усилий (параметр Q), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементной модели: представлена на рисунке 2.16;
- эпюра изгибающих моментов (параметр M), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементной модели: представлена на рисунке 2.17;
- эпюра исходного и деформированного состояния, возникающего в элементах (стержнях) конечноэлементной модели от узловой нагрузки: представлена на рисунке 2.18;

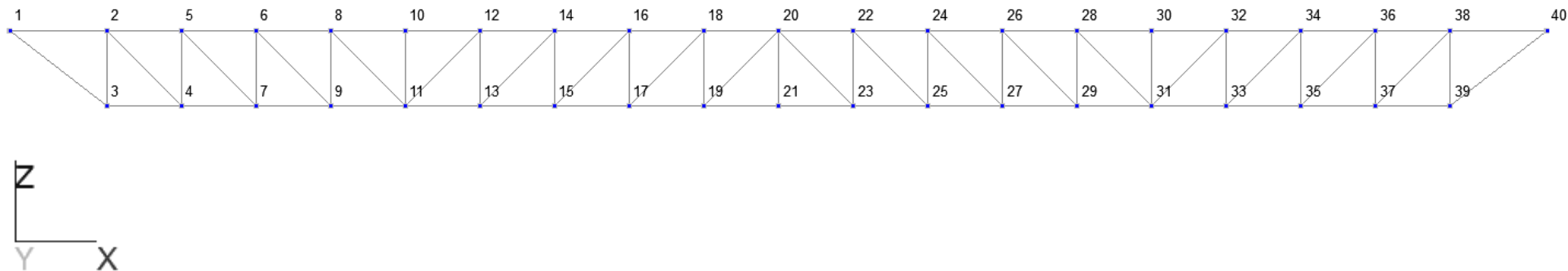


Рисунок 2.2 – Схема расположения узлов конечноэлементной модели

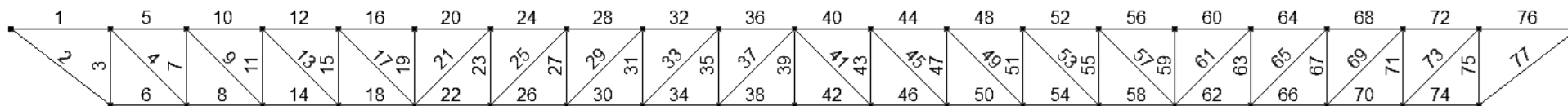


Рисунок 2.3 – Схема расположения элементов (стержней) конечноэлементной модели

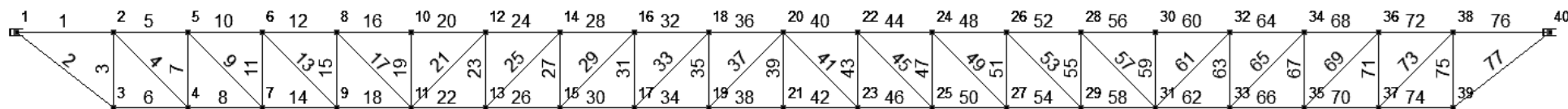


Рисунок 2.4 – Схема расположения узлов, элементов (стержней) и связей конечноэлементной модели

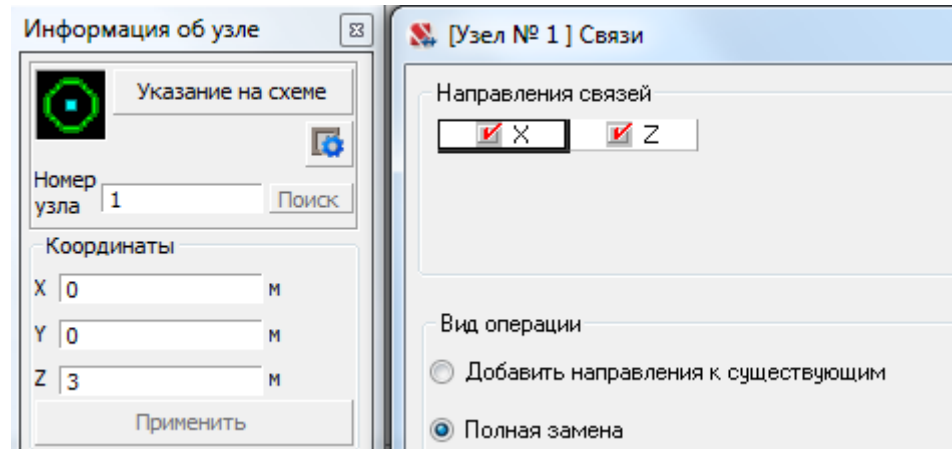


Рисунок 2.5 – Характеристика граничных условий (связей в узлах опирания) конечноэлементной модели (см. узел №1),

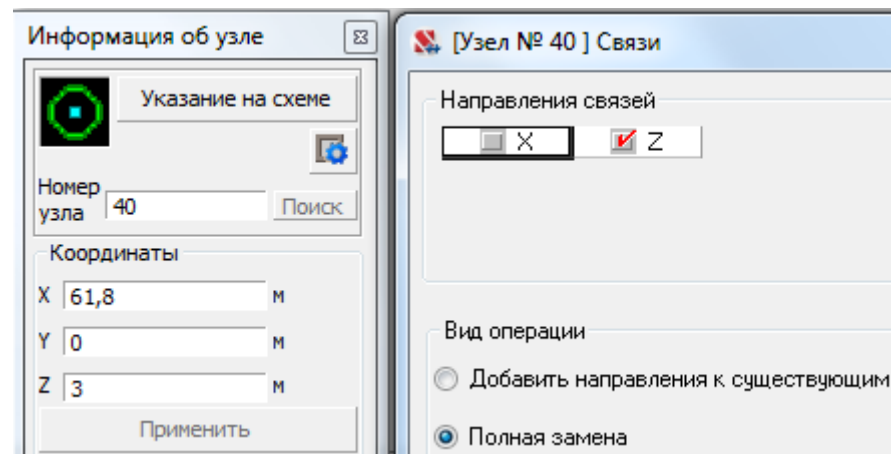


Рисунок 2.6 – Характеристика граничных условий конечноэлементной модели (см. узел №29),

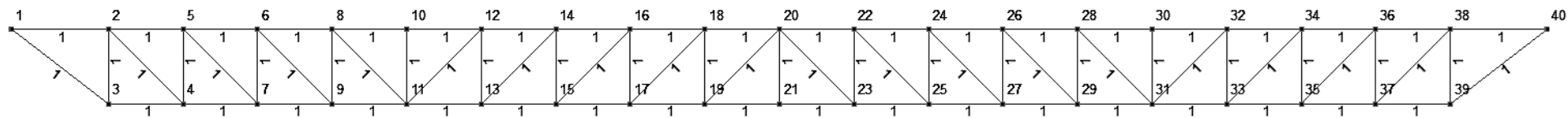


Рисунок 2.7 – Схема типов конечных элементов (в представлении программного комплекса SCAD Office)
конечноэлементой модели

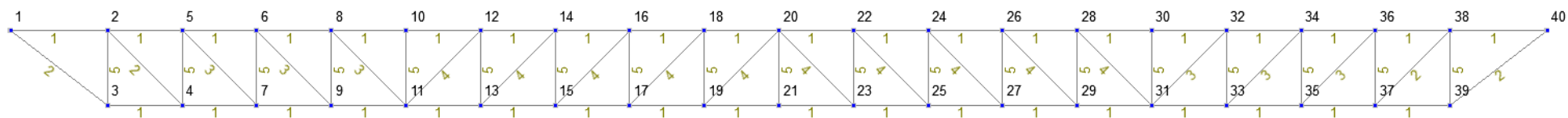


Рисунок 2.8 – Схема типов жесткостей конечных элементов (в представлении программного комплекса SCAD Office)
конечноэлементой модели

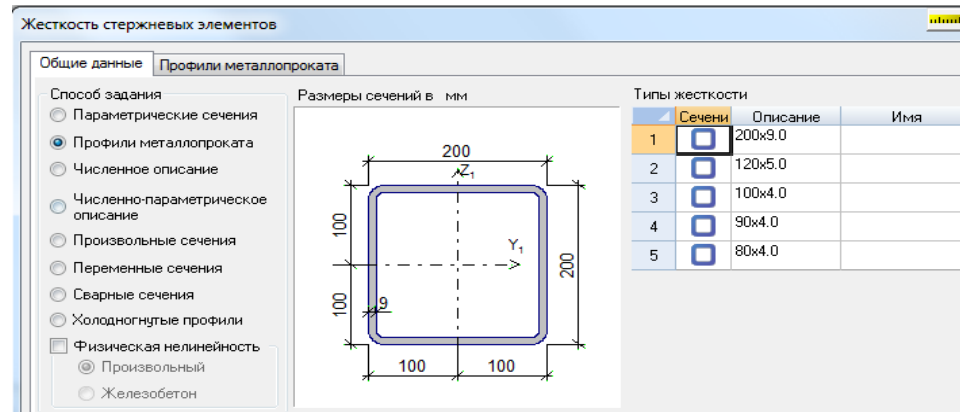


Рисунок 2.9 – Характеристика жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели.

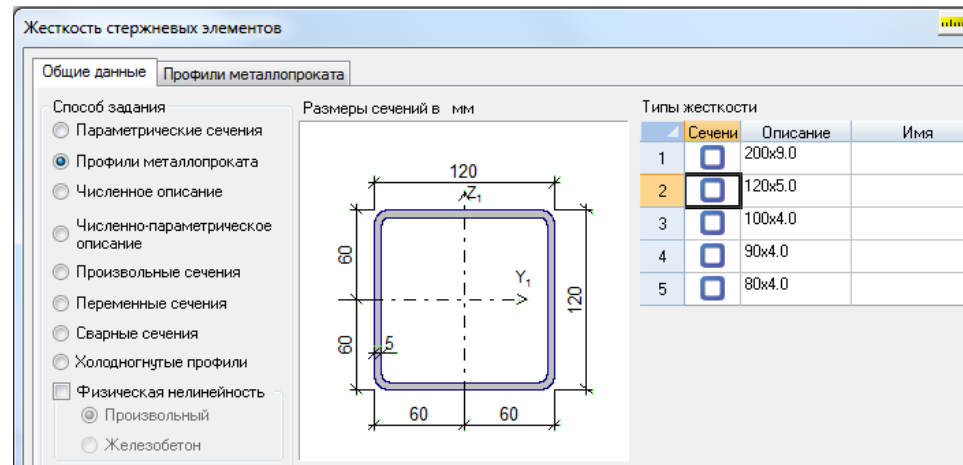


Рисунок 2.10 – Характеристика жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели.

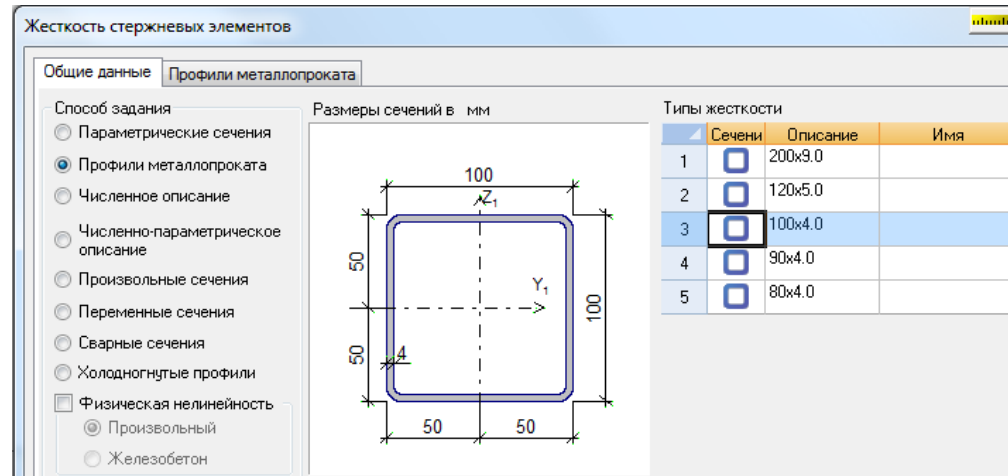


Рисунок 2.11 – Характеристика жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели.

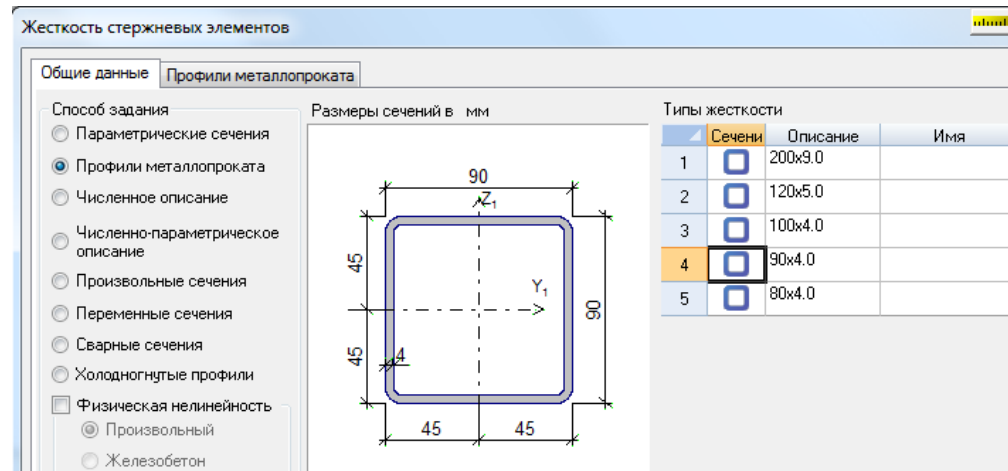


Рисунок 2.12 – Характеристика жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели.

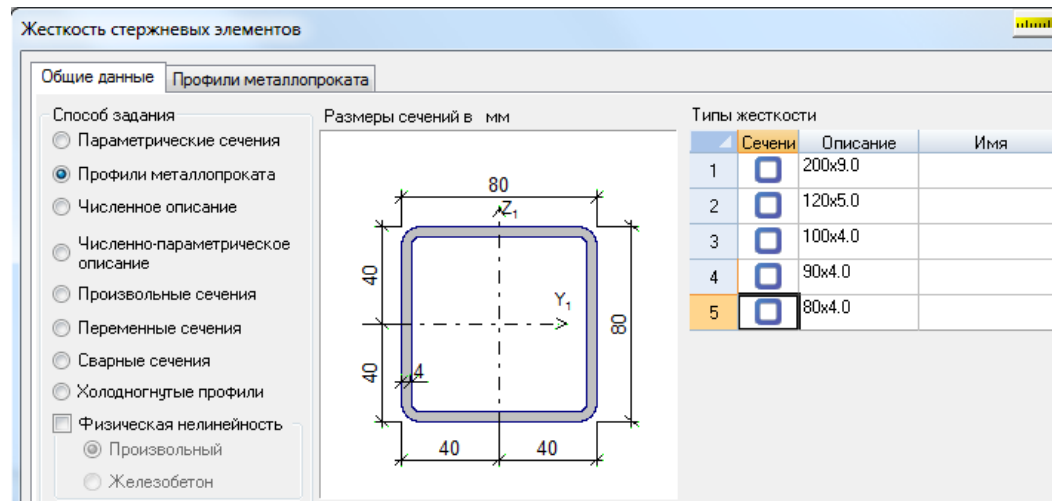


Рисунок 2.13 – Характеристика жесткостей конечных элементов конечноэлементной модели. Геометрические характеристики профиля, принятого для типа жесткости №5

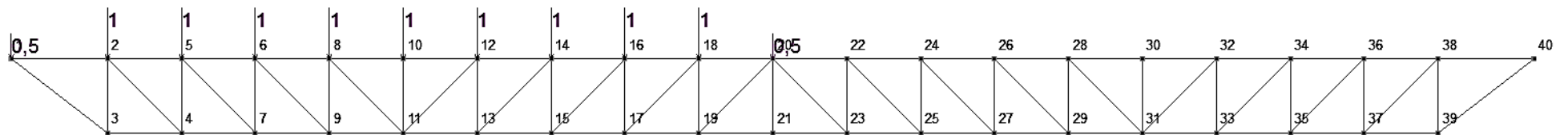


Рисунок 2.14 – Схема приложения узловой нагрузки

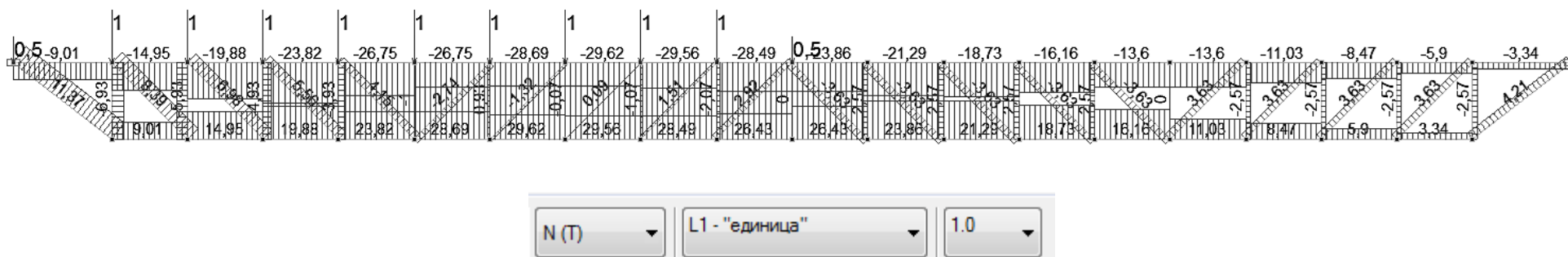


Рисунок 2.15 – Эпюра нормальных (продольных) усилий (параметр N), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементной модели от узловой нагрузки, т

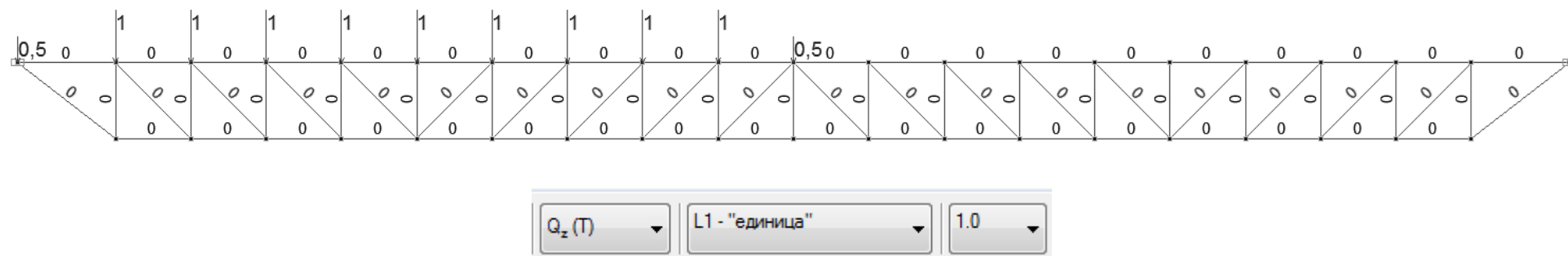


Рисунок 2.16 – Эпюра поперечных усилий (параметр Q), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементной модели от узловой нагрузки, т

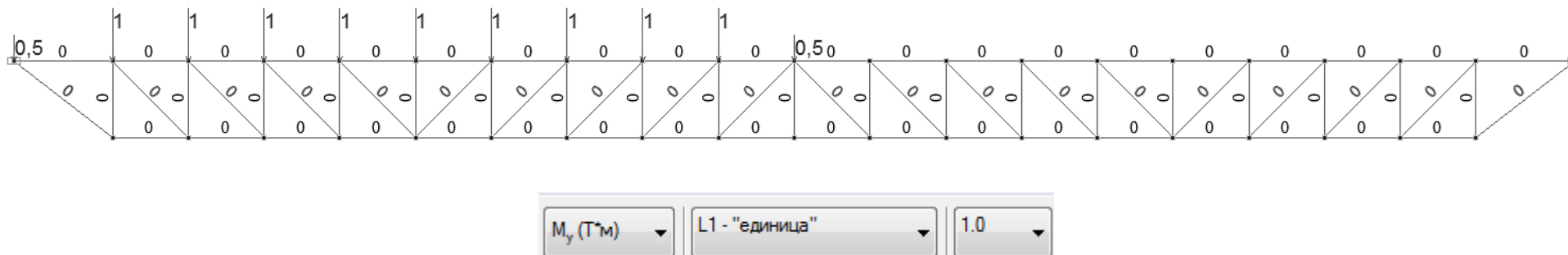


Рисунок 2.17 – Эпюра изгибающих моментов (параметр M), возникающих в элементах (стержнях) конечноэлементой модели от узловой нагрузки, Т*м

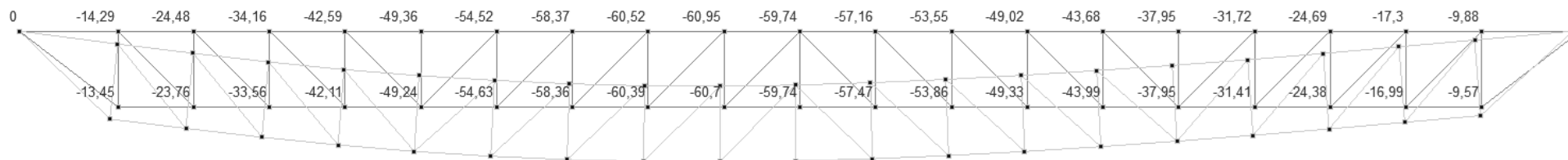


Рисунок 2.18 – Эпюра исходного и деформированного состояния, возникающего в элементах (стержнях) конечноэлементой модели от узловой нагрузки

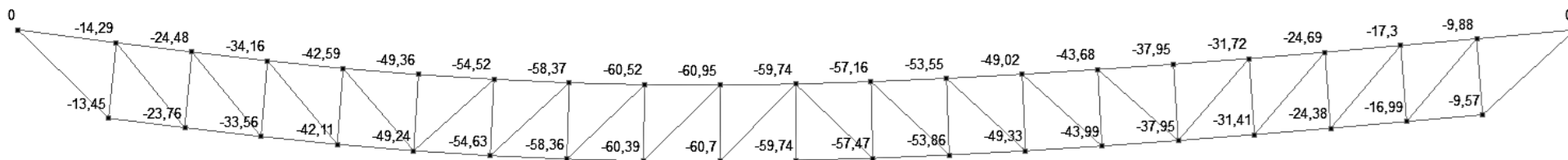


Рисунок 2.16 – Эпюра перемещений узлов конечноэлементной модели в вертикальной плоскости (в направлении Z), мм

Анализ результатов расчета поперечных усилий (параметр Q, см. рисунок 2.16) в элементах расчетной схемы (конечноэлементной модели) указывает на то, что все усилия данного вида характеризуются нулевой величиной.

Анализ результатов расчета изгибающих моментов (параметр M, см. рисунок 2.17) в элементах расчетной схемы (конечноэлементной модели) указывает на то, что все усилия данного вида характеризуются нулевой величиной.

Рассмотренные обстоятельства устанавливают отсутствие поперечных усилий и изгибающих моментов, что говорит о корректности формирования расчетной схемы и, соответственно, полученных результатов расчета: значимые расчетные усилия в стержнях только продольные (параметр N), характерные именно для напряженно-деформированного состояния фермы, как строительной конструкции.

2.2.4 Определение расчетной величины усилий в элементах (стержнях) расчетной схемы фермы Фс-1 от фактической величины нагрузки

Фактическая величина нагрузки определяется с учетом грузовой площади, которая зависит от геометрических параметров:

- расстояния между смежными узлами фермы по верхнему поясу (в узлы верхнего пояса приложена нагрузка постоянного и временного видов), принимаем: 3.0 м;
- расстояния между осями смежных ферм покрытия (шаг ферм Фс-1), принимаем:

Величина узловой нагрузки от постоянного вида нагрузки (см. таблицу 2.1) с грузовой площади (3.0 x 6.0 м) составляет:

$$G = 902.7 \cdot 6.0 \cdot 3.0 = 16248.6 \text{ Н} = 16.3 \text{ кН}$$

Величина узловой нагрузки от временного вида нагрузки (см. таблицу 2.1) с грузовой площади (3.0 x 6.0 м) составляет:

$$P = 2100.0 \cdot 6.0 \cdot 3.0 = 37800.0 \text{ Н} = 37.8 \text{ кН}$$

Расчет величин усилий в элементах фермы Фс-1 от фактической нагрузки приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет величин усилий в элементах фермы Фс-1 от фактической нагрузки

| Элемент фермы | Обозначение ржстены | Усилие от единичного загрузения | | | Постоянная нагрузка на всем пролете | Временная нагрузка | | Расчетное усилие, кН |
|---------------|---------------------|---------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|
| | | слева | справа | на всем пролете | | на половине пролета | на всем пролете | |
| Верхний пояс | 1 | -9,015 | -3,335 | -12,350 | -201,3 | -340,8 | -126,1 | -466,8 |
| | 5 | -14,949 | -5,901 | -20,850 | -339,9 | -565,1 | -223,1 | -788,1 |
| | 10 | -19,884 | -8,466 | -28,350 | -462,1 | -751,6 | -320,0 | -1071,6 |
| | 12 | -23,818 | -11,032 | -34,850 | -568,1 | -900,3 | -417,0 | -1317,3 |
| | 16 | -26,753 | -13,597 | -40,350 | -657,7 | -1011,3 | -514,0 | -1525,2 |
| | 20 | -26,753 | -13,597 | -40,350 | -657,7 | -1011,3 | -514,0 | -1525,2 |
| | 24 | -28,687 | -16,163 | -44,850 | -731,1 | -1084,4 | -611,0 | -1695,3 |
| | 28 | -29,622 | -18,728 | -48,350 | -788,1 | -1119,7 | -707,9 | -1827,6 |
| | 32 | -29,556 | -21,294 | -50,850 | -828,9 | -1117,2 | -804,9 | -1922,1 |
| | 36 | -28,491 | -23,859 | -52,350 | -853,3 | -1077,0 | -901,9 | -1978,8 |
| | 40 | -23,859 | -28,491 | -52,350 | -853,3 | -901,9 | -1077,0 | -1978,8 |
| | 44 | -21,294 | -29,556 | -50,850 | -828,9 | -804,9 | -1117,2 | -1922,1 |
| | 48 | -18,728 | -29,622 | -48,350 | -788,1 | -707,9 | -1119,7 | -1827,6 |
| | 52 | -16,163 | -28,687 | -44,850 | -731,1 | -611,0 | -1084,4 | -1695,3 |
| | 56 | -13,597 | -26,753 | -40,350 | -657,7 | -514,0 | -1011,3 | -1525,2 |
| | 60 | -13,597 | -26,753 | -40,350 | -657,7 | -514,0 | -1011,3 | -1525,2 |
| | 64 | -11,032 | -23,818 | -34,850 | -568,1 | -417,0 | -900,3 | -1317,3 |
| 68 | -8,466 | -19,884 | -28,350 | -462,1 | -320,0 | -751,6 | -1071,6 | |
| 72 | -5,901 | -14,949 | -20,850 | -339,9 | -223,1 | -565,1 | -788,1 | |
| 76 | -3,335 | -9,015 | -12,350 | -201,3 | -126,1 | -340,8 | -466,8 | |
| Нижний Пояс | 6 | 9,015 | 3,335 | 12,350 | 201,3 | 340,8 | 126,1 | 466,8 |
| | 8 | 14,949 | 5,901 | 20,850 | 339,9 | 565,1 | 223,1 | 788,1 |
| | 14 | 19,884 | 8,466 | 28,350 | 462,1 | 751,6 | 320,0 | 1071,6 |
| | 18 | 23,818 | 11,032 | 34,850 | 568,1 | 900,3 | 417,0 | 1317,3 |
| | 22 | 28,687 | 16,163 | 44,850 | 731,1 | 1084,4 | 611,0 | 1695,3 |
| | 26 | 29,622 | 18,728 | 48,350 | 788,1 | 1119,7 | 707,9 | 1827,6 |
| | 30 | 29,556 | 21,294 | 50,850 | 828,9 | 1117,2 | 804,9 | 1922,1 |
| | 34 | 28,491 | 23,859 | 52,350 | 853,3 | 1077,0 | 901,9 | 1978,8 |
| | 38 | 26,425 | 26,425 | 52,850 | 861,5 | 998,9 | 998,9 | 1997,7 |

| | Продолжение таблицы 2.2 | | | | Постоянная нагрузка на всем пролете | Временная нагрузка 998,9 | | Расчетное усилие, кН |
|--------|-------------------------|---------------------------------|--------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| | Обозначение ржстена | Усилие от единичного нагружения | | | | на половине пролета | на всем пролете | |
| | | слева | справа | на всем пролете | | | | |
| | 50 | 21,294 | 29,556 | 50,850 | 828,9 | 804,9 | 1117,2 | 1922,1 |
| | 54 | 18,728 | 29,622 | 48,350 | 788,1 | 707,9 | 1119,7 | 1827,6 |
| | 58 | 16,163 | 28,687 | 44,850 | 731,1 | 611,0 | 1084,4 | 1695,3 |
| | 62 | 11,032 | 23,818 | 34,850 | 568,1 | 417,0 | 900,3 | 1317,3 |
| | 66 | 8,466 | 19,884 | 28,350 | 462,1 | 320,0 | 751,6 | 1071,6 |
| | 70 | 5,901 | 14,949 | 20,850 | 339,9 | 223,1 | 565,1 | 788,1 |
| | 74 | 3,335 | 9,015 | 12,350 | 201,3 | 126,1 | 340,8 | 466,8 |
| ПШкосы | 2 | 11,373 | 4,208 | 15,581 | 254,0 | 429,9 | 159,1 | 589,0 |
| | 4 | 8,393 | 3,628 | 12,021 | 195,9 | 317,3 | 137,1 | 454,4 |
| | 9 | 6,978 | 3,628 | 10,606 | 172,9 | 263,8 | 137,1 | 400,9 |
| | 13 | 5,564 | 3,628 | 9,192 | 149,8 | 210,3 | 137,1 | 347,5 |
| | 17 | 4,150 | 3,628 | 7,778 | 126,8 | 156,9 | 137,1 | 294,0 |
| | 21 | -2,736 | -3,628 | -6,364 | -103,7 | -103,4 | -137,1 | -240,6 |
| | 25 | -1,322 | -3,628 | -4,950 | -80,7 | -50,0 | -137,1 | -187,1 |
| | 29 | 0,093 | -3,628 | -3,535 | -57,6 | 3,5 | -137,1 | -133,6 |
| | 33 | 1,507 | -3,628 | -2,121 | -34,6 | 57,0 | -137,1 | -80,2 |
| | 37 | 2,921 | -3,628 | -0,707 | -11,5 | 110,4 | -137,1 | -26,7 |
| | 41 | -3,628 | 2,921 | -0,707 | -11,5 | -137,1 | 110,4 | -26,7 |
| | 45 | -3,628 | 1,507 | -2,121 | -34,6 | -137,1 | 57,0 | -80,2 |
| | 49 | -3,628 | 0,093 | -3,535 | -57,6 | -137,1 | 3,5 | -133,6 |
| | 53 | -3,628 | -1,322 | -4,950 | -80,7 | -137,1 | -50,0 | -187,1 |
| | 57 | -3,628 | -2,736 | -6,364 | -103,7 | -137,1 | -103,4 | -240,6 |
| | 61 | 3,628 | 4,150 | 7,778 | 126,8 | 137,1 | 156,9 | 294,0 |
| | 65 | 3,628 | 5,564 | 9,192 | 149,8 | 137,1 | 210,3 | 347,5 |
| | 69 | 3,628 | 6,978 | 10,606 | 172,9 | 137,1 | 263,8 | 400,9 |
| | 73 | 3,628 | 8,393 | 12,021 | 195,9 | 137,1 | 317,3 | 454,4 |
| 77 | 4,208 | 11,373 | 15,581 | 254,0 | 159,1 | 429,9 | 589,0 | |
| Стойки | 3 | -6,934 | -2,566 | -9,500 | -154,9 | -262,1 | -97,0 | -359,1 |
| | 7 | -5,934 | -2,566 | -8,500 | -138,6 | -224,3 | -97,0 | -321,3 |
| | 11 | -4,934 | -2,566 | -7,500 | -122,3 | -186,5 | -97,0 | -283,5 |
| | 15 | -3,934 | -2,566 | -6,500 | -106,0 | -148,7 | -97,0 | -245,7 |
| | 19 | -1,000 | 0,000 | -1,000 | -16,3 | -37,8 | 0,0 | -37,8 |
| | 23 | 0,934 | 2,566 | 3,500 | 57,1 | 35,3 | 97,0 | 132,3 |
| | 27 | -0,066 | 2,566 | 2,500 | 40,8 | -2,5 | 97,0 | 94,5 |
| | 31 | -1,066 | 2,566 | 1,500 | 24,5 | -40,3 | 97,0 | 56,7 |
| | 35 | -2,066 | 2,566 | 0,500 | 8,2 | -78,1 | 97,0 | 18,9 |
| | 39 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 43 | 2,566 | -2,066 | 0,500 | 8,2 | 97,0 | -78,1 | 18,9 |
| | 47 | 2,566 | -1,066 | 1,500 | 24,5 | 97,0 | -40,3 | 56,7 |
| | 51 | 2,566 | -0,066 | 2,500 | 40,8 | 97,0 | -2,5 | 94,5 |
| | 55 | 2,566 | 0,934 | 3,500 | 57,1 | 97,0 | 35,3 | 132,3 |
| | 59 | 0,000 | -1,000 | -1,000 | -16,3 | 0,0 | -37,8 | -37,8 |
| | 63 | -2,566 | -3,934 | -6,500 | -106,0 | -97,0 | -148,7 | -245,7 |
| | 67 | -2,566 | -4,934 | -7,500 | -122,3 | -97,0 | -186,5 | -283,5 |
| 71 | -2,566 | -5,934 | -8,500 | -138,6 | -97,0 | -224,3 | -321,3 | |
| 75 | -2,566 | -6,934 | -9,500 | -154,9 | -97,0 | -262,1 | -359,1 | |

Полученные значения расчетных усилий от фактической нагрузки (см. таблицу 2.2) принимаются для подбора и конструирования сечений профилей элементов фермы Фс-1.

2.3 Подбор и конструирование сечений профилей элементов фермы

Сечения профилей элементов фермы Фс-1 (верхнего пояса, нижнего пояса, сжатых и растянутых раскосов) определяются по формулам центрального сжатия или растяжения.

Тип сечения профилей: гнутосварные профили (ГСП), квадратные, замкнутого сечения, соответствующие требованиям нормативного документа ГОСТ 30245-2012 «Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия».[3]

Все типы профиля предусматриваются из стали марки С245.

Расчетные параметры стали класса С245 (в соответствии с положениями нормативного документа СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»): [4]

$$R_y = 24 \text{ кН/см}^2.$$

$$R_{yn} = 24.5 \text{ кН/см}^2.$$

$$R_s = 14 \text{ кН/см}^2.$$

$$R_{un} = 37.0 \text{ кН/см}^2.$$

2.3.1 Подбор и конструирование сечения верхнего пояса

Сечение верхнего пояса фермы принимается унифицированным, а тип профиля определяется по расчетному нагруженнохвойному (элемент олеандр №40, см. юстиция таблицу 2.2 и рисунок 2.3). Для верхнего пояса $N_{max} = N_{40} = 1978,8 \text{ кН}$. сечение ГСП из стали марки С245 при $R_y = 240 \text{ МПа}$, требуемая

площадь исполин сечения при объем коэффициенте = 0,7 и цветной коэффициенте = здание 0,95 заканчивать составит: $\varphi \gamma_C$

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\varphi R_y \gamma_C} = \frac{1978,8 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 123,97 \text{ см}^2. \quad (2.2)$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнутосварной профиль квадратного сечения 300x300x9 с характеристиками:
 $A = 102,0 \text{ см}^2$, $i_x = 11,79$ $i_y = 11,79$ см гибкость:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{11,79} = 25, \quad (2.3)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{11,79} = 25. \quad (2.4)$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 25$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: = 0,944. φ

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{1978,8}{0,944 \cdot 102,0} = 20,55 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_C = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется.

2.3.2 Подбор и конструирование сечения нижнего пояса

Сечение нижнего пояса фермы принимается унифицированным, а тип профиля определяется по расчетному усилию в наиболее нагруженном сечении (элемент №38, см. таблицу 2.2 и рисунок 2.3). Для верхнего пояса N

$N_{\max} = N_{38} = 1997,7$ кН. Принимая сечение ГСП из стали марки С245 при $R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте = 0,7 и коэффициенте = 0,95 составит: $\varphi \gamma_C$

$R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте = 0,7 и коэффициенте = 0,95 составит: $\varphi \gamma_C$

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\varphi R_y \gamma_C} = \frac{1997,7 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 125,15 \text{ см}^2.$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнутосварной профиль квадратного сечения 300x300x9 с характеристиками:

$A = 102,0 \text{ см}^2$, $i_x = 11,79$ $i_y = 11,79$ см гибкость:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{11,79} = 25,$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{11,79} = 25.$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 25$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: = 0,944. φ

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{1997,7}{0,944 \cdot 102,0} = 20,74 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_C = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условие выполняется.

2.3.3 Подбор и конструирование сечения растянутого раскоса

Сечение опорного (растянутого) стержня (раскоса) фермы определяется по расчетному усилию организованного (элемент №2, см. эмиссия таблицу 2.2 и частное рисунок честный 2.3).

Для опорного (растянутого стержня (раскоса) фермы №1 $N_2 = 589,0$ кН. Принимая марки С245 при $R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте = 0,75 и коэффициенте = 0,95 составит: $\varphi \gamma_C$

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\varphi R_y \gamma_C} = \frac{589,0 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 34,43 \text{ см}^2.$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнutosварной профиль квадратного сечения 140x140x7 с характеристиками:

$A = 35,56 \text{ см}^2$, $i_x = 5,36$ $i_y = 5,36$ см гибкость:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 492,04}{5,36} = 73,$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{0,8 \cdot 492,04}{5,36} = 73.$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 73$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: = 0,744. φ

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{589,0}{0,744 \cdot 35,56} = 22,60 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_C = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется.

2.3.4 Подбор и конструирование сечения сжатого раскоса

Сечение сжатого стержня (раскоса) фермы определяется по расчетному усилию (элемент №57, см. таблицу 2.2 и рисунок 2.3).

Для сжатого стержня (раскоса) фермы в узле №28 $N_{57} = -240,6$ кН. Принимая сечение ГСП из стали марки С245 при $R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте $\varphi = 0,75$ и коэффициенте $\gamma_c = 0,95$ составит:

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{240,6 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 14,07 \text{ см}^2.$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнутосварной профиль квадратного сечения 120x120x4 с характеристиками:

$A = 18,15 \text{ см}^2$ $i_x = 4,71$ $i_y = 4,71$ см гибкость:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 424,26}{4,71} = 72,$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{0,8 \cdot 424,26}{4,71} = 72.$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 72$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: $\varphi = 0,748$.

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{240,6}{0,748 \cdot 18,15} = 17,72 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется.

2.3.5 Подбор и конструирование сечения растянутой стойки

Сечение растянутого стержня (стойки) фермы определяется по расчетному усилию (элемент №23, см. таблицу 2.2 и рисунок 2.3).

Для растянутого стержня (стойки) фермы в узле №12 $N_{23} = 132,3$ кН. Принимая сечение ГСП из стали марки С245 при $R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте $\varphi = 0,75$ и коэффициенте $\gamma_c = 0,95$ составит:

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{132,3 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 7,61 \text{ см}^2.$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнутосварной профиль квадратного сечения 80x80x4 с характеристиками:

$A = 11,75 \text{ см}^2$, $i_x = 3,07$ $i_y = 3,07$ см гибкость:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,95 \cdot 300,0}{3,07} = 93,$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{0,95 \cdot 300,0}{3,07} = 93.$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 93$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: $\varphi = 0,598$.

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{132,3}{0,598 \cdot 11,75} = 18,83 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется.

2.3.6 Подбор и конструирование сечения сжатой стойки

Сечение сжатого стержня (стойки) фермы определяется по расчетному усилию (элемент №3, см. таблицу 2.2 и рисунок 2.3).

Для растянутого стержня (стойки) фермы в узле №2 $N_3 = -359,1$ кН. Принимая сечение ГСП из стали марки С245 при $R_y = 240$ МПа, требуемая площадь сечения при коэффициенте $\phi = 0,75$ и коэффициенте $\gamma_c = 0,95$ составит:

$$A_d = \frac{N_{\max}}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{359,1 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 240 \cdot (100) \cdot 0,95} = 20,66 \text{ см}^2.$$

По данным ГОСТ 30245-2012 [3] принимаем профиль гнутосварной профиль квадратного сечения 120x120x5 с характеристиками:

$A = 22,36 \text{ см}^2$, $i_x = 4,66$ $i_y = 4,66$ см гибкость

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,95 \cdot 300,0}{4,66} = 61$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{0,95 \cdot 300,0}{4,66} = 61.$$

По справочным таблицам (СП 16.13330.2017) [4] в зависимости от гибкости сечения $\lambda = 61$ и прочности стали $R_y = 240$ МПа определяем расчетное значение коэффициента: $\phi = 0,799$.

Проверяем устойчивость.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{359,1}{0,799 \cdot 22,36} = 20,10 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_C = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется.

Расчет остальных элементов (стержней) фермы производится аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчета элементов фермы

| Эле-менты фермы | № стержня | Расчетное усилие кН | Форма и размеры сечения, мм | Площадь сечения см ² | Длина, см l _x /l _y | Радиус инерции, см i _x /i _y | Гибкость λ _x /λ _y | φ _{min} | γ _C | Напря-ние МПа |
|-----------------|-----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|---|---|------------------|----------------|---------------|
| Верхний пояс | 1 | -466,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 48.5 |
| | 5 | -788,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 81.8 |
| | 10 | -1071,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 111.3 |
| | 12 | -1317,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 136.8 |
| | 16 | -1525,2 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 158.4 |
| | 20 | -1525,2 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 158.4 |
| | 24 | -1695,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 176.1 |
| | 28 | -1827,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 189.8 |
| | 32 | -1922,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 199.6 |
| | 36 | -1978,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 205.5 |
| | 40 | -1978,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 205.5 |
| | 44 | -1922,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 199.6 |
| | 48 | -1827,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 189.8 |
| | 52 | -1695,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 176.1 |
| | 56 | -1525,2 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 158.4 |
| | 60 | -1525,2 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 158.4 |
| | 64 | -1317,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 136.8 |
| 68 | -1071,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 111.3 | |
| 72 | -788,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 81.8 | |
| 76 | -466,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 48.5 | |
| Нижний пояс | 6 | 466,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 48.5 |
| | 8 | 788,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 81.8 |
| | 14 | 1071,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 111.3 |
| | 18 | 1317,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 136.8 |
| | 22 | 1695,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 176.0 |
| | 26 | 1827,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 189.7 |
| | 30 | 1922,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 199.6 |
| | 34 | 1978,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 205.4 |
| | 38 | 1997,7 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 207.4 |
| | 42 | 1997,7 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 207.4 |
| | 46 | 1978,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 205.4 |
| | 50 | 1922,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 199.6 |
| | 54 | 1827,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 189.7 |
| | 58 | 1695,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 176.0 |
| 62 | 1317,3 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 136.8 | |
| 66 | 1071,6 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 111.3 | |

| Продолжение таблицы 2.3 | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|------------|--------|-------|
| № | Расчетн | Форма и | Площадь | Длина, см | Радиус | Гибкость | Φ_{\min} | γ_C | | |
| ст | е | размеры | сечения | I_x/I_y | инерции, см | λ_x/λ_y | | | Напря- | |
| ержн | усилие | сечения, | см ² | | i_x/i_y | | | | ние | |
| я | кН | мм | | | | | | | МПа | |
| 70 | 788,1 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 81.8 | |
| 74 | 466,8 | □ 300x9 | 102.0 | 300/300 | 11.79/11.79 | 25/25 | 0.944 | 0.95 | 48.5 | |
| Раскосы | 2 | 589,0 | □ 140x7 | 35.56 | 492.04/492.04 | 5.36/5.36 | 73/73 | 0.744 | 0.95 | 226.0 |
| | 4 | 454,4 | □ 140x7 | 35.56 | 424.26/424.26 | 5.36/5.36 | 63/63 | 0.773 | 0.95 | 165.3 |
| | 9 | 400,9 | □ 140x5 | 26.36 | 424.26/424.26 | 5.48/5.48 | 62/62 | 0.778 | 0.95 | 195.6 |
| | 13 | 347,5 | □ 140x5 | 26.36 | 424.26/424.26 | 5.48/5.48 | 62/62 | 0.778 | 0.95 | 169.5 |
| | 17 | 294,0 | □ 120x6 | 26.43 | 424.26/424.26 | 4.61/4.61 | 74/74 | 0.738 | 0.95 | 150.7 |
| | 21 | -240,6 | □ 120x4 | 18.15 | 424.26/424.26 | 4.71/4.71 | 72/72 | 0.748 | 0.95 | 177.2 |
| | 25 | -187,1 | □ 120x4 | 18.15 | 424.26/424.26 | 4.71/4.71 | 72/72 | 0.748 | 0.95 | 137.8 |
| | 29 | -133,6 | □ 100x4 | 14.95 | 424.26/424.26 | 3.88/3.88 | 87/87 | 0.625 | 0.95 | 142.9 |
| | 33 | -80,2 | □ 80x4 | 11.75 | 424.26/424.26 | 3.07/3.07 | 111/111 | 0.476 | 0.95 | 143.4 |
| | 37 | -26,7 | □ 80x4 | 11.75 | 424.26/424.26 | 3.07/3.07 | 111/111 | 0.476 | 0.95 | 47.7 |
| | 41 | -26,7 | □ 80x4 | 11.75 | 424.26/424.26 | 3.07/3.07 | 111/111 | 0.476 | 0.95 | 47.7 |
| | 45 | -80,2 | □ 80x4 | 11.75 | 424.26/424.26 | 3.07/3.07 | 111/111 | 0.476 | 0.95 | 143.4 |
| | 49 | -133,6 | □ 100x4 | 14.95 | 424.26/424.26 | 3.88/3.88 | 87/87 | 0.625 | 0.95 | 142.9 |
| | 53 | -187,1 | □ 120x4 | 18.15 | 424.26/424.26 | 4.71/4.71 | 72/72 | 0.748 | 0.95 | 137.8 |
| | 57 | -240,6 | □ 120x4 | 18.15 | 424.26/424.26 | 4.71/4.71 | 72/72 | 0.748 | 0.95 | 177.2 |
| | 61 | 294,0 | □ 120x6 | 26.43 | 424.26/424.26 | 4.61/4.61 | 74/74 | 0.738 | 0.95 | 150.7 |
| | 65 | 347,5 | □ 140x5 | 26.36 | 424.26/424.26 | 5.48/5.48 | 62/62 | 0.778 | 0.95 | 169.5 |
| | 69 | 400,9 | □ 140x5 | 26.36 | 424.26/424.26 | 5.48/5.48 | 62/62 | 0.778 | 0.95 | 195.6 |
| 73 | 454,4 | □ 140x7 | 35.56 | 424.26/424.26 | 5.36/5.36 | 63/63 | 0.773 | 0.95 | 165.3 | |
| 77 | 589,0 | □ 140x7 | 35.56 | 492.04/492.04 | 5.36/5.36 | 73/73 | 0.744 | 0.95 | 226.0 | |
| Стойки | 3 | -359,1 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 201.0 |
| | 7 | -321,3 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 179.7 |
| | 11 | -283,5 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 158.7 |
| | 15 | -245,7 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 137.5 |
| | 19 | -37,8 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 26.6 |
| | 23 | 132,3 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 188.3 |
| | 27 | 94,5 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 66.4 |
| | 31 | 56,7 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 39.8 |
| | 35 | 18,9 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 13.3 |
| | 39 | 0,0 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 0.0 |
| | 43 | 18,9 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 13.3 |
| | 47 | 56,7 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 39.8 |
| | 51 | 94,5 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 66.4 |
| | 55 | 132,3 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 188.3 |
| | 59 | -37,8 | □ 80x4 | 11.75 | 300/300 | 3.07/3.07 | 93/93 | 0.598 | 0.95 | 26.6 |
| | 63 | -245,7 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 137.5 |
| | 67 | -283,5 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 158.7 |
| | 71 | -321,3 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 179.7 |
| 75 | -359,1 | □ 120x5 | 22.36 | 300/300 | 4.66/4.66 | 61/61 | 0.799 | 0.95 | 201.0 | |

3 Технология строительства

3.1 Технологическая карта на монтаж ферм.

Содержание

1. Область применения
2. Общие положения
3. Организация и технология выполнения работ
4. Требования к качеству работ
5. Потребность в материально-технических ресурсах
6. Техника безопасности и охрана труда
7. Техничко-экономические показатели

3.2 Общие положения

Заданием дипломного проекта является разработка проекта крытого хоккейного катка в городе Ирбит. Ледовая арена имеет две площадки для хоккея с шайбой. Размеры 60 ×30 метров, малого - 30×15 метров. Такие размеры позволяют не только проводить спортивные соревнования, но и организовывать ледовые шоу и другие массовые мероприятия на льду. Место строительства: г. Ирбит (Свердловской области).

Район строительства характеризуется следующими климатическими условиями:

- зона строительства относится II климатическому району, подрайону;
- II-В СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»; [5]
снеговой район по СП 131.13330.2018 – III;[5]
- ветровой район по СП 131.13330.2018 – II; [5]
- нормативная снеговая нагрузка $S_{gn}=150$ кгс/м²;
- расчетная снеговая нагрузка $S_{gp}=210$ кгс/м²;

- ветровая нагрузка =30 кг/м²;
- наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92- 41о С;
- наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92-36о С;
- продолжительность периода со среднесуточной температурой <8°С,
- сут.233;

Климат характеризуется значительными колебаниями температуры воздуха, высокой относительной влажностью, облачностью и большим количеством осадков.

Абсолютно - минимальная температура наружного воздуха - минус 52⁰.

Преобладающие ветры - юго-западные со средней скоростью до 3 м/сек, сильные (до 10 м/сек) в среднем 1 – 2 раза в год. Более постоянны ветры южных направлений, которые могут действовать непрерывно в течение 4 – 5 суток. Продолжительность же северных ветров обычно не превышает 2 суток.

3.3 Организация и технология выполнения работ

До начала монтажа стальных ферм должны быть выполнены следующие работы:

- организована площадка со стеллажами для укрупнения стропильных ферм в целые фермы из двух половин;
- доставлены в зону монтажа необходимые монтажные приспособления, инвентарь, инструменты;
- изготовлены простейшие переставные стеллажи для укрупнения металлоконструкций в пространственные блоки
- непосредственно в пролете обозначены места укрупнения конструкций в блоки, пути движения и рабочие стоянки крана.

Доставленные на объект стальные конструкции раскладываются в зоне действия монтажного крана.

Укрупненная сборка стальных конструкций в пространственные блоки производится в зоне действия основного монтажного механизма. Для

укрупнения используется кран МКТ-100. В состав работы по укрупнению входят следующие операции: подача отдельных частей конструкций; очистка стыкуемых поверхностей от грязи и ржавчины; стыковка элементов с наводкой отверстий и полным креплением; выверка собранной конструкции по осям, диагоналям и отметкам с устранением выявленных дефектов.

При подъеме и установке укрупненных блоков выполняется следующий состав работ: кантовка и укладка конструкций в положение, удобное для подъема; Строповка конструкций; увязка монтажных оттяжек и расчалок; установка самоходного крана в рабочее положение; подъем и подача конструкций в проектное положение; выверка; закрепление конструкций.

4 Требования к качеству работ

Таблица 3.1- Контроль качества

| Наименование процессов, подлежащих контролю | Предмет контроля | Способ контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества |
|---|---|-----------------|---------------|--|
| Приемка арматуры | комплектность и физическое состояние опалубки количество и класс арматуры | визуальный | мастер | сверка с комплектновочными ведомостями Опалубка должна обладать прочностью, жесткостью, неизменяемостью формы и устойчивостью в рабочем положении, а также в условиях монтажа и транспортирования. Доски опалубки должны иметь ширину не более 150 мм. Влажность древесины, применяемой для палубы, должна быть не более 18%, для поддерживающих элем |
| | | визуальный | мастер | |
| Продолжение таблицы 3.1 | | | | |

| Наименование | Предмет контроля | Способ контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества |
|-------------------------|---|---------------------------|--|---|
| Приемка арматуры | качество арматурных изделий качество подготовки и отметки несущего основания | визуальный, измерительный | работники службы качества, мастер (прораб) | паспорт с указанием производителя, класса арматуры, диаметра стержней, марки стали и прочностных характеристик; сертификат |
| | | | | соответствие товарной накладной и требованиям проекта |
| | | | | кромки плоских элементов закладных деталей не должны иметь заусенцев, завалов и шероховатостей, превышающих 2 мм. На элементах арматурных изделий и закладных деталей не должно быть отслаивающихся ржавчины и окалины, а также следов масла, битума и других загрязнений. При необходимости проводят требуемые замеры и отбор проб на испытания. |
| | | | | отклонения не более ± 5 мм |
| Установка арматуры | правильность установки и надежность закрепления арматуры, опалубки, поддерживающих лесов, креплений и подмостей | технический осмотр | мастер (прораб) | Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкции не более: колонн - 5,0 м; стен - 4,5 м |
| | готовность всех механизмов и приспособлений, обеспечивающих производство бетонных работ | | | Поверхность рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси с перерывами, должна быть перпендикулярна оси бетонируемых колонн и балок, поверхности плит и стен |
| | чистоту основания или состояние ранее уложенного слоя бетона и внутренней поверхности опалубки | визуальный | | горизонтальные и наклонные бетонные поверхности рабочих швов должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега, льда, цементной пленки, очищенные поверхности должны быть промыты водой и просушены струей воздуха. |
| Продолжение таблицы 3.1 | | | | |

| Наименование | Предмет контроля | Способ контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества | Техни |
|-----------------|---|---|--|---|-------|
| Приемка бетона | выносу проектной отметки верха бетонирования на внутренней поверхности опалубки | измерительный | | Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть на 50-70 мм ниже верха щитов опалубки. | |
| | наличие документа о качестве бетонной смеси | лабораторный (до укладки в конструкцию) | мастер (прораб), инженер лабораторного поста | Проверить наличие паспорта и сертификата на бетонную смесь. По паспорту установить производителя, класс и марку бетона в проектном возрасте, коэф. вариации, вид бетонной смеси, номер состава, время изготовления смеси, крупность заполнителя, марку по подвижности, температуру, наличие добавок. | |
| | изготовление контрольных образцов | | | Согласно ГОСТ 10180-90. | |
| | наличие признаков расслоения. Определение подвижности и фракционного состава | | | Путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии признаков расслоения бетонной смеси, в наличии в бетонной смеси требуемых фракций крупного заполнителя. Произвести контрольную проверку в соответствии с ГОСТ 10181-2002. | |
| Сборка опалубки | соблюдение геометрических размеров и положения плоскостей опалубки | технический осмотр | мастер (прораб) | Отклонения от проектных при установке щитов размером: 300 мм - ± 1.8 мм 400-500 мм - ± 2.0 мм 500-630 мм - ± 2.2 мм 630-800 мм - ± 2.5 мм 800-1000 мм - ± 2.8 мм 1200 мм - ± 3.3 мм Прогиб собранной опалубки: вертикальных поверхностей - 1/400 пролета; перекрытий - 1/500 пролета. Перепады поверхностей на стыках частей опалубки не должны превышать: предназначенных под окраску - 2 мм; предназначенных под оклейку обоями - 1 мм. От совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении опалубки с установочными ориентирами (рисками геометрических осей или граней, рисками разбивочных осей) - ±5 мм; плоскости панели опалубки в верхнем сечении от вертикали - ±8 мм; люфт шарниров опалубки - 1 мм | |

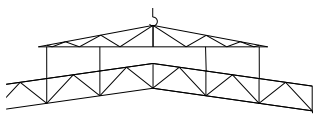
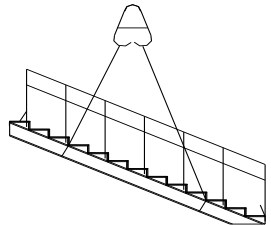
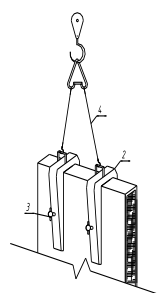
| Продолжение таблицы 3.1 | | | | |
|----------------------------|---|--------------------------------------|--|---|
| Наименование | Предмет контроля | Способ контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества |
| Сборка арматурного каркаса | порядок сборки элементов арматурного каркаса, качество выполнения узлов | технический осмотр | мастер (прораб) | При армировании конструкций отдельными стержнями, установленными внахлестку, длина нахлестки определяется проектом. Соединения стержней следует производить: стыковые - внахлестку; крестообразные - вязкой отоженной проволокой. Допускается применение специальных соединительных элементов (пластмассовые и проволочные фиксаторы) |
| | точность установки арматурных изделий в плане и по высоте, надежность их фиксации | | | Отклонения расстояния между отдельно установленными рабочими стержнями для колонн и балок ± 10 мм; плит и стен фундаментов ± 20 мм; массивных конструкций ± 30 мм. Отклонения расстояния между рядами арматуры для плит и балок толщин до 1 м ± 10 мм; -конструкций толщиной более 1 м - ± 20 мм |
| | величину защитного слоя бетона | | | При толщине защитного слоя св. 20 мм и размеры поперечного сечения конструкции св. 300 мм отклонения +15; -5 мм |
| | | Способ контроля | мастер (прораб) Ответственный | Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкции не более: колонн - 5,0 м; стен - 4,5 м |
| Предмет контроля | фактическую прочность бетона и сроки распалубки | Технические критерии оценки качества | | |
| | температурно-влажностный режим твердения бетона | измерительный | мастер (прораб), инженер лабораторного поста | Мероприятия по уходу за бетоном, контроль за их выполнением и сроки распалубки установлены в ТК. |
| | фактическую прочность бетона и сроки распалубки | | | Минимальная прочность бетона, незагруженных монолитных конструкций при распалубке поверхностей: вертикальных из условия сохранения формы незагруженных - 0,2-0,3МПа; загруженных - по проекту или ТК; продолжении бетонирования - 1,5 МПа |
| | | | | |

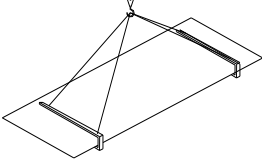
| Продолжение таблицы 3.1 | | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
| Наименование | Предмет контроля | Способ контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества |
| | надежность крепления и плотность сопряжения щитов опалубки между собой и с ранее изготовленным и конструкциям | | | Поверхность рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси с перерывами, должна быть перпендикулярна оси бетонируемых колонн и балок, поверхности плит и стен |
| Приемка арматурного каркаса | соответствие положения установленных арматурных изделий проектному | визуальный, измерительный | работник службы качества, мастер (прораб), представитель заказчика | Путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии признаков расслоения бетонной смеси, в наличии в бетонной смеси требуемых фракций крупного заполнителя. Произвести контрольную проверку в соответствии с ГОСТ 10181-2002. |
| | величину защитного слоя бетона | | | |
| | надежность фиксации арматурных изделий в опалубке | технический осмотр всех элементов | | Путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии признаков расслоения бетонной смеси, в наличии в бетонной смеси требуемых фракций крупного заполнителя. Произвести контрольную проверку в соответствии с ГОСТ 10181-2002. |
| Приемка конструкции | фактическую прочность бетона | лабораторный | | Мероприятия по уходу за бетоном, контроль за их выполнением и сроки распалубки установлены в ТК. |
| | качество поверхности конструкций геометрические ее размеры, соответствие проектному положению всей конструкции, а также отверстий, каналов, проемов, закладных деталей | технический осмотр, измерительный | работник службы качества, мастер (прораб, представитель заказчика) | Отклонения линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкции: - стен, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия, - 15 мм; - местных неровностей поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей, - 5 мм; - горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка - 20 мм; - длины - 20 мм; - размера поперечного сечения - +6 мм, -3 мм; - отметок поверхностей и закладных изделий, служащих опорами - 5 мм. Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей - 3 мм. |

3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность в инструментах, инвентаре, приспособлениях определена исходя из анализа трудовых процессов по рабочим чертежам, смете, а так же на основании общих производственных норм расхода материалов в строительстве.

Таблица 3.2- Потребность в материально-технических ресурсах

| Наименование сборного элемента | Масса элемента | Наименование монтажного приспособления | Характеристика грузозахватных приспособлений | | | Эскиз |
|--------------------------------|----------------|--|--|----------|------------------|---|
| | | | Грузоподъемность, | Масса, т | Расчетная высота | |
| 1. Фермы | 2,13 | Траверса универсальная. Строп ВК-4/5000, автоматический захват | 12 | 1,326 | 3,90 |  |
| 2 Лестница | 0,562 | 4-х ветвевой строп 4СК5/4000 +вилочные захваты | 5 | 0,277 | 4 |  |
| 3. Стеновые панели | 0,3 | Строп 2-х ветвевой 2СТ-2,5/2000 вилочные захваты | 2,5 | 0,254 | 2,0 |  |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|---|---|-------|-----|---|
| 4. Карта покрытия | 1,37 | 4-х ветвевой строп 4СК5/12000 +вилочные захваты | 5 | 0,304 | 8,5 |  |
|-------------------------|------|---|---|-------|-----|---|

3.6 Охрана труда

При строительстве здания рабочие места исполнителей работ перемещаются вместе с технологическим процессом, а основной объем работ выполняется на открытом воздухе, на высоте, под воздействием атмосферных осадков, перепадов температур и т.д. Это означает, что процесс труда протекает в условиях повышенной опасности.

Количество травм на строительно-монтажных работах составляет около 34% общего количества несчастных случаев в строительстве. Основные причины травматизма - падение людей с высоты, падение монтируемых конструкций и перемещаемых грузов на людей (достигает 70 - 75% от случаев травматизма при выполнении СМР). Каждый четвертый - пятый случай падения заканчивается летальным исходом, в остальных случаях - с различной степенью тяжести. Поэтому в данном разделе основное внимание уделено разработке предложений и конкретных рекомендаций по производству монтажных работ конструкций из сборного железобетона.

Требования к безопасной организации монтажных работ на высоте в ППР.

К работам на высоте относятся работы, при выполнении которых работник находится на расстоянии менее 2 м от неогражденных перепадов по высоте 1,3 м и более.

Основным опасным производственным фактором при работе на высоте является расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли, связанное с этим возможное падение работника или падение предметов на работника.

Таблица 3.3 - Расстояние отлета грузов, в зависимости от высоты падения

| Высота возможного падения груза(предмета), м | Минимальное расстояние отлета перемещаемого (падающего) груза (предмета), м | |
|--|---|---|
| | перемещаемого краном груза в случае его падения | предметов в случае их падения со здания |
| До 10 | 4 | 3,5 |
| До 20 | 7 | 5 |

Работы по эксплуатации грузоподъемных кранов следует выполнять, используя указания ПБ 10-382-00 "Правила устройства и эксплуатации грузоподъемных кранов". [6]

Горизонтальная и вертикальная привязка крана выполняется с учетом высоты подъема и рабочего вылета стрелы с грузом. Вертикальная привязка заключается в такой установке крана, чтобы при работе расстояния от поворотной части, стрелы и груза до строений, выступающих частей сооружений, зданий, штабелей строительных конструкций, других предметов не были бы менее допустимых, регламентированных правилами безопасной эксплуатации кранов и одновременно удовлетворяли процессу монтажа. Горизонтальная привязка состоит в определении стоянок кранов с учетом допустимого приближения к максимально выступающим частям зданий. При этом устанавливается опасная зона, в пределах которой постоянно действуют или имеются потенциально опасные производственные факторы, связанные с возможным падением груза. Опасная зона выделяется сигнальными ограждениями, соответствующими знаками.

Кран должен устанавливаться так, чтобы исключалось подтаскивание грузов при наклонном положении грузовых канатов. Такой прием может вызвать деформацию или излом стрелы, реборды блока установленного на оголовке стрелы, или нарушение устойчивости кран

Строповку элементов конструкций надо производить так, чтобы они подавались к месту установки в положении, максимально близком к проектному. Надежность закрепления захватных устройств должна контролироваться.

Во время опускания стропов для зацепления монтажного элемента такелажникам запрещается находиться под стропами и ловить их руками. а.

Не следует менять вылет стрелы крана в процессе подъема монтируемого элемента, а также во время перемещения его к месту установки и во время монтажа (установки) в проектное положение. При изменении вылета стрелы крана с грузом возможны некоторые рывки, что создает определенную динамическую нагрузку, это следует учитывать при выборе стропов и не следует их назначать по предельно допустимой нагрузке.

Во всех возможных случаях следует применять в стропях полуавтоматические замки, обеспечивающие возможность расстроповки с земли. При этом исключается технологический процесс подъема рабочих на устанавливаемые конструкции, при выполнении которого отмечены случаи нарушения правил по технике безопасности (поспешное и недостаточно прочное закрепление переставных лестниц и др.).

Такелажник всегда должен находиться со стороны, противоположной направлению подачи стропов к месту их использования. Принимать стропы можно только после опускания монтажного элемента над местом его установки не более чем на 30 см выше проектного положения.

На монтажной площадке должен быть установлен порядок обмена условными сигналами между лицом, руководящим подъемом, и машинистом. Все сигналы подает только один человек: бригадир, звеньевой или такелажник. Сигнал «стоп — аварийный» может подать любой работник, заметивший опасность.

Безопасность при монтаже балок. Опыт монтажа конструкций показывает, что иногда конструктивные элементы поступают на площадку с

различными заводскими дефектами. В металлических конструкциях чаще всего встречаются дефекты в виде местных или общих деформаций узлов соединения или элемента в целом, несоблюдение проектных размеров между отверстиями под болты в элементах, проектных сварных швов в узлах, соединения

Указанные дефекты, если они не устраняются на земле до подъема конструкции на высоту, вызывают затем необходимость выполнения дополнительных, сложных и опасных верхолазных работ, так как их приходится устранять в процессе выверки и проектного закрепления конструкции на высоте. Это нередко приводит к падению работающих. Поэтому перед началом монтажа конструкцию тщательно осматривают визуально, геометрические ее размеры проверяют и выявленные дефекты устраняют на земле на местах их складирования или непосредственного монтажа. Для правки металлических конструкций применяют клинья, домкраты, кувалды, рычаги и т. п. В зависимости от характера и величины деформации применяют холодную или горячую правку.

После устранения дефектов конструкцию укрупняют, очищают от ржавчины, восстанавливают поврежденную окраску и затем на опорных деталях наносят необходимые установочные риски.

Перед началом подъема проверяют правильность и надежность строповки конструкции. Траверы и тросовые захваты следует снабдить полуавтоматическими замками.

Подъем конструкции необходимо производить плавно, без рывков. Элементы и конструкции во время их перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения оттяжками из пенькового каната или тонкого гибкого троса. При перемещении элементов, устанавливаемых в горизонтальное или наклонное положение, следует применять две оттяжки, прикрепляемые к их концам.

В безопасный монтажный процесс по установке и закреплению балок

включаются в обязательном порядке следующие технологические операции:

- проверка размеров;
- подготовка крана к монтажу и установка его в рабочее положение;
- установка навесных лестниц и площадок, подвесных люлек;
- подготовка поверхностей для опирания балок;
- крепление распорок и оттяжек;
- строповка;
- подъем и подача к месту установки;
- установка балки;
- выверка балки и крепление узлов;
- расстроповка, снятие оттяжек;
- заключительные операции.

3.7 Техничко-экономические показатели

Планируемые затраты труда на весь объем работ -83,2 чел/час

Планируемые затраты труда на 1 т - 2,7 чел/час.

Выработка на одного рабочего в смену- 3,8тн

Продолжительность выполнения работ- 3 Д

4 Организация и планирование строительства

4.1 Характеристика объекта

Здание крытого катка представляет собой многофункциональное двухэтажное сооружение. Место строительства: г. Ирбит Свердловской области. Крытый каток имеет 2 ледовых площадки для хоккея с шайбой. Размеры 60×30 м и 30×15 м. Для создания качественного ледового покрытия применяется специальная льдоуборочная техника - льдоуборочные комбайны. Для их хранения и ремонта предусмотрено специальное помещение. В здании запроектированы трибуны для зрителей вместимостью 405 зрительских мест. Скамьи для сидения зрителей разделяются поперечными проходами для того, чтобы обеспечить двухстороннюю эвакуацию зрителей. Между поперечными проходами в каждом ряду находится примерно 75 мест. Поперечный уклон трибун составляет 1:1,5. Перед первым рядом имеется барьер высотой 0,8м.

Здание крытого катка оборудовано системами теплоснабжения, вентиляции, отопления, хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения, установкой автоматического водяного спринклерного пожаротушения, связанного с внутренним противопожарным водопроводом, канализацией, электроосвещением, телефонной сетью, пожарной и охранной сигнализацией и видеонаблюдением.

- 1) Общая площадь территории - 16 га
- 2) Площадь застройки - 2 га
- 3) Плотность застройки - 18.4%
- 4) Площадь озеленения - 4.17 га
- 5) Коэффициент озеленения - 0.38
- 6) Площадь асфальт. покрытий - 0.89га
- 7) Длина автомобильных дорог - 1.05км

4.2 Определение объёмов работ

Объемы работ определяют по рабочим чертежам. При возведении зданий необходимо выполнять земляные работы, это:

- разработка траншей и котлованов,
- погрузка его в транспортные средства,
- перемещение грунта,
- зачистка основания,
- разравнивание грунта,
- уплотнение грунта,
- планировка площадей.

Таблица 4.1- Объем работ

| | Наименование работ | объемы работ | |
|----|--|--------------|--------|
| | | Ед. изм. | Кол-во |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Срезка растительного слоя | 1000м2 | 3.4 |
| 2 | Разработка котлована с перемещением в трансп. средства | 100м3 | 58.5 |
| 3 | Предварительная планировка дна котлована | 1000м2 | 2.8 |
| 4 | Окончательная планировка дна котлована | 1000м2 | 2.8 |
| 5 | Монтаж свайного фундамента | 1шт | 183 |
| 6 | Срубка оголовков свай | 1шт | 183 |
| 7 | Установка опалубки фундаментов | 1м2 | 1585 |
| 8 | Установка и вязка арматуры отдельными стержнями | 1т | 28.5 |
| 9 | Подача бетонной смеси в конструкции | 100м3 | 4.2 |
| 10 | Укладка бетонной смеси в конструкции | 1м3. | 420 |
| 11 | Разборка опалубки фундаментов | 1м2 | 1585 |
| 12 | Оклеечная гидроизоляция | 100м2 | 18.9 |
| 13 | Обратная засыпка пазух котлована | 100м3 | 45.9 |
| 14 | Установка опалубки колонн | 1м2 | 1154 |
| 15 | Установка и вязка арматуры колонн отдельными стержнями | 1т | 20.1 |
| 16 | Подача бетонной смеси к месту укладки в колонны автобетононасос. | 100м3 | 2.09 |
| 17 | Укладка бетонной смеси в колонны | 1м3 | 209 |
| 18 | Разборка опалубки колонн | 1м2 | 1154 |

| Продолжение таблицы 4.1 | | | |
|-------------------------|---|----------|--------|
| | Наименование работ | Ед. изм. | Кол-во |
| 19 | Установка опалубки перекрытия | 1м2 | 2807 |
| 20 | Укладка арматурной сетки методом раскатки рулона (перекрытие) | 1т | 55.8 |
| 21 | Подача бетонной смеси к месту укладки автобетононасосами | 100м3 | 5.61 |
| 22 | Укладка бетонной смеси в конструкцию перекрытия | 1м3 | 561 |
| 23 | Разборка опалубки перекрытия | 1м2 | 2807 |
| 24 | Установка опалубки лестниц | 1м2 | 254 |
| 25 | Установка арматур-ных сеток и каркасов вертика. (до 0.6т) | 1сетка | 72 |
| 26 | Подача бетонной смеси к месту укладки автобетононасосами | 100м3 | 0.26 |
| 27 | Укладка бетонной смеси в конструкцию | 1м3 | 25.9 |
| 28 | Разборка опалубки лестниц | 1м2 | 254 |
| 29 | Установка лестничных ограждений | 1м | 44.3 |
| 30 | Укрупнительная сборка стропильных ферм | шт. | 24 |
| 31 | Установка болтов | 100шт. | 3.36 |
| 32 | Монтаж стропильных ферм | шт. | 12 |
| 33 | Монтаж горизонтальных связей | шт. | 84 |
| 34 | Монтаж вертикальных связей | шт. | 36 |
| 35 | Комплектовка комбинированных заклепок | 100шт | 316 |
| 36 | Сверление отверстий под заклепки | 100шт | 316 |
| 37 | Установка заклепок | 100шт | 316 |
| 38 | Комплектовка самонарезающихся винтов | 100шт | 507 |
| 39 | Сверление отверстий под винты | 100шт | 507 |
| 41 | Установка винтов | 100шт | 2027 |
| 42 | Установка нащельников | 1м | #### |
| 43 | Раскладка листов на стенде вручную | 100м2 | 449 |
| 44 | Укрупнительная сборка сэндвич панелей до 30м2 | шт | 1480 |
| 45 | Установка сэндвич панелей | 1шт | 148 |
| 46 | Подача раствора в ящиках до 2м3 | м3 | 7230 |
| 47 | Подача кирпича в пачках до 500 шт. | 1000шт | 30 |
| 48 | Монтаж перемычек до 0.5т | 1 проем | 66 |
| 49 | Устройство пароизоляции | 100м2 | 42.3 |
| 50 | Устройство утеплителя из минераловатных плит | 100м2 | 42.3 |
| 51 | Устройство кровли из полимерной мембраны "Алкорплан" | 100м2 | 42.3 |
| 52 | Установка дверных коробок площ. до 2 м2 | 100м2 | 0.83 |
| 53 | Штукатурка стен высококачественная | 100м2 | 69.1 |
| 54 | Нанесение набрызга растворомасосом | 100м2 | 69.1 |
| 55 | Нанесение грунта растворомасосом | 100м2 | 69.1 |
| 56 | Затирка поверхности разделкой углов | 100м2 | 69.1 |

| Продолжение таблицы 4.1 | | | |
|-------------------------|---|----------|-----------|
| Наименование работ | | Ед. изм. | Кол-во |
| 57 | Окраска стен электрокраскопультот | 100м2 | 29.3 |
| 58 | Оклеивание стен обоями и пленками | 100м2 | 39.8 |
| 59 | Оклеечная гидроизоляция полов | 100м2 | 32.4 |
| 60 | Устройство щебеночного основания | 100м2 | 448 |
| 61 | Устройство бетонного подстилающего слоя | 100м2 | 448 |
| 63 | Устройство стяжки керамзитобетоном | 100м2 | 8.77 |
| 63 | Устройство полов керамических плиток | 1м2 | 716 |
| 64 | Покрытие полов линолеумом насухо | 1м2 | 564 |
| 65 | Устройство деревянных полов | 1м2 | 1596 |
| 66 | Водоснабжение | | 264.66533 |
| 67 | Канализация | | 176.44355 |
| 68 | Отопление | | 352.8871 |
| 69 | Вентиляция | | 308.77621 |
| 70 | Электромонтаж | | 352.8871 |
| 71 | Монтаж слаботочных устройств | | 88.221776 |
| 72 | Монтаж техн. оборудования | | 352.8871 |
| 73 | Неучтенные работы | | 220.55444 |
| 74 | Благоустройство | | 213.50358 |
| Итого | | | 6809.90 |

Определение потребности в строительных конструкциях происходит на основании ведомости объемов работ и производственных норм расходов строительных материалов.

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

Производство земляных работ и работ по сооружению фундаментов ведется по двухзахватной схеме. Срезку и планировку грунта планируется производить бульдозером ДЗ-117.

Разработку грунта выполнить экскаватором ЭО--4121А.

Устройство временных дорог и устройство надземной частей здания выполняются краном МКТ-100. Забивка свай ведется копром КН-2.

Бетонирование монолитных конструкций производится

автобетононасосом АБН75/21. Для монтажа конструкций основным механизмом является кран.

4.4 Выбор и размещение монтажного крана МКТ-100

Высота здания составляет 21 м, поэтому для строительства здания (трибун, конструкций) наиболее рационально применять монтажный кран. Для того, чтобы выбрать монтажный кран необходимо рассмотреть следующие параметры:

- высоту подъёма крюка,
- грузоподъёмность,
- вылет крюка.

Высота подъёма крюка:

$$H_{кр} = h_{зд} + h_3 + h_к + h_с = 12,6 + 1,0 + 3,15 + 5,3 = 22,05 \text{ м}; \quad (4.1)$$

где $h_{зд} = 12,6 \text{ м}$ – высота от уровня стоянки крана до наивысшей монтажной отметки;

Вылет крюка

$$L_{кр} = d + \text{взд} = 4,8 + 36 = 40,8 \text{ м}; \quad (4.2)$$

где d – расстояние от оси вращения крана до здания = 4,8 м;

взд – ширина здания = 18 м ;

$$d = R_{п} + 1 \text{ м} = 3,8 + 1 = 4,8 \text{ м};$$

Рассматриваем монтажный кран МКТ-100, Данный кран имеет следующие характеристики:

- грузоподъёмность: 100 т;
- длина стрелы 22-50м;

- вылет: 12-40м;
- высота подъёма: 43.9-15.9м;
- база и колея – 6,0м.

Для стреловых кранов, оборудованных устройством для удержания стрелы, опасная зона работы определяется по формуле:

$$R_{оп} = R_{max} + L_{max} + B/2 + r = 25 + 18 + 0.3/2 + 2 = 45,35\text{м}, \quad (4.3)$$

где: R – радиус рассеивания груза при падении с крана,
 наибольшая длина монтируемой конструкции,
 B – ширина монтируемой конструкции.

Таблица 4.3- Машины, механизмы оборудования для производства работ

| Наименование состав машин, | Тип, марка | Техническая характеристика | Назначение | Кол-во, шт. |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---|-------------|
| Бульдозер | ДЗ-18 (Д-493А) | Мощность 79кВт(108 л.с.) | Срезка растительного слоя, обратная засыпка | 1 |
| Экскаватор | ЭО-4321 | Объем ковша выбор 0,8 м ³ | Разработка грунта в котловане | 2 |
| Каток | ДУ-29 (Д-624) | Ширина упл. 2,22 м | Уплотнение котлована | 2 |
| Автобетононасос | КСР 42RX-170 | Высота подачи до 40 м | Устройство монолитных конструкций | 2 |
| Автобетоносмеситель | Миксер 58149Z КАМА 3 6520 | Объем смесителя 9 м ³ | Транспортировка бетонной смеси | 4 |

После подбора крана по справочным данным производится выбор других строительных машин механизмов:

- бульдозера,
- экскаватора,
- катка,
- виброустановок,

- сварочной аппаратуры,
- бетоносмесительных растворных установок,
- насосного оборудования т.д.

4.5 Определение трудоемкости машиноемкости работ

Расчет продолжительности работы производится по формуле:

$$T_j = Q_j / N_{зв} \quad (4.4)$$

где: Q_j – затраты труда;

$N_{зв}$ состав звена;

A_j – количество смен рабочем дне;

$$T_j = (74/8) / 4 \cdot 1 = 2,3 \text{ смен}$$

4.6 Разработка календарного плана производства работ

Календарный план - это документ, который определяет интенсивность, последовательность, продолжительность производства работ. Основой составления календарных планов строительства являются ведомости трудоемкости работ. Продолжительность выполнения работы рассчитывается формуле:

$$T = T_p / (п \cdot к) \text{ дни,} \quad (4.5)$$

где T_p – трудозатраты (чел.-дн);

$п$ - количество рабочих звеньев;

$к$ – сменность.

Продолжительность работ округляют в большую сторону с точностью дня.

Календарный план состоит двух частей: расчетной и графической.

Степень достигнутой поточности строительства определяют по формуле:

$$A = R_{\text{ср}}/R_{\text{max}}, \quad (4.6)$$

где $R_{\text{ср}}$ - среднее число рабочих на объекте;

R_{max} -максимальное число рабочих на объекте.

$$R_{\text{ср}} = \sum T_{\text{р}} / (T_{\text{общ}} \cdot k), \text{ чел}, \quad (4.7)$$

где $\sum T_{\text{р}}$ -суммарная трудоемкость работ:

$T_{\text{общ}}$ – общий срок строительства по графику:

k - преобладающая сменность.

Необходимо: $0,5 < \alpha < 1$;

Степень поточности строительства :

$$\beta = T_{\text{уст}}:T_{\text{общ}} \quad (4.8)$$

где $T_{\text{уст}}$ – период установившегося потока.

4.7 Расчет и проектирование строительного генерального плана

4.7.1 Подбор временных зданий

Количество временных зданий сооружений должно быть определено нормами расчета на временное строительное производство. Временные здания являются инвентарными. Площади временных зданий рассчитываются по максимальной численности рабочих по календарному плану. Численность рабочих рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{ИТР}} + N_{\text{МОП}}), \quad (4.9)$$

где: - $N_{\text{общ}}$ - общая численность работающих на строительной площадке;

$N_{\text{раб}}$ - численность рабочих, принимаемая по графику движения рабочих календарного плана;

$N_{\text{ИТР}}$ - численность инженерно-технических работников (ИТР);

$N_{\text{МОП}}$ - численность младшего обслуживающего персонала (МОП) охраны.

Основанием для выбора временных зданий являются:

- продолжительность строительства объекта;
- численность работающих.

Объем инвентарных зданий должен быть минимальным и должен полностью обеспечивать нормальные производственные бытовые условия рабочих. Расчет численности производится для:

- прорабской: $N \times (N_{\text{итр.}} + N_{\text{моп}}) = 7$;
- помещений санитарно-бытового назначения;
- гардеробной $N = N_{\text{max}}$

$$N = 0,7 \times N_{\text{max}} + 0,8 (N_{\text{итр.}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{служ}}) = 114$$

Таблица 4.4- Выбор инвентарных зданий

| | Наименования инвентарных зданий | Численность персонала | Норма на 1-го работ чел | | Расчетная площадь, м2 |
|----|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | Ед. этого изм | Величина показателя | |
| 1 | Прорабская | 7 | м2 | 4 | 28 |
| 2 | Проходная-диспетчерская | 2 | м2 | 5 | 10 |
| 3 | Медицинская комната | 1 | м2 | 12 | 12 |
| 4 | Гардеробная | 114 | м2 | 0,6 | 68,4 |
| 5 | Помещение для обогрева рабочих | 114 | м2 | 0,1 | 11,4 |
| 6 | Помещение для сушки о одежды | 114 | м2 | 0,2 | 22,8 |
| 7 | Душевая | 114 | Чел./8 | 3 | 43 |
| 8 | Умывальная | 114 | Чел./7 | 1,5 | 24 |
| 9 | Туалет | 114 | Чел/15 | 3 | 23 |
| 10 | Буфет | 114 | Чел/4 | 1 | 29 |

Таблица 4.5 - Экспликация временных зданий

| Наименования инвентарных зданий | Расчетная площадь, м ² | Размеры в плане, м | Кол-во зданий, шт. | Принятая площадь, м ² | Конструктивная характеристика |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Проходная-диспетчерская | 10 | 5×2 | 2 | 20 | Контейнерная |
| Прорабская на 7 рабочих мест | 28 | 6,0×6,9 | 1 | 37,7 | Контейнерная |
| Медицинская комната | 12 | 3,1×7,4 | 1 | 20,7 | Контейнерная |
| Гардеробная на 24 человека | 86 | 3,1×10,6 | 6 | 32,8×6=196 | Контейнерная |
| Душевая на 5 сеток | 43 | 3,0×9,0 | 3 | 27×3=81 | Контейнерные |
| Для обогрева и сушки | 50 | 2,7×9,0 | 2 | 22×2=44 | Передвижная |
| Туалет 23 | - | 1,2×1,7 | 7 | 1,5×7=10,5 | Контейнерная |
| Буфет 13 | - | 2,3×10,2 | 2 | 21,5×2=43 | Контейнерная |
| Итого: | | | | 442,8 | |

4.8.2 Расчет площадей складов

При расчете складов необходимо учитывать условия снабжения строительства материалами и принятые методы монтажа конструкций.

Последовательность расчета складских площадей.

- 1) Определить среднесуточную потребность в материалах:

$$Q/t$$

где Q - количество материала, необходимого для выполнения объема работ;

t - продолжительность выполнения работ согласно плану, дн.

- 2) Определить величину производственных запасов материалов:

$$Q_p = Q_{сут} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.10)$$

где k₁ – коэффициент неравномерности потребления материалов = 1,2;

k₂ - коэффициент неравномерности поступления материалов на

склад = 1,3;

n – норма запаса материала на складе, дн.

3) Определить полезную площадь складов без проходов и проездов:

$$S = Qp / q, \quad (4.11)$$

где q – норма складирования материала на 1 м² площади склада.

4) Определить полную расчетную площадь склада:

$$S_{расч} = S_{пол} / k_3, \quad (4.12)$$

где k₃ – коэффициент использования площади склада:

- для закрытых складов 0,6 – 0,7;
- для навесов 0,5 – 0,6 ;
- для открытых площадок: для лесоматериала 0,4 – 0,5;
- для металлов 0,5 – 0,6;
- для наружных строительных материалов 0,6 – 0,7;
- для хранения в штабелях: 0,4 – 0,6;

Общая площадь складирования - 782,2 м².

| Материалы и изделия, хранящиеся на складе | Ед. изм. | Потребность в материалах | | k1i | k2i | Запас материалов | | Норма хранения на 1м ² площади с, q | Полезная площадь Спол., м ² | k3 | Расчетн. площадь склада, |
|---|----------------|--------------------------|------------------|-----|-----|------------------|--------------------|--|--|-----|--------------------------|
| | | общая | средне-суточ. Qс | | | | расчетный запас Qр | | | | |
| Кирпич в пакетах на поддонах | тыс. шт. | 117 | 1,9 | 1,2 | 1,1 | 2 | 5,0 | 0,7 | 7,0 | 0,8 | 8,8 |
| Лестничные площадки, марши | м ³ | 66 | 2,0 | 1,2 | 1,1 | 2 | 5,3 | 0,5 | 10,6 | 0,7 | норма запаса д |
| Опалубка | м ² | 19229 | 274,0 | 1,2 | 1,1 | 2 | 723,3 | 10 | 72,3 | 0,6 | 120,5 |
| Переплеты оконные | м ² | 1302 | 62,0 | 1,2 | 1,1 | 2 | 163,7 | 45 | 3,6 | 0,5 | 7,2 |
| Полотна дверные | м ² | 1030 | 49,0 | 1,2 | 1,1 | 2 | 129,4 | 40 | 3,2 | 0,5 | 6,4 |
| Щебень, гравий, песок | м ³ | 1890 | 59,0 | 1,2 | 1,1 | 2 | 155,8 | 0,5 | 311,6 | 0,7 | 442,0 |
| Утеплитель | м ² | 4820 | 141, | 1,2 | 1,1 | 2 | 372,2 | 4 | 93,6 | 0,8 | 109 |
| Итого: | | | | | | | | | | | 709,0 |
| Краска, химикаты, спецодежда | - | - | - | 1,2 | 1,1 | 2 | - | - | - | 0,6 | 19,1 |
| Инструмент, г возди, строит. инвентарь | - | - | - | -- | - | - | - | - | - | 1,2 | 12 |
| Битумные мастики | - | - | - | - | | -- | - | - | - | 0,4 | 20 |
| Подъемно-трансп. и технолч.оборуд-е | - | - | - | - | - | - | --- | --- | - | 0,5 | 15 |

4.8.3 Расчет сетей водопотребления, водоотведения

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно - бытовые нужды, а также на случай тушения пожара.

Источниками обеспечения строительной площадки водой являются городские сети. Диаметр временной напорной водопроводной сети определяется по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{Q_{\text{обш}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} \quad (4.13)$$

где Q - суммарный расход воды (л/с), определяемый по группам
 1000 - коэффициент перехода от л к м;
 v - скорость движения воды по трубам = 1,5 м/с).

$$D = \sqrt[2]{(17 \times 1000) / (3,14 \times 1,5)} = 60 \text{ мм}$$

Полученные значения должны быть округлены до ближайшего диаметра по стандарту. Временные сети водопроводов устраиваются из стальных труб диаметром 60 мм. Принимаем диаметр труб 60 мм. Суммарный расход воды Q_1 на производственные нужды определяется формулой

$$Q_1 = K_1 \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_1^1}{t_1 \cdot 3600} \quad (4.14)$$

где q_1 – удельный расход воды на производственные нужды, л;

n_1 – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

K_1 – коэффициент на неучтенный расход воды (равен 1,2);

K_1^1 – коэффициент часовой неравномерности потребления воды = 1,5;

t_1 – здание число емкость часов в гладкий смену.

$$Q_1 = 1,2(872,5 \times 7 \times 1,5) / (8 \times 3600) = 1,2 \times 0,32 = 0,38 \text{ л/с}$$

Хозяйственно-бытовые нужды связаны с обеспечением водой рабочих служащих во время работы (работа столовых, душевых и умывален). Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$Q_2 = (q_2 \times n_2 K_2 (t_2 \times 3600) + q_2^1 \times n_2^1) / (t_2 \times 60)$$

где q_2 – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, л;

n_2 – число рабочих в наиболее загруженную смену;

K_2 – коэффициент часовой неравномерности потребления воды (равен 1,5);

q_2^1 – расход воды на прием душа одного работающего, л;

n_2^1 – число рабочих, пользующихся душем (40 %);

t_2 – продолжительность использования душевой установки = 45 мин.

$$Q_2 (20 \times 114) \times 3600) \times \times 60) =$$

$$(2280 / 28800) + (1380 / 2700) = 0,079 + 0,51 = 0,589 \text{ л/с}$$

Расход воды для наружного пожаротушения принимается из расчета трехчасовой продолжительности тушения одного пожара и обеспечения расчетного расхода воды на эти цели при пиковом расходе воды на производственные и хозяйственно-бытовые нужды (кроме расхода воды на прием душа и поливку территории). Показатели расхода воды для тушения пожара на строительной площадке через гидранты приведены в табл. 15.

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

Общий расчетный расход воды:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}} = 0,38 + 0,59 + 16,0 = 16,97 \quad (4.15)$$

Таблица 4.7- Расчет потребности во временном водоснабжении

| Виды потребления цветной воды | Ед. изм. | Кол-во | Удельный расход воды q, л | Коэф-т неравномерности потребления k2 | Прод-ть потребления воды смену, ч | Расход воды, л/с |
|-----------------------------------|-----------|--------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Производственные нужды | | | | | | |
| Работа экскаватора | маш-ч | 8 | 15 | 1,5 | 8 | 0,01 |
| Поливка бетона в лет. время | 1м3 | 27,8 | 280 | 1,5 | 8 | 0,40 |
| Приготовление раствора | 1м3 | 16 | 250 | 1,5 | 8 | 0,21 |
| Мойка автомашин | 1 маш\сут | 4 | 300 | 1,5 | 8 | 0,06 |
| Штукатурные работы | 1м2 | 363,4 | 7 | 1,5 | 8 | 0,13 |
| Малярные работы | 1м2 | 203,77 | 0,5 | 1,5 | 8 | 0,01 |
| Посадка кустов | 1 куст | 20 | 20 | 1,5 | 8 | 0,02 |
| | | 642,97 | 872,5 | | Σ= | 0,83 |
| Хозяйственные работы нужды | | | | | | |
| Хоз.- питьевые нужды | чел. | 114 | 20 | 1,5 | 8 | 0,2 |
| Душ. слоя установки | чел. | 46 | 30 | 1,5 | 0,75 | 0,77 |
| | | | | | Σ= | 0,97 |
| Итого: Σ= 2,35 | | | | | | |
| Противопожарные цели | | | | | | |
| Строительная площадка | га | 1,6 | 16 | 1 | 1 | 16,00 |
| | | | | | Σ= | 16,00 |
| Итого: | | | | | | 16,00 |

Для отвода ливневых и условно чистых производственных вод отрываются открытые водостоки. На строительстве применяются канализованные инвентарные теплые санузлы передвижного типа, располагают их около колодца. К санузлу подводят временный водопровод и электричество. При значительном количестве сточных вод, требующих очистки, необходимо устраивать септики. Временные канализационные сети выполняют из ПВХ труб диаметром 110 мм. В канализационные сети уходят только стоки из душевых установок и туалетов их количество составляет – 0,77 л/с.

4.8.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

Электроснабжение осуществляется от дизель-генераторной установки (ДГУ) мощностью 380кВА на базе двигателя Perkin. Электроснабжение оборудовано кабельной линией 0,4 кВ, выполненной двумя кабелями марки АВББШв-1 (4×150), проложенными на глубине 0,7 м. Распределение электроэнергии по строительной площадке осуществляется равномерно воздушной линией 0,4кВ, выполненной проводом марки СИП2А, проложенным по опорам. Подключение строительных механизмов осуществляется от строительных щитов ЩСР-1–ЩСР-4. гибкими кабелями типа КГ.

$$P = 1,1(\Sigma P_c + \Sigma P_T + \Sigma P_{ов} + \Sigma P_{он}), \quad (4.16)$$

где 1,1- коэффициент, учитывающий потери в сети;

P_c - силовая мощность шины или установки;

P_T - потребная мощность на технологические нужды;

$P_{ов}$ - потребная мощность, необходимая для внутреннего освещения;

$P_{он}$ - потребная мощность, необходимая для наружного освещения.

$$P = 1,1 (222,63+155,41+99,47+25,86) = 503,37 \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Требуемая мощность трансформатора

$$P_{тр} = P \cdot \text{КМ.Н}$$

где КМ.Н = 0,75 коэффициент совпадения максимумов нагрузок

$$P_{тр} = 503,37 \cdot 0,75 = 377,5 \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Для временного электроснабжения строительной площадки принимаем комплектную трансформаторную подстанцию КТП мощностью 380 кВ·А

Для освещения строительной площадки принимаем прожекторы ПЗМ-35. Для наружного освещения строительной площадки предусматривается установка деревянных опор с приставками по периметру строительной площадки вдоль ограждения.

Освещение площадки осуществляется светильниками ЖКУ16-250-00 с лампами ДНТ мощностью 500 Вт, IP54. Светильники устанавливаются на кронштейнах, устанавливаемых на опорах.

Количество прожекторов находим

$$P \cdot S / P_{\text{л}}$$

Удельная мощность

$$0,25 \cdot E \cdot K = 0,75 \text{ Вт/ м}^2,$$

где E-минимальная расчетная горизонтальная освещенность

строительной площадки $E = 2 \text{ лк}$;

K-коэффициент запаса $= 1,5$;

S-площадь освещаемой территории $S = 16000 \text{ м}^2$;

Мощность лампы прожектора 500 Вт;

$$0,75 \cdot 16000 / 500 = 24 \text{ шт.}$$

Таким образом, для наружного освещения строительной площадки принимаем 24 прожектора

Таблица 4.8- Расчет потребности во временном электроснабжении

| Наименование потребителей | Ед. изм. | Кол-во | Удельная мощность на ед. изм., кВт | Коэф-т спроса кс | Коэф-т мощност и cosφ | Трансформаторная мощность кВт*А |
|-------------------------------|-------------------|--------|------------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Силовая электроэнергия | | | | | | |
| Кран КБМ исп. | Шт. | 2 | 97 | 0,5 | 0,7 | 138 |
| Сварочный аппарат ТДМ-259УЗ | шт. | 2 | 20 | 0,5 | 0,4 | 50,00 |
| Бетононасос | шт. | 1 | 30 | 0,5 | 0,6 | 25,00 |
| Растворонасосы | шт. | 3 | 3 | 0,5 | 0,6 | 7,50 |
| Электротрамбовки | шт. | 2 | 3 | 0,1 | 0,4 | 1,50 |
| Краскопульты | шт. | 5 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 0,63 |
| | | | | | Σ= | 222,63 |
| Технологические нужды | | | | | | |
| Электропрогрев бетона | м3 | 27,34 | 6 | 0,9 | 0,95 | 155,41 |
| | | | | | Σ= | 155,41 |
| Внутреннее освещение | | | | | | |
| Для сушки | м ² | 91,5 | 0,003 | 0,8 | 1 | 0,22 |
| Склады закрытые | м ² | 32 | 0,35 | 0,35 | 1 | 3,92 |
| Навесы | м ² | 748 | 0,35 | 0,35 | 1 | 91,63 |
| | | | | | Σ= | 99,47 |
| Наружное освещение | | | | | | |
| Территория строительства | 100м ² | 1600 | 0,015 | 1 | 1 | 24 |
| Аварийное освещение | км | 0,53 | 3,5 | 1 | 1 | 1,86 |
| | | | | | Σ= | 25,86 |
| | | | | | Σ= | 503,37 |

И так, принимаем комплектную трансформаторную подстанцию КТП – ХХ-2-40-6/ 0,4-УХЛ1 Для освещения строительной площадки принимаем прожекторы ПЗМ-35.

4.8.5 Проектирование временных дорог

На территорию строительной площадки запроектированы два въезда (один со стороны улицы, один со стороны участка 12). Въезд и выезд на территорию строительной площадки осуществляется через ворота . Вход рабочих на площадку через калитку, расположенную в южной части строительной площадки. Наличие двух выездов обеспечивают противопожарные требования.

Движение строительных машин осуществляется по круговой схеме ширина дороги при одностороннем движении составляет не менее 3,5 м, при двустороннем движении не менее 6 м. При выезде со строительной площадки будут предусмотрены места мойки колес автотранспорта с применением установки «Мойдодыр – К - 1» с замкнутой циркуляцией, производительностью 1,25 м³/час.

4.8.6 Мероприятия по охране труда на строительной площадке

При производстве строительного-монтажных работ должны выполняться правила Охраны труда , предусмотренные СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».[7]

Все рабочие, занятые на работах, должны быть обучены безопасными методами и приемам их выполнения. Для каждой специальности составляется производственная инструкция по Охране труда, при выполнении определенных видов работ. Инструктаж по Охране труда должен производиться на рабочем месте.

Все рабочие должны быть ознакомлены с правилами пользования средствами индивидуальной защиты и инструментами. Монтаж строительных конструкций разрешается только при условии руководства работами в каждую смену И.Т.Р., ответственных за безопасное производство работ по перемещению груза.

В целях пожарной безопасности на стройплощадке рабочий должен выполнять следующие требования:

- курить только в специально отведенных местах;
- не разводить костры и не сжигать мусор;
- горюче-смазочные отходы убирать ежедневно в специально отведенные места на расстоянии не ближе 50м. от зданий и складов
- не загромождать доступ и подходы к пожарному инвентарю.

Работники, занятые работами в условиях действия опасных и вредных производственных факторов, должны проходить обязательные при

поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в соответствии с порядком, установленным Минздравом России.

Перед допуском к работе проводится вводный инструктаж, первичный и инструктаж на рабочем месте. Повторный инструктаж по безопасности труда проводится не реже одного раза в три месяца. При выполнении работ на территории другой организации инструктаж следует проводить с привлечением ответственных лиц по охране труда этой организации.

Монтаж строительных конструкций относится к работам с повышенной опасностью.

Рабочие, выполняющие монтажные работы, должны пройти медицинский осмотр, специальную подготовку, сдать экзамен и получить удостоверение на право производства работ.

Монтаж конструкций производят в соответствии с ППР. В нем должны быть предусмотрены основные мероприятия по технике безопасности. Строповку конструкций производят стропами или специальными грузозахватными приспособлениями по схемам, предусмотренными технологической картой.

Очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи и наледи следует производить до их подъема. Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками. Не допускается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема или перемещения. Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций и оборудования на весу. Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение и закрепления. При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием (конструкциями), а также на оборудовании (конструкциях) должны

осуществляться специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих:

- к монтажным работам должны допускаться рабочие в возрасте от 18 до 60 лет.
- К верхолазным работам допускаются рабочие, проработавшие не одного года на монтажных работах и имеющие разряд не ниже третьего.
- машинисты, сварщики, стропальщики, сигнальщики должны пройти специальное обучение и получить удостоверение.
- эксплуатация грузоподъемных и такелажных приспособлений
- все грузоподъемные машины (мачты, лебедки, люльки) должны иметь сертификат Госгортехнадзора.
- способы строповки элементов конструкций должны обеспечивать их подачу к месту установки в положении близком к проектному.
- не допускается пребывание людей на элементах конструкций во время их подъема или перемещения.
- масса груза должна быть меньше грузоподъемности механизма (в противном случае подъем необходимо производить в два, три и более приемов).
- при горизонтальном перемещении конструкции она должна быть поднята выше ' встречающихся на пути препятствий на 0,5 м.
- при ветре 10-12 м/с работы с применением крана запрещаются; необходимо установить стопорные устройства, препятствующие самопроизвольному движению крана.
- все такелажные устройства перед работой в течение 10 мин испытываются нагрузкой, в 1,25 раза больше предельной.
- стропы испытываются нагрузкой, превышающей инвентарную грузоподъемность в 2 раза.
- все такелажные устройства, подмости, стропы, а также ограждения, леса и подъемники должны быть инвентарными и иметь паспорта.

- необходим каждодневный визуальный осмотр всех устройств
- на объекте должны ограждаться все образующиеся в ходе строительства проемы.
- если подмости выше 1 м, то они должны иметь поручни.

Грузоподъемные машины и такелажные приспособления до начала их работ и в процессе эксплуатации должны проходить техническое освидетельствование в соответствии с требованиями Госгортехнадзора. Осмотр грузоподъемных машин и механизмов производят ежемесячно. Траверсы осматривают не реже одного раза в 6 мес., стропы – каждые 10 дней. Наружный осмотр стальных канатов следует производить ежедневно. Такелажные приспособления при освидетельствовании испытывают нагрузкой, на 25% превышающей расчетную грузоподъемность.

Краны следует устанавливать в соответствии с ППР, при этом необходимо обеспечить безопасные расстояния кранов от линий электропередач, откосов котлованов, габаритов зданий и сооружений.

После определения источников опасного или вредного производственного фактора определяем методы и средства снижения профессиональных рисков.

Принимать стропы можно только после спуска монтажного элемента над местом его установки не более чем на 30см выше проектного положения. Подъем сборных ж.б. конструкций необходимо производить плавно, без рывков. Элементы и конструкции во время их перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения оттяжками из пенькового каната или тонкого гибкого троса. При перемещении элементов, устанавливаемых в горизонтальное положение, следует применить две оттяжки. Изменять вылет стрелы крана с подвешенным грузом разрешается только в пределах грузоподъемности крана. Для монтажа ж.б. конструкций использовать специализированные бригады, основной принцип организации которых

состоит в том, чтобы численный и профессионально-квалификационный состав рабочих соответствовал принятому технологическому процессу.

Сигналы при подъеме конструкции подавать только одному лицу - бригадир монтажной бригады, звеньевой или такелажник. Необходимо предупредить крановщика, чьи команды он обязан выполнять. Команду “Стоп” в случае необходимости может подать крановщику любой работник, заметивший опасность

На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу работникам сертифицированных средств индивидуальной защиты, согласно действующим «Типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительном–монтажных работах».

- Для машиниста (крана):
- костюм хлопчатобумажный 1 шт. (Мп, Ми)
- рукавицы комбинированные 6 пар (Мп, Ми)
- сапоги резиновые 1 пара (Мп, Эм)
- каска строительная 1 шт.
- Для стропальщика:
- костюм хлопчатобумажный 1 шт. (Мп, Ми)
- рукавицы с наладонниками 6 пар (Мп, Ми)
- полусапоги кожаные на нескользящей подошве 1 пара (Мп)
- пояс предохранительный 1 шт.
- каска строительная 1 шт.

Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Работники без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются. Предохранительные пояса перед началом работы необходимо проверить на

наличие дефектов, на поясах должны иметься отметки с указанием даты последних испытаний.

Обеспечение пожарной безопасности

В соответствии с ГОСТ 12.4.004-91 [8] определены класс пожара и опасные факторы пожара. Оборудование, работающее от сети. Класс пожара Е (горение электро-установок).

Опасные факторы пожара

- пламя и искры;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения;
- короткое замыкание;
- дым .

В соответствии с ст.5 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

1. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

2. Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

3. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

4. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного настоящим Федеральным законом, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара». Особое внимание необходимо уделить мероприятиям,

направленным на предотвращение переноса загрязнения со стройплощадки на сопредельные территории. Для этого предусмотрены:

- производство работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом;
- упорядоченная транспортировка и складирование сыпучих и жидких материалов;
- пункт мойки колес автотранспорта на котором очищаются колёса и внешние стороны кузова;
- сбор и вывоз загрязнённой воды илососной машиной;
- сбор в поддоны отработанных нефтепродуктов, моторных масел, их утилизация;
- регулярный вывоз мусора;
- механизированная уборка территории;
- разборка временных зданий после строительства.

Для удаления поверхностных вод с кровли, запроектирована система внешнего водостока. Вертикальная планировка предусматривает отведение поверхностного стока с территории объекта.

Удаление и утилизация всех видов отходов осуществляется централизованно. Длительное хранение их на территории объекта не предусматривается, что значительно снижает возможность загрязнения подземных вод.

| Показатели | Единицы измер. | Количество | Примечание |
|---|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Строительный объем | м3 | 29937,6 | - |
| 2. Сметная стоимость строительно-монтажных работ. | тыс. руб. | 52 323,70 | - |
| 3. Стоимость СМР на единицу конечной продукции | М3 М2 | 1747,6 руб. 22,021 тыс. руб. | - |
| 4. Трудоемкость СМР | Чел/дн. | 4463,8 | - |
| 5. Трудоемкость СМР единицу конечной продукции | чел.-дн./м3 чел.-дн./м2 | 0,15 1,87 | - |
| 7. Протяженность временных и инженерных коммуникаций | М.п. | 7495,0 | - |
| 8. Протяженность временных доро г | Км | 2,817 | - |
| 9. Компактность СГП К1 К2 | % % | 16,7 0,45 | К1 = F*100/ F К2 = F*100/ F |
| 10. Средне- списочное число рабочих N _{ср} | Чел. | 114 | - |
| 11. Нормативная продолжительно сть строительства | Мес. | 9 | - |
| 12. Фактическая продолжительность строительства | Мес. | 9 | - |

5 Экономика строительства

Проектируемый объект – здание крытого хоккейного катка. Район строительства – Свердловская область.

Здание крытого катка представляет собой многофункциональное двухэтажное сооружение. Конструктивная схема здания продиктована его планировочной структурой. В центре почти полукругового сектора, образующего план ледового поля, расположена центральная опора радиально ориентированных ферм покрытия, опирающихся с другой стороны на металлические колонны, выстроенные по круговой оси с шагом 9 м.

Опираемые фермы на опору и на металлические колонны осуществляется через шарнирные узлы, сопряжение колонн с фундаментами осуществляется через жесткие узлы. Наружные стены запроектированы ненесущими «сэндвич» - панелями. Толщина утеплителя 150мм

При составлении сметных расчетов были использованы Укрупненные сметные нормативы цены строительства, НЦС 81-02-05-2021, [9] которые действительны с 1 января 2022г.

При составлении Сводного сметного расчета приняты начисления:

- затраты на строительство спортивных зданий и сооружений согласно НЦС 81-02-05-2021 Сборник 5 .Спортивные здания и сооружения.[10]
- налог на добавленную стоимость – НДС 20%.

Показателями НЦС 81-01-2022, в редакции 2022г.[11], считаются:

- затраты на оплату труда рабочих и эксплуатацию строительных машин;
- стоимость материальных ресурсов и оборудования;
- накладные расходы и сметная прибыль;
- затраты на строительство временных титульных зданий и сооружений;

- дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время;
- затраты на проектно-изыскательские работы и экспертизу проекта;
- строительный контроль;
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты.

Данными показателями НЦС предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие использование объектов маломобильными группами населения.

Сводный сметный расчет стоимости строительства составлен в ценах по состоянию на 2021г. и представлен в таблице.

Коэффициент перехода от цен базового района (Московская область) к уровню цен в Свердловской области составляет 0,95.

Коэффициент стоимости строительства на территории Свердловской области, связанный с региональноклиматическими условиями, составляет для 4 температурной зоны –1.08.

По показателю 050100202 Спортивные комплексы с ледовыми аренами на 400 посадочных мест стоимость строительства на 01.01.2022 по базовым ценам составляет всего 407217,60 тыс.р, в том числе стоимость проектных и изыскательских работ 10646.50.тыс.руб. На 1 посадочное место 1018,04 тыс. руб.

Расчитаем стоимость строительства в Свердловской области

$$C = (\text{НЦС} \times M \times K_{\text{пер}} \times K_{\text{пер}}) + \text{НДС},$$

где НЦС - выбранный Показатель, для базового района в уровне цен на 01.01.2021;

M - мощность объекта капитального строительства, планируемого к строительству;

$K_{\text{пер}}$ - коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен субъектов;

K_{per} - коэффициент, для регионов с климатическими условиями;,
 НДС - налог на добавленную стоимость.

$$C = 1018,04 \times 400 \times 1,08 \times 0,95 = 417803,62 \text{ без НДС}$$

Расчет стоимости проектных работ

$$10646,5 \times 1,08 \times 0,95 = 10923,31 \text{ тыс. руб}$$

Таблица 5.1 - Сводный сметный расчёт стоимости строительства

В ценах на 01.01.2021г. Стоимость 417803,62 тыс. руб.

| № п.п. | Номера сметных расчётов и смет | Наименование глав, объектов, работ и затрат | Общая сметная стоимость, тыс. руб. |
|--------|--------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 8 |
| 1 | ОС-02-01 | <u>Глава 2.</u> Основные объекты строительства. Крытый хоккейный каток | 417803,62 |
| 2 | ОС-07-01 | <u>Глава 7.</u> Благоустройство и озеленение территории | 8053,75 |
| | | Итого | 425857,37 |
| 7 | | НДС 20% | 85171,47 |
| | | Всего по смете | 511028,84 |

Таблица 5.2 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01.

| | | | | | | |
|-----------------|--|--|-------------------|-------------|--|---------------------------------|
| Объект | | Объект Крытый хоккейный каток | | | | |
| | | (наименование объекта) | | | | |
| Общая стоимость | | тыс. руб. 501390,00 | | | | |
| В ценах на | | 01.01.2022г. | | | | |
| | Наименование сметного расчета | Выполняемый вид работ | Единица измерения | Объем работ | Стоимость единицы объема работ, тыс. руб | Итоговая стоимость, тыс. руб |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | НЦС 81-02-05 2021 Таблица 05-01—002 | Строительство крытого хоккейного катка | 1 место | 400 | 1018,04 | 1018,04×400×1,08×0,95=417803,62 |
| | | Итого: | | | | 417803,62 |
| | | НДС = 20% | | | | 83560,72 |
| | | Итого | | | | 501364,34 |

Таблица 5.3 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01.
Благоустройство и озеленение

| Объект | | Объект Крытый хоккейный каток | | | | |
|-----------------|--|--|--------------------------------|-------------|--|---|
| | | (наименование объекта) | | | | |
| Общая стоимость | | 417803,62 тыс. руб. | | | | |
| В ценах на | | 01.01.2022 г. | | | | |
| | Наименование сметного расчета | Выполняемый вид работ | Единица измерения | Объем работ | Стоимость единицы объема работ, тыс. руб | Итоговая стоимость, тыс. руб |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | НЦС 81-02-16-2022 Таблица 16-06-002-01 | Покрытие проездов и площадок для автомобилей с покрытием из литой асфальтобетонной смеси однослойные | 100 м ² покрытия | 22,20 | 213,53 | 213,54×22,2 × 0,95×1,08= 4863,84 |
| 2 | НЦС 81-02-16-2022 Таблица 16-06-002-03 | Покрытие тротуаров из крупноразмерной плитки | 100 м ² покрытия | 12,20 | 134,58 | 134,58×12,2 ×0,95×1,08= 1684,56 |
| 3 | НЦС 81-02-17-2020 Таблица 17-02-004-01 | Озеленение территории | 100 м ² | 14,90 | 98,47 | 98,4×14,90× 0,95×1,08= 1505,35 |
| | | Итого: | | | | 8053,75 |
| | | НДС = 20% | | | | 1610,75 |
| | | Итого с НДС | | | | 9664,50 |

Таблица 5.4— Основные показатели стоимости строительства

| . | Показатели | Стоимость на 01.01.2022 тыс. руб. |
|-----|---|-----------------------------------|
| 1 | Стоимость строительства всего | 511828,84 |
| | в том числе: | |
| 1.1 | стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации | 10923,31 |
| 2 | Общая площадь здания | 2479 м ² |
| 3 | Стоимость, приведенная на 1 м ² здания | 206,47 |
| 4 | Стоимость, приведенная на 1 м ³ здания | 17,10 |

Безопасность и экологичность объекта

При производстве строительного-монтажных работ должны выполняться правила техники безопасности, предусмотренные СП 12-135-2003 . [7]

Для каждой специальности составляется производственная инструкция по Охране труда. Инструктаж по Охране труда должен производиться рабочем месте.

Все рабочие должны быть ознакомлены с правилами пользования средствами индивидуальной защиты и инструментами. Монтаж строительных конструкций разрешается только при условии руководства работами в каждую смену И.Т.Р., ответственных за безопасное производство работ по перемещению груза.

В целях пожарной безопасности на стройплощадке рабочий должен выполнять следующие требования:

- курить только в специально отведенных местах;
- не разводить костры и не сжигать мусор;
- горюче-смазочные отходы убирать ежедневно в специально отведенные места на расстоянии не ближе 50м. от зданий и складов ;
- не загромождать доступ и подходы к пожарному инвентарю.

Перед допуском к работе проводится вводный инструктаж по безопасности труда. При выполнении работ на территории другой организации инструктаж следует проводить с привлечением ответственных лиц по охране труда этой организации.

Обеспечение пожарной безопасности

В соответствии с ГОСТ 12.4.004-91[8] определены класс пожара и опасные факторы пожара:

оборудование, работающее от сети. Класс пожара Е (горение электроустановок).

Опасные факторы пожара:

- пламя и искры;
- короткое замыкание;

– дым.

Сопутствующие проявления факторов пожара - замыкание высокого электрического напряжения.

Организационные мероприятия по предотвращению пожара.

В соответствии с ст.5 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности

1. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

2. Целью системы обеспечения пожарной безопасности объекта является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

3 Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

4. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного настоящим Федеральным законом, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара».

Негативное экологическое воздействие - выброс в атмосферу выхлопных газов, пыли; выброс в сточные воды вод от мойки колес и инструментов; срезка растительного грунта, загрязнение горюче-смазочными материалами, загрязнение от строительного мусора.

Защита окружающей среды.

Целью мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов является сохранение и укрепление природно-ресурсного потенциала страны, обеспечение его рационального и комплексного

использования, снижение отрицательного воздействия строительного производства на окружающую среду, создание наиболее благоприятных условий для труда, жизни и отдыха населения.

Строительство, является одним из мощных антропогенных факторов воздействия на окружающую природную среду. На территории строек почва, воздух и вода сильно загрязняются.

Степень воздействия на природу зависит от материалов, применяемых для строительства, от технологии возведения зданий и сооружений, от технологической оснащённости строительного производства, типа и качества строительных машин, механизмов и транспортных средств, типов и мощности их двигателей и других факторов. На степень воздействия, на природу во многом влияет совершенство организации и технологии производства.

Для уменьшения объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в ходе строительства следует применять механизмы в основном с электроприводом (монтажные краны, подъемники), как наиболее экологически чистые.

Особое внимание необходимо уделить мероприятиям, направленным на предотвращение переноса загрязнения со стройплощадки на сопредельные территории. Для этого предусмотрено:

- производство работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом;
- упорядоченная транспортировка и складирование сыпучих и жидких материалов;
- пункт мойки колес автотранспорта;
- сбор и вывоз загрязнённой воды илососной машиной;
- сбор в поддоны отработанных нефтепродуктов, моторных масел, их утилизация;
- регулярный вывоз мусора;
- механизированная уборка территории
- разборка временных зданий после строительства.

Для удаления поверхностных вод с кровли, запроектирована система внешнего водостока. Вертикальная планировка предусматривает отведение поверхностного стока с территории объекта.

Удаление и утилизация всех видов отходов осуществляется централизованно. Длительное хранение их на территории объекта не предусматривается, что значительно снижает возможность загрязнения подземных вод.

Предложенные меры дают возможность рационально использовать городские земли, более надежно и безопасно функционировать инженерных сооружений, улучшить качество городской среды и техногенных ландшафтов, снизить риск природно-техногенных процессов и предупредить возможные чрезвычайные ситуации техногенного характера в городах. Это весьма важный шаг к устойчивому развитию города.

Заключение

Работа посвящена проектированию крытого хоккейного катка в г. Ирбит Свердловской области.

В ведении обоснована актуальность проекта, ссылки на аналоги.

В архитектурно-планировочном разделе исходя из требуемых габаритов Хоккейных площадок и технологии крытого хоккейного катка с учетом необходимых технологических операций по устройству и поддержанию искусственного льда и организации соревнований с присутствием зрителей, приняты основные объемно – планировочные и конструктивные решения.

Архитектура разработана с учетом эстетических принципов и сочетания с окружающей застройкой. В качестве конструктивных решений из-за габаритов перекрытия здания приняты вантовые конструкции.

Разработана технология строительного производства, соответствующая принципам экономичности и технологичности решений. В разделе «Технология строительства» разработана Технологическая карта на монтаж ферм крытого хоккейного катка.

В разделе «Организация строительства» был обоснован выбор машин и механизмов для строительства катка, разработан Календарный план производственных работ и стройгенплан.

В разделе «Экономика строительства» представлен сметный расчет. Рассмотрена безопасность и экологичность проекта в части условий труда, нормам безопасности в строительстве и защите окружающей среды.

Все задачи работы решены и цель достигнута.

Список используемой литературы

1. Алексеев С.И. Основания и фундаменты: учебное пособие для бакалавров / С. И. Алексеев. - Москва: Ай. Пи. Ар. Медиа, 2020. - 229 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/98510.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4497-0723-9. - Текст: электронный.

2. Борозенец Л. М. Расчет и проектирование фундаментов : электрон. учеб. - метод. пособие / Л. М. Борозенец, В. И. Шполтаков ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - Тольятти: ТГУ, 2015. - 79 с.: ил. - Прил.: с. 65-79. - Библиогр.: с. 64. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/7>; (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0854-0. - Текст: электронный.

3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта": электронное учебно-методическое пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8767> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст: электронный.

4. Груздев В.М. Основы градостроительства и планировка населенных мест: учебное пособие / В. М. Груздев. - Нижний Новгород: ННГАСУ: ЭБС АСВ, 2017. - 106 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/80811.html> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-528-00247-7. - Текст: электронный.

5. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник / Л. Г. Дикман. - Изд. 7-е, стер. - Москва : АСВ, 2019. - 588 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930931419.html> (дата обращения: 02.09.2020). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "Консультант студента". - ISBN 978-5-93093-141-9. - Текст: электронный.

6. Колотушкин В.В. Мероприятия по безопасности труда в строительстве: учебное пособие / В. В. Колотушкин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова; Воронежский государственный технический университет. - Воронеж: ВГТУ, 2018. - 194 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/93265.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7731-0665-4. - Текст: электронный.

7. Крамаренко А.В. Схемы допускаемых отклонений при выполнении строительно-монтажных работ : электронное учебное наглядное пособие / А. В. Крамаренко, А. А. Руденко ; ТГУ, Архитектурно-строительный институт. - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2019. - 67 с.: ил. - Библиогр.: с. 67. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/11510> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1459-6. - Текст: электронный.

8. Крамаренко А.В. Технология выполнения кирпичной кладки : учеб. пособие / А. В. Крамаренко ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2012. - 75 с. ил. - Прил.: с. 35-75. - Библиогр.: с. 34. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/334> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - Текст: электронный.

9. Макеев М.Ф. Архитектурно-строительная теплотехника: учебное пособие / М. Ф. Макеев, Е. Д. Мельников, М. В. Агеенко; Воронежский государственный технический университет. - Воронеж: ВГТУ, 2018. - 80 с. URL:

<http://www.iprbookshop.ru/93248.html> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7731-0648-7. - Текст: электронный.

10. Маслова Н.В. Организация строительного производства : электрон. учеб.- метод. пособие / Н. В. Маслова, Л. Б. Кивилевич ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - Тольятти: ТГУ, 2015. - 147 с.: ил. - Прил.: с. 115-147. - Глоссарий: с. 107-114. - Библиогр.: с. 104-106. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/77> (дата обращения: 02.09.2020). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0890-8. - Текст: электронный.

11. Металлические конструкции одноэтажного промышленного здания : учебное пособие / В. А. Митрофанов, С. В. Митрофанов, В. В. Молошный [и др.]. - Саратов: Ай, Пи Эр Медиа, 2018. - 200 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/70770.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4486-0157-6. - Текст: электронный.

12. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование: учебное пособие / А. Ю. Михайлов. - 2-е изд. - Москва: Инфра-Инженерия, 2020 - 300 с.: ил. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167781> (дата обращения: 02.09.2020). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM". - ISBN 978-5-9729-0495-2. - Текст: электронный.

13. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Стройгенплан: учебное пособие / А. Ю. Михайлов. - 2-е издание, дополненное и перераб. - Москва: Инфра - Инженерия, 2020. - 176 с.: ил. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168492> (дата обращения: 02.09.2020). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM". - ISBN 978-5-9729-0393-1. - Текст: электронный.

14. Олейник П.П. Организация строительной площадки: учебное пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский. -3-е изд. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020- 80с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/101779.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264-2121-6. - Текст: электронный.

15. Олейник П.П. Организация строительного производства: подготовка и производство строительно-монтажных работ: учебное пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский. - 2-е изд. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. - 96 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/101806.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264-2120-9. - Текст: электронный.

16. Плешивцев А.А. Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие / А. А. Плешивцев. - Саратов: Ай. Пи. Ар Медиа, 2020. – 443с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/89247.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4497-0281-4. - DOI: <https://doi.org/10.23682/89247>. - Текст: электронный.

17. Плотникова И.А. Сметное дело в строительстве: учебное пособие / И. А. Плотникова, И. В. Сорокина. - Саратов: Ай. Пи Эр Медиа, 2018. – 187с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/70280.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-4486-0142-2. – Текст: электронный.

18. Родионов И.К. Конструктивные решения элементов и узлов рабочих площадок промышленных зданий: электронное учебно-методическое пособие / И. К. Родионов; ТГУ; Архитектурно-строительный ин-т; каф. "Городское строительство и хоз-во"; [под ред. В. М. Дидковского]. - Тольятти: ТГУ, 2015. - 67 с.: ил. - Глоссарий: с. 66-67. - Библиогр.: с. 65. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/2941> (дата обращения: 02.04.2021). -

Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0894-6. - Текст: электронный.

19. Родионов И.К. Работа, расчет и конструирование стальных центрально-сжатых сплошных колонн: электрон. учеб.-метод. пособие / И. К. Родионов; ТГУ; Архит.-строит. институт; каф. "Городское строительство и хоз-во". - Тольятти: ТГУ, 2016. - 52 с.: ил. - Глоссарий: с. 52. - Библиогр.: с. 51. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/2959> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0901-1. - Текст: электронный.

20. Родионов И.К. Работа, расчет и конструирование сварной балки рабочей площадки промышленного здания: электронное учебно- метод. пособие / И. К. Родионов; ТГУ; Архитектурно-строит. ин-т; каф. "Промышленное, гражданское строительство и городское хоз-во". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2019. - 67 с.: ил. - Глоссарий: с. 66-67. - Библиогр.: с. 65. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8834> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1390-2. - Текст: электронный.

21. Руденко А.А. Производство земляных работ: электронное учебно-метод. пособие / А. А. Руденко, Н. В. Маслова, А. В. Крамаренко; ТГУ; Архитектурно-строит. институт; каф. "Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2019. - 133 с. - Прил.: с. 73-133. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8826> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1401-5. - Текст: электронный.

22. Составление сметных расчетов в строительстве: учебно-метод. пособие / ТГУ; Архитектурно-строит. ин-т; каф. "Промышленное и гражданское строительство"; сост. З. М. Каюмова. - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2013. - 135 с. ил. -

Прил.: с. 97-134. - Библиогр.: с. 94-96. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/3362> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - Текст: электронный.

23. Старкова Т.В. Архитектурное проектирование спортивных комплексов: учебное пособие / Т. В. Старкова, Т. А. Гришова, С. Н. Михалёва. - Тамбов: Тамбовский гос. техн. ун-т, 2017. - 161 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/85961.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-8265-1784-0. - Текст: электронный.

24. Сысоева Е. В. Конструирование общественных зданий: учебно-методическое пособие / Е. В. Сысоева, А. П. Константинов, Е. Л. Безбородов. - Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. - 55 с.: ил. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/105725.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-7264-2200-8. - Текст: электронный.

25. Терентьев Г.П. Основы технологии изготовления металлических конструкций для большепролетных зданий и сооружений: учебное пособие / Г. П. Терентьев, Д. Н. Смирнов, А. Д. Смирнов; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2017. - 126 - URL: <http://www.iprbookshop.ru/80814.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - ISBN 978-5-528-00194-4. - Текст: электронный.

26. Тошин Д.С. Статический расчет поперечной рамы одноэтажного производственного здания с использованием компьютерных технологий: учебно-метод. пособие / Д. С. Тошин, В. И. Булгаков; ТГУ; Архитектурно-строит. институт; каф. "Городское стр-во и хоз-во". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ,

2013. - 62 с.: ил. - Прил.: с. 56-61. - Библиогр.: с. 55. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/372>; (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - Текст: электронный.

27. Харисова Р.Р. Экономика отрасли (строительство): учебное пособие / Р.Р. Харисова, О. А. Клещева, Р. М. Иванова; Казанский государственный архитектурно-строительный университет. - Казань: КГАСУ, 2018. - 136 URL: <http://www.iprbookshop.ru/105759.html> (дата обращения: 02.04.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks". - Текст: электронный.

Приложение А

Таблица

Таблица А 1- Ведомость отделки

| Наименование | Потолок | | Стены, перегородки | |
|------------------------------|---|------------|--|------------|
| | Вид отделки | Площадь м2 | Вид отделки | Площадь м2 |
| 1,5,6 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Окраска | 50,28 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Окраска | 103,29 |
| 2,3,7 | Деревянная обрешетка, Блокхаус | 72,74 | Деревянная обрешетка, Блокхаус | 133,38 |
| 4 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Окраска | 23,75 | Штукатурка Гидроизоляция Клей плиточный Керамическая плитка | 42,70 |
| 8,9,11,12,13, 14,15,17,18 | Натяжной потолок | 174,35 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Обои | 358,13 |
| 10,16 | Натяжной потолок | 8,13 | Штукатурка Гидроизоляция Клей плиточный Керамическая плитка | 38,79 |
| 19,20 | Натяжной потолок | 26,14 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Окраска | 36,63 |
| 21,22,23,24 | Деревянная обрешетка, Блокхаус | 121,35 | Штукатурка Шпаклевка Грунтовка Окраска | 119,93 |

Приложение Б

Рисунок


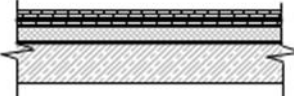
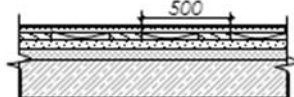
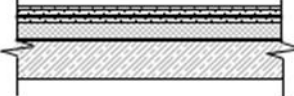
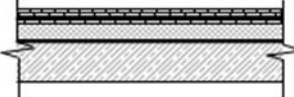
| Номер помещения | Схема пола | Элементы пола и их толщина, мм | Площадь пола, м ² |
|-------------------------------|---|---|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 |  | Плитка тротуарная – 80 Гидроизол 1 слой – 4 Покрытие из бетона В15 – 150 Слой щебня с пропиткой битума – 150 Грунт основания | 24,64 |
| 2, 3, 4, 5, 6 |  | <u>Керамогранит</u> 400х400 – 8 Клей плиточный для <u>керамогранита</u> – 10 Гидроизол 2 слоя – 8 Покрытие из бетона В15 – 150 Грунт с втрамбованным щебнем фракция 40-70 – 250 | 97,49 |
| 7, 11, 12, 14, 15, 18, 22, 23 |  | Паркетная доска – 25 Подложка Цементно-песчаная стяжка – 30 Керамзитобетон – 50 Ж/б плита перекрытия – 220 | 178,94 |
| 8, 9, 13, 17, 19, 20, 21, 24 |  | <u>Керамогранит</u> 600х600 – 10 Клей плиточный для <u>керамогранита</u> – 10 Цементно-песчаная стяжка – 30 Керамзитобетон – 50 Плита перекрытия – 220 | 147,14 |
| 10, 16 |  | <u>Керамогранит</u> 400х400 – 8 Клей плиточный для <u>керамогранита</u> – 10 Гидроизол 2 слоя – 8 цементно-песчаная стяжка – 30 керамзитобетон – 50 ж/б плита перекрытия – 220 | 8,13 |

Рисунок Б 1 – Экспликация пола