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
«22» 06 2017 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
код и наименование специальности

Ледовый дворец спорта г. Новосибирск
тема

Пояснительная записка

Руководитель _____ доцент, к.т.н. С. В. Григорьев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник 22.06.2017 А.С. Айвазян
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме _____

Ледовый дворец спорта г. Новосибирск.

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование наименование раздела	22.06.17 подпись, дата	С.В. Григорьев инициалы, фамилия
Архитектурно-строительный наименование раздела	10.06.17 подпись, дата	Е.М. Сергунишева инициалы, фамилия
Расчетно-конструктивный включая фундаменты наименование раздела	22.06.17 подпись, дата	С.В. Григорьев инициалы, фамилия
	7.6.17 подпись, дата	С.П. Холодов инициалы, фамилия
Организация строительства наименование раздела	19.06.2017 подпись, дата	С.Ю. Петрова инициалы, фамилия
Технология строительного производства наименование раздела	08.06.2017 подпись, дата	С.Ю. Петрова инициалы, фамилия
Экономика строительства наименование раздела	13.06.2017 подпись, дата	С.В. Кремнева инициалы, фамилия

Нормоконтролер	22.06.17 подпись, дата	С.В. Григорьев инициалы, фамилия

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Ледовый дворец спорта г. Новосибирск» содержит 124 страниц текстового документа, 1 приложение, 29 использованных источников, 22 листов графического материала.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КАРКАС, ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДАНИЕ, SCAD, МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ.

Вид строительства – новое строительство.

Объект строительства – Ледовый дворец спорта.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности;

- подтвердить умение решать на основе полученных знаний инженерно-строительные задачи;

- показать подготовленность к практической работе в условиях современного строительства;

Задачи разработки проекта:

- запроектировать спортивный комплекс с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных норм;

Цель строительства:

- Подготовка города Новосибирска к молодёжному чемпионату мира по хоккею - 2023.

В результате расчета были определены наиболее оптимальные конструктивные и архитектурные решения, которые позволили добиться желаемого результата. Продолжительность строительства составит 8,2 мес.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ 2

ВВЕДЕНИЕ 5

1 Вариантное проектирование 6

1.1 Вариант 1 – Линзообразная ферма В1 6

1.2 Вариант 2 – Линзообразная ферма В2 7

1.3 Вариант 3 – Арочные покрытие 8

2 Архитектурно – строительный раздел 10

2.1 Введение 10

2.2 Общие данные 10

2.3 Генеральный план 11

2.4 Характеристика здания 12

2.5 Инженерное оборудование 13

2.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций 16

3 Расчетно – конструктивный расчет 20

3.1 Сбор нагрузок 20

3.2 Статический расчет 21

3.3 Расчет и конструирование фермы Сф1 33

3.4 Подбор сечений связей 38

3.5 Поверочный расчет прогона 40

3.6 Расчет колонны 43

3.7 Расчет и конструирование узлов 60

3.8 Проверка прогиба фермы 62

4 Основания и фундаменты 63

4.1 Природные условия 63

4.2 Инженерно-геологические и гидрологические условия 64
4.3 Нагрузки на основания 65
4.4 Проектирование фундамента из забивных свай 65
4.5 Проектирование фундамента мелкого заложения 78
4.6 Технико-экономическое сравнение 91
5 Технология строительного производства 92
5.1 Технологическая карта на устройство навесного вентилируемого фасада 92
6 Организация строительного производства 103
6.1 Проектирование объектного стройгенплана 103
6.2 Календарный план производства работ 115
7 Экономика 118
7.1 Социально-экономическое обоснование выбора темы 118
7.2 Составление сметной документации и её анализ 119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 122
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 123
ПРИЛОЖЕНИЕ А 124

ВВЕДЕНИЕ

МЧМ — чемпионат мира по хоккею с шайбой среди молодёжи (игроков не старше 20 лет) — ежегодное соревнование, организуемое Международной хоккейной федерацией с 1977 года. Столица молодежного чемпионата мира по хоккею 2023 г. будет определена во время проведения основного хоккейного первенства в сентябре текущего года. Новосибирск главный претендент на то, чтобы принять первенство 2023.

Новосибирск — красивый сибирский город, расположенный в зоне континентального климата. Настоящая зима и современные спортивные сооружения создают необходимые условия для занятий зимними видами спорта, в том числе и хоккеем.

Для того, чтобы принять хоккейное первенство Новосибирску нужна новая ледовая арена. В настоящее время главной хоккейной площадкой города остается построенный больше 50 лет назад ЛДС «Сибирь», рассчитанный на 7400 зрителей.

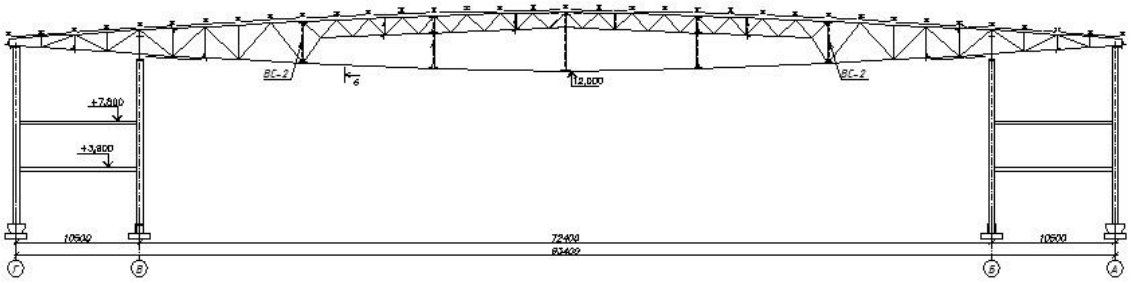
Хоккей является самым массовым, любимым видом спорта в Новосибирске. Хоккейный клуб «Сибирь» в 2016г. стал лидером по заполняемости домашних арен среди всех клубов КХЛ с показателем 100%.

Универсальный ледовый дворец – это многофункциональный комплекс с искусственным льдом вместимостью более 7 тысяч мест. Реализация проекта строительства новой ледовой арены – это шаг к совершенно новому этапу развития города. Строительство нового ледового дворца даст толчок для развития инфраструктуры в этом районе. Предусматривается строительство станции метро и развитие автодорожных подъездных путей.

После проведения МЧМ 2023, комплекс предназначен для проведения учебно-тренировочных занятий по фигурному катанию и хоккею и различным соревнований и мероприятий.

1 Вариантное проектирование

1.1 Вариант №1 Линзообразная ферма покрытия



Линзообразная ферма покрытия включает в себя два несущих пояса, изогнутых по форме квадратной параболы.

Ригелем поперечной рамы является двухконсольная сквозная ферма. Пролет фермы 72,4м, стрела подъема 5м. Консоль фермы по краям 10.5м. Сопряжение колонны с фундаментом жесткое.

Пространственная жесткость поперечных рам, обеспечивается системой вертикальных и горизонтальных связей и прогонов, горизонтальных по верхним поясам ферм.

Данный вариант усложнен в середине фермы, по верхнему поясу, но тем самым уменьшена материалоемкость и вес конструкции.

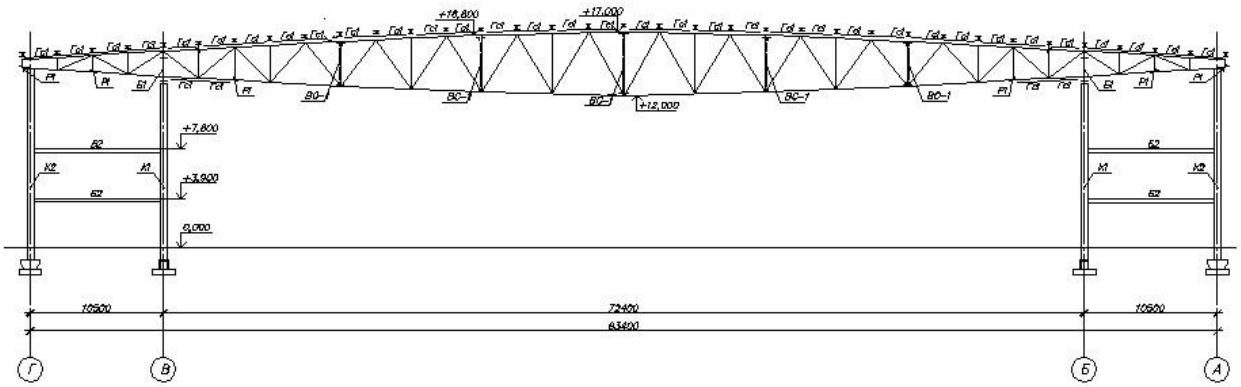
Преимущества:

- высокая жесткость;
- высокая экономичность, малая металлоёмкость;
- малый вес

Недостатками:

- трудоемкий монтаж
- сложная статическая схема

1.2 Вариант №2 Линзообразная ферма покрытия



Линзообразная ферма покрытия включает в себя два несущих пояса, изогнутых по форме квадратной параболы.

Ригелем поперечной рамы является двухконсольная сквозная ферма. Пролет фермы 72,4м, стрела подъема 5м. Консоль фермы по краям 10.5м. Сопряжение колонны с фундаментом жесткое.

Пространственная жесткость поперечных рам, обеспечивается системой вертикальных и горизонтальных связей и прогонов.

Этот вариант отличается от первого средней частью фермы. Он более простой в монтаже и требует меньше трудозатрат при изготовлении.

Преимущества:

- высокая жесткость;
- высокая степень типизации элементов;
- простота статической схемы;
- технологичность

Недостатками:

- большая металлоёмкость;
- большой вес
- высокая стоимость

1.3 Вариант №3 Арочные покрытия

Арки представляют собой распорную конструкцию криволинейного очертания. А разделяют на трёхшарнирные, двухшарнирные и бесшарнирные. Наиболее распространенными являются двухшарнирные арки: они достаточно просты в изготовлении и монтаже, нечувствительны к неравномерным вертикальным смещениям опор, а так же к температурным деформациям. По конструктивной схеме разделяют сплошные арки(пролёты до 60м), а так же сквозные (решётчатые), применение которых целесообразно при пролётах свыше 60 м.

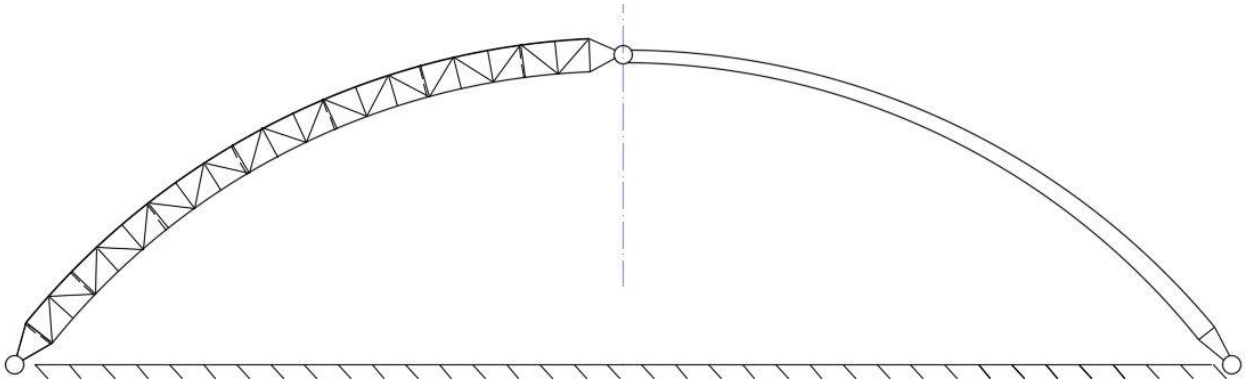


Рисунок 7. Трёхшарнирная арка со сплошными или решетчатыми полуарками

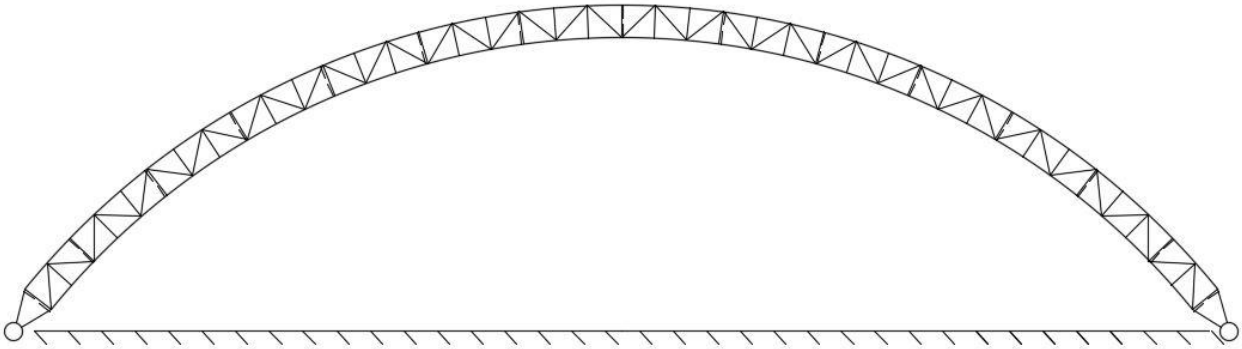


Рисунок 8. Двухшарнирная арка

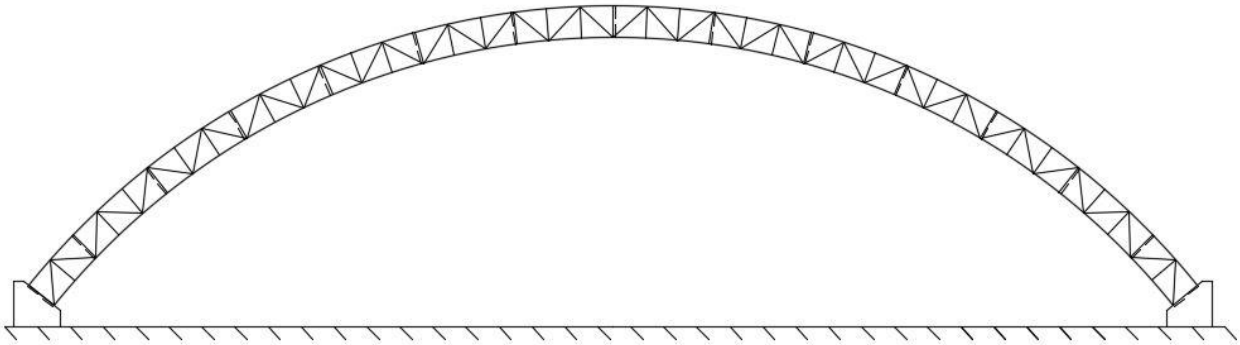


Рисунок 9. Бесшарнирная арка

Преимущества:

- малая чувствительность к температурным и деформационным воздействиям;
- малая масса конструкций;
- преимущественно сжимающие усилия, а так же равномерное распределение изгибающего момента;
- простота изготовления и монтажа;
- архитектурная выразительность.

Недостатками:

- наличие зон ограниченной эксплуатации (мёртвые зоны);
- значительная высота покрытия;
- наличие распора;

В результате анализа изложенных выше достоинств и недостатков вариантов, как основной выбираем 2-ой вариант покрытия из линзообразной фермы. Он наиболее технологичен и надежен.

2 Архитектурно-строительный раздел

2.1. Введение

Настоящим дипломным проектом разрабатываются несущие конструкции, а также общее архитектурно - планировочное решение здания ледового дворца спорта в городе Новосибирске.

2.2. Общие данные

Климатические условия района строительства:

- расчетное значение веса снегового покрова для IV района - 240 кг/м2
- скоростной напор ветра для III района - 38 кг/м2
- расчетная температура наружного воздуха в зимний период - 39 0 С

Сейсмичность района строительства -6 баллов

Уровень ответственности здания - 1

2.3. Генеральный план

2.3.1 Площадка для строительства

Проектируемый ледовый дворец спорта планируется расположить в центре города Новосибирск.

2.3.2 Расположение зданий и сооружений

Генеральный план и планировка решены в увязке с существующей застройкой с учетом технологических требований производства, строительных, санитарных и противопожарных норм проектирования.

Для проектируемого ледового дворца спорта предусмотрены открытые площадки для стоянки легковых машин. Проектируемые проезды и тротуары обеспечивают транспортную и пешеходную связь между зданиями и сооружениями.

2.3.3 Озеленение и благоустройство

Территория благоустраивается:

1. Вокруг всего здания устраиваются декоративные кустарники в живой изгороди;

2 . На всей территории оборудуются малые архитектурные формы – скамьи и урны;

3. Территория в ночное время освещается светильниками и фонарями;

4. В местах нарушения естественного земляного покрова устраиваются газоны и цветники.

5. Вокруг территории центра высаживаются деревья разных пород.

2.3.4 Противопожарные мероприятия

Здание запроектировано с учетом требований СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Предусматриваются следующие противопожарные мероприятия:

1. Соблюдение степени огнестойкости здания с назначением соответствующих материалов стен, перегородок, перекрытий, лестниц, стен лестничных клеток, материала утеплителя.

2. Предусмотрено необходимое количество выходов непосредственно наружу через дверной проем.

3. Помещения общественного назначения имеют необходимое число рассредоточенных эвакуационных выходов.

4. Устройство проездов для пожарных машин, и возможность доступа пожарных с автолестниц (автоподъемников) в любое помещение.

5. Пожаротушение осуществляется посредством пожарных гидрантов при закольцованном водопроводе.

2.4 Характеристика здания

2.4.1 Объемно - планировочное решение

Здание ледового дворца спорта состоит из двух связанных между собой блоков.

Блок – основной, прямоугольный в плане, с размерами в крайних осях – 93,4х60м. Полезная высота 12м. Здесь располагаются: хоккейное поле 30х61м; трибуны вместимостью 7000тыс. человек; подтрибунное пространство используется для вестибюля и гардероба; вдоль меньших сторон хоккейного поля - буфеты, курительные, санузлы и гараж для двух машин по уходу за льдом. Три главных входа в здание для зрителей находятся с противоположных сторон. Так как все входы на зрительские места находятся на той же отметке, что и вестибюль для зрителей, то фойе совмещено с вестибюлем. Каждая трибуна разбита на блоков. Число зрительских мест в блоке определено, исходя из нормативного времени эвакуации.

Высота этажа - 3.9 м. На первом этаже расположены: вестибюль, буфет, подсобные помещения и две раздевалки. На втором – медпункт, две административные помещения. На третьем – беговая дорожка, зал силовой подготовки, комната отдыха, одна раздевалка. На каждом этаже предусмотрены душевые и санузлы. Этот блок предназначен для спортсменов и членов различных спортивных клубов и здесь же находятся технические и обслуживающие помещения.

При проектировании учтено функциональное зонирование. Пути движения зрителей, спортсменов и административных работников не пересекаются.

2.4.2 Конструктивное решение

2.4.2.1 Конструктивный тип здания (основного блока) – металлический каркас. Ригелем поперечной рамы является сквозная ферма. Пролет фермы 72,4м, стрела подъема 5м. Ферма опирается на колонны через плиточный шарнир. Сопряжение колонны с фундаментом жесткое.

Пространственная работа поперечных рам, расположенных с шагом 12м, обеспечивается системой вертикальных связей по колоннам расположенных в центре блока, горизонтальных по верхним поясам ферм.

2.4.2.2 Кровля здания выполнена по прогонам, расположенным с шагом 2,78м. В состав кровельной конструкции входит: стальной профилированный настил; гидро-(паро-)изоляция из одного слоя рубероида; утеплитель из минераловатных плит толщиной 200мм; цементно-песчаная стяжка; изопласт.

Профилированный настил необходимо крепить в нижнюю волну с применением уплотнительных шайб. Крепление выполнять к каждому прогону через волну при помощи самонарезных болтов. Крайние листы крепить в каждую волну. Между собой листы скреплять при помощи комбинированных заклепок. Такое крепление профилированного настила позволяет создать жесткий диск покрытия.

2.4.2.3 Ограждающие стеновые конструкции основного блока выполнены Вентилируемым фасадом.

2.5 Инженерное оборудование

2.5.1 Водопровод и канализация

Проектируемое здание оборудуется следующими системами водопровода и канализации:

1. Хозяйственно-питьевым водопроводом;
2. Противопожарным водопроводом;
3. Горячим водоснабжением;
4. Хоз-фекальной канализацией;
5. внутренним водостоком.

Бытовая канализация от здания самотеком подключается к существующей сети диаметром 200 мм.

1.5.2 Отопление

Системы отопления центра – однотрубные, тупиковые с нижней разводкой подающей магистрали и нижней разводкой обратной магистрали.

2.5.3 Вентиляция

Вентиляция здания – естественная. Из сан.узлов и бытовых помещений с помощью дополнительно устанавливаемых канальных вентиляторов.

Вентиляция служебных помещений – естественная, через форточки. Приток – не организованный.

2.5.4 Противопожарная вентиляция

Противодымная защита здания осуществляется с помощью вентиляционных устройств.

2.5.5 Теплоснабжение

Источником теплоснабжения служат городские тепловые сети. Расчетные параметры теплоносителя 150-80°С, рабочее давление 160 кН/см2.

Подключение здания к тепловым сетям осуществляется по независимой схеме.

2.5.6 Электроснабжение

Питающие и распределительные сети силового оборудования, выполняются проводом АПВ в винипластовых трубах, прокладываемых скрыто в полу.

Электросеть рассчитана по длительно-допустимой токовой нагрузке и проверена по потере напряжения. Учет электроэнергии предусматривается общий на вводе счетчиками.

2.5.7 Телефонизация.

Телефонизация предусматривается от городской телефонной сети. Для выполнения наружных сетей телефонизации необходимо:

1. Выполнить выноску существующей телефонной сети из зоны строительства, с перекладкой существующих в ней телефонных кабелей в новую.

2.Запроектировать и построить 1-но отверстную телефонную сеть от существующей – к проектируемому центру.

3. По внеплощадочным сетям выполнить докладку к существующей телефонной сети и произвести замену существующих колодцев.

2.5.8 Радиофикация, телевидение, Интернет

Предполагается использование услуги ОАО «Сибирьтелеком», которая предоставляет жителям города новые возможности, реализуемые мультимедийной мультипротокольной сетью.

2.5.9 Противопожарная сигнализация

Пожарная сигнализация выполняется с использованием датчиков пожарной сигнализации типа ИП-105, устанавливаемых на потолке на расстоянии не более 2 м от стены и 4 м между датчиками. Сигнализация о пожаре выводится на две станции пожарной сигнализации типа «Vista-501», устанавливаемые в помещении диспетчерской.

2.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

2.6.1 Наружная стена

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены должно быть не менее требуемого R0тр, определяемого из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1.2) и второму этапу условий энергосбережений – по таблице 1б*[2].

Градусо – сутки отопительного периода (ГСОП) определяется по формуле 1а[2]:

ГСОП = (tв - tот.пер.) * z от. пер.

где $t_{вн}$ – температура внутреннего воздуха в помещении, по табл. 25*[5]

$t_{вн} = 18^0$ С.

$z_{от. пер.}$ – средняя температура, принимаемая по табл. 1*[4] tот.пер = - 80 С.

z от. пер. – продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже или равной 80 С, принимаемая по табл. 1*[4], z от. пер. = 243 суток.

ГСОП = (18-(-8)) * 243= 6318

По табл. 1б* [2], путем интерполяции определено $R_0^{тр.}$ = 3,1 м^2 ^{0}С/Вт.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по формуле 1[2]: ,

где *n* - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. 3* [2], п =1;

$t_н$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 по [4],

$t_н$ = - 39^0 С;

$\Delta t^н$ - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по табл. 2*[2], $\Delta t^н$ = 4.5;

$\alpha_в$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4*[2], $\alpha_в$ =8.7 Вт/м^2 ^{0}С.

R0=1*(18-(-39))/4.5*8.7 м2=1,46 0 С/Вт ≤ R0тр. = 3,1м2 0 С/Вт

Наружные стены – Вент. фасад.

Теплоизоляция – плиты из минеральной тонковолокнистой ваты ТУ 5761-007-01395087-01. λ = 0.036 Вт/м^2°С;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала, Вт/м^2°С .

Сопротивление теплопередаче R_0, м^2*°С/Вт, ограждающей конструкции определяется по формуле 4[2]:

$$R_0 = 1/\alpha_в + R_k + 1/\alpha_н$$

где $\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 6*[2], $\alpha_н$=23 Вт/м^2 ^{0}С.

$R_к$ — термическое сопротивление ограждающей конструкции, м^2*°С/Вт, определяемое, как для однослойной (термическое сопротивление профилированных листов мало) по формуле 3[2]:

$$R_k = \delta/\lambda$$

где δ - толщина утеплителя, мм.

R_0 = 1/8.7 +δ /0,036 + 1/23

$R_0^{тр}$. = 3,1 м^2 ^{0}С/Вт;

$R_0 = R_0^{тр}$

Отсюда δ = 0.106 м=106мм.

Принята толщина утеплителя - 120 мм, ближайшая выпускаемая толщина.

$R_0^{ф}$ = 1/8.7 + 0,11/0.036 + 1/23 = 3,21 м^2 ^{0}С/Вт.

$R_0^{ф} > R_0^{тр}$ – то есть конструкция наружной стены удовлетворяет требованиям СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».

2.6.2 Покрытие

В расчете учтены плиты минераловатные и цементно – песчаная стяжка Утеплитель – плиты минераловатные повышенной жесткости плотностью γ = 200кг/м^3.

Цементно – песчаная стяжка, δ_2 =20мм, γ = 1800кг/м^3.

По таблице 1б* [2], путем интерполяции принято $R_0^{тр}$. = 4,74 м^2 ^{0}С/Вт.

Требуемое сопротивление теплопередаче R0тр, определяемое из санитарно - гигиенических и комфортных условий по формуле 1[2]:

R0=1*(18-(-39))/4*8.7 м2=1,64 м2 0 С/Вт ≤ R0тр. = 4,74 м2 0 С/Вт

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, принимаемый по прил. 3*[2].

для минераловатных плит λ_1 = 0.054 Вт/(м *°С);

для цементно – песчаной стяжки λ_2 = 0.76 Вт/(м *°С).

Сопротивление теплопередаче R_0, м^2*°С/Вт, ограждающей конструкции многослойной определяется по формуле 5[2]:

$$R_k = \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2$$

$R_0 = 1/8.7+\delta_1/0.054+ 0.02/0.76+1/23$

$R_0^{тр}$. = 4,74 м^2 ^{0}С/Вт;

$R_0 = R_0^{тр}$

Отсюда δ_1 = 0.246м

Толщина утеплителя принята - $\delta_1 1$ = 0.25м

$R_0^{ф}$ = 1/8.7 +0.25/0.054+ 0.02/0.76 + 1/23 = 4,81 м^2 ^{0}С/Вт

$R_0^{ф} > R_0^{тр}$ – то есть конструкция покрытия удовлетворяет требованиям

3 Расчетно – конструктивный расчет, включая фундаменты

3.1. Компоновка конструктивной схемы здания

Объект строительства – здание ледового дворца спорта в городе Новосибирске.

Здание ледового дворца спорта состоит из двух связанных между собой блоков.

Блок – основной, прямоугольный в плане, с размерами в крайних осях – 93,4х60м. Полезная высота 12м. Здесь располагаются: хоккейное поле 30х61м; трибуны вместимостью 7тыс. человек; подтрибунное пространство используется для вестибюля и гардероба; вдоль меньших сторон хоккейного поля - буфеты, курительные, санузлы и гараж для двух машин по уходу за льдом. Три главных входа в здание для зрителей находятся с противоположных сторон. Так как все входы на зрительские места находятся на той же отметке, что и вестибюль для зрителей, то фойе совмещено с вестибюлем. Каждая трибуна разбита на блоки. Число зрительских мест в блоке определено, исходя из нормативного времени эвакуации.

Высота этажа - 3,9 м. На первом этаже расположены: вестибюль, буфет, подсобные помещения и две раздевалки. На втором – медпункт, две административные помещения. На третьем – беговая дорожка, зал силовой подготовки, комната отдыха, одна раздевалка. На каждом этаже предусмотрены душевые и санузлы. Этот блок предназначен для спортсменов и членов различных спортивных клубов и здесь же находятся технические и обслуживающие помещения.

При проектировании учтено функциональное зонирование. Пути движения зрителей, спортсменов и административных работников не пересекаются.

Место строительства –г. Новосибирск.

Климатические условия строительства

- В соответствии со СП131.13330.2012 г. Новосибирск относится к I климатическому району, IВ подрайону;

- Согласно СП 20.13330.2011, расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли равно 2,4 кПа (240 кгс/м²) - IV снеговой район;

- Нормативное ветровое давление - 0,38 кПа (38 кгс/м²), III ветровой район;

- Сейсмичность района строительства - 6 баллов;

- Расчетная температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98 минус 43^{0}С.

Конструктивный тип здания (основного блока) – металлический каркас. Ригелем поперечной рамы является сквозная ферма. Пролет фермы 72,4 м, стрела подъема 5 м. Ферма опирается на колонны через плиточный шарнир. Сопряжение колонны с фундаментом жесткое.

Пространственная работа поперечных рам, расположенных с шагом 12 м, обеспечивается системой вертикальных связей по колоннам расположенных в центре блока, горизонтальных по верхним поясам ферм.

Кровля здания выполнена по прогонам, расположенным с шагом 2,78 м. В состав кровельной конструкции входит: стальной профилированный настил; гидро-(паро-)изоляция из одного слоя рубероида; утеплитель из минераловатных плит толщиной 200 мм; цементно-песчаная стяжка; изопласт.

Профилированный настил необходимо крепить в нижнюю волну с применением уплотнительных шайб. Крепление выполнять к каждому прогону через волну при помощи самонарезных болтов. Крайние листы крепить в каждую волну. Между собой листы скреплять при помощи комбинированных заклепок. Такое крепление профилированного настила позволяет создать жесткий диск покрытия.

Геометрическая неизменяемость конструкции каркаса обеспечивается одноэтажными многопролетными рамами, системой вертикальных связей между колоннами, распорок и горизонтальных связей в уровне покрытия.

3.1.1. Разбивка сетки колонн и ферм

В соответствии с исходными данными назначаем шаг колонн В = 12 м, шаг ферм 6 м. Опираем на колонны непосредственно подстропильные балки и стропильные фермы. Промежуточные фермы опираем на подстропильные балки. Привязку наружной грани колонны к продольным координационным осям принимаем центральную.

3.1.2. Устройство связей

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами. Они предназначены для создания геометрически неизменяемой пространственной конструкции каркаса; уменьшения расчетных длин элементов конструкций; восприятия ветровых и тормозных нагрузок; обеспечения пространственной работы каркаса и проектного положения элементов каркаса в процессе монтажа и эксплуатации.

Связи по покрытию (рис.3.2**)**

Размещаем горизонтальные поперечные связи Гс1 по верхним поясам стропильных ферм в осях 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14, 15-16, 17-18 и 19-20. Они служат для закрепления от смещений прогонов.

Поперечные горизонтальные связи по нижним поясам ферм размещаем у торцов здания (в осях 1-2 и 20-21) и вдоль основных колонн по оси Б и В.

Для удерживания стропильных ферм в проектном (вертикальном) положении предусматриваем распорки Р1 и Р2.

По нижним поясам ферм устанавливаем распорки Р1 и Р2. В результате такого объединения фермы воспринимают от стоек торцового фахверка ветровую нагрузку и передают ее на связи между колоннами и далее с их помощью – на фундаменты и закрепляют от смещений вертикальные связи и растяжки между нижними поясами.

Размещаем вертикальные связи ВС-1 между фермами в осях 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14, 15-16, 17-18 и 19-20.

Связи между колоннами (рис.3.1)

Назначение связей:

- создание продольной жесткости каркаса, необходимой для нормальной его эксплуатации;
- обеспечение устойчивости колонн;
- восприятие ветровой нагрузки.

Устанавливают их по всем продольным рядам колонн блока Б3, в осях 5-7 и 15-17.

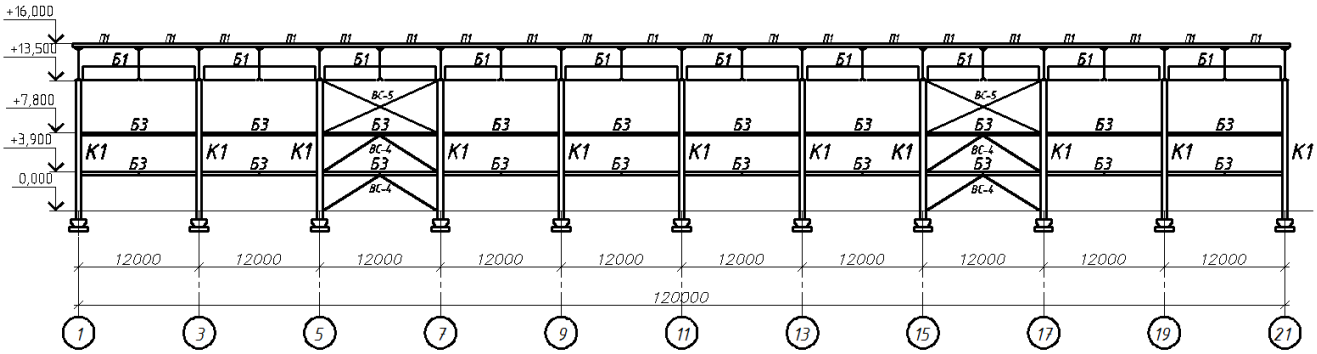


Рисунок 3.1.Схема расположения связей между колоннами

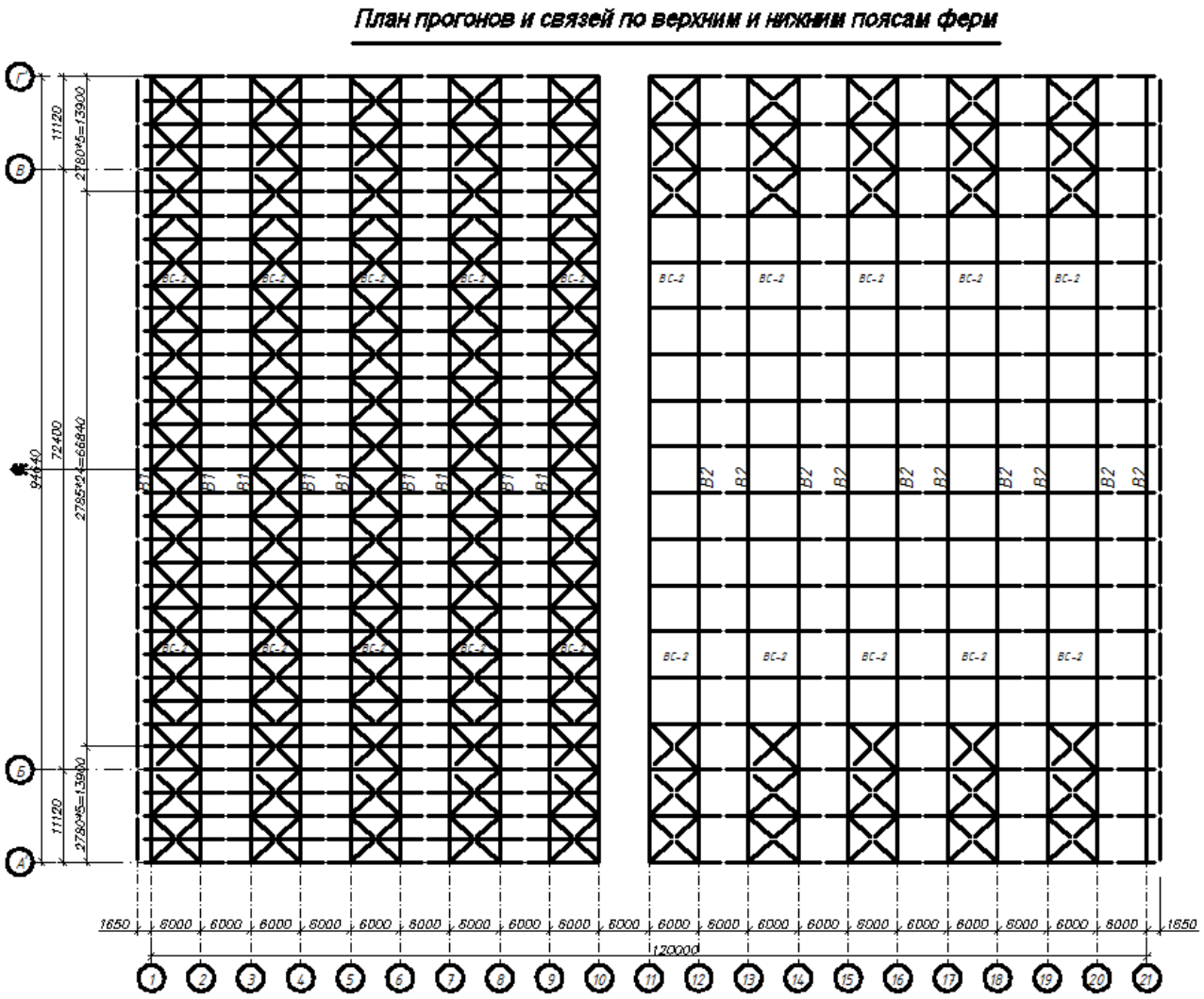


Рисунок 3.2.Схема расположения горизонтальных связей

3.1.3. Ограждающие конструкции

Наружные стены выше отметки 0,000 выполнены из полнотелого керамического кирпича М150 на растворе М100, с утеплением с наружной стороны плитами из минеральной тонковолокнистой ваты ТУ 5761-007-01395087-01, толщиной $\delta = 120$ мм, с последующей облицовкой навесной фасадной системой FS-300, материал - ALUCOBOND, размер панелей 1000х900мм.

Кровля неэксплуатируемая по профлисту по несущим металлическим балкам следующего состава:

- изопласт;
- цементно-песчаная стяжка γ=1800 кг/м^3 – 520 мм;
- утеплитель – жесткие минераловатные плиты, γ=200 кг/м^3 – 200 мм;
- пароизоляционная - один слой рубероида;
- покрытие – профлистН114-600-0,7по металлическим прогонам.
- подвесной потолок.

Водоотвод с кровли – внутренний организованный.

3.2. Статический расчет

Расчет здания выполняем с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций.

3.2.1. Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим

зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом.

Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

1 - линейное перемещение вдоль оси X;

2 - линейное перемещение вдоль оси Y;

3 - линейное перемещение вдоль оси Z;

4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);

5 - угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);

6 - угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок (h/L)k, где h — максимальный шаг сетки; L — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени k, который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

3.2.2. Расчетная схема

Системы координат. Для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат: Глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой; Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждый конечным элементом

Тип схемы. Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, У, Z и поворотами вокруг этих осей.

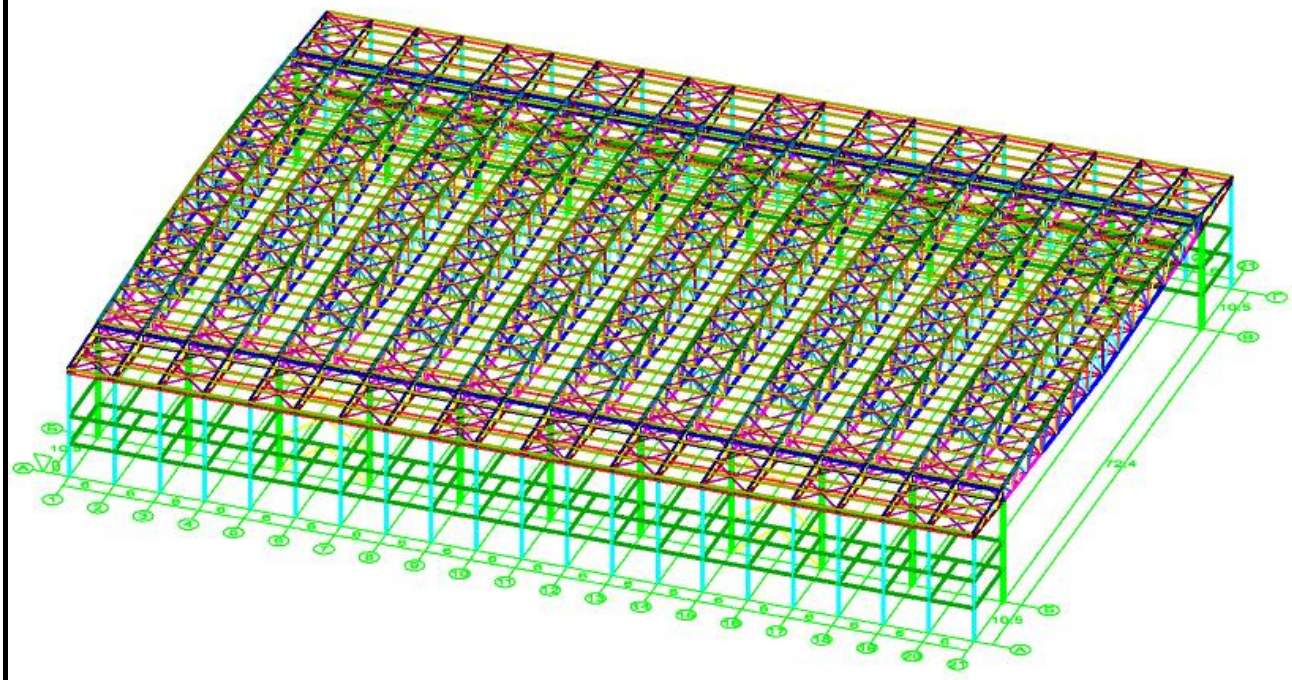
Граничные условия. Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающие некоторые из этих перемещений.

Расчетная схема здания включает данные о нагрузках и физическую модель.

Физическая модель здания представляет собой трехмерную систему из колонн, ферм, прогонов, связей и их сопряжений, а также данные о физико-механических свойствах материалов.

Фермы и прогоны представлены в виде пространственных стержневых конечных элементов.

Состав кровли задан в виде расчетной нагрузки прогонов.



			30К1
			30К1
			L200x16
			L160x16
			L125x12
			L250x20
			L250x18
			L200x16
			L100x8
			L90x8
			L75x8
			L75x8
			L125x16
			L110x8
			L125x14
			L160x18
	h=0.016		h=0.016
			20П
			30Ш1
			L75x6
			600 * 1400
			L75x8
			L80x8
			L80x8

Рисунок 3.3.Расчетная схема здания

3.2.3. Сбор нагрузок

Таблица 3.2. Сбор нагрузок для расчета схемы

№	Наименование нагрузки	Нормативное значени	Коэфф. γ_f	Расчетное значение нагрузки
1	***Нагрузки постоянные***			
	Вес кровли (см.табл.4.3)	0,0765		**0,094**
	Итого: ***Итого с.гр.пл.2,78 м***			***0,094*** ***0,27 т/м***
	Нагрузка от перекрытий на ригели	0,166	1,2	***0,2 т/м²***
2	***Нагрузки временные***			
	Подвесное оборудованиеq=0,05т/м²	0,05	1,05	**0,0525**
	Итого: ***Итого с.гр.пл.6 м***			***0,0525*** ***0,315 т/м***
	Снеговая равномерная нагрузка (кратковрем.) Принимаем: 0,155 т/м²		1,4	**0,217**
	Итого с.гр.пл.2,78 м			***0,604 т/м***

Схема здания рассчитываем на постоянные нагрузки - от веса несущих и ограждающих конструкций здания, временные – от осветительного оборудования, снега, ветра, инженерных коммуникаций, полезной нагрузки.

На расчетную схему передаются нагрузки от собственного веса всех конструкций, образующих расчетный блок. Нагрузки от собственного веса конструкций задаем в программном комплексе SCAD Office.

Таблица 3.3. Нагрузка от веса кровли

Состав кровли и конструкция покрытия	Измери-тель	Норм. нагрузка	γ_{fi}	Расчётная нагрузка
Кровля:				
1. Изопласт;		0,005	1,2	0,006
2. Цементно-песчаная стяжка$\delta = 20$ мм$, \gamma = 1800$ кг/м^3;	т/м² поверх-ности покры-тия	0,036	1,3	0,047
3. Утеплитель – жесткие минераловатные плиты$\delta = 200$ мм$, \gamma = 200$ кг/м^3;		0,02	1,2	0,024
4. Пароизоляционная - один слой рубероида;		0,005	1,2	0,006

5. Покрытие – стальной профлист Н114-600-0,7		0,0105	1,05	0,011
Итого	т/м^2	0,0765		0,094

Снеговая нагрузка

Расчет выполняем по [СП 20.13330.2011, п.10].

Нормативное значение снеговой нагрузки S_o определяется по формуле:

$$S_o = 0{,}7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0{,}7 \cdot 0{,}92 \cdot 1 \cdot \cos 12 \cdot 2{,}4 = 1{,}52\ {}^{\text{кН}}/_{\text{м}^2} = 0{,}155\ \text{т/м}^2.$$

где $S_g -$ вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимается по [СП 20.13330.2011, табл.10.1], $S_g = 2{,}4\ \text{кН/м}^2$ для IV района; $c_e -$ коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия 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 3 наиболее холодных месяца $V \geq 2\text{м/с}$, следует установить коэффициент сноса снега:

$$c_e = \left(1{,}2 - 0{,}1V\sqrt{k}\right)(0{,}8 + 0{,}002b) = \left(1{,}2 - 0{,}1 \cdot 3\sqrt{0{,}8}\right)(0{,}8 + 0{,}002 \cdot 93{,}4) = \\ = 0{,}92$$

$k -$ принимается в зависимости от типа местности по [СП 20.13330.2011, табл.11.2]. Для типа местности В, при верхней отметке 17,5 м:

$$k = 0{,}65 + \frac{(17{,}5 - 10)(0{,}85 - 0{,}65)}{20 - 10} = 0{,}8;$$

$b -$ ширина покрытия, равная 93,4 м;

$c_t -$ термический коэффициент, равный 1;

$\mu -$ коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, равный $\cos 1{,}5\alpha$.

<u>Ветровая нагрузка</u>

Расчет выполняем по [СП 20.13330.2011, п.11].

Согласно [СП 20.13330.2011] ветровую нагрузку следует определять как сумму средней (статической, соответствующей установившемуся скоростному напору ветра) и пульсационной (динамической) составляющих. При расчете одноэтажных производственных зданий высотой h≤36 м и отношении высоты к пролету менее 1,5 динамическую составляющую можно не учитывать.

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

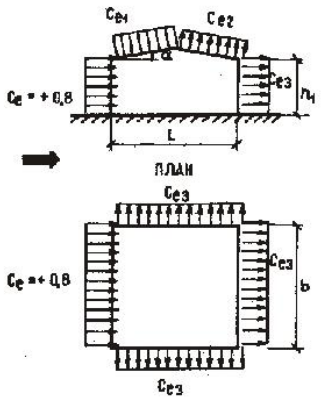
$$w_m = w_o \cdot k(z_e) \cdot c,$$

где $w_o -$ нормативное значение ветрового давления [СП 20.13330.2011, табл. 11.1], принимается в зависимости от ветрового района. Строительство ведется в III районе по ветровому давлению, для которого $w_o = 0{,}38$ кН/м^2;

$k(z_e) -$ коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности [СП 20.13330.2011, табл.11.2];

$c -$ аэродинамический коэффициент.

2. Здания с двускатными покрытиями



Коэффициент	α, град	Значения c_{e1}, c_{e3} при $\frac{h_1}{l}$, равном			
		0	0,5	1	≥ 2
c_{e1}	0	0	− 0,6	− 0,7	− 0,8
	20	+ 0,2	− 0,4	− 0,7	− 0,8
	40	+ 0,4	+ 0,3	− 0,2	− 0,4
	60	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,8
c_{e2}	≤ 60	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,8

$\frac{b}{l}$	Значения c_{e3} при $\frac{h_1}{l}$, равном		
	≤ 0,5	1	≥ 2
≤ 1	− 0,4	− 0,5	− 0,6
≥ 2	− 0,5	− 0,6	− 0,6

$$\frac{h_1}{L} = \frac{13}{94,64} = 0,138;$$

$$\frac{b}{L} = \frac{120}{94,64} = 1,27.$$

Интерполируя, определено $c_{e3} = -0,43$.

Коэффициент k, учитывающий изменение ветрового давления по высоте z, определен по табл. 6[1] в зависимости от типа местности. Тип местности принят «В» - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10м.

Активное ветровое давление на раму с учетом грузовых площадей:

$$W^5 = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 6 = 1,276 \text{ кН/м} = 0,128 \text{ т/м},$$

$$W^{10} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0,38 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 6 = 1,66 \text{ кН/м} = 0,166 \text{ т/м},$$

$$W^{14} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0,38 \cdot 0,73 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 6 = 1,864 \text{ кН/м} = 0,186 \text{ т/м},$$

$$W^{14,8} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0,38 \cdot 0,746 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 6 = 1,905 \text{ кН/м} = 0,191 \text{ т/м}.$$

Пассивное ветровое давление на раму с учетом грузовых площадей:

$$c_{e3} = -0,43.$$

$$W^5 = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0{,}38 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}4 \cdot 6 = 0{,}686 \text{ кН/м}$$
$$= -0{,}0686 \text{ т/м},$$
$$W^{10} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0{,}38 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}4 \cdot 6 = 0{,}892 \text{ кН/м}$$
$$= -0{,}0892 \text{ т/м},$$
$$W^{14} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0{,}38 \cdot 0{,}73 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}4 \cdot 6 = 1{,}002 \text{ кН/м}$$
$$= -0{,}1002 \text{ т/м},$$
$$W^{14{,}8} = w_o \cdot k(z_e) \cdot c \cdot \gamma_f \cdot b = 0{,}38 \cdot 0{,}746 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}4 \cdot 6 = 1{,}024 \text{ кН/м}$$
$$= -0{,}1024 \text{ т/м}.$$

Кровля $W^{17} = -0{,}04$ т/м.

Нагрузки на расчетную схему здания:

L1 – собственный вес (постоянная);

L2 –нагрузка от покрытия кровли (постоянная);

L3 – нагрузка от перекрытий (постоянная);

L4 – нагрузка подвесного оборудования (длительная);

L5 – снеговая равномерная нагрузка (кратковременная);

L6 – ветровая нагрузка слева (кратковременная);

L7 – ветровая нагрузка справа (кратковременная).

3.2.4. Определение расчетных сочетаний усилий

Расчеты элементов каркаса здания должны выполняться с учетом наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок и им соответствующих усилий. Эти сочетания устанавливают на основе анализа возможных вариантов одновременного действия различных нагрузок. Для этого статический расчет здания производят отдельно на каждую нагрузку (снеговую, ветровую и др.) или на группу нагрузок, которые не могут действовать изолированно одна от другой (собственный вес конструкций покрытия, стен и др.). Пользуясь данными такого расчета, находят для каждого расчетного сечения элементов

схемы свою комбинацию нагрузок, которая создаёт наиболее неблагоприятные условия работы этого сечения.

Нормами предусмотрены два вида основных сочетаний и одно особое сочетание нагрузок.

- *Основное сочетание с одной кратковременной нагрузкой* допускает одновременно учитывать все постоянные, все временные длительные и одну кратковременную нагрузку, причем все эти нагрузки можно принимать без снижения, т.е. с коэффициентом сочетаний $\psi = 1$.
- *Основное сочетание с двумя и более кратковременными нагрузками* позволяет одновременно учитывать любые нагрузки, кроме особых. При этом временные длительные принимают с коэффициентом сочетаний $\psi = 0{,}95$, а кратковременные – с $\psi = 0{,}9$.
- В *особых сочетаниях* можно учитывать постоянные, временные длительные с $\psi = 0{,}95$, кратковременные с $\psi = 0{,}8$ и одну особую с $\psi = 1$.

3.3. Расчет и конструирование фермы Сф1

3.3.1. Исходные данные

Материал элементов фермы – сталь С345 по ГОСТ 27772-88*: группа конструкций 2, расчетная температура района строительства t=-43°С; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [СП 16.13330.2011, прил.В, табл. В.2 и В.3];

Расчетные характеристики стали С345 – Ry=355 Н/〖мм〗^2 при толщине проката от 2 до 20 мм включительно [СП 16.13330.2011, прил. В, табл. В.5], Run=480 Н/〖мм〗^2, Rs=0,58·Ry=0,58·355=205,9 Н/〖мм〗^2.

3.3.2. Подбор сечения сжатых элементов

Предельное состояние сжатых элементов ферм определяется их устойчивостью, поэтому проверка несущей способности этих элементов выполняется по формуле 7[3]:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} < R_y \cdot \gamma_c, \tag{4.1}$$

где N – усилие в элементе фермы, кН;

φ – коэффициент продольного изгиба центрально-сжатых элементов, определяется по табл.72 [3] в зависимости от гибкости λ и расчетного сопротивления стали Ry;

Ry=335 МПа для стали марки С345;

А – площадь сечения, м^2;

γс – коэффициент условий работы, принимаемый по табл. 6* [3]. Для элементов ферм γс=0,95 кроме сечений стержней решетки (не считая опорных) из парных уголков γс=0,8.

Требуемая площадь поперечного сечения центрально-сжатых элементов определяется по формуле:

$$A_n = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \tag{4.2}$$

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{\lambda_x}, \tag{4.3}$$

$$i_y = \frac{l_{ef,y}}{\lambda_y}, \tag{4.4}$$

где $l_{ef,x}$, $l_{ef,y}$ – расчетная длина элемента фермы, принимаемая по табл. 11 [3]. Для поясов и опорных раскосов расчетная длина равна геометрической длине элементов $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 1$, для прочих элементов решетки $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 0{,}9 \cdot l$.

По требуемой площади и радиусам инерции по сортаменту подбирается подходящий профиль, определяются его фактические геометрические характеристики A, i_x, i_y. Определяется гибкость по следующим формулам:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x}, \tag{4.5}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}, \tag{4.6}$$

Гибкости λ_x и λ_y не должны превышать предельных значений, приведенных в табл. 19* [СП 16.13330.2011]. Для сжатых элементов ферм предельная гибкость:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha, \tag{4.7}$$

где $\alpha = \frac{N}{\varphi_y \cdot A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c}$ – коэффициент принимаемый не менее 0,5.

3.3.3. Подбор сечения растянутых элементов

Несущая способность растянутых элементов проверяется исходя из условия развития пластических деформаций по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} < R_y \cdot \gamma_c, \tag{4.8}$$

Требуемая площадь поперечного сечения растянутых элементов определяется по формуле:

$$A_n = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c}, \tag{4.9}$$

По сортаменту подбирается профиль, имеющий ближайшее большее значение площади и проводится проверка.

Гибкости λ_x и λ_y не должны превышать предельных значений, приведенных в табл. 19* [СП 16.13330.2011]. Для сжатых элементов ферм предельная гибкость: $[\lambda] = 400$.

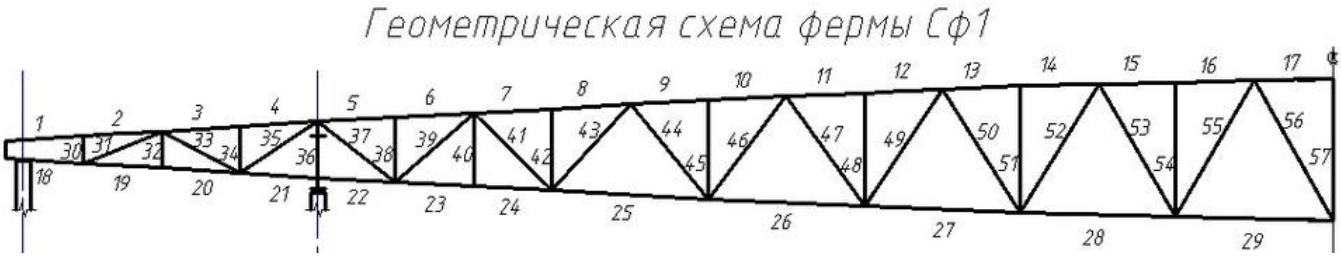


Рисунок 3.4. Геометрическая схема фермы Сф1

3.3.4. Подбор сечений элементов фермы

Расчетная нагрузка на ферму получена для X сочетания нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD.

Результаты подбора сечений элементов фермы сведены в таблицу. Как видно из таблицы, большинство элементов фермы подобрано с большим запасом. Это вызвано тем, что мы не можем принять меньшие сечения, иначе будут нарушены конструктивные требования.

Место	Элемент	Усилие, кН	Сечение	Площ. Атр,см²	Площ. А,см²	Расчетная длина,см		Радиус инерции,см		Гибкость		Пред.гибкость	φ_{min}	γ_c	N/A, кН/см²	$N/(\varphi_{min}A)$,кН/см²	$R_y\gamma_c$, кН/см²	$\alpha = N/(\varphi_{min}A \times R_y\gamma_c)$
						l_{efx}	l_{efy}	i_x	i_y	λ_x	λ_y	[λ]						
Верхний пояс	**1-4**	492	**2L100x8**	15.5	31.2	278.5	557	3.07	4.71	90.72	118.26	400	-	0.95	15.77	-	31.825	-
	5-8	-1450	**2L200x16**	49.1	123.96	278.5	557	6.173	8.992	45.12	61.94	156.26	0.929	0.95	11.7	12.6	31.825	0.396
	9-13	-2789	**2L250x18**	92.84	175.44	278.5	557	7.733	11.01	36.01	50.61	148.25	0.944	0.95	15.9	16.84	31.825	0.529
	14-17	-2858	**2L250x20**	96.77	193.92	278.5	557	7.709	11.05	36.13	50.41	150.57	0.944	0.95	14.74	15.61	31.825	0.491
Нижний пояс	**18-21**	-740	**2L125x12**	26.85	57.78	278.5	557	3.822	5.699	72.87	97.74	152.12	0.866	0.95	12.81	14.79	31.825	0.465
	22-25	1816	**2L160x16**	57.06	98.14	557	834	4.893	6.889	113.84	121.06	400	-	0.95	18.51	-	31.825	-
	26-29	2762	**2L200x16**	86.79	123.96	557	834	6.173	8.992	90.23	92.75	400	-	0.95	22.28	-	31.825	-
Раскосы	**31**	217	**2L75x8**	6.82	23	240	300	2.28	3.492	105.26	85.91	400	-	0.95	9.44	-	31.825	-
	33	-249	**2L110x8**	10.26	34.4	252	315	3.393	4.947	74.27	63.67	16211	0.906	0.8	7.24	7.99	26.8	0.299
	35	268	**2L75x8**	8.42	23	266.4	333	2.28	3.492	116.84	95.36	400	-	0.95	11.66	-	31.825	-
	37	1612	**2L125x14**	50.66	66.74	282.4	353	3.799	5.742	74.34	61.48	400	-	0.95	24.16	-	31.825	-
	39	-1106	**2L160x18**	43.77	109.58	252	372	4.869	7.441	51.76	49.99	156.04	0.943	0.8	10.09	10.71	26.8	0.399
	41	824	**2L110x8**	25.89	34.4	312.8	391	3.393	4.947	92.19	79.04	400	-	0.95	23.92	-	31.825	-
	43,46,49,52	-641	**2L125x14**	26.67	66.74	428	535	3.799	5.742	112.66	93.18	156	0.897	0.8	9.61	10.71	26.8	0.40
	44,47,50	481	**2L75x8**	15.11	23	415.2	519	2.28	3.492	182.11	148.63	400	-	0.95	20.92	-	31.825	-
	53,55	71	**2L110x8**	2.23	34.4	453.6	567	3.393	4.947	133.69	114.62	400	-	0.95	2.07	-	31.825	-
	56	-121	**2L110x8**	5.7	34.4	446.4	558	3.393	4.947	131.57	112.8	170.07	0.793	0.8	3.52	4.44	26.8	0.166
Стойки	**30,32,34**	-61	**2L75x8**	2.44	23	132	165	2.28	3.492	57.89	47.25	173.64	0.934	0.8	2.65	2.84	26.8	0.106
	36	-1166	**2L125x16**	38.13	75.54	160	200	3.775	5.938	42.38	33.68	149.72	0.961	0.95	15.44	16.06	31.825	0.505
	38,40,42	-124	**2L75x8**	5.36	23	232	290	2.28	3.492	101.75	83.05	166.91	0.864	0.8	5.39	6.64	26.8	0.218
	45,48,51,54	-39	**2L75x8**	1.84	23	380	475	2.28	3.492	166.67	136.03	175.25	0.80	0.8	1.7	2.12	26.8	0.079
	57	-59	**2L90x8**	2.62	27.86	400	500	2.759	4.086	144.98	122.37	174.38	0.843	0.8	2.12	2.52	26.8	0.094

3.4. Подбор сечений связей

Расчет ведется по предельной гибкости. Для сжатых элементов [λ]=200, для растянутых [λ]=400.

Распорки по нижнему поясу фермы Р2: $l_{ef,x} = 6$ м, $l_{ef,y} = 5{,}57$ м.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см}$$

$$i_y = \frac{l_{ef,y}}{[\lambda]} = \frac{557}{200} = 2{,}785$$

Принимаем одинарный равнополочный L80×8 ($i_x = i_y = 3{,}1$ см). По ГОСТ 8509-93.

Так же существуют усиленные распорки из 2-х уголков Р1: $l_{ef,x} = 6$ м, $l_{ef,y} = 11{,}125$ м.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см}$$

$$i_y = \frac{l_{ef,y}}{[\lambda]} = \frac{1112{,}5}{200} = 5{,}563$$

Принимаем 2L80×8 ($i_x = i_y = 6{,}2$ см). По ГОСТ 8509-93.

Горизонтальные связи Гс1: $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 4{,}1$ м.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{410}{200} = 2{,}05 \text{ см}$$

Принимаем L75×8 ($i_x = i_y = 2{,}87$ см). По ГОСТ 8509-93.

ВС1 (по ферме):

Раскосы: $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 6{,}2$ м. ix,тр = lef,x/[λ]=620/200=3,1 см.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{620}{200} = 3{,}1 \text{ см}$$

Принимаем 2L80×8 ($i_x = i_y = 3{,}62$) по ГОСТ 8509-93.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см}$$

Принимаем тавровое сечение из двух спаренных уголков 2L75×8 ($i_x = 3{,}62$) по ГОСТ 8509-93.

ВС2 (по колоннам):

- по 1 и 2 этажам: $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 6{,}2$ м.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{680}{200} = 3{,}4 \text{ см}$$

Принимаем тавровое сечение из двух спаренных уголков 2L80×8 ($i_x = i_y = 3{,}62$) по ГОСТ 8509-93.

ВС3 (по колоннам):

- по 3 этажу: $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 6{,}3$ м.

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{[\lambda]} = \frac{630}{200} = 3{,}15 \text{ см}$$

Принимаем тавровое сечение из двух спаренных уголков 2L80×8 ($i_x = i_y = 3{,}62$) по ГОСТ 8509-93.

3.5. Поверочный расчет прогона

3.5.1. Определение нагрузок и расчетных усилий.

По табл. 4.2 нагрузка от собственного веса кровельного покрытия – 0,094 т/м^2 = 0,94 кН/м^2, собственный вес прогона][20П – р = 0,037 т/м = 0,37 кН/м.

Постоянная нормативная и расчетная нагрузка на м^2 горизонтальной проекции кровли при уклоне α=4˚ cosα=0,9976, sinα=0,0698:

$$g_n = \frac{0{,}765}{0{,}9976} = 0{,}767 \text{ кН/м}^2$$

$$g = \frac{0{,}94}{0{,}9976} = 0{,}943 \text{ кН/м}^2$$

Расчетная снеговая нагрузка по табл. 4.2 s = 0,217 т/м^2 = 2,17 кН/м^2 (для IV снегового района).

Суммарная нормативная и расчетная линейная нагрузка на прогон при шаге прогонов b = 2,785 м:

$$q_n = (g_n + s_n) \cdot b + p = (0{,}767 + 1{,}55) \cdot 2{,}785 + 0{,}37 = 7{,}04 \text{ кН/м}$$

$$q = (g + s) \cdot b + p \cdot \gamma_f = (0{,}943 + 2{,}17) \cdot 2{,}785 + 0{,}37 \cdot 1{,}05 = 9{,}06 \text{ кН/м}$$

Составляющие нагрузки:

$$q_x = 9{,}06 \cdot 0{,}9976 = 9{,}04 \text{ кН/м}$$

$$q_y = 9{,}06 \cdot 0{,}0698 = 0{,}63 \text{ кН/м}$$

Расчетные изгибающие моменты:

$$M_{\text{x}} = \frac{q_{\text{x}} \cdot l^2}{8} = \frac{9{,}04 \cdot 6^2}{8} = 40{,}68 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_y = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{0{,}63 \cdot 6^2}{8} = 2{,}835 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

3.5.2. Проверка принятого сечения прогона

Сечение прогона принято из прокатного швеллера. Расчетное сопротивление фасонного проката из стали С245 (при t≤20 мм) Ry=24 кН/см^2.

Характеристика сечения одного швеллера [20П по ГОСТ 8240-97:

$-h = 20$ см; $b = 7{,}6$ см; $t_w = 0{,}52$ см; $t_f = 0{,}9$ см;

$-A = 23{,}4$ см^2;

$-m = 18{,}4$ кг/м;

$-J_x = 1530$ см^4; $J_y = 134$ см^4

$-W_x = 153$ см^3; $W_y = 25{,}2$ см^3

$-S_x = 88$ см^3.

Проверка прочности сечения:

$$\sigma = \frac{M_{\text{x}}}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_y \cdot \gamma_c \qquad (4.10)$$

$$\sigma = \frac{40{,}68 \cdot 10^2}{2 \cdot 153} + \frac{2{,}835 \cdot 10^2}{2 \cdot 25{,}2} 18{,}92 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 24 \cdot 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Проверка общей устойчивости прогона:

$$\frac{M_x}{\varphi_b \cdot W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \qquad (4.11)$$

Коэффициентγ_c при проверке общей устойчивости принимаем равным 0,95. Для определения коэффициента φ_b предварительно вычисляем коэффициент φ_1. Согласно прилож.7 [3] для балок швеллерного сечения

$$\varphi_1 = 0{,}7 \cdot \psi \cdot \frac{I_y}{I_x} \cdot \left(\frac{h}{l_{ef}}\right)^2 \cdot \frac{E}{R_y} \qquad (4.12)$$

где $l_{ef} = 278{,}5$ см – расстояние между точками закрепления;

$\psi = 1{,}14 \cdot (2{,}25 + 0{,}07 \cdot \alpha) = 1{,}14 \cdot (2{,}25 + 0{,}07 \cdot 1{,}38) = 2{,}68$

$\alpha = 1{,}54 \cdot \frac{I_t}{I_y} \cdot \left(\frac{l_{ef}}{h}\right)^2 = 1{,}54 \cdot \frac{12{,}8}{2761{,}97} \cdot \left(\frac{278{,}5}{20}\right)^2 = 1{,}38$

Для швеллера

$$I_t = \frac{1{,}12}{3} \cdot \left(2 \cdot b_f \cdot t_f^2 + h_w \cdot t_w^3\right)$$

$$= \frac{1{,}12}{3} \cdot (2 \cdot 7{,}6 \cdot 0{,}9^2 + (20 - 2 \cdot 0{,}9) \cdot 0{,}52^3) = 5{,}97$$

$$\varphi_1 = 0{,}7 \cdot 2{,}68 \cdot \frac{2761{,}97}{3060} \cdot \left(\frac{20}{278{,}5}\right)^2 \cdot \frac{2{,}06 \cdot 10^4}{24} = 7{,}5$$

При $\varphi_1 > 0{,}85$ $\varphi_b = 0{,}68 + 0{,}21 \cdot \varphi_1 = 0{,}68 + 0{,}21 \cdot 7{,}5 = 2{,}255$

$$\frac{4068}{2{,}255 \cdot 306} = 5{,}9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 24 \cdot 0{,}95 = 22{,}8 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Устойчивость прогона обеспечена.

Проверка жесткости прогона:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{nx} \cdot l^4}{E \cdot I_x} \quad (4.13)$$

Прогиб прогона проверяется от действия составляющей нормативной нагрузки, направленной перпендикулярно плоскости ската:

$$q_{nx} = q_x \cdot \cos\alpha = 7{,}04 \cdot 0{,}9976 = 7{,}02 \text{ кН/м}$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0{,}0702 \cdot 600^4}{2{,}06 \cdot 10^4 \cdot 3060} = 1{,}88 \text{ см} < f_u = \frac{l}{200} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см}$$

Жесткость прогона обеспечена. Принимаем][20П по ГОСТ 8240-97.

3.6. Расчет колонны

Расчетные усилия: Nмах= -2811,8 кН, М1=--68,64 кН•м; материал колонн – сталь С 255 с Ry=240 Мпа, γс=1

3.6.1. Выбор расчетной схемы и компоновка

Геометрическую длину колонны l_k, определяем по формуле:

$$l_k = H_{\text{пл}} - (t_{\text{п}} + h) + (0{,}5 - 0{,}6)\text{м}, \quad (4.14)$$

где $H_{пл}$ – отметка верха плиты настила, $t_п$ – толщина плиты, h - высота главной балки на опоре, $(0{,}5 - 0{,}6)$м – величина заглубления верха фундамента относительно отметки чистого пола.

$$l_k = 15{,}3 - (0{,}04 + 1{,}35) + 0{,}6 = 14{,}2 \text{ м}$$

Расчетные длины колонны:

$$l_{ef,x} = l_k \cdot \mu_x, l_{ef,y} = l_k \cdot \mu_y \quad (4.15)$$

где $\mu_x = 2, \mu_y = 1$ - коэффициенты приведения длины колонны, устанавливаются по СП 16.13330.2011, табл.30.

$$l_{ef,x} = 14{,}2 \cdot 2 = 28{,}4 \text{ м}, l_{ef,y} = 1 \cdot 5{,}7 = 5{,}7 \text{ м}$$

Приняв, сечение из двух двутавров разнесенных на расстоянии 1000мм, определим значение в ветвях:

$$N_{вет} = \frac{N_1 \cdot y_1}{h_0} + \frac{M_1}{h_0} = \frac{2811{,}8}{2} + \frac{68{,}64}{1} = 1474{,}54 \text{ кН}$$

Находим ориентировочно требуемую площадь ветви:

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi_e \cdot R_y \cdot y_c} \quad (4.16)$$

$$\varphi_e = 0{,}8$$

$$A_{тр} = \frac{1474{,}54 \cdot 10}{0{,}8 \cdot 240} = 76{,}8 \text{ см}^2$$

Назначаем сечение ветви с учетом требований жесткости стержня колонны b>(1/20-1/30), lef,y=5700/20=285 мм. По ГОСТ 26020-83 принимаем двутавр 30К1 с геометрическими характеристиками: A=108 см^2, Wx=1223 см^3, ix=12,95 см, iy=7,50 см, h=296 мм, tw=9 мм, bf=300 мм, tf=13,5 мм, Ix=18110 см^4, Iy=6079 см^4.

3.6.2. Проверка устойчивости ветвей колонны

Ветви колонны соединяем между собой треугольной решеткой из одиночных уголков. Задав угол между осями элементов решетки и поясов ~ 45±100, получаем расстояние между узлами решетки 2·l=1,8 м.

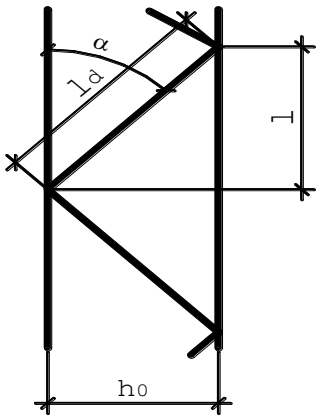


Рисунок 3.5. Схема решетки колонны

Проверку ветвей производим как для центрально сжатых стержней по формуле:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot y_c \qquad (4.17)$$

В плоскости колонны $L_{ef,x1}$=1,8.

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{180}{12{,}95} = 14,\ \varphi_{x1} = 0{,}975$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_x \cdot A} = \frac{1474{,}54 \cdot 10}{0{,}72 \cdot 108} = 189{,}63 \text{ МПа} < R_y \cdot y_c = 240 \text{ МПа}.$$

Устойчивость обеспечена.

В плоскости колонны $L_{ef,y1}$=5,7.

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{570}{7{,}5} = 76,\ \varphi_{x1} = 0{,}72$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{1474{,}54 \cdot 10}{0{,}975 \cdot 108} = 140{,}03 \text{ МПа} < R_y \cdot y_c = 240 \text{ МПа}.$$

Устойчивость обеспечена.

3.6.3. Проверка нижней части колонны на устойчивость в плоскости действия момента как единого стержня

Геометрические характеристики всего сечения нижней части колонны: A=108*2=216 см^2, Ix=552158 см^4

$$i_x = \sqrt{\frac{552158}{216}} = 50{,}6 \text{ см};$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{2840}{50{,}6} = 56{,}1; \;\; \varphi_{x1} = 0{,}829,$$

Проверка колонны как единого стержня производится с учетом деформативности решетки. Поэтому необходимо знать сечение раскосов. Раскосы подбираем по наибольшей поперечной силе - фактической или условной, определяемой по формуле:

$$Q_{fic} = 7{,}15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y}\right) \cdot \frac{N}{\varphi_y} \qquad (4.18)$$

$$Q_{fic} = 7{,}15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{205000}{240}\right) \cdot \frac{2811{,}8}{0{,}829} = 35{,}8 \text{ кН} < Q = 104{,}75 \text{ кН},$$

(Q – из расчета SCAD). Поэтому принимаем для расчетов $Q_{max} = Q = 104{,}75$ кН.

Длина раскоса $l_d = \sqrt{l^2 + 0{,}9^2} = 1{,}345, \sin\alpha = \frac{1}{1{,}345} = 0{,}743$

Усилие в раскосе решетки, расположенной в одной плоскости:

$$N_d = \frac{Q}{2\sin\alpha} = \frac{104{,}75}{2 \cdot 0{,}743} = 70{,}5 \text{ кН}$$

Приняв ориентировочно $\varphi = 0{,}7$, находим требуемую площадь раскоса

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi_e \cdot R_y \cdot y_c} = \frac{70{,}5 \cdot 10}{0{,}7 \cdot 240 \cdot 0{,}75} = 5{,}6 \text{ см}^2$$

где $y_c = 0{,}75$ для одиночного уголка.

Принимаем раскосы из одиночного уголка L75x6 (A_L=8,78см^2, i_{min}=1,48см).

Проверка раскоса:

$$\lambda_d = \frac{132{,}7}{1{,}48} = 90, \varphi = 0{,}612$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{70{,}5 \cdot 10}{0{,}612 \cdot 8{,}78 \cdot 0{,}75} = 174{,}94 \text{ МПа} < R_y \cdot y_c = 240 \text{ МПа}.$$

Устойчивость обеспечена.

Приведенную гибкость стержня колонны определим по формуле:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_x^2 + \alpha_1 \cdot \frac{A}{A_{d1}}} \qquad (4.19)$$

где $\alpha_1 = 10 \cdot \frac{l_d^3}{h_0^2 \cdot l} = 10 \cdot \frac{1{,}327^3}{0{,}9757^2 \cdot 0{,}9} = 27{,}3$, $A_{d1} = 2 \cdot A_d$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{50^2 + 23{,}7 \cdot \frac{216}{8{,}78 \cdot 2}} = 53{,}3$$

Устойчивость колонны в целом проверяем по формуле:

$$\overline{\lambda_{ef}} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 53{,}3 \cdot \sqrt{\frac{240}{205000}} = 1{,}83$$

Для сочетания, догружающего ветвь колонны:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{68{,}64}{2811{,}8} = 0{,}025 \text{ м} = 2{,}5 \text{ см};\ m_1 = e \cdot \frac{A \cdot \alpha_1}{I_x} = 2{,}5 \cdot \frac{216 \cdot 50}{552158} = 0{,}05$$

По табл. 75 [СП 16.13330.2011] при $\overline{\lambda_{ef}} = 1{,}83$ и $m_1 = 0{,}5$ определяем $\varphi_e = 0{,}774$ и находим:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} = \frac{2811{,}8 \cdot 10}{0{,}774 \cdot 216} = 168{,}2 \text{ МПа} < R_y \cdot y_c = 240 \text{ МПа}.$$

Устойчивость обеспечена.

3.6.4. Расчёт и конструирование базы сквозной колонны К1

Каждая ветвь сквозной колонны имеет свою базу, состоящую из опорной плиты траверс и анкерных болтов. Расчет и конструирование опоры под

каждую ветвь, за исключением выбора анкерных болтов, выполняется так же, как и для баз центрально сжатых колонн.

Конструкция базы должна обеспечивать равномерную передачу нагрузки от колонны на фундамент, а также простоту монтажа колонн. Следуя рекомендациям, принимаем базу с траверсами, служащими для передачи усилия с поясов на опорную плиту.

Расчетными параметрами базы являются размеры опорной плиты. Размеры опорной плиты определяем из условия прочности бетона фундамента в предположении равномерного распределения давления под плитой.

Требуемая площадь плиты:

$$A_{\text{пл}} = \frac{N}{R_{\text{ф}}} \tag{4.20}$$

Где $R_{\text{ф}}$ – расчетное сопротивление бетона фундамента:

$$R_{\text{ф}} = R_{\text{пр.б.}} \cdot \sqrt[3]{\frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{пл}}}}$$

$\frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{пл}}}$ – отношение площади фундамента к площади плиты, предварительно принимаем 1:1;

$R_{\text{пр.б.}}$ - призменная прочность бетона, принимаем в зависимости от класса бетона, для бетона класс B15 R_b= 0,85 Мпа.

$$R_{\text{ф}} = 0{,}85 \cdot (1{,}1)^{\frac{1}{3}} = 0{,}877$$

$$A_{\text{пл}} = \frac{1474{,}54}{0{,}877} = 1681{,}35 \text{ см}^2$$

Для определения размеров сторон плиты задаемся ее шириной:

$$B_{пл} = 30 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 7 = 46 \text{ см}$$

Требуемая длина плиты:

$$L_{пл} = \frac{1681{,}35}{46} = 36 \text{ см}$$

Т.к. должно выполняться условие: Lпл/Впл = 1….2, то принимаем Lпл=46см, Впл =46см.

Толщину плиты определяем из условия прочности при работе плиты на изгиб, как пластины, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой по площади контакта отпором фундамента:

$$q = \frac{N}{L_{пл} \cdot B_{пл}} = \frac{1474{,}54}{36 \cdot 46} = 0{,}89 \text{ кН/см}^2$$

Толщину плиты определяют по большему из моментов на отдельных участках:

$$t_{пл} > \sqrt{\frac{6 \cdot M_{max}}{R_y \cdot y_c}}$$

Опорную плиту представляем, как систему элементарных пластинок, отличающихся размерами и характером опирания на элементы базы: консольные (тип 1), опертые по двум сторонам (тип 2), опертые по трем сторонам (тип 3), опертые по четырем сторонам (тип 4). В каждой

элементарной пластинке определяем максимальный изгибающий момент, действующий на полоске шириной 1см.

$$M = q \cdot \alpha \cdot d^2$$

где d - характерный размер элементарной пластинки;

α - коэффициент, зависящий от условия опирания и определяется по таблицам Б.Г.Галеркина.

Рассматриваем четыре типа пластин.

Тип 1. Для консольной пластинки:

$\alpha = 0{,}5$, $d = c = 7$ см

$$M = 0{,}89 \cdot 0{,}5 \cdot 7^2 = 21{,}81 \text{ кН}$$

Тип 4. Пластинка, опёртая на четыре канта:

$b = 29{,}6 - 2 \cdot 1{,}35 = 26{,}9$ см,

$a = \frac{30}{2} - 0{,}9 = 14{,}1$ см,

$\frac{b}{a} = 1{,}9, \alpha = 0{,}098.$

$$M = 0{,}89 \cdot 0{,}098 \cdot 26{,}9^2 = 63{,}11 \text{ кН}$$

Тип 3. Пластинка, опёртая на три канта:

$a = \frac{(46-29{,}6)}{2} = 8{,}2$ см,

$b = 30$ см,

$\frac{b}{a} = 3{,}66, \alpha = 0{,}133.$

$$M = 0{,}89 \cdot 0{,}133 \cdot 8{,}2^2 = 7{,}96 \text{ кН}$$

Толщину плиты определяем по большему из моментов на отдельных участках:

$$M_{max} = 63{,}11 \text{ кН}$$

$$t_{\text{пл}} > \sqrt{\frac{6 \cdot 63{,}11}{24 \cdot 1{,}2}} = 3{,}52 \text{ см}$$

Принимаем $t_{\text{пл}} = 3{,}6 \text{ см} = 36 \text{ мм}$.

Высоту траверсы определяем из условия прикрепления ее к стержню колонны сварными угловыми швами, полагая при этом, что действующее в колонне усилие равномерно распределяется между всеми швами. Требуемая длина швов:

$$L_{w,\text{тр}} = \frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_w \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}$$

где $R_w = 180$ Мпа

$$L_{w,\text{тр}} = \frac{1474{,}54}{0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 113{,}8 \text{ см}$$

$$h_{\text{т}} \geq \frac{L_{w,\text{тр}}}{4} + 1$$

$$h_{\text{т}} = \frac{113{,}8}{4} + 1 = 29{,}5 \text{ см}$$

Принимаем $h_{\text{т}} = 35$ см.

Траверсу проверяем на изгиб и на срез, рассматривая ее как однопролетную двух консольную балку с опорами в местах расположения сварных швов и загруженную линейной нагрузкой.

$$q_1 = q \cdot \frac{B_т}{2} = 0{,}89 \cdot \frac{46}{2} = 20{,}47 \text{ кН/см}$$

При этом в расчетное сечение включаем только вертикальный лист траверсы толщиной t_s и высотой $h_т$.

$$\delta = \frac{6 \cdot M_{max}}{t_s \cdot h_т^2} \leq R_y \cdot y_c, \qquad \tau = \frac{1{,}5 \cdot Q_{max}}{t_s \cdot h_т} \leq R_y \cdot y_c$$

R_s=0,58*R_y=13,92 МПа

где Mmax и Qmax – максимальное значение изгибающего момента и поперечной силы в траверсе.

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{20{,}47 \cdot 14{,}2^2}{2} = 2063{,}8 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$Q_{max} = q \cdot l = 20{,}47 \cdot 14{,}2 = 290{,}7 \text{ кН}$$

$$\delta = \frac{6 \cdot 2063{,}8}{1 \cdot 30^2} = 13{,}8 < 24$$

$$\tau = \frac{1{,}5 \cdot 290{,}7}{1 \cdot 30} = 13{,}6 \leq 13{,}92$$

Проверка выполняется.

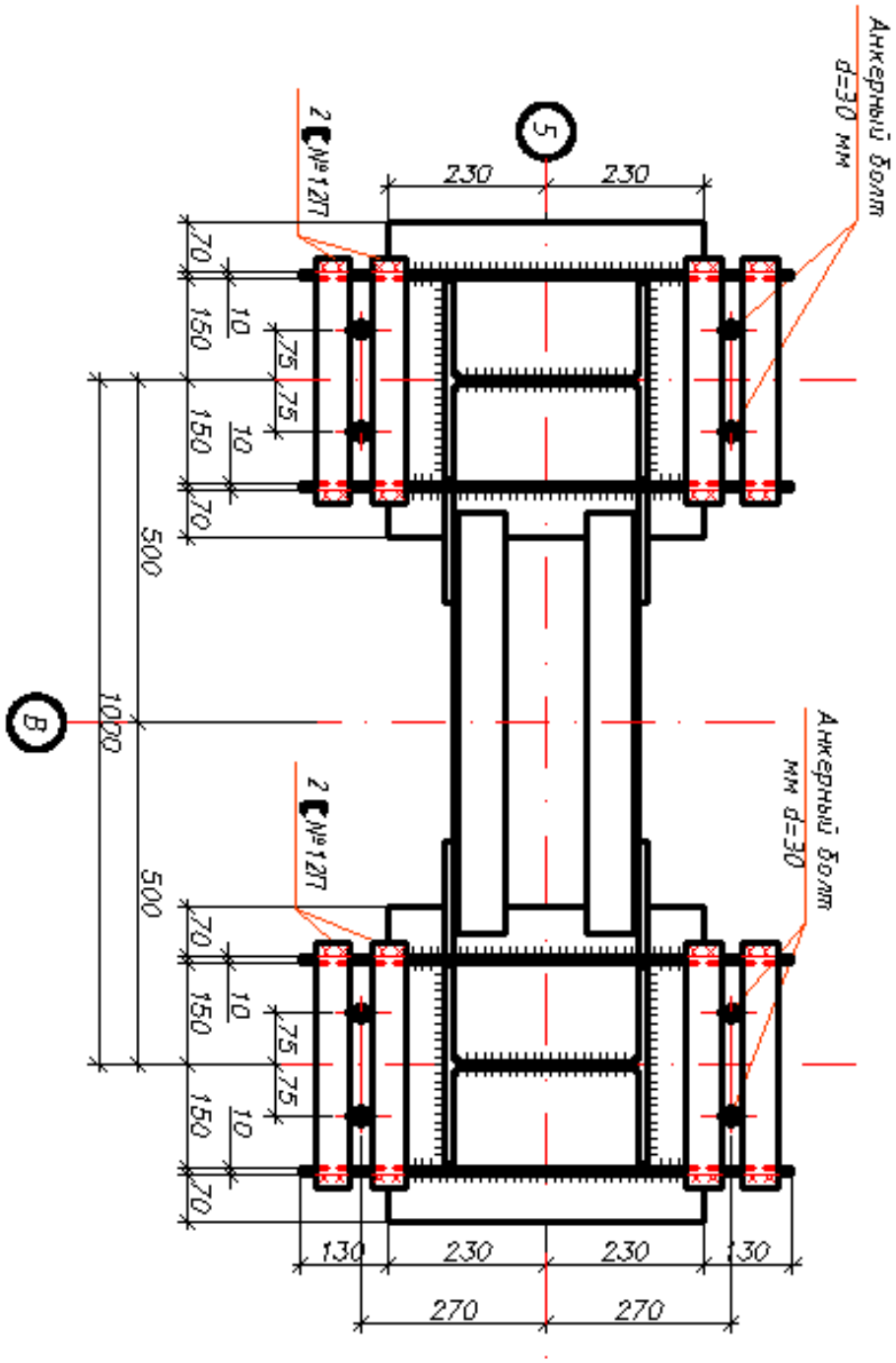


Рисунок 3.6. База сквозной колонны К1

Расчет анкерных болтов.

Анкерная комбинация усилий: Nmin=-715,5 кН, Ms=88,16кН•м.

Растягивающее усилие в анкерных болтах:

$$Z = \frac{M_s - N_{\min} b}{y} = \frac{88{,}16 - 715{,}5 \cdot 0{,}5}{1} = -269{,}6\,кН$$

Происходит только сжатие, поэтому конструктивно принимаем:

База колонны крепится к фундаменту четырьмя анкерными болтами, диаметром d = 30мм.

3.6.5. Конструирование и расчет оголовка колонны К1

Следуя рекомендациям, располагаем главные балки на колонне сверху с передачей нагрузки на вертикальные консольные ребра.

Толщина опорной плиты из конструктивных соображений 20мм

Расчетными параметрами оголовка являются:

1) габариты консольных ребер: ширина bp, высота hp и толщина tp;

2) катеты швов крепления ребер к стенке балки k_{f1} и опорной плиты k_{f2};

3) толщина стенки стержня колонны в пределах высоты ребер.

Высоту ребер h_p назначаем из условия прочности сварных швов, крепящих ребра к стенке колонны, не менее 0,6H, где H – высота сечения колонны:

$$h_p \leq \left(\frac{\sum l_{\omega,\text{тр}}}{4}\right) + 1\text{ см}, h_p \geq 0{,}6 \cdot H, \sum l_{\omega,\text{тр}} = \frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}$$

где N – продольная сила в колонне; k_f – принимаем по наименьшей толщине свариваемых элементов, но не менее 6 мм; k_f =10 мм.

$$l_{\omega,\text{тр}} = \frac{2493{,}95}{0{,}9 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 153{,}95\text{ см}$$

$$h_p \leq \left(\frac{153{,}95}{4}\right) + 1\text{ см} = 40{,}0\text{ см}.$$

$$h_p \geq 0{,}6 \cdot 100 = 60 \text{ см}$$

Принятая высота ребра ограничивается величиной: $0{,}85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 0{,}85 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 76{,}5$ см. Принимаем h_p=60см.

Толщину ребра t_p назначаем из условия среза:

$$t_p \geq \frac{1{,}5 \cdot Q}{h_p \cdot R_s \cdot \gamma_c}$$

$$Q = \frac{N}{2} = \frac{2493{,}95}{2} = 1249{,}98 \text{ кН}$$

$$t_p \geq \frac{1{,}5 \cdot 1249{,}98}{60 \cdot 0{,}58 \cdot 24 \cdot 1} = 2{,}25 \text{ см}$$

Толщину ребра принимаем 2,5 см.

Ширину ребра bp назначаем не менее половины ширины опирающегося торца ребра балки и может выходить за поперечный габарит колонны для приема элементов связей.

$$b_p = b'_s - 10 \text{ мм}, b'_s = \frac{b_{f1} + 2 \cdot t_{\text{пл}} - t_w}{2}$$

$$b'_s = \frac{60 + 2 \cdot 2 - 1}{2} = 31{,}5 \text{ см}, b_p = 31{,}5 - 1 = 30{,}5 \text{ см}$$

Принятая толщина и ширина ребра должны удовлетворять условию сопротивления смятию торца под давлением опорного ребра балки и условию обеспечения местной устойчивости. Из условия смятия:

$$t_p \geq \frac{N}{R_p \cdot b_{\text{см}}}$$

где R_p – определяем по СП 16.13330.2011;

$b_{\text{см}}$ – расчетная длина площадки смятия;

$b_{\text{см}} = b_h + 2 \cdot t$;

b_h – ширина опорного ребра балки;

t – толщина опорной плиты колонны.

$$b_{\text{см}} = 60 + 2 \cdot 2 = 64 \text{ см}$$

$$t_p = 2{,}25 \text{ см} \geq \frac{2493{,}95}{36 \cdot 64} = 1{,}1 \text{ см}$$

Условие выполняется.

Из условия местной устойчивости:

$$\frac{b_p}{t_p} \leq 0{,}5\sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{30}{2{,}25} = 12{,}2 \leq 0{,}5\sqrt{\frac{206000}{240}} = 14{,}65$$

Проверяем стенку колонны на прочность по срезу в сечениях, где примыкают консольные ребра:

$$\tau = \frac{1{,}5 \cdot N}{2 \cdot t_w \cdot h_p}$$

$$\tau = \frac{1{,}5 \cdot 2493{,}95}{2 \cdot 1{,}2 \cdot 60} = 25{,}98 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > 0{,}58 \cdot 24 \cdot 1 = 13{,}92 \ \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Требуемая толщина стеки:

$$\tau = \frac{1{,}5 \cdot N}{2 \cdot R_s \cdot g_s \cdot h_p} = \frac{1{,}5 \cdot 2493{,}95}{2 \cdot 13{,}92 \cdot 1 \cdot 60} = 2{,}3 \text{ см}$$

Принимаем $\tau = 25$ мм.

Необходимая толщина накладок: t = 25 –10 = 15мм

Принимая две накладки толщиной 15мм.

Низ опорных ребер обрамляется горизонтальными поперечными ребрами толщиной 20мм, чтобы придать жесткость ребрам, поддерживающим опорную плиту, и укрепить от потери устойчивости стенку стержня колонны.

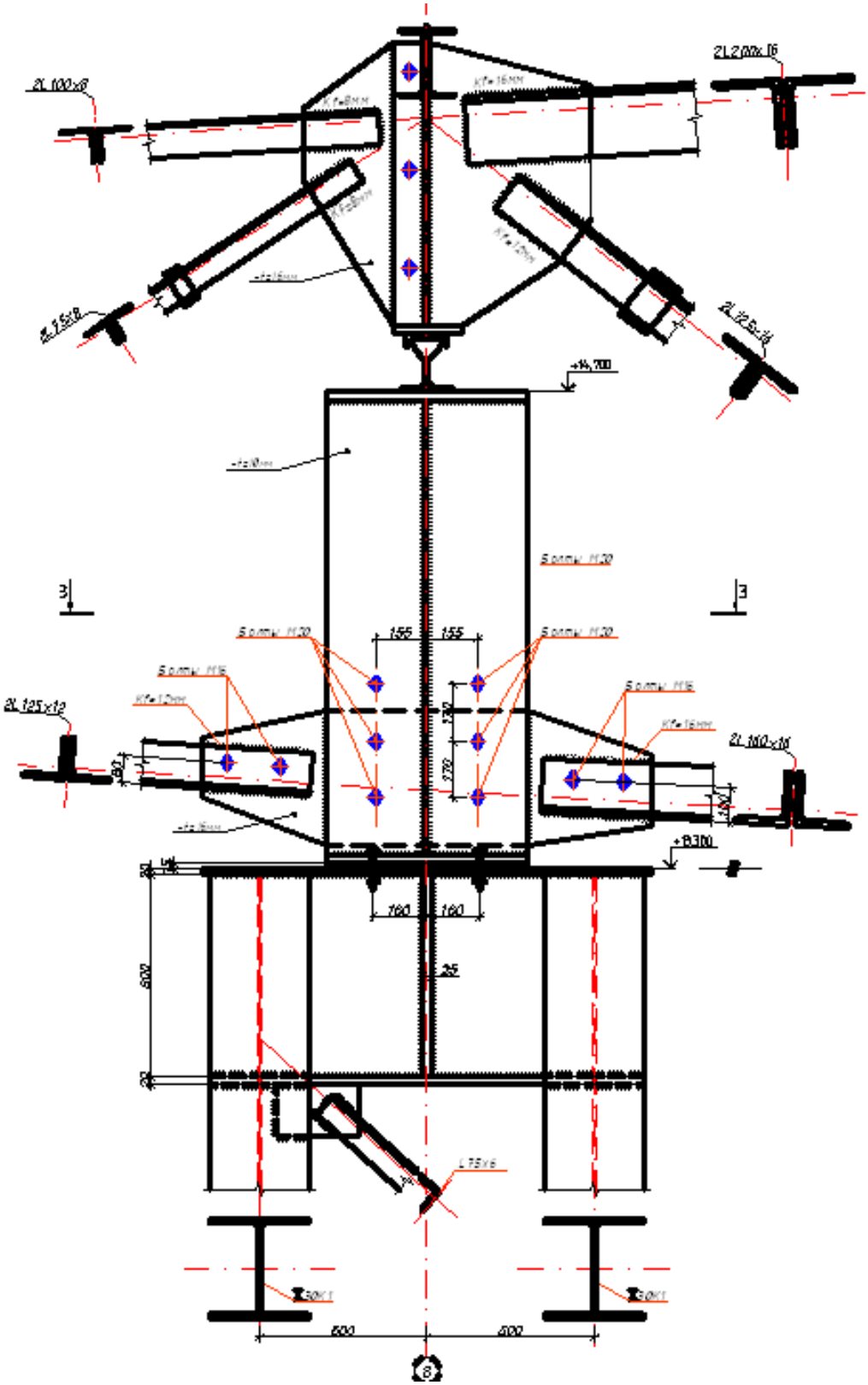


Рисунок 3.7. Оголовок сквозной колонны К1

						ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Кол.у	Лист	№док	Подпись	Дата		

3.7. Расчет и конструирование узлов фермы Ф1

3.7.1. Узел 6

Расчётное усилие в уголках 2L75x8 N1 = -39 кН. Материал – сталь С345, сварка ручная. Принимаем электроды типа Э46. Расчётное сопротивление углового шва R_{wf}=2050 кгс/см^2. По табл.34* СП 16.13330.2011, определяем значения коэффициентов β_f=0,7, βz=1 при сварке в вертикальном положении. Принимаем катет шва k_f = 8мм. Сталь С345 толщиной 20мм имеет нормативное сопротивление по временному сопротивлению R_{un} = 470 кгс/мм2. Расчётное сопротивление углового шва по зоне сплавления R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45x470=211,5 кгс/мм^2 = 21150 кгс/см^2. Значение коэффициентов условий работы соединения и конструкции принимаем равными 1.

Крепление стойки 48: $N = -39$ *кН*; $k_f = 8$ *мм*, $\alpha_1 = 0{,}7$ и $\alpha_2 = 0{,}3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 36}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2{,}1\ см;$$

$$l_w^{n} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}3 \cdot 36}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1{,}5\ см;$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ *мм*; $l_w^{n} = 100$ *мм*, из-за удобства монтажа.

Проверка прочности швов крепления пояса к фасонке:

$$\tau_{wF} = \frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot \sum l_w} = \frac{39 \cdot 10}{1 \cdot 0{,}8 \cdot 44} = 11{,}1\ МПа < R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c = 211{,}5\ МПа,$$

где $\sum l_w = (23 - 1) \cdot 2 = 44$ *см*.

3.7.2. Узел 7

Крепление раскоса 50: $N = 105$ *кН*; $k_f = 8$ *мм*, $\alpha_1 = 0{,}7$ и $\alpha_2 = 0{,}3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 105}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4{,}1 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}3 \cdot 105}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2{,}4 \text{ см};$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ *мм*; $l_w^{п} = 100$ *мм*, из-за удобства монтажа.

Крепление стойки 51: $N = -21$ *кН*; $k_f = 8$ *мм*, $\alpha_1 = 0{,}7$ и $\alpha_2 = 0{,}3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 21}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1{,}7 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}3 \cdot 21}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1{,}3 \text{ см};$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ *мм*; $l_w^{п} = 100$ *мм*, из-за удобства монтажа.

Крепление раскоса 52: $N = -91$ *кН*; $k_f = 8$ *мм*, $\alpha_1 = 0{,}7$ и $\alpha_2 = 0{,}3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 91}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3{,}7 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}3 \cdot 91}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2{,}2 \text{ см};$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ *мм*; $l_w^{п} = 100$ *мм*, из-за удобства монтажа.

3.7.3. Узел 8

Длина швов крепления раскоса 52 определена при расчете узла 7.

Катет швов крепления раскоса 53 принимаем $k_f = 8$ *мм*. Расчет швов следует выполнять по металлу шва.

Необходимая длина швов крепления раскоса 53 при $N = 18$ *кН*, $\alpha_1 = 0{,}7$ и $\alpha_2 = 0{,}3$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 18}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1{,}6 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wZ} \cdot \gamma_{wZ} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}3 \cdot 18}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 211{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 1{,}3 \text{ см}.$$

Принимаем $l_w^{об} = 100$ *мм*; $l_w^{п} = 100$ *мм*, из-за удобства монтажа.

3.8. Проверка прогиба фермы

Согласно расчетам в ПК SCAD максимальное вертикальное перемещение узлов фермы составляет 202,3 мм. Исходя из требований прил.Е СП 20.13330.2012 “Нагрузки и воздействия”, где предельные перемещения здания не превышают нормативных.

$$f_u = \frac{h}{300} = \frac{72400}{300} = 241{,}34 \text{ мм} > 202{,}3 \text{ мм}$$

4 Основания и фундаменты

4.1 Природные условия

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. В соответствии с [3] участок расположен в I-ом климатическом районе, в подрайоне IВ. Среднегодовая температура воздуха в Новосибирске положительная и составляет 0,5-0,6 °С.

Самая низкая температура приходится на январь и составляет минус 17°С -минус 18,5°С. Начало летнего сезона 15-20 мая. Продолжительность летнего сезона составляет 100-110 дней. Наиболее высокие температуры в июле, средняя температура 16 - 19°С. Средняя максимальная температура июля - 15.7 °С.

В течение года атмосферные осадки по сезонам распределяются неравномерно. За апрель - октябрь, выпадает около 80% от общего количества осадков (454 мм). Сумма осадков за холодный период равна 80-90 мм. Максимум их приходится на июль – август.

Средняя дата появления первого снежного покрова появляется в Новосибирске – 16 октября. Средняя многолетняя дата образования устойчивого снежного покрова – 2 ноября. С установлением снежного покрова высота его постепенно увеличивается. В конце декабря высота снежного покрова составляет уже около 30 см, а в первой и второй декадах марта достигает своего среднего максимума – 40 см. С третьей декады марта высота снежного покрова начинает уменьшаться. Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова приходится на 6 апреля. Среднее число дней со снежным покровом составляет – 169 дней.

Преобладающим направлением ветра, является юго – западное и западное.

Нормативная глубина промерзания грунтов по [11] для различных грунтов составляет: для суглинков и глин – 2,20 м; для супесей и песков – 2,42 м.

4.2 Инженерно – геологические и гидролоческие условия участков проектируемого строительства.

Значительная площадь природных ландшафтов представляет собой лесопарковая и оздоровительная зоны. Территория пересекается многочисленными пешеходно – тропиночными дорожками и проездами.

По совокупности природно – техногенных, геоморфологических, инженерно – геологических и гидрогеологических факторов участок относится ко II категории сложности инженерно – геологических условий.

Рельеф спокойный. Имеется незначительный естественный уклон. Инженерно-геологические условия площадки строительства выявлены бурением пяти скважин на глубину 14-15 м. При бурении вскрыто следующее напластование грунтов.

Инженерно – геологический разрез площадки:

Слой – 1 Суглинок среднепластичный, насыщен водой;

Слой – 2 Глина полутвёрдая, насыщена водой;

Слой – 4 Суглинок мягкопластичный;

Слой – 4 Глина полутвёрдая;

Уровень грунтовых вод отмечен на глубине 14,0 – 15,0 м от дневной поверхности. Воды безнапорные, поровопластового типа. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, особенно в периоды снеготаяния и выпадения ливневых дождей.

По химическому составу подземные воды относятся к гидрокарбонатному кальциевому и гидрокарбонатному кальциево –

магниевому типам. По минерализации воды пресные, по жесткости – жесткие, неагрессивны к бетонам всех марок.

Глубина сезонного промерзания – 2,2 м. Физико-механические характеристики слоев грунта с исходными данными инженерно-геологических изысканий приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристики грунта

№ слоя	Наименование грунта	Нормативные и расчетные характеристики грунта							
		W	I_L	ρ, т/м^3	S_r	e	E, мПа	φ, град	c, кПа
1	Суглинок среднепластичный	0,230	0,42	1,93	0,861	0,738	15	21	24
2	Глина полутвердая	0,280	0,26	1,88	0,965	1,0	11	13	36
3	Суглинок мягкопластичный	0,270	0,65	1,99	0,946	1,0	12	18	21
4	Глина полутвердая	0,270	0,15	2,00	0,938	0,995	21	19	36

4.3 Нагрузки на основание

Определим нагрузку, действующую на фундамент под колонну. Согласно расчету, выполненному с помощью ПК «SCAD Office» вертикальная нагрузка на колонну, от основного сочетания усилий, составляет 1451,71 кН.

Проведем сравнение двух вариантов фундамента: фундамент мелкого заложения и свайного.

4.4 Проектирование фундамента из забивных свай

1 Выбор высоты ростверка и длины свай

Высота ростверка кустового свайного фундамента выбирается, исходя только из конструктивных требований, то есть из условия заделки колонны в

ростверк. Глубина заложения ростверка:

d_p=−1,0−0,05−0,45 = −1,5м,

где −1,0м – отметка низа колонны; 0,05м – зазор между колонной и дном; 0,25м – минимальная толщина дна стакана.

Округляем до величины, чтобы высота ростверка $h_p = d_p$−0,15 была кратной 300 мм, −1,35м (−0,15м – отметка поверхности планировки).

Высота ростверка h_p = 1,2м, отметка подошвы d_p = −1,35м.

Выполняем инженерно-геологический разрез, на который наносим отметки ростверка у свай.

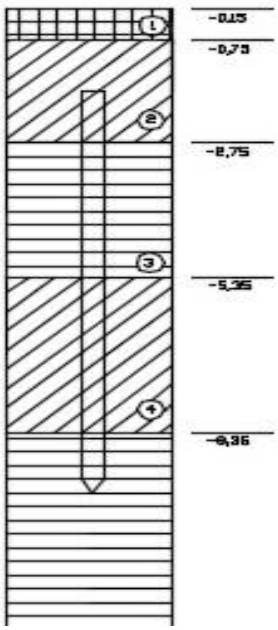


Рисунок 5 – Инженерно-геологический разрез и отметки ростверка у свай

В качестве несущего слоя выбираем пластичные супеси, залегающие с отметки -9,75м, так как свая должна прорезать слой слабого грунта – ила. Заглубление свай в супеси должно быть не менее 1м.

Таким образом, принимаем сваи длиной 10м (С100.30).

2 Определение несущей способности сваи

Значения R и f определяем по таблицам 1,2 [2], для ила принимаем f=5кПа, для насыпных грунтов f=0. Определяем несущую способность сваи:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (30)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1,0;

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

A – площадь поперечного сечения сваи, м^2;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый для свай сплошного сечения, погружаемых забивкой и без лидерных скважин равным 1,0;

u – периметр сваи, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи в пределах i-го слоя грунта, кПа;

h_i – толщина i-го слоя грунта, м.

$$F_d = 1{,}0 \cdot (1{,}0 \cdot 5776{,}4 \cdot 0{,}09 + 1{,}2 \cdot 1 \cdot 377{,}16) = 972{,}47 \text{ кН}.$$

Допускаемая нагрузка на сваю составляет F_d/γ_k = 972,47 /1,4 = 694,62 кН. Это больше, чем принимают в практике проектирования и строительства, поэтому принимаем нагрузку F_d/γ_k =500 кН. (γ_k=1,4 - коэффициент надежности по нагрузке).

3 Определение числа свай в ростверке

Определяем количество свай:

$$n = \frac{\sum N_i}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0{,}9 \cdot d_р \cdot \gamma_{ср}}, \quad (31)$$

где $\sum N_i$ – сумма вертикальных нагрузок на обрезе ростверка в комбинации N_{max}, причем нагрузки принимаются для расчета по I предельному состоянию, кН;

$0{,}9d_p\gamma_{cp}$ – нагрузка, приходящаяся на одну сваю от ростверка (0,9 – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю, м^2;

d_p – глубина заложения ростверка, м;

γ_{cp} – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, принимаемый 20 кН/м.)

$$n = \frac{2160+150}{500-0{,}9\cdot1{,}35\cdot20} = 5{,}86 \text{ свай},$$

Принимаем 6 свай.

Расстояние между осями свай – по двум сторонам 900мм (не превышает 3d), по двум другим 900мм (не превышает 3d). Размер ростверка, учитывая его свесы за наружные грани свай на 150мм, составят 3300х2100мм.

Размещение свай в кусте показано на рисунке 5.

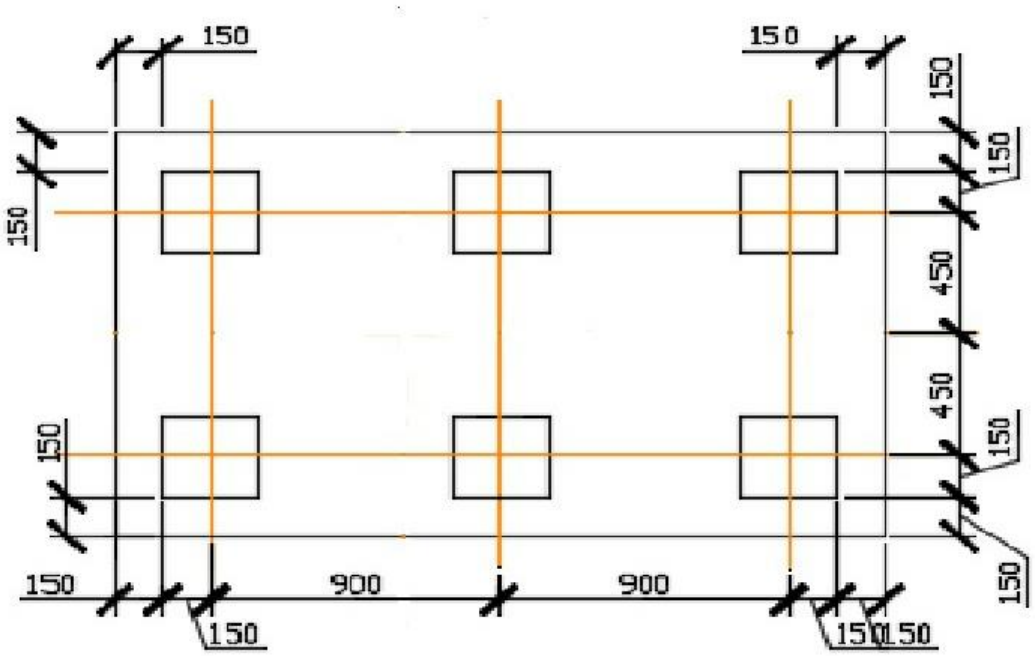


Рисунок 6 – Схема расположения свай

4 Приведение нагрузок к подошве ростверка

Схема нагрузок на ростверк для обеих комбинаций дана на рисунке 9 .

Нагрузка от ростверка $N_р$ составит:

$$N^{/} = N_k + N_{ст} + N_р \quad (32)$$

$$N_р = 1{,}1 \cdot d_р \cdot b_р \cdot l_р \cdot \gamma_{ср}, \quad (33)$$

где 1,1 – коэффициент надежности по нагрузке;

$b_р, l_р$– размеры ростверка в плане.

$$M^{/} = Мк + Q_к(d_р - 0{,}15) - N_{ст} * \alpha \quad (34)$$

$$Q^{/} = Q_к \quad (35)$$

$N_р = 1{,}1 \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}5 \cdot 2{,}4 \cdot 20 = 106{,}92$ кН.

I комбинация:

$N^{/} = 2160 + 150 + 106{,}92 = 2416{,}92$ кН.

II комбинация:

$N^{/} = 2030 + 150 + 106{,}92 = 2286{,}92$ кН

Нагрузки на каждую сваю:

Для I комбинации:

$$N_{СВ}^{1,2} = \frac{2416{,}92}{6} + \frac{507{,}5 \cdot 0{,}9}{4 \cdot 0{,}9^2} = 543{,}79 \text{ кН};$$

$$N_{СВ}^{3,4} = \frac{2416{,}92}{6} = 402{,}82 \text{ кН};$$

$$N_{СВ}^{5,6} = \frac{2416{,}92}{6} + \frac{507{,}5 \cdot 0{,}9}{4 \cdot 0{,}9^2} = 261{,}85 \text{ кН};$$

$$Q_{СВ} = -\frac{70}{6} = 11{,}67 \text{ кН}$$

Для I комбинации:

$$N_{CB}^{1,2} = \frac{2286,92}{6} - \frac{543,5 \cdot 0,9}{4 \cdot 0,9^2} = 230,18 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{3,4} = \frac{2286,92}{6} = 381,15 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{5,6} = \frac{2286,92}{6} + \frac{543,5 \cdot 0,9}{4 \cdot 0,9^2} = 532,13 \text{ кН};$$

$$Q_{CB} = \frac{60}{6} = 10 \text{ кН}$$

Все условия удовлетворяются. Нагрузки занесем в таблицу.

6 Расчет на продавливание ростверка колонной

Произведем расчет свай на горизонтальную нагрузку. По графикам на рис.8[2] определяем значение коэффициента по наихудшим значениям I_L и е. Для насыпных суглинков принимаем I_L=1, тогда К=4000 кН/м^4. По графику рис.9[2] для свай длиной ≥ 8м и при коэффициенте К=4000 кН/м^4 определяем единичное перемещение от Q_{CB}=1кН: $\varepsilon_н$=0,65мм.

Общее горизонтальное перемещение $U_р = \varepsilon_н \cdot Q_{CB}$

$U_р$ = 0,65·11,67=7,59мм

(11,67 кН – максимальная горизонтальная нагрузка на одну сваю). $U_P < U_u$ = 10мм, поэтому можно принимать гибкое сопряжение свай с ростверком, однако грунты являются пучинистыми, поэтому проектируем жесткое сопряжение.

При жестком сопряжении единичный момент в сопряжении $M_н$=1,45 кН·м (для свай длиной ≥6м при коэффициенте К=4000 кН/м^4), а общий момент в сопряжении $M_{CB}=1,45 \cdot Q_{CB}$

M_{CB} =1,45·11,67=16,92 кН·м в I комбинации

M_{CB}=1,46·10=13,14 кН·м во II комбинации.

Для свай длиной 10м типовая продольная арматура 4∅12А-III при классе бетона В20. При значениях N_{CB} (см. табл.7) и названных выше моментах прочность такой сваи достаточна, поскольку точка пересечения N_{CB} и M_{CB} лежит ниже графика, соответствующего типовому армированию сваи (рис.11б [2]).

6.1 Конструирование ростверка

Размеры подколонника в плане 1500х800мм. Размеры ростверка 1500х2400мм. Проверяем ростверк на продавливание колонной.

Проверка осуществляется по формуле:

$$F \leq \frac{2R_{bt}}{\alpha}\left(\frac{h_{0p}}{c_1}(b_c + c_2) + \frac{h_{0p}}{c_2}(l_c + c_1)\right), \quad (41)$$

где F – расчетная продавливающая сила, кН, равная удвоенной сумме нагрузок на сваи, расположенные с одной наиболее нагруженной стороны от оси колонны и находящиеся вне нижнего основания пирамиды продавливания;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, кПа (для бетона В12,5 R_{bt}=660 кПа);

h_{0p} – рабочая высота сечения ростверка, м, принимается равной расстоянию от дна стакана до плоскости рабочей арматуры плитной части;

c_1, c_2 – расстояния от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания (не более h_{0p} и не менее $0{,}4h_{0p}$);

α – коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы N через стенки стакана, рассчитываемый по формуле:

$$1 - \frac{0{,}4R_{bt} \cdot A_c}{N_k}, \text{ но не менее } 0{,}85 \quad (42)$$

где A_c – площадь боковой поверхности колонны в пределах её поверхности,

N_k – расчетная нагрузка в уровне обреза фундамента (принимаем N_k=N_{max}), кН;

b_c,l_c – размеры сечения колонны, м.

$A_c=2(b_c+l_c)d_c$;

b_c=0,4 м, l_c=0,6 м.

d_c=0,9 - 0,05 = 0,85 м.

$A_c = 2\cdot(0{,}4+0{,}6)\cdot 0{,}85 = 1{,}7$ м^2;

$\alpha = 1 - \frac{0{,}4\cdot 660\cdot 1{,}7}{2160} = 0{,}79$ => принимаем α =0,85;

Продавливающая сила F определяется, как удвоенная сумма усилий в связях с более нагруженной стороны ростверка/

Рассчитаем усилия в сваях от нагрузок M и N, приложенных к обрезу ростверка:

Для I комбинации:

N = 2160+150 = 2310 кН;

$M^{/} = -305 - 150\cdot 0{,}49 = -423{,}5$ кН·м.

Для II комбинации:

N=2030+150 = 2180 кН;

$M^{/} = 545 - 150\cdot 0{,}49 = 471{,}5$ кН·м.

Усилия в сваях приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Усилия в сваях

№ свай	Усилия в сваях, кН	
	для I комбинации	для II комбинации
1,2	502,64	232,36
3,4	385	363,33
5,6	267,36	494,30

Принимаем для расчета продавливающую силу по II комбинации, как большую:

$F = 2\cdot(494{,}3\cdot 2 + 363{,}33) = 2703{,}86$ кН;

c_1 =0,25м, c_2 =0,1 м.

$$F = 2703{,}86 > \frac{2 \cdot 660 \cdot 0{,}55}{0{,}85}\left(\frac{0{,}55}{0{,}45} \cdot (0{,}4 + 0{,}22) + \frac{0{,}55}{0{,}22} \cdot (0{,}6 + 0{,}45)\right) = 2889{,}29 \text{ кН}$$

Условие удовлетворяется.

Расчет ростверка на продавливание угловой сваей производится по формуле:

$$N_{CB} < R_{bt} \cdot h_{01} \cdot \left(\beta_1(b_{02} + 0{,}5c_{02}) + \beta_2(b_{01} + 0{,}5c_{01})\right), \qquad (43)$$

где N_{CB} – наибольшее усилие в угловой свае, кН, определяемое от нагрузок в уровне подошвы ростверка = 543,79 кН;

h_{01} – рабочая высота ступени ростверка = 0,25 м;

b_{01},b_{02} – расстояния от внутренних граней свай до наружных граней ростверка, м, $b_{01} = b_{02} = 0{,}45$ м;

c_{01},c_{02} – расстояния от внутренних граней свай до подколонника, м, $c_{01} = 0{,}15$, $c_{02} = 0{,}25$ м;

β_1, β_2 – коэффициенты, принимаемые по табл.3[2], $\beta_1 = 0{,}85$, $\beta_2 = 0{,}6$. Тогда:

$$543{,}79 > 660 \cdot 0{,}25 \cdot \left(0{,}85 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}25) + 0{,}6 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}15)\right) = 132{,}62 \text{ кН}$$

Условие не удовлетворяется, принимаем высоту ступени $h_{c1} = 0{,}6$. Тогда $h_{01} = 0{,}55$ м, $c_{01} = 4h_{01} = 0{,}22$, $c_{02} = 0{,}55$ м.

Проверка:

$$543{,}79 > 660 \cdot 0{,}55 \cdot \left(1 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}55) + 0{,}6 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}22)\right) = 385{,}14 \text{ кН}$$

Условие вновь не удовлетворяется. Поэтому увеличиваем высоту ступени до 0,75 м и класс бетона до В15 с R_{bt} = 750 кПа. В этом случае: $h_{01} = 0{,}7$ м, $c_{01} = 4 \cdot 0{,}7 = 0{,}28$, $c_{02} = 0{,}7$ м. Проверяем:

$$543{,}79 > 750 \cdot 0{,}7 \cdot \left(1 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}7) + 0{,}6 \cdot (0{,}45 + 0{,}5 \cdot 0{,}28)\right) = 605{,}85 \text{ кН}$$

Условие выполняется при h_c = 0,75 м.

Моменты в сечениях определяем по формулам:

$$M_{xi} = \sum N_{CBi} x_i, \quad (44)$$

$$M_{yi} = \sum N_{CBi} y_i, \quad (45)$$

где N_{CBi}– расчетная нагрузка на сваю, кН (таблица 7);

x_i,y_i – расстояния от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения, м.

$$M_{1-1} = 2 \cdot 543{,}26 \cdot 0{,}3 = 326{,}27 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2-2} = 2 \cdot 543{,}79 \cdot 0{,}6 = 652{,}55 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = (543{,}79 + 402{,}82 + 261{,}85) \cdot 0{,}15 = 181{,}27 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2'-2'} = (543{,}79 + 402{,}82 + 261{,}85) \cdot 0{,}25 = 302{,}12 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчет сечения арматуры производим по указаниям [1], результаты расчета сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет арматуры для свайного фундамента

Сечение	M, кН·м	α_m	ξ	h_{0i}	A_s, см^2
1-1	326,27	0,052	0,973	0,7	13,12
2-2	652,55	0,030	0,985	1,45	12,52
1'-1'	181,27	0,018	0,993	0,7	7,16
2'-2'	302,15	0,014	0,991	1,45	5,75

Принимаем арматуру нижней сетки С–1 в одном направлении 8∅16А–III с A_s = 16,08 см^2, что больше 13,12 см^2), в другом направлении 12∅10 А–III (диаметр арматуры принимается не ниже 10 см) с A_s = 9,42 см^2. Длины стержней принимаем соответственно 2350мм и 1450мм.

Подколонник армируем двумя сетками С–2, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно ∅12А–III с шагом 200мм, поперечную

Ø6А–I с шагом 600мм, причем предусматриваем ее только на участке от дна стакана до подошвы. Д

Спецификация элементов в таблице 10, ведомость расхода стали в таблице 11.

Таблица 10 - Спецификация элементов

По-зи-ция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса,кг	Примечание
	Сваи железобетонные				
	ГОСТ 19804-91	С 100.30	6	13680	
	Ростверк монолитный РСм-3				
1 2 3	ГОСТ 23279 - 84	С - 1 С - 2 С - 3	1 2 6	40,41 16,47 21,80	
	Детали				
1 2 3 4 5	ГОСТ 5784 - 82	Ø16, l=2350мм Ø10, l=1450мм Ø12, l=1450мм Ø6, l=1150мм Ø8, l=1150мм	11 15 10 2 48	29,67 10,74 15,45 1,02 21,80	
	Материалы	Бетон В15	$м^3$	3,5	

Таблица 11 – ведомость расхода стали

Марка элемента	Расход арматуры					Всего, кг	Общий расход, кг
	А–I		А–III				
	Ø 6	Ø 8	Ø10	Ø12	Ø18		
С–1	–		10,74	–	29,67	40,41	40,41
С–2	0,51	–	–	7,73	–	8,24	16,47
С–3	–	3,63	–	–	–	3,63	21,80
							Итого = 78,68

7 Выбор сваебойного оборудования

Выбираем для забивки свай механический молот. Отношение массы ударной части молота m4 к массе свай m2 должно быть не менее 1,5 (как для грунтов средней плотности). Так как m2 = 2,28т для кустового свайного фундамента, принимаем массу молота m4 = 4т.

Отказ принимаем по формуле :

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d(F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0{,}2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (46)$$

где E_d –энергия удара, кДж, определяемая как $10 \cdot m_4 \cdot H = 10 \cdot 4 \cdot 1 = 40$ кДж (здесь H=1м – высота подъема молота);

A – площадь поперечного сечения сваи, м^2;

η - коэффициент, принимаемый для железобетонных свай равным 1500 кН/м;

F_d – несущая способность сваи, кН (принимаем F_d исходя из принятой F_d/γ_k=500кН, то есть F_d=500·1,4=700 кН);

m_1 – полная масса молота (принимаем m_1=m_4=4т); m_2 – масса сваи, т;

m_3 – масса наголовника (принимаем m_3=0,2т).

$$S_a = \frac{40 \cdot 1500 \cdot 0{,}09}{700(700 + 1500 \cdot 0{,}09)} \cdot \frac{4 + 0{,}2(2{,}28 + 0{,}2)}{4 + 2{,}28 + 0{,}2} = 0{,}0064\text{м.} = 0{,}64\text{см.}$$

$0{,}64 > 0{,}2$см.

Отказ находится в рекомендуемых пределах, молот выбран правильно.

8 Определение объемов и стоимости работ

Таблица 12 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента.

№ расценок	Наименование работ и вид затрат	Ед.изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоем-кость, чел.-ч.	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
1-230	Разработка грунта бульдозером 1гр.	1000м^3	0,0298	33,8	1,01	-	-
	Стоимость свай	Пог.м	60	7,68	460,8	-	-
5-10	Забивка свай в грунт 2гр.	м^3	5,46	26,3	143,6	4,03	22,00
5-31	Срубка голов свай	свая	6	1,19	7,14	0,96	5,76
1-935	Устройство опалубки для воздушной	м^3	3,6	3,34	8,42	0,93	3,35

№ рас-ценок	Наименование работ и вид затрат	Ед.изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоем-кость, чел.-ч.	
				Еди-ницы	Всего	Еди-ницы	Всего
	прослойки						
6-6	Устройство монолотного ростверка	$м^3$	3,5	42,76	149,66	6,66	23,31
	Стоимость арматуры	т	0,079	240	18,96	-	-
1-255	Обратная засыпка бульдозером	1000 $м^3$	0,0263	14,9	0,39	-	-
				Итого:	789,98		54,42

4.5 Проектирование столбчатого фундамента

Условные обозначения:

1 – Почвенно–растительный слой, мощностью 0,6 м;

2 – Суглинок насыщенный водой, среднепластичный;

3 – Глина насыщенная водой, полутвердая;

4 – Суглинок, насыщенный водой, мягкопластичный;

5 – Глина полутвердая.

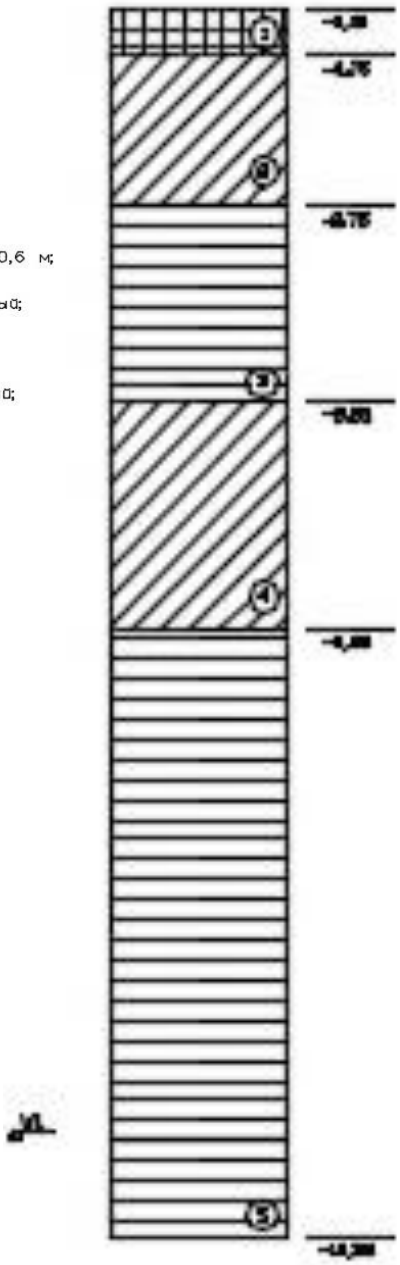


Рисунок 3 – Иженерно-геологическая колонка

2 Определение глубины заложения фундамента

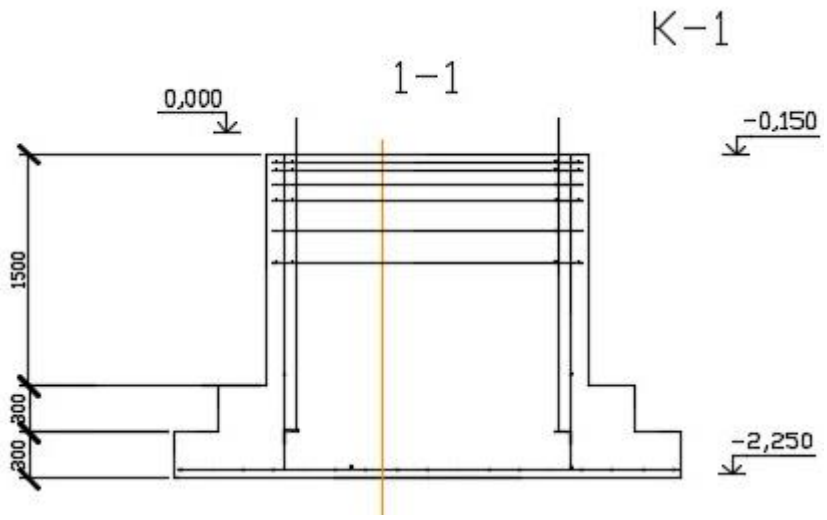


Рисунок 2 – Схема к определению конструктивной высоты столбчатого фундамента под металлическую колонну

Глубину заложения фундамента *d* выбираем исходя из:

1) конструктивных особенностей здания:

–(1,0 + 0,05 + 0,20) = –1,25,

т.е. глубина заложения ниже отметки планровки не менее 1,25 м.

2) глубины промерзания грунта.

Расчетная глубина промерзания суглинков определяется по формуле (1).

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \qquad (1)$$

где k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения [3], k_h = 0,7;

d_{fn} – нормативная глубина сезонного промерзания.

$d_f = 0,7 \cdot 2,6 = 1,82$ м.

С поверхности до глубины 0,6 м почвенно-растительный слой грунта , который не может служить основанием. Необходима прорезка его и заглубление фундамента в суглинки не менее чем на 1,22. Следовательно, глубина заложения фундамента должна быть не менее 1,9 м.

Принимаем отметку подошвы фундамента – 2,1 м, учитывая, что высота фундамента должна быть кратной 0,3 м, а верхний обрез фундамента находится на отметке 0, 150 м. Глубина заложения фундамента составит:

d = 2,1м.

3 Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления

Предварительно площадь подошвы столбчатого фундамента определяем по формуле (2).

$$A=\frac{(N_{k,max}+N_{cm})/\gamma_f}{R_0-\gamma_{cp}d}, \qquad (2)$$

где $N_{k,max}$ и N_{cm} - расчетные нагрузки, $N_{k,max} = 2675{,}8\ кН$, $N_{cm} = 130\ кН$;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузкам, γ_f = 1,15;

γ_{cp} – усредненный удельный вес фундамента и грунта на его обрезах. γ_{cp} = 20 кН/м^3

$$A = \frac{(2675{,}8+150)/1{,}15}{224{,}8-20\cdot 2{,}1} = 13{,}44\ м^2$$

В первом приближений размеры подошвы принимаем: **b** = $\sqrt{\frac{A}{1{,}3}} = \sqrt{10{,}34}$ = 3,2 м, **l** = 1,3 ·3,2 = 4,2м, **l/b** = 1,3 < 1, 65, **A** = 11,7 $м^2$.

Тогда расчетное сопротивление грунтов основания

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K}(M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma_{II'} + M_c \cdot c_{II}) \qquad (3)$$

где M_γ, M_q, M_c – коэффициенты, зависящие от φ,

K – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик c и φ,

K_z – коэффициент, принимаемый равным 1 при ширине фундамента b < 10 м,

γ_{II} – удельный вес грунта ниже подошвы фундамента, кН/м^3

$\gamma_{II'}$ – удельный вес грунта выше подошвы фундамента, кН/м^3

c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента, кПа

$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1}(0,69 \cdot 1 \cdot 3,6 \cdot 18,94 + 3,67 \cdot 2,1 \cdot 18,6 + 6,26 \cdot 25,6) = 1,136 \cdot (39,206 + 143,35 + 160,256) = 389,43$ кПа.

$R_1 = 389,43$ кПа.

Делаем проверку:

$$\Delta = \frac{R_1 - R_0}{R_1} \cdot 100\%. \quad (4)$$

$\Delta = \frac{389,43 - 224,8}{389,43} \cdot 100\% = 42,27\% > 25\%$, следовательно делаем перерасчет.

$A = \frac{(2675,8 + 150)/1,15}{389,43 - 20 \cdot 2,1} = 5,78\ м^2$

$b \cdot l = 5,78,\ b \cdot 1,3b = 5,78,\ 1,3b^2 = 5,78,$

b=2,1 м,

l=2,73≈3 м,

$b \cdot l = 6,3$ м^2 > 5,78 м^2, верно.

$R_2 = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1}(0,69 \cdot 1 \cdot 2,1 \cdot 19,13 + 3,67 \cdot 2,1 \cdot 18,6 + 6,26 \cdot 25,6) = 1,136 \cdot (27,719 + 143,35 + 160,256) = 376,39$ кПа.

$\Delta = \frac{389,43 - 376,39}{389,43} \cdot 100\% = 3,35\%$

3,55% < 25% - условие выполнено.

Пересчитываем А:

$$A = \frac{(2675{,}8+150)/1{,}15}{376{,}43-20 \cdot 2{,}2} = 6{,}01\ м^2$$

Принимаем: b=2,1 м, l=3 м, А=6,3 м^2.

4 Приведение нагрузок к подошве фундамента

$$N^I = \frac{Nk + Ncm}{1{,}15} + N_ф, \qquad (5)$$

где $N_ф$ – нагрузка от веса фундамента;

N_k и N_{cm} - расчетные нагрузки.

$$N_ф = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{ср}, \qquad (6)$$

$$M^I = \frac{M_k}{1{,}15} + \frac{Qk\ (d - 0{,}15)}{1{,}15} - \frac{N_{cm}\ \alpha}{1{,}15}, \qquad (7)$$

$$Q^I = \frac{Q_k}{1{,}15}, \qquad (8)$$

Для I комбинации:

$$N^I = \frac{2675{,}8+150}{1{,}15} + 2{,}1 \cdot 2{,}1 \cdot 3 \cdot 20 = 2273{,}7\ кН$$

$$M^I = \frac{-350}{1{,}15} - \frac{70\ (2{,}25 - 0{,}15)}{1{,}15} - \frac{150}{1{,}15} \cdot 0{,}49 = -\ 486{,}96\ кНм$$

$$Q^I = \frac{-70}{1{,}15} = -\ 60{,}87\ кН$$

Для II комбинации:

$$N^I = \frac{2030+150}{1{,}15} + 2{,}1 \cdot 2{,}1 \cdot 3 \cdot 20 = 2160{,}25\ кН$$

$$M^I = \frac{545}{1{,}15} + \frac{60\ (2{,}25 - 0{,}15)}{1{,}15} - \frac{150}{1{,}15} \cdot 0{,}49 = 511{,}14\ кНм$$

$$Q^I = \frac{60}{1{,}15} = 52{,}17\ кН$$

5 Проверка условий по давлениям.

Проверяем условия (9), (10), (11) при b = 2,1 м, l = 3 м, A = 6,63 $м^2$, W = 3,15 $м^3$, R = 389,43 кПа.

где W – момент сопротивления подошвы грунта.

$$P_{cp} \leq R, \quad (9)$$

$$P_{max} \leq 1,2R, \quad (10)$$

$$P_{min} \geq 0, \quad (11)$$

$$P_{ср} = \frac{N^I}{A} \quad (12)$$

$$P_{max} = \frac{N^I}{A} + \frac{M^I}{W} \quad (13)$$

$$P_{min} = \frac{N^I}{A} - \frac{M^I}{W} \quad (14)$$

По I комбинации:

$$P_{ср} = \frac{2273,3}{6,3} = 360,84 \text{ кПа}$$

$$P_{max} = \frac{2273,3}{6,3} + \frac{486,96}{3,15} = 515,43 \text{ кПа}$$

$$P_{min} = \frac{2273,3}{6,3} - \frac{486,96}{3,15} = 206,25 \text{ кПа.}$$

$P_{ср}$ = 360,84 кПа < R=389,43,

P_{max} = 515,43 кПа $\nleq$ 1,2R = 467,32 кПа,

P_{min} = 206,25 кПа < 0.

Условие (10) не выполняется, поэтому увеличиваем *l*, *l* = 3,3 м, оставляя *b* = 2,1 м. Площадь подошвы A = 3,3 · 2,1 = 6,93 $м^2$, W = $\frac{2,1 \cdot 3,3^2}{6}$ = 3, 81, $м^3$.

Для I комбинации:

$N^I = \frac{2160+150}{1,15} + 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3,3 \cdot 20 = 2299,76$ кН

Для II комбинации:

$N^I = \frac{2030+150}{1,15} + 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3,3 \cdot 20 = 2186,71$ кН

По I комбинации:

$P_{ср} = \frac{2299,76}{6,93} = 331,86$ кПа < R = 389,43 кПа,

$P_{max} = \frac{2299,76}{6,93} + \frac{486,96}{3,81} = 459,67$ кПа < 1,2R = 467,32 кПа,

$P_{min} = \frac{2299,76}{6,93} + \frac{486,96}{3,81} = 204,04$ кПа > 0.

По I комбинации:

$P_{ср} = \frac{2186,71}{6,93} = 315,54$ кПа < R = 389,43 кПа,

$P_{max} = \frac{2186,71}{6,93} + \frac{511,14}{3,81} = 449,70$ кПа < 1,2R = 467,32 кПа,

$P_{min} = \frac{2186,71}{6,93} + \frac{511,14}{3,81} = 204,04$ кПа > 0.

Условия удовлетворяются, окончательно принимаем размеры фундамента: *b*= 2,1 м, *l* = 3,3 м. А = 6,93 $м^2$, l/b = 1, 57 < 1, 65.

Расчет основания по деформациям заключается в проверке условия (15).

$S \leq Su$, (15)

где S – ожидаемая деформация фундамента, средняя осадка.

Su – предельная совместная деформация основания и сооружения (для промышленного одноэтажного здания Su = 8 см)

Порядок расчета:

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

2 Напластование грунтов ниже подошвы фундамента разделяют на слой мощностью не более 0,4b.

$h_1 = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 2,1 = 0,84$ м.

3 Определяют природное бытовое давление на границе слоев и строят эпюру по формуле (16).

$$\delta_{zq0} = \gamma' \cdot d, \quad (16)$$

где δ_{zq0} – давление на уровне подошвы фундамента.

γ' – средневзвешенный удельный вес грунта выше подошвы фундамента.

Затем прибавляем давление от каждого нижележащего слоя $\gamma_i h_i$

$\delta_{zq0(1)} = 39,06$ кПа.

$$\delta_{zq} = \delta_{zq0} + \sum h_i \cdot \gamma_i, \quad (17)$$

4 Определяем дополнительное давление под подошвой фундамента P_0.

$$P_0 = P_{cp} \cdot \delta_{zq0}, \quad (18)$$

$P_0 = 331,86 - 39,06 = 292,8$кПа.

5 Определяют напряжения

$$\delta_{zpi} = \alpha \cdot P_0, \quad (19)$$

где α – коэффициент рассеивания.

6 Определяется условная граница сжимаемого толщи, до которой следует учитывать дополнительные напряжения и возникающие при этом осадки.

$\delta_{zqP} = 24,01 \leq 0,2 \cdot \delta_{zq,} = 30,07$ кПа.

7 Для каждого слоя в пределах сжимаемой толщи определяется среднее напряжение $(\delta_{zqP(i)} + \delta_{zqP(i+1)})/2$.

8 Определяется осадка каждого слоя.

$$S_i = \frac{h \cdot \beta \cdot \delta zpcp}{E}, \quad (20)$$

где β – коэффициент, принимаемый 0,8;
E – модуль деформаций i – го слоя.

S = 2,78см ≤ Su = 8 см –условие выполняется.

7 Конструирование столбчатого фундамента

Параметры фундамента: d = 2,1м, b= 2,1 м, l= 3,3м. Колонна двухветвевая сечением 800ˣ1500. Сечение подколонника $b_{cf} \cdot l_{cf}$ = 1200 ˣ 2100 мм.

Высота фундамента:

h = 2,1 м.

Назначаем количество и размеры ступеней :

В направлений стороны l: $\frac{(l-l_{cf})}{2} = \frac{3300-2100}{2}$ = 600мм.

$h_{ступеней}$ = 300мм, вылет (2 шт.) 1 –300мм, 2 – 300мм.

В направлений стороны b: $\frac{(b-b_{cf})}{2} = \frac{2100-1200}{2}$ = 450мм.

$h_{ступеней}$ = 300мм, вылет (1 шт.) 1 = 450 мм.

7.1 Проверка на продавливание подколонником

$h_{cf} - d_p < 0,5 \cdot (l_{cf} - l_c)$ – низкий фундамент (21)

$> 0,5 \cdot (l_{cf} - l_c)$ – высокий фундамент

1,5 – 1 = 0,5 м > 0,5 · (1,2-0,8) = 0,3м – высокий фундамент, рассчитываем на продавливание подколонником.

В этом случае должно выполняться условие:

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt}, \quad (22)$$

где F – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента;

h_{0p} – рабочая высота плитной части фундамента

$$b_m = 0{,}5(b + b_{cf}) \quad (23)$$

$$h_{0p} = h - h_{cf} - 0{,}05 \quad (24)$$

Сила продавливания:

$$F = A_0 \cdot P_{max} \quad (25)$$

$$A_0 = 0{,}5b(l - l_{cf} - 2h_{0p}) - 0{,}25(b - b_{cf} - 2h_{op})^2 \quad (21)$$

$$P_{max} = \frac{N_{max} + N_{ст} + b_{cf} \cdot l_{cf} \cdot h_{cf} \cdot \gamma_{cf} \cdot \gamma}{A_ф} + \frac{M + N_{ст} \cdot \alpha + Q \cdot 1{,}8}{W}, \quad (26)$$

где N_k и N_{cm} - расчетные нагрузки;

$\gamma_{ср}$ – удельный вес железобетона, $\gamma_{ср}$ = 25 кН/м^3;

γ – коэффициент надежности железобетона, γ=1,1;

α – коэффициент рассеивания;

$$b_m = 0{,}5 \cdot (2{,}1 + 1{,}2) = 1{,}65 \text{ м}$$

$$h_{0p} = 0{,}55 \text{ м}$$

$$A_0 = 0{,}5 \cdot 2{,}1 \cdot (3{,}3 - 1{,}2 - 2 \cdot 0{,}55) - 0{,}25(2{,}1 - 1{,}2 - 2 \cdot 0{,}55)^2 = 1{,}04 \text{ м}^2$$

$$P_{max} = \frac{2160 + 150 + 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5 \cdot 25 \cdot 1{,}1}{6{,}93} + \frac{350 + 150 \cdot 0{,}49 + 70 \cdot 1{,}8}{W} = 486{,}131 \text{ кПа}$$

$$F = 1{,}04 \cdot 486{,}131 = 505{,}576 \text{ кН.}$$

Класс по прочности принимаем В15 (R_{bt} = 660 кПа).

F = 505,576 < $b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt} = 1{,}65 \cdot 0{,}55 \cdot 660$ =598,95 – условие выполнено.

7.2 Расчет арматуры плитной части фундамента

Рассчитываем арматуру плитной части фундамента. Результаты приведены в таблице 3. Схема к расчету арматуры приведена на рисунке 4.

Таблица 3 – Расчет арматуры плитной части фундамента

Сечение	Вылет	$\frac{Nci}{2l(b)}$	$1+\frac{6\cdot e_0}{l}+\frac{4\cdot e_0\cdot c_i}{l^2}$	M, кН·м	α_m	ξ	h_0	A_s, см^2
1-1	0,3	126	1,39	175,14	0,100	0,947	0,25	20,27
2-2	0,6	385,9	1,35	520,97	0,096	0,949	0,55	27,35
1"-1"	0,45	111,4	1,00	111,4	0,100	0,947	0,25	12,89

$$N = N_{max} + N_{cm} \quad (27)$$

$$M = M_{max} + Q_d - N_{ст} \cdot \alpha \quad (28)$$

$$e = \frac{M}{N} \quad (29)$$

N = 2160 + 150 = 2310 кН

M = - 350 – 70·2,1 –150·0,49 = –570,5 кНм

$e = \frac{570,5}{2310} = 0,247$ м.

Конструируем сетку С–1. Шаг в обоих направлениях – 200мм.

Армирование подошвы осуществляется сетками. В направлении l – 17 стержней, в направлении b – 11 стержней. Диаметр арматуры принимаем в направлений l принимаем по сортаменту (для 11 Ø18А–III – As = 27,695 см2, что больше 27,35 см2), в направлении b для 17 Ø12 А–III – As = 13,35 см2 >12,89 см2. Длины стержней принимаем соответственно 3250мм и 2050мм.

Подколонник армируем двумя сетками С–2, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно Ø12А–III с шагом 200мм, поперечную Ø6А–I с шагом 600мм. Длина рабочих стержней 2050мм, количество в сетке –

6. Длина поперечной арматуры – 1150 мм, количество в сетке – 3.

Спецификация элементов в таблице 4, ведомость расхода стали в таблице 5.

Таблица 4 – Спецификация элементов

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол–во	Масса, кг
1	ГОСТ 23279-84	С–1	1	92,93
2	То же	С–2	2	22,86
3	То же	С–3	6	21,80
	Детали			
1	ГОСТ 5784-82	Ø 18 А–III, l = 3250	11	71,43
2	То же	Ø 10А–III, l = 2050	17	21,50
3	То же	Ø 12А–III, l = 2050	12	21,84
4	То же	Ø 8 А–I, l = 1150	4	1,02
5	То же	Ø 8 А–I, l = 1150	48	
	Фундамент монолитный	Фм - 3	1	-
	Материалы	Бетон В 12, 5	$м^3$	4,76

Таблица 5 – Ведомость расхода стали

Марка элемента	Расход арматуры					Всего, кг	Общий расход, кг
	А–I		А–III				
	Ø 6	Ø 8	Ø10	Ø12	Ø18		
С–1	–		21,50	–	71,43	92,93	92,93
С–2	0,51	–	–	10,92	–	11,43	22,86
С–3	–	3,63	–	–	–	3,63	21,80
Итого = 137,59							

8 Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

Таблица 6 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения фундамента неглубокого заложения

	Наименование работ и вид затрат	Единица измерени	Объем	Стоимость, руб.	Трудоем-кость, чел.-ч.

		я			всего		всего
	Разработка грунта бульдозером 1гр.	1000 $м^3$	0,0724		6,60		0,60
	Ручная разработка грунта	$м^3$	0,81		0,56		1,01
	Устройство подбетонки	$м^3$	0,81		23,79		1,11
	Устройство монолотного фундамента	$м^3$	4,7		192,42		24,30
	Стоимость арматуры	т	0,138		33,12		-
	Обратная засыпка бульдозером	1000 $м^3$	0,0677		1,01		-
				Итого:	257,5		27,02

4.6 Технико – экономическое сравнение вариантов фундаментов.

Сравнение вариантов фундаментов проведем по стоимости и трудоемкости.

Сравниваем варианты запроектированных фундаментов – столбчатого фундамента неглубокого заложения и свайного кустового фундамента.

Таблица 13 – Технико-экономическое сравнение вариантов

Критерий сравнения	Фундамент неглубокого заложения	Свайный фундамент
Стоимость, руб.	257,50	789,98
Трудоемкост,чел.-ч.	27,02	54,42

Как видно из технико-экономического сравнения вариантов, фундамент неглубокого заложения в 2 раза менее трудоемкий и в 3 раза более экономичный, чем свайный фундамент. Поэтому мы отдаем предпочтение ему.

Однако в ряде случаев основным критерием выбора будет служить не экономичность, а надежность фундамента. Так, например, в пучинистых грунтах фундаменты неглубокого заложения являются более экономичными, однако предпочтение отдают свайным, так как при устройстве фундаментов весьма сложно предохранить грунты основания от промерзания, а промораживание из приведет к деформациям фундаментов при оттаивании.

Промораживание же грунтов у свайного фундамента практически не окажет влияния на его устойчивость.

5 Технология строительного производства

5.1 Технологическая карта на монтаж наружных ограждающих конструкций

5.1.1 Область применения

Технологическая карта разработана на устройство навесного вентилируемого фасада для ледового дворца спорта в г. Новосибирске.

5.1.2 Организация и технология выполнения работ

Навесные вентилируемые фасады предназначены для утепления и облицовки панелями ALUCOBOND внешних ограждающих конструкций при строительстве новых, реконструкции и капитальном ремонте существующих зданий и сооружений.

Основными элементами фасадной системы FS-300 являются:

- несущий каркас;
- теплоизоляция и ветрогидрозащита;
- облицовочные панели;
- обрамление завершения фасадной облицовки.

До начала монтажных работ по устройству вентилируемого фасада системы FS-300 должны быть проведены следующие подготовительные работы:

- согласно требованиям СНиП 12-03-2001 рабочая зона (а также подходы к ней и близлежащие территории) освобождается от строительных конструкций, материалов, механизмов и строительного мусора - от стены здания до границы зоны, опасной для нахождения людей при эксплуатации фасадных подъемников.

- на строительной площадке устанавливают инвентарные мобильные здания: неотапливаемый материально-технический склад для хранения элементов вентилируемого фасада (композитных листов или готовых к монтажу панелей, утеплителя, паропроницаемой пленки, конструктивных элементов несущего каркаса) и мастерскую - для изготовления облицовочных листов и обрамления завершения фасадной облицовки в построечных условиях;

- производят осмотр и оценку технического состояния фасадных подъемников, средств механизации, инструмента, их комплектности и готовности к работе;

- в соответствии с проектом производства работ устанавливают на здание фасадные подъемники и запускают в работу согласно Руководству по эксплуатации (3851Б.00.00.000 РЭ);

- на стене здания отмечают расположение маячных точек анкерирования для установки несущих и опорных кронштейнов.

Облицовочный материал поставляют на строительную площадку, как правило, в виде листов, раскроенных по проектным размерам. В этом случае в мастерской на строительной площадке с помощью ручного инструмента, вытяжных заклепок и элементов сборки кассет формируют облицовочные панели с креплением.

Хранить листы на строительной площадке необходимо на уложенных на ровном месте брусьях толщиной до 10 см, с шагом 0,5 м. Если монтаж вентилируемого фасада планируют на срок более 1 месяца, листы следует переложить рейками. Высота стопки листов не должна превышать 1 м.

Грузоподъемные операции с упакованными листами из композитного материала следует производить с использованием текстильных ленточных строп (ТУ 3150-010-16979227) или других строп, исключающих травмирование листов.

Не допускается хранение облицовочного материала вместе с агрессивными химическими веществами.

В случае поступления на строительную площадку облицовочного материала в виде готовых облицовочных панелей с креплением их укладывают в пачку попарно, лицевыми поверхностями друг к другу так, чтобы соседние пары соприкасались тыловыми сторонами. Пачки ставят на деревянные подкладки, с небольшим уклоном от вертикали. Панели укладывают в два ряда по высоте.

Разметка точек установки несущих и опорных кронштейнов на стене здания проводится в соответствии с технической документацией к проекту на устройство вентилируемого фасада.

На начальном этапе определяют маячные линии разметки фасада - нижнюю горизонтальную линию точек установки кронштейнов и двух крайних по фасаду здания вертикальных линий.

Крайние точки горизонтальной линии определяют с помощью нивелира и отмечают их несмываемой краской. По двум крайним точкам, используя лазерный уровень и рулетку, определяют и отмечают краской все промежуточные точки установки кронштейнов.

С помощью отвесов, опущенных с парапета здания, по крайним точкам горизонтальной линии определяют вертикальные линии.

Используя фасадные подъемники, отмечают несмываемой краской точки установки несущих и опорных кронштейнов на крайних вертикальных линиях.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ

При организации производства монтажных работ площадь фасада здания разбивают на вертикальные захватки, в пределах которых выполняют работы разными звеньями монтажников с первого или второго фасадных подъемников. Ширина вертикальной захватки равна длине рабочего настила люльки фасадного подъемника (4 м), а длина вертикальной захватки равна рабочей высоте здания.

Первое и второе звенья монтажников, работающие на 1-м фасадном подъемнике, чередуясь посменно, проводят последовательно монтажные

работы на 1-й, 3-й и 5-й вертикальных захватках. Третье и четвертое звенья монтажников, работающие на 2-м фасадном подъемнике, чередуясь посменно, проводят последовательно монтажные работы на 2-й и 4-й вертикальных захватках. Направление производства работ - от цокольной части здания вверх до парапета.

Для монтажа вентилируемого фасада одним звеном рабочих из двух монтажников определена сменная захватка, равная 4 $м^2$ фасада.

Монтаж вентилируемого фасада начинается от цоколя здания на 1-й и 2-й вертикальных захватках одновременно. В пределах вертикальной захватки монтаж осуществляют в следующей технологической последовательности:

- разметка точек установки несущих и опорных кронштейнов на стене здания;
- сверление отверстий для установки анкерных дюбелей;
- крепление к стене несущих и опорных кронштейнов с помощью анкерных дюбелей;
- устройство теплоизоляции и ветрогидрозащиты;
- крепление к несущим и опорным кронштейнам регулирующих кронштейнов с помощью стопорных болтов;
- крепление к регулирующим кронштейнам направляющих профилей;
- крепление скользящих кронштейнов к направляющим профилям;
- установка облицовочных панелей;
- монтаж элементов облицовки вентилируемого фасада к внешнему углу здания.

Монтаж обрамления фасадной облицовки цоколя производят без использования фасадного подъемника с поверхности земли (при высоте цоколя до 1 м). Парапетный отлив монтируют с кровли здания на заключительном этапе каждой вертикальной захватки.

Точки установки несущих и опорных кронштейнов на вертикальную захватку размечают с использованием маячных точек, отмеченных на крайних

горизонтальной и вертикальных линиях, с помощью рулетки, уровня и красящего шнура.

При разметке точек анкерирования для установки несущих и опорных кронштейнов для последующей вертикальной захватки маяками служат точки крепления несущих и опорных кронштейнов предыдущей вертикальной захватки.

Для крепления к стене несущих и опорных кронштейнов в размеченных точках просверливают отверстия, диаметром и глубиной соответствующие анкерным дюбелям, которые прошли испытания на прочность для данного вида стенового ограждения.

Если отверстие просверлено ошибочно не в том месте и требуется просверлить новое, то последнее должно находиться от ошибочного на расстоянии как минимум одной глубины просверленного отверстия.

Очистка отверстий от отходов сверления (пыли) производится сжатым воздухом.

Дюбель вставляют в подготовленное отверстие и подбивают монтажным молотком.

Под кронштейны укладывают термоизоляционные прокладки для выравнивания рабочей поверхности и устранения «мостиков холода».

Кронштейны крепят к стене шурупами с помощью электродрели, с регулируемой скоростью вращения и соответствующими насадками для завинчивания.

Устройство теплоизоляции и ветрогидрозащиты состоит из следующих операций:

- навешивание на стену через прорези для кронштейнов плит утеплителя;
- навешивание на теплоизоляционные плиты полотнищ ветрогидрозащитной мембраны с перехлестом 100 мм и временное их закрепление;

- высверливание через утеплитель и ветрогидрозащитную мембрану отверстий в стене для тарельчатых дюбелей в полном объеме по проекту и установка дюбелей.

Расстояние от дюбелей до краев теплоизоляционной плиты должно быть не менее 50 мм.

Монтаж теплоизоляционных плит начинают с нижнего ряда, которые устанавливают на стартовый перфорированный профиль или цоколь и монтируют снизу вверх.

Плиты навешивают в шахматном порядке горизонтально рядом друг с другом таким образом, чтобы между плитами не было сквозных щелей. Допустимая величина незаполненного шва - 2 мм.

Доборные теплоизоляционные плиты должны быть надежно закреплены к поверхности стены.

Для установки доборных теплоизоляционных плит их необходимо подрезать с помощью ручного инструмента. Ломать плиты утеплителя запрещается.

При монтаже, транспортировке и хранении теплоизоляционные плиты должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

Перед началом монтажа теплоизоляционных плит сменная захватка, на которой будут проводить работы, должна быть защищена от попадания атмосферной влаги.

Регулирующие несущий и опорный кронштейны крепят соответственно к несущему и опорному кронштейнам. Положение этих кронштейнов регулируют таким образом, чтобы обеспечить выравнивание по вертикальному уровню отклонения неровностей стен. Кронштейны крепят при помощи болтов со специальными шайбами из нержавеющей стали.

Крепление к регулирующим кронштейнам вертикальных направляющих профилей производится в следующей последовательности. Профили

устанавливают в пазы регулирующих несущих и опорных кронштейнов. Затем профили фиксируют заклепками к несущим кронштейнам. В опорных регулирующих кронштейнах профиль устанавливают свободно, что обеспечивает его свободное перемещение по вертикали для компенсации температурных деформаций.

В местах стыковки по вертикали двух следующих друг за другом профилей для компенсации температурных деформаций рекомендуется выдерживать зазор в пределах от 8 до 10 мм.

Требования к качеству работ

Качество вентилируемого фасада обеспечивается текущим контролем технологических процессов подготовительных и монтажных работ, а также при приемке работ. По результатам текущего контроля технологических процессов составляются акты освидетельствования скрытых работ.

В процессе подготовки монтажных работ проверяют:

- готовность рабочей поверхности фасада здания, конструктивных элементов фасада, средств механизации и инструмента к выполнению монтажных работ;
- качество элементов несущего каркаса (размеры, отсутствие вмятин, изгибов и прочих дефектов кронштейнов, профилей и других элементов);
- качество утеплителя (размеры плит, отсутствие разрывов, вмятин и других дефектов);
- качество облицовочных панелей (размеры, отсутствие царапин вмятин, изгибов, надломов и прочих дефектов).

В процессе монтажных работ проверяют на соответствие проекту.

- точность разметки фасада;
- диаметр, глубину и чистоту отверстий под дюбели;
- точность и прочность крепления несущих и опорных кронштейнов;
- правильность и прочность крепления к стене плит утеплителя;

- положение регулирующих кронштейнов, компенсирующих неровности стены;

- точность установки несущих профилей и, в частности, зазоры в местах их стыковки;

- плоскостность фасадных панелей и воздушные зазоры между ними и плитами утеплителя;

- правильность устройства обрамлений завершения вентилируемого фасада.

При приемке работ производится осмотр вентилируемого фасада в целом и особенно тщательно обрамлений углов, окон, цоколя и парапета здания.

Обнаруженные при осмотре дефекты устраняют до сдачи объекта в эксплуатацию.

Приемка смонтированного фасада оформляется актом с оценкой качества работ. Качество оценивают степенью соответствия параметров и характеристик смонтированного фасада указанным в технической документации к проекту. К этому акту прилагаются акты освидетельствования скрытых работ.

Контролируемые параметры, способы их измерения и оценки приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 Контролируемые параметры

№ п.п.	Технологические процессы и операции	Параметры, характеристики	Допуск значений параметров	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля
1	Разметка фасада	Точность разметки	0,3 мм на 1 м	Лазерный нивелир и уровень	В процессе разметки
2	Сверление отверстий под дюбеля	Глубина *h*, диаметр *D*	Глубина *h* больше длины дюбеля на 10 мм; *D* + 0,2 мм	Глубиномер, нутромер	В процессе сверления
3	Крепление кронштейнов	Точность, прочность	Согласно проекту	Нивелир, уровень	В процессе крепления
4	Крепление к стене утеплителя	Прочность, правильность, влажность не более 10 %	То же	Влагомер	В процессе и после крепления
5	Крепление регулирующих	Компенсация неровностей	»	Визуально	То же

№ п.п.	Технологические процессы и операции	Параметры, характеристики	Допуск значений параметров	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля
	кронштейнов	стены			
6	Крепление направляющих профилей	Зазоры в местах стыков	Согласно проекту (не менее 10 мм)	Шаблон	В процессе работы
7	Крепление облицовочных панелей	Отклонение плоскости поверхности фасада от вертикали	1/500 высоты вентилируемого фасада, но не более 100 мм	Измерительный, через каждые 30 м по ширине фасада, но не менее трех измерений на принимаемый объем	В процессе и после монтажа фасада

Потребность в материально-технических ресурсах.

Таблица 5.2 Материально-технические ресурсы

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
Крепление кронштейнов	1. Кронштейн несущий	шт		14026
Установка профилей	2. Несущий направляющий профиль	м		9260
Устройство утеплителя	3. Утеплитель пенополиуретан	м2		3520
Устройство гидроизоляции	4. Ветрогидрозащитная пленка	м2		3520
Крепление утеплителя	5. Тарельчатый дюбель	шт		866
Крепление каркаса фасада	6. Заклепка вытяжная	шт		14026
Крепление каркаса фасада	7. Винт установочный	шт		68920
Крепление каркаса фасада	8. Винт стопорный	шт		1024
Облицовка стен панелями	9. Панели ALUCOBOND	м2		3520

Для производства работ применяем подъемник фасадный ПФ3851Б.

Техника безопасности и охрана труда

При организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные для работников зоны, в

пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные или вредные производственные факторы.

Складирование и хранение материалов, изделий и оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на материалы, изделия и оборудование.

Рабочие места в случае необходимости должны иметь временные ограждения.

При монтаже вентилируемого фасада с использованием фасадного подъемника необходимо выполнять следующие требования:

- площадка вокруг проекции подъемника на землю должна быть ограждена. Пребывание посторонних лиц в этой зоне во время работы, монтажа и демонтажа подъемника запрещено;

- при установке консолей необходимо закрепить на подъемнике плакат с надписью «Внимание! Идет установка консолей»;

- до присоединения канатов к консолям необходимо проверить надежность заделки канатов на коуш;

- крепление канатов к консолям необходимо проверять после каждого передвижения консоли;

- балласт, состоящий из контргрузов, после установки на консоль должен быть надежно закреплен. Самопроизвольное сбрасывание балласта должно быть исключено;

- при проведении работ на подъемнике на консолях должны быть закреплены плакаты «Балласт не снимать» и «Опасно для жизни работающих»;

- канаты подъемный и предохранительный должны надежно натягиваться пригрузами. При работе подъемника пригрузы гарантированно не должны касаться земли;

- на пригрузах и элементах балласта (контргрузах) должна указываться их фактическая масса. Использование нетарированных пригрузов и контргрузов запрещено;

- работа на подъемнике должна осуществляться только в касках;

- вход в люльку подъемника и выход из нее должны осуществляться только с земли;

- при работе в люльке подъемника рабочий должен обязательно пользоваться предохранительным поясом с креплением его к поручням люльки.

При эксплуатации подъемника запрещается:

- производить работы на подъемнике при скорости ветра свыше 8,3 м/с, при снегопаде, дожде или тумане, а также в темное время суток (при отсутствии необходимого освещения);

- пользоваться неисправным подъемником;

- перегружать подъемник;

- подъем на подъемнике больше двух человек;

- производить с люльки подъемника сварочные работы;

- работать без кожухов лебедок и ловителей.

Технико-экономические показатели

Таблица 4.3 Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм.	Кол-во
1	Объем работ	М2	3520
2	Трудоемкость	Чел-см	673,03
3	Выработка на одного рабочего в смену	М2	5,2
4	Продолжительность работ	Дни	43
5	Максимальное количество рабочих	Чел	16
6	Заработная плата (в ценах 1984 г.)	Р-коп	3977-26

6 Организация строительного производства

6.1 Проектирование объектного стройгенплана на период возведения наземной части здания

Разработка строительного генерального плана производиться с целью:

-решить вопросы расположения временных производственных зданий и сооружений и механизированных установок, необходимых для производства строительных и монтажных работ, складов для хранения материалов и конструкций, бытовых помещения для обслуживания персонала строительства и административно-хозяйственных помещений и устройств на строительной площадке.

-установить протяженность временных дорог, сетей водопровода, канализации, электроснабжения, теплоснабжения и других коммуникаций, обслуживающих строительство.

Подсчет объемов монтажных работ

По конструктивной схеме здания, его длине подсчитываем количество монтажных элементов каждого типоразмера. Полученные данные о количестве элементов, их объеме и массе вносятся в ведомость монтажных элементов.

6.1.1 Подбор крана

Требуемая грузоподъемность крана Q складывается из массы монтируемого элемента $Q_э$, массы монтажных приспособлений $Q_{пр}$ и массы грузозахватного устройства $Q_{гр}$:

$$Q \geq Q_э + Q_{пр} + Q_{гр}, \quad (6.1)$$

- Высота подъема крюка:

$$H = h_0 + h_З + h_э + h_{ст}, \quad (6.2)$$

где h_0 – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана, м;

$h_з$ – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа, м (0,5 м);

$h_э$ – высота (или толщина) монтируемого элемента, м;

$h_{ст}$ – высота строповки (от верха элемента до крюка крана), м.

- Вылет стрелы для крана без гуська:

$$A = l_{стр} + c, \tag{6.3}$$

где с – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, м (1,5 м);

$1_{стр}$ – горизонтальная проекция стрелы определяется по формуле:

$$l_{стр} = \frac{(e+t+d)\cdot(h_0+h_з+h_э+h_{ст}+h_п-h_ш)}{h_{ст}+h_п}, \tag{6.4}$$

где е – расстояние от геометрической оси стрелы до грани стрелы, ближайшей к поднятому элементу, м (0,35 м);

t – зазор между стрелой и поднятым элементом, м (0,5 м);

d – половина длины (или ширины) элемента, м;

$h_п$ – длина грузового полиспаста крана, м (1,5 м);

$h_ш$ – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана, м (1,8 м).

- Длину стрелы определяют по формуле:

$$L = \sqrt{l + (h_0 + h_з + h_э + h_{ст} + h_п - h_ш)^2}$$

Подсчет объемов монтажных работ

По конструктивной схеме здания, его длине подсчитываем количество монтажных элементов каждого типоразмера. Полученные данные о количестве элементов, их объеме и массе вносятся в ведомость монтажных элементов.

	Наименование элементов	Кол-во, шт	Масса, т	
			одного	всех
1	Колонна К1	22	2,56	56,32
2	Колонна К2	42	1,29	54,18
3	Ферма СФ1	21	21,9	459,9
4	Ферма СФ2	42	1,47	61,74
5	Подстропильная Балка Б1	20	4,35	87
6	Балка Б2	84	0,8	67,2
7	Балка Б3	40	0,94	37,6
8	Вертикальная Связь ВС1	30	0,76	22,8
9	Вертикальная Связь ВС2	20	0,33	6,6
10	Вертикальная Связь ВС3	40	0,29	11,6
11	Вертикальная Связь ВС4	32	0,13	4,16
12	Вертикальная Связь ВС5	16	0,24	3,84
12	Горизонтальная Связь Гс1	488	0,072	35,14
13	Распорка Р1	76	0,12	9,12
14	Растяжка Р2	28	0,058	1,62
15	Прогон Пр-1	700	0,22	154
16	Профилированный настил Н 75-750-0,9 (ГОСТ 24045-94)	11356,8 $м^2$	0,01	113,57
	Итого:			1186,4

Ведомость массы элементов

Подбор крана для монтажа стропильных ферм

Схема монтажа стропильных ферм представлена на рисунке 6.1.

$Q_{тр}$ = 10,95 + 1,75 = 12,7т.

Н = 13,3 + 0,5 + 1,5 + 3,6 = 18,9 м

$$l_{стр} = \frac{(0,35+0,5+0,3)\cdot(18,9+1,5-1,8)}{3,6+1,5} = 4,2м$$

$А_{тр}$ = 4,2 + 1,5 = 5,7м

$$L = \sqrt{4,2^2 + (18,9+1,5-1,8)^2} = 19,1м$$

Для монтажа стропильных ферм подобран гусеничный кран СКГ-40/63 со стрелой 25 м.

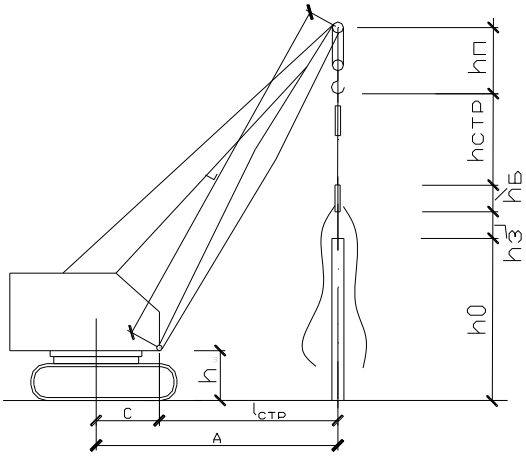


Рисунок 6.1

Подбор крана для монтажа колонн.

Схема монтажа колонн представлена на рисунке 6.2.

$Q_{тр}$ = 2,56+0,1 = 2,66 т

$H_{тр}$ = 14+0,5+2=16,5 м

$$l_{стр} = \frac{(0,35+0,5+0,2)\cdot(16,5+1,5-1,8)}{2+1,5} = 5,1м$$

$A_{тр}$ = 5,1+ 1,5 = 6,5м

$$L = \sqrt{5,1^2 + (16,5+1,5-1,8)^2} = 17м$$

Для монтажа колонн подобран гусеничный кран СКГ-40 стрела 25м,

Характеристики кранов приведены в таблице 6.3.

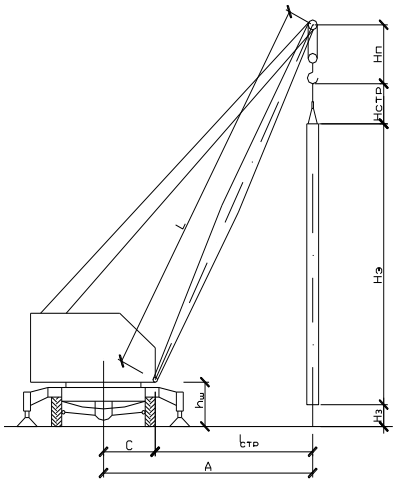


Рисунок 6.2

Таблица 6.3

Монтируемые элементы		Требуемый вылет, м	Марка крана	Длина стрелы, м	Грузоподъёмность, т		Высота подъёма крюка, м	
Наименование	Масса, т				Треб.	Факт.	Треб.	Факт.
Колонны К1	2,56	18	СКГ-40/63	25	2,66	4,2	16,5	17
Колонны К2	1,29	8,8			1,39	14	17,3	23
Связи по колоннам	0,37	6,5			0,44	24	16,5	23,8
Подстропильные Балки	4,35	17			4,45	5	17,2	18
Стропильные фермы Сф2	1,5	13			2,5	8	20	21
Стропильные фермы Сф1	10,95	6,5	СКГ-40/63	25	12,7	24	18,9	23,8
Связи по покрытию	0,76	6,5			2,5	24	18,9	23,8
Профнастил	0,01	6,5			0,86	24	18,9	23,8
Прогоны	0,22	6,5			0,11	24	18,9	23,8

6.1.2 Расчет опасных зон крана

При размещении строительного крана следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых могут постоянно действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов. Эта зона ограждается защитными ограждениями по ГОСТ 23407-78.

В целях создания условий безопасного ведения работ, действующие нормативы предусматривают зоны: зона обслуживания башенного крана,
опасная зона, возникающая от перемещаемых башенным краном грузов,
опасная зона, возникающая от перемещения подвижных рабочих органов самого башенного крана.

1.Граница опасной зоны при падении груза со здания – определяется $L_г$+x=10,5+4,8=15,3 м

где $L_г$ - наибольший габарит перемещаемого груза;

x – минимальное расстояние отлета груза, при высоте здания 18,7 м: x=4,8 м, найдено интерполяцией.

2. Зона действия гусеничного крана – пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. $R_{max}=l_k$=18м - равна вылету крюка.

3. Опасная зона работы крана – пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении. Для кранов, оборудованных устройством, удерживающим стрелу от падения границу опасной зоны работы $R_{ïî}$ определяют следующим радиусом:

$$R_{оп} = R_{max} + \frac{1}{2}B_{гр} + L_{гр} + l_{без} = 18 + 0{,}095 + 10{,}5 + 6{,}61 = 35{,}2м,$$

где R_{max} = 18м - максимальный рабочий вылет стрелы крана;

6.1.3 Внутрипостроечные дороги

Для внутрипостроечных перевозок пользуются в основном автомобильным транспортом.

Постоянные подъезды не обеспечивают строительство из-за несоответствия трассировки и габаритов, в связи с этим устраивают временные дороги. Временные дороги - самая дорогая часть временных сооружений, стоимость временных дорог составляет 1-2 % от полной сметной стоимости строительства.

Схема движения транспорта и расположения дорог в плане должна обеспечивать подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к площадкам укрупнительной сборки, складам, бытовым помещениям. При разработке схемы движения автотранспорта максимально

используют существующие и проектируемые дороги. При трассировке дорог должны соблюдаться максимальные расстояния:

-между дорогой и складской площадкой – 1 м;

-между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку 1,5м.

Ширина проезжей части однополосных дорог 3,5м, двухполосных - 6м. Зоны дорог, попадающие в опасную зону работы крана, на стройгенплане выделены двойной штриховой линией.

6.1.4 Проектирование складов

Необходимый запас материалов на складе:

$$Ð = \frac{Ð_{îáù}}{Ò} \cdot Ò_í \cdot k_1 \cdot k_2,$$

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

Т - продолжительность расчетного периода, дн.;

$Т_н$ - норма запаса материала, дн.;

$К_1$ - коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

$К_2$ - коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода.

Полезная площадь склада, занимаемая материалом:

$$F = \frac{Ð}{V},$$

где V – количество материала, укладываемого на 1 $м^2$ площади склада;

Р- общее количество хранимого на складе материала.

Общая площадь склада:

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

где β– коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей (для закрытых складов 0,6 - 0,7; при штабельном хранении 0,4 – 0,6; для навесов 0,5 – 0,6).

6.1.5 Расчет автомобильного транспорта

Основным видом транспорта для доставки строительных грузов является автомобильный.Необходимое количество единиц автотранспорта в сутки (Ni) определяется для каждого вида грузов по заданному расстоянию перевозки по определенному маршруту:

$$N_i = \frac{Q_i \cdot t_ц}{T_i \cdot q_{тр} \cdot T_{см} \cdot K_{см}},$$

где Q_i –общее количество данного груза, перевозимого за расчетный период, т (по расчетным данным ППР);

$t_ц$ - продолжительность цикла работы транспортной единицы, ч;

T_i –продолжительность потребления данного вида груза, дн. (принимается по ППР);

$q_{тр}$ –полезная грузоподъемность транспорта, т;

$T_{см} = 7{,}5$ –сменная продолжительность работы транспорта, ч;

$K_{см}$ –коэффициент сменой работы транспорта, равный одному или двум (в зависимости от количества смен работы в течении суток).

Продолжительность цикла транспортировки груза:

$$t_ц = t_{пр} + \frac{2l}{v} + t_м,$$

где $t_{пр}$ –продолжительность погрузки и выгрузки, ч;

l – расстояние, км, перевозки в один конец;

v - средняя скорость, км/ч, движения автотранспорта, зависящая от его типа и грузоподъемности, рельефа местности, класса и состояния дорог;

$t_м$ – период маневрирования транспорта во время погрузки и выгрузки, ч (0,02 – 0,05 ч).

6.1.6 Электроснабжение строительной площадки

Электроэнергия расходуется на производственные силовые потребители (краны, подъемники, транспортеры, сварочные аппараты, электроинструмент, электрооборудование подсобного производства), технологические нужды (электротермообработка грунта, бетона и т.п.), внутреннее и наружное освещение.

Расчет мощности, необходимой для обеспечения строительной площадки электроэнергией:

$$Ð = \alpha\left(\sum\frac{\hat{E}_1 \times Ð_{\tilde{N}}}{Cos\varphi} + \sum\frac{\hat{E}_2 \times Ð_{\grave{O}}}{Cos\varphi} + \sum\hat{E}_3 \times Ð_{\tilde{I}\tilde{N}\hat{A}} + \sum Ð_{\acute{I}}\right),$$

где, P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности (1,05 – 1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением по времени их работы, [,табл. 16.2];

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_m – мощность, требуемая для технологических нужд;

P_{OCB} – мощность, требуемая для наружного освещения;

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

Общая нагрузка по установленной мощности составит:

$$P = 1{,}05 \cdot 152{,}9 = 160{,}5 \hat{e}\hat{A}\grave{o}$$

Принимаю подстанцию КТП СКБ Мосстрой - передвижная подстанция закрытого типа с размерами в плане 3,33м×2,22м, мощностью 180 кВт.

Количество прожекторов:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\ddot{e}}} = \frac{0{,}2 \cdot 3{,}5 \cdot 41343}{1000} = 28\ \emptyset\grave{o}\ .$$

где, P – удельная мощность, Вт/м^2 (прожектор ПЗС-45 Р=0,2 Вт/м^2);

E – освещенность, лк (охранное Е=3,5);

S – размеры площадки, подлежащей освещению, м^2;

$P_л$ – мощность лампы прожектора, Вт (ПЗС-45 Рл =1000).

Принимаем 9 прожекторов с расстановкой по периметру ограждения.

6.1.7 Водоснабжение строительной площадки

Водоснабжение строительной площадки обеспечивает потребности на производственные, санитарно – бытовые нужды и тушение пожаров. Потребность в воде рассчитывается на период наиболее интенсивного водопотребления. Суммарный расчётный расход воды определяется по формуле:

$$Q_{îáù} = Q_{ïð} + Q_{õîç.-ïèò.} + Q_{äóø} + Q_{ïîæ}.$$

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле:

$$Q_{ïð} = \frac{1{,}2\sum V \times q_1 \times K_{ч}}{t \times 3600},$$

где 1,2 – коэффициент учитывающий потери воды;

V – объем строительно-монтажных работ;

q_1 – норма удельного расхода воды, л, на единицу потребителя;

$K_ч$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены для данной группы потребителей;

t – количество часов потребления в смену.

Расход воды на производственные нужды:

$$Q_{ïð} = \frac{1{,}2 \cdot 180 \cdot 190 \cdot 1{,}6}{8 \times 3600} = 2{,}28 ë/ñ$$

Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды определяется по формуле:

$$Q_{õîç.-ïèò.} = \frac{N_{ìàêñ}^{ñì} \cdot q_2 \cdot \hat{E}_{ч}}{8 \times 3600},$$

где $N_{ìàêñ}^{ñì}$ – максимальное количество работающих в смену, чел;

q_2 – норма потребления воды, л, на 1 человека в смену;

$\hat{E}_{\div}$ – коэффициент часовой неравномерности для данной группы потребителей.

$$Q_{\text{õîç.–ïòè}} = \frac{46 \cdot 25 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0{,}08 \text{ë}/\text{ñ}$$

Расход воды на душевые установки рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{äóø}} = \frac{\text{N}^{\text{ñì}}_{\text{ìàêñ}} \cdot q_3 \cdot K_{\text{í}}}{t_{\text{äóø}} \times 3600},$$

где q_3 – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем, равная 30л;

$K_н$ – коэффициент, учитывающий число пользующихся душем ($K_н$ =0,3);

$t_{душ}$ – продолжительность пользования душем ($t_{душ}$=0,5ч).

$$Q_{\text{äóø}} = \frac{46 \cdot 30 \cdot 0{,}3}{0{,}5 \cdot 3600} = 0{,}23 \text{ë}/\text{ñ}$$

Расход воды на наружное пожаротушение определяется в соответствии с установленными нормами. Для объекта с площадью застройки до 10 га расход воды принимается из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 20 л/с.

$$Q_{\text{ïîæ}} = 2 \times 5 = 10 \text{ë}/\text{ñ}$$

Ввиду того, что во время пожара резко сокращается или полностью останавливается использование воды на производственные и хозяйственные нужды, ее расчетный расход находят по формуле:

$$Q_{\text{ðàñ÷.}} = Q_{\text{ïîæ}} + 0{,}5(Q_{\text{ïð}} + Q_{\text{õîç.–ïèò}} + Q_{\text{äóø}}) = 10 + 0{,}5(2{,}28 + 0{,}08 + 0{,}23) = 11{,}3 \text{ ë}/\text{ñ}$$

Диаметр магистрального ввода временного водопровода:

$$D = 63{,}25\sqrt{\frac{Q_{\text{îáù}}}{\pi \cdot v}} = 63{,}25\sqrt{\frac{11{,}3}{3{,}14 \cdot 1{,}5}} = 97{,}97 \text{ìì}$$

Принимаем трубу с наружным диаметром 101,3 по ГОСТ 3265-75.

6.1.7 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

Опасные зоны, в которые вход людей, не связанных с данным видом работ, запрещен, обозначены и огорожены. Предусмотрены безопасные пути для пешеходов и автомобильного транспорта. Временные административно-хозяйственные здания сооружения размещены вне зоны действия монтажного крана. Туалеты размещены так, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м. Питьевые установки размещены на расстоянии, не превышающее 75 м до рабочих мест.

Между временными зданиями и складами предусмотрены противопожарные разрывы.

Созданы безопасные условия труда, исключающие возможность поражения электрическим током в соответствии с нормами.

Строительная площадка, проходы и рабочие места освещены.

Обозначены места для курения и размещены пожарные посты, оборудованы инвентарем для пожаротушения.

6.1.9 Мероприятия по охране окружающей среды

На территории строительства максимально сохраняются деревья, кустарники и травяной покров. При планировке почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в специально отведенных местах.

Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом предотвращения повреждения древесно-кустарниковой растительности. Движение строительной техники и автотранспорта организованное. Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных емкостях. Емкости для сбора мусора устанавливаются в специально отведенных местах.

Производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны очищаться и обезвреживаться.

6.2 Календарный план производства работ

6.2.1 Калькуляция трудовых затрат

Производственная калькуляция содержит данные о составе звена, трудоемкости работ, что необходимо для расчета состава бригады, разработки календарного плана и определения технико-экономических показателей монтажного процесса.

Таблица 6.4 – Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Шифр норм	Наименование работ	Объем работ		Нормативный состав звена	Нормы времени, Чел-час		Трудоемкость, Чел-час	
		Ед. изм.	Кол-во		Монт.	Маш.	Монт.	Маш
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Е1-5	Разгрузка конструкций	100 т	11,8	Монтажн. 2р.-2чел, машинист 5р-1 чел.	5,4	2,7	63,72	31,86
Е5-1-1	Сортировка конструкций весом до 0,05т вручную	т	1,62	Монтажн. 3р-1чел	10	-	16,2	-
Е5-1-1	Сортировка конструкций весом до 5т краном.	т	581,6	Монтаж. 4р-1чел 3р-1чел. Машинист 6р-1 чел	0,65	0,32	378,04	186,11
Е5-1-2	Установка и снятие монтажной оснастки	шт.	12	Монтажн. 4р-1 3р-1чел	0,48	4	5,76	48,00

				Машинист 6р-1чел.				
Е5-1-2	Установка и снятие защитных канатных ограждений	10м	26,4	Монтажн. 3р-1чел	2,16	-	57,02	-
Е5-1-3	Укрупнительная сборка колонн каркаса	шт.	22	Монтажн. 6р-1; 5р-1, 4р-2; 3р-1. Машинист 6р-1чел.	8	1,5	176	33
Е5-1-9	Монтаж колонн К1	шт.	22	Монтажн. 6р-1; 4р-2; 3р-1. Машинист 6р-1чел.	8,75	1,75	192,5	38,5
Е5-1-6	Монтаж балок	шт.	124	Монт. 5р.-1 4р.-1. 3р.-1 маш. 6р.-1	1,3	0,65	161,2	80,6
Е5-1-9	Установка стальных подстропильных балок	шт.	20	Монт. 6р.-1 4р.-2. 3р.-1 маш. 6р.-1	3,2	0,64	64	12,8
Е5-1-6	Монтаж связей И прогонов	шт.	1430	Монтажн. 5р-1; 4р-1; 3р-1. Машинист 6р-1чел.	0,33	0,11	471,9	157,3
Е5-1-3	Укрупнительная сборка ферм	шт.	21	Монтажн. 6р-1, 5р-1; 4р-2; 3р-1. Машинист 6р-1чел.	8,12	1,6	170,52	33,6
Е5-1-6	Монтаж фермы	шт.	21	Монт. 6р.-1 4р.-3. 3р.-1 маш. 6р.-1	6,08	1,24	127,68	26,04

Е5-1-6	Монтаж колонн К2	шт.	42	Монтажн. 5р-1; 4р-1; 3р-1. Машинист 6р-1чел.	6	2	252	84
Е5-1-11	Монтаж стального профлиста	т	113,6	Монтажн. 4р-2; 3р-1 Машинист 6р-1чел.	3,1	0,62	352,16	70,43
Итого:							2428	790

7 Экономика

7.1 Социально – экономическое обоснование выбора темы

Зимние виды спорта, так же, как и летние, очень полезны. Активный образ жизни в любое время года благоприятно сказывается на физическом состоянии организма. Новосибирск считается столицей Сибири, и естественно там очень популярны зимние виды спорта, такие как: хоккей, биатлон, бобслей, горнолыжный спорт, конькобежный спорт, лыжные гонки, прыжки на лыжах с трамплина, санный спорт, сноуборд, фристайл. В Новосибирской области проявляют повышенное внимание к спорту. За последнее время в регионе на 10% выросло число людей, которые занимаются физической культурой и спортом. По данным Новосибирскстата, в прошлом году число таких людей достигло 802,1 тыс. человек, что на 10,3 % больше, чем в 2015 году. Учебные занятия по физкультуре посещали 466,3 тыс. человек. 6,5 тыс. человек, сдавали нормативы ГТО. Помимо этого, в 2016 году в Новосибирской области подготовили более 19 тыс. спортсменов массовых разрядов и присвоили 15 званий «Мастер спорта международного класса» и «Гроссмейстер России». Как подсчитали статистики, на конец 2016 года в регионе работали 4529 спортивных объекта — на 5 больше, чем в 2015 году. Из них 1307 спортзалов, 86 бассейнов, 59 лыжных баз, 15 крытых катков, 2 футбольных манежа и пр. 43 % всех спортивных сооружений находится за городом.

8 сентября прошлого года, была подана заявка Новосибирска на проведение молодежного чемпионата мира по хоккею 2023 года. Хоккей является самым массовым, любимым видом спорта в Новосибирске. Хоккейный клуб «Сибирь» в 2016г. стал лидером по заполняемости домашних арен среди всех клубов КХЛ с показателем 100%.

На данный момент в регионе имеются масштабные спортивные сооружения такие как спорткомплексе «Ледовая Арена», ЛДС «Локомотив»,

стадион «Сибирь». Но они регламенту проведения международных соревнований уже не соответствуют.

К тому же проведение чемпионата мира по хоккею 2023 года обязывает строительство нового ледового дворца. Универсальный ледовый дворец – это многофункциональный комплекс с искусственным льдом вместимостью более 7 тысяч мест.

Реализация проекта строительства новой ледовой арены – это шаг к совершенно новому этапу развития города.

Строительство нового ледового дворца даст толчок для развития инфраструктуры в этом районе. Предусматривается строительство станции метро и развитие автодорожных подъездных путей.

7.2 Составление сметной документации и ее анализ

При составлении локального сметного расчета была использована специализированная программа «ГрандСмета».

Сметная документация составлена на основании МДС 81-35.2004 «Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

Для составления сметной документации применены территориальные единичные расценки на строительные и монтажные работы строительства объектов промышленно – гражданского назначения, составленные в нормах и ценах, введенных с 1 января 2001 года.

При составлении локальной сметы на общестроительные работы был использован базисно – индексный метод, сущность которого заключается в следующем: сметная стоимость определяется в базисных ценах на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов.

Сметная стоимость пересчитана в текущие цены 1 кв. 2017 г. с использованием индексов – дефляторов, устанавливаемых ФГУ «ФЦЦС». Индексы – дефляторы для объектов жилищного строительства панельные, имеют следующие значения:

СМР=6,7 – строительно-монтажные работы;

Исходные данные для определения сметной стоимости строительно-монтажных работ:

Размеры накладных расходов приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда (МДС 81-33.2004);

Размеры сметной прибыли приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда (МДС 81-25.2004);

Прочие лимитированные затраты учтены по действующим нормам:

- затраты на временные здания и сооружения – 1,8% (ГСН 81-05-01.2001, п. 4.3);
- затраты на непредвиденные расходы – 2% (МДС 81-1.99, п.3.5.9);

Налог на добавленную стоимость – 18%.

Сметная документация приведена в Приложении А.

Стоимость объекта по локальному сметному расчету в ценах 1 квартала 2017 года составила 10106464,54 руб. Она показывает предварительную сумму денежных средств, необходимых для монтажа вентилируемого фасада в соответствии с проектными материалами.

Таблица 1 - Структура локальной сметы по составным элементам в ценах 2017 года

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	2	3
Прямые затраты, всего	8070833,8	79,8
Накладные расходы	113539,32	1,12
Сметная прибыль	55974,56	0,54
Временные здания и сооружения	145275,01	1,44
Зимнее удорожание	180754,39	1,78
Непредвиденные затраты	167937,26	1,65

Окончание таблицы 1

НДС	1541664,1	15,25
ИТОГО	10106465	100

Рис. 1 Диаграмма структуры локального сметного

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте был разработан проект на строительство ледового дворца спорта в городе Новосибирск. Были достигнуты следующие результаты:

- Произведено вариантное проектирование трех вариантов покрытия в осях А-Г
- Выполнены основные архитектурно-строительные чертежи по объекту, в котором решены вопросы планировки и организации помещений внутри здания, произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций.
- Произведены расчеты ферм покрытия, колонн, узлов.
- Произведено проектирование и технико-экономическое сравнение двух вариантов фундамента.
- Разработана технологическая карта на устройство навесного вентилируемого фасада, в результате которой были подобраны порядок и правила безопасной организации работ.
- Разработан объектный строительный генеральный план на основной период строительства, а так же запроектирован календарный план производства работ
- Выполнен локальный сметный расчет на устройство навесного вентилируемого фасада, в результате которого сметная стоимость составила 10106465 руб.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте.

В рамках проекта была изучена нормативно- техническая и правовая литература по данной теме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция – Введ. 7.01.2013 – Москва : НИИСФ РААСН,2013 – 49 с.

2 ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата. – Введ. 01.01.2013 – Москва : ОАО "ЦНИИПромзданий", 2013 – 16 с.

3 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция 2013 г. – Введ. 1.06.2013 – Москва : НИИСФ РААСН, 2013 – 81 с.

4 ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. – Введ. 01.01.1989 – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1989 – 49 с.

5 ГОСТ Р 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 11.06.2013 – Москва : ОАО «ЦНС», 2013. – 59 с.

6 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция – Введ. 20.01.2011 – Москва : НИИСФ РААСН, 2011 – 73 с.

7 СНиП 2-7-81* Строительство в сейсмических районах. – Введ. 01.01.1982 – Москва : ЦНИИСК Госстроя СССР,1982 – 54 с.

8 СП 16.13330.2011 Стальные конструкции Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России,2010 – 74 с.

9 ГОСТ Р 52643-2006 Болты и гайки высокопрочные и шайбы для металлических конструкций. – Введ. 01.01.2008. – Москва: ЗАО "ЦНИИ ПСК им. Н.П.Мельникова", 2008 – 27 с.

10 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. - Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России,2010 – 74с.

11 СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Введ. 03.09.2004. – Москва : НИИОСП, 2004 – 138 с.

12 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Введ. 1.07.2013 – Москва : ОАО "НИЦ " 2015. 77 с.

13 ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные. – Введ. 01.01.2001 – Москва : Госстрой России 2001 – 41 с.

14 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. –Введ. 01.01.1991 – Москва : Госстрой России 1999 – 36 с.

15 СП 48.13330.2011 Организация строительства. – Введ. 20.05.2011 – Москва : ФГУ «ФЦС» 2011 – 25 с.

16 Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений: учебное пособие / Р.А. Гребенник [и др.] – М.: АСВ, 2009. – 312с.

17 СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.1. Общие требования. – Взамен СНиП 12-03-99; введ. 2001-09-01. – М.: Книга-сервис, 2003 – 64 с.

18 СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.2. Строительное производство. – Взамен разд. 8–18 СНиП III-4-80*; введ.2001- 09-01; - М.: Книга-сервис, 2003 – 62 стр.

19 МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.

20 ГОСТ 26433.2-94 Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1996. – Санкт – Петербург: СПб ЗНИПИ, 1996 – 49 с.

21 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. - Введ. 12.01.2004 . – Москва: Госстрой России, 2004– 13 с.

22 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – Введ. 9.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

23 Петухова И. Я., Тарасов А. В. Металлические конструкции. Состав и оформление рабочих чертежей КМ и КМД: учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования.-Красноярск : Сиб. федер. ун-т. Введ. 2014.-74 с.

24 Енджиевский Л. В., Наделяев В. Д., Петухова И. Я., Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы: учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. И доп. – Красноярск : ИПК СФУ, 2010. – 248 с.

25 Горев В. В., Уваров Б. Ю., Филиппов В.В., Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2 Конструкции зданий: Учеб. Для строит. Вузов. – М.: Высш. шк, 1999. – 528 с.

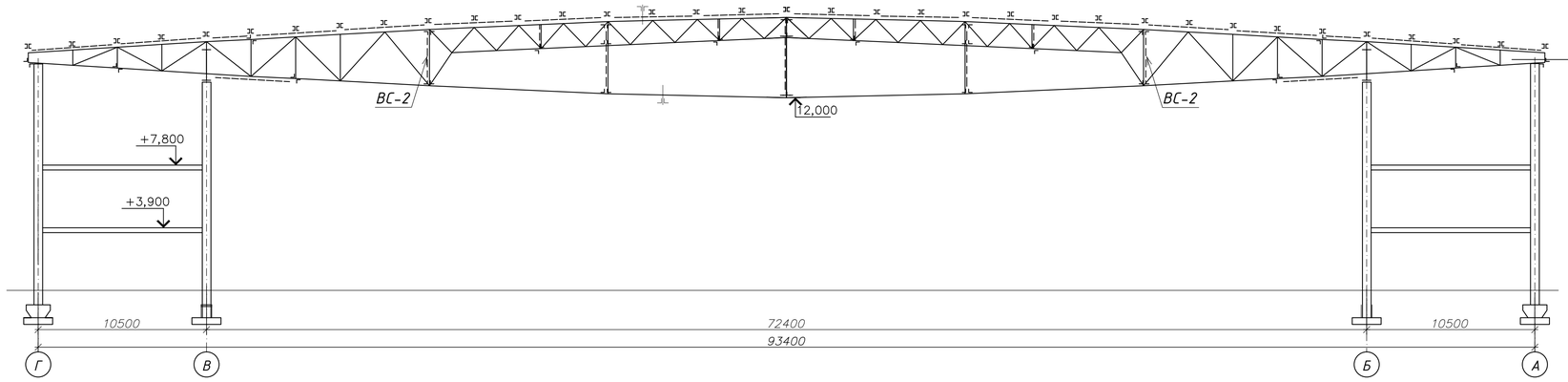
26 Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования [Текст] / сост. И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 40 с.

27 Федеральный закон Российской Федерации №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. – Введ. 22.07.2008 – ГД ФС РФ, 2008. – 87 с.

28 Федеральный закон Российской Федерации №384 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. – Введ. 30.12.2009 – ГД ФС РФ, 2009. – 27 с. (С изменениями от 2.07.2013 согласно ФЗ №183)

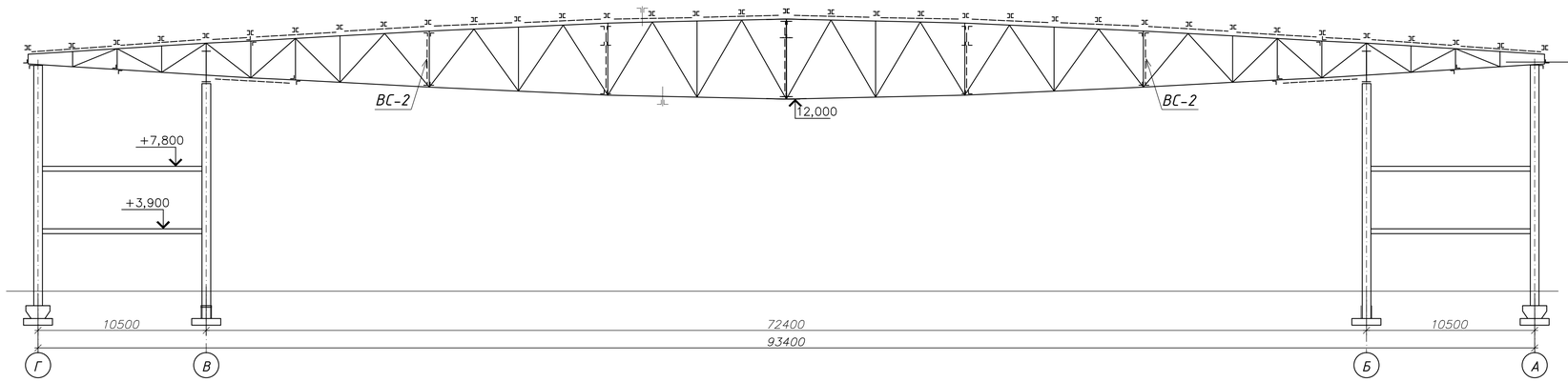
29 СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – Введ. 25.03.2009. – Москва :ФГУП ЦПП, 2009.– 81 с.

Линзообразная ферма В–1



- Изопласт
- Цементно-песчаная стяжка 20мм
- Утеплител жесткие мин.ват.плиты 200мм
- Два слоя ГБЛ
- Пароизоляция: один слой рубероида
- Стальной профилированный настил
- Прогоны

Линзообразная ферма В–2



- Изопласт
- Цементно-песчаная стяжка 20мм
- Утеплител жесткие мин.ват.плиты 200мм
- Два слоя ГБЛ
- Пароизоляция: один слой рубероида
- Стальной профилированный настил
- Прогоны

Схема расположения ферм, прогонов и связей по верхним поясам ферм

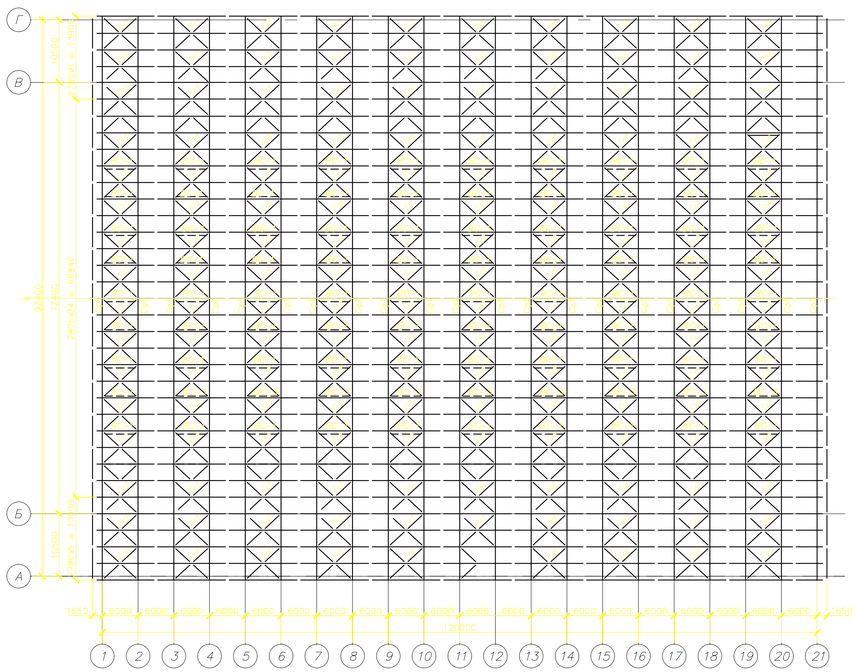
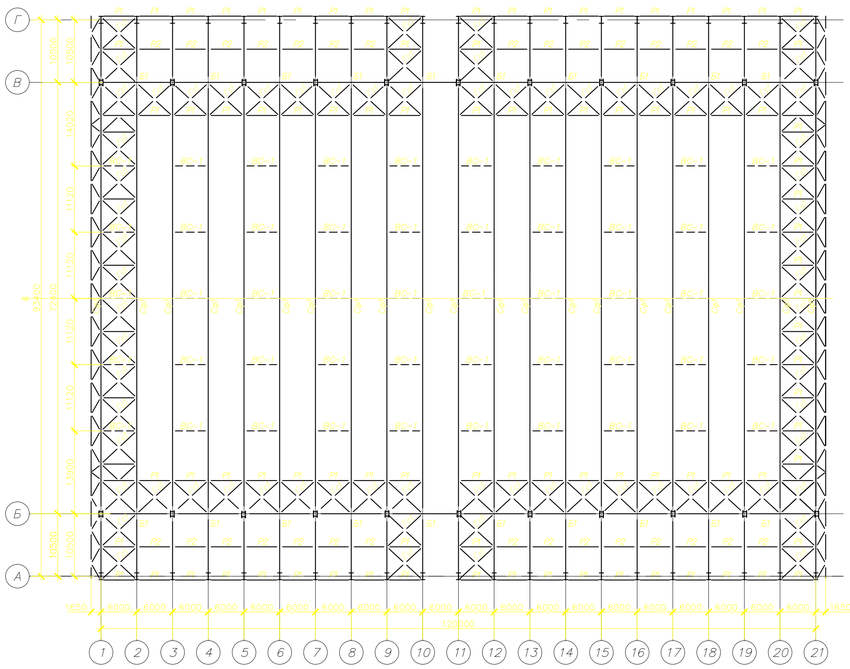


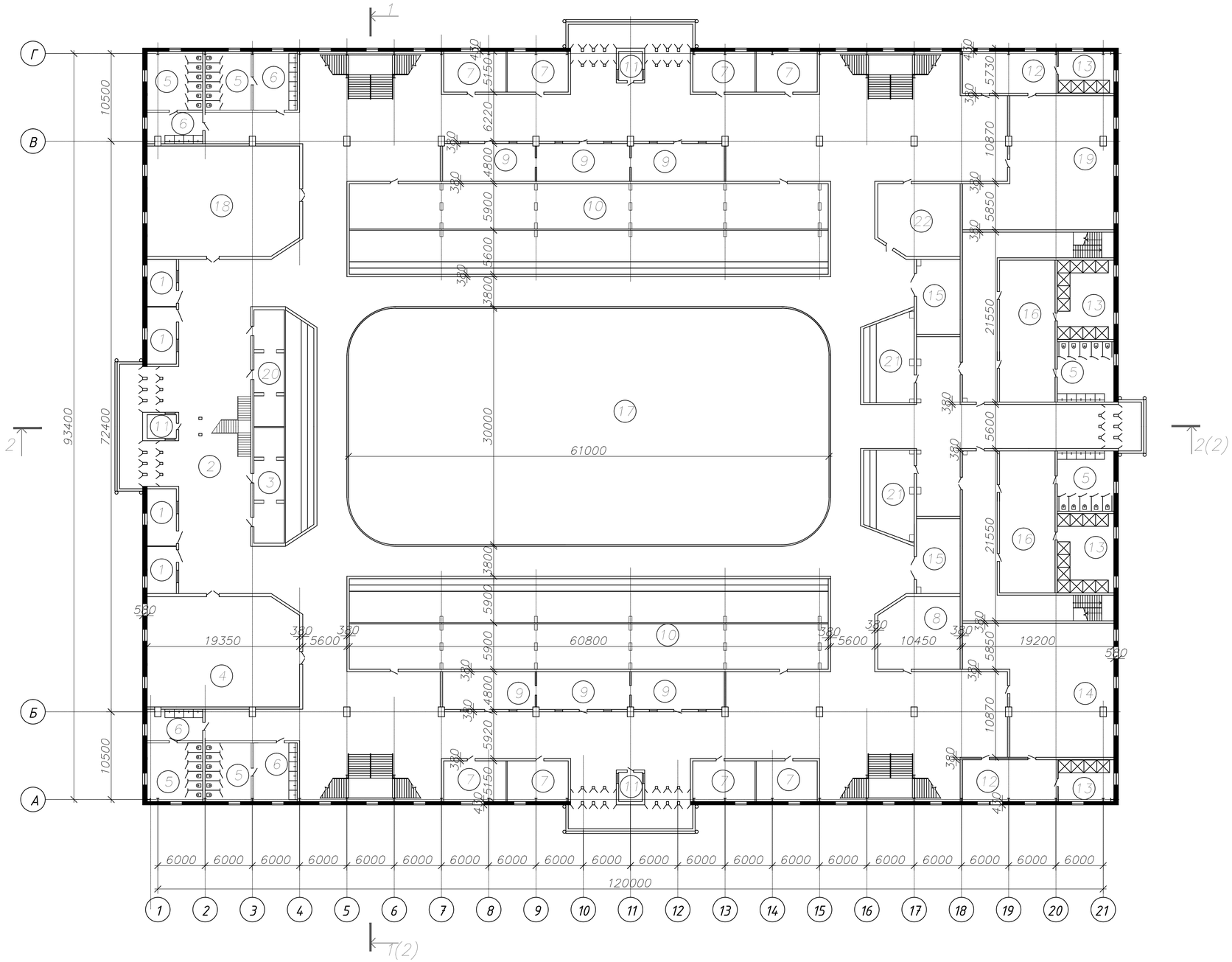
Схема расположения связей по нижним поясам ферм



						ДП–08.05.01 ВП
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск — Стадия: Р; Лист; Листов
		Зубарев А.А.				
Консульт.		Григорьев С.В.				
Руководит.		Григорьев С.В.				Линзообразная ферма 1, 2 Схемы расположения связей — СКиУС
Н. контр.		Григорьев С.В.				
Зав. каф.		Георгиев С.В.				

Фасад Г–А

План на отметке +0.000



Технико-экономические показатели

1. Площадь участка – 66000(м2)
2. Площадь застройки –11358(м2)
3. Площадь озеленения – 7200(м2)
4. Площадь дорожного покрытия –14900(м2)

Общие указания

1. За относительную отметку 0,000 принята отметка пола первого этажа.
2. Климатический район строительства по ГОСТ 16350-80-11
   –расчетная температура воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92) –39 С
   – Нормативное значение веса снегового покрова для IV района – 2.4 кПа
   – Нормотивное значение ветрового давления для III района – 0.38 кПа
3. Сейсмичность района строительства – 6 баллов
4. Характеристика проектируемого сооружения:
   4.1. Объемно-планировочное и конструктивное решение

Сооружение в плане прямоугольное с размерами в крайних осях 93.4х120.0м. Высота помещений первого и второго этажей от уровня пола до потолка- 3.6м. Высота спортивной площадки – 12.0м.

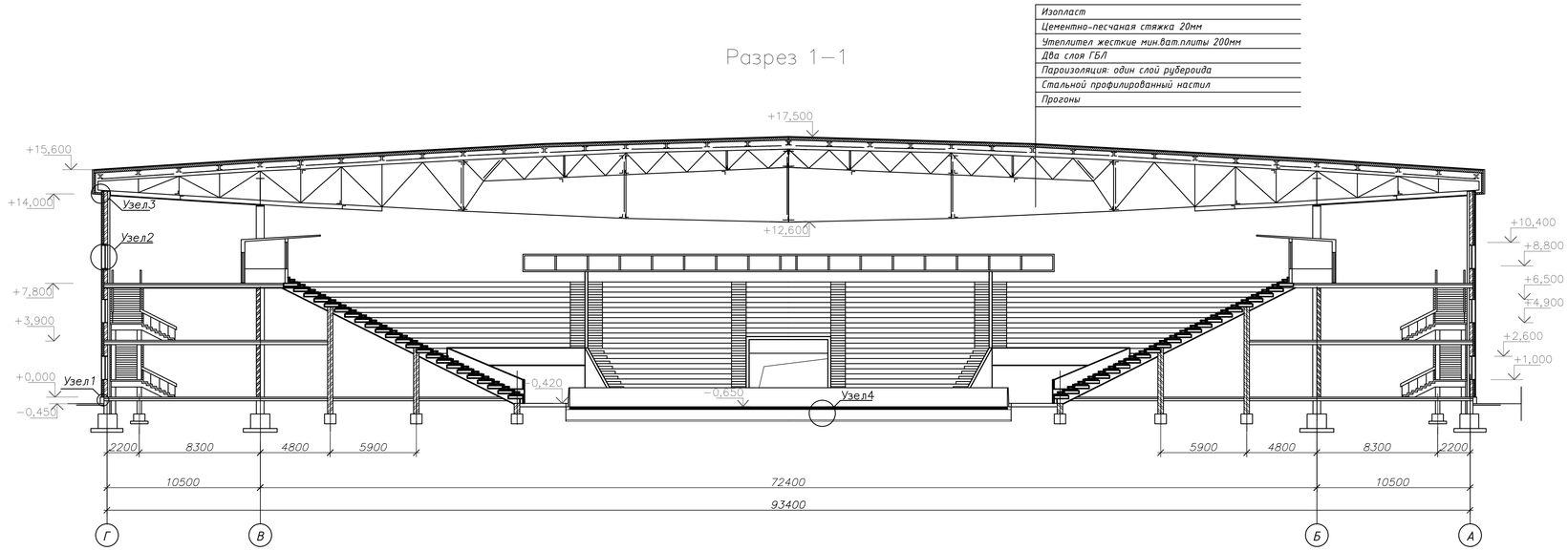
4.2. Основные конструкции сооружения
- Конструктивный тип сооружения – металлический каркас
- Основные несущие конструкции – фермы пролетом 72.4м, опирающиеся на колонны высотой 13.0м
- Перекрытия выполнены из сборных ж/б плит
- Наружные стены сооружения –Вент.фасад.системы FS-300 материал-ALUCOBOND,размер панелей 1000х900мм.

Экспликация помещений

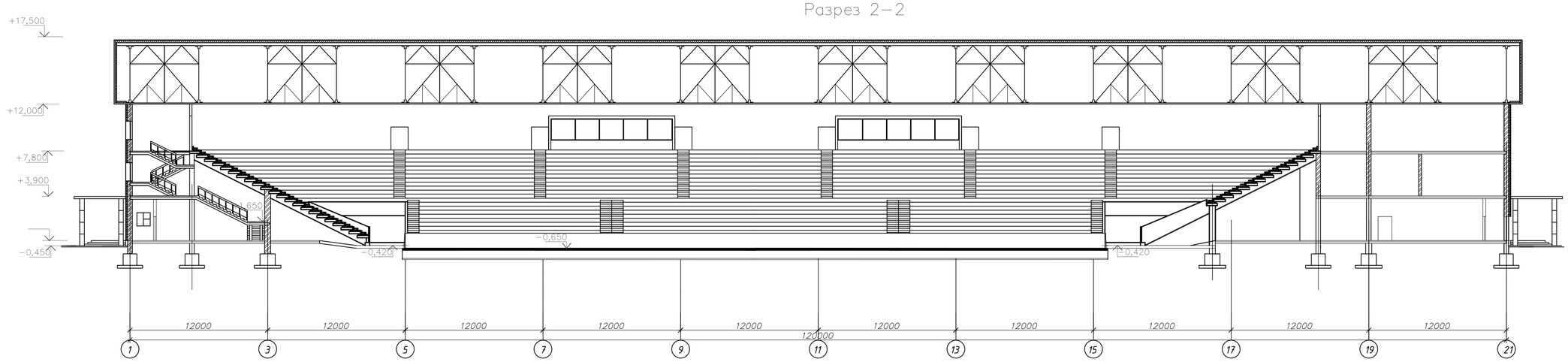
Номер помещения	Наименование	Площадь м2	Кат. Пом-ия
1	Касса	98.42	
2	вестибюль	390.1	
3	охрана	57	
4	буфет	267	
5	сан.узлы	207.2	
6	умывальная	110	
7	административное помещение	325.5	
8	склад для инвентоpя	95.68	
9	гардероб	171.4	
10	складское помещение	693.1	
11	вахта	33.3	
12	раздевалка	127.2	
13	душ	218.13	
14	зал силовой подготовки	255	
15	гараж	52.25	
16	раздевалка для хоккеистов	252	
17	хоккейное поле	1830	
18	музей славы	267	
19	зал для фитнеса	255	
20	милиция	57	
21	подсобное помещение	140.8	
22	мед.пункт	95.68	

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01АР		
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт		
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Серегничева Е.М.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Общая документация Фасад 1–А План на отметке 0.000 Экспликация помещений	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

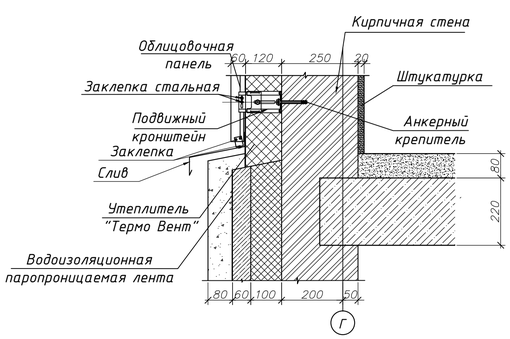
Разрез 1–1



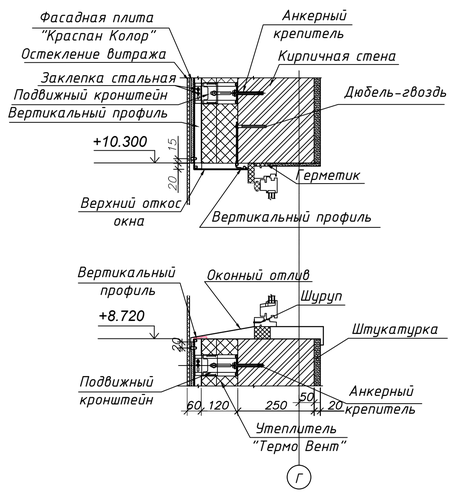
Разрез 2–2



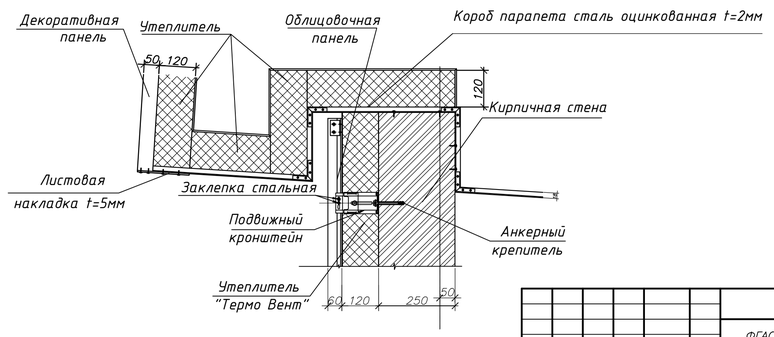
1



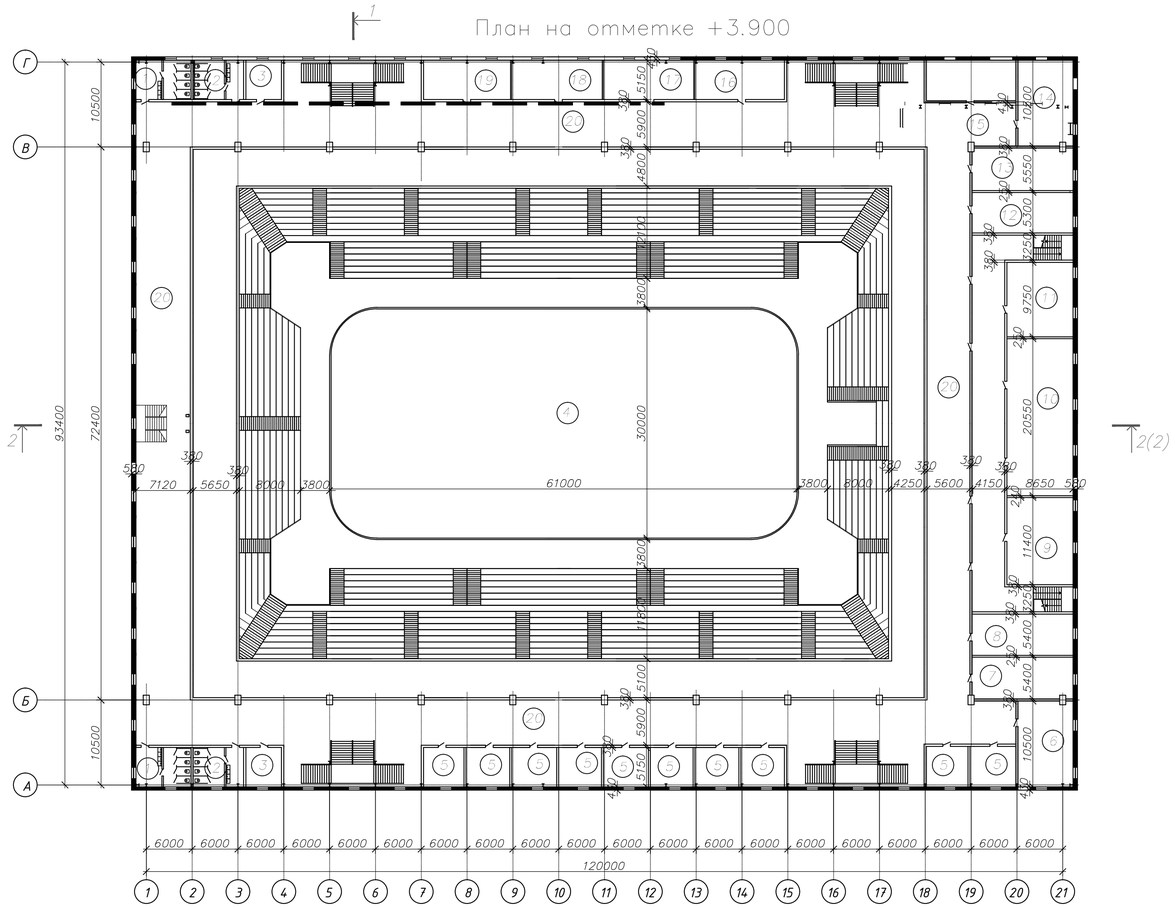
2

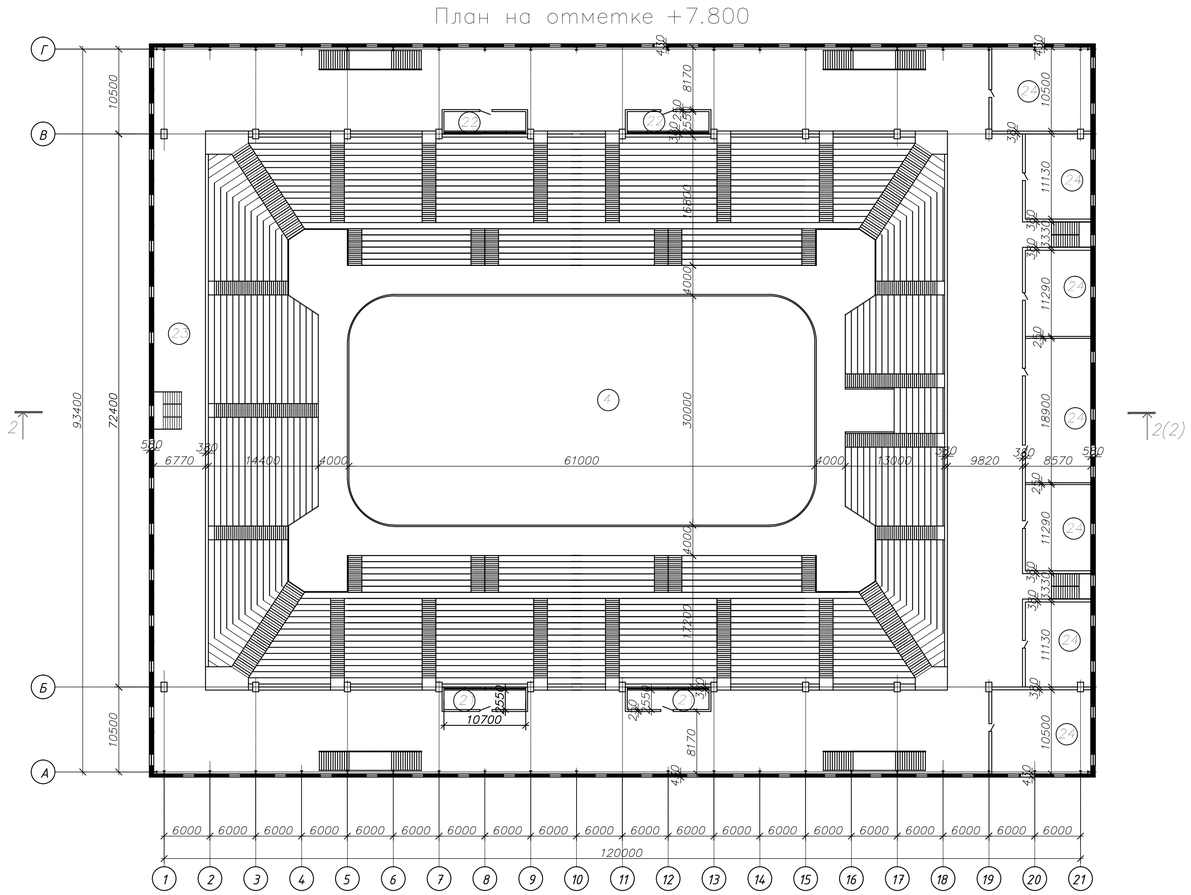


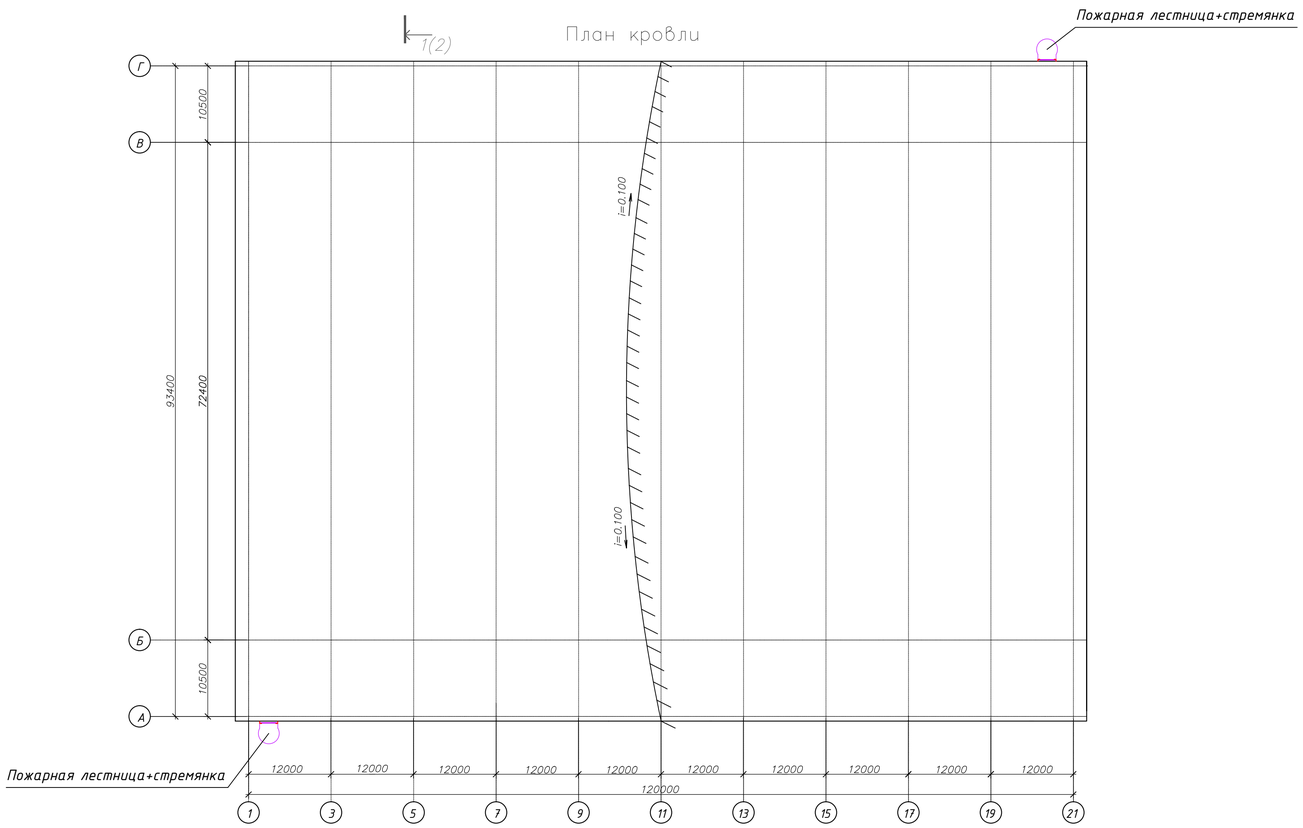
3



						ДП–08.05.01АР			
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Серуничева Е.М.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Разрез 1–1 Разрез 2–2 Узлы 1,2,3	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							







Номер помещения	Наименование	Площадь м2	Кат. Пом-ия
1	сан.узел муж	68	
2	сан.узел жен	68	
3	подсобное помещение	47.4	
4	хоккейное поле	1830	
5	административное помещение	207.2	
6	тренерская	80.6	
7	кабинет врача	73.3	
8	нач.безопасности	73.3	
9	комната отдыха	98.6	
10	зал собраний	178.2	
11	прес-центр	84.3	
12	бугалтерия	73.3	
13	отдел кадров	73.3	
14	юрист	80.6	
15	зав.хоз	62.01	
16	зам.директора	60.3	
17	директор	60.3	
18	администратор	60.3	
19	менеджер команд.	60.3	
20	коридор	184.3.8	
21	Комментаторские	54.6	
22	VIP места	54.6	
23	коридор-беговая дорожка	184.3.8	
24	Помещения ДЮСШ	2271.1	

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01АР		
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт		
Разработ.		Абазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Сергунчева Е.М.							
Руководит.		Григорьев С.В.				План кровли План на отметке +3.900 План на отметке +7.800 Экспликация помещений	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							

Разрез 1–1

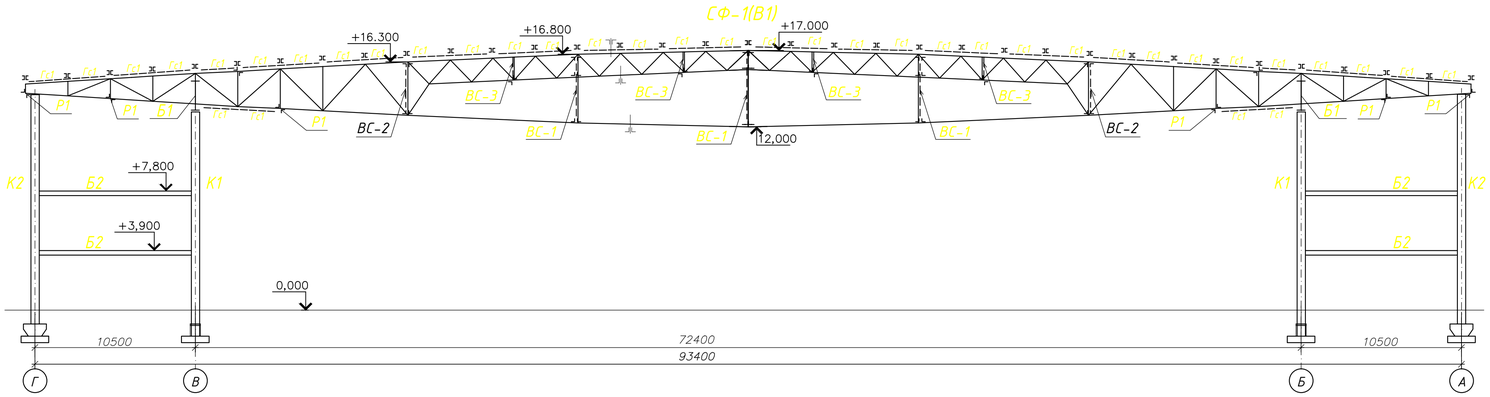
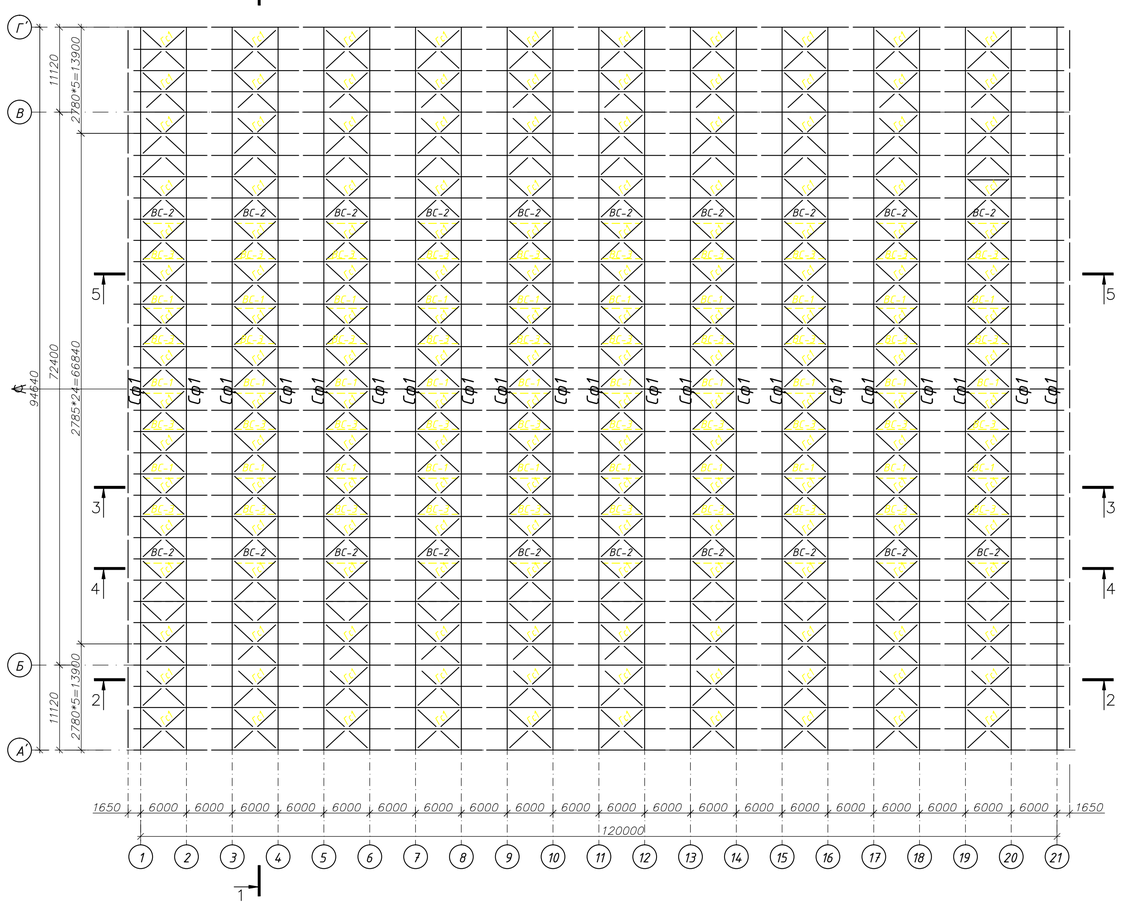


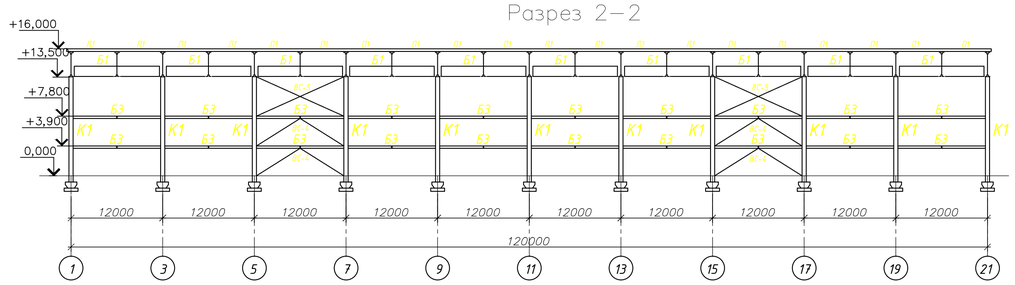
Таблица сечений элементов каркаса

Марка	Наименование	Проектное сечение	
		Эскиз	Сечение
К1	колонна		1. 30К1 2. L75x6
К2	колонна		1. 30К1
Б1	подстропильная балка		1. -600x25 2. -1350x12
Б2	ригель		1. 35Ш2
Б3	ригель		1. 35Ш2
Р1	распорка		1. L80x8
Пр1	прогон		1. 20П
ГС1	горизонтальная связь		1. L75x8
Р2	растяжка		1. L80x8

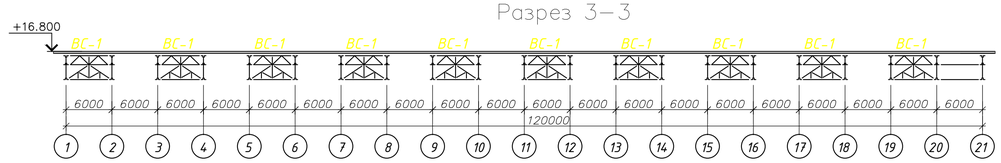
План прогонов и связей по верхним поясам ферм



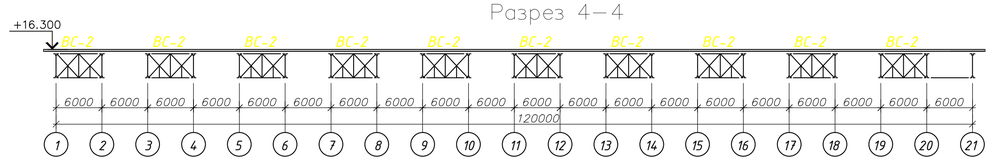
Разрез 2–2



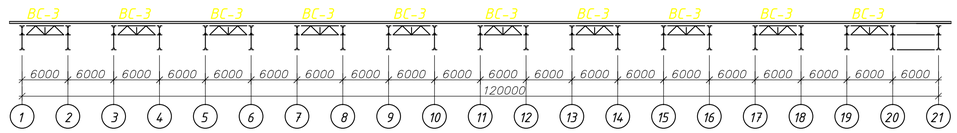
Разрез 3–3



Разрез 4–4



Разрез 5–5

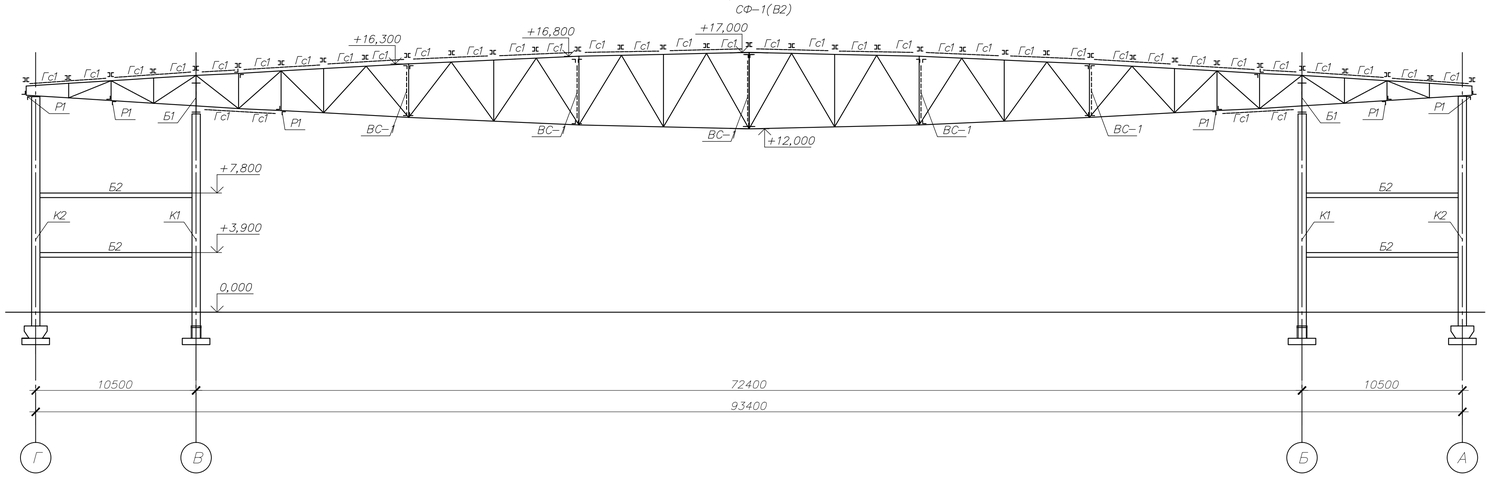


1. Материал конструкций:
   - Ферма
     пояса – сталь С 345 по ГОСТ 27772-88;*
     решетка – С 345 по ГОСТ 27772-88;*
     Фасонки – С345 по ГОСТ 27772-88;*
   - колонны К – С 255 по ГОСТ 27772-88;*
   - связи – С 245 по ГОСТ 27772-88 *
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467-75
4. Антикоррозионная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292-75 по грунту ГФ-021 (120 мкм) по ГОСТ 25129-82

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01 КМ			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.							
Руководит.		Григорьев С.В.				План прогонов и связей по верхним поясам ферм Разрезы 1–1,2–2,3–3,4–4,5–5	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

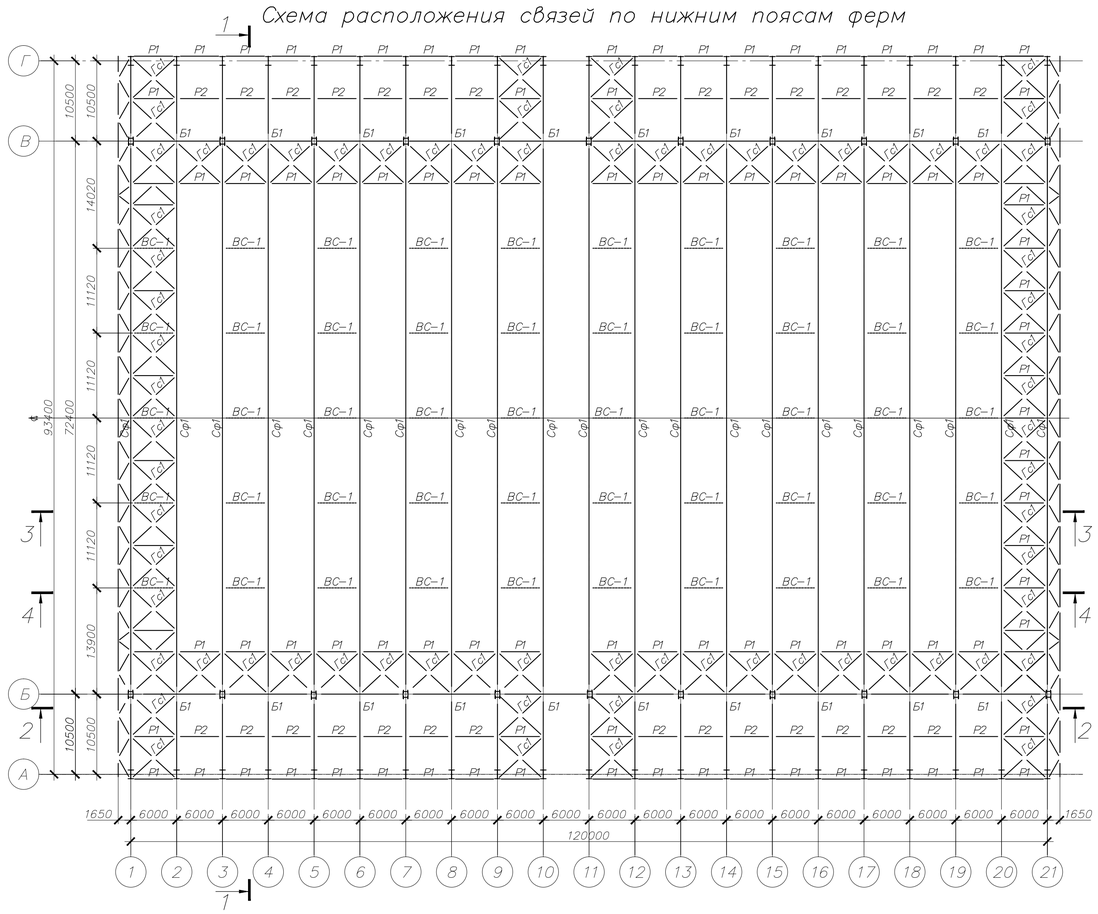
Разрез 1–1

СФ–1(В2)

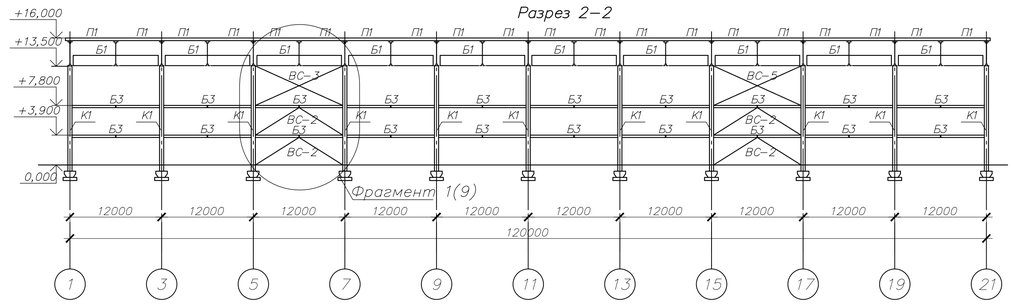


Ведомость элементов								
Марка элемента	Сечение			Усилия для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	M, кН*м	N, кН	Q, кН		
К1		1	□30К1				С255	
		2	L 75х6					
К2			□30К1				С255	
Б1		1	–1350х12				С345	
		2	–600х25				С345	
Б2, Б3			□35Ш2				С345	
Пр1		1	[20П				С345	
Р1		1	L 80х8				С245	
Р2			L 80х8				С245	
Гс1			L 75х8				С245	

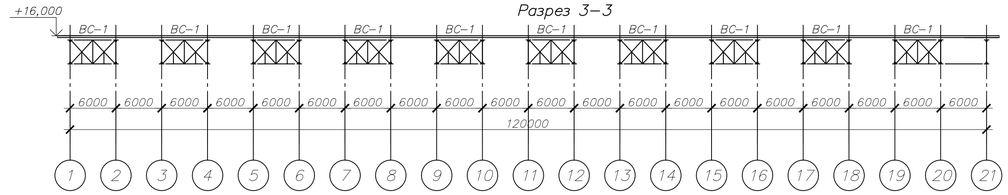
Схема расположения связей по нижним поясам ферм



Разрез 2–2



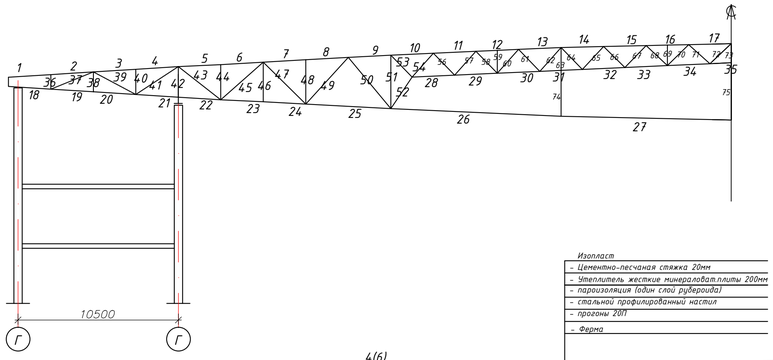
Разрез 3–3



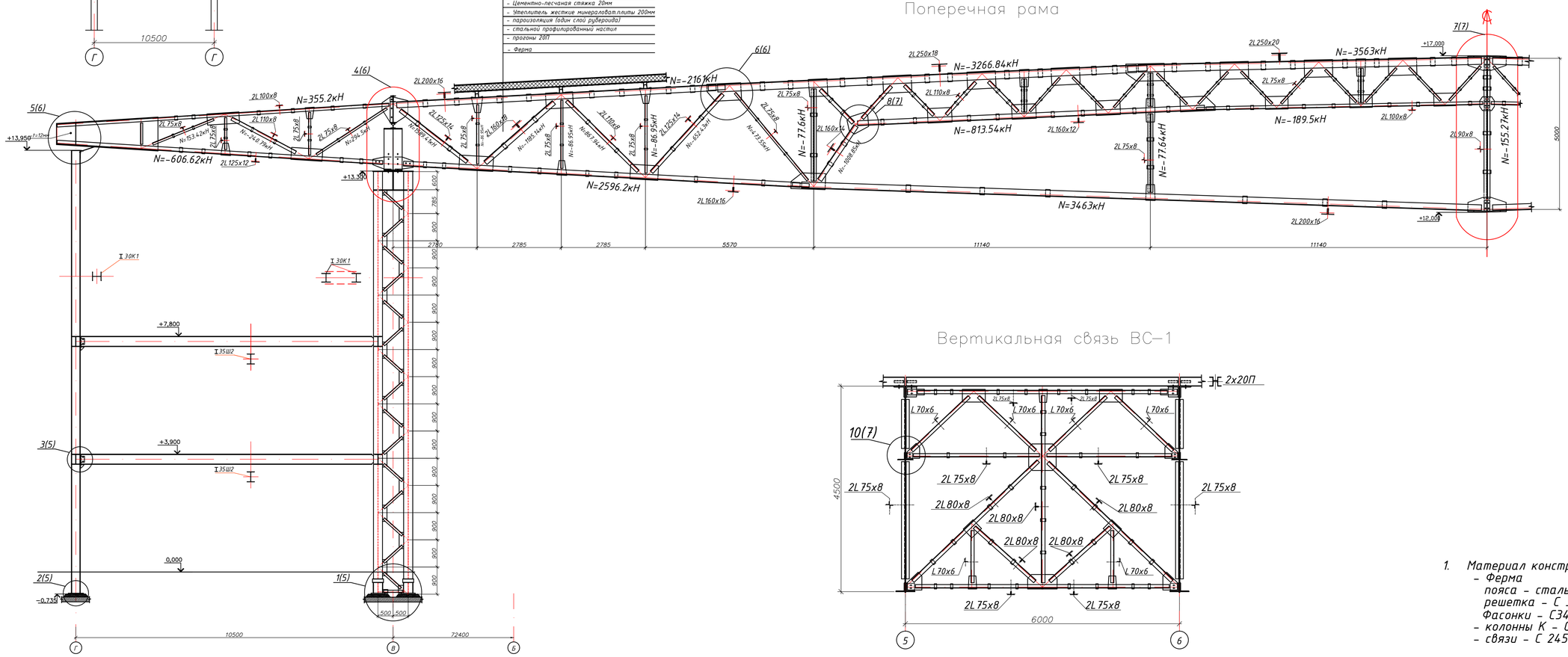
1. Материал конструкций:
   – Ферма
   пояса – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   решетка – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   фасонки – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   – Колонны – сталь С255 по ГОСТ 27772–88*;
   – Связи – сталь С245 по ГОСТ 27772–88*.
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св–08ГС по ГОСТ 2246–70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467–75.
4. Антикоррозийная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292–75 по грунтовке ГФ–021 (120 мкм) по ГОСТ 25129–82.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ДП–08–05–01 КМ	
Разработ.		Айвазян А.С.				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт	
		Зубарев А.А.					
Консульт.		Григорьев С.В.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия: Р; Лист; Листов
Руководит.		Григорьев С.В.					
Н. контр.		Григорьев С.В.				Схема расположения связей по нижним поясам ферм Разрез1–1, 2–2, 3–3	СКиУС
Зав.каф.		Георгиев С.В.					

Геометрическая схема поперечной рамы с усилиями

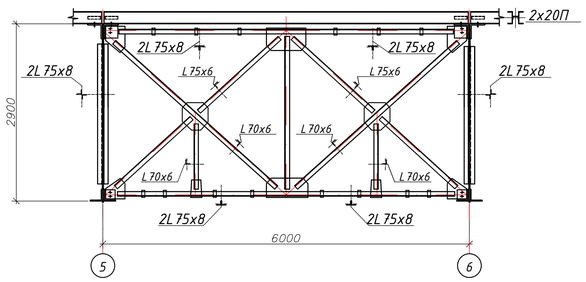


Поперечная рама



Вертикальная связь ВС–1

Вертикальная связь ВС–2



Вертикальная связь ВС–3

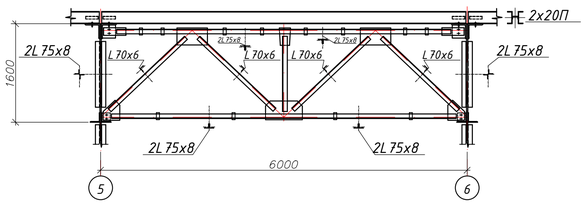


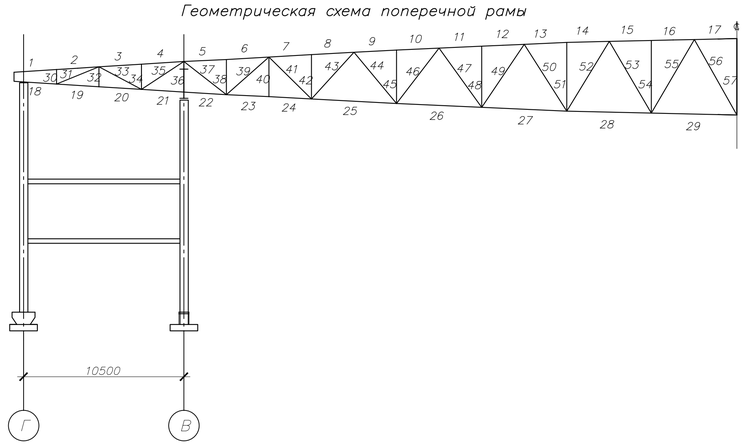
Таблица сечений элементов СФ1

элемент	Наименование	Усилие N кН	Проектное сечение Эскиз	Сечение
1,2,3,4	Верхний пояс	355.2		1L100x8
5,6,7,8	Верхний пояс	-2161		1L200x16
9-13	Верхний пояс	-3266.84		1L250x18
14-17	Верхний пояс	-3563		1L250x20
18-21	Нижний пояс	-606.62		1L125x12
22-25	Нижний пояс	2596.2		1L160x16
26,27	Нижний пояс	3463		1L200x16
28-31	Нижний пояс	-813.54		1L160x12
32-35	Нижний пояс	-189.5		1L100x8
37	Раскосы	153.42		1L75x8
39	Раскосы	-240.79		1L110x8
41	Раскосы	294.5		1L75x8
43	Раскосы	1589.41		1L125x14
45	Раскосы	-1185.14		1L160x18
47	Раскосы	867.94		1L110x8
49	Раскосы	-652.43		1L125x14
50	Раскосы	473.55		1L75x8
52	Раскосы	-1008.85		1L160x14
53	Раскосы	-719.67		1L125x14
54,56,57 58	Раскосы	-379.04		1L110x8
60-62, 64-68, 70-72	Раскосы	-166.99		1L75x8
36,38,40	Стойка	-77.65		1L75x8
42	Стойка	-1270.24		1L125x16
44,46,48	Стойка	-86.95		1L75x8
51	Стойка	487.78		1L75x8
59,69	Стойка	-77.64		1L75x8
63,74	Стойка	-77.64		1L75x8
73,75	Стойка	-155.27		1L90x8

1. Материал конструкций:
   - Ферма
     пояса - сталь С 345 по ГОСТ 27772-88;*
     решетка - С 345 по ГОСТ 27772-88;*
     Фасонки - С345 по ГОСТ 27772-88;*
   - колонны К - С 255 по ГОСТ 27772-88;*
   - связи - С 245 по ГОСТ 27772-88 *
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св-08ГС по ГОСТ 2246-70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467-75
4. Болтовые монтажные соединения - на болтах М16 класса С.
5. Антикоррозионная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292-75 по грунту ГФ-021 (120 мкм) по ГОСТ 25129-82

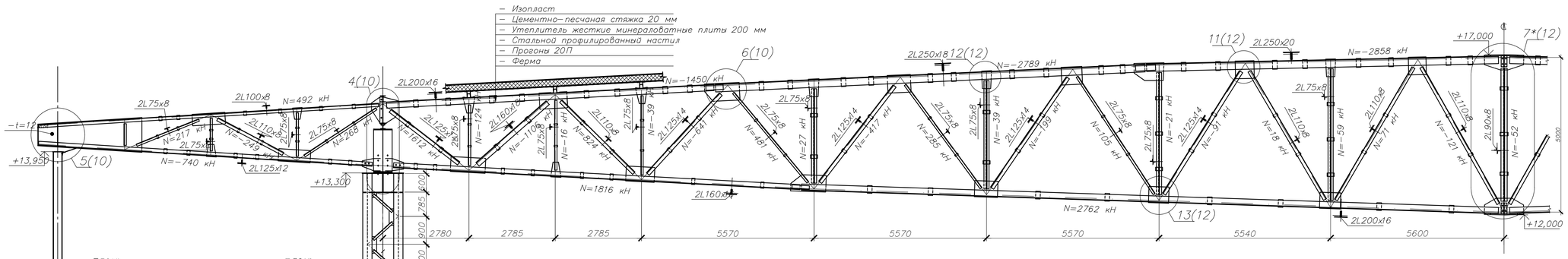
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01 КМ			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Геометрическая схема поперечной рамы с усилиями. Поперечная рама. Вертикальные связи ВС-1, ВС-2, ВС-3	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

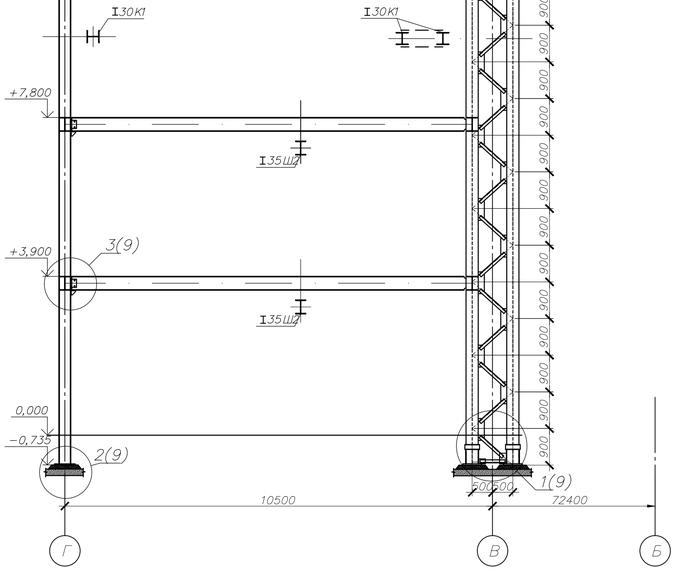
Геометрическая схема поперечной рамы



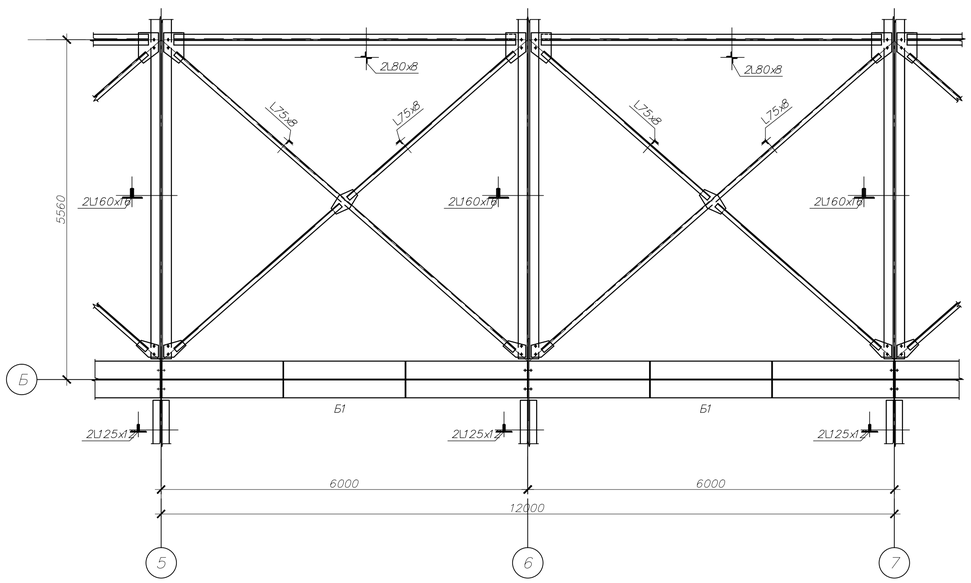
Ведомость элементов фермы Сф1								
Марка элемента	Сечение			Усилия для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	M, кН*м	N, кН	Q, кН		
1–4	1	1	L 100x8		492		C345	
5–8	1	1	L 200x16		−1450		C345	
9–13	1	1	L 250x18		−2789		C345	
14–17	1	1	L 250x20		−2858		C345	
18–21	1	1	L 125x12		−740		C345	
22–25	1	1	L 160x16		1816		C345	
26–29	1	1	L 200x16		2762		C345	
31	1	1	L 75x8		217		C345	
33	1	1	L 110x8		−249		C345	
35	1	1	L 75x8		268		C345	
37	1	1	L 125x14		1612		C345	
39	1	1	L 160x18		−1106		C345	
41	1	1	L 110x8		824		C345	
43,46,49,52	1	1	L 125x14		−641		C345	
44,47,50	1	1	L 75x8		481		C345	
53,55	1	1	L 110x8		71		C345	
56	1	1	L 110x8		−121		C345	
30,32,34	1	1	L 75x8		−61		C345	
30,32,34	1	1	L 125x16		−1166		C345	
38,40,42	1	1	L 75x8		−124		C345	
45,48,51,54	1	1	L 75x8		−39		C345	
57	1	1	L 90x8		−59		C345	

Поперечная рама

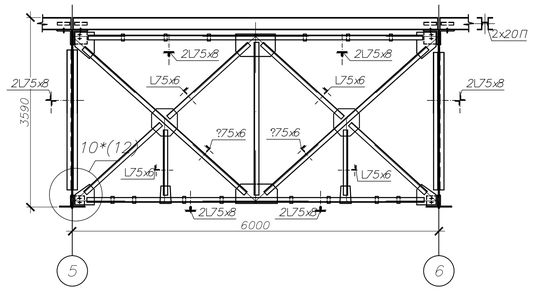




Фрагмент связей по нижним поясам ферм



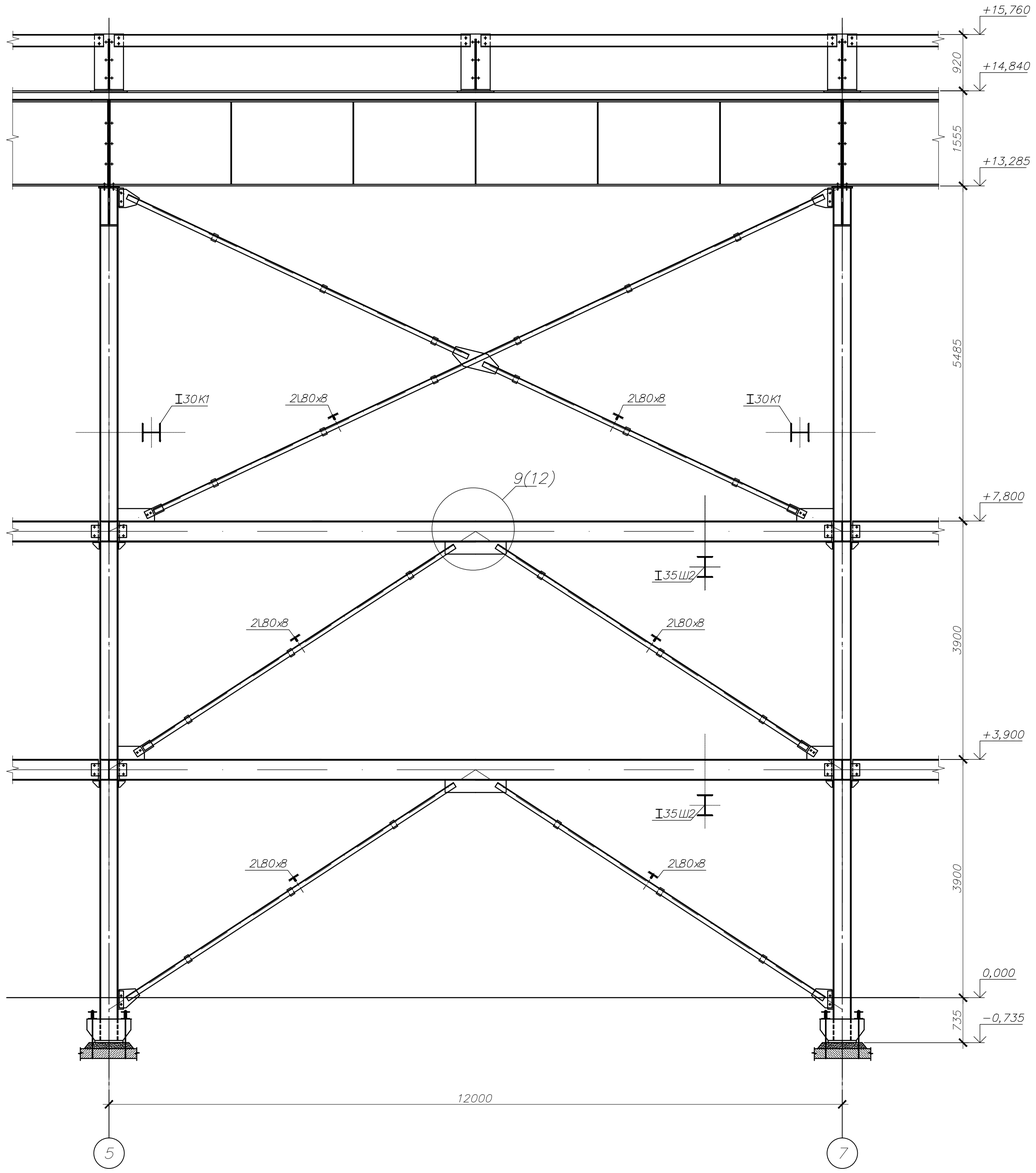
Вертикальная связь ВС–1

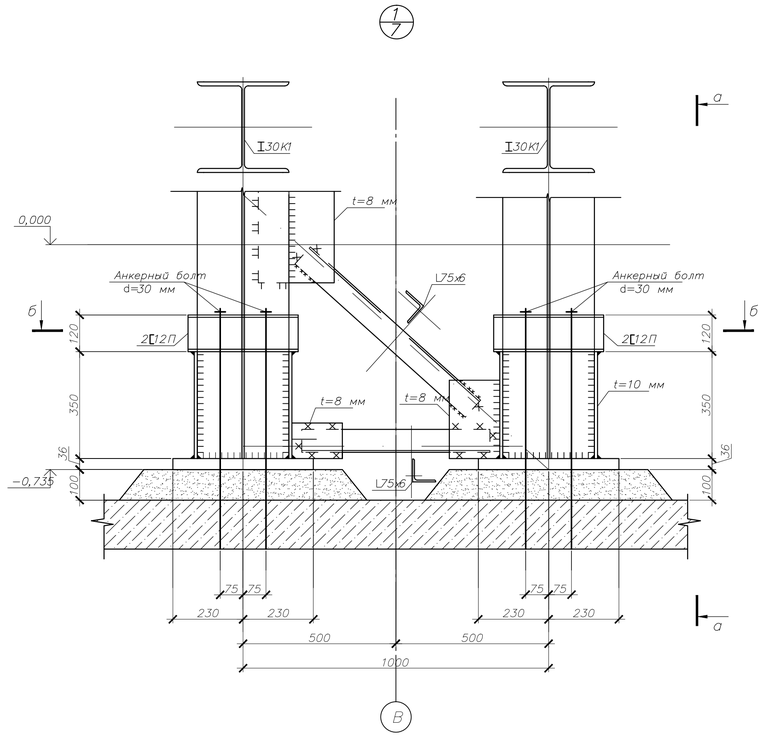


1. Материал конструкций:
   – Ферма
   пояса – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   решетка – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   фасонки – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   – Колонны – сталь С255 по ГОСТ 27772–88*;
   – Связи – сталь С245 по ГОСТ 27772–88*.
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой СВ–08ГС по ГОСТ 2246–70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467–75.
4. Болтовые монтажные соединения – на болтах М16 класса С.
5. Антикоррозийная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292–75 по грунтовке ГФ–021 (120 мкм) по ГОСТ 25129–82.

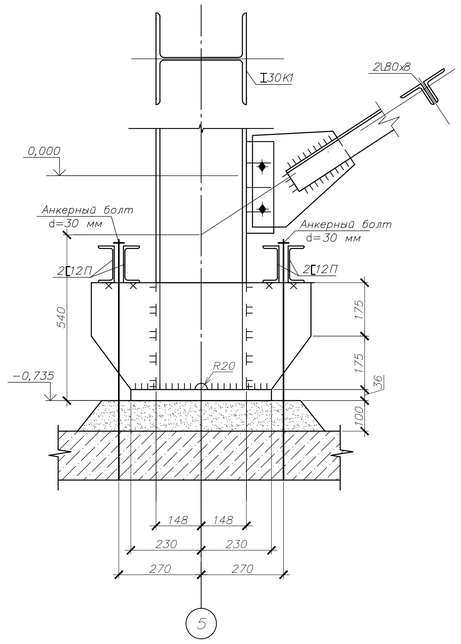
						ДП–08–05–01 КМ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.				Геометрическая схема поперечной рамы Поперечная рама. Фрагмент связей по нижним поясам ферм. Вертикальная связь ВС–1	СКиУС		
Руководит.		Григорьев С.В.							
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

Фрагмент 1

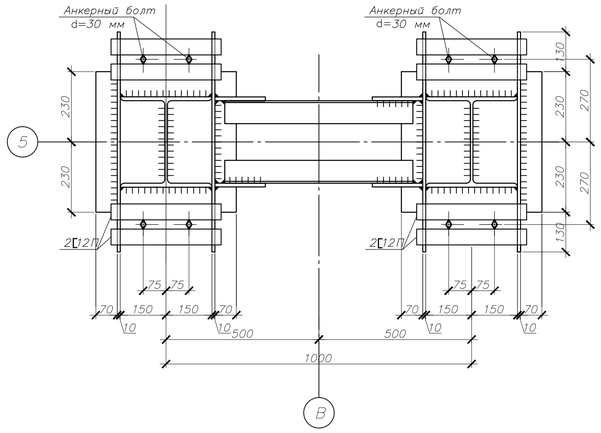




а–а

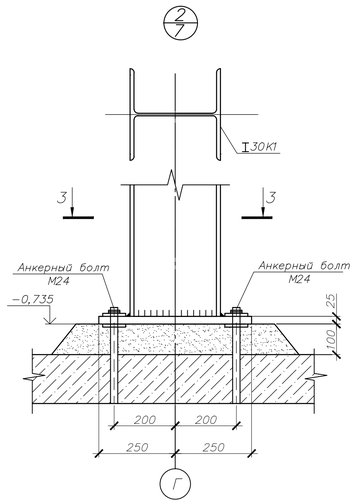


б–б

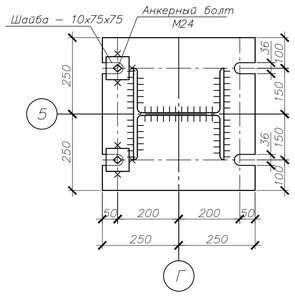


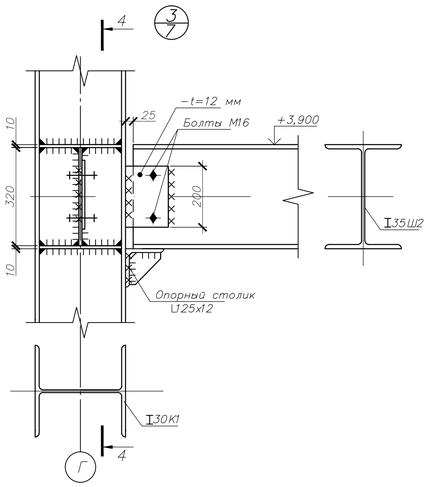
Условные обозначения:

- шов заводской видимый
- шов заводской невидимый
- шов монтажный видимый
- шов монтажный невидимый
- болт постоянный
- болт монтажный

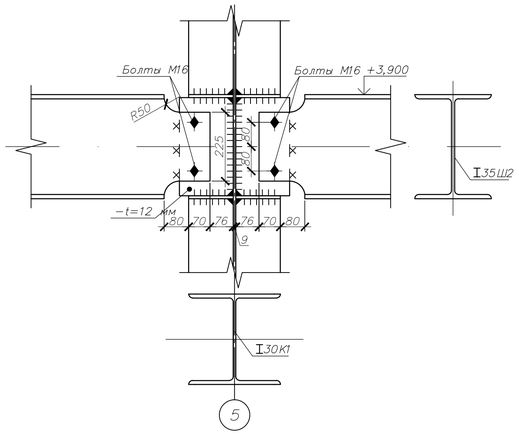


3–3



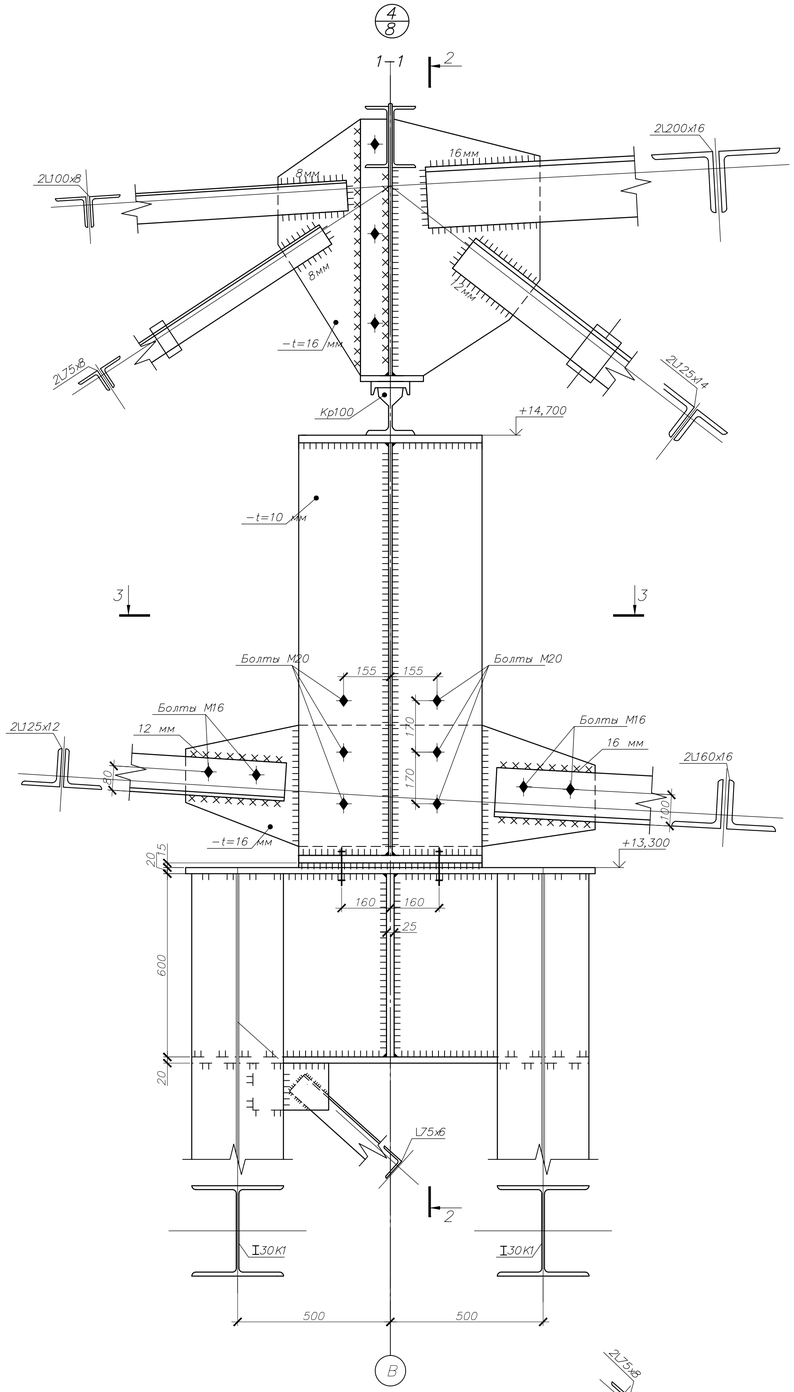


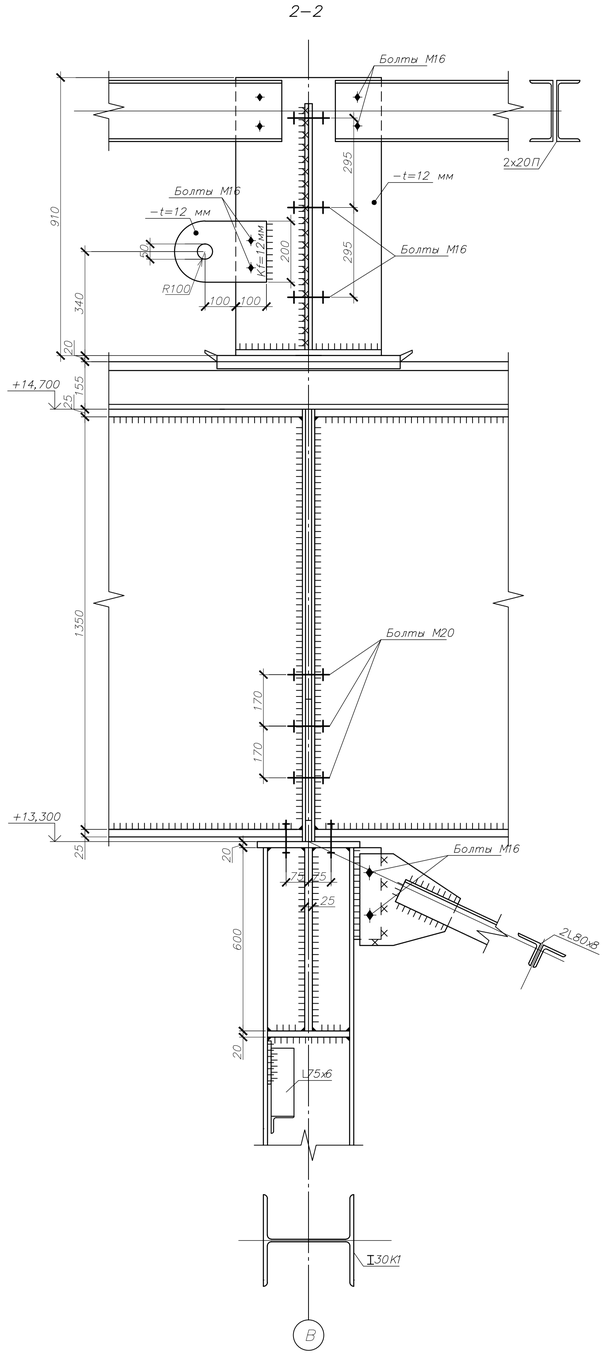
4–4

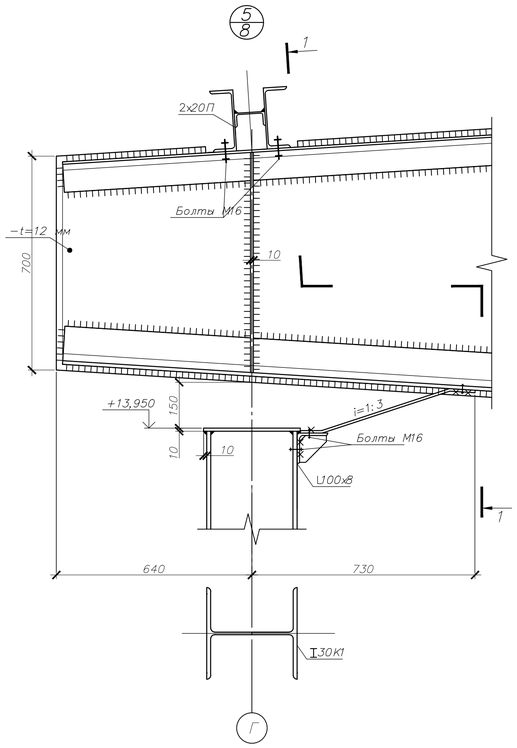


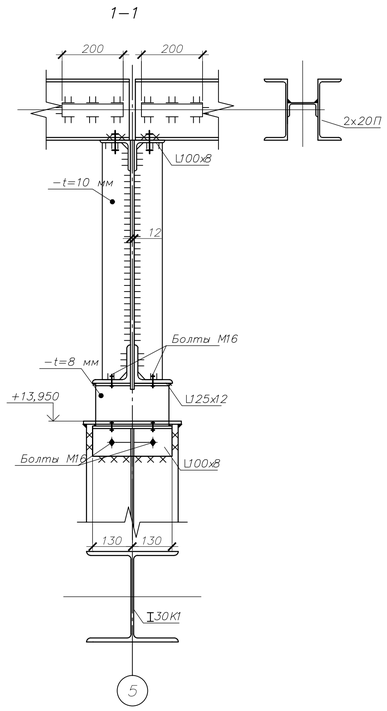
1. Материал конструкций:
   – Ферма
   пояса – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   решетка – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   фасонки – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   – Колонны – сталь С255 по ГОСТ 27772–88*;
   – Связи – сталь С245 по ГОСТ 27772–88*.
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св–08ГС по ГОСТ 2246–70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467–75.
4. Болтовые монтажные соединения – на болтах М16 класса С.
5. Антикоррозийная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292–75 по грунтовке ГФ–021 (120 мкм) по ГОСТ 25129–82.

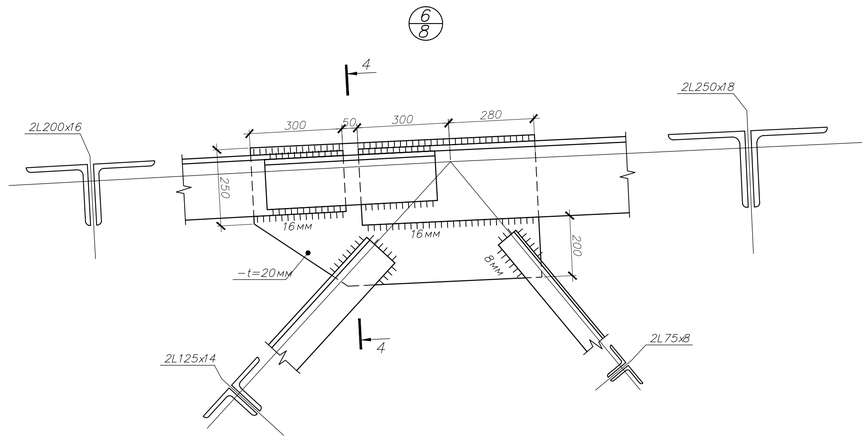
						ДП–08–05–01 КМД			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Абдазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Фрагмент 1 Узлы 1, 2, 3	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

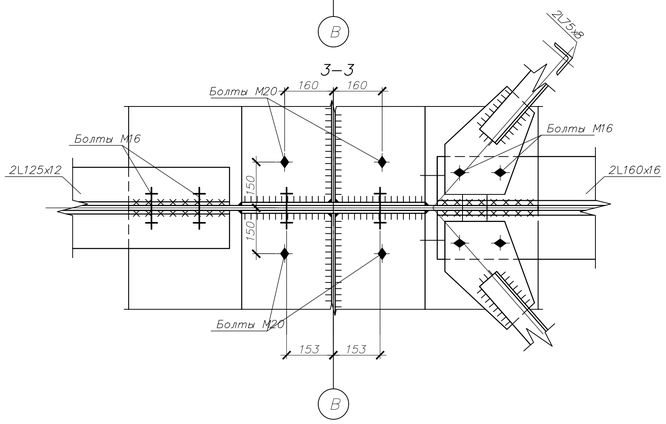


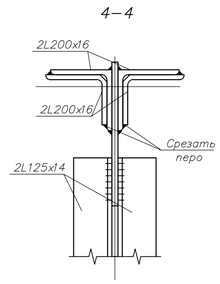










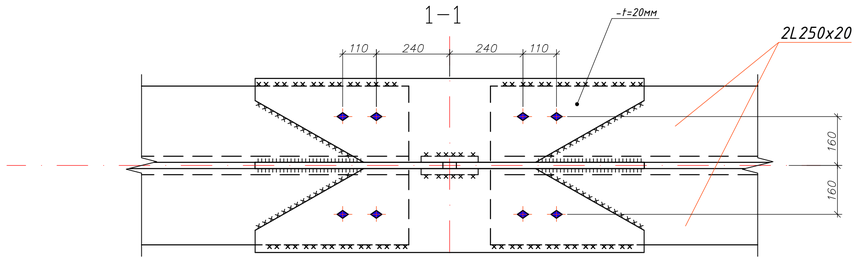


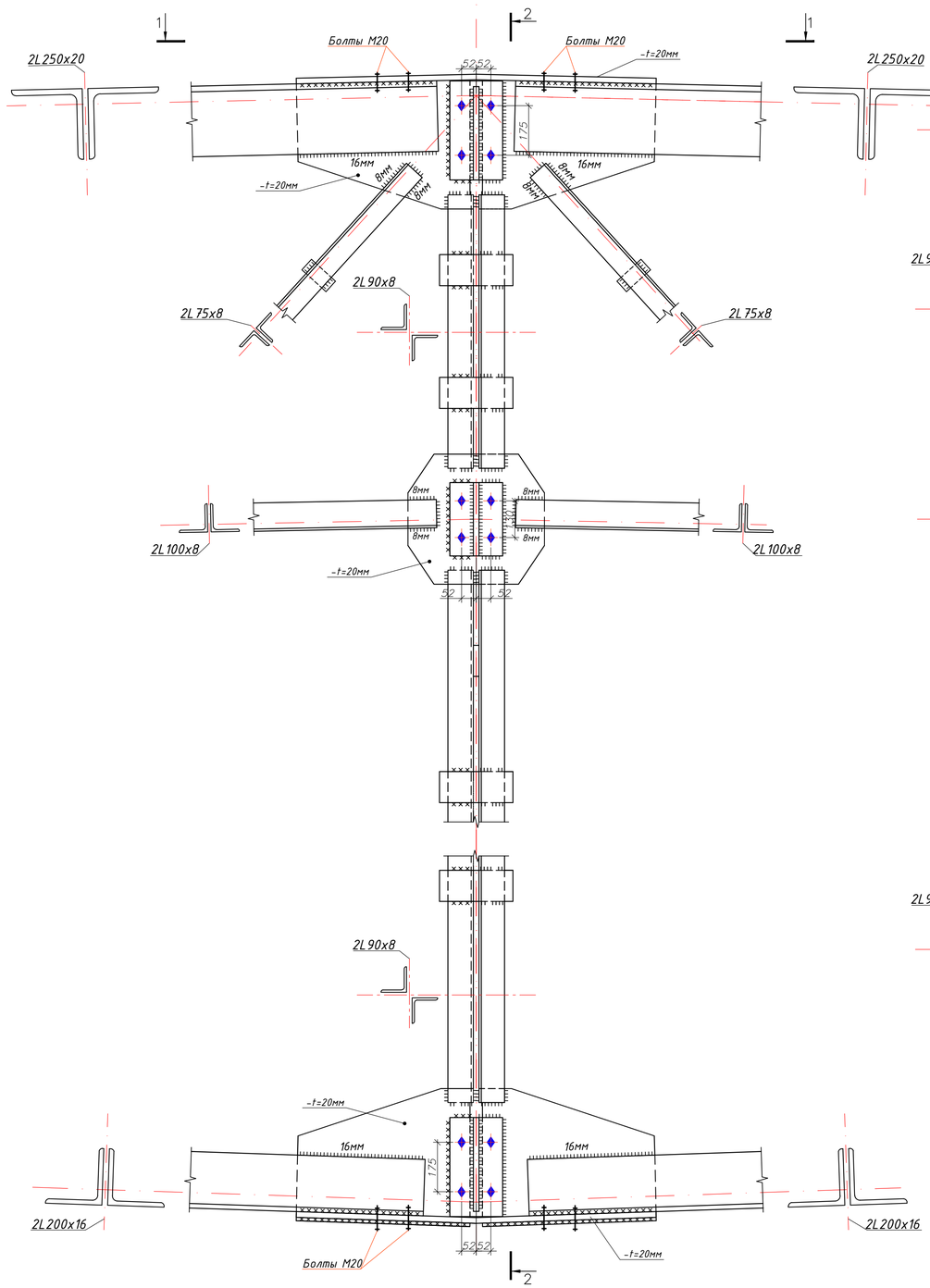
1. Материал конструкций:
   – Ферма
   пояса – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   решетка – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   фасонки – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
   – Колонны – сталь С255 по ГОСТ 27772–88*;
   – Связи – сталь С245 по ГОСТ 27772–88*.
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св–08ГС по ГОСТ 2246–70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытиями электродами типа Э46 по ГОСТ 9467–75.
4. Болтовые монтажные соединения – на болтах М16 класса С.
5. Антикоррозийная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292–75 по грунтовке ГФ–021 (120 мкм) по ГОСТ 25129–82.

						ДП–08–05–01 КМД			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Узлы 4, 5, 6	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							

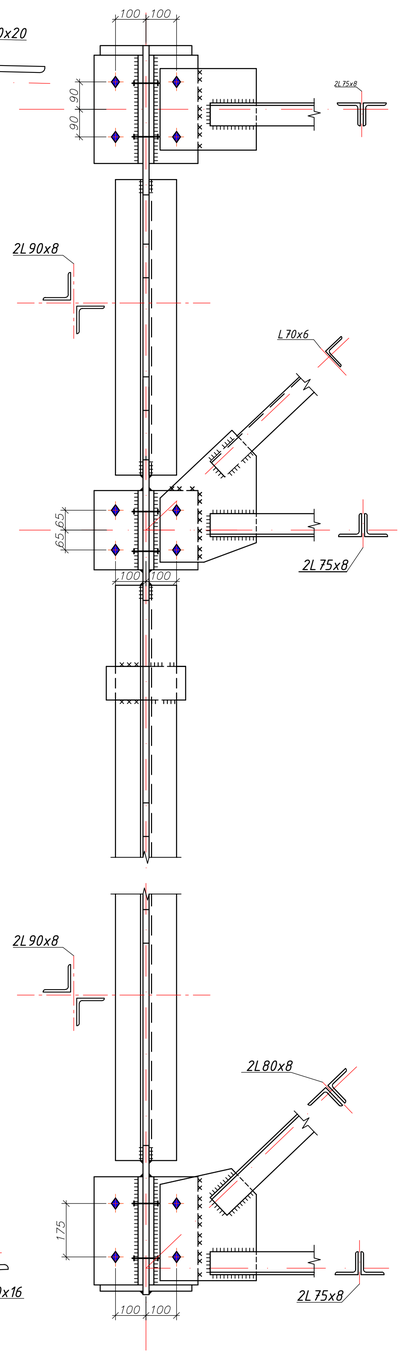
7/7

1–1

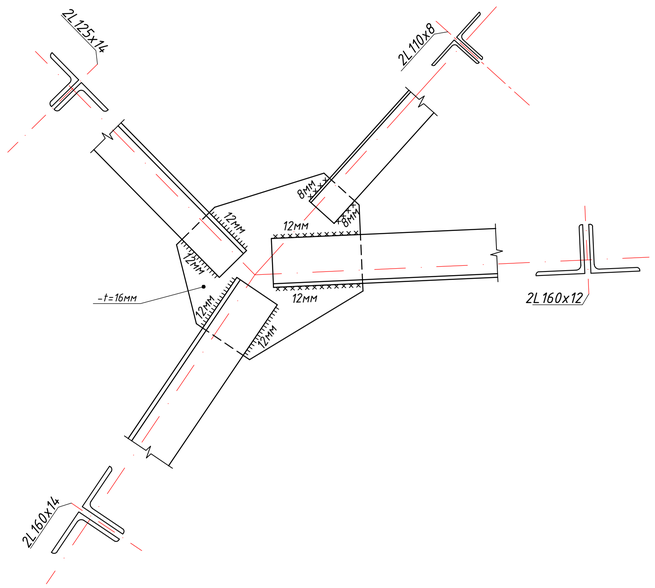




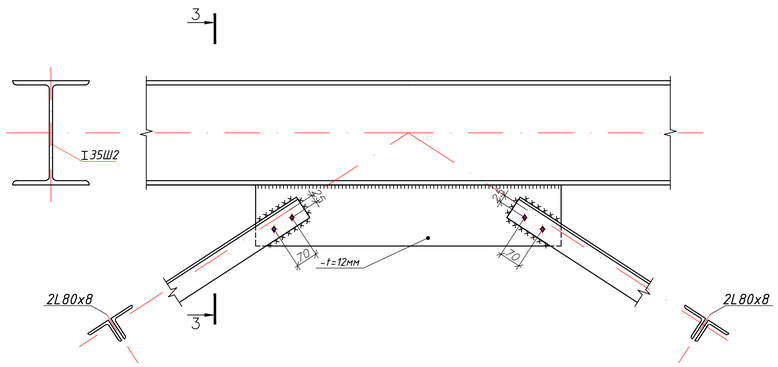
2–2



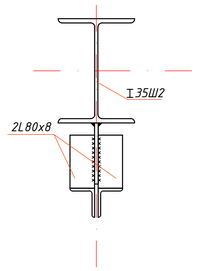
8/7



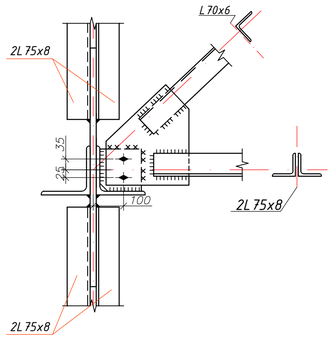
9/9



3–3

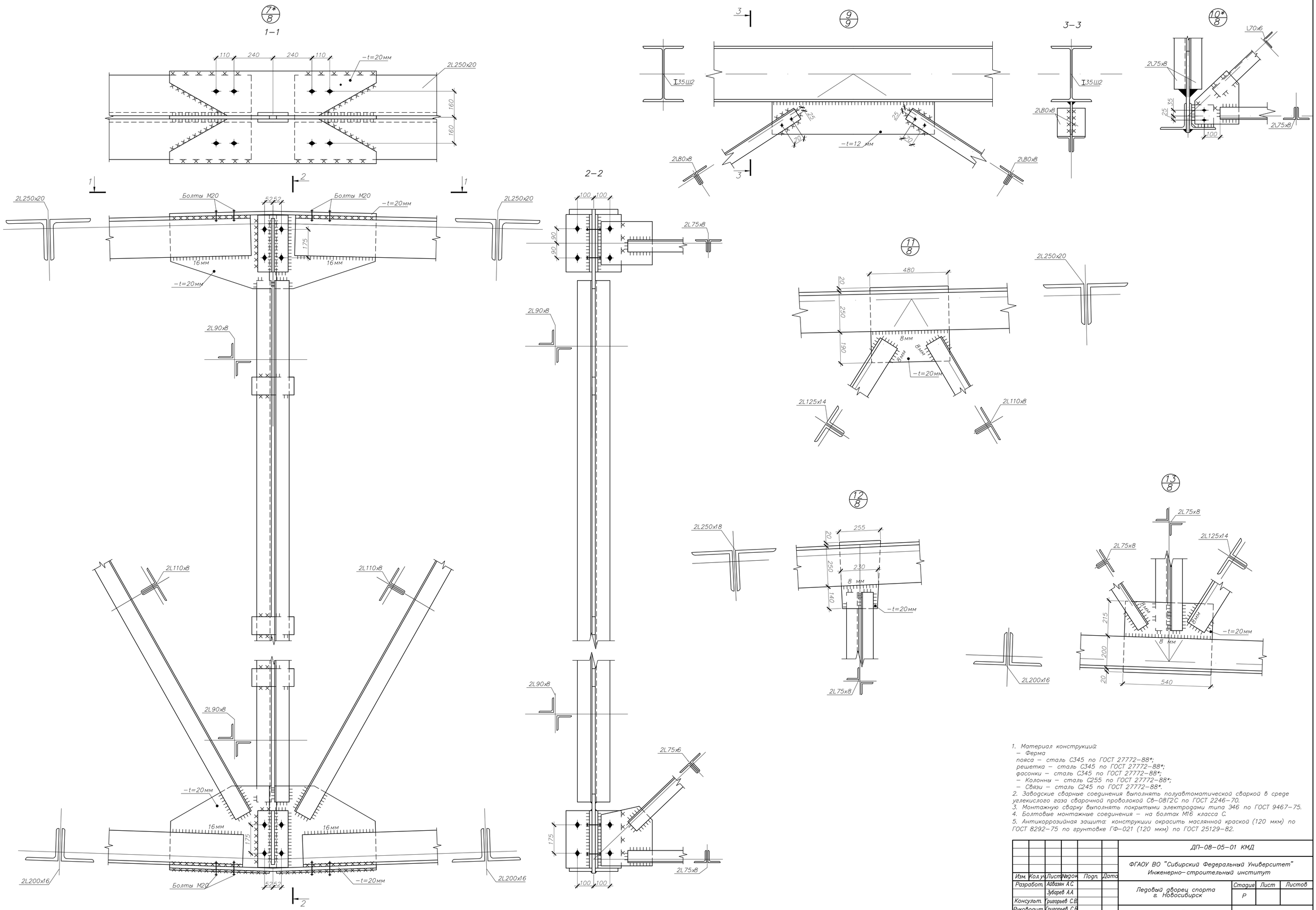


10/7



1. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70
2. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э 46 по ГОСТ 9467-75
3. Катеты швов kf=6мм, кроме оговоренных
4. Болтовые монтажные соединения - на болтах М16 класса С.

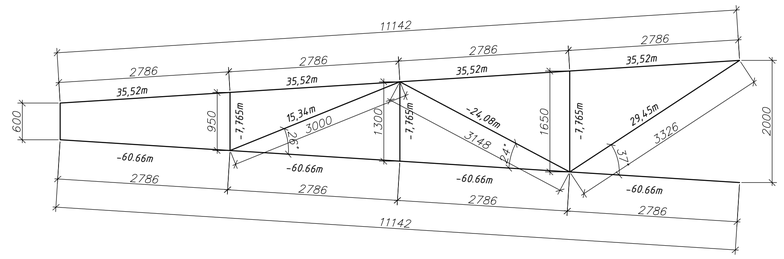
						ДП–08.05.01 КМД			
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Григорьев С.В.				Узлы 7, 8, 9, 10	СКиУС		
Руководит.		Григорьев С.В.							
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Георгиев С.В.							



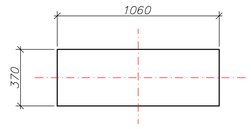
1. Материал конструкций:
– Ферма
пояса – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
решетка – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
фасонки – сталь С345 по ГОСТ 27772–88*;
– Колонны – сталь С255 по ГОСТ 27772–88*;
– Связи – сталь С245 по ГОСТ 27772–88*.
2. Заводские сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа сварочной проволокой Св–08ГС по ГОСТ 2246–70.
3. Монтажную сварку выполнять покрытыми электродами типа Э46 по ГОСТ 9467–75.
4. Болтовые монтажные соединения – на болтах М16 класса С.
5. Антикоррозийная защита: конструкции окрасить масляной краской (120 мкм) по ГОСТ 8292–75 по грунтовке ГФ–021 (120 мкм) по ГОСТ 25129–82.

						ДП–08–05–01 КМД	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт	
Разработ.		Абдазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия: Р; Лист; Листов
		Зубарев А.А.					
Консульт.		Григорьев С.В.					
Руководит.		Григорьев С.В.				Узел 7 Узлы 9...13	СКиУС
Н. контр.		Григорьев С.В.					
Зав. каф.		Деордиев С.В.					

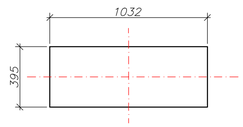
Геометрическая схема марки А-1 с усилиями М 1:50



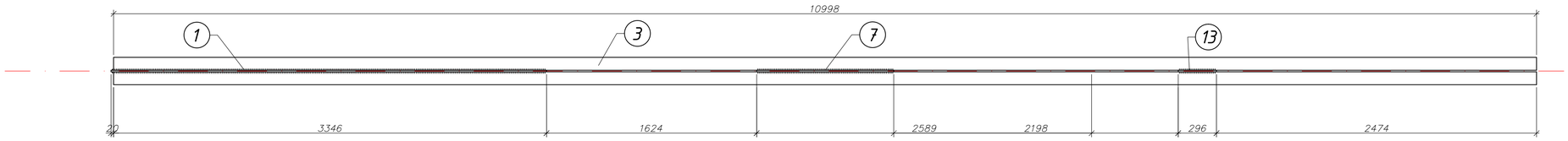
Деталь-7 М 1:20



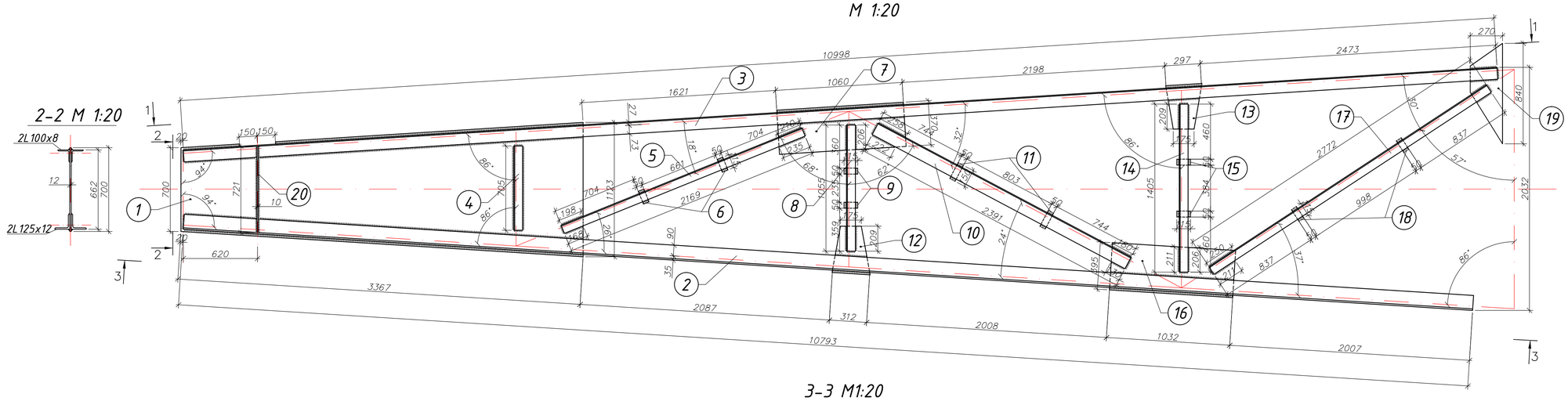
Деталь-16 М 1:20



1-1 М1:20

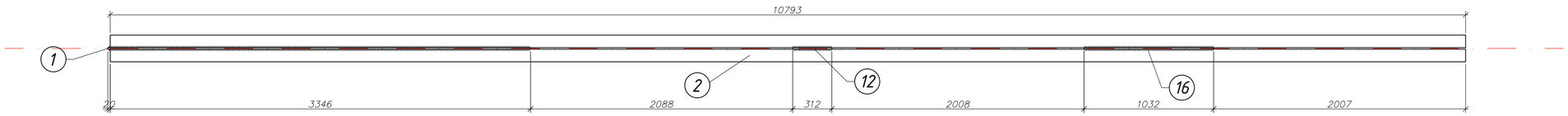


М 1:20

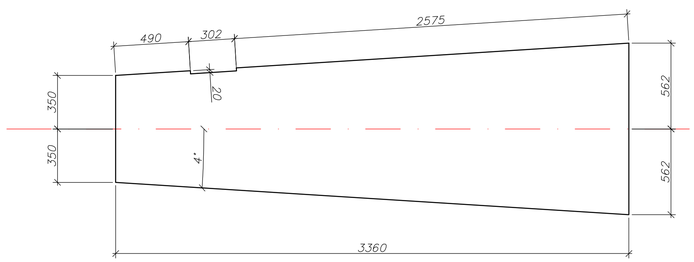


2-2 М 1:20

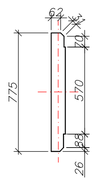
3-3 М1:20



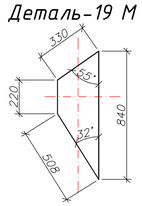
Деталь-1 М 1:20



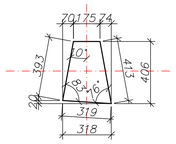
Деталь-20 М 1:20



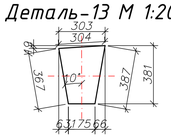
Деталь-19 М 1:20



Деталь-12 М 1:20



Деталь-13 М 1:20



Примечание

1. Материал - сталь С345 для сварных конструкций по ГОСТ 27772-88.
2. Заводские сварные швы выполнять полуавтоматичекой сваркой по ГОСТ 14771-76*, сварочной проволокой СВ-08Г2С ГОСТ 2246-70*.
3. Все швы Kf=6мм.
4. Фасонки изготовлять из листовой стали по ГОСТ 19903-74*

Спецификация С 345 ГОСТ 27772-88

Марка	Поз	Профиль	Длина	Кол-во Т	Кол-во Н	Масса, кг 1 поз.	Масса, кг на марку	Масса, кг марка	Примечание
А1	1	-700х12	3360	1	-	355.4	355.4	1467.3	метал. лист
	2	L125х12	10793	2	-	244.8	489.6		
	3	L100х8	10998	2	-	134.73	269.46		
	4	L75х8	705	2	-	6.36	12.72		
	5	L75х8	2169	2	-	19.56	39.12		
	6	-50х12	115	2	-	0.54	1.08		прокладка
	7	-370х12	1060	1	-	36.95	36.95		фасонка
	8	L75х8	1055	2	-	9.52	19.04		
	9	-50х12	115	2	-	0.54	1.08		прокладка
	10	L110х8	2391	2	-	32.28	64.56		
	11	-50х12	150	2	-	0.71	1.42		прокладка
	12	-175х12	406	1	-	6.1	6.1		фасонка
	13	-175х12	381	1	-	5.7	5.7		фасонка
	14	L75х8	1405	2	-	12.67	25.34		
	15	-50х12	115	2	-	0.54	1.08		прокладка
	16	-395х12	1032	1	-	38,4	38,4		фасонка
	17	L75х8	2772	2	-	25	50		
	18	-50х12	115	2	-	0.54	1.08		прокладка
	19	-270х16	840	1	-	27.2	27.2		фасонка
	20	-62х10	775	2	-	3.8	7.6		ребро жесткости
		+1% наплавленный металл							

Выборка металла на 1 чертеж

Профиль	ГОСТ, ТУ	Сталь	Масса, кг
L125х12	ГОСТ 8509-93	С345	489.6
L100х8	ГОСТ 8509-93	С345	269.46
L75х8	ГОСТ 8509-93	С345	146.22
L110х8	ГОСТ 8509-93	С345	64.56
- 12	ГОСТ 25577-83	С345	448.29
- 16	ГОСТ 25577-83	С345	27.2
- 10	ГОСТ 25577-83	С345	7.6

Изготовить

Этап	Марка	Кол-во	Масса, кг марки	Масса, кг всех
1	А1	42	1467.3	61626.6
Всего:				61626.6

Заводские сварные швы

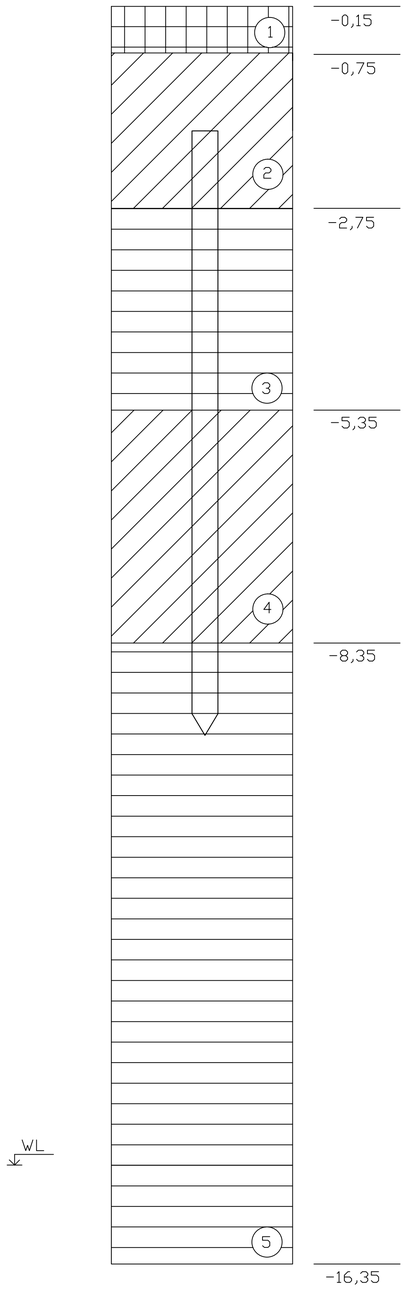
Марка	Кол., шт	Катет шва, мм	Длина шва, м на мар.	Длина шва, м общ.	Тип сварочной проволоки	Приме-чание
А1	42	6	32.48	1364.2	СВ-08Г2С	
		8	9.49	398.6	СВ-08Г2С	
Итого:			41.97	1762.8		

Условные обозначения

- шов заводской видимый
- шов заводской невидимый

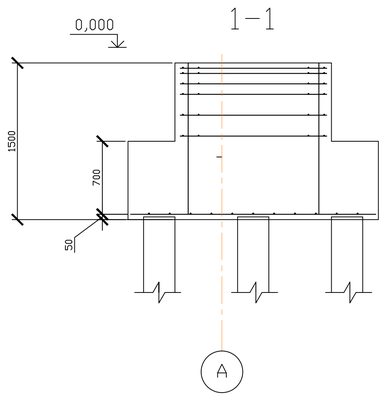
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП-08.05.01 КМД			
Разработ.		Айвазян А.С.				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
		Зубарев А.А.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
Консульт.		Григорьев С.В.					Р		
Руководит.		Григорьев С.В.				Геометрическая схема Спецификация	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							

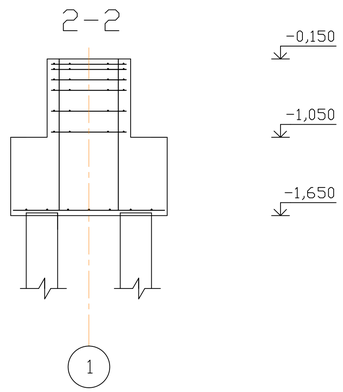
Инженерно-геологический разрез

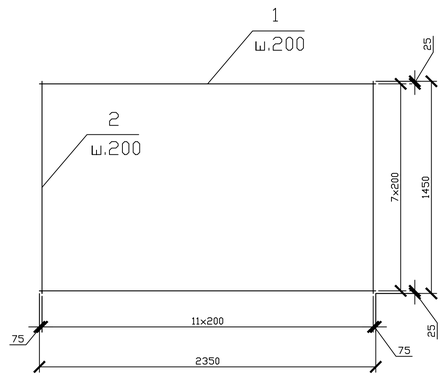


Ведомость расхода стали, кг

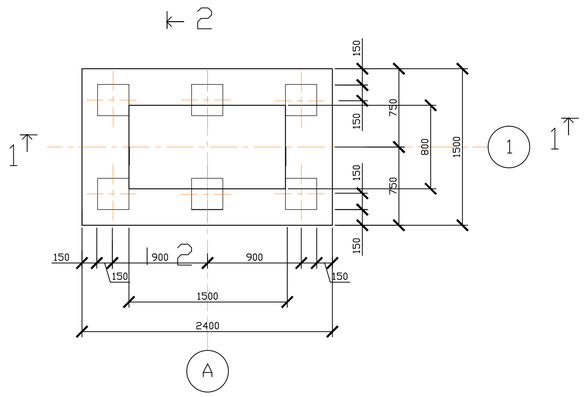
Марка элемента	Изделия арматурные						
	Арматура класса					Всего, кг	Общий расход, кг
	А-I		А-III				
	⌀6	⌀8	⌀10	⌀12	⌀16		
С-1	–	–	10,74	–	29,67	40,41	40,41
С-2	0,51	–	–	7,73	–	8,24	17,47
С-3	–	3,63	–	–	–	3,63	21,80



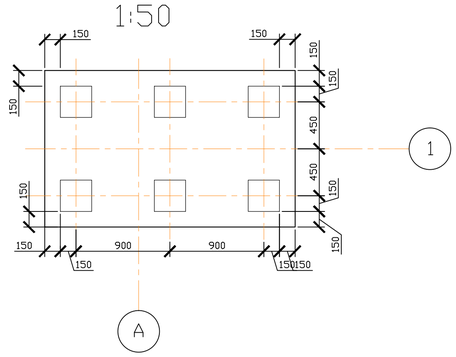


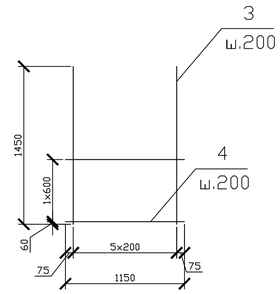


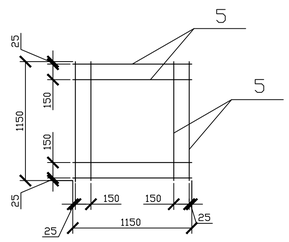
План РСм-3 М 1:50



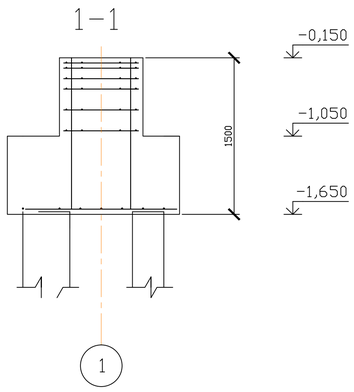
План расстановки свай в кусте М 1:50



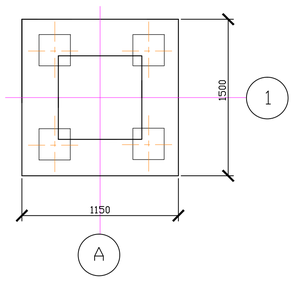


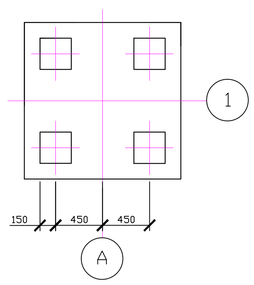


План РСм-3 М 1:50



План расстановки свай в кусте М 1:50

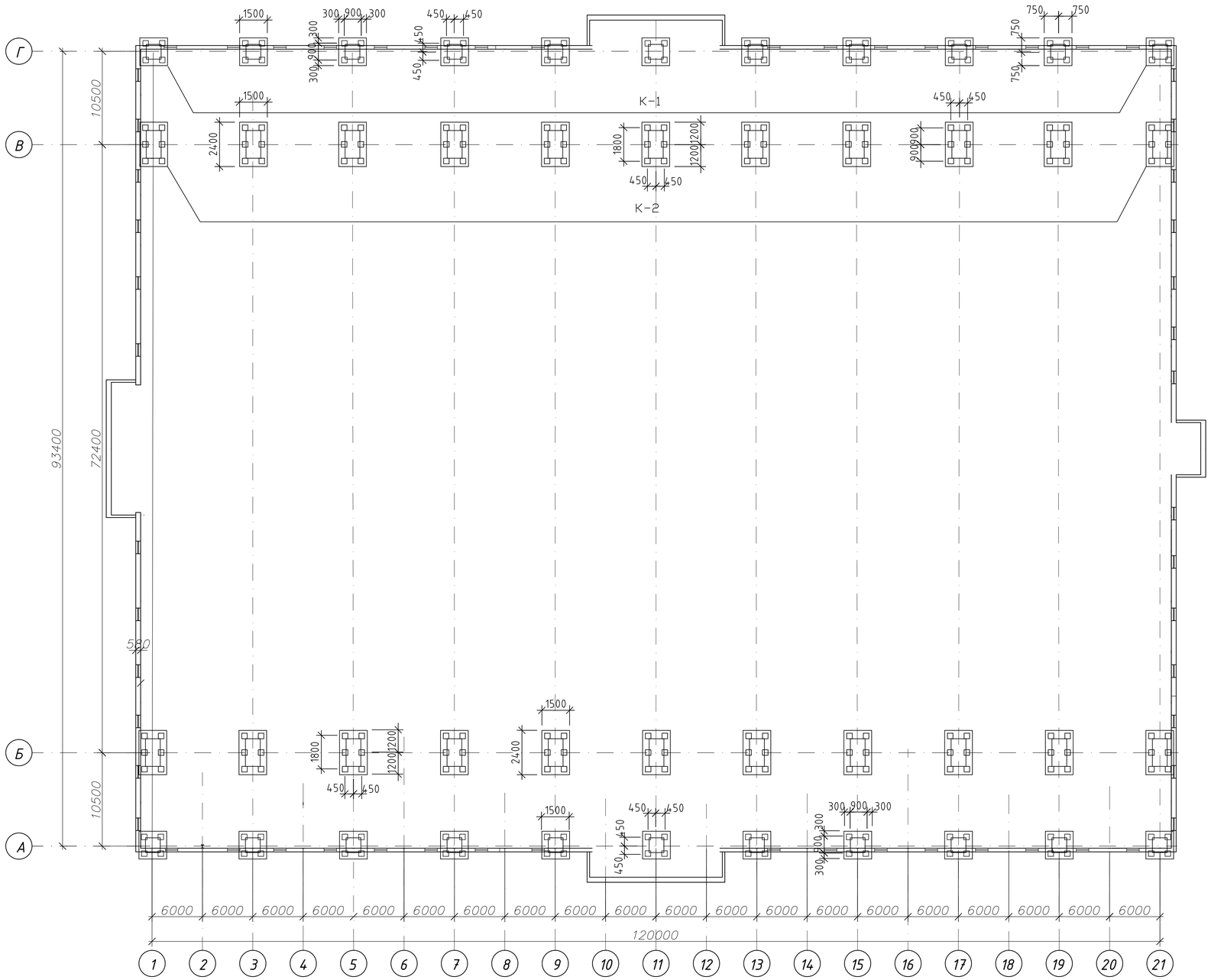




1. За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола.
2. Допускаемая нагрузка на сваю кН.
3. Контрольный отказ при забивке сваи – 0, 0064 м, который находится в допускаемых пределах.
4. Перед началом свайных работ произвести пробную забивку сваи в соответствии со СНиП 3.02.0-87. Отметка головы сваи после забивки и срубки – 1,600.
5. Тип сопряжения сваи с ростверком – жесткое сопряжение.

						ДП–08.05.01АР		
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт		
Разработ.		Зубарев А.А.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Айвазян А.С.					Р		
Консульт.		Холодов С.П.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Свайный фундамент	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав. каф.		Деордиев С.В.							

План ростверка и свай



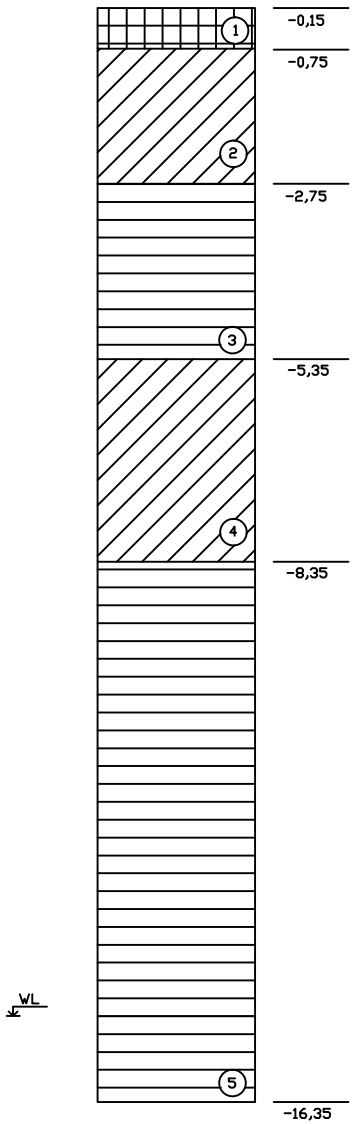
Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед.,кг.	Приме-чание
	Сваи железобетонные				
	ГОСТ 19804-91	С100.30	6	2280	
	Ростверк монолитный	РСм-3			
	Элементы				
1	ГОСТ 23279-84	С-1	1	40,41	
2	ГОСТ 23279-84	С-2	2	16,47	
3	ГОСТ 23279-84	С-3	6	21,80	
	Детали				
1	ГОСТ 5784-82	ø16А-III, l=2350	8	71,43	
2	ГОСТ 5784-82	ø10А-III, l=1450	12	21,50	
3	ГОСТ 5784-82	ø12А-III, l=1450	12	21,84	
4	ГОСТ 5784-82	ø6А-I, l=1150	4	1,02	
5	ГОСТ 5784-82	ø8А-I, l=1150	48	21,80	
	Материалы				
		Бетон В15	3,35		м³

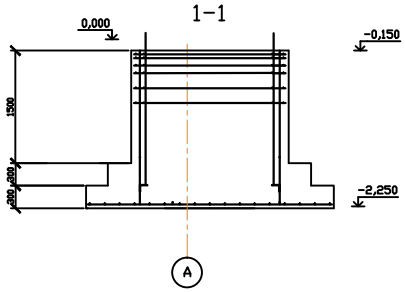
Примечание
1. Данный лист читать совместно с листом .
2. Сваи забивные железобетонные марки С 100.30–Св по ГОСТ 19804–91; бетон класса В15; арматура А400; жесткое сопряжение свай с ростверком.
3. Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, N=500 кН.
4. Отметка головы сваи после забивки м.
5. Свая забивается трубчатым дизель–молотом С 1047 до расчетного отказа 0,44 см.

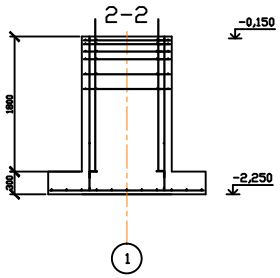
						ДП–08.05.01АР
Изм.	Кол.уч.	Лист	док	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт
Разработ.		Зубарев А.А.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск — Стадия: Р; Лист; Листов
		Айвазян А.С.				
Консульт.		Холодов С.П.				
Руководит.		Григорьев С.В.				План ростверка и свай — СКиУС
Н. контр.		Григорьев С.В.				
Зав. каф.		Деордиев С.В.				

Инженерно-геологический разрез

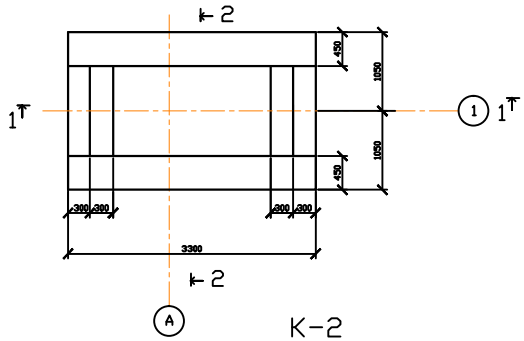


К-1

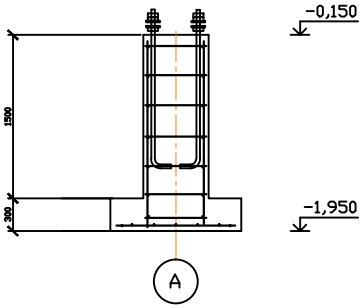


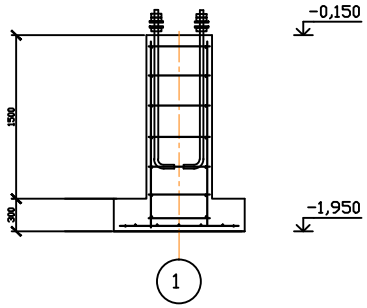


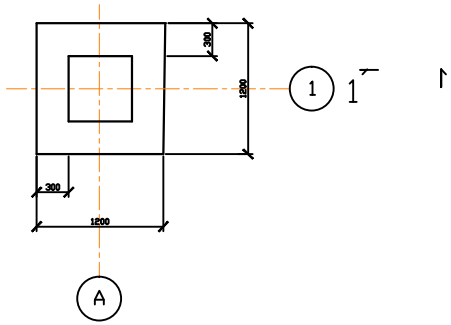
План ФМ-3 М 1:50



К-2



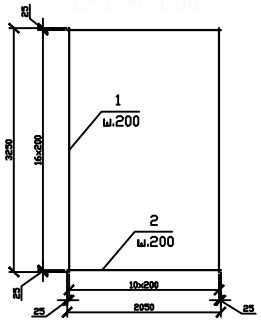




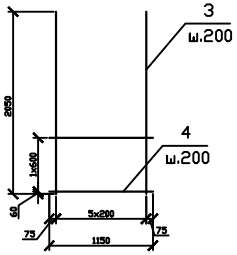
Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные						
	Арматура класса					Всего, кг	Общий расход, кг
	А-I		А-III				
	ø6	ø8	ø10	ø12	ø16		
С-1	-	-	21,50	-	71,43	92,93	92,93
С-2	0,51	-	-	10,92	-	11,43	22,86
С-3	-	3,63	-	-	-	3,63	21,80

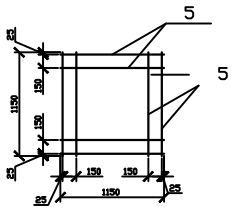
С-1 М 1:50



С-2 М 1:50



С-3 М 1:50

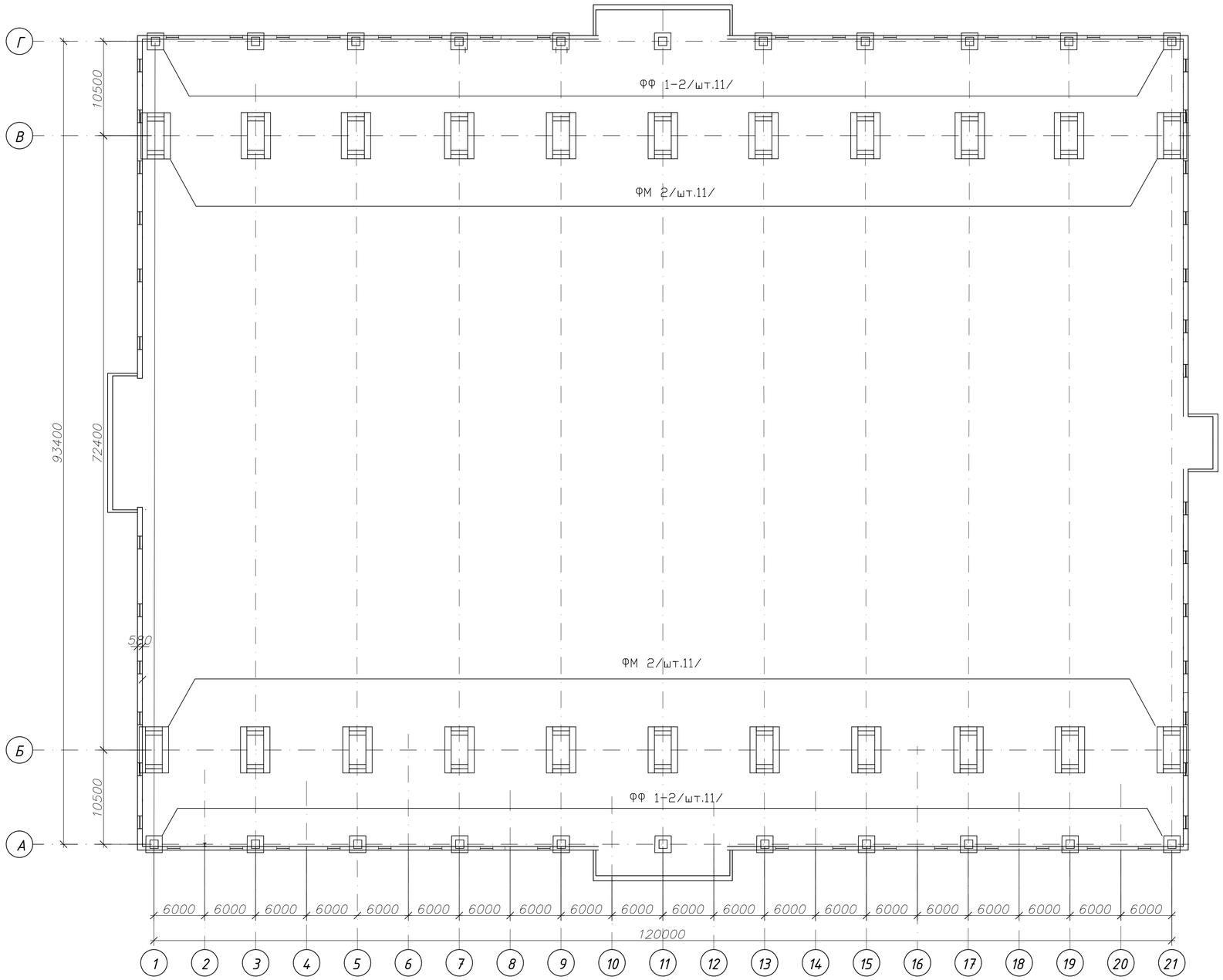


Условные обозначения:

1. – Почвенно-растительный слой, мощностью 0,6 м;
2. – Суглинок насыщенный водой, среднепластичный;
3. – Глина насыщенная водой, полутвердая;
4. – Суглинок, насыщенный водой, мягкопластичный;
5. – Глина полутвердая.

						ДП-08.05.01АР
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт
Разработ.		Зубарев А.А.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск
		Абазян А.С.				Стадия: Р; Лист; Листов
Консульт.		Холодов С.П.				
Руководит.		Григорьев С.В.				Столбчатый фундамент
Н. контр.		Григорьев С.В.				СКиУС
Зав. каф.		Георгиев С.В.				

План столбчатых фундаментов



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед.,кг.	Приме-чание
	Фундамент монолитный	ФМ-2 и ФФ 1-2			
	Элементы				
1	ГОСТ 23279-84	С-1	1	92,93	
2	ГОСТ 23279-84	С-2	2	22,86	
3	ГОСТ 23279-84	С-3	6	21,80	
	Детали				
1	ГОСТ 5784-82	ø18А-III, l=3250	11	71,43	
2	ГОСТ 5784-82	ø10А-III, l=2050	17	21,50	
3	ГОСТ 5784-82	ø12А-III, l=2050	12	21,84	
4	ГОСТ 5784-82	ø6А-I, l=1150	4	1,02	
5	ГОСТ 5784-82	ø8А-I, l=1150	48	21,80	
	Материалы				
		Бетон В12,5	4,76		$м^3$

Примечание
1. Данный лист читать совместно с листом .
2. Бетон класса В12,5; арматура А400; жесткое сопряжение колонны с фундаментом.

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01АР
Разработ.		Зубарев А.А.				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт
		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск
Консульт.		Холодов С.П.				Стадия: Р; Лист; Листов
Руководит.		Григорьев С.В.				План столбчатых фундаментов
Н. контр.		Григорьев С.В.				СКиУС
Зав.каф.		Георгиев С.В.				

Календарный план строительства

? п/п	Наименование работ	Объем		Нвр	Трудоемкость (чел/см)	Машины		Кол-во смен	Продолжи-тельность	Число рабочих	Состав бригады
		Ед. изм	Кол-во			Наименование	Кол-во				
1	Подготовительный цикл	%	-	-	-	-	-	-	20	-	-
2	Срезка растительного слоя	1000м2	3,36	1,1	0,46	Бульдозер ДЗ-25	1	1	0,5	1	Машинист 5р-1
3	Планировка площадки	1000м2	11,28	14,4	20,30	Скрепер ДЗ-13	1	1	20,3	1	Машинист 5р-1
4	Разработка грунта в котловане	1000м3	6,2	3,21	2,49	Экскаватор-ЕК270	1	1	2,5	1	Машинист 5р-1
5	Устройство свай ж/б погружением д/м	1м3	31,68	0,49	1,94	Дизель-молот С1047	1	1	1,9	4	Монтажники 3,2р-1
6	Устройство монолитного ростверка	100м3	1,75	55,75	12,20	Автобетононасос	1	1	12,2	4	Монтажники 3,2р-1
7	Обратная засыпка	1000м3	2,24	7,49	2,1	Экскаватор-ЕК270	1	1	2,1	1	Машинист 5р-1
8	Монтаж металлического каркаса	1Т	1180	0,65	95,88	СКГ-45	2	2	47,9	4	Машинист 5р-1 Монтажники 5,4,3р-1
9	Возведение стен из кирпича	1м3	320	5,18	207,2	СКГ-45	1	2	51,8	4	Машинист 5р-1 Каменщики 5,4,3р-1
10	Монтаж плит покрытия и перекрытия	100м3	4,48	39,89	22,34	Автобетононасос	1	2	11,2	4	Машинист 5р-1 Монтажники 3,4,2р-1
11	Устройство кровли	100м2	112,08	3,71	51,98	-	-	2	26	3	Кровельщики 4,3,2р-1
12	Устройство навесного фасада	100м2	17,6	36,88	81,14	-	-	2	40,6	2	Монтажники 3,2р-1
13	Устройство внутренних сетей теплоснабжения, водоснабжения и канализации	%	283,2	0,43	15,22	СКГ-45	1	1	15,2	2	Монтажники 3,2р-1
14	Прокладка внутренних электросетей	%	283,2	0,27	9,56	-	-	1	9,6	4	Электрики 3,4р-2
15	Внутренние сантехработы	%	283,2	0,05	1,77	-	-	1	1,8	4	Сантехники 3,4р-2
16	Монтаж дверных блоков	100м2	13,7	14,37	24,61	-	-	2	12,3	2	Плотники 4,3р-1
17	Монтаж оконных блоков и заполнение их	100м2	8,77	22,8	24,99	-	-	2	12,5	2	Плотники 4,3р-1
18	Оштукатуривание стен	100м2	42	8,58	45,06	-	-	2	22,53	2	Отделочники 4,3р-1
19	Стяжка пола	100м2	75,6	8,17	77,21	-	-	2	38,6	2	Бетонщики 3,2р-1
20	Устройство полов из линолеума	100м2	37,8	2,15	10,16	-	-	1	5,1	2	Отделочники 4,3р-1
21	Сантехнические работы	%	783,2	0,05	4,895	-	-	1	2,44	2	Сантехники
22	Электромонтажные работы	%	1590,6	0,025	4,97	-	-	1	2,48	2	Электрики
23	Благоустройство площадки	%	-	-	-	-	-	-	15	-	-
24	Сдача объекта	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-

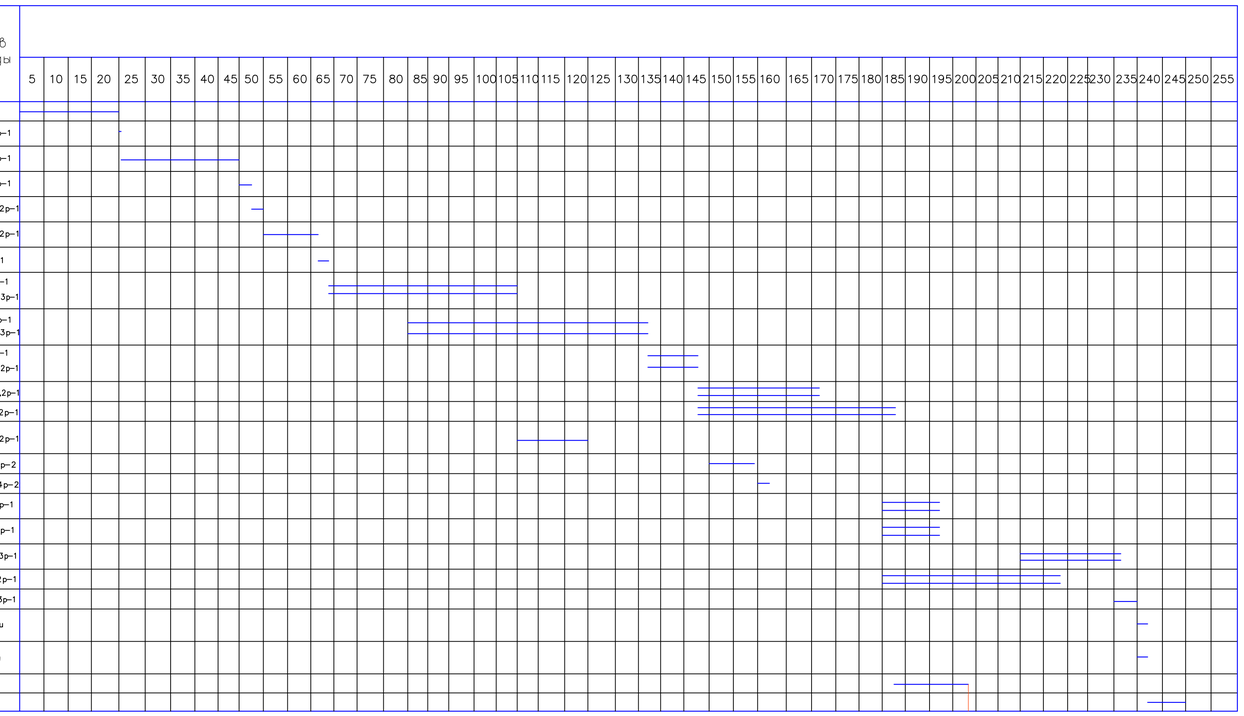
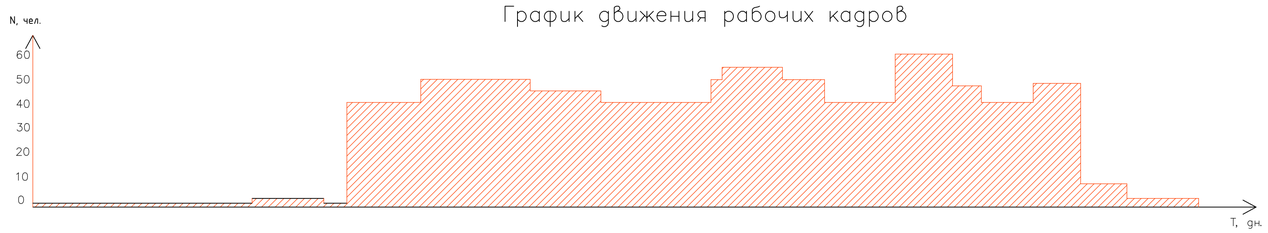


График движения рабочих кадров



ТЭП

Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
Нормативная продолжительность строительства, в том числе:	дн.	245
подготовительный период	дн.	20
Плановая продолжительность строительства	дн.	280
Сроки сокращения строительства	дн.	35

График движения строительных машин

? п/п	Наименование работ	Объем работ		Дни
		Ед. изм	Кол-во	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150
1	Бульдозер ДЗ-25	1 шт	1	
2	Скрепер ДЗ-13	1 шт	1	
3	Экскаватор ЕК-270	1 шт	1	
4	Автобетононасос	1 шт	1	
5	Кран СКГ-45	1 шт	1	

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата
Разработ.		Авазян А.С.			
		Зубарев А.А.			
Консульт.		Петрова С.Ю.			
Руководит.		Григорьев С.В.			
Н. контр.		Григорьев С.В.			
Зав. каф.		Георгиев С.В.			

ДП-08.05.01 ОСП

ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"
Инженерно-строительный институт

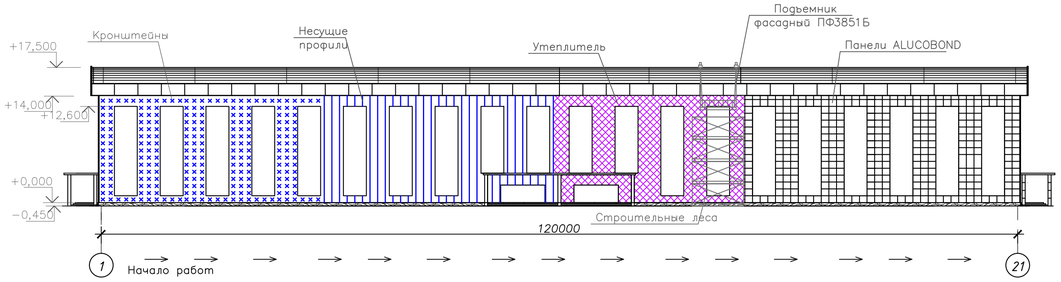
Ледовый дворец спорта
г. Новосибирск

Стадия	Лист	Листов
Р		

Календарный план строительства

СКиУС

Схема производства работ



Условные обозначения

— направление движения работ

Схема разбивки здания на захватки

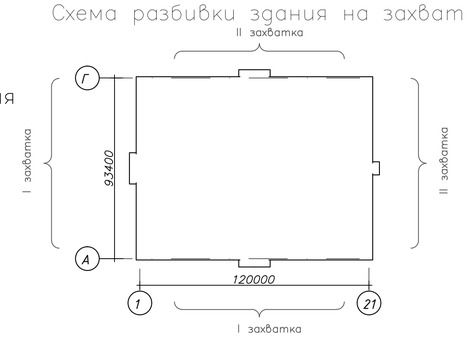


График производства работ

	Номер работы	Обоснование	Наименование работ	Объем работ: Ед. изм.	Объем работ: Кол-во	Трудоемкость на объем чел.-см.	Требуем. машины: Наимен.	Требуем. машины: Кол-во	Продолжительность	Количество смен	Количество раб. в смену	Состав звена
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I захватка	1	Е1-9	Выгрузка, подача и перемещение материалов	100т.	0.54	8.61	ПФ3851Б	1	2	2	2	машинист 6р-1 такелажник 2р-2
I захватка	2	Е3-20А	Устройство подмостей	10м²	44.0	7.92			1	2	3	плотник 4р-1; 2р-2 подсоб.раб. 1р-1
I захватка	3	Е8-3-7	Устройство металлического каркаса для облицовки стен (разметка)	10м²	176.0	3.3			1	2	2	монтажник 5р-1; 4р-1.
I захватка	4	Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен крепление кронштейнов	10 шт	701.3	28.1			4	2	4	монтажник 5р-2; 4р-2.
I захватка	5	Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен установка направляющих	10м	463.0	75.24			9	2	4	монтажник 5р-2; 4р-2.
I захватка	6	Е11-41	Установка утеплителя	1м²	1760	105.6			9	2	6	термоизол. 4р-2, 3р-2, 2р-2
I захватка	7	Е8-3-15	Облицовка стен панелями ALUCOBOND	1м²	1760	107.8			9	2	6	плотник 4р-3, 3р-3
II захватка	1	Е1-9	Выгрузка, подача и перемещение материалов	100т.	0.54	8.61	ПФ3851Б	1	2	2	2	машинист 6р-1 такелажник 2р-2
II захватка	2	Е3-20А	Устройство подмостей	10м²	44.0	7.92			1	2	3	плотник 4р-1; 2р-1 подсоб.раб. 1р-1
II захватка	3	Е8-3-7	Устройство металлического каркаса для облицовки стен (разметка)	10м²	176.0	3.3			1	2	2	монтажник 5р-1; 4р-1.
II захватка	4	Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен крепление кронштейнов	10 шт	701.3	28.1			4	2	4	монтажник 5р-2; 4р-2.
II захватка	5	Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен установка направляющих	10м	463.0	75.24			9	2	4	монтажник 5р-2; 4р-2.
II захватка	6	Е11-41	Установка утеплителя	1м²	1760	105.6			9	2	6	термоизол. 4р-2, 3р-2, 2р-2
II захватка	7	Е8-3-15	Облицовка стен панелями ALUCOBOND	1м²	1760	107.8			9	2	6	плотник 4р-3, 3р-3

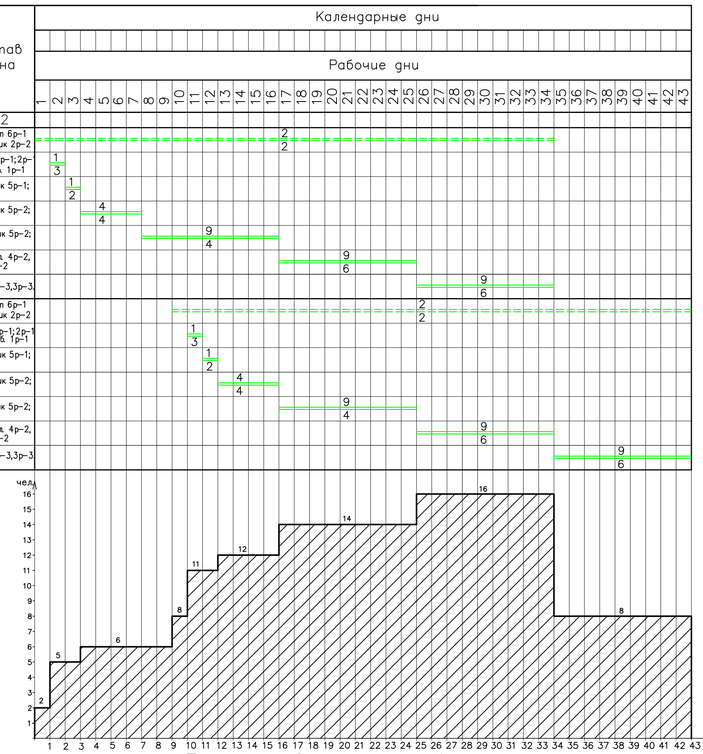


Схема складирования утеплителя

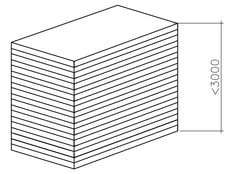
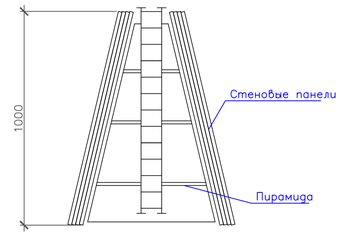


Схема складирования панелей ALUCOBOND



Калькуляция затрат труда и зар. платы

обосн. ЕНиР	Наименование работ	Объем работ: ед. изм.	Объем работ: кол-во	Состав звена	на ед. изм.: Н вр. чел/ч	на ед. изм.: расц. руб/к	на весь объем: трудоемк. ч/час	на весь объем: сумма расценок
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Е1-9	Выгрузка материалов	100т	1.07	машинист 6р-1	11.0	11-66	11.77	12-47.6
				такелажник 2р-2	22.0	14-09	23.54	15-07.6
Е1-6	Подача материалов с подъемом на рабочее подъемником	100т	1.07	машинист 6р-1	31.9	33-78	34.13	36-14.5
				такелажник 2р-2	63.8	40-90	68.26	43-76.3
Е3-20А	Устройство подмостей	10м²	88.0	плотник 4р-1; 2р-1 подсоб.раб. 1р-1	1.44	0-99.4	126.72	87-47.2
Е8-3-7	Устройство металлического каркаса для облицовки стен (разметка)	10м²	352.0	монтажник 5р-1; 4р-1.	0.15	0-12.8	52.8	45-05.6
Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен крепление кронштейнов	10шт	1402.6	монтажник 5р-2; 4р-2.	0.32	0-25.3	448.83	354-85.8
Е8-3-8	Устройство металлического каркаса для облицовки стен установка направляющих	10м	926	монтажник 5р-2; 4р-2.	1.3	0-96.9	1203.8	897-29.4
Е11-41	Установка утеплителя	1м²	3520	термоизол. 4р-2, 3р-2, 2р-2	0.48	0-34.1	1689.6	1200-32
Е8-3-15	Облицовка стен панелями ALUCOBOND	1м²	3520	плотник 4р-3, 3р-3	0.49	0-36.5	1724.8	1284-80
	Итого						45.90	48-62.1
							5338.35	3928-63.9

График движения рабочей силы

Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
Крепление кронштейнов	1. Кронштейн несущий	шт		14026
Установка профилей	2. Несущий направляющий профиль	м		9260
Устройство утеплителя	3. Утеплитель пенополиуретан	м2		3520
Устройство гидроизоляции	4. Ветрогидрозащитная пленка	м2		3520
Крепление утеплителя	5. Тарельчатый дюбель	шт		866
Крепление каркаса фасада	6. Заклепка вытяжная	шт		14026
Крепление каркаса фасада	7. Винт установочный	шт		68920
Крепление каркаса фасада	8. Винт стопорный	шт		1024
Облицовка стен панелями ALUCOBOND	9. Панели ALUCOBOND	м2		3520

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Крепление кронштейнов	Лопата сабковая		4
Крепление кронштейнов	Молоток слесарный		4
Монтаж навесного фасада	Лестница приставная		4
Крепление кронштейнов	Лом	Л0-24	2
Разметка поверхности	Уровень строительный	УС2-300	4
Разметка поверхности	Отвес стальной строительный	ОТ-400	4
Безопасность	Каска строительная		16
Резка профилей	Рожковые ключи		4
Безопасность	Рукавицы специальные	Тип Г	16
Разметка поверхности	Рулетка стальная	Р20У3К	4
Резка профилей	Ножницы для резки металла	ВЭРН-0,52-2,5	2
Безопасность	Пояс предохранительный		14

Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Подъем материалов	Лебедка электрическая Т-66Г	Грузоподъемность Q=320кг	4
Крепление кронштейнов	Перфоратор		2
Подъем материалов	Строп кольцевой	СКК1-5,0/2000	4
Разметка поверхности	Лазерный невелир	BL 40 VHR СКБ	1
Крепление кронштейнов	Клепальный пистолет аккумуляторный		2
Резка профилей	Болгарка	GA 9020	2
Подъем материалов	Подъемник фасадный	ПФ3851Б	2

Допуски

Наименование показателя	Отклонение мм
Отклонение от вертикали продольных кромок листов – 0,001L (длина листа)	
Разность отметок концов горизонтальных листов при длине листа до 6м свыше 6 до 12м	±5 ±10
Отклонение плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали – 0,002Н (высота листа)	
Уступ между смежными гранями листов из их плоскостей	3
Толщина шва между смежными листами по длине	±5

Указания по производству работ

(согласно СП 71.13330.2011"Изоляционные и отделочные покрытия")

При организации производства монтажных работ площадь фасада здания разбивают на вертикальные захватки, в пределах которых выполняют работы разными звеньями монтажников.

Для монтажа вентилируемого фасада одним звеном рабочих из двух монтажников определена сменная захватка, равная 4 м2 фасада.

Монтаж вентилируемого фасада начинается от цоколя здания на 1-й и 2-й вертикальных захватках одновременно. В пределах вертикальной захватки монтаж осуществляют в следующей технологической последовательности:

- разметка точек установки несущих и опорных кронштейнов на стене здания;
- сверление отверстий для установки анкерных дюбелей;
- крепление к стене несущих и опорных кронштейнов с помощью анкерных дюбелей;
- устройство теплоизоляции и ветрогидрозащиты;
- крепление к несущим и опорным кронштейнам регулирующих кронштейнов с помощью стопорных болтов;
- крепление к регулирующим кронштейнам направляющих профилей;
- крепление скользящих кронштейнов к направляющим профилям;
- установка облицовочных панелей;
- монтаж элементов облицовки вентилируемого фасада к внешнему углу здания.

Для крепления к стене несущих и опорных кронштейнов в размеченных точках просверливают отверстия, диаметром и глубиной соответствующие анкерным дюбелям, которые прошли испытания на прочность для данного вида стенового ограждения.

Очистка отверстий от отходов сверления (пыли) производится сжатым воздухом.

Устройство теплоизоляции и ветрогидрозащиты состоит из следующих операций:

- навешивание на стену через прорези для кронштейнов плит утеплителя;
- навешивание на теплоизоляционные плиты полотнищ ветрогидрозащитной мембраны с перехлестом 100 мм и временное их закрепление;
- высверливание через утеплитель и ветрогидрозащитную мембрану отверстий в стене для тарельчатых дюбелей в полном объеме по проекту и установка дюбелей.

Расстояние от дюбелей до краев теплоизоляционной плиты должно быть не менее 50 мм.

Монтаж теплоизоляционных плит начинают с нижнего ряда, которые устанавливают на стартовый перфорированный профиль или цоколь и монтируют снизу вверх.

Контроль качества работ

(согласно СП 71.13330.2011"Изоляционные и отделочные покрытия")

Качество вентилируемого фасада обеспечивается текущим контролем технологических процессов подготовительных и монтажных работ, а также при приемке работ. По результатам текущего контроля технологических процессов составляются акты освидетельствования скрытых работ.

В процессе подготовки монтажных работ проверяют:

- готовность рабочей поверхности фасада здания, конструктивных элементов фасада, средств механизации и инструмента к выполнению монтажных работ;
- качество элементов несущего каркаса (размеры, отсутствие вмятин, изгибов и прочих дефектов кронштейнов, профилей и других элементов);
- качество утеплителя (размеры плит, отсутствие разрывов, вмятин и других дефектов);
- качество облицовочных панелей (размеры, отсутствие царапин вмятин, изгибов, надломов и прочих дефектов).

В процессе монтажных работ проверяют на соответствие проекту.

- точность разметки фасада;
- диаметр, глубину и чистоту отверстий под дюбели;
- точность и прочность крепления несущих и опорных кронштейнов;
- правильность и прочность крепления к стене плит утеплителя;
- положение регулирующих кронштейнов, компенсирующих неровности стены;
- точность установки несущих профилей и, в частности, зазоры в местах их стыковки;
- плоскостность фасадных панелей и воздушные зазоры между ними и плитами утеплителя;
- правильность устройства обрамлений завершения вентилируемого фасада.

При приемке работ производится осмотр вентилируемого фасада в целом и особенно тщательно обрамлений углов, окон, цоколя и парапета здания. Обнаруженные при осмотре дефекты устраняют до сдачи объекта в эксплуатацию.

Указания по технике безопасности

(согласно СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть I."; СНиП 12-04-2002"Безопасность труда в строительстве. Часть II.")

При организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные для работников зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные или вредные производственные факторы.

Складирование и хранение материалов, изделий и оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на материалы, изделия и оборудование.

Рабочие места в случае необходимости должны иметь временные ограждения.

При монтаже вентилируемого фасада с использованием фасадного подъемника необходимо выполнять следующие требования:

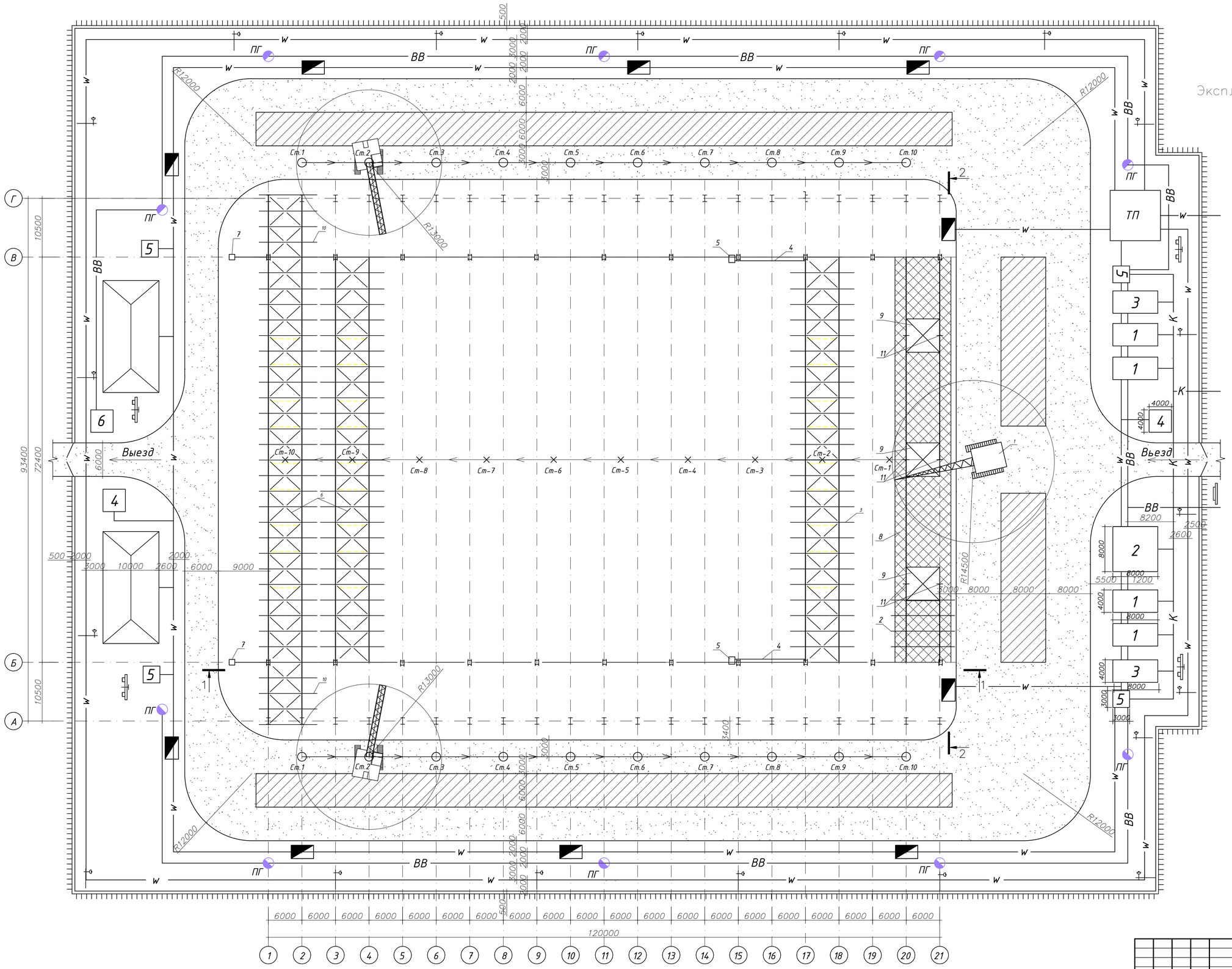
- площадка вокруг проекции подъемника на землю должна быть ограждена. Пребывание посторонних лиц в этой зоне во время работы, монтажа и демонтажа подъемника запрещено;
- при установке консолей необходимо закрепить на подъемнике плакат с надписью «Внимание! Идет установка консолей»;
- до присоединения канатов к консолям необходимо проверить надежность заделки канатов на коуш;
- крепление канатов к консолям необходимо проверять после каждого передвижения консоли;
- балласт, состоящий из контргрузов, после установки на консоль должен быть надежно закреплен. Самопроизвольное сбрасывание балласта должно быть исключено;
- при проведении работ на подъемнике на консолях должны быть закреплены плакаты «Балласт не снимать» и «Опасно для жизни работающим»;
- канаты подъемный и предохранительный должны надежно натягиваться пригрузами. При работе подъемника пригрузы гарантированно не должны касаться земли;
- на пригрузах и элементах балласта (контргрузах) должна указываться их фактическая масса. Использование нетарированных пригрузов и контргрузов запрещено;
- работа на подъемнике должна осуществляться только в касках;
- вход в люльку подъемника и выход из нее должны осуществляться только с земли;
- при работе в люльке подъемника рабочий должен обязательно пользоваться предохранительным поясом с креплением его к поручням люльки.

Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1. Объем работ	м2	3520
2. Затраты труда	чел.-см.	673.03
3. Продолжительность работ	дн.	43
4. Выработка на 1 человека в смену	м2	5.2
5. Максимальное количество рабочих в смену	чел.	16
6. Заработная плата	р.-коп.	3977-26

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП-08.05.01 ТК			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Петрова С.Ю.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Технологическая карта на навесной вентилируемый фасад	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							

Объектный стройгенплан на возведения надземной части здания



Экспликация временных сооружений

№	Наименование	S, м²
1	Помещение для бригад	32
2	Контора прораба	64
3	Душевая	32
4	Проходная	16
5	Туалет	9
6	Мойка	16

1. Гусеничный кран СКГ-40;
2. Элементы монтируемого блока;
3. Блок во время надвижки;
4. Тяговый полиспаст;
5. Передвижной якорь тягового полиспаста;
6. Блоки надвинутые в проектное положен;
7. Электроледедка ЛМ-3.2;
8. Стационарные подмости;
9. Временные опоры;
10. Консольная часть покрытия;
11. Опорный домкратный узел;
12. Двухрольный блок;
13. Расчалки;

Условные обозначения

- w — Кабель электроснабжения.
- ВВ — Временный водопровод.
- К — Временная канализация.
- Ст.1 — Место стоянки крана при монтаже покрытия,калонн и балок.
- Ст-1 — Промежуточное положение блока.
- Пожарный гидрант.
- ТП — Трансформаторная подстанция.
- Освещение.
- Линия границы зоны действия крана
- Силовой шкаф.
- Закрытый склад.
- Площадка укрупнительной сборки.
- Открытый склад.
- Дороги.
- Забор.
- Въездной информационный щит
- Стенд с противопожарным инвентарем

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП–08.05.01 ОСП			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт			
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Петрова С.Ю.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Объектный стройгенплан на возведения надземной части здания	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							

Календарный план монтажа

№ п/п	Наименование работ	Объем работ: Масса т	Объем работ: Кол-во подъем	Объем работ: Тип крана	Организация работ: Норм. кол-во подъем в смену	Организация работ: Кол-во смен всего	Организация работ: Кол-во смен в сутки	Организация работ: Продолж. рабочих дней	Организация труда: Рабочих в смен: Профессия	Рабочих в смен: Кол.	Общая труд. чел-см	Выраб. т/ч-см
1	Разгрузка и сортировка сортировка конструкций. Установка, снятие монтажной оснастки и защитного ограждения.	633.4	-	СКГ-45	-	26	2	13	Монтажн. 4р-1 3р-2 Машинист 6р-1	4	104	6,1
2	Укрупнительная сборка колонн К1.	56.3	-		-	5	1	5	Монтажн. 6р-1 5р-1 4р-2 3р-1 Машинист 6р-1	6	30	1.9
3	Монтаж колонн К1, К2. Монтаж балок Б1, Б2, Б3.	302.3	108		6	20	2	10	Монтажн. 6р-2 5р-2 4р-2 Машинист 6р-2	10	200	1.5
6	Укрупнительная сборка ферм Сф1 Увязка в блоки.	822.4	1250		63	22	2	11	6р-1 5р-1 4р-2 3р-1 Машинист 6р-1	6	132	6.2
7	Монтаж стропильной фермы Сф1.	459.9	-		-	11	1	11	Монтажн. 6р-1 4р-3 3р-1 Машинист 6р-1	6	66	7.0
8	Монтаж стропильной фермы Сф2.	61.74	42		10	4	1	4	Монтажн. 6р-2 4р-6 3р-2 Машинист 6р-2	12	48	1.3

Календарное время по месяцам и неделям 2009г.

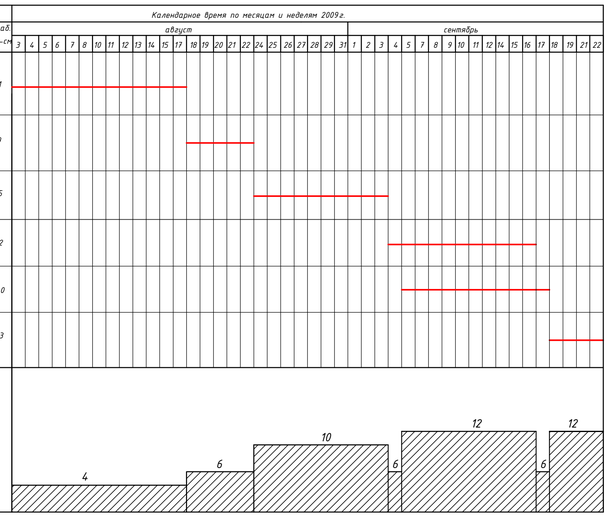


Схема строповки фермы

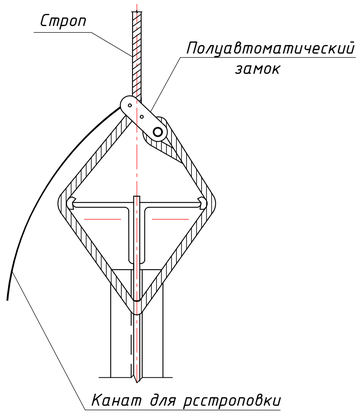
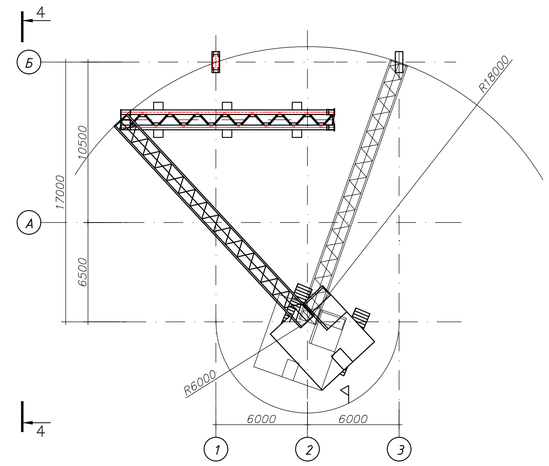
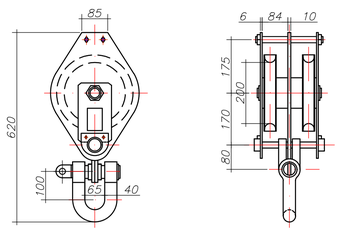


Схема монтажа колонн К1



Блок двухрольный Q=10т



СКГ-40

$L_{стр}$=25м, гусёк=7,6м.

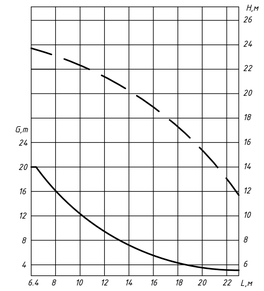
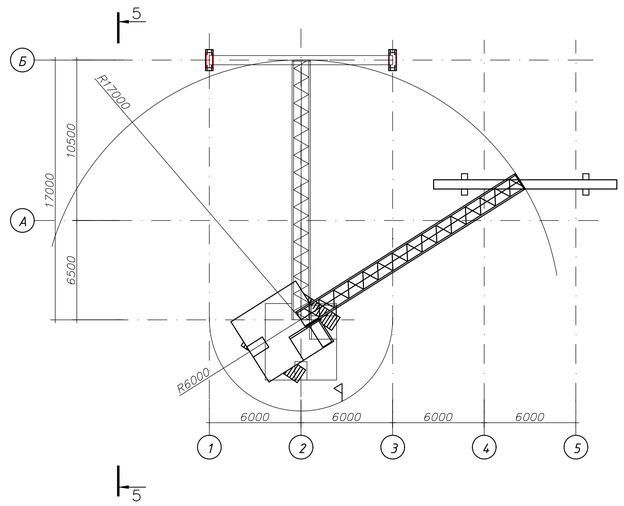
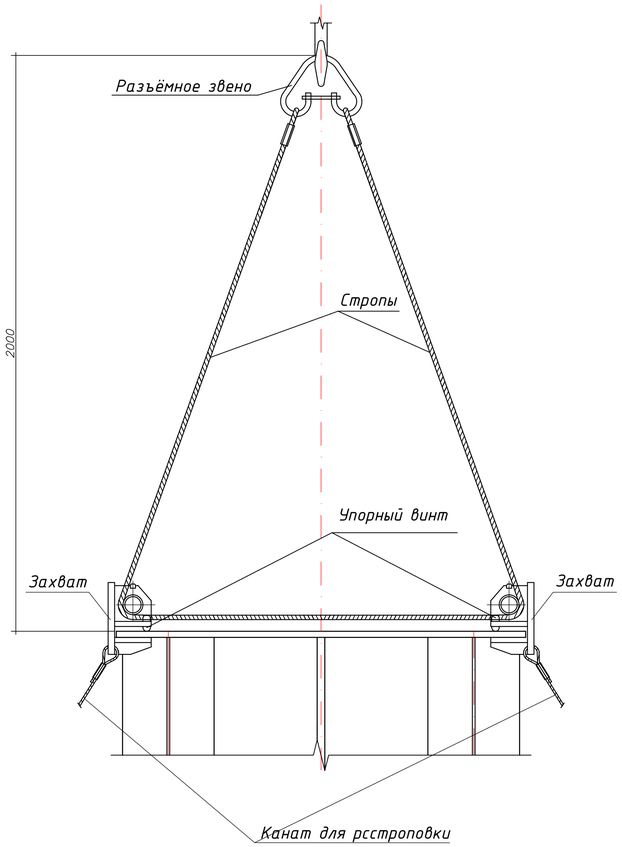


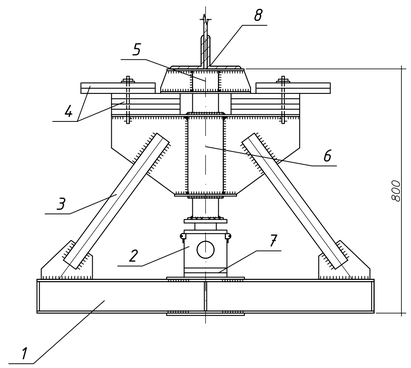
Схема монтажа подстропильных балок



Захват для установки колонн

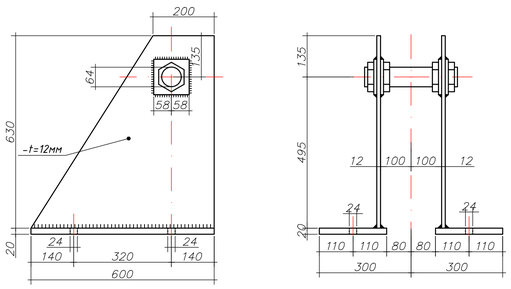


Опорный домкратный узел



1.Опорная домкратная балка;
2.Гидравлический домкрат;
3.Опорный подкос;
4.Поворотная подкладка;
5.Подьемная опорная стойка;
6.Обойма;
7.Подкладка;
8.Элемент несущей фермы;

Передвижной якорь



Техника безопасности при производстве монтажных работ

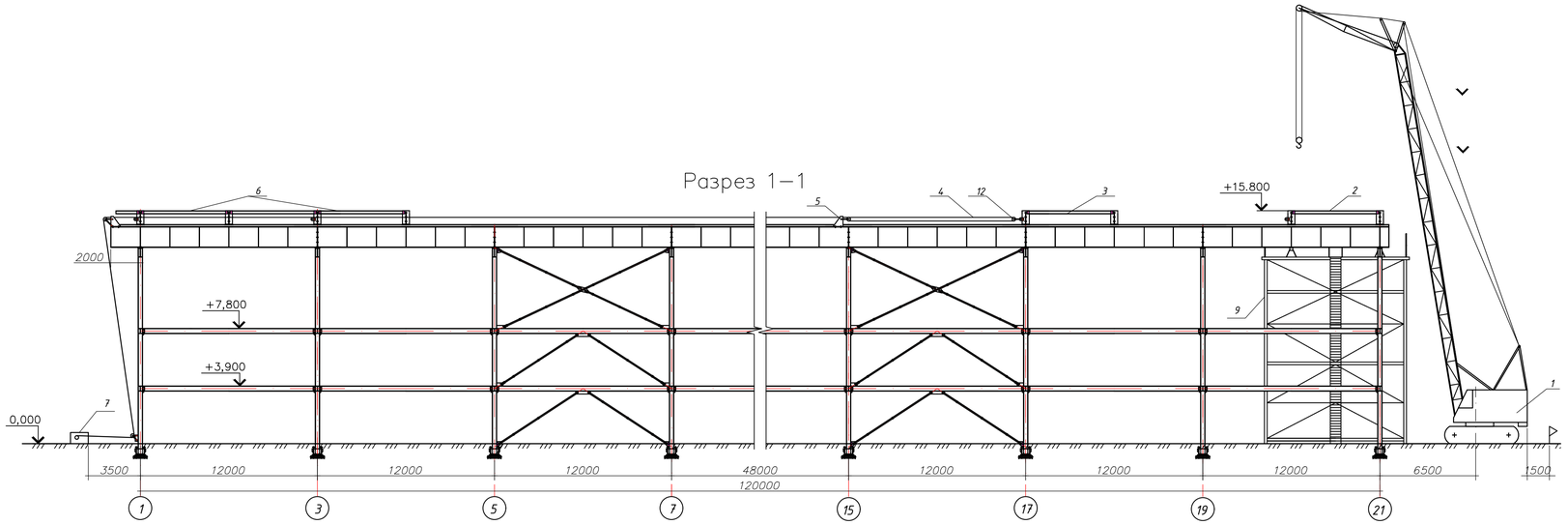
1. При производстве работ руководствоваться требованиями СНиП 12-03-2001 "Техника безопасности в строительстве".
2. К монтажу конструкций и сопутствующих ему работ допускаются рабочие, прошедшие вводный инструктаж.
3. Очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи и ржавчины следует производить до их подъема и перемещения.
4. Не допускается пребывание людей на элементах конструкций во время их подъема и перемещения.
5. Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций до установки их в проектное положение и закрепления.
6. Запрещается выполнение монтажных работ на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при грозе или тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.
7. Монтажные краны необходимо оборудовать автоматическим устройством, ограничивающим вылет крюка.
8. Монтируемые конструкции во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Стальные конструкции: Ед. изм.	Кол-во.
1	Объем монтируемых конструкций	т.	1186.4
2	Общая трудоемкость монтажа	чел.-см.	580
3	Общее количество подъемов	шт.	1400
4	Средняя масса одного подъема	т.	0,85
5	Выработка одного рабочего	т/чел-см	0,75
6	Продолжительность монтажа	дн	45

Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	ДП-08.05.01 ТК			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
Разработ.		Абазян А.С.				Ледовый дворец спорта г. Новосибирск	Стадия	Лист	Листов
		Зубарев А.А.					Р		
Консульт.		Петрова С.Ю.							
Руководит.		Григорьев С.В.				Календарный план монтажа Технические характеристики кранов	СКиУС		
Н. контр.		Григорьев С.В.							
Зав.каф.		Георгиев С.В.							

Разрез 1–1



Разрез 2–2

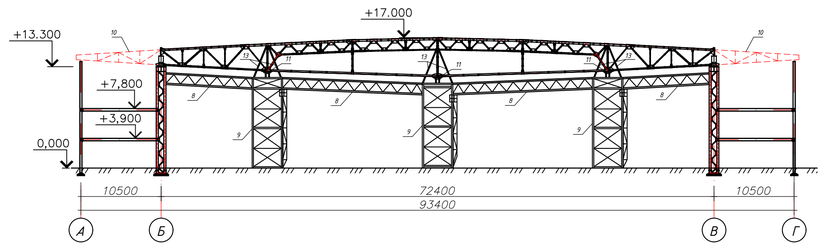
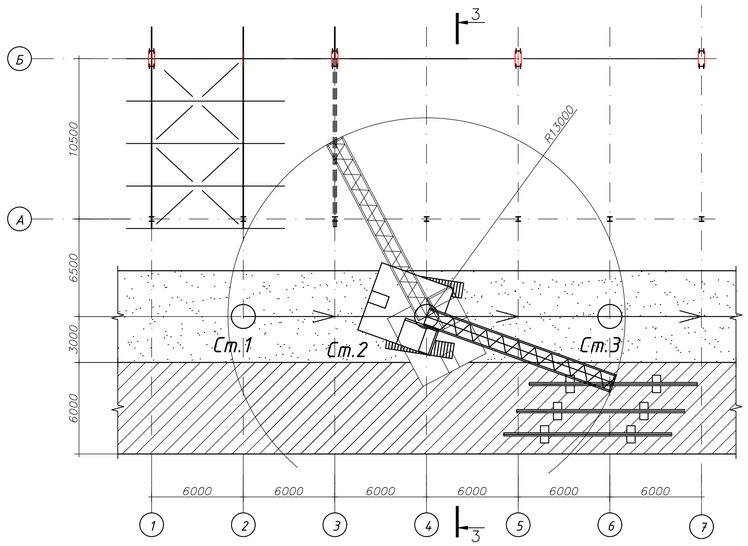
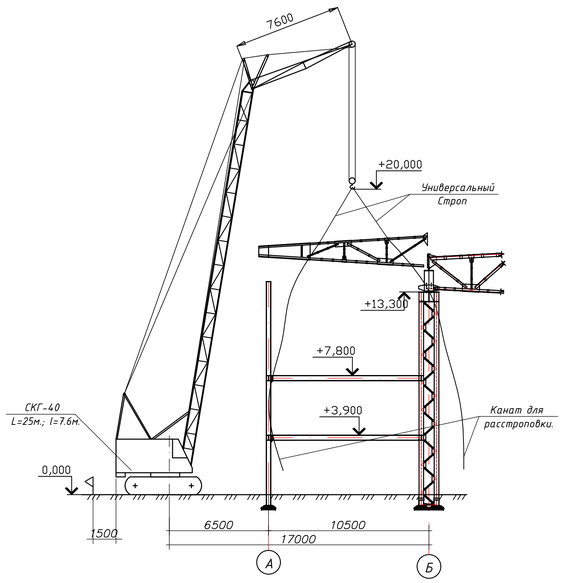


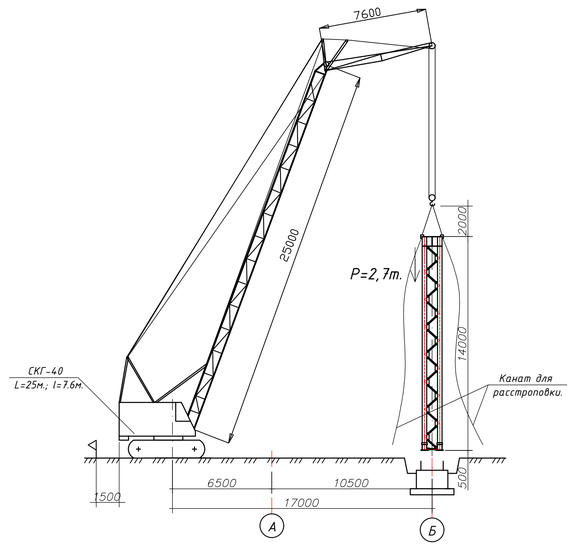
Схема монтажа консольной части покрытия



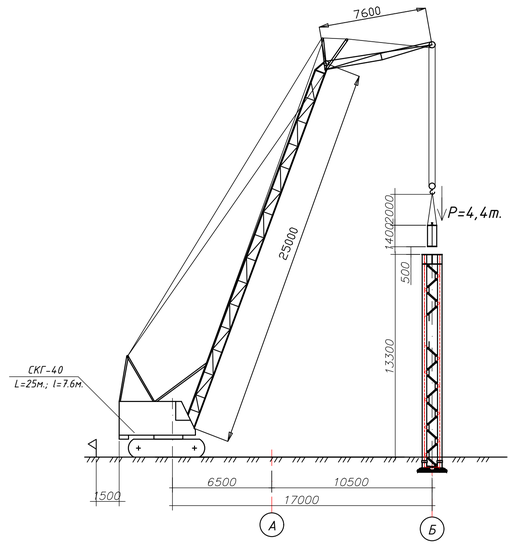
Разрез 3–3



Разрез 4–4



Разрез 5–5



Примечание
Данный лист читать совместно с листом

						ДП–08.05.01 ТК
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно–строительный институт
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подп.	Дата	
Разработ.		Айвазян А.С.				Ледовый дворец спорта
		Зубарев А.А.				
Консульт.		Петрова С.Ю.				
Руководит.		Григорьев С.В.				Схемы монтажа Разрезы 1–1,2–2,3–3,4–4,5–5
Н. контр.		Григорьев С.В.				
Зав. каф.		Георгиев С.В.				

Стадия	Лист	Листов
Р		

СКиУС