

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Строительные конструкции и управляемые системы

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде Выпускной квалификационной работы
работы

08.03.01 «Промышленное и гражданское строительство»
код, наименование специальности

Крытый каток с искусственным льдом в г. Канске
тема

Руководитель _____ к.т.н., доцент каф. СКиУС И.Я. Петухова
подпись, дата должность, уч. степень

Выпускник _____ И.Г. Потылицын
подпись, дата

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: Крытый
каток с искусственным льдом в г. Канске

Консультанты по разделам:

<u>архитектурно-строительный</u> наименование раздела	_____	<u>Е.В. Казакова</u> инициалы, фамилия
<u>расчетно-конструктивный</u> наименование раздела	_____	<u>И.Я. Петухова</u> инициалы, фамилия
<u>фкндаменты</u> наименование раздела	_____	<u>Е.В. Казакова</u> инициалы, фамилия
<u>технологии строит. производства</u> наименование раздела	_____	<u>О.С. Мицкевич</u> инициалы, фамилия
<u>организация строит. производства</u> наименование раздела	_____	<u>О.С. Мицкевич</u> инициалы, фамилия
<u>экономика</u> наименование раздела	_____	<u>В.В. Пухова</u> инициалы, фамилия

Нормаконтралер

_____ И.Я. Петухова
подпись, дата инициалы, фамилия

1.2.4. Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей помещений основного, вспомогательного и обслуживающего назначения и технического назначения.....	13
1.2.5. Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	13
1.2.6. Характеристика и обоснование полов, кровли, подвесных потолков, а также отделки помещений	16
1.2.7. Перечень мероприятия по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения	17
1.2.8. Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к конструктивным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений	17
2. Расчетно-конструктивный раздел	18
2.1. Компоновка поперечной рамы здания в осях А-И.....	18
2.2. Описание особенностей принятой компоновочной схемы здания.....	18
2.3. Расчет прогона	20
2.4. Сбор нагрузок.....	21
2.5. Расчет стропильной фермы покрытия.....	26
2.5.1. Определение нагрузок на стропильную ферму и усилий в ее стрелках.....	27
2.5.2. Постоянная нагрузка	27
2.5.3. Временная нагрузка.....	27
2.5.4. Подсчет усилий в стрелках стропильной фермы	32
2.5.5. Подбор сечения стержневой фермы	33
2.5.6. Расчет и конструирование узлов фермы	45
3. Проектирование фундаментов	49
3.1. Исходные данные.....	49
3.2. Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства и оценка грунтовых условий	49
3.3. Проектирование столбчатого фундамента.....	50
3.3.1. Определение глубины заложения фундамента	50
3.3.2. Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта	53

3.3.3.	Приведение нагрузок к подошве фундамента	56
3.3.4.	Определение давления под подошвой фундамента	57
3.3.5.	Определение средней осадки основания методом послойного суммирования	58
3.3.6.	Конструирование столбчатого фундамента	61
3.3.7.	Определение объемов работ, стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента	65
3.4.	Проектирование свайного фундамента	68
3.4.1.	Выбор высоты ростверка и длины свай	68
3.4.2.	Определение несущей способности свай	69
3.4.3.	Определение количества свай и их размещение	70
3.4.4.	Расчетная проверка на изгиб и определение сечения арматуры	70
3.4.5.	Подбор сваебойного оборудования и назначение контрольного отказа	72
3.4.6.	Определение объемов работ, стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента	72
3.5.	Технико-экономическое сравнение вариантов	75
4.	Технология строительного производства	76
4.1.	Природно-климатические условия строительства	76
4.1.1.	Область применения	76
4.1.2.	Общие данные	77
4.1.3.	Организация и технология выполнения работ	77
4.1.4.	Заключительные работы	80
4.1.5.	Расчет объемов работ	80
4.1.6.	Расчет и обоснование выбора строительных машин	83
4.1.7.	Требования к качеству и приемке работ	85
4.1.8.	Потребность в материально-технических ресурсах	87
4.1.9.	Безопасность труда	89
4.1.10.	Технико-экономические показатели	93
5.	Организация строительного производства	97
5.1.	Область применения	97
5.2.	Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов	97

5.3. Определение привязки монтажных кранов и грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию	99
5.4. Определение зон действия монтажных кранов и грузоподъемных механизмов.....	99
5.5. Проектирование временных внутривозвращенных дорог	101
5.6. Проектирование складского хозяйства	101
5.7. Проектирование бытового городка.....	103
5.8. Расчет потребности в электроэнергии строительной площадки	105
5.9. Расчет потребности в воде строительной площадки	106
5.10. Расчет потребности в сжатом воздухе	109
5.11. Мероприятия по охране труда и техники безопасности	110
5.12. Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов	112
6. Экономика строительства	114
6.1. Составление локального сметного расчета.....	114
6.2. Техничко-экономические показатели.....	116
Список использованных источников	118
ПРИЛОЖЕНИЕ А	124

ВВЕДЕНИЕ

Строительство объекта предполагается в г. Канске, который является административным центром одного из административных районов Красноярского края.

Реализация проекта проводится в рамках федеральной программы «Спорт – норма жизни» и осуществляется с целью обеспечения всех групп граждан доступом и возможностью для занятия спортом, массовым спортом, а также повышение уровня обеспеченности населения объектами спорта и подготовкой спортивного резерва в Красноярском крае.

В последние несколько лет по всему миру, и в России в том числе, наблюдается повышение заинтересованности населения в спортивной деятельности и ведении здорового образа жизни. Данную тенденцию можно обосновать ростом самосознания граждан, вызванного расширением просветительской деятельности и упрощением доступа к получению полезной информации. В виду вышеизложенных фактов, правительство стало заниматься реализацией различного рода спортивных программ для удовлетворения потребностей населения.

Согласно федеральному проекту «Спорт – это жизнь» в 2021 году объект должен быть введен в эксплуатацию. Каток обеспечит занятость граждан в спортивной деятельности в комфортных условиях, без больших очередей на площадки для занятия спортом и с возможностью равномерного и удобного распределения времени спортивных занятий, в том числе тренировок хоккейных сборных, тренировок фигуристов и т.д.

Город Канск является четвертым по численности город Красноярского края. Не смотря на снижения общего населения Канского округа, потребность людей в спортивных сооружениях растет. Это связано с тем, что потребность населения в спортивных сооружениях растет значительно быстрее ($\approx 2\%$ в год), чем убывает населения округа (отток населения составляет $<1\%$ в год).

Крытый каток конструктивным и объемно-планировочным решением представляет собой единой здание, в состав которого входят помещения (блоки), функционально связанные между собой. В ВКР проектируется блок ледового поля.

Каток с искусственным льдом предназначен для организации спортивной подготовки по хоккею. Круглогодичного массового катания населения, занятий секций хоккея и фигурного катания, а также для проведения массовых городских мероприятий.

Блок ледового поля состоит из металлических колонн и металлических большепролетных несущих и второстепенных ферм.

Наружные ограждения запроектированы из 3-слойных металлических стеновых панелей с минераловатным утеплителем. Кровля над блоком ледовой арены выполнена двускатной, механической с внутренним водостоком и парапетом из сэндвич-панелей.

1. Архитектурно-строительный раздел

1.1. Архитектурные решения

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

Характеристика объекта строительства:

- объект строительства – крытый ледовый каток в г. Канске;
- вид строительства – новое строительство;
- место строительства – Красноярский край, г. Канск, Советский район, ул. 40 лет Октября, 57.

Объект представляет собой блок ледовой арены для занятия спортом.

Снаружи внешний облик здания определяют стеновые ограждения в виде сэндвич-панелей серого цвета с индексом RAL 9006 по внутреннему каталогу производителя. В блоке ледовой арены не предусмотрены оконные проемы, а, следовательно, здание имеет сплошную структуру и его внешний вид остается неизменным по всей площади фасадов. Внешний вид здания соответствует градостроительному кодексу и не нарушает архитектурный ансамбль района строительства.

Внутри блок представляет из себя объемное пространство, разделенное на зоны ледового поля с габаритными размерами 60,0x30,0 м, пешеходных дорожек, под которыми расположены каналы канализационных систем и технологический канал, зону сборно-разборных трибун на 250 мест и подиум для инвалидов группы М4 с подъемником и пандусом для эвакуации через отдельный выход.

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

Объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения, приняты в проекте соответствуют [СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены»] и [СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования»].

Размеры ледового поля приняты стандартными, что позволяет размещать на ледовой площадке поле для хоккея с шайбой, для фигурного катания, для шорт-трека и массового катания.

Помещение катка герметично для предотвращения неконтролируемой инфильтрации воздуха через проходы и места соединения строительных конструкций.

В соответствии с ГОСТ 12.1.4.009-83 предусматриваются установка пожарных кранов в шкафы с соответствующими подписями. Пути эвакуации внутри здания оборудованы подвесной системой «Т15/Т24 НЕ» из оцинкованной стали со встроенными пожарными компенсаторами, заполнение потолочной негорючей плитой ESCOPHON GEDINA A.

При проектировании блока и принятии объемно-планировочных решений были учтены требования к сооружениям данного вида, а именно:

- обеспечение доступа МГН;
- обеспечение требуемых режимов отопления и вентиляции;
- обеспечение удобства и свободного перемещения спортсменов, сотрудников и зрителей;
- обеспечена универсальность ледового поля для занятия различными видами спорта.

Количество этажей – один.

1.1.3. Описание и обоснование использованных композиционных приёмов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства

Внешний вид здания обусловлен соответствует архитектурному ансамблю района строительства. Оконные проемы в блоке ледового поля не предусмотрены.

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

Проектируемый блок ледовой арены является одним из трех блоков спортивного комплекса. Все вспомогательные и технические помещения расположены в блоках административно-бытовых и технических помещений.

При отделке помещения ледового поля применены материалы, допускающие систематическую очистку. При использовании для внутренней отделки интерьера помещений полимерных материалов, подрядчику

необходимо предоставить на все применяемые материалы гигиенический сертификат, пожарный сертификат и сертификат соответствия.

Стены помещения крытого катка выполнены из трехслойных стеновых панелей, окрашенных в заводских условиях полиэстером (PE) с толщиной слоя 25 мкм. Основные элементы металлического каркаса помещения ледовой арены окрашены огнезащитной краской «UNITFIRE СН» ТУ 2316-001-62400388-2009. Пути эвакуации покрашены ВДЛКМ ГОСТ 52020-2003 за два раза.

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

Естественное освещение в блоке ледовой арены не предусмотрено.

1.1.6. Описание решений по декоративно-художественной отделке интерьеров

Трехслойные стеновые панели окрашены в заводских условиях в серые и голубые тона. Пути эвакуации окрашиваются в светлых тонах.

1.2. Конструктивные и объемно-планировочные решения

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

Исследуемая площадка расположена в г. Канске, по ул. 40 лет Октября, частично спланирована, не заселена.

Геоморфологически площадка находится в пределах IV надпойменной террасы р. Кан. Терраса расположена на правом высоком берегу р. Кан и имеет ровную поверхность с абсолютными отметками от 216,0 до 219,0 м.

В структурном отношении район строительства находится в пределах мезозойской Канско-Тасеевской наложенной впадины. Покровные четвертичные отложения перекрывают более древние породы и представлены аллюватными осадками IV надпойменной террасы р. Кан. Терраса имеет широкое распространение в долине р. Кан, суммарная мощность отложений составляет 25-30 м. наряду с песком и галечником, слагающими нижнюю часть террасы, в разрезе могут присутствовать супеси и глины.

Подземные воды вскрыты всеми скважинами на глубине от 12,5 до 15,3 м, на абсолютных отметках 202,95-204,09 м.

Относительная отметка 0,000 соответствует абсолютной отметке 219,75. Система высот – балтийская.

Климатические условия района строительства, учтенные при проектировании:

— нормативная снеговая нагрузка – 110 кг/м² (СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», III снеговой район, приложение К);

— нормативное значение ветрового давления – 38 кг/м², тип местности 1В (СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», III ветровой район), коэффициент надежности по нагрузке 1.4;

— средняя температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0.92 – минус 42°С;

— сейсмичность района строительства – 6 баллов;

— уровень ответственности здания (согласно 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года) нормальный. Коэффициент надежности по ответственности – 1.0.

1.2.2. Описание и обоснование конструктивных решений здания, включая пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций

Конструктивная схема блока ледового поля – металлические колонны и металлические большепролетные несущие и второстепенные фермы, окрашенные огнезащитной краской «UNITFIRE CH», ТУ-2361-001-62400388-2009.

Ферма рассчитывается по схеме плоской рамы.

1.2.3. Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость объекта капитального строительства в целом, а также конструктивных элементов, узлов, деталей, в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства

Необходимая прочность, устойчивость, геометрическая неизменяемость объекта капитального строительства, а также конструктивных элементов обеспечивается за счет постановки вертикальных связей между колоннами и

фермами, распорками между колоннами, а также горизонтальными связями по нижним и верхним поясам стропильных ферм.

1.2.4. Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей помещений основного, вспомогательного и обслуживающего назначения и технического назначения

Спортивный зал с ледовым полем и трибунами занимает площадь 2683,60 м².

Прочие помещения в проектируемом блоке отсутствуют.

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

Теплотехнический расчет кровли.

Профильный лист для кровли подбирается и маркируется согласно [ГОСТ 24045-2016 «Профили стальные листовые гнуты с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия»].

Таблица 1.1 –Теплофизические характеристики материала покрытия

№ слоя	Наименование материала	Толщина δ , м	Теплопроводность λ , Вт/(м ⁰ С)
1	Н57-750-0,7	0,0007	211
2	Теплоизоляционные плиты ППС-25-Р-А $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$	X	0,034
3	Плиты «Тизол EURO-РУФ Н» $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$	0,05	0,035
4	Гидроизоляционный ковер – ПВХ мембрана «PROTAN SE» $\rho = 0,14 \text{ кг/м}^3$	0,0012	Не регламентируется

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, определяется по формуле (1.1)

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} = \text{°С} \cdot \text{сут} \quad (1.1)$$

где $t_B = 18^\circ\text{C}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{C}$;
 $t_{от} = -8,8^\circ\text{C}$ – средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$;
 $z_{от} = 237$ – продолжительность, отопительного периода, принимаемая по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C .

Подставим эти значения в формулу (1.1)

$$\text{ГСОП} = (18 - (-8,8)) \cdot 237 = 6351,6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определяется по формуле (1.2)

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (1.2)$$

где a и b – коэффициенты, значение которые следует принимать по данным таблицы 3 [13] для соответствующих групп зданий. Получаем, что $a=0,0004$, $b=1,6$.

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0004 \cdot 6351,6 + 1,6 = 4,14 \approx 4$$

Сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, однородной многослойной ограждающей конструкций определяется по формуле (1.3)

$$R_0 = R_{sj} + R_k + R_{se} \quad (1.3)$$

$$R_{sj} = \frac{1}{\alpha_{int}} \quad (1.4)$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемы по Таблице 8 СП 23-101-2004.

$$R_{se} = \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (1.5)$$

где α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемы по Таблице 8 СП 23-101-2004.

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, с последовательно расположенными однородными слоями.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , определяется по формуле (1.6)

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1.6)$$

где R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции.

Термическое сопротивление R , однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (1.7)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м^{°C}).

Согласно вышеизложенным формулам, сопротивление теплопередаче R_0 , м² · °C/Вт определяется по формуле

$$R_0 = R_{sj} + R_k + R_{se} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta}{\lambda_1} + \frac{x}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (1.9)$$

$$4 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{211} + \frac{x}{0,035} + \frac{1}{23}$$

Отсюда мы получаем, что X , который является толщиной утеплителя равен $X=0,134$ м. Так как размеры, выпускаемые фирмой-производителем, нормируются, подбираем наиболее подходящую толщину утеплителя согласно каталогу. $X=140$ мм.

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», приведенные сопротивления теплопередачи отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования). Для проверки этого условия сравним значения R_0 и R_0^{TP} . Получаем, что $R_0 = 4,15 > R_0^{TP} = 4$. Условие выполняется.

Теплотехнический стеновых ограждений.

Стеновые панели выполнены из сэндвич-панелей марки ПМСМ «DiWALL». Расчет проводится по тому же принципу, что и расчет для

конструкций покрытия. Коэффициент $a=0,0003$, коэффициент $b=1,2$. ГСОП рассчитан и равен $6351,6^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$. Подставим новые значения коэффициентов в формулу (1.2)

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0003 \cdot 6351,6 + 1,2 = 3,12 \approx 3$$

В данном случае дальнейшие расчеты не требуются, так как панель подбирается согласно каталогу производителя. Панель с толщиной 150 мм имеет значение $R_0 = 3,18 > R_0^{\text{TP}} = 3$.

1.2.6. Характеристика и обоснование полов, кровли, подвесных потолков, а также отделки помещений

Кровля над блоком ледового поля – двускатная механическая, со внутренним водостоком и с парапетом из сэндвич-панелей.

Основание кровли – профнастил Н57-750-0,7 АДМЛ-1202/МЛ-1203 ГОСТ 24045-94 по металлическим фермам. Уклон кровли 10 и 17%. Термоизоляция из теплоизоляционных плит ППС25-Р-А, ГОСТ 15588-20 толщиной 100 мм (верхний слой), и плитами Тизол EURO-РУФ Н, ТУ 23.99.19-010-08621635-2018 толщиной 50 мм (нижний слой). Гидроизоляционный ковер – ПВХ мембрана PROTAN SE /Г1, В3, РП2/ фирмы «PROTAN AS» (Норвегия), толщиной 1,2 мм.

Наружные ограждения запроектированы из 3-х слойных металлических стеновых панелей минераловатным утеплителем толщиной 150 мм, подобранных по каталогу производителя «DiWALL».

Внутренние перегородки блока отсутствуют.

Пол блока ледовой арены выполнен по монолитному железобетонному перекрытию толщиной 200 мм. Вторым слоем – затирка цементно-песчаная раствором марки М75 толщиной 4 мм. Последним слоем напольного покрытия укладывается пол-топпинг «LEVEL top Quartz»/ТУ 5745-010-94613022-2006 толщиной 3 мм.

Отделка потолков (металлических балок и ферм) в спортивном зале с ледовым полем заключается в подготовке под окраску и окраске огнезащитной краской «UNITFIRE СН»/ ТУ 2316-001-62400388-2009. Металлические колонны каркаса подготавливаются под окраску и окрашиваются такой же огнезащитной краской, что и потолки.

1.2.7. Перечень мероприятия по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения

Несущие конструкции каркаса подвергаются антикоррозийной и противопожарной обработке. Бетонные конструкции, подлежащие обратной засыпке обмазывают горячим битумом за 2 раза.

1.2.8. Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к конструктивным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений

Технология строительства и эксплуатация объекта исключает преднамеренное складирование отходов и выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

Образующийся в процессе строительства мусор вывозится на лицензированный полигон твердых бытовых отходов.

Отработанные материалы собираются в выгреб-отстойник.

Сброс хозяйственных и ливневых стоков осуществляется в городскую или ливневую канализацию (вывоз по договору).

Принятые проектные решения, а также комплекс природоохранных мероприятий, позволяет предотвратить загрязнение окружающей природной среды.

2. Расчетно-конструктивный раздел

2.1. Компоновка поперечной рамы здания в осях А-И

За полезную высоту H_0 (расстояние от уровня чистого пола – отм. 0.000 – до низа стропильной системы, принимается равной 7,7 м. Длина колонн до низа стропильной фермы $H = H_0 + H_B$, где H_B - заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки, которые назначают так, чтобы верх базы не доходил до уровня чистого пола на 50-100 мм. В нашем случае расстояние $H_B = 500$ мм. Следовательно, $H = 7,7 + 0,5 = 8,2$ м.

В качестве колонн приняты двутавры в соответствии с ГОСТ Р 57837-2017. Колонна К1 имеет профиль 40К2.

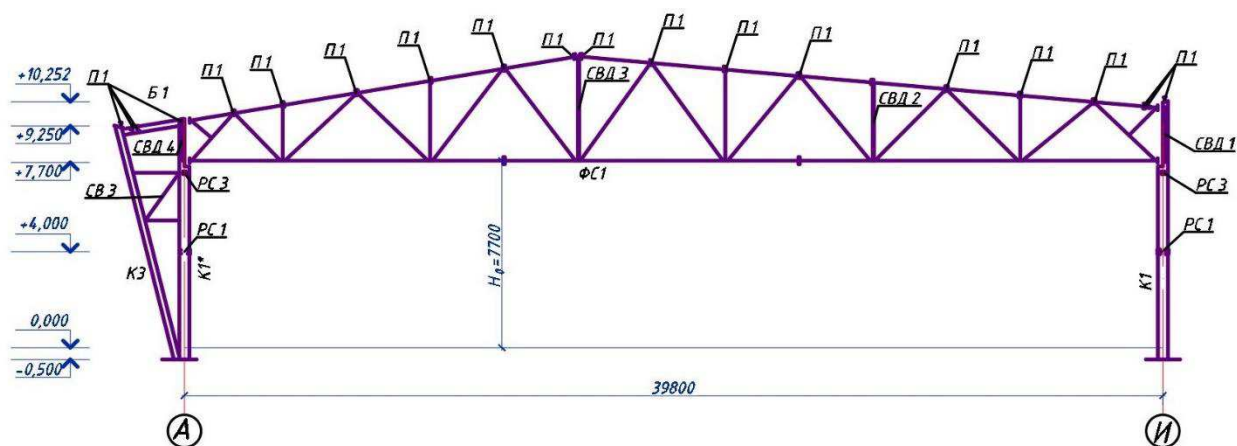


Рисунок 2.1 – Конструктивная схема поперечной рамы здания

2.2. Описание особенностей принятой компоновочной схемы здания

Здание имеет габаритные размеры в плане 65х39,8 м. Конструктивная схема состоит из металлических колонн и металлических большепролетных несущих и второстепенных ферм.

Шаг колонн 6 м. Колонны запроектированы из горячекатаных двутавров с параллельными гранями полок. В уровне опирания ферм на колонны выполнены опорные стойки, сварного сечения из тавра (обрезанный двутавр нижней части колонны) и пластины. Крепление опорных стоек к колонне выполняется на сварке. В осях 4-15 предусмотрены колонны, выполненные сваренные в коробчатое сечение из двух горячекатаных швеллеров.

Фермы запроектированы двускатными с горизонтальным нижним поясом. Высота фермы по наружным граням поясов по оси А – 1,87 м, по оси И – 2,41 м, в коньке – 4,55 м. Соединение элементов решетки с поясами фермы безфасоночное, на сварке. Сопряжение ферм с колоннами – шарнирное.

Прогоны пролетом 6 м приняты из горячекатаных швеллеров. Крепление прогонов к стропильным фермам предусмотрено на болтах.

Стальной профилированный настил крепится к прогонам посредством самосверлящихся винтов. Нижние полки настила крепятся к прогонам в каждой волне на крайних опорах и через волну на промежуточных опорах. Соединения настила между собой вдоль пролета выполняется комбинированными заклепками с шагом 500 мм, а поперёк пролета – внахлест на опоре, ширина нахлеста листов не менее 200 мм.

Геометрическая неизменяемость системы обеспечивается жестким сопряжением колонн с фундаментами, а также работой связевых блоков.

Связи являются одним из основных конструктивных элементов каркаса. Они обеспечивают его пространственную неизменяемость, жесткость, устойчивость сжатых элементов, воспринимают нагрузки (ветровые) и создают условия, для высококачественного и удобного монтажа конструкций. При составлении схемы связей в уровне нижних поясов стропильных ферм, следует предусматривать поперечные горизонтальные связи в каждом пролете здания, в торцах, а также с обеих сторон температурных швов здания. Связи по верхним поясам стропильных ферм и связи по нижним поясам рекомендуется совмещать в плане (т.е. верхние и нижние поперечные связи должны быть друг под другом). Верхние пояса стропильных ферм и примыкающие к ним следует раскреплять в плоскостях расположения этих связей распорками. В промежутках между поперечными связями следует устанавливать распорки. В местах расположения поперечных связей покрытия следует предусматривать установку вертикальных связей между фермами.

Конструктивные схемы связей зависят от шага стропильных ферм. При шаге в 6 метров связевые фермы проектируются с крестовой и треугольной решеткой. Представляют собой плоские фермы и воспринимают горизонтальную нагрузку от ветра, действующую на торец здания. Величина этой ветровой нагрузки не велика, а потому связевые фермы по верхним поясам стропильных ферм служат, главным образом, для обеспечения устойчивости верхних сжатых поясов стропильных ферм из плоскости. Сечения этих горизонтальных связевых ферм подбирают по предельной гибкости, считая при этом, что раскосы крестовой решетки работают только на растяжение. При этом сжатые элементы исключены из работы. При треугольной решетке раскосы работают только на сжатие.

Связи по колоннам запроектированы двухплоскостными с соединительной решеткой между ветвями связей. На отм. +4,000 предусмотрена система распорок, связывающая все колонны по периметру. В осях А и И в уровне опирания ферм предусмотрена система вертикальных связей и распорок по опорным стойкам. Связи размещаются по середине здания. Связи покрытия состоят из горизонтальных связей по верхнему и нижнему поясам стропильных ферм и вертикальных связей между фермами. Крепление связей с элементами каркаса осуществляется на болтах. Связи запроектированы в виде треугольных ферм.

Назначение связей между колоннами:

- создание продольной жесткости каркаса;
- обеспечение устойчивости колон;
- восприятие ветровой нагрузки.

Их устанавливают по всем продольным рядам колон здания. В колоннах постоянного сечения, располагают их в плоскости оси колонны. Размещают вертикальные связи вдоль каждого ряда колонн по середине здания или температурного блока.

2.3. Расчет прогона

В соответствии с заданием на проектирование принимается прогон в соответствии с ГОСТ 8240-97 «Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент», сеприя П.

Геометрические характеристики швеллера 20П:

$$h = 200 \text{ мм};$$

$$b = 76 \text{ мм};$$

$$S = 5,2 \text{ мм};$$

$$t = 9 \text{ мм};$$

$$F = 23,4 \text{ см}^2;$$

$$m = 18,4 \text{ кг};$$

$$I_X = 1530 \text{ см}^4;$$

$$W_X = 153 \text{ см}^3;$$

$$i_X = 8,08 \text{ см};$$

$$I_Y = 134 \text{ см}^4;$$

$$W_Y = 25,2 \text{ см}^3;$$

$$i_Y = 2,39 \text{ см},$$

$$X_0 = 2,30 \text{ см}.$$

Пролет прогона составляет $l=6$ м; шаг прогона $b = 3$ м. Материал прогона сталь С345 по [ГОСТ 27772-2015]; группа конструкций – 3, расчетная температура района строительства $t_{ext} = -46$ °С, показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно таблице 1 и таблице 5 [ГОСТ 27772-2015].

Расчетные характеристики стали подбираются согласно таблице 5 [ГОСТ 27772-2015] и таблице В.6 [18, прил. В]: $R_y = 340$ кН/мм²; $R_s = 0,58 \cdot 340 = 197,2$ Н/мм²; $R_{un} = 480$ Н/мм²; $R_p = 468$ н/мм².

2.4. Сбор нагрузок

При расчете прогона следует учитывать, что нормативная нагрузка складывается из постоянной нагрузки от веса конструкций, лежащих выше прогона, снеговой нагрузки и нагрузки собственного веса. Постоянная нагрузка приведена в таблице 2.1

Прогон, расположенный на скате кровли, работает на изгиб в двух плоскостях.

$$\sigma \geq \sigma_x + \sigma_y = \frac{M_{max,x}}{W_x} + \frac{M_{max,y}}{W_y} \leq R_y \gamma_y \quad (2.1)$$

Таблица 2.1 – Нагрузки на прогон от веса вышележащих конструкций

Нагрузка	Нормативная, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная, кН/м ²
Профлист Н57-750-0,7	0,055	1,05	0,058
Теплоизоляционные плиты ППС25-Р-А $\rho = 25$ кг/м ³ $\delta = 100$ мм	0,025	1,2	0,03
Плиты «Тизол EURO-РУФ Н» $\rho = 100$ кг/м ³ $\delta = 50$ мм	0,05	1,2	0,06

Окончание таблицы 2.1

Гидроизоляционный ковер – ПВХ мембрана «PROTAN SE» $\rho = 0,14 \text{ кг/м}^3$ $\delta = 1,2 \text{ мм}$	$1,68 \cdot 10^{-6}$	1,2	$2,02 \cdot 10^{-6}$
Итого:	0,13		0,147
Прогон пролетом 6 м ($m=18,40 \text{ кг/м}$)	0,06	1,05	0,063
Стропильная ферма ($m=2,58 \text{ т}$)	0,45	1,05	0,47
Связи	0,4	1,05	0,42
Итого по таблице	1,04	-	1,1

Будем считать, что в нашем примере кровельный настил крепится к прогонам жестко и образует сплошное полотнище. В этом случае, скатная составляющая нагрузки q_y будет восприниматься полотнищем кровли, а, следовательно, прогон можно рассчитывать только на нагрузку q_x .

Для того чтобы осуществить жесткое крепление настила к прогонам, профлист должен крепиться к прогону саморезами, а между собой профлисты должны крепиться комбинированными заклёпками, а потому расчётной схемой прогона будет горизонтальная шарнирно опертая балка, в которой необходимо найти максимальное усилие.

Прогиб прогона определяется в плоскости его вертикальной жёсткости. Предельный прогиб прогона пролёта 6 м согласно [СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»] не должен превышать 1/200 его пролёта.

Временные нагрузки

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

$$P = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B \quad (2.2)$$

где S_0 – это нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия;

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности для снеговой нагрузки;

$B = 6$ м – шаг колонн.

Нормативное значение снеговой нагрузки определяется по формуле

$$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \quad (2.3)$$

где S_g – вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемый по приложению Е, таблица Е1 или СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» в зависимости от снегового района Российской Федерации. Город Канск находится во II снеговом районе, следовательно $S_g = 1,08$ кПа;

c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра; для пологих покрытий (с уклоном до 12%) однопролетных и многопролетных зданий без фонарей, проектируемых в районах со средней скоростью ветра за три наиболее холодных месяца $V \geq 2$ м/с;

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,0002 \cdot l_c) \quad (2.4)$$

где k – принимается по таблице 11.2 [СП 20.13330.2016];

$l_c = 2b - \frac{b^2}{l}$ – характерный размер покрытия, принимаемый не более 100 м.

b – наименьший размер покрытия в плане;

l – наибольший размер покрытия в плане.

$$l_c = 2 \cdot 39,8 - \frac{39,8^2}{65} = 55,23 \text{ м}$$

Прямые значения для коэффициента k , при полученном значении l_c отсутствуют. Значение k находится методом интерполяции – $k=1,25$. Подставим полученные значения в формулу (2.4) и найдем коэффициент c_e

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{1,25})(0,8 + 0,0002 \cdot 55,23) = 0,77$$

c_t – термический коэффициент. Принимается в соответствии с п.10.10 [СП 20.13330], $c_t = 1$;;

$\mu = 1$ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие.

Определим снеговую нагрузку

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,08 = 0,584 \text{ кН/м}^2$$

$$P = 0,584 \cdot 1,4 \cdot 6 = 4,9 \text{ кН/м}$$

Статический расчёт прогона

Нормативная нагрузка на 1 погонный метр прогона:

$$q_{n,pr} = \left(\frac{q_n}{\cos\alpha} + S_0 \right) \cdot b + m \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = \left(\frac{0,13}{1} + 0,584 \right) \cdot 3 + 18,4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 2,32 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.5)$$

$$q_{pr} = \left(\frac{q_r}{\cos\alpha} + S_0 \cdot \gamma_f \right) \cdot b + m \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 1,05 = \left(\frac{0,148}{1} + 0,584 \cdot 1,4 \right) \cdot 3 + 18,4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 1,05 = 3,09 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.6)$$

$$M_{n,max} = \frac{q_{n,pr} \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{2,32 \cdot 6^2}{8} = 10,45 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.7)$$

$$M_{max} = \frac{q_{pr} \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{3,09 \cdot 6^2}{8} = 13,89 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.8)$$

$$Q_{max} = \frac{q_{n,pr} \cdot l_{pr}}{2} = \frac{2,32 \cdot 6}{2} = 7,0 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.9)$$

Конструктивный расчет прогона

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

Прочность прогона 1-го класса, изгибаемого в одной из плоскостей, проверяем в середине его пролета ($M=M_{max}$) и на опоре ($Q=Q_{max}$).

Нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{13,89 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{153 \cdot 10^3} = 90,78 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.10)$$

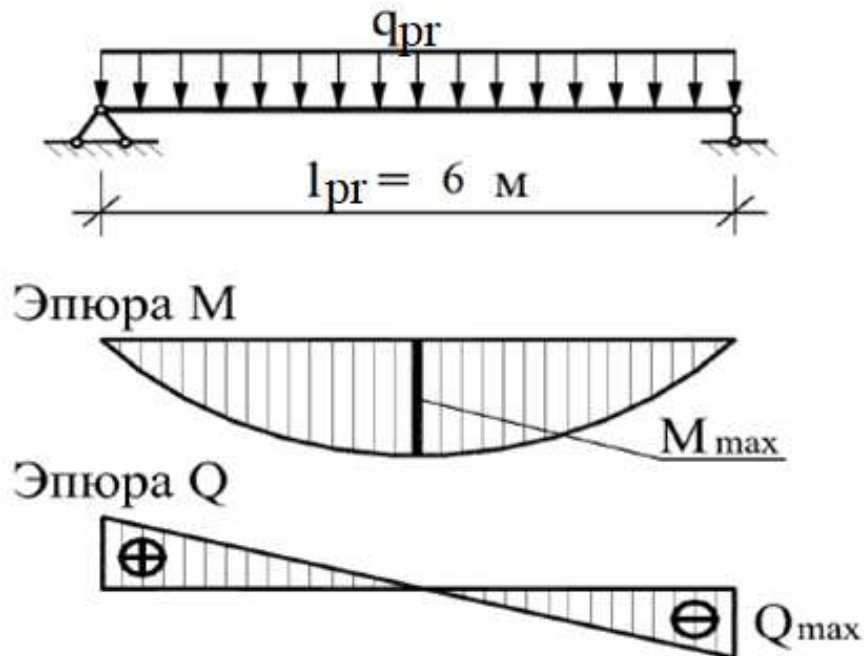


Рисунок 2.2 – Расчетная схема прогона

Касательные напряжения у опоры:

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{9,25 \cdot 10^3 \cdot 88 \cdot 10^3}{1530 \cdot 10^3 \cdot 9} = 102,42 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_s \gamma_c =$$

$$= 197,2 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.11)$$

Проверка общей устойчивости прогона:

Общую устойчивость прогона следует считать обеспеченной, так как выполняется условие:

«... при передаче нагрузки через сплошной жесткий настил (плиты железобетонные из тяжелого, легкого и ячеистого бетона, плоский и профилированный металлический настил, волнистая сталь и т.п.), непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и с ним связанный с помощью сварки, болтов, саморезающих винтов и др.; при этом силы трения учитывать не следует».

В нашем случае профилированный лист опирается непрерывно на сжатый пояс прогона и связан с ним самонарезающимися винтами, крепление листов друг с другом осуществляется комбинированными заклепками и передает нагрузку.

Проверка местной устойчивости элементов прогона:

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

Проверка жесткости прогона:

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

При невыполнении проверки на жесткость необходимо увеличить сечение прогона и снова определить f_{\max} .

$$f_{\max} = \frac{M_{n,\max} \cdot l_{\text{пр}}^2}{10 \cdot EI_x} = \frac{10,45 \cdot 10 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 1530} = 0,119 \text{ см} \quad (2.12)$$

$$f_{\max} = 0,117 \text{ см} < f_u = 3 \text{ см}$$

Следовательно, жесткость прогона обеспечена.

2.5. Расчет стропильной фермы покрытия

Проведения расчета фермы необходимо сформировать исходные данные по и определить нагрузки на ферму.

Исходные данные

Пролет фермы в осях А-И: $l = 39,8$ м;

Высота фермы на опорах: по оси А: $h_{rOA} = 1,87$ м; по оси И $h_{rOI} = 2,41$ м;

Уклон верхнего пояса фермы: от опоры по оси А до конька $i_1 = 17\%$, от конька до опоры по оси И $i_2 = 10\%$.

Материал фермы – сталь С345 по [ГОСТ 27772-2015]; группа конструкций – 2, расчетная температура района строительства $t_{ext} = -46$ °С, показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно таблице 1 и таблице 5 [ГОСТ 27772-2015].

Расчетные характеристики стали подбираются согласно таблице 5 [ГОСТ 27772-2015] и таблице В.6 [18, прил. В]: $R_y = 340$ кН/мм²; $R_s = 0,58 \cdot 340 = 197,2$ Н/мм²; $R_{un} = 480$ Н/мм²; $R_p = 468$ н/мм².

Сечение фермы из труб прямоугольного и квадратного сечения; решетка треугольная с дополнительными стойками.

Сварка элементов проводится механизированной дуговой сваркой в среде углекислого газа МДС_{CO2}; проволока – СВ-08Г2С.

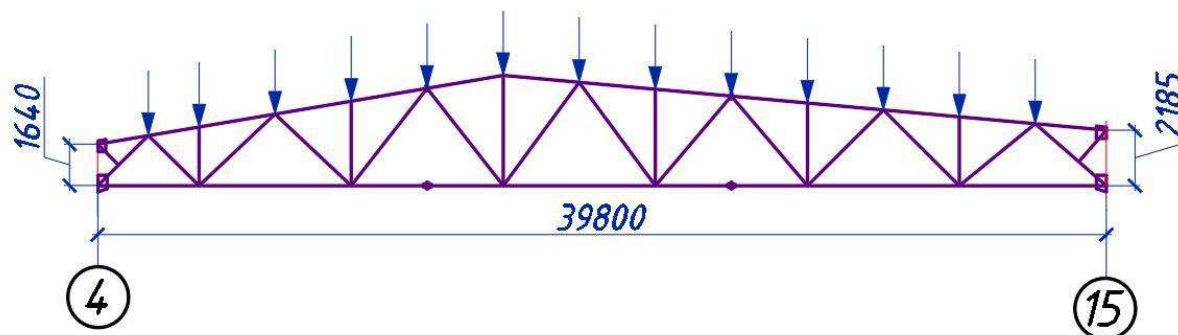


Рисунок 2.3 – Схема стропильной фермы

2.5.1. Определение нагрузок на стропильную ферму и усилий в ее стрелках

2.5.2. Постоянная нагрузка

Постоянные нагрузки – это нагрузки, которые ферма воспринимает от веса кровли, ограждающих конструкций (профильный настил), и несущих конструкций (стропильные фермы, связи, фонари (если имеются), прогоны и т.д.) покрытия.

$$q = 1,1 \cdot 6 = 6,61 \text{ кН/м} \quad (2.13)$$

$$F_{\text{п}} = q \cdot 3 = 6,62 \cdot 1,4 \cdot 3 = 19,85 \text{ кН} \quad (2.14)$$

2.5.3. Временная нагрузка

Снеговая нагрузка

Расчет снеговой нагрузки ведется в соответствии с СП 20.13330.2016. Тип местности В.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле (2.3).

Так как крыша здания двускатная и имеет разный уклон, то нагрузка коэффициент c_e будет учитываться для двух разных уклонов:

1) для уклона кровли $i_1 = 17\%$, $c_e = 0,85$ и снеговая нагрузка равна

$$S_0 = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,08 = 0,918 \text{ кН/м}^2$$

2) для уклона кровли $i_2 = 10\%$:

коэффициент c_e для пологих покрытий рассчитывается по формуле (2.4)

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,0002 \cdot l_c)$$

где k – принимается по таблице 11.1.6 [СП 20.13330];

l_c – характерный размер покрытия, принимаемый не более 100 м, рассчитан в п.2.4.

$$k = k_{10} \left(\frac{z_e}{10} \right)^{2\alpha} \quad (2.15)$$

где k_{10} и α – определяются по таблице 11.3 [СП 20.13330], $k_{10} = 0,65$, $\alpha = 0,2$;

z_e – высота здания, $z_e = 13,08$ м.

$$k = 0,65 \cdot \left(\frac{13,08}{10} \right)^{2 \cdot 0,2} = 0,723$$

Отсюда получаем

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{0,723})(0,8 + 0,0002 \cdot 55,23) = 0,859$$

$$S_0 = 0,859 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,08 = 0,928 \text{ кН/м}^2$$

Расчетная снеговая нагрузка, оказываемая на ферму при угле наклона кровли $i_2 = 10\%$, составляет

$$P_r = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B \quad (2.16)$$

где γ_f – коэффициент надежности для снеговой нагрузки, $\gamma_f = 1,4$;

B – шаг колонн, $B = 6$ м.

$$P_2 = 0,928 \cdot 1,4 \cdot 6 = 7,79 \text{ кН/м}$$

Расчетная снеговая нагрузка, оказываемая на ферму при угле наклона кровли $i_1 = 17\%$, составляет

$$P_1 = 0,918 \cdot 1,4 \cdot 6 = 7,71 \text{ кН/м}$$

$$F_{c2} = 7,79 \cdot 3 = 23,39 \text{ кН}$$

$$F_{c1} = 7,71 \cdot 3 = 23,13 \text{ кН}$$

Ветровая нагрузка

Для зданий и сооружений необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

- а) основной тип ветровой нагрузки (основная ветровая нагрузка);
- б) пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления (пиковая ветровая нагрузка);
- в) резонансное вихревое возбуждение
- г) аэродинамически неустойчивые колебания типа галопирования, дивергенции и флаттера.

Резонансное вихревое возбуждение и аэродинамические неустойчивые колебания типа галопирования необходимо учитывать для зданий и сплошностенчатых сооружений у которых $h/d > 10$, где h – высота, d – характерный поперечный размер. Следовательно, в данном расчете не учитываются.

Расчет каркаса следует производить для основного типа ветровой нагрузки.

Нормативное значение ветровой нагрузки, в этом случае, следует определять, как сумму средней (w_M) и пульсационной составляющих (w_g)

$$w = w_M + w_g \tag{2.17}$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (2.18)$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления, принимаемое в соответствии с п 11.1.4 [СП 20.13330]. Канск находится в III ветровом районе, следовательно, $w_0 = 0,38$ кПа;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высота z_e . Определяется по п. 11.1.5 и 11.1.6 [СП 20.13330]. Для зданий при $h \leq d \rightarrow z_e = h = 13,08$ м. С помощью линейной интерполяции и таблицы 11.2 [СП 20.13330] получаем значение $k(z_e) = 0,7116$;

c – аэродинамический коэффициент.

Аэродинамический коэффициент определяется в соответствии с п. 11.1.7 [СП 20.13330]. При определении компонентов ветровой нагрузки следует использовать соответствующие значения аэродинамических коэффициентов: внешнего давления c_e , трения c_f , внутреннего давления c_i и лобового сопротивления c_x , поперечной силы c_y , крутящего момента c_{M_z} , принимаемых по приложению В.1 [СП 20.13330].

Согласно приложению В.1.2 при угле наклона фермы $i_1 = 17\%$ необходимо рассмотреть два варианта распределения ветровой нагрузки:

1) для наветренной стороны

$$c_e^+ = -0,85$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки

$$w_m^+ = 0,38 \cdot 0,712 \cdot (-0,85) = -0,23 \text{ кН/м}^2 \quad (2.19)$$

Для подветренной стороны

$$c_e^- = -0,94$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки

$$w_m^- = 0,38 \cdot 0,712 \cdot (-0,94) = -0,254 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное значение ветровой нагрузки на поверхность покрытия

$$w_+ = -0,23 \cdot 1,4 = -0,321 \text{ кН/м}^2 \quad (2.20)$$

$$w_- = -0,254 \cdot 1,4 = -0,356 \text{ кН/м}^2$$

Равномерно распределенная ветровая нагрузка на поверхность покрытия

$$q_{к1}^+ = w_+ \cdot b = -0,321 \cdot 6 = -1,93 \text{ кН/м} \quad (2.21)$$

$$q_{к1}^- = w_- \cdot b = -0,356 \cdot 3 = -2,14 \text{ кН/м}$$

Ветровую нагрузку прикладываем к узлам фермы.

Сосредоточенная нагрузка от воздействия ветра при первом варианте распределения

$$F_{в1}^+ = q_{к1}^+ \cdot 3 \cdot \sin \alpha = -1,93 \cdot 3 \cdot \sin 17^\circ = -1,69 \text{ кН} \quad (2.22)$$

$$F_{в1}^- = q_{к1}^- \cdot 3 \cdot \sin \alpha = -2,14 \cdot 3 \cdot \sin 10^\circ = -1,11 \text{ кН}$$

2) для наветренной стороны

$$c_e^+ = 0,24$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки

$$w_m^+ = 0,38 \cdot 0,712 \cdot 0,24 = 0,065 \text{ кН/м}^2$$

Для подветренной стороны

$$c_e^- = -0,94$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки

$$w_m^- = 0,38 \cdot 0,712 \cdot (-0,94) = -0,254 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное значение ветровой нагрузки на поверхность покрытия

$$w_+ = 0,065 \cdot 1,4 = 0,091 \text{ кН/м}^2$$

$$w_- = -0,254 \cdot 1,4 = -0,356 \text{ кН/м}^2$$

Равномерно распределенная ветровая нагрузка на поверхность покрытия

$$q_{к2}^+ = w_+ \cdot b = 0,091 \cdot 6 = 0,545 \text{ кН/м}$$

$$q_{к2}^- = w_- \cdot b = -0,356 \cdot 3 = -2,14 \text{ кН/м}$$

Ветровую нагрузку прикладываем к узлам фермы.

Сосредоточенная нагрузка от воздействия ветра при первом варианте распределения

$$F_{в2}^+ = q_{к2}^+ \cdot 3 \cdot \sin \alpha = 0,545 \cdot 3 \cdot \sin 17^\circ = 0,478 \text{ кН}$$

$$F_{в2}^- = q_{к2}^- \cdot 3000 \cdot \sin \alpha = -2,14 \cdot 3 \cdot \sin 10^\circ = -1,11 \text{ кН}$$

Усилия от снеговой нагрузки

$$F_q = P \cdot d = 5,86 \cdot 1,4 \cdot 3 = 17,6 \text{ кН}$$

2.5.4. Подсчет усилий в стержнях стропильной фермы

Так как фермы больше 36 м предусматривается строительный подъем.

Усилия от всех видов загрузки сведены в таблицу 2.2 и найдены их суммарные расчетные усилия.

Таблица 2.2 - Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой нагрузок.

Элемент	Стержни	Усилие от F=1 кН	Усилие от постоянной нагрузки F1	Усилие от снеговой нагрузки F2	Расчетные усилия	
					Растяжение	Сжатие
Верхний пояс	9-10	-0,106	-2,11	-1,56	-	-3,67
	10-11	-10,89	-216,26	-160,32		-376,58
	11-12	-10,94	-217,25	-161,06	-	-378,31
	12-13	-15,39	-305,62	-226,57	-	-532,19
	13-14	-15,48	-307,41	-227,89	-	-535,30
	14-15	-14,45	-286,96	-212,73	-	-499,69
	15-16	-14,25	-282,98	-209,79	-	-492,77
	16-17	-16,97	-337,00	-249,83	-	-586,83
	17-18	-16,98	-337,20	-249,98	-	-587,18

Окончание таблицы 2.2

	18-19	-17,12	-339,98	-252,04	-	-592,02
	19-20	-17,09	-339,38	-251,60	-	-590,98
	20-21	-12,24	-243,07	-180,20	-	-423,26
	21-22	-12,21	-242,47	-179,75	-	-422,23
	22-23	-0,06	-1,19	-0,88	-	-2,07
Нижний пояс	1-2	6,75	134,05	99,37	233,42	-
	2-3	13,91	276,23	204,78	481,01	-
	3-4	14,95	296,89	220,09	516,98	-
	4-5	15,75	312,77	231,87	544,64	-
	5-6	17,38	345,14	255,87	601,01	-
	6-7	15,36	305,03	226,13	531,16	-
	7-8	7,32	145,36	107,76	253,13	-
Раскосы	1-10	-9,54	-189,45	-140,45	-	-329,90
	2-10	-5,64	-112,00	-83,03	-	-195,03
	2-12	-4,28	-84,99	-63,01	-	-148,00
	3-12	1,74	34,55	25,62	60,17	-
	3-14	0,36	7,15	5,30	12,45	-
	4-14	-1,28	-25,42	-18,84	-	-44,26
	4-16	-2,72	-54,02	-40,04	-	-94,06
	5-16	1,93	38,33	28,41	66,74	-
	5-18	-0,77	-15,29	-11,34	-	-26,63
	6-18	-0,55	-10,92	-8,10	-	-19,02
	6-20	2,37	47,06	34,89	81,96	-
	7-20	-4,43	-87,97	-65,22	-	-153,19
	7-22	6,35	126,10	93,48	219,59	-
8-22	-9,54	-189,45	-140,45	-	-329,90	
Стойки	2-11	-1,07	-21,25	-15,75	-	-37,00
	3-13	-1,49	-29,59	-21,94	-	-51,52
	4-15	3,25	64,54	47,85	112,39	-
	5-17	-0,99	-19,66	-14,57	-	-34,23
	6-19	-1,26	-25,02	-18,55	-	-43,57
	7-21	-0,99	-19,66	-14,57	-	-34,23

2.5.5. Подбор сечения стержневой фермы

Для подбора сечения стержней фермы необходимо знать:

- 1) тип сечения стержней фермы – трубы прямоугольного сечения:
 - а) верхний и нижний пояса из прямоугольной трубы;
 - б) стойки и раскосы из квадратного профиля
- 2) расчетные длины стержней фермы в плоскости и из плоскости фермы:
 - а) верхний пояс: $l_{ex} = l = 3000$ мм; $l_{ef,y} = l_1 = 3000$ мм;
 - б) нижний пояс: $l_{ef,x} = l = 6000$ мм; $l_{ef,y} = l_1 = 12000$ мм;

в) опорный раскос: $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 0,9 \cdot l$;

г) прочие элементы решетки $l_{ef,x} = 0,9 \cdot l = l_{ef,y}$.

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

l – геометрическая длина стержня фермы;

l_1 – расстояние между точками закрепления в стержнях.

1) Предельные гибкости стержней фермы $[\lambda]$:

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

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

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

Верхний пояс

$N=592,02$ кН.

$l_{ef,x} = 3000$ мм; $l_{ef,y} = 3000$ мм

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{592,02}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 21,76 \text{ см}^2 \quad (2.23)$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 200x160x6.

$A = 40,83 \text{ см}^2$; $i_x = 7,64 \text{ см}$; $i_y = 6,43 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{300}{7,64} = 39,11 \quad (2.24)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{300}{6,43} = 46,66 \quad (2.25)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{\max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 46,66 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,59 \quad (2.26)$$

Пот таблице Д.1 приложения Д [18] находим значение $\bar{\lambda}_x$, или пограничные значения и, если не имеется прямого совпадения, методом линейной интерполяции находим φ

$$\bar{\lambda}_x = 1,4 \quad \varphi = 0,905$$

$$\bar{\lambda}_x = 1,59 \quad \varphi = X$$

$$\bar{\lambda}_x = 1,6 \quad \varphi = 0,881$$

Отсюда получаем, что искомое $\varphi = 0,882$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{592,02}{0,882 \cdot 40,83 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,48 < 1 \quad (2.27)$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,48 = 150,98 \quad (2.28)$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{\max} = 46,66 < [\lambda] = 150,98 \quad (2.29)$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{592,02}{0,882 \cdot 40,83 \cdot 10^{-1}} = 164,39 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{\text{мм}^2} \quad (2.30)$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем сечение 200x160x5 в качестве стержней верхнего пояса фермы.

Нижний пояс:

$$N = 601,01 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = 6000 \text{ мм}; l_{ef,y} = 12000 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{601,01}{340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 17,68 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 200x160x6.

$$A = 40,83 \text{ см}^2; i_x = 7,67 \text{ см}; i_y = 6,43 \text{ см}$$

Растянутые стержни длинные и тонкие и могут провисать под действием собственного веса, а также колебаться, поэтому их гибкость ограничена. Предельная гибкость $\lambda_u = 400$. Сечения подбираются исходя из этого параметра

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{600}{7,67} = 78,23 < 400$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{1200}{6,43} = 186,63 < 400$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{601,01}{40,83 \cdot 10^{-1}} = 147,19 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем сечение 200x160x5 в качестве стержней верхнего пояса фермы.

Раскосы:

Раскос опорный 1-10:

$$N = 329,9 \text{ кН.}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 2521,8 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{329,9}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 12,13 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120x5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{252,2}{4,66} = 54,11;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 54,11 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,19.$$

Пот таблице Д.1 приложения Д [18] находим значение $\bar{\lambda}_x$, или пограничные значения и, если не имеется прямого совпадения, методом линейной интерполяции находим φ

$$\bar{\lambda}_x = 1,8 \quad \varphi = 0,855$$

$$\bar{\lambda}_x = 2,19 \quad \varphi = X$$

$$\bar{\lambda}_x = 2 \quad \varphi = 0,848$$

Отсюда получаем, что искомое $\varphi = 0,795$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{329,9}{0,795 \cdot 22,36 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,77 < 1$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,77 = 133,6$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{max} = 54,11 < [\lambda] = 133,6$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{329,9}{0,795 \cdot 22,36 \cdot 10^{-1}} = 185,58 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120х5.

Раскос 2-10

$$N = 195,03 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 2521,8 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{195,03}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 7,17 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120х5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{252,2}{4,66} = 54,11;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 54,11 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,85.$$

$$\varphi = 0,795$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{195,03}{0,795 \cdot 22,36 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,45 < 1$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,45 = 152,57$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{max} = 54,11 < [\lambda] = 152,57$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{195,03}{0,795 \cdot 22,36 \cdot 10^{-1}} = 109,72 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{мм^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120x5.

Раскос 7-22

$$N = 219,59 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 3551,4 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{219,59}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 8,07 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120x5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{355,1}{4,66} = 76,21 < 400$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{219,59}{22,36 \cdot 10^{-1}} = 98,21 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120х5.

Раскос 4-16

$$N = 94,06 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 4652,1 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{94,06}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 3,46 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120х5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{465,21}{4,66} = 99,83 ;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 99,83 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,05.$$

Пот таблице Д.1 приложения Д [18] находим значение $\bar{\lambda}_x$, или пограничные значения и, если не имеется прямого совпадения, методом линейной интерполяции находим φ

$$\bar{\lambda}_x = 4 \quad \varphi = 0,453$$

$$\bar{\lambda}_x = 4,05 \quad \varphi = X$$

$$\bar{\lambda}_x = 4,2 \quad \varphi = 0,421$$

Отсюда получаем, что искомое $\varphi = 0,445$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{94,06}{0,495 \cdot 22,36 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,14 < 1$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,14 = 171,29$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{max} = 99,83 < [\lambda] = 171,29$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{94,06}{0,495 \cdot 22,36 \cdot 10^{-1}} = 49,31 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{мм^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120x5.

Стойки

Стойка 4-15

$$N = 112,39 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 3910,5 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{112,39}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 4,13 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120x5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{391,05}{4,66} = 83,91;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 83,91 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,41.$$

Пот таблице Д.1 приложения Д [18] находим значение $\bar{\lambda}_x$, или пограничные значения и, если не имеется прямого совпадения, методом линейной интерполяции находим φ

$$\bar{\lambda}_x = 3,4 \quad \varphi = 0,562$$

$$\bar{\lambda}_x = 3,41 \quad \varphi = X$$

$$\bar{\lambda}_x = 3,6 \quad \varphi = 0,524$$

Отсюда получаем, что искомое $\varphi = 0,56$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{112,39}{0,56 \cdot 22,36 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,26 < 1$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 260 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,17 = 164,16$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{max} = 83,91 < [\lambda] = 164,16$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{112,39}{0,56 \cdot 22,36 \cdot 10^{-1}} = 89,75 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120x5.

Стойка 3-13

$$N = 51,52 \text{ кН}$$

$$l_{ef,x} = l_{ef,y} = 2997 \text{ мм}$$

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{51,52}{0,8 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 1,89 \text{ см}^2$$

Выбираем прямоугольный профиль в соответствии с сортаментом ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные загнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций» в зависимости от полученной A_{req} . Подходит 120x5.

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

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{299,7}{4,66} = 64,3;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_{\max} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 64,3 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,61.$$

Пот таблице Д.1 приложения Д [18] находим значение $\bar{\lambda}_x$, или пограничные значения и, если не имеется прямого совпадения, методом линейной интерполяции находим φ

$$\bar{\lambda}_x = 2,6 \quad \varphi = 0,722$$

$$\bar{\lambda}_x = 2,61 \quad \varphi = X$$

$$\bar{\lambda}_x = 2,8 \quad \varphi = 0,683$$

Отсюда получаем, что искомое $\varphi = 0,72$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{51,52}{0,72 \cdot 22,36 \cdot 340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,09 < 1$$

Определим предельную гибкость стержня

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,09 = 174,35$$

Следующим шагом необходимо найти фактическую гибкость стержня

$$\lambda_{\max} = 64,3 < [\lambda] = 174,35$$

Фактическое напряжение в стержне

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{51,52}{0,72 \cdot 22,36 \cdot 10^{-1}} = 32 < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечены, принимаем 120x5.

Конструктивно примем сечения прочих сжатых и растянутых раскосов фермы 120x5, т.к. данное сечение обеспечивает устойчивость стержням с наибольшими действующими усилиями.

2.5.6. Расчет и конструирование узлов фермы

Нижний опорный узел

Определение размеров торцевой фасонки

Размеры торцевой фасонки определяются из условия прочности на смятие ее торцевой поверхности.

Обычно задают толщину фасонки $t_f > 10$ мм, после чего определяют ширину $b_f > 180$ мм.

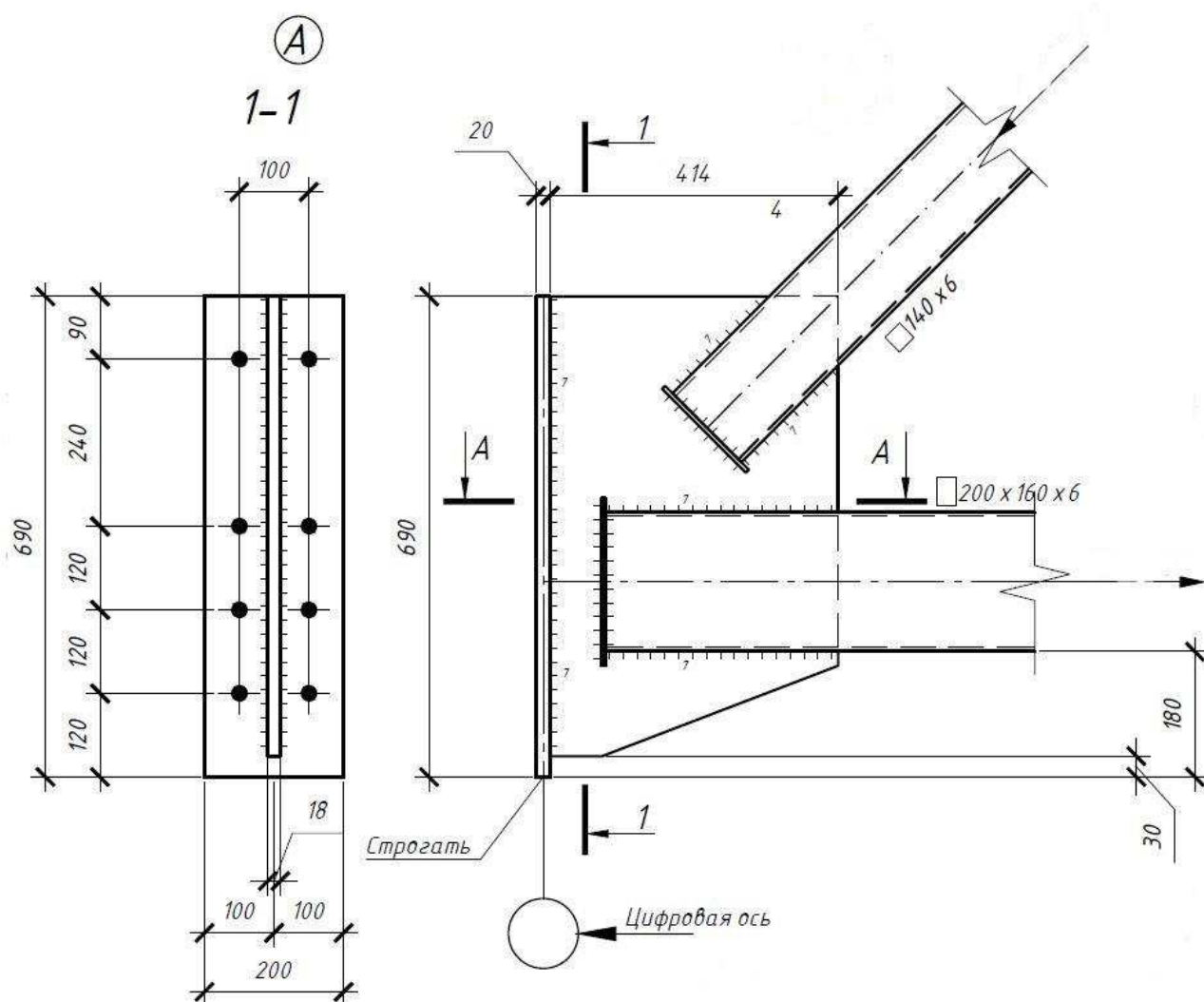


Рисунок 2.4 – нижний опорный узел

Пусть, $t_{оп.f} = 18$ мм, тогда

$$b_{оп.f} = \frac{A_{req}}{t_{оп.f}} = \frac{1,75}{1,8} = 0,97 \text{ см} < 180 \text{ мм} \quad (2.31)$$

где

$$A_{req} = \frac{R_{\phi}}{R_p} = \frac{82,32}{46,8} = 1,75 \quad (2.32)$$

где

$$R_{\phi} = \frac{(q + P) \cdot l_{\phi}}{2} = \frac{(6,62 + 7,1) \cdot 12}{2} = 82,32 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.33)$$

Исходя из расчетов, конструктивно принимаем $b_f = 200$ мм, $t_f = 18$ мм.

Расчет сварных швов соединений элементов узла

Труба опорного узла (120x5) с усилием $N_{1-2} = 329,9$ кН и труба нижнего пояса фермы (200x160x6) с усилием $N_{1-2} = 233,42$ кН прикрепляются к фасонке $t_f = 18$ мм двухсторонними швами с катетом $k_f = 7$ мм [19, прил. Г, табл. Г.4].

Материал конструкции: профиль гнutosварной, фасонка – сталь С345 ($R_y = 340$ кН/мм², $R_{un} = 480$ Н/мм²).

Сварка механизированная дуговая порошковой проволокой (МДСпп), порошковая проволока ПП-АН-3 [19, прил. Г, табл. Г.2].

$$R_{wf} = 340 \text{ кН/мм}^2, R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 216 \text{ Н/мм}^2. \beta_f = 0,9, \beta_z = 1,05.$$

Расчет сварных соединений элементов узла на срез ведем по металлу на границе сплава, т.к.

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 340}{1,05 \cdot 216} = 1,3 > 1 \quad (2.34)$$

Требуема длина сварного шва для крепления опорного раскоса к фасонке

$$l_{wf} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 7 = 535,5 \text{ мм} \quad (2.35)$$

Расчет на срез проводится по формуле

$$\frac{q}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{6,62}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 53,55 \cdot 34 \cdot 1,05} = 0,003 < 1 \quad (2.36)$$

Условие выполняется.

Промежуточный узел

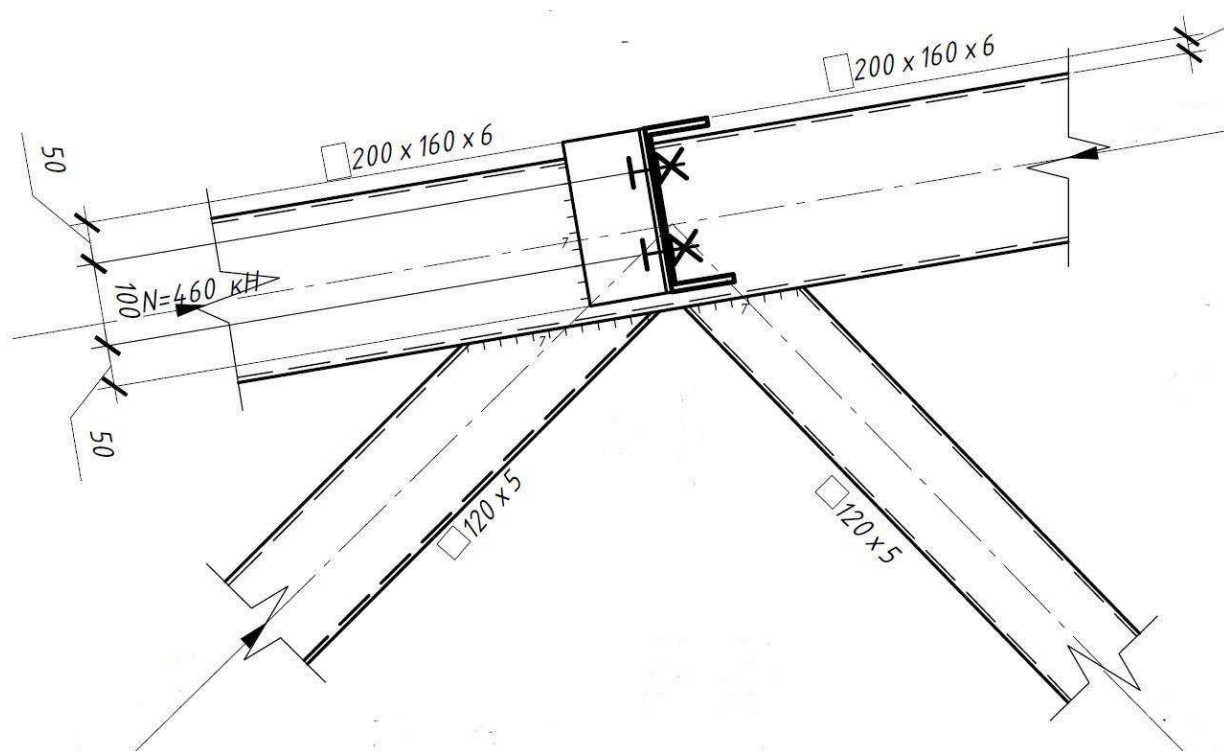


Рисунок 2.5 – Промежуточный узел

Промежуточные узлы фермы являются бесфасоночными соединениями и проверяются на:

- продавливание (вырывание) участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки;
- несущую способность участка стенки пояса, параллельной плоскости узла под сжатым элементом;
- несущую способность элемента в зоне примыкания к поясу.

Пояс запроектирован из замкнутого прямоугольного гнутосварного профиля 200x160x6, раскосы из квадратных гнутосварных профилей 120x5. $N_{2-12} = -148$ кН, $N_{3-12} = 60,17$ кН, $N_{3-12} = -378,31$ кН .

Проверка сжатого пояса на продавливание

$$\frac{m \cdot R_y \cdot t_n^2 (d_1 + c + \sqrt{2b_n \cdot \xi})}{\left(0,4 + \frac{1,8c}{d_1}\right) \xi \sin \alpha_1} > N_{11-12} \quad (2.37)$$

где

$$m = 1,5 - \frac{N_{3-12}}{A_{\Pi} \cdot R_y} = 1,5 - \left(\frac{60,17}{40,83 \cdot 340}\right) = 1,49 \quad (2.38)$$

d_1 – длина участка линии пересечения элемента решетки с поясом в направлении оси пояса

$$d_1 = \frac{h_p}{\sin \alpha_1} = \frac{200}{0,56} = 357,1 \text{ мм} \quad (2.39)$$

ξ – полуразность ширины пояса и раскоса

$$\xi = \frac{b_{\Pi} - b_p}{2} = \frac{200 - 140}{2} = 30 \text{ мм} \quad (2.40)$$

α_1 – угол примыкания раскоса к поясу.

Найдя все промежуточные значения подставим их в (2.37)

$$\frac{1,49 \cdot 34 \cdot 0,6^2 (35,71 + 1 + \sqrt{2 \cdot 20 \cdot 3})}{\left(0,4 + \frac{1,8}{35,71}\right) \cdot 3 \cdot \sin \alpha_1} = 1148,82 > 378,31 \text{ кН}$$

$$\frac{1,45 \cdot 34 \cdot 0,5^2 (21,4 + 1 + \sqrt{2 \cdot 20 \cdot 3})}{\left(0,4 + \frac{1,8}{21,4}\right) \cdot 3 \cdot \sin \alpha_1} = 746,66 > 148 \text{ кН}$$

Снижение несущей способности раскоса в месте соединения с поясом фермы учитывается за счет принятия коэффициента условий работы раскоса m и умножением на него R_y .

Прочность раскоса в зоне примыкания его поясу проверяется по формуле

$$\left(\frac{N_{3-12}}{A_p \cdot R_y \cdot m \cdot \gamma_c}\right)^n + \frac{M}{c_x \cdot W_x \cdot R_y \cdot m \cdot \gamma_c} =$$

$$= \left(\frac{60,17}{20,23 \cdot 34 \cdot 0,73 \cdot 1,05}\right)^{1,5} + \frac{0,146}{1,07 \cdot 80,88 \cdot 34 \cdot 0,73 \cdot 1,05} = 0,0386 < 1$$

3. Проектирование фундаментов

3.1. Исходные данные

Площадка, выделанная под строительство расположена в г. Канске, по ул. 40 лет Октября, частично спланирована, на заселена.

Геоморфологически площадка находится в пределах IV надпойменной террасы р. Кан. Терраса расположена на правом высоком берегу р. Кан и имеет ровную поверхность с абсолютными отметками от 216,0 до 219,0 м.

В структурном отношении район строительства находится в пределах мезозойской Канско-Тасеевской наложенной впадины. Покровные четвертичные отложения перекрывают более древние породы и представлены аллюватными осадками IV надпойменной террасы р. Кан. Терраса имеет широкое распространение в долине р. Кан, суммарная мощность отложений составляет 25-30 м. наряду с песком и галечником, слагающими нижнюю часть террасы, в разрезе могут присутствовать супеси и глины.

Подземные воды вскрыты на глубине 14,2 м.

Относительная отметка 0,000 соответствует абсолютной отметке 219,75. Система высот – балтийская.

Нагрузка составляет 402,21 кН. Нагрузка от стены 0,58 кН.

Расчет производится для столбчатого и свайного фундаментов. В проект принимается наиболее выгодный вариант фундаментов.

3.2. Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства и оценка грунтовых условий

В первую очередь необходимо построить инженерно-геологическую колонку и определить недостающие физико-механические характеристики грунта.

Инженерно-геологическая колонка представлена на рисунке 3.1.

Физико-механические характеристики грунтов представлены в таблице 3.1.

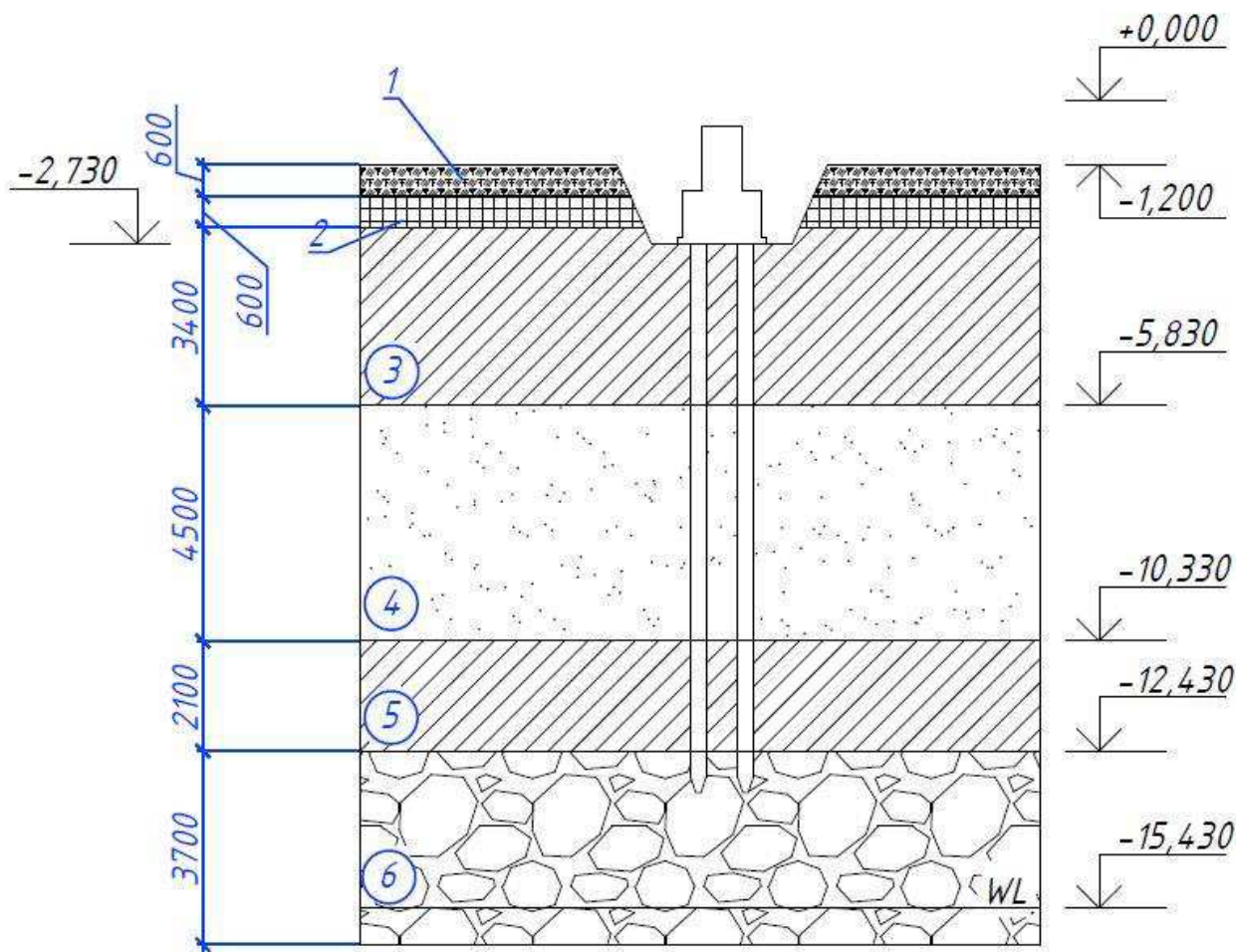


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологическая колонка

3.3. Проектирование столбчатого фундамента

3.3.1. Определение глубины заложения фундамента

Глубину заложения фундамента определяют как наибольшую исходя из следующих трех условий:

- конструктивных требований;
- глубины промерзания грунта;
- инженерно-геологических изысканий.

Конструктивная глубина заложения должна быть таковой, чтобы фундаменты прорезали слабые грунты. Она определяется по формуле

$$d_{min} = -1 - 0,05 - 0,2 = -1,25 \text{ м}$$

Расчет указывает на то, что глубина заложения фундамента должна составлять не менее 1,25 м ниже отметки планировки.

Расчетная глубина промерзания грунта определяется по формуле:

$$d_f = k_n \cdot d_{fn} \quad (3.1)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый в соответствии с таблицей 5.2 [29];

d_{fn} – нормативная глубина промерзания грунта, определяемая многолетними наблюдениями.

Учитывая найденные значения, которые составляют $d_{fn} = 2,3$ и $k_n = 0,7$, находится расчетная глубина сезонного промерзания грунта

$$d_f = 0,7 \cdot 2,3 = 1,61$$

Верхние слои грунта представлены плодородным и техногенными слоями толщиной по 0,6 м каждый, которые не могут выступать в качестве основания для фундамента, следовательно, необходима прорезка и заглубление фундамента так, чтобы его основание опиралось на непросадочный тугопластичный суглинок. Данный грунт является непучинистым, следовательно, глубина заложения фундамента не зависит от глубины промерзания и определяется конструктивными требованиями.

Принимаем глубину заложения фундамента равной – 1,2 м. Учитывая, что высота фундамента должна быть кратной 0,3 м, а верхний обрез фундамента находится на отметке – 0,150 м. Тогда высота фундамента принимается равной 2,4 м.

Таблица 3.1 – Физико-механические свойства грунтов

№	Наименование	h, м	Плотность, т/м ³			Удельный вес, кН/м ³		Влажность			e	S _r	I _L	I _p	c, кПа	φ, град	E, МПа	R ₀ , кПа
			ρ	ρ _d	ρ _s	γ	γ _{SB}	W	W _L	W _p								
1	Плодородный слой	0,6	1,5	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Насыпной грунт (техногенный)	0,6	1,5	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Суглинок непросадочный тугопластичный	3,4	1,85	2,7	1,55	18,5	-	0,05	-	-	0,74	02	<0	0,1	13	24	10	250
5	Песок мелкий средней плотности маловлажный	4,5	1,74	2,66	1,58	17,4	-	0,1	-	-	0,68	0,38	-	-	0	32	28	400
6	Суглинок непросадочный тугопластичный	2,9	1,85	2,7	1,55	18,5	-	0,11	-	-	0,74	0,4	<0	0,1	13	24	10	250
7	Галечник с песчаным заполнителем	3,7	2,1	2,66	1,75	21	-	0,2	-	-	0,56	0,95	-	-	40	1	40	600

3.3.2. Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта

Предварительные размеры подошвы фундамента определяются по формуле

$$A = \frac{\sum N_{II}}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d} \quad (3.2)$$

где $\sum N_{II}$ - максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обрез фундамента;

R_0 – расчетное сопротивление грунта;

γ_{cp} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, $\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$;

d – глубина заложения.

Сумма вертикальных нормативных нагрузок вычисляется по формуле

$$\sum N_{II} = N_{max} + N_{ст} \quad (3.3)$$

где N_{max} – максимальное сжимающее усилие, передающееся от колонны;

$N_{ст}$ – статическая нагрузка от стены.

Ширина фундамента рассчитывается по формуле

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} \quad (3.4)$$

где η – соотношение сторон прямоугольного фундамента, $\eta = 1,2 - 1,5$ м;

Расчет длины фундамента проводится по формуле

$$l = \frac{A}{b} \quad (3.5)$$

$$\sum N_{II} = \frac{402,21}{1,15} + \frac{0,58}{1,1} = 350,28 \text{ кН}$$

Подставив полученное значение суммы вертикальных нагрузок в формулу (3.2) найдем предварительную площадь подошвы фундамента:

$$A = \frac{350,28}{250 - 20 \cdot 1,2} = 1,55 \text{ м}^2$$

Исходя из полученного значения найдем ширину и длину фундамента

$$b = \sqrt{\frac{1,55}{1,3}} = 1,09 \text{ м}$$

$$l = \frac{1,55}{1,09} = 1,42 \text{ м}$$

Расчетное сопротивление грунта определяется по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g \cdot d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] \quad (3.6)$$

где γ_{c1}, γ_{c2} – коэффициент условия работы, $\gamma_{c1} = 1,25; \gamma_{c2} = 1,1$;

K – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик C и φ , при определении их в лабораторных условиях принимается $K = 1,1$;

M_{γ}, M_g, M_c – коэффициенты, зависящие от φ ;

$k_z = 1$ – коэффициент, принимаемый равным 1,0 при ширине фундамента < 10 м;

b – ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{II} = 16,83 \text{ кН/м}^3$ – расчетное значение удельного веса грунта, ниже подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины $z=b$);

$\gamma'_{II} = 15 \text{ кН/м}^3$ – то же для грунта выше подошвы фундамента;

$c_{II} = 13$ – расчетное значение удельного веса грунта под подошвой фундамента.

Расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1,1} [0,72 \cdot 1 \cdot 1,09 \cdot 16,83 + 3,87 \cdot 1,2 \cdot 15 + 6,45 \cdot 13] =$$

$$= 208,43 \text{ кПа}$$

После вычисления R его необходимо сравнить с величиной R_0 используемого ранее при нахождении A .

$$\Delta = \frac{R - R_0}{R} \cdot 100\% = \frac{208,43 - 250}{208,43} \cdot 100 = -19,94 \%$$

Данное значение показывает, что принятое значение R_0 завышено. Следовательно, необходимо провести определение размеров фундамента и расчетное сопротивление во втором приближении. При этом для определения площади подошвы в формуле (3.2) вместо R_0 используют значение R , а при определении во втором приближении R принимают вновь определенную величину b , округленную до размера, кратного 300.

$$A = \frac{350,28}{208,43 - 20 \cdot 1,2} = 1,89 \text{ м}^2$$

$$b = \sqrt{\frac{1,89}{1,3}} = 1,2 \text{ м}$$

$$l = \frac{1,89}{1,2} = 1,58 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1,1} [0,72 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,83 + 3,87 \cdot 1,2 \cdot 15 + 6,45 \cdot 13] =$$

$$= 210,07 \text{ кПа}$$

$$\Delta = \frac{R - R_0}{R} \cdot 100\% = \frac{210,07 - 208,43}{210,07} \cdot 100 = 0,78\%$$

Принимаем $b = 1,2 \text{ м}$, $l = 1,8 \text{ м}$, $A = 2,16 \text{ м}^2$.

3.3.3. Приведение нагрузок к подошве фундамента

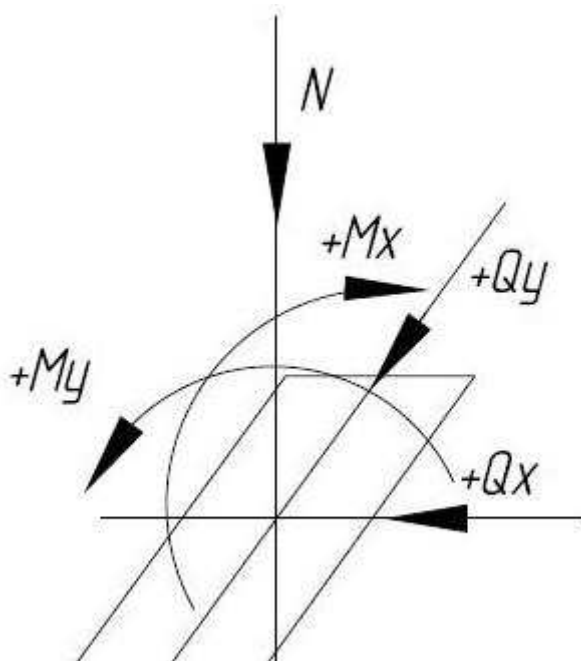


Рисунок 3.2 – Схема нагрузок на фундамент

Приведенное продольное усилие определяется по формуле

$$N' = N_{max} + N_{ст} + N_{ф} \quad (3.7)$$

где $N_{ф}$ – нагрузка от веса фундамента.

Продольный изгибающий момент определяется по формуле

$$M' = M_k + Q_k \cdot (d - 0,15) - N_{ст} \cdot a \quad (3.8)$$

где M_k – изгибающий момент, передающийся от колонны;

Q_k – поперечная сила, передающаяся с колонны;

a – расстояние от середины стены до оси колонны.

Приведенное поперечное усилие определяется по формуле

$$Q' = Q_k \quad (3.9)$$

Нагрузка от веса фундамента рассчитывается по формуле

$$N_{ф} = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{ср} = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 20 = 51,84 \text{ кН}$$

Все данные известны поэтому подставим значения в формулы (3.7), (3.8) и (3.9) и найдем приведенные нагрузки

$$N' = \frac{402,21}{1,15} + \frac{0,58}{1,1} + 51,84 = 402,11 \text{ кН}$$

$$Q' = Q_k = \frac{2,1}{1,15} = 1,82 \text{ кН}$$

$$M' = \frac{2,1}{1,15} (1,2 - 0,15) - \frac{0,58 \cdot 0,25}{1,1} = 1,78 \text{ кН}$$

3.3.4. Определение давления под подошвой фундамента

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

$$P_{cp} = \frac{N}{A} \leq R \quad (3.10)$$

$$P_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leq 1,2 \cdot R \quad (3.11)$$

$$P_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} \geq 0 \quad (3.12)$$

где W – момент сопротивления подошвы фундамента, м^3 ;

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 1,8^2}{6} = 0,65 \text{ м}^3$$

Проведем расчет формул (3.10), (3.11) и (3.12) подставив в них известные значения

$$P_{cp} = \frac{N}{A} = \frac{402,11}{2,16} = 186,16 \text{ кН} < 208,43$$

$$P_{max} = \frac{402,11}{2,16} + \frac{1,78}{0,65} = 188,92 \text{ кН} \leq 252,08 \text{ кН}$$

$$P_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} = \frac{402,11}{2,16} - \frac{1,78}{0,65} = 183,41 \text{ кН} \geq 0$$

Условия выполняются.

3.3.5. Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

Расчет основания по деформациям заключается в проверки условия

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

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

S_u – предельная совместная деформация основания и сооружения, назначаемая при проектировании в соответствии с нормативными требованиями и равная 15 см для зданий.

Расчет осадок производится методом послойного суммирования при расчетной схеме основания в виде линейно-деформируемого полупространства. Порядок расчета принимается следующий:

1. На инженерно-геологический разрез наносят контуры фундамента; на разрезе проставляют все относительные отметки кровли слоя, уровня подземных вод, подошвы фундамента.

2. В горизонтальном направлении основание разделяют на слои толщиной не превышающие $h_i \leq 0,4 \cdot b$. При слоистых напластованиях граница каждого слоя должна быть совмещена с кровлей пластов и уровнем подземных вод. Толщины слоев могут отличаться. Слои нумеруются.

3. На границах слоев определяют природное бытовое давление с помощью формулы

$$\sigma_{zq,0} = \gamma'_{II} \cdot d = 18 \text{ кПа} \quad (3.14)$$

где γ' - средневзвешенный удельный вес грунты выше подошвы фундамента).

Затем, к $\sigma_{zq,0}$ прибавляют давление каждого следующего слоя.

$$\sigma_{zq,i} = \sigma_{zq,0} + \sum \gamma_i h_i \quad (3.15)$$

где $\gamma_i h_i$ – удельный вес, кН/м³ и мощность, м, каждого последующего слоя.

Эпюра природных давлений изображается с левой стороны от оси фундамента. Строится эпюра на глубину, примерно, равную $5 \div 6 \cdot d$.

4. Определяется дополнительное давление под подошвой фундамента

$$p_0 = p_{\text{ср}} - \sigma_{zq,0} = 168,16 \text{ кПа} \quad (3.16)$$

где $p_{\text{ср}}$ – среднее давление фундамента.

5. Определяется напряжение σ_{zp} на границе слоев

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

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый в зависимости от отношений l/b и $2z_i/b$ (z_i – глубина расположения кровли i -го слоя ниже подошвы фундамента).

Эпюра σ_{zp} строится с правой стороны от оси фундамента.

6. Определяется условная граница сжимаемой толщи, до которой следует учитывать дополнительные напряжения и возникающие при этом осадки. Граница вычисляется с помощью формул

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zp,i}, \text{ для } E > 10 \text{ МПа} \quad (3.18)$$

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,1 \cdot \sigma_{zp,i}, \text{ для } E \leq 10 \text{ МПа}$$

7. Вычисляется среднее напряжение в пределах сжимаемой толщи для каждого слоя

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

8. Осадка каждого слоя вычисляется по формуле

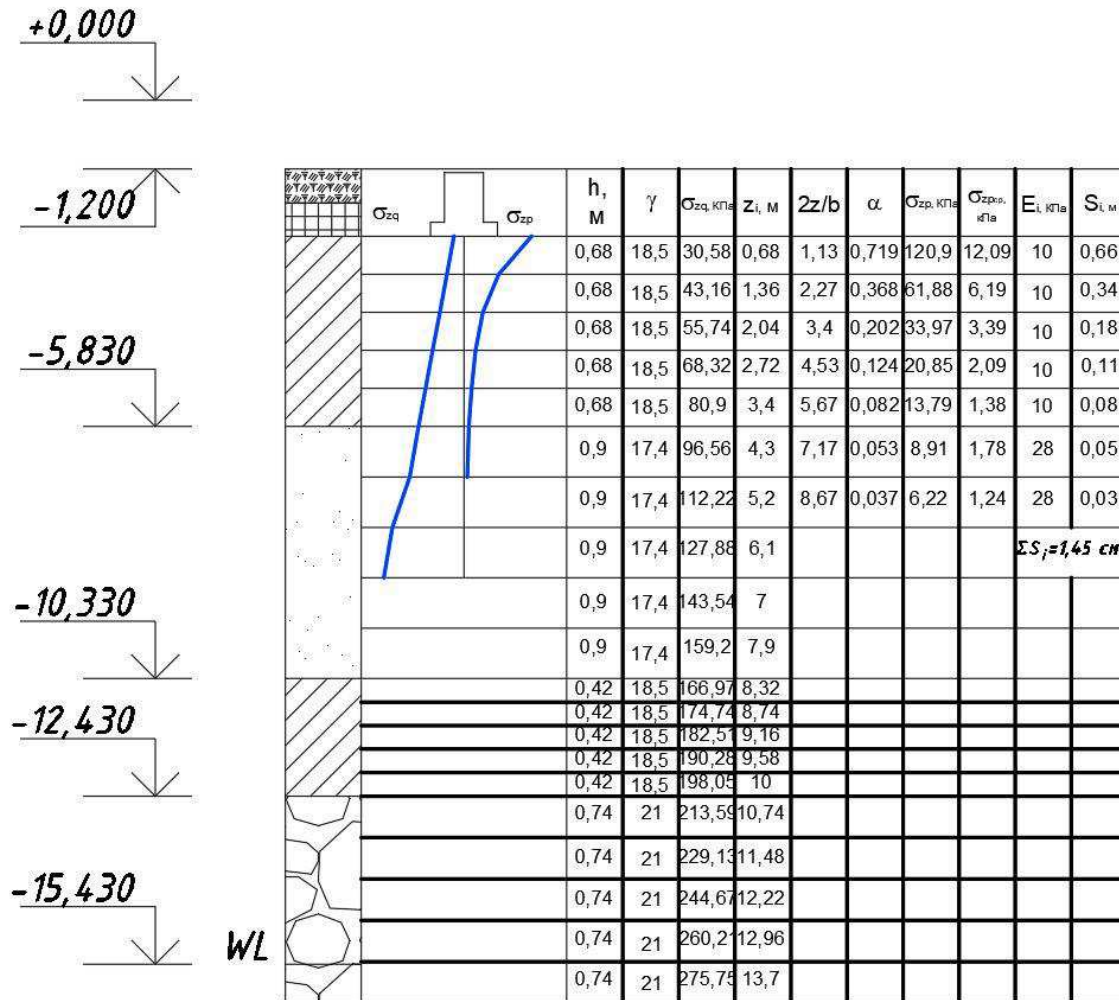
$$S_i = \frac{\sigma_{zp,ср,i} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta \quad (3.20)$$

где E_i – модуль деформации i -го слоя, кПа;

β – коэффициент, принимаемый 0,8.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет основания по деформациям



Фактическая осадка 1,45 см < 10 см.

3.3.6. Конструирование столбчатого фундамента

Известные исходные параметры фундамента, которые были вычислены в предыдущих расчетах $d=1,2$, $b=1,2$, $l=1,8$. Конструирование ведется для стакана фундамента колонны наружного ряда. В сечении двутавр 40К2.

Принимаем типовое сечение подколонника исходя из поперечных размеров двутавра равным 900х900 мм.

Высота фундамента находится по формуле

$$h = d + 0,15 = 1,2 + 0,15 = 1,35 \text{ м}$$

Ступени фундамента принимаются, обычно, в количестве 1-2. Высота ступени назначается 300 мм. Высоту ступени принимаем исходя из заданного выступа равной 450 мм.

Количество ступеней высчитывается по формуле

$$\frac{l - l_{ef}}{2} = \frac{1,8 - 0,9}{2} = 0,45 \text{ м}$$

Вычисления показывают, что принятый ранее конструктивно размер ступеней удовлетворяет расчетам в направлении l .

В направлении ширины, суммарный вылет ступеней определяется по той же формуле, что и по длине

$$\frac{b - b_{ef}}{2} = \frac{1,2 - 0,9}{2} = 0,15 \text{ м}$$

Вылет ступени должен быть кратным 300 мм. Принимаем ступень с вылетом 300 мм.

Проверка на продавливание подколонником

Прежде чем производить расчет фундамента на продавливание, необходимо определить тип фундамента. Тип фундамента определяется с помощью неравенства

$$h_{cf} - d_p < 0,5(l_{cf} - l_c) \quad (3.21)$$

Так как фундамент проектируется под стальную колонну из горячекатанного профиля, то $d_p = 0$. Проверим условие

$$0,9 - 0 < 0,5(0,9 - 0,4) = 0,25$$

Условие не выполняется, следовательно, фундамент – высокий, а значит плитная часть фундамента проверяется на продавливание подколонником.

Прочность фундамента считается обеспеченной в том случае, если выполняется неравенство

$$F \leq b_m h_{0,p} R_{bt} \quad (3.22)$$

где F – расчетная продольная сила;

$$F = A_0 \cdot P_{max} \quad (3.23)$$

$$A_0 = 0,5 \cdot b(l - l_p - 2h_{0,p}) - 0,25(b - b_p - 2h_{0,p})^2 \quad (3.24)$$

где $h_{0,p} = h - h_{c,f} - 0,05 = 1,35 - 1,05 - 0,05 = 0,25$ м – рабочая высота плитной части фундамента; (3.25)

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона замоноличивания стакана, принимается для бетона класса В15 $R_{bt} = 850$ кПа;

$$b_m = b_{c,f} + h_{0,p} = 0,9 + 0,25 = 1,15 \text{ м}$$

Подставляем полученные значения в формулу (3.24)

$$A_0 = 0,5 \cdot 1,2(1,8 - 0,9 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(1,2 - 0,6 - 2 \cdot 0,25)^2 =$$

$$= 0,24 \text{ м}^2$$

$$F = 0,24 \cdot 188,92 = 44,87 \leq 1,15 \cdot 0,25 \cdot 850 = 244,38 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Расчет арматуры плитной части фундамента

Момент, возникающий в сечениях фундамента, определяется по формуле

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l} \left(1 - \frac{6e_{0x}}{l} - \frac{4e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2} \right) \quad (3.26)$$

где N – расчетная нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах, определяемая по формуле

$$N = N_{max} + N_{ст} \quad (3.27)$$

e_{0x} – эксцентриситет нагрузки при моменте M , определяемый по формуле

$$e_{0x} = \frac{M_k + Q_k \cdot h - N_{ст} \cdot a}{N} \quad (3.28)$$

c_{xi} – вылет ступеней.

Моменты, действующие в плоскости параллельно меньшей стороне фундамента, определяются по формуле

$$M_{yi} = \frac{N \cdot c_{yi}^2}{2b} \quad (3.29)$$

где c_{yi} – вылет ступени.

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s} \quad (3.30)$$

где M_i – величина момента сечения;

ξ – коэффициент, зависящий от α_m , значение которого находится по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b} \quad (3.31)$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию.

Расчетная нагрузка на основание

$$N = 402,21 + 0,58 = 402,79 \text{ кН}$$

Момент, приведенный к подошве фундамента

$$M = 93,19 + 30 \cdot 1,2 - 0,58 \cdot 0,4 = 128,96 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Эксцентриситет нагрузки

$$e_{0x} = \frac{1,78 + 2,1 \cdot 1,2 - 0,58 \cdot 0,4}{402,79} = 0,001 \text{ м}$$

Таблица 3.3 – Расчет арматуры

Сече- ния	Вылет c_i , м	$\frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l(b)}$	$1 + \frac{6e_{0x}}{l} - \frac{4e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2}$	M_i , кН · м	α_i	ξ	h_{0i}	A_s , см ²
1–1	0,45	22,66	1,03	23,29	0,036	0,985	0,25	2,66
2–2	0,9	90,93	1,02	92,66	0,14	0,92	2,05	1,38
1'–1'	0,3	10,07	1,03	10,37	0,016	0,995	0,25	1,17
2'–2'	0,6	40,28	1,03	41,34	0,065	0,97	23,05	0,59

Конструируем сетку С-1 следующим образом. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т.е. сетка С-1 имеет в направлении l – 9 стержней и 1 доборный стержень, в направлении b – 6 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем по сортаменту 8 мм (для 10 $\Phi 6$ А400 $A_s = 2,83 \text{ см}^2$, что больше 1,38). В направлении b – 10 мм (для 6 $\Phi 8$ А400

$A_s = 3,02 \text{ см}^2$, что больше 2,66). Длины стержней принимаем соответственно 1700 и 1100 мм.

Подколонник армируется стеками С-2, конструктивно принимая продольную (рабочую арматуру) $\varnothing 8$ А400 с шагом 200, поперечную $\varnothing 6$ А400 с шагом 600. Длина рабочих стержней 2000 мм, количество в сетке – 3, а длина поперечной арматуры 700 мм, количество стержней в стеке -3.

3.3.7. Определение объемов работ, стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

При определении показателей объемов и стоимости учитываются следующие виды работ и материала:

- механическая разработка грунта;
- ручная разработка грунта;
- обратная засыпка;
- устройство подбетонки;
- устройство монолитного фундамента;
- стоимость арматуры.

Расчет ведется по данным ФЕР и ФССЦ 2020 г. Результаты расчета сводятся в таблицу 3.4

Таблица 3.4 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

№ расценок	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость чел.-час.	
				Ед.	Всего	Ед.	Всего
Земляные работы							
ФЕР 01-01-001-02	Разработка грунта на отвал экскаватором «драглайн» одноковшевым с ковшом вместимостью 15 м ³ , группа грунтов	1000 м ³	0,139	3580,12	497,64	2,1	0,29
ФЕР 01-01-034-02	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозером мощностью: 132 кВт (180 л.с.)	1000 м ³	0,138	338,61	46,72	-	-
Бетонные работы							
ФЕР 06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки (В-3,5)	100 м ³	0,0065	3897,23	25,33	180,0	1,17
ФЕР 06-01-001-10	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения при высоте подколонника от 2 до 4 м, периметром до 5 м	100 м ³	0,03	8768,26	263,05	11,69	0,35
ФССЦ 08.4.03.03	Сталь арматурная, горячекатанная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 6 мм	т	1,03	8213,72	8367,43	-	-

Окончание таблицы 3.4

ФССЦ 04.1.02.05	Смеси бетонные из тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М50)	м ³	2,92	592,76	1728,49	-	-
Итого					10928,66		0,757

3.4. Проектирование свайного фундамента

3.4.1. Выбор высоты ростверка и длины свай

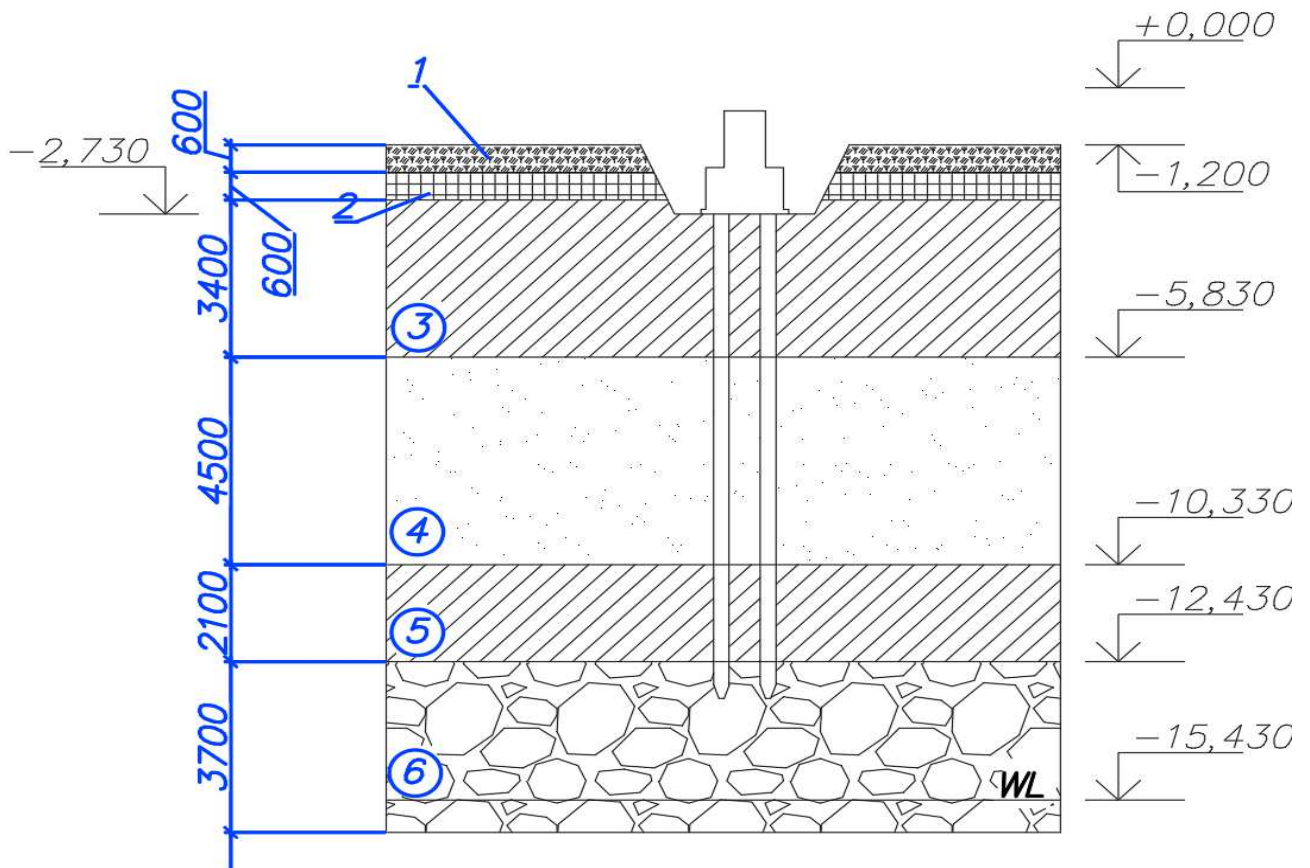
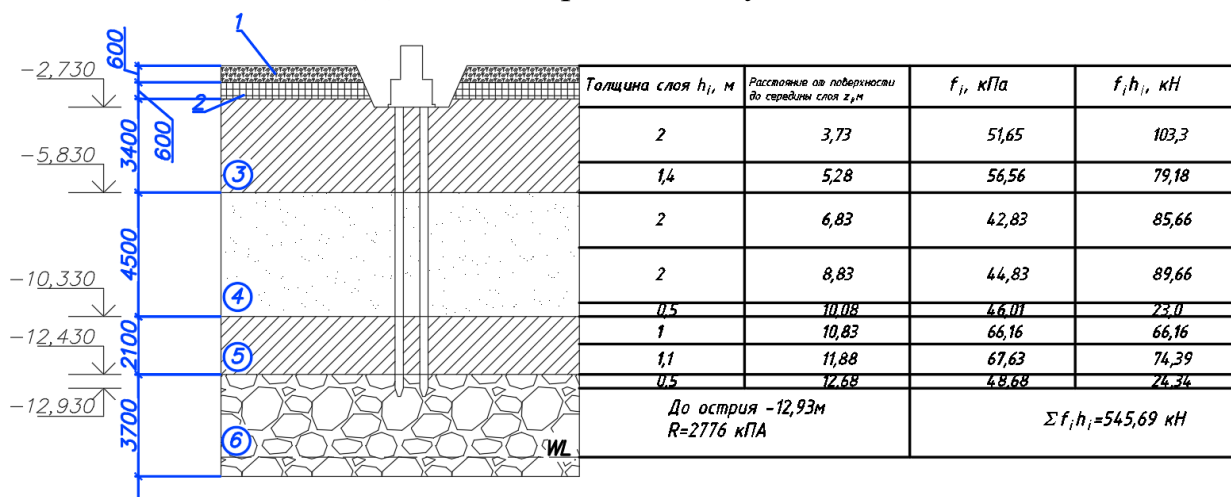


Рисунок 3.3 – Инженерно-геологическая колонка и отметки ростверка у свай

Глубину заложения ростверка d_p принимаем $d_p = -2,53$ м. Высоту ростверка принимаем $h_p = 2,03$ м. Отметку головы сваи принимаем на $0,05$ м выше подошвы ростверка $-2,58$ м. В качестве несущего слоя выбираем галечник с песчаным заполнителем, залегающий с отметки $-12,430$ м. Принимаем сваи длиной 11 м (С110.30); отметка нижнего конца составит $-13,58$ м, а заглубление в галечник $-1,15$ м.

Данные для расчета несущей способности свай приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Данные для расчета несущей способности сваи



3.4.2. Определение несущей способности сваи

Несущая способность сваи определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \Sigma (f_i \cdot h_i)) \quad (3.32)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;
 γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;
 R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;
 A – площадь поперечного сечения сваи;
 u – периметр поперечного сечения сваи;
 γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;
 f_i – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи в пределах i –го слоя грунта;
 h_i – толщина i –го слоя грунта.

Несущая способность сваи

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 2776 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot \Sigma (1 \cdot 545,69)) = 904,67 \text{ кН}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле

$$N_{св} \leq F_d / \gamma_k \quad (3.33)$$

где $N_{св}$ – расчетная нагрузка на сваю от здания;
 F_d – несущая способность свай;
 γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4.

Допускаемая нагрузка на сваю согласно расчету составит

$$N_{\text{св}} = 904,67/1,4 = 646,19 \text{ кН}$$

3.4.3. Определение количества свай и их размещение

Количество свай определяется по формуле

$$n = \frac{N_{\text{max}}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}} \quad (3.34)$$

где γ_k – коэффициент надежности;
 d_p – глубина заложения ростверка;
 $\gamma_{\text{ср}}$ – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах;
 $g_{\text{св}}$ – масса свай.
 Количество свай:

$$n = \frac{410}{646,19 - 2,53 \cdot 20 \cdot 0,9 - 1,1 \cdot 10 \cdot 2,5} = 0,72 \text{ шт}$$

Так как использовать 1 или 2 сваи в ростверке не целесообразно, то принимаем сваи в количестве 4.

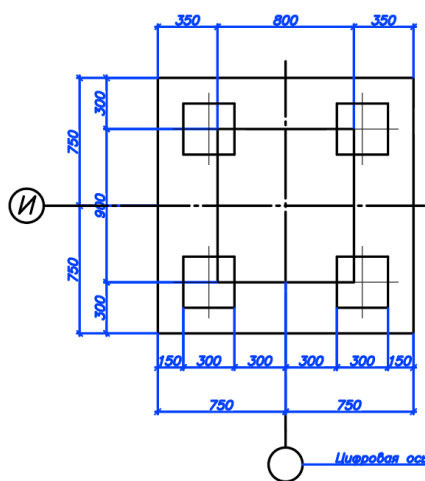


Рисунок 3.4 - Схема расположения свай

3.4.4. Расчетная проверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости x ростверка, определяется по формуле

$$M_{xi} = \Sigma N_{\text{св}} \cdot x_i \quad (3.35)$$

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

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

Момент, возникающий в плоскости у ростверка, определяется по формуле

$$M_{yi} = \Sigma N_{св} \cdot y_i \quad (3.36)$$

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

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s} \quad (3.37)$$

где M_i – величина момента в сечении;
 ξ – коэффициент, зависящий от α_m ;
 h_{0i} – рабочая высота каждого сечения;
 R_s – расчетное сопротивление арматуры.
 Коэффициент α_m определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b} \quad (3.38)$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения;

Расчеты сводим в таблице 3.3.

Таблица 3.6 – Расчеты арматуры

Сечения	b_i , м	Расстояние x_i, y_i , м	Момент, кН · м	α_m	ξ	h_{0i} , м	A_s , см ²
1 – 1	1,5	0,45	581,57	0,047	0,975	0,85	19,22
1' – 1'	1,5	0,45	581,57	0,047	0,975	0,85	19,22

Конструируем сетку С–1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т. е. сетка С–1 имеет в направлении l и b – 7 стержней. Диаметр арматуры в обоих направлениях принимаем по сортаменту. В направлении l и b – 7Ø20А400 с $A_s = 21,99$ см². Длины стержней принимаем 1400 мм.

Подколонник армируем двумя сетками С–2, принимая рабочую продольную арматуру конструктивно Ø12А400 с шагом 200 мм, поперечную Ø8А240 с шагом 450 мм. Длина рабочих стержней 1400 мм, количество в сетке – 5. Длина поперечной арматуры – 800 мм, количество стержней в сетке – 3.

3.4.5. Подбор сваебойного оборудования и назначение контрольного отказа

Выбираем для забивки свай трубчатый дизель-молот. Отношение массы ударной части молота m_4 к массе сваи m_2 должно быть не менее 1. Т.к. $m_2 = 1,60$ т, минимальная масса молота $m_4 = 1 \cdot 1,60 = 1,60$ т. принимаю массу молота $m_4 = 1,80$ т (трубчатый дизель-молот С-996).

Отказ определяем по формуле:

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (3.39)$$

где E_d – энергия удара;
 η – коэффициент, принимается равным 1500 кН/м;
 A – площадь поперечного сечения сваи;
 F_d – несущая способность сваи;
 m_1 – полная масса молота;
 m_2 – масса сваи;
 m_3 – масса наголовника.

$$S_a = \frac{45,4 \cdot 1500 \cdot 0,9}{646,19(646,19 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{3,65 + 0,2(2,5 + 0,2)}{3,65 + 2,5 + 0,2} = 0,028\text{м} \approx 0,3 \text{ см}$$

$S_a = 0,3 \text{ см} > 0,2 \text{ см}$, следовательно сваебойное оборудование подобрано верно.

3.4.6. Определение объемов работ, стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

Расчет стоимости работ по устройству свайного фундамента и трудоемкость возведения данного типа фундамента рассчитывается по данным ФЕР и ФССЦ.

Результаты расчета сводятся в таблицу 3.7

Таблица 3.7 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

№ расценок	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость чел.-час.	
				Ед.	Всего	Ед.	Всего
Земляные работы							
ФЕР 01-01-001-02	Разработка грунта на отвал экскаватором «драглайн» одноковшевым с ковшом вместимостью 15 м ³ , группа грунтов	1000 м ³	0,06	3580,12	214,4	2,1	0,126
ФЕР 01-01-034-02	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозером мощностью: 132 кВт (180 л.с.)	1000 м ³	0,057	338,61	19,3	-	-
Свайные работы							
ФЕР 05-01-002-05	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай длиной: до 12 м в грунты группы 2	м ³	0,99	323,82	320,58	3,9	3,86
ФССЦ 05.1.05.16	Сваи железобетонные	м ³	0,89	1870,63	1664,86	-	-
ФЕР 05-01-010-01	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных свай площадью сечения до 0,1 м ²	шт	4	42,79	171,16	1,4	5,6

Окончание таблицы 3.8

Бетонные работы							
ФЕР 06-01-001-10	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения при высоте подколонника от 2 до 4 м, периметром до 5 м	100 м ³	0,03	8768,26	263,05	11,69	0,35
ФССЦ 08.4.03.03	Сталь арматурная, горячекатанная, периодического профиля, класс А-III , диаметр 6 мм	т	0,686	8213,72	5634,61	-	-
ФССЦ 04.1.02.05	Смеси бетонные из тяжелого бетона (БСТ), класс В15 (М50)	м ³	6,9	592,76	4090,04	-	-
Итого					12378,00		9,58

3.5. Технико-экономическое сравнение вариантов

Сравнив варианты запроектированных фундаментов – столбчатого и свайного кустового фундамента.

Таблица 3.8 – Технико-экономическое сравнение вариантов

Критерии сравнения	Столбчатый	Свайный
Стоимость, руб.	10928,66	12378,00
Трудоемкость	0,757	9,58

Несмотря на то, что по результатам расчетов свайный фундамент дороже и более трудозатратен, чем столбчатый фундамент мелкого заложения, однако, при выборе фундамента следует руководствоваться не только технико-экономическими показателями, но также надежностью проектируемого фундамента. Свайные фундамент превосходит столбчатый по показателю надёжности.

Исходя из вышесказанного выбираем свайный фундамент как более надежный.

4. Технология строительного производства

4.1. Природно-климатические условия строительства

Строительство объекта будет производиться в городе Канске. Начало строительства 28 октября 2019 года.

Канск – город, расположенный на востоке Красноярского края, является центром городского округа. Город расположен на обоих берегах реки Кан, являющейся правым притоком Енисея. Город расположен в 232 км от краевого центра и в 3507 км от Москвы.

Климат города резко континентальный. Зима продолжительна (продолжительность отопительного периода 254 дня) и умеренно суровая. Лето относительно теплое с непродолжительными периодами жаркой погоды.

— Среднегодовая температура воздуха: +0,2°C.

— Относительная влажность воздуха: 70,3%.

— Средняя скорость ветра: 3,0 м/с.

— Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98: - 45°C.

— Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98: - 48°C.

— Снеговой район – III.

— Ветровой район – III.

4.1.1. Область применения

Данная технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса объекта «Крытый каток с искусственным льдом в г. Канске». Технологическая карта предназначена для нового строительства. Блок ледового поля, состоящий из металлического каркаса имеет габаритные размеры в плане (в осях) 65,0x39,8 м.

Каркас здания состоит из колонн, выполненных из прокатных двутавров по ГОСТ Р 57837-2017 и стальных гнутых замкнутых сварных профилей прямоугольного сечения по ГОСТ 30245-2003. Вертикальные связи так же выполнены из профилей по ГОСТ 30245-2003. Балки настила выполнены из двутавров по ГОСТ Р 57837-2017. Прогоны и связевые распорки за конструированы из швеллеров принятых в соответствии с ГОСТ 8240-97.

Монтаж каркаса выполняется при помощи ручной сварки и болтов.

4.1.2. Общие данные

- МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства».
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
- ВСН-193-81 «Инструкция по разработке проектов производства работ по монтажу строительных конструкций».

4.1.3. Организация и технология выполнения работ

Работы подготовительного периода, выполняемые до начала монтажа здания:

- разбивка и принятие осей здания;
- возведение всех необходимых временных сооружений;
- устройство коммуникаций;
- устройство временных дорог и подъездных путей;
- устройство ограждения строительной площадки;
- устройство сетей электроснабжения;
- устройство телефонизации и освещения территории;
- устройство площадок складирования;

Основанием для начала работ по возведению металлокаркаса служит Акт технической готовности нулевого цикла (возведение фундаментов) к монтажу. Требуется также приложение исполнительных схем с нанесенным положением опорных поверхностей.

Перед началом монтажа металлического каркаса должны быть полностью окончены работы нулевого цикла.

Необходимо выполнить разбивку осей. Она выполняется посредством выноса в натуру двух крайних точек, служащих для определения расположения наиболее длинной оси здания. Все расстояния между осями и привязки конструкций выносятся на разбивочные чертежи. Перенос осей здания на обноску осуществляется с помощью теодолита, после чего, главные

оси закрепляются на местности на случай повреждения обноски. Закрепление выполняют при помощи временных, выносных контрольных знаков с осевыми рисками, устанавливаемые на расстоянии 5-10 метров от здания. Для создания вертикальной разбивки вблизи от здания устраивается рабочий репер, отметка которого определяется от ближайших реперов государственной нивелирной сети. Для упрощения вычисления отметок, отсчеты высот ведутся от принятой нулевой отметки (уровень чистого пола первого этажа). Исходя из знания абсолютных отметок реперов, в частности рабочего репера, вычисляют абсолютную отметку уровня чистого пола первого этажа.

Необходимо оберегать металлические конструкции от механических повреждений при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировки и хранения. Для этого их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозке) с помощью инвентарных креплений, представленных в виде зажимов, хомутов, кассет, турникетов и т.д. В случае деформации металлических конструкций следует их выровнять с помощью холодной или горячей правки. Сброс конструкций с транспортных средств, а также волочение их по любой поверхности – запрещены. Во время погрузки предписывается применять стропы из мягких материалов.

Конструкции хранятся на открытых, спланированных площадках, покрытых щебнем или песком (толщина покрытия $h=5-10$ см) в штабелях с прокладками в том же положении, в котором они находились при транспортировке. Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение подкладок и прокладок обычно – квадратное, со сторонами не менее 250 мм. При выборе размеров прокладок и подкладок необходимо соблюдать требование, согласно которому вышележащие конструкции не должны опираться на выступающие части нижележащих конструкций.

Складирование конструкций осуществляется с устройством сквозных проходов не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном и через 25,0 м в поперечном направлениях. Для прохода к торцам изделий устраиваются разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями необходимо устраивать зазор не менее 0,2 м, для избежания повреждения элементов при погрузочно-разгрузочных работах.

Монтаж металлических конструкций производить в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-2019, СП 53-101-98, рабочего проекта и инструкциями заводов-изготовителей.

Монтаж металлического каркаса начинается с монтажа колонн. Перед установкой колонн в проектное положение на них наносятся риски,

отмечающие ось колонны на уровне низа колонны. Так же риска наносится на верх фундамента.

Основными операциями при монтаже колонн являются строповка, подъем, наводка на опоры выверка и закрепление. Колонны стропуются за верхний конец. Для этого используют стропы или полуавтоматические захватные приспособления. При установке колонн их поднимают краном и наводят на анкерные болты. Перед установкой колонны подкручиваются гайки по резьбе анкерных болтов, а сама резьба защищается от повреждений колпачками обрезками газовых труб. После наведения, колонну устанавливают в проектное положение. Колонны крепятся гайками, которые накручиваются на анкерные болты. При окончательном креплении стоек затягивают контргайки и крепят гайки электроприхватками, чтобы предупредить самоотвинчивание гаек. Последним этапом установки колонн является расстроповка, которую производят только после надлежащего закрепления колонн.

Перед началом монтажа фермы очищают от грязи и ржавичны отверстия опорных площадок.

Монтаж стропильных ферм производится качельной траверсой, закреплённой в узлах верхнего пояса фермы. При подъеме фермы ее положение в пространстве регулируется удержанием фермы от раскачивания с помощью канатов-оттяжек. После подъема в зону установки ферму разворачивают с помощью расчалок поперек пролета. На высоте примерно 0,6 м над местом монтажа ферму наводят, совмещая риски, обозначающие геометрические оси нижних поясов фермы, с рисками на колоннах и устанавливают в проектное положение. При необходимости смещения фермы в поперечном направлении его выполняют ломом, не осуществляя подъема фермы. При необходимости смещения в продольном направлении необходимо осуществить подъем фермы. На оголовки колонн устанавливаются кондукторы, которые служат для временного крепления, выверки и регулирования положения фермы на опоре. После подъема и выверки ферму раскрепляют расчалками, закрепленными за колонна, а последующие фермы временно раскрепляют, соединяя друг с другом распорками.

Перед установкой ограждающих конструкций все сварные соединения обрабатываются и покрываются краской в соответствии с технологической картой. Также перед установкой стеновых панелей устанавливается цокольный нащельник.

Высверливание отверстий в стеновых панелях выполняется в местах дальнейшей установки крепёжных элементов или в местах, закрывающихся окантовками, нащельниками после монтажа. Панели захватываются так, чтоб они

находились в равновесном состоянии. К торцу панели прикрепляют управляющий трос, с помощью которого контролируют перемещение панели во время подъема. После окончания монтажа стеновых панелей все зазоры заполняются герметиком и закрываются сверху нащельниками.

4.1.4. Заключительные работы

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

4.1.5. Расчет объемов работ

Объемы работ приводятся в таблица 4.1-4.2, а потребность в материально-техническом обеспечении в п.4.1.8.

Помимо объемов сборных элементов необходимо определить количество и разновидности сварных швов. Для этого используются данные «Конструктивного раздела». Данные принимаются по схемам узлов.

Таблица 4.1 – Объем строительных работ по установке болтов

№ п/п	Эскиз	Ед. изм.	Кол-во	Потребность в материалах		
				Наименование материалов	Кол-во на ед. изм.	Кол-во на объект
1	<p>Монтажные стыки на высокопрочных болтах при укрупнительной сборке фермы</p>	шт.	8	Болты высокопрочные	24	240

Окончание таблицы 4.1

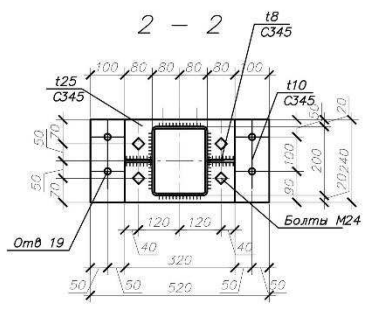
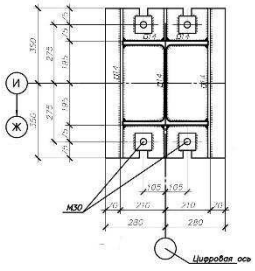
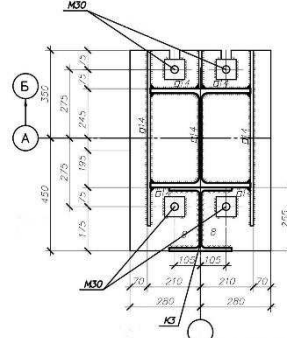
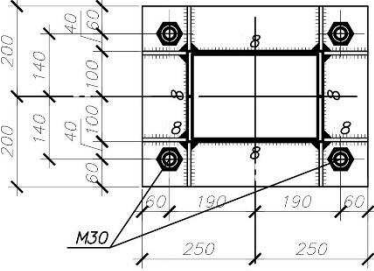
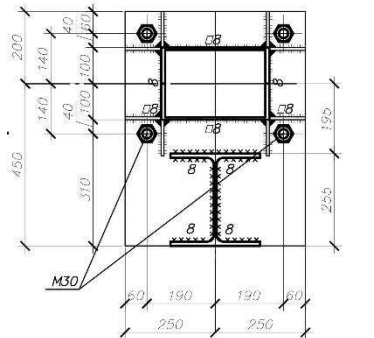
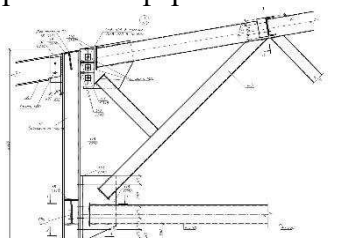
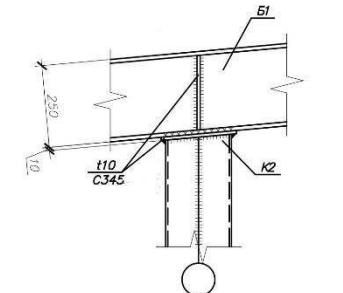
2	<p>Монтажные стыки на болтах при укрупнительной сборке</p>  <p>фермы</p>	шт.	4	Болты М24	12	120
---	---	-----	---	-----------	----	-----

Таблица 4.2 – Объем сварочных работ

Наименование процесса, эскиз	Ед. изм.	Кол-во	Объем работ на пог. м	
			на ед. изм.	на все задние
<p>Опираение колонны К1 на фундамент</p> 	1 узел	20	3,6	72
<p>Опираение колонны К1* на фундамент</p> 	1 узел	2	5,3	10,6

Окончание таблицы 4.2

<p>Опираение колонны К2 на фундамент</p> 	1 узел	14	2,9	40,6
<p>Пириание колонны К2* на фундамент</p> 	1 узел	2	3	6
<p>Крепление фермы к колонне</p> 	1 узел	20	0,66	13,2
<p>Креплениеколонны К2 к балке настила Б1</p> 	1 узел	14	0,75	10,5

4.1.6. Расчет и обоснование выбора строительных машин

Подбор крана производится по наиболее тяжелому элементу. Таким элементом является ферма, которая доставляется на объект тремя частями, затем подвергается укрупненной сборке и монтируется. Масса собранной фермы составляет $m=4,43$ т. Согласно [Каталог средств монтажа сборных конструкций зданий и сооружений], наиболее подходящим по грузоподъемности является строп 2СТ-10-4 грузоподъемностью до 10 т и собственной массой 94,8 кг. Исходя из этих данных определяется монтажная масса согласно формуле

$$M_m = M_{\text{Э}} + M_{\text{Г}} = 4430 + 94,8 = 4524,8 \text{ кг} \quad (4.1)$$

где $M_{\text{Э}}$ – масса самого тяжелого элемента, кг;

$M_{\text{Г}}$ – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, кг.

Монтажная высота подъема крюка крана определяется по следующей формуле

$$H_{\text{К}} = h_0 + h_3 + h_{\text{Э}} + h_{\text{Г}} = 7,5 + 0,6 + 4,55 + 4,2 = 16,4 \text{ м} \quad (4.2)$$

где $h_0 = 7,5$ м – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_3 = 0,6$ м – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над уровнем ранее смонтированных конструкций и установке в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности, м;

$h_{\text{Э}} = 4,55$ м – максимальная высота монтируемого элемента в положении подъема, м;

$h_{\text{Г}} = 4,2$ м – высота грузозахватного устройства, м.

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяется в соответствии с формулой

$$H_{\text{С}} = H_{\text{К}} + h_{\text{П}} = 16,4 + 2 = 18,4 \text{ м} \quad (4.3)$$

где $h_{\text{П}} = 2$ м – размер грузового полиспаста в растянутом состоянии, м.

Требуемый монтажный вылет крюка находится по формуле (4.4)

$$l_k = \frac{(b + b_1 + b_2) \cdot (H_c - h_{III})}{h_{\Gamma} + h_{\Pi}} + b_3 = \frac{(0,5 + 0,1 + 0,5) \cdot (18,4 - 2)}{4,2 + 2} + 2 = 8,21 \text{ м}$$

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

$b_1 = 0,1 \text{ м}$ – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, м;

$b_2 = 0,5 \text{ м}$ – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м;

$h_{III} = 2 \text{ м}$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота (пяты) стрелы, м;

$b_3 = 2 \text{ м}$ – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м.

Необходимая минимальная длина стрелы

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{III})^2} = \sqrt{(8,7 - 2)^2 + (18,4 - 2)^2} = 17,68 \text{ м}$$

Исходя из полученных расчетных монтажных характеристик, подбирается автомобильный кран КС-45722-1 с характеристиками:

- длина стрелы $L_c = 21 \text{ м}$;
- вылет стрелы $l_k = 6 \div 20 \text{ м}$;
- высота подъема крюка $H_k = 20 \text{ м}$;
- грузоподъемность $Q = 4,6 \text{ т}$.

Расчетная схема крана представлена на рисунке 4.1

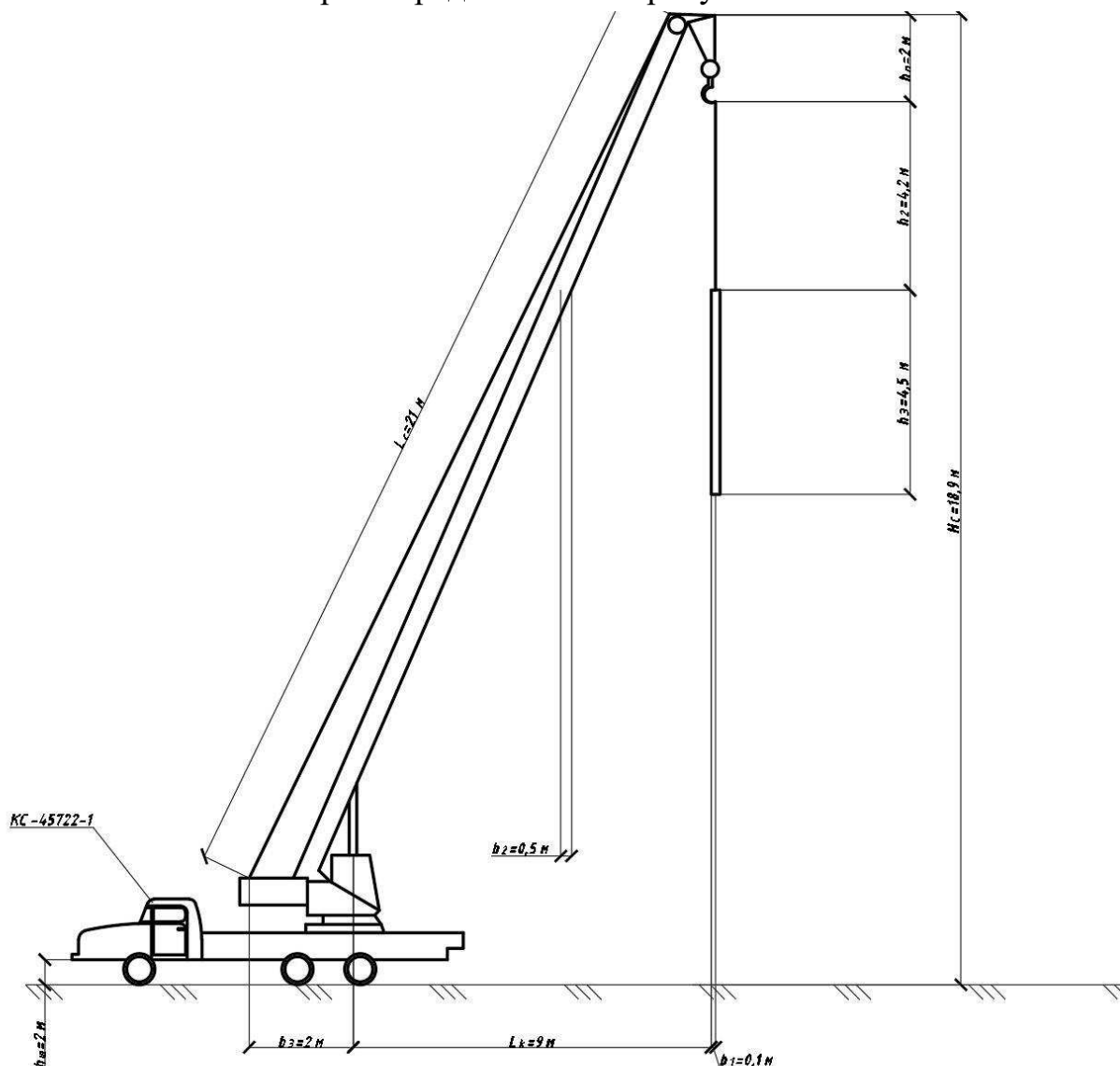


Рисунок 4.1 – Расчетная схема крана

4.1.7. Требования к качеству и приемке работ

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

- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- ГОСТ Р 58945-2020 «Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений».

Проверка качества выполнения монтажа стальных конструкций проводится при помощи осмотра и ультразвуковых исследований. Контроль

проводится на всех стадиях выполнения работ по монтажу каркаса. Пооперационный контроль качества монтажных работ приведен в таблице 4.3. Таблицы 4.3 – Контроль качества монтажных работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Предмет, состав и объем проводимого контроля, предельное отклонение	Способ контроля	Время проведения контроля	Кто контролирует
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей ± 5 мм. Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении 10 мм. Кривизна колонны (расстояние между точками закрепления) $-0,0013$.	Теодолит, рулетка, нивелир	Во время монтажа	Прораб
Отметки опорных узлов	Отклонение верха опорного узла от проектного ≤ 20 мм.	Уровень, нивелир	Во время монтажа	Прораб
Монтаж ферм	Смещение осей ферм относительно разбивочных осей колонн – 5 мм. Расстояние между осями ферм по верхним поясам в середине пролета – 60 мм. Отклонение от совмещения оси нижнего пояса фермы с рисками на колонне или подстропильной ферме – 8 мм.	Теодолит, рулетка, нивелир	Во время монтажа	Прораб

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от требований стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения от нормы превышают допустимые значения, то изделие бракуется.

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

В процессе монтажа проводится операционный контроль, позволяющий своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению. Контроль проводится в соответствии со Схемой операционного контроля качества монтажа конструкций. Результаты регистрируются и заносятся в Журнал работ по монтажу строительных конструкций.

По окончании монтажа проводится примеочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим предоставляются детализированные чертежи конструкций, журнал работ по монтажу строительных конструкций, акты освидетельствования скрытых работ, акты промежуточной приемки смонтированных конструкций, документы о контроле качества сварных соединений и паспорта конструкций.

4.1.8. Потребность в материально-технических ресурсах

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

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

Перечень основного оборудования, машин, механизмов и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице 4.4.

Перечень материалов и изделий, необходимых для монтажа каркаса здания приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.3 – Перечень основного оборудования, машин, механизмов

Наименование машин, механизмов, станков, инструментов	Марка, ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Кол-во
Автомобильный кран	КС-45722-1, $Q=4,6т$	шт.	1
Двухконечный балансирующий строп	2СТ10-4, $Q=10 т, m=94,8 кг$	шт.	2
Оттяжки	$d=20 мм$	шт.	2
Лестница приставная монтажная		шт.	2
Переходный мостик		шт.	2
Площадка		шт.	2
Подстропок	ВК-4-1,6, $Q=4 т, m=7,2 кг$	шт.	2
Подстропок		шт.	2
Захват	КР3,2, $Q=3,2 т, m=40 кг$	шт.	2

Окончание таблицы 4.3

Пружинный замок	ПР8, $Q=8$ т, $m=6,7$ кг	шт.	2
Подкладки		шт.	2
Нивелир	НИ-3	шт.	2
Теодолит	№т2КП2	шт.	2
Рулетка измерительная строительная металлическая		шт.	4
Уровень строительные	УС2-П	шт.	2
Отвес стальной строительный		шт.	2
Лом стальной		шт.	2
Рейка нивелировочная 3 м		шт.	5
Ножницы по металлу		шт.	2
Сварочный выпрямитель		шт.	1
Кабель сварочный		м.	300
Сварочный аппарат	СО-22-2	шт.	3
Набор ключей		шт.	2

Таблица 4.5 – Перечень изделий

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Ед.изм.	Норма расхода на ед. изм.	Потребность на объем работ
Монтаж металлического каркаса здания	Колонны			
	К1, 40К2	шт.	1	20
	К2, [30П	шт.	1	18
	К3, 25К1	шт.	1	12
	Связи			
	СВ1	шт.	1	2
	СВ2	шт.	1	4
	СГ1	шт.	1	45
	СГ2	шт.	1	140
	СВД1	шт.	1	3
	СВД2	шт.	1	3
	СВД3	шт.	1	3
	СВД4	шт.	1	3
	Фермы			
	ФС1	шт.	1	10
	Балки настила			
	Б1, 25К1	шт.	1	39

	Прогоны			
	П1, [20П	шт.	1	176
	П2	шт.	1	11

4.1.9. Безопасность труда

При производстве монтажных работ безопасность труда регламентируется следующими нормативными документами:

— СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

— СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

— ГОСТ 12.3.002-2014 «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

— ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов».

— ГОСТ Р 58967-2020 «ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:

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

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

- перед началом смены лично проверить состояние техники безопасности во всех рабочих местах руководимой им бригады и немедленно устранить обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или угрожают здоровью или жизни работающих, бригадир должен доложить об этом мастеру или производителю работ и не

приступать к работе;

- постоянно в процессе работы обучать членов бригады безопасным приемам труда, контролировать правильность их выполнения, обеспечивать трудовую дисциплину среди членов бригады и соблюдение ими правил внутреннего распорядка и немедленно устранять нарушения техники безопасности членами бригады;

- организовать работы в соответствии с проектом производства работ;

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

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

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

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

Перед началом работ машинист грузоподъемного крана должен проверить:

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

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

- стрелу и ее подвеску;

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

- на холостом ходу все механизмы крана, электрооборудование, звуковой сигнал, концевые выключатели, приборы безопасности и блокирующие устройства, тормоза и противоугонные средства. При обнаружении неисправностей и невозможности их устранения своими силами крановщик обязан доложить механику или мастеру. Работать на неисправном кране запрещается.

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

- нельзя находиться людям в границах опасной зоны;

- при работе со стальными канатами следует пользоваться брезентовыми рукавицами;
- запрещается во время подъема грузов ударять по стропам и крюку крана;
- запрещается стоять, проходить или работать под поднятым грузом;
- запрещается оставлять грузы, лежащими в неустойчивом положении;
- машинист крана не должен опускать груз одновременно с поворотом стрелы;
- не бросать резко опускаемый груз.

При монтаже стальных элементов конструкции необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работ:

- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;
- падение вышерасположенных материалов, инструментов;
- опрокидывание машин, падение их частей;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;

В процессе монтажа конструкций здания монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно установленных конструкциях; Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждение. Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам, на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода при установленных ограждениях, без применения специальных предохранительных приспособлений.

Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение. При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием должны осуществляться специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Навесные металлические лестницы высотой более 5м должны удовлетворять требованиям СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве».

Строповку конструкций и оборудования необходимо производить средствами, удовлетворяющими требованиям СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве» и обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватывающего средства превышает 2м.

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

4.1.10. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели объекта приведены на листе №. Калькуляция труда и заработной платы приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Калькуляция труда и заработной платы

Обозначение ЕНиР	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу времени чел.-час		На объем работ	
		Ед. изм.	Кол-во		Норма времени чел.-ч	Расценка руб., коп	Трудоемкость чел.-ч	Сумма руб., коп.
§Е1-5	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 0,5 т	100 т	0,7845	Такелажник 2р-2	22,00	14,09	17,26	11,05
				Машинист 6р-1	11,00	11,06	8,63	8,68
§Е1-5	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 1 т	100 т	0,125	Такелажник 2р-2	12,00	7,08	1,50	0,89
				Машинист 4р-1	6,40	6,42	0,80	0,80
§Е1-5	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 1,5 т	100 т	0,443	Такелажник 2р-2	8,80	5,63	3,90	2,49
				Машинист 4р-1	4,40	4,66	1,95	2,06
§Е1-5	Выгрузка с автотранспортных средств металлических конструкций массой до 2 т	100 т	0,351	Такелажник 2р-2	7,20	4,61	2,53	1,62
				Машинист 4р-1	3,60	3,82	1,26	1,34
§Е5-1-9	Монтаж колонн	1 эл-т	50	Монтажники 6р-1, 4р-2, 3р-1	3,50	2,83	175,00	141,50
				Машинист 6р-1	0,70	70,00	35,00	3500,00
§Е5-1-9	Монтаж колонн	добав. На 1 т	64,5	Машинист 6р-1	0,75	58,00	48,38	3741,00
§Е5-1-6	Монтаж связей по колоннам	1 эл-т	6	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,33	26,00	1,98	156,00

				Машинист 6р-1	0,11	11,00	0,66	66,00
--	--	--	--	---------------	------	-------	------	-------

Продолжение таблицы 4.5

§Е5-1-6	Монтаж связей по колоннам	добав на 1 т	12,4	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	1,50	1,20	18,60	14,88
				Машинист 6р-1	0,50	50,00	6,20	620,00
§Е5-1-6	Монтаж ферм	1 эл-т	10	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	2,90	2,40	29,00	24,00
				Машинист 6р-1	0,58	60,00	5,80	600,00
§Е5-1-6	Монтаж ферм	добав на 1 т	44,3	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,53	40,00	23,48	1772,00
				Машинист 6р-1	0,11	10,00	4,87	443,00
§Е5-1-6	Монтаж связей покрытия в виде крестов	1 эл-т	140	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,64	50,00	89,60	7000,00
				Машинист 6р-1	0,21	22,00	29,40	3080,00
§Е5-1-6	Монтаж связей покрытия в виде крестов	добав на 1 т	25,2	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	3,00	2,40	75,60	60,48
				Машинист 6р-1	1,00	1,06	25,20	26,71
§Е5-1-6	Монтаж связей покртия в виде ферм	1 эл-т	12	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,35	26,00	4,20	312,00
				Машинист 6р-1	0,12	12,00	1,44	144,00
§Е5-1-6	Монтаж связей покртия в виде ферм	добав на 1 т	1,3	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	2,54	2,03	3,30	2,64
				Машинист 6р-1	0,85	80,00	1,11	104,00
§Е5-1-6	Монтаж связей покрытия в виде отдельных стержней	1 эл-т	140	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,33	20,00	46,20	2800,00
				Машинист 6р-1	0,11	11,00	15,40	1540,00

§Е5-1-6	Монтаж связей покрытия в виде отдельных стержней	добав на 1 т	15,96	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	1,50	1,20	23,94	19,15
				Машинист 6р-1	0,50	50,00	7,98	798,00
§Е5-1-6	Монтаж прогонов	1 эл-т	176	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,30	20,00	52,80	3520,00
				Машинист 6р-1	0,10	10,00	17,60	1760,00
§Е5-1-6	Монтаж прогонов	добав на 1 т	26,7	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	1,00	70,00	26,70	1869,00
				Машинист 6р-1	0,33	30,00	8,81	801,00
§Е5-1-19	Постановка болтов	100 шт	6	Монтажник 4р-1, 3р-1	11,50	8,57	69,00	51,42
§Е22-1-6	Сварка тавровых, угловых и потолочных соединений: вертикальная	10м	1,05	Электросварщик 5р-1, 4р-1	7,30	65,00	7,67	68,25
§Е22-1-6	Сварка тавровых, угловых и потолочных соединений: горизонтальная	10м	7,04	Электросварщик 5р-1, 4р-1	7,30	64,00	51,39	450,56
Прочие неучтенные работы 15%		Монтажники					95,91	2661,46
		Машинисты					33,07	2585,49
		Электросварщики					8,86	77,82
		Такелажники					3,78	2,41
Итого		Монтажники					735,31	20404,53
		Машинисты					253,56	19822,09
		Электросварщики					67,92	596,63
		Такелажники					28,96	18,46

5. Организация строительного производства

5.1. Область применения

Объектный стройгенплан разработан на возведение металлического каркаса блока ледового катка здания спортивного комплекса. Стройгенплан составлен для определения объема, состава и размещения объектов строительного хозяйства с целью максимизации их эффективности применения и с учетом соблюдения требований охраны труда.

Участок под строительство располагается в Красноярском крае, г. Канск, Советский район, ул. 40 лет Октября, 57. С юго-восточной стороны на расстоянии 20 м расположена проезжая часть ул. Муромской, а с западной стороны – проезжая часть ул. 40 лет Октября на расстоянии 40-50 м. Дороги оснащены постоянными сетями коммуникации, к которым можно подключить временные коммуникации.

5.2. Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов

Подбор крана производится по наиболее тяжелому элементу. Таким элементом является сэндвич-панель. Масса одной панели $m=229,5$ кг. Для монтажа сэндвич-панелей строп 2СТ-10-4 грузоподъемностью до 10 т и собственной массой 94,8 кг и грузовой захват ЗСТУ грузоподъемностью 250 кг и собственной массой 5,42кг. Исходя из этих данных определяется монтажная масса согласно формуле

$$M_m = M_{\text{Э}} + M_{\text{Г}} = 229,5 + 100,22 = 329,72 \text{ кг} \quad (5.1)$$

где $M_{\text{Э}}$ – масса самого тяжелого элемента, кг;

$M_{\text{Г}}$ – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, кг.

Монтажная высота подъема крюка крана определяется по следующей формуле

$$H_{\text{К}} = h_0 + h_3 + h_{\text{Э}} + h_{\text{Г}} = 4,1 + 0,6 + 1,5 + 4,2 = 10,4 \text{ м} \quad (5.2)$$

где $h_0 = 4,1$ м – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_3 = 0,6$ м – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над уровнем ранее смонтированных конструкций и

установке в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности, м;

$h_э = 1,5$ м – максимальная высота монтируемого элемента в положении подъема, м;

$h_г = 4,2$ м – высота грузозахватного устройства, м.

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяется в соответствии с формулой

$$H_c = H_k + h_{п} = 10,4 + 2 = 12,4 \text{ м} \quad (5.3)$$

где $h_{п} = 2$ м – размер грузового полиспаста в растянутом состоянии, м.

Требуемый монтажный вылет крюка находится по формуле

$$l_k = \frac{(b + b_1 + b_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{h_г + h_{п}} + b_3 = \frac{(0,5 + 0,075 + 0,5) \cdot (12,4 - 2)}{4,2 + 2} + 2 = 10,35 \text{ м}$$

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

$b_1 = 0,075$ м – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, м;

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

$h_{ш} = 2$ м – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота (пяты) стрелы, м;

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

Необходимая минимальная длина стрелы

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(10,35 - 2)^2 + (12,4 - 2)^2} = 13,33 \text{ м}$$

Исходя из полученных расчетных монтажных характеристик и того, что характеристики крана, работающего на строительной площадке удовлетворяют требованиям, принимаем автомобильный кран КС-45722-1 с характеристиками:

- длина стрелы $L_c = 21$ м;
- вылет стрелы $l_k = 6 \div 20$ м;
- высота подъема крюка $H_k = 20$ м;
- грузоподъемность $Q = 4,6$ т.

5.3. Определение привязки монтажных кранов и грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию

Установку монтажных кранов на строительной площадке осуществляют с учетом требований охраны труда и эффективного производства работ.

Привязка крана и подкрановых путей к строящемуся зданию определяется продольной и поперечной привязкой.

Поперечная привязка определяется безопасным расстоянием между строящимся объектом и поворотной частью крана. Она определяется по формуле (5.4)

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} \quad (5.4)$$

где B – минимальное расстояние от оси подкрановых путей до выступающей части здания, м;

$R_{\text{пов}}$ – радиус поворотной платформы, м;

$l_{\text{без}}$ – минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до выступающей части здания.

Согласно модели крана, подобранному в п.4.16 $R_{\text{пов}} = 2,9$ м, $l_{\text{без}} = 1$ м. Подставив значение в формулу (5.4) получим

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} = 2,9 + 1 = 3,9 \text{ м}$$

5.4. Определение зон действия монтажных кранов и грузоподъемных механизмов

При работе грузоподъемных машин на строительной площадке выделяют опасные зоны действия крана. Такими зонами являются: рабочая зона крана (зона, обслуживаемая краном), зона перемещения груза, опасная зона работы крана.

Рабочая зона крана определяется максимальным вылетом на участке между крайними стоянками крана ($R=11$ м).

Зона перемещения груза находится в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана. Она определяется по формуле (5.5)

$$R_n = R_{\text{max}} + 0,5L_r \quad (5.5)$$

где R_n – радиус зоны перемещения груза, м;
 $R_{max} = 11$ м – максимальный вылет крюка крана, м;
 $L_{\Gamma} = 6$ м – длина самой габаритной конструкции в положении подъема,
м.

$$R_n = 11 + 0,5 \cdot 6 = 14 \text{ м}$$

Опасной зоной работы крана является пространство, в котором возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении.

Опасная зона работы крана вычисляется по формуле

$$R_{он} = R_p + 0,5B_{\Gamma} + L_{\Gamma} + X \quad (5.6)$$

где $R_{он}$ – опасная зона действия крана, м;
 R_p – максимальный требуемый вылет крюка крана, м;
 B_{Γ} – наименьший габарит перемещаемого груза, м;
 L_{Γ} – то же, что и в формуле (5.5), м;
 X – минимальное расстояние отлета груза, м.

В соответствии с проектом самым габаритным грузом является стропильная ферма, для которой $B_{\Gamma} = 0,1$ м, $X = 4,3$. Значение X является промежуточным и определяется методом интерполяции. Подставив данные значения в формулу (5.6), находим опасную зону действия крана

$$R_{он} = 11 + 0,5 \cdot 0,1 + 6 + 4,3 = 21,35 \text{ м}$$

Монтажной зоной является пространство, в котором возможно падение элемента со здания при его установке и временном его закреплении. Величину границы монтажной зоны принимают от крайней точки стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера падающего груза и минимального расстояния отлета груза при его падении. Монтажная зона определяется по формуле

$$R_{монт} = L_{\Gamma} + X \quad (5.7)$$

где L_{Γ} – то же, что и в формуле (5.5), м;
 X – то же, что и в формуле (5.6.), м;

$$R_{\text{монт}} = 6 + 3,65 = 9,65 \text{ м}$$

5.5. Проектирование временных внутрипостроечных дорог

На территории стройплощадки используется автомобильный транспорт. Дороги на территории строительной площадки должны быть организованы таким образом, чтобы обеспечить свободный проезд ко всем эксплуатируемым и строящимся объектам, в зону действия крана, к площадкам укрупненной сборки и местам складирования.

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

При трассировке дорог требуется соблюдение следующих минимальных расстояний:

- между дорогой и складской площадкой – 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку – 1,5 м.

Зоны въезда и выезда автотранспорта, направление его движения, а также разъезды, развороты, стоянки должны быть четко обозначены на стройгенплане.

Основными параметрами дорог являются: число полос движения, радиус закругления дорог и величина расчетной видимости.

На стройплощадке предусмотрена однополосная дорога, шириной 3,5 м. в зоне выгрузки и складирования элементов ширина проезжей части увеличивается до 6 м, длина участка уширения – 15 м. Минимальный радиус закругления дорог принят – 12 м, при этом ширина проездов в пределах кривых увеличена с 3,5 до 5 м.

Протяженность автомобильных дорог в генплане – 0,73 км.

5.6. Проектирование складского хозяйства

Проектирование складов ведут исходя из потребностей в запасах хранимых ресурсов, выборе метода хранения, расчета площади по видам хранения и размещения на стройгенплане.

Необходимые запасы материалов определяются по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (5.8)$$

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

T – продолжительность расчетного периода, в днях;

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад;

K_2 – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода.

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

$$F = \frac{P}{V} \quad (5.9)$$

где P – общее количество хранимого на складе материала;

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

Общая площадь склада (включая проходы), рассчитывается по формуле

$$S = \frac{F}{\beta} \quad (5.10)$$

где F – тоже, что и в формуле (5.9);

β – коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей.

Расчет складов выполнен в табличной форме (таблица 5.1)

Таблица 5.1 – Расчет площадей складирования

Наименование изделий, материалов, конструкций	Ед. изм.	Общее кол-во материалов, $P_{\text{общ}}$	Продолжительность периода T , дн.	Коэффициенты		Количество материалов	β	Кол-во материалов на 1 м ² площади склада	Общая площадь склада, м ²
				K_1	K_2				
Открытые склады									
Сэндвич-панели	м ³	329,52	-	1,2	1,3	514,05	0,6	0,64	1336,53

Итого площадь открытых складов составит 1336,53 м².

5.7. Проектирование бытового городка

Временные здания на строительной площадке проектируются исходя из расчета на максимальное количество рабочих, одновременно находящихся на строительной площадке в смену. Это число формируется из четырех групп сотрудников:

- рабочие;
- ИТР;
- служащие;
- МОП и охрана.

Согласно технико-экономическим показателям, максимальное количество рабочих в смену составляет 16 человек, что так же составляет 84,5% от общего числа сотрудников на строительной площадке в смену. Оставшиеся сотрудники распределены в следующем процентном соотношении:

- ИТР – 11%;
- служащие – 3,2%
- МОП и охрана – 1,3%.

Следовательно, всего на строительной площадке работает 22 человек (100%). Их необходимо распределить на смены, чтобы выяснить максимальное количество сотрудников в смену.

Работы производятся в 2 смены.

Первая смена состоит из:

- рабочие – 8 человек;
- ИТР и служащие – 2 человека;
- МОП и охрана – 1 человек.

Вторая смена состоит из:

- рабочие – 8 человек;
- ИТР и служащие – 1 человек;
- МОП и охрана – 1 человек.

Получается, что максимальное количество сотрудников в одну смену равно 11 человек.

Потребность во временных зданиях и сооружениях определяется путем прямого расчета. Значения, полученные в результате расчета, сводятся в таблицу.

Для инвентарных зданий санитарно-бытового назначения единой формулой расчета является

$$S_{\text{тр}} = NS_{\text{п}} \quad (5.11)$$

где $S_{\text{тр}}$ – требуемая площадь, м²;

$N = 11$ – общая численность работающих в наиболее многочисленную смену, чел.;

$S_{\text{п}}$ – нормативный показатель площади, принимаемый для каждого типа помещений индивидуально, м²/чел.

Единственным исключением при расчете площади является расчет туалетов. Все остальные площади считаются по формуле (5.11) с учетом количества человек, которые будут пользоваться помещением.

Туалеты вычисляются по формуле

$$S_{\text{тр}} = (0,7 \cdot N \cdot 0,1) \cdot 0,7 + (1,4 \cdot N \cdot 0,1) \cdot 0,3 \quad (5.12)$$

где 0,7 и 1,4 – нормативные показатели площадей для мужчин и женщин соответственно;

0,7 и 0,3 – коэффициенты, учитывающие соотношение для мужчин и женщин соответственно.

После проведения подстановки известных данных в формулу получаем значения временных помещений. Результаты сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – Потребность во временных инвентарных зданиях

Наименование помещений	Кол-во человек	Площадь, м ²		Принятый тип бытового помещения	Площадь, м ²		Кол-во зданий
		На одного человека	Расчетная		Одного здания	Всех зданий	
Гардеробная	22	0,7	14	1129-020	15,5	31	2
Душевая	11	0,5	5,5	Д-6	24,3	24,3	1
Умывальная	11	0,05	0,55	420-04-36	8,1	8,1	1
Здание для кратковременного отдыха, и сушки одежды рабочих	8	1,2	9,6	1129-024	15,5	15,5	1
Туалет	11	0,07	1	Д-09-К	1,4	1,4	1
Диспетчерская	2	7	14	31614	18	18	1
Всего						98,3	7

5.8. Расчет потребности в электроэнергии строительной площадки

Электроэнергия расходуется на производственные силовые потребители, технологические нужды, внутреннее и наружное освещение.

Расчет нагрузок выполняется по установленной мощности электроприемников и коэффициентами спроса с дифференциацией по фидам потребителей:

$$P_{\text{общ}} = 1,1 \cdot \left(\sum \frac{P_C \cdot K_C}{\cos\varphi} + \sum \frac{P_t \cdot K_t}{\cos\varphi} + \sum P_{OB} \cdot K_{OB} + \sum P_{OH} \right) \cdot K_{OH} \quad (5.13)$$

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

P_C – мощность силовых потребителей (башенные краны, сварочные трансформаторы и др.), кВа;

P_t – мощность, необходимая для наружного освещения строительной площадки, кВа;

K_C, K_{OH}, K_{OB}, K_t – коэффициенты спроса, зависящие от количества одновременных потребителей;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности, зависящий от количества и загрузки силовых потребителей.

Ведомость подсчета требуемых мощностей представлена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость подсчета требуемых мощностей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Коэффициент K_C	Требуемая мощность
Силовые потребители					
Бетономешалка	шт.	1	1,5	0,5	0,97
Компрессор передвижной	шт.	2	0,32	0,5	0,21
Сварочные аппарат	шт.	2	22,1	0,5	14,3
Технологические нужды					
Внутреннее освещение:					
Внутренние работы	м ²	2510	0,015	0,8	33,17
Бытовой городок	м ²	98,3	0,015	0,8	1,29
Наружное освещение:					
Основные проходы и проезды	км	0,31	0,9	1	0,31
Территория строительства	м ²	16476,98	0,0002	1	3,29
Итого					53,54

На строительной площадке используется трансформаторная подстанция СКТП-560 мощностью 560 кВт закрытой конструкции с габаритными размерами 3,4x2,27 м.

Строительная площадка освещается прожекторами.

ПЗС-200 с лампами типа ДРЛ 0,25-0,13

Количество прожекторов, которые должны быть установлены на строительной площадке, определяется по формуле

$$n = \frac{m \cdot E_p \cdot S}{P_l} \quad (5.14)$$

где m – коэффициент, учитывающий световую отдачу источников света, КПД прожектора и коэффициент светового потока, лк;

P_l – мощность лампы применяемых типов прожекторов, Вт;

S – освещаемая площадь, м²;

$E_p = K \cdot E_H$ – требуемая освещенность, лк;

E_H – нормируемая освещенность, лк;

K – коэффициент запаса.

Принимаем значения $m = 0,2$, $P_l = 500$ Вт; $S = 16476,98$; $E_H = 2$ лк, $K=1,5$. Подставим значения в формулу (5.14)

$$n = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 16476,98}{500} = 29,65$$

Принимаем 30 прожекторов ПЗС-20 с лампами типа ДРЛ.

5.9. Расчет потребности в воде строительной площадки

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно – бытовые и противопожарные нужды.

Суммарный расход воды определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{расчет}} + Q_{\text{пож}}, \quad (5.15)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – расход воды на производственные цели, л/с;

$Q_{\text{расчет}}$ – расход воды на хозяйственно-бытовые цели, л/с;

$Q_{\text{пож}}$ – расход воды на противопожарные цели, л/с.

Расход воды на производственные цели включает приготовление бетонной смеси или раствора, поливку уложенного бетона, выполнение штукатурных и малярных работ, обслуживание и мойку строительных машин и т.д. и определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \frac{q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600t} \quad (5.16)$$

где $q_{\text{п}} = 500$ л – расход воды на производственного потребителя, л;
 $\Pi_{\text{п}} = 11$ – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену, чел.;

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

$t = 8$ ч – число часов в смене, ч;

$K_{\text{н}} = 1,2$ – коэффициент на неучтенный расход воды.

Подставив значения в формулу (5.16) получим

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 11 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,34 \text{ л/с}$$

Потребность в воде на хозяйственно-бытовые цели определяется по формуле

$$Q_{\text{расчет}} = Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{душ}}, \quad (5.17)$$

где $Q_{\text{хоз}}$ – расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, л/с;

$Q_{\text{душ}}$ – расход воды на душевые, л/с.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q \cdot N \cdot k}{t_1 \cdot 3600} \quad (5.18)$$

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

$N = 11$ чел – численность работающих в наиболее загруженную смену, чел.;

$k = 2$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t_1 = 8$ ч – число часов в смене, ч.

Подставив значения в формулу (5.18) получим

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 11 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,01 \text{ л/с}$$

Расход воды на душевые определяется по формуле

$$Q_{\text{душ}} = \frac{q \cdot N_{\text{д}}}{t_2 \cdot 60} \quad (5.19)$$

где $q = 30$ л – норма расхода воды на прием душа одним рабочим, л;
 $N_{\text{д}} = 11$ чел. – численность рабочих, пользующихся душем (до 80% N), чел.;
 $t_2 = 45$ мин. – продолжительность использования душевой установки, мин.

Подставив значения в формулу (5.19) получим

$$Q_{\text{душ}} = \frac{30 \cdot 11}{45 \cdot 60} = 0,12 \text{ л/с}$$

Подставив полученные в результате расчетов значения $Q_{\text{душ}}$ и $Q_{\text{хоз}}$ в формулу (5.14) получим

$$Q_{\text{расчет}} = 0,001 + 0,12 = 0,121 \text{ л/с.}$$

Потребность в воде на противопожарные цели рассчитывается в зависимости от размеров строительной площадки и одновременного действия двух гидрантов, расход воды в секунду подбирается в соответствии с размером строительной площадки, площадь которой менее 10 га, по 10 л/с равен $Q_{\text{пож}} = 20$ л/с.

Так как $Q_{\text{пож}} = 20 \text{ л/с} > Q_{\text{пр}} + Q_{\text{расчет}} = 0,6 \text{ л/с}$, то принимаем $Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пож}} = 20 \text{ л/с}$.

Требуемый диаметр временного водопровода определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot V}} \quad (5.20)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – то же, что и в формуле (5.15), л/с;

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

Принимаем $Q_{\text{общ}} = 20 \text{ м/с}$, $V = 1,5 \text{ м/с}$. Подставив значения в формулу (5.20) получим

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 130,33 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 150 \text{ мм}$.

Ввод выполняем из металлопластиковых труб по ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления».

5.10. Расчет потребности в сжатом воздухе

Сжатый воздух используют при работе на пневматическом оборудовании и с инструментами, а также для пневмотранспортирования растворов и пылевидных строительных материалов. Кислород и ацетилен применяют в ходе сварочных работ.

Потребность в сжатом воздухе определяют по формуле

$$Q = 1,1 \cdot \sum k \cdot q \cdot n, \quad (5.21)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах;

k – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов;

q – расход сжатого воздуха соответствующим механизмам, $\text{м}^3/\text{мин.}$;

n – число однородных механизмов, шт.

Принимаем $k = 1$, $q = 0,3 \text{ м}^3/\text{мин.}$, $n = 2$ шт. Подставив значения в формулу (5.21) получим

$$Q = 1,1 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 2 = 0,66 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Обычно потребность в сжатом воздухе удовлетворяется передвижными компрессорами, оборудованными комплектом гибких шлангов диаметром 20-40 мм и имеющими производительность 3-9 $\text{м}^3/\text{мин}$, а на крупных стройках – стационарными компрессорными установками.

Кислород и ацетилен поставляют в стальных баллонах и хранят в закрытых складах, защищая баллоны от перегрева, либо применяют передвижные кислородные и ацетиленовые установки.

5.11. Мероприятия по охране труда и техники безопасности

Организация и выполнение работ должны осуществляться при соблюдении законодательства Российской Федерации об охране труда.

При выполнении строительно-монтажных работ строго соблюдать требования СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в ПОС и ППР», СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве». Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве». Часть 2. Строительное производство», «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» и настоящего ПОСа.

Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон.

При установке, монтаже (демонтаже), ремонте и перемещении строительных машин и механизмов должны быть приняты меры, предупреждающие опрокидывание при воздействии ветра, собственного веса и другим причинам.

Подготовительные мероприятия по обеспечению безопасности выполняют до начала производства работ, а именно: площадку ограждают забором, засыпают углубления и выбоины, предусматривают отвод поверхностных вод, устройство подъездных путей и внутриплощадочных дорог и проездов. Временные автомобильные дороги размещают с таким расчётом, чтобы проезд автомобилей был возможен в любое время года и в любую погоду. Ширину временных дорог и проездов при движении автомобилей в одном направлении принимают 3,5 м, при движении в двух направлениях – 6 м. Радиус закругления временных дорог принимают не менее 12 м.

Производственное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, отвечают требованиям безопасности труда.

Для правильной организации движения транспорта на территории строительства вывешивают схему движения и устанавливают указатели проездов и дорожные знаки с обозначением допустимой скорости, мест стоянок, разворотов и разгрузки материалов. Все дорожные указатели и знаки безопасности устанавливаются на всех участках строительной площадки так, чтобы их хорошо было видно в дневное и ночное время.

Проезды, проходы на производственную территорию, а также проходы к рабочим местам и на рабочих местах содержатся в чистоте и порядке и очищаются от мусора.

До начала основных строительных работ участок строительства рекомендуется обеспечивать постоянным водопроводом и устанавливать на сети пожарные гидранты. Пожарные гидранты устанавливаются в закрытых колодцах, располагаемых вдоль дорог и не более 5 м от стен зданий. Места установки гидрантов обозначают специальными указателями.

Все рабочие места в вечернее и ночное время должны быть освещены по установленным нормам. На строительных площадках, где производятся работы с применением оборудования и механизмов, в зоне производства работ, опасных местах следует вывешивать предупредительные знаки, надписи, плакаты.

Вновь поступившие рабочие могут быть допущены к работе только после прохождения ими вводного (общего) инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии, а также инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. Этот инструктаж обязателен при каждом переходе на другую работу, при изменении условий труда и производится не реже одного раза в квартал. Проведение инструктажа регистрируется в специальном журнале.

К управлению машинами и механизмами допускаются только лица, прошедшие соответствующее обучение и имеющие удостоверение на право управления ими.

До начала работ машинисты проверяют техническое состояние машин (исправность рулевого управления, тормозных устройств, звукового сигнала, освещения и т.д.).

Входы в строящееся здание должны быть оборудованы защитным козырьком.

На территории производства работ должны быть установлены указатели проходов и проездов.

Работающим необходимо обеспечить санитарно-гигиенические условия и безопасные условия труда с целью устранения производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В зависимости от выполняемых работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и защитными средствами.

В местах размещения санитарно-бытовых помещений предусмотреть дополнительные мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность в соответствии с требованиями ППБ 01-03. Все инвентарные передвижные санитарно-бытовые, а также складские помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (порошковые огнетушители вместимостью 5 л по два на каждое помещение площадью до 200 м²,

устанавливаемые на видных местах, вблизи выходов, на высоте не более 1.50 метра от пола), а также автоматической пожарной сигнализацией.

Допуск на производственную территорию посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии или не занятых на работах на данной территории запрещается.

Находясь на территории строительной или производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

5.12. Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов

При разработке проекта предусматривают организационные и технические мероприятия, направленные на соблюдение требований экологической безопасности.

Растительный грунт, подлежащий снятию с застраиваемых площадей, срезается и перемещается в специально выделенные места для хранения.

Зеленые насаждения, не подлежащие вырубке или пересадке, ограждаются. Вырубка и пересадка деревьев и кустарников выполняется специализированными организациями. Расчистка территории от деревьев выполняется с разделкой деревьев на месте и последующей вывозкой бревен и веток. Сжигание лесоматериалов запрещается.

В целях предотвращения выноса грунта и грязи, в т.ч. бетонной смеси или раствора, колесами автотранспорта на городскую территорию выезд со строительной площадки оборудуется пунктом мойки колес.

На строительной площадке оборудуются места для складирования материалов, а также места для установки строительной техники. Складевать строительные материалы и устраивать стоянки машин и автомобилей на расстоянии ближе 2,5 м от дерева и 1,5 м от кустарника не разрешается. Складирование материалов и конструкций за пределами строительной площадки и в местах, не оборудованных для этих целей не допускается. Хранение пылящих материалов (цемента, извести и т.п.) должно осуществляться в закрытых емкостях. Их доставка на строительную площадку должна осуществляться в герметичной таре.

Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарниковой растительности и растительного покрова.

На строительной площадке запрещается сжигание мусора, приготовление горячих битумных и иных мастик с использованием открытого огня.

Не допускается попадание в грунт вяжущих веществ, солевых и иных агрессивных растворов, горюче-смазочных материалов.

Уборка строительной площадки и вывоз мусора осуществляется в соответствии с "Правилами санитарного содержания территорий".

Контейнеры для сбора бытовых отходов должны быть оборудованы плотно закрывающейся крышкой. Контейнеры, бункера-накопители для сбора бытового мусора и площадки под ними в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора должны не реже 1 раза в 10 дней промываться и обрабатываться дезинфицирующими составами.

6. Экономика строительства

6.1. Составление локального сметного расчета

При выполнении выпускной квалификационной работы был составлен локальный сметный расчёт на монтаж металлического каркаса здания.

При составлении документации был использован базисно–индексный метод, сущность которого заключается в определении сметной стоимости на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства.

Для составления сметной документации применены федеральные единичные расценки на строительные и монтажные работы строительства объектов промышленного назначения, составленные в нормах и ценах 2021 года. Сметная стоимость пересчитана в текущие цены по состоянию на 1 кв. 2021 года с использованием индекса изменения сметной стоимости равного 8,34, согласно письму Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09.

Исходные данные для определения сметной стоимости строительных работ:

- размеры накладных расходов приняты по видам строительных работ от ФОТ 90% по МДС 81-33.2004;
- размеры сметной прибыли приняты по видам строительных работ от ФОТ 85% (для строительных металлических конструкций).

В локальном сметном расчете учтены следующие лимитированные затраты:

- нормативы затрат на строительство титульных временных зданий и сооружений, используемые при определении сметной стоимости строительства объектов социально-культурного назначения (школы, детские сады, ясли, магазины, административные здания, кинотеатры, театры, картинные галереи и другие) составляют 1,8% согласно Приказу от 19.06.2020 №332/пр. прил. 1 п.50;
- дополнительные затраты на производство строительно-монтажных работ в зимнее время для строительства зданий общественного назначения (школы, учебные заведения, детские сады, ясли, больницы, санатории, дома отдыха и др.) и объектов коммунального хозяйства – 3% согласно ГСН 81-05-02-2007 п. 11.4;

— резерв средств на непредвиденные работы и затраты определяется заказчиком по согласованию с распорядителем средств соответствующего бюджета (за исключением случаев, когда заказчиком является главный распорядитель бюджетных средств) в размерах, не превышающих 2% для

объектов капитального строительства непроизводственного назначения согласно Приказу от 04.08.2020 №421пр. п.179.

Локальный сметный расчет приведен в приложении А.

Структура локального сметного расчета на монтаж металлокаркаса по составным элементам приведена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлокаркаса по составным элементам

Элемент	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Прямые затраты, всего	330238,06	2754185,38	68,44
в том числе			
материалы	237120,99	1977589,08	49,15
эксплуатация машин	73479,01	612814,97	15,23
оплата труда рабочих	19638,05	163781,33	4,07
Накладные расходы	23285,76	194203,24	4,83
Сметная прибыль	22417,42	186961,28	4,65
Лимитированные затраты, всего	26131,98	217940,68	5,42
НДС	80414,64	670658,12	16,67
ИТОГО	782487,85	4023948,69	100

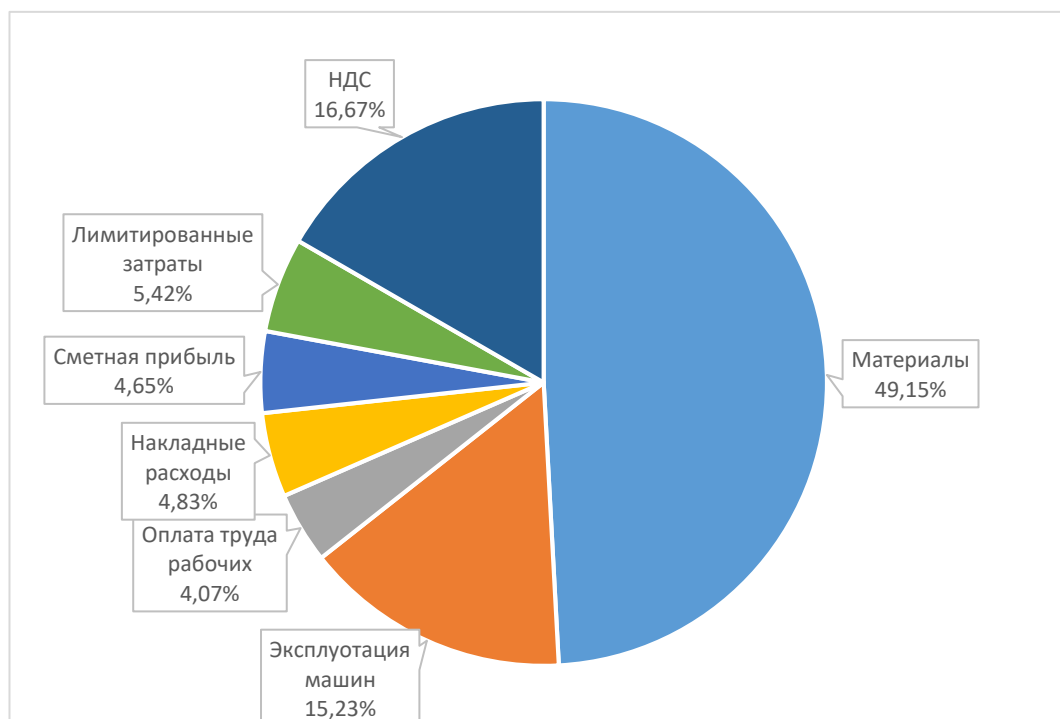


Рисунок 6.1 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлокаркаса по составным элементам, %

Наибольший удельный вес имеет раздел затрат на материалы – 49,15%, а наименьший – оплата труда рабочих, которая составляет 4,07% соответственно.

6.2. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Строительный размер в плане и высота помещения ледовой арены, установлены по заданию на проектирование в зависимости от вида спортивных зданий в соответствии с требованиями СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы» Часть 1, Часть 2, Часть 3 и СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования»

В соответствии со СНиП 1.04.03-85* Часть II. Раздел 3 (подраздел И*) п.3 «Здание для физкультурно-оздоровительного комплекса» унифицированное здание одноэтажное: каркас рамный типа «Канск» с площадью 2350 и 1030 м² продолжительность строительства составляет 15,2 и 8 месяцев. Применяв метод экстраполяции находим, что для здания площадью 2716,48 м² продолжительность строительства составит 17,6 месяцев.

С учетом повышающих коэффициентов по природно-климатическому району и сейсмичности продолжительность составляет $17,6 \cdot 1,2 = 21,1$ месяц.

Основные технико-экономические показатели проекта по возведению блока ледовой арены представлены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели проекта строительства «Крытый каток с искусственным льдом в г. Канске».

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	2997,92
Площадь здания	м ²	2716,48
Этажность в осях 4-15/Б-Ж	эт.	1
Материал наружных стен		3-слойные металлические панели с минерал ватным утеплителем толщиной 150
Высота блока ледового поля	м	9,23 и 10,17 до 12,26

Окончание таблицы 6.2

Строительный объем, всего, в том числе	м ³	29831,1
надземной части	м ³	29831,1
Подземной части	м ³	-
3. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	21,14

Список использованных источников

1. СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60с.
2. ГОСТ Р 21.1101 – 2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101 – 2009; введ. с 11.06.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 55с.
3. ГОСТ 21.501 – 2011 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 93; введ. с 1.05.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 45с.
4. ГОСТ 21.502-2007 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. – Введ. с 01.01.2009. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 20с.
5. Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008г. №87).
6. ГОСТ 2.316 – 2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. – Взамен ГОСТ 2316 – 68; введ. 01.07.2009. – Москва: Стандартинформ, 2009.
7. ГОСТ 2.304-81 с изм. №№1,2. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные. – Введ. 01.01.82. – Москва: Стандартинформ, 2007. -21с.
8. ГОСТ 2.302 - 68* Единая система конструкторской документации. Масштабы (с Изменениями №№ 1, 2, 3). Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 3451 – 59*; введ. 01.01.71. – Москва: Стандартинформ, 2007. –3с.
9. ГОСТ 2.301 – 68* Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями №№ 1, 2, 3). Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 3450-60; введен 01.01.71. - Москва: Стандартинформ, 2007. – 4с.
10. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Взамен СП 17.13330.2010; введ. 20.05.2011. - М.: ОАО ЦПП, 2010. – 74с.
11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – Взамен СП 52.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 70с.

12. СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы» Часть 1, Часть 2, Часть 3 введен 30.04.2004 [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040660> [дата обращения 18.06.2021]
13. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2013. – Взамен СП 51.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 42с.
14. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.-2003. – Введ. 1.01.2012. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 96с.
15. СП 23-101-2204 Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 01.06.2004. – М.: ОАО «ЦНИИпромзданий», 2004. – 273с.
16. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13 - 88. – Взамен СП 29.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 64с.
17. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.09.2014 г. — М.: ФАУ ФЦС, 2012.— 77 с
18. СП 31-114-2004 Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах. – Введ. 01.05.2005. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 42с.
19. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Взамен СП 20.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.:ОАО ЦПП, 2011. -90с.
20. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 173с.
21. СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 14 ноября 2017 г. N 1536/пр) (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/556793895> [дата обращения 18.04.2021]
22. Петухова, И.Я. Металлические конструкции, включая сварку: учебно- методическое пособие для курсового проекта бакалавров направления 270800.62 «Строительство» / И.Я. Петухова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. - 111с.
23. Петухова, И.Я. Металлические конструкции. Состав и оформление рабочих чертежей КМ и КМД: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования студентов строительных специальностей всех форм обучения / И.Я. Петухова, А.В. Тарасов. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2014. - 69с.

24. Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы : учеб. пособие / Л.В. Енджиевский, В.Д. Надеяев, И.Я. Петухова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010.

– 248 с.

25. Барабаш, М.С. Современные технологии расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство» / М.С. Барабаш, М.В. Лазнюк, М.Л. Мартынова; под ред. А.А. Нилова. – М.: АСВ, 2008. – 328с.

26. Москалев, Н.С. Металлические конструкции: учебник / Н.С. Москалев, Я.А. Пронозин. – М.: АСВ, 2008.- 344с.

27. Мандриков, А.П. Примеры расчета металлических конструкций: учеб. пособие. Ч.2. / А.П. Мандриков. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Техиздат, 2007. – 206с.

28. Мандриков, А.П. Примеры расчета металлических конструкций: учебное пособие. / А.П. Мандриков. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Техиздат, 2007. – 431 с.

29. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Ю.И. Кудишин [и др.]; под ред. Ю.И. Кудишина. – Изд. 8-е, перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 688с.

30. Металлические конструкции: в 3т.: учеб. для строительных вузов /В.В. Горев [и др.]; отв.ред. В.В. Горев. – М.: Высш. шк., 2004.

31. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Взамен СП 24.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 86с.

32. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. - Взамен СП 22.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 162с.

33. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий сооружений /Госстрой России. - М: ГУП ЦПП, 2005. - 130 с.

34. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01 – 87. – Введ. 01.01.2013. – М: ОАО ЦПП, 2013. – 280 с.

35. Гребенник, Р.А. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений: учебное пособие / Р.А. Гребенник, В.Р. Гребенник. - М.: АСВ, 2009. — 312с.

36. Вильман, Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивнее методы: учебное пособие для вузов / Ю.А.Вильман. – Изд. 2-е, перераб. и доп. — М: АСВ, 2008. — 336с.
37. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии / Ф. Хансйорг [и др.]; под ред. А.К. Соловьева — М.: Техносфера, 2008. - 856с.
38. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9с.
39. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для студентов строит, вузов / С.К.Хамзин, А.К. Карасев. - М.: ООО «Бастет», 2007. -216с.
40. Анпилов, С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное пособие для вузов / С.М. Анпилов. - М.: АСВ, 2005. - 280с.
41. Соколов, Г.К. Технология возведения специальных зданий и сооружений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.К. Соколов, А.А. Гончаров. – М.: «Академия», 2005. – 352с.
42. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.1 / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. -М.: Высшая школа, 2005. - 392с.
43. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.2/ В.И. Теличенко, О.М. Терентьев. А.А. Лapidус. - М.: Высшая школа, 2005. - 392с.
44. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: учебное пособие для сред. специальных учеб. заведений / Г.Е. Гофштейн, В. Ким, В.Нищев, А. Соколова. — М.: Стройиздат, 2004. - 584с.
45. Каталог схем строповок конструкций зданий и сооружений территориальных каталогов ТК-1-1.88 и ТК-1-2 и строительных материалов в контейнерах. - М.: МК ТОСП, 2002. -58с.
46. Каталог средств монтажа сборных конструкции здания и сооружения. -М.: МК ТОСП, 1995. - 64с.
47. ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
48. Карты трудовых процессов. Комплект / Госстрой СССР - М.: Стройиздат, 1984.
49. СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.- Введ. 01.01.1979. – М.: Стройиздат 1979. – 62с.

50. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011.
51. Баронин, С.А. Организация, планирование и управление строительством. учебник / С.А. Баронин, П.Г. Грабовый, С.А. Болотин. – М.: Изд-во «Проспект», 2012. – 528с.
52. Терехова, И.И. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования/ И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю.Клиндух. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 40 с.
53. МДС 12 - 46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ.- М.: ЦНИИОМТП, 2009.
54. Болотин, С.А. Организация строительного производства : учеб, пособие для студ. высш. учеб, заведений / С.А.Болотин, А.Н.Вихров. - М.: Издательский центр « Академия», 2007. - 208с.
55. РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007.
56. Организация, планирование и управление строительным производством: учебник. / Под общ.ред.проф П.Г. Грабового. – Липецк: ООО «Информ», 2006. - 304с.
57. "О саморегулируемых организациях". Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. № 315-ФЗ.
58. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2004 г № 190 - ФЗ. - М.: Юрайт- Издат. 2006. - 83 с.
59. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Общие требования. - Взамен СНиП 12-03-99; введ. 2001-09-01. - М.: Книга - сервис, 2003.
60. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.2.
61. Строительное производство. - Взамен разд. 8-18 СНиП III-4-80.* введ.2001-09-01. - М.: Книга-сервис, 2003.
62. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит, вузов / Л.Г.Дикман. - М.: АСВ, 2002. - 512 с.
63. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. - Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.

64. Экономика отрасли (строительство): методические указания к выполнению курсовой работы / И.А. Саенко, Е.В. Крелина, Н.О. Дмитриева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.

65. Арdziнов, В.Д. Сметное дело в строительстве: самоучитель./ В.Д. Арdziнов, Н.И. Барановская, А.И. Курочкин. - СПб.: Питер, 2009. -480 с

66. Саенко И.А. Экономика отрасли (строительство): конспект лекций –Красноярск, СФУ, 2009.

67. Арdziнов, В.Д. Как составлять и проверять строительные сметы/В.Д. Арdziнов. - СПб.: Питер 2008. – 208с.

68. Барановская, Н.И. Основы сметного дела в строительстве: учеб.пособие для образовательных учреждений./ Н.И. Барановская, А.А. Котов.- СПб.: ООО «КЦЦС», 2005. – 478с.

69. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. - Введ. 2004-03-09. — М.: Госстрой России, 2004.

70. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. - Введ. 2004-01-12. - М.: Госстрой России, 2004.

71. ГСН 81-05-01-2001. Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. - Введ. 2001-05-15. - М.: Госстрой России, 2001.

72. ГСН 81-05-02-2001. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. - Введ. 2001-06-01. - М.: Госстрой России, 2001.

73. МДС 81-25.2001..Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. - Введ. 2001-02-28. - М.: Госстрой России, 2001.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Красноярский край, г. Канск, ул. 40 Лет Октября
(наименование стройки)

Крытый каток с искусственным льдом в г.Канск
(наименование объекта капитального строительства)

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

На монтаж конструкций, устройство металлического каркаса

(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом

Составлен в текущем (базисном) уровне цен I кв 2021

Основание: 08.03.01.01-2021 БР

Сметная стоимость 40239,48 тыс. руб.

Средства на оплату труда рабочих 163,78 руб.

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Кол.	Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
					на единицу	коэффициенты	всего		
Раздел 1. Монтаж каркаса									
1	ФЕР 09-03-002-02	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой до	т	47,6					

		25 м цельного сечения массой до 3 тон						
	1	ОТ			59,12		2814,11	
	2	Эм			158,24		7532,22	
	3	в т.ч Отм			18,19		865,84	
	4	М			57,72		2747,47	
		Итого по расценке			275,08		13093,81	
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1				
		ФОТ					3679,96	
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			3311,96	
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			3127,96	
		Всего по позиции					19533,73	
2	ФСЦЦ 07.2.07.12-0022	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы свыше 1 до 3 т	т	35,1				
		ОТ			0		0,00	
		Эм			0		0,00	
		в т.ч Отм			0		0,00	
		М			6965		244471,50	
		Итого по расценке			6965		244471,50	
		ФОТ					0,00	
		Накладные расходы	%				0,00	
		Сметная прибыль	%				0,00	
		Всего по позиции					244471,50	

3	ФСЦЦ 07.2.07.12-0020	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1т	т	12,5				
		ОТ			0		0,00	
		Эм			0		0,00	
		в т.ч Отм			0		0,00	
		М			7008,5		87606,25	
		Итого по расценке			7008,5		87606,25	
		ФОТ					0,00	
		Накладные расходы	%				0,00	
		Сметная прибыль	%				0,00	
		Всего по позиции					87606,25	
4	ФЕР 09-03-002-04	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой до 25 м цельного сечения массой до 3 тон	т	16,9				
		ОТ			114,75		1939,28	
		Эм			365,74		6181,01	
		в т.ч Отм			42,07		710,98	
		М			72,01		1216,97	
		Итого по расценке			552,5		9337,25	
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1				
		ФОТ					2650,26	
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			2385,23	
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			2252,72	
		Всего по позиции					13975,20	

5	ФСЦЦ 07.2.07.12-0021	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1т	т	7,5				
		ОТ			0		0,00	
		Эм			0		0,00	
		в т.ч Отм			0		0,00	
		М			7008,5		52563,75	
		Итого по расценке			7008,5		52563,75	
		ФОТ					0,00	
		Накладные расходы	%				0,00	
		Сметная прибыль	%				0,00	
		Всего по позиции					52563,75	
6	ФСЦЦ 07.2.07.12-0022	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы свыше 1 до 3 т	т	9,4				
		ОТ			0		0,00	
		Эм			0		0,00	
		в т.ч Отм			0		0,00	
		М			6965		65471,00	
		Итого по расценке			6965		65471,00	
		ФОТ					0,00	
		Накладные расходы	%				0,00	
		Сметная прибыль	%				0,00	
		Всего по позиции					65471,00	

7	ФЕР 09-03-014-03	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов более 24 м при высоте здания до 50 м	т	12,4						
		ОТ			345,67		4286,31			
		Эм			673,21		8347,80			
		в т.ч Отм			57,2		709,28			
		М			232,33		2880,89			
		Итого по расценке			1251,21		15515,00			
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1						
		ФОТ					4995,59			
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			4496,03			
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			4246,25			
		Всего по позиции					24257,28			
8	ФСЦЦ 07.2.07.12-0020	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1т	т	7,7						
		ОТ			0		0,00			
		Эм			0		0,00			
		в т.ч Отм			0		0,00			
		М			7008,5		53965,45			
				Итого по расценке			7008,5		53965,45	
				ФОТ					0,00	
				Накладные расходы	%				0,00	
				Сметная прибыль	%				0,00	
		Всего по позиции					53965,45			

8	ФСЦЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатанных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1т	т	4,7					
		ОТ			0		0,00		
		Эм			0		0,00		
		в т.ч Отм			0		0,00		
		М			7008,5		32939,95		
		Итого по расценке			7008,5		32939,95		
		ФОТ					0,00		
		Накладные расходы	%				0,00		
		Сметная прибыль	%				0,00		
		Всего по позиции					32939,95		
9	ФЕР 09-03-012-08	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом до 48 м и массой до 8 т	т	44,3					
		ОТ			129,17		5722,23		
		Эм			869,01		38497,14		
		в т.ч Отм			74,14		3284,40		
		М			243,4		10782,62		
		Итого по расценке			1241,58		55001,99		
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1					
		ФОТ					9006,63		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			8105,97		
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			7655,64		
		Всего по позиции					70763,60		

10	ФСЦЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб массой до 0,1 т	т	41,71					
		ОТ			0		0,00		
		Эм			0		0,00		
		в т.ч Отм			0		0,00		
		М			11255		469446,05		
		Итого по расценке			11255		469446,05		
		ФОТ					0,00		
		Накладные расходы	%				0,00		
		Сметная прибыль	%				0,00		
		Всего по позиции					469446,05		
11	ФСЦЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб массой от 0,1 до 0,5	т	2,59					
		ОТ			0		0,00		
		Эм			0		0,00		
		в т.ч Отм			0		0,00		
		М			10508		27215,72		
		Итого по расценке			10508		27215,72		
		ФОТ					0,00		
		Накладные расходы	%				0,00		
		Сметная прибыль	%				0,00		
		Всего по позиции					27215,72		

12	ФЕР 09-03-012-08	Монтаж балок, ригелей покрытия, перекрытия под установку оборудования одноэтажных зданий при высоте здания до 25 м	т	17,26						
		ОТ			159,28		2749,17			
		Эм			467,67		8071,98			
		в т.ч Отм			42,84		739,42			
		М			106,34		1835,43			
		Итого по расценке			733,29		12656,59			
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1						
		ФОТ					3488,59			
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			3139,73			
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			2965,30			
		Всего по позиции					18761,62			
13	ФСЦЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб массой от 0,1 до 0,5	т	15,96						
		ОТ			0		0,00			
		Эм			0		0,00			
		в т.ч Отм			0		0,00			
		М			10508		167707,68			
				Итого по расценке			10508		167707,68	
				ФОТ					0,00	
				Накладные расходы	%				0,00	
		Сметная прибыль	%				0,00			
		Всего по позиции					167707,68			

14	ФСЦЦ 07.2.07.12-0017	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей и круглых труб массой до 0,1	т	1,3					
		ОТ			0		0,00		
		Эм			0		0,00		
		в т.ч Отм			0		0,00		
		М			8300		10790,00		
		Итого по расценке			8300		10790,00		
		ФОТ					0,00		
		Накладные расходы	%				0,00		
		Сметная прибыль	%				0,00		
		Всего по позиции					10790,00		
12	ФЕР 09-03-015- 01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м	т	26,7					
		ОТ			123,23		2126,95		
		Эм			280,93		4848,85		
		в т.ч Отм			24,65		425,46		
		М			85,49		1475,56		
		Итого по расценке			489,65		8451,36		
	07.2.07.12	конструкции стальные	т	1					
		ФОТ					2552,41		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	90			2297,17		
	МДС 81-25.2001	Сметная прибыль	%	85			2169,55		
		Всего по позиции					12918,07		

13	ФСЦЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы до 0,1 т	т	26,7				
		ОТ			0	0,00		
		Эм			0	0,00		
		в т.ч Отм			0	0,00		
		М			8060	215202,00		
		Итого по расценке			8060	215202,00		
		ФОТ				0,00		
		Накладные расходы	%			0,00		
		Сметная прибыль	%			0,00		
		Всего по позиции				215202,00		
Итого прямые затраты по разделу 1 "Монтаж каркаса" (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						330238,06		
в том числе								
оплата труда						19638,05		
эксплуатация машин и механизмов						73479,01		
материальные ресурсы						237120,99		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						26373,44		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						23285,76		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						22417,42		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)						375941,23		
ВСЕГО по разделу 1 «Монтаж каркаса» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень (Испр=8,34) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Объекты спортивного назначения Красноярский край 1 зона						375941,23	8,34	190943,23
ИТОГИ ПО СМЕТЕ								
ВСЕГО по СМЕТЕ (в базисном уровне цен с пересчетом на текущий уровень) (Испр=8,34) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Объекты спортивного назначения Красноярский край 1 зона						375941,23	8,34	3135349,89

Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 №332/пр. прил.1 п.50) – 1,8%	6766,94		56436,29
Итого с временными	382708,18		3191786,19
Производство работ в зимнее время согласно (ГСН 81-05-02-2007 п.11.4) – 3%	11481,25		95753,59
Итого с зимним удорожанием	394189,42		3287539,78
Непредвиденные затраты (Приказ от 04.08.2020 №421пр. п.179) – 2%	7883,79		65750,79
Итого с непредвиденными	402073,21		3353290,58
НДС (НК РФ) 20%	80414,64		670658,12
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	482487,85		4023948,69

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Леордиев

подпись инициалы, фамилия

« 28 » 08 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде *проекта*
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Крытый коток с похуйей

тема

и др. в 2. Кансы

Руководитель

Толкунов *28.06.21* *доцент, г.н.к.*
подпись, дата должность, ученая степень

М.А. Трушкова
инициалы, фамилия

Выпускник

М.А. Трушкова *28.06.21*
подпись, дата

М.А. Трушкова
инициалы, фамилия

Красноярск 2021 г.

Продолжение титульного листа БР по теме _____

Курортный комплекс с
инфраструктурными объектами
в г. Канске

Консультанты по
разделам:

<u>архитектурно-строительный</u> наименование раздела	<u>Кур - 23.06.21</u> подпись, дата	<u>С.В. Казакова</u> инициалы, фамилия
<u>расчетно-конструктивный</u>	<u>Тетухов 28.06.21</u> подпись, дата	<u>И.С. Тетухов</u> инициалы, фамилия
<u>фундаменты</u>	<u>Тетухов 28.06.21</u> подпись, дата	<u>И.С. Тетухов</u> инициалы, фамилия
<u>технология строит. производства</u>	<u>И.С. Тетухов 28.06.21</u> подпись, дата	<u>И.С. Тетухов</u> инициалы, фамилия
<u>организация строит. производства</u>	<u>Тетухов 28.06.21</u> подпись, дата	<u>И.С. Тетухов</u> инициалы, фамилия
<u>экономика строительства</u>	<u>Тетухов 28.06.21</u> подпись, дата	<u>И.С. Тетухов</u> инициалы, фамилия

Нормоконтролер Тетухов 28.06.21 И.С. Тетухов
подпись, дата инициалы, фамилия