

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

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

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

Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород
тема

Пояснительная записка

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

подпись, дата

А.В. Фроловская
инициалы, фамилия

Студент

подпись, дата

А.С. Пасечник
инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме
Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород.

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование
наименование раздела

подпись, дата

А.В. Фроловская
инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный
наименование раздела

подпись, дата

Е.М. Сергуничева
инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный
включая фундаменты
наименование раздела

подпись, дата

А.В. Фроловская
инициалы, фамилия

подпись, дата

О.М. Преснов
инициалы, фамилия

Организация строительства
наименование раздела

подпись, дата

К.Г. Башаров
инициалы, фамилия

Технология строительного
производства
наименование раздела

подпись, дата

К.Г. Башаров
инициалы, фамилия

Экономика строительства
наименование раздела

подпись, дата

И.А. Саенко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

А.В. Фроловская
инициалы, фамилия

Студенту _____ Пасечник Анастасии Сергеевне
фамилия, имя, отчество

Группа СС17-12 Направление (профиль) _____ 08.05.01
номер код

«Строительство уникальных зданий и сооружений»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Ангар для обслуживания и
испытания гражданской авиации в г. Белгород.

Утверждена приказом по университету № 5954/С от 13.04.2023 г.
Руководитель ВКР А.В. Фроловская, к.т.н., доцент каф. СКиУС
инициалы, фамилия должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР

Россия, Белгородская область, город Белгород. Климатический район
строительства – ПВ.

Задания по разделам ВКР в виде проекта

Вариантное проектирование (1 лист)

Рассмотреть три варианта конструктивной схемы покрытия.

Архитектурно-строительный раздел

Пояснительная записка согласно постановлению №87, теплотехнический
расчет наружных ограждающих конструкций, экспликация полов.

• графический материал (2 листа): Фасад, план этажа, экспликация
помещений, продольный и поперечный разрезы, архитектурные узлы.

Консультант ВКР _____ Е.М. Сергуничева, к.т.н., доцент каф. ПЗиЭН
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

Расчет и конструирование металлического каркаса здания.

• графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД)- 6 листов: Схемы
расположения основных несущих элементов и связей, характерные разрезы.
Чертежи рамы и фермы.

Консультант ВКР по конструкциям А.В. Фроловская, к.т.н., доцент каф. СКиУС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Фундаменты

Расчет и сравнение двух вариантов фундаментов (фундамент мелкого заложения и свайный фундамент).

• *графический материал (1 лист):* Инженерно-геологический разрез, схема расположения фундаментов, чертежи ростверков, спецификация элементов.

Консультант ВКР по фундаментам О.М. Преснов, к.т.н., доцент каф. АДигС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Технология строительного производства

Технологическая карта на монтаж металлического каркаса.

• *графический материал (1-2 листа):* Схема производства работ, график производства работ, ТЭП.

Консультант ВКР К.Г. Башаров, к.т.н., доцент каф. СМиТС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Организация строительного производства

Стройгенплан на основной период строительства, календарный план производства работ.

• *графический материал (2 листа):* СГП, ТЭП, экспликация зданий и сооружений, календарный план производства работ.

Консультант ВКР К.Г. Башаров, к.т.н., доцент каф. СМиТС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Экономика строительства

Социально-экономическое обоснование строительства ангара в г. Белгород, составление и анализ структуры локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса, ТЭП.

Консультант ВКР И.А. Саенко, к.э.н. доцент каф. ПЗиЭН
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Дополнительные разделы

Минимальное количество листов графического материала – 13-14

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК выполнения ВКР

Наименование раздела	Срок выполнения
Вариантное проектирование	31.01-07.02
Архитектурно-строительный	08.02-28.02
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	01.03-11.04
Технология строительного производства	12.04-30.04
Организация строительного производства	02.05-28.05
Экономика строительства	30.05-13.06

Руководитель ВКР

(подпись)

Задание принял к исполнению

А.С. Пасечник
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« _____ » _____ 2023 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород» содержит 172 страницы текстового документа, 56 иллюстрации, 30 таблиц, 3 приложения, 38 использованных источника, 14 листов графического материала.

СТРОИТЕЛЬСТВО, АНГАР, АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ОБСЛУЖИВАНИЕ САМОЛЕТОВ, РАСЧЕТНАЯ СХЕМА, МЕТАЛЛИЧЕКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЯ, РЕШЕТЧАТЫЕ РАМЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА, ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.

Вид строительства – новое строительство.

Объект проектирования – 1-этажный большепролетный ангар.

Цель разработки проекта – запроектировать ангар для обслуживания и испытания самолетов с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных и других норм.

Задачи дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение полученных теоретических и практических навыков по специальности;
- подтвердить навыки решения инженерно-строительных задач;
- показать подготовленность к практической работе в условиях современного строительства.

В результате расчета были определены оптимальные конструктивные и архитектурные решения, которые наиболее полно удовлетворяют предъявляемые требования.

Разработан проект строительства нового большепролетного ангара, отвечающего современным нормам и правилам проектирования зданий и сооружений.

Продолжительность строительства составит 260 дней.

В ходе дипломного проекта были выполнены следующие пункты:

- сравнение разных конструктивных схем покрытия основного блока ангара;
- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- конструктивные расчеты основных несущих конструкций здания: колонны, фермы, решетчатые рамы и связевые системы.
- сравнение двух вариантов фундамента: фундамент мелкого заложения и свайный фундамент;
- разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса;
- разработаны строительный генеральный план и календарный план производства работ на основной период строительства;
- выполнен локальный сметный расчет на монтаж металлического каркаса, подсчитаны технико-экономические показатели проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	12
1 Вариантное проектирование	13
1.1 Описание и оценка вариантов конструкций покрытия здания	13
1.1.1 Вариант конструктивной схемы №1 – Балочная схема	13
1.1.2 Вариант конструктивной схемы №2 – Рамная схема №1	14
1.1.3 Вариант конструктивной схемы №3 – Рамная схема №2	15
1.2 Окончательный выбор конструктивной схемы производственного здания	16
2 Архитектурно-строительный раздел.....	17
2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	17
2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства	18
2.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства	19
2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	20
2.5 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по инженерному обеспечению здания	20
2.6 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	20
2.7 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	21
2.8 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	21
2.9 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению соблюдения санитарно-гигиенических условий	22
3 Расчетно-конструктивный раздел	23
3.1 Характеристика района строительства	23
3.2 Описание конструктивной схемы каркаса ангара	23
3.2.1 Компоновка каркаса здания	23
3.2.2 Обеспечение неизменяемости конструктивной схемы здания	24
3.3 Нагрузки, действующие на каркас	26
3.3.1 Постоянные нагрузки	26
3.3.2 Кратковременные нагрузки	27
3.4 Расчет фермы каркаса.....	31

ДП-08.05.01-2023 ПЗ								
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Пасечник А. С.					8	172
Руководит.		Фроловская А.В.				Кафедра СКУС		
Н. контроль		Фроловская А.В.						
Зав. кафедр.		Геордиев С.В.						

Список использованных источников	155
Приложение А	159
Приложение Б.....	164
Приложение В	166

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Объектом выпускной квалификационной работы является ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород.

Проектируемое здание предназначено для проведения комплекса всех необходимых мероприятий по обслуживанию техники авиационной промышленности. Для этого возникает необходимость обеспечения заданного расстояния между несущими опорами. Пролет здания основного блока ангара составляет 108 м. Согласно Градостроительному кодексу РФ здание относится к уникальному, так как имеет пролет более чем 100 м. На основании этого проектирование объекта и всей документации производится с учетом требований к зданиям с повышенным уровнем ответственности.

С каждым годом количество авиаперевозок растет, что требует увеличения числа авиапарков и ангаров для их обслуживания. Аэропорт Белгорода является одним из крупнейших в регионе и постоянно расширяется. Строительство новых ангаров позволит увеличить его возможности и привлечь больше авиакомпаний.

Кроме того, актуальность работы заключается в необходимости повысить качество обслуживания и безопасность полетов, а также проводить ремонт и техническое обслуживание самолетов более эффективно и быстро.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает в себя проектную разработку, в которой рассматриваются следующие разделы:

- вариантное проектирование;
- архитектурно-строительный раздел;
- расчетно-конструктивный раздел;
- организация и технология строительного производства;
- экономика строительства.

Объем текстовой части проекта составляет 172 страниц, объем графической части проекта составляет – 14 листов формата А1. Текстовая часть выполнена с использованием программных комплексов Microsoft Word 2019, Microsoft Excel 2019. Расчет конструкций зданий выполнен в программном комплексе SCAD Office 21.1.9.9. Графическая часть проекта выполнена в системе автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2020.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	12
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 Вариантное проектирование

1.1 Описание и оценка вариантов конструкций покрытия здания

В рамках выполнения раздела «вариантное проектирование» выпускной квалификационной работы рассмотрим три варианта конструктивной схемы покрытия основного блока в осях А-М и 3-12 (в дальнейшем проектировании) пролетом 108 м, который является частью ангара по обслуживанию и испытанию гражданской авиации.

Ангар представляет собой одноэтажное производственное здание сложной формы в плане и состоящий из двух блоков, которые имеют различный конструктив и соединены деформационным швом. Рассматриваемый блок имеет размеры 108х60 м.

Габарит каждой конструкции определен из условия образования свободного пространства для обеспечения размещения самолета с учетом реализации всех необходимых мероприятий по обслуживанию и соблюдением всех требований.

1.1.1 Вариант конструктивной схемы №1 – Балочная схема

Конструктивное решение в виде системы однопролетных балочных ферм с шарнирным закреплением пролетом 108 м, шаг несущих конструкций 6 м.

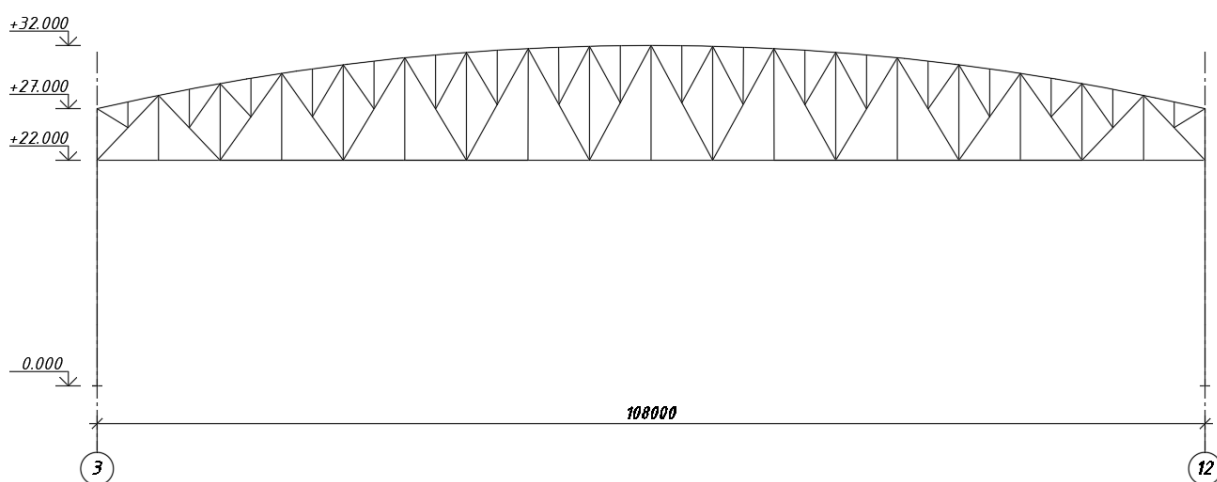


Рисунок 1.1 – Конструктивная схема №1

Конструкция поперечной рамы образована стойками и ригелем. Стойками являются двухветвевые колонны на планках жестко защемлены в плоскости рамы, из плоскости закреплены шарнирно. Устойчивость каркаса из плоскости обеспечивается вертикальными связями по колоннам образующих в торцах здания жесткие устойчивые блоки. А ригелем является шпренгельная ферма. Высоты на опоре и в пролете подобраны исходя из общих рекомендаций $(1/10) \cdot l$ и составляют 5 м и 10 м соответственно. Опираие на колонны – шарнирное.

Устойчивость ферм обеспечивается системой связей: вертикальных в продольном направлении и горизонтальных в плоскостях нижних и верхних поясов ферм.

Габариты рассматриваемого блока составляют:

- план – 108х60 м;
- высота до низа несущих конструкций покрытия – 22 м;
- высота конструкции покрытия в пролете – 32 м.
- объем отапливаемого пространства – 192 720 м³.

Основные преимущества: простота статической схемы; упрощенное изготовление и монтаж несущих элементов конструкции; отсутствие распора от вертикальных нагрузок, следовательно, размеры колонн и фундаментов имеют меньшие размеры; достаточный конструктивный уклон для нормального стока воды; минимальная чувствительность при разрезных схемах к осадкам опор.

Недостатки: значительная высота ферменной конструкции; большой расход стали. Для улучшения показателей расхода материала необходимо применение предварительного напряжения.

1.1.2 Вариант конструктивной схемы №2 – Рамная схема №1

Конструктивное решение в виде системы двухшарнирных рам переменного сечения пролетом 108 м, шаг несущих конструкций 12 м.

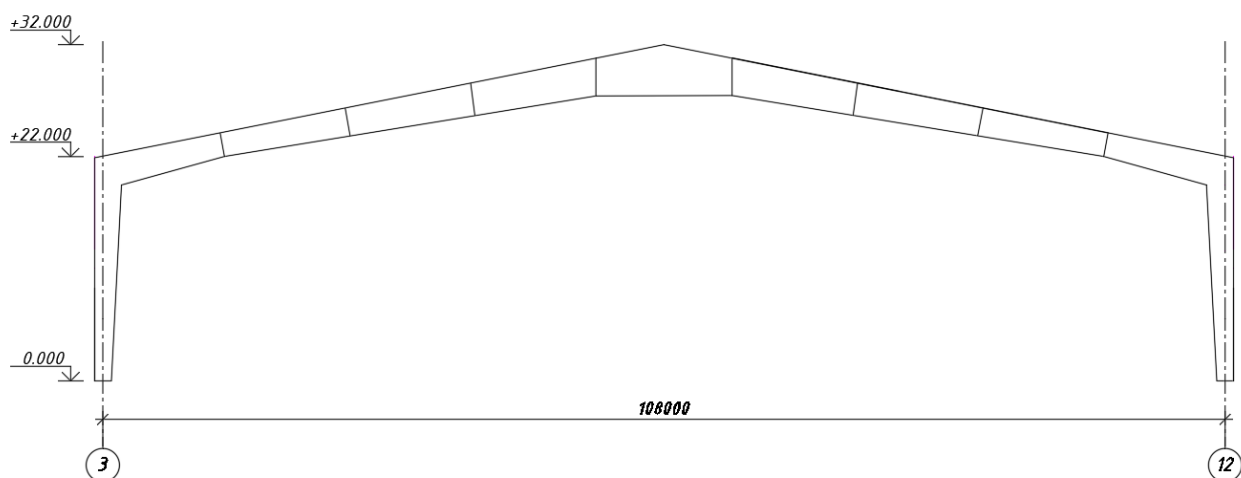


Рисунок 1.2 – Конструктивная схема №2

Конструкция образована двухшарнирной рамой двутаврового переменного сечения. Элементы рамы являются составными. Устойчивость здания из плоскости рамы обеспечивается связевыми блоками. Высота сечения назначается из общих требований для ригелей $(1/28) \cdot l$.

Габариты рассматриваемого блока составляют:

- план – 108х60 м;

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	14
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- высота до низа несущих конструкций покрытия в пролете – 27 м;
- высота конструкции покрытия в пролете – 32 м.
- объем отапливаемого пространства – 174 960 м³.

Основные преимущества: меньшая высоты ригелей; конструктивная система создает максимальное свободное пространство; большая жесткость при меньшем весе несущих конструкций каркаса.

Недостатки: составные элементы рамы не могут быть подобраны при помощи программного комплекса, поэтому расчет выполняется в несколько итераций: предварительный расчет рамы, как рамы постоянной жесткости, для выявления значений изгибающих моментов и подбора соответствующих параметров сечения; большая ширина колонн приводит к увеличению размеров фундаментов и к излишним габаритам здания; система чувствительна к неравномерным осадкам опор и изменениям температуры. При шаге рам 12 м требуется проектировать соответствующие прогоны, к таким относятся стальные решетчатые прогоны производственных зданий, которые представляют из себя шпренгельную балку.

1.1.3 Вариант конструктивной схемы №3 – Рамная схема №2

Конструктивное решение в виде системы решетчатых рам пролетом 108 м.

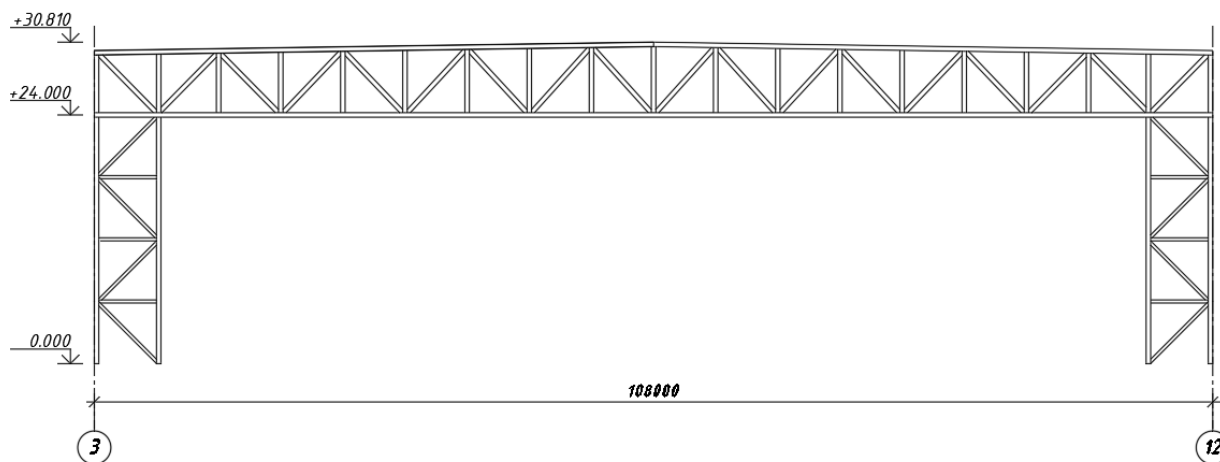


Рисунок 1.3 – Конструктивная схема №3

Конструкция образована решетчатыми рамами двутаврового сечения с решеткой из труб квадратного сечения. В продольном направлении между рамами устроены системы вертикальных связей для обеспечения пространственной неизменяемости конструкций здания. Также жесткость конструкций обеспечивается связями по верхним и нижним поясам ферменной части рам.

Габариты рассматриваемого блока составляют:

- план – 108x60 м;
- высота до низа несущих конструкций покрытия – 24 м;

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						15

2 Архитектурно-строительный раздел

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

Проектируемый ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации располагается на территории города Белгород.

Ангар имеет сложную форму в плане с размерами в осях 1-14 156 м и в осях А-П 97 м. Конструкция здания состоит из двух блоков с пролетами 108 м и 36 м, соединенных деформационным швом. Высота до низа несущих конструкций переменная – от 17,5 до 23 м. Шаг основных несущих конструкций 6 и 12 м.

Здание является пространственным многосвязным сооружением, состоящим из металлических решетчатых рам, колонн, ферм, прогонов и связей. Все основные несущие элементы каркаса запроектированы из двутавров и труб квадратного сечения.

Выбор конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций произведен исходя из технологических требований и принятых объемно-планировочных решений в соответствии с нормами технологического проектирования авиационно-технических баз.

Таким образом, максимальные размеры здания в плане 97x156 м, высота карниза – 30,45 м, высота конька – 30,7 м. Пространство внутри ангара выполнено свободным, что позволяет беспрепятственное перемещение спецтранспорта. Предусмотрено зонирование и отделение некоторых помещений кирпичными перегородками толщиной 120 мм требуемое для выполнения определенных технологических процессов.

Кровля – плоская неэксплуатируемая с организованным внутренним водостоком.

Внешний и внутренний вид здания обусловлен его функциональным назначением – производственное здание (ангар) для обслуживания и испытания самолетов гражданской авиации.

Для снижения объема отапливаемого пространства ворота принимаются задвижными вовнутрь ангара. Также оборудованы туннели для воздушно-тепловой защиты ворот. При планировке ангара в нем предусмотрены свободные зоны для размещения передвижных средств механизации технического обслуживания воздушного судна.

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

Объемно-планировочное решение выполнено с учетом противопожарных требований [3].

Площадь основной производственной зоны подобрана исходя из требуемых размеров эксплуатируемых самолетов и количества оборудования для

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	17
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

одновременное размещение и других самолетов в соответствии их габаритов проектируемому ангару.

Вместе с тем возможна проверка и доводка отдельных систем в специальных мастерских и лабораториях. Проведение доводочных работ предусматривает возможность демонтажа отдельных систем, проведение необходимых механосборочных, сборочных и ремонтных работ, а также ремонт и обслуживание систем и механизмов испытываемых машин.

Согласно требованию технической документации [2], рабочая зона на доке для самолетов I группы 1,8 м. В таком случае минимальное расстояние между воздушным судном и ограждающей конструкцией принимаем не менее 2,7 м, расстояние от дока до ворот 2,0 м, магистральный проезд 4,0 м. Ширина проема ангарных ворот должна быть не менее чем на 4,0 м больше размаха крыла.

Кроме того, предусмотренные расстояния до несущих конструкций позволяют производить свободное перемещение спецтранспорта необходимого при технологических процессах.

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

Проектируемое здание является элементом промышленной застройки, тем самым представляет из себя функциональные блоки, которые характеризуются исключительно внутренними эксплуатационными качествами.

Для придания архитектурной выразительности современные архитекторы, чаще всего, решают эту проблему за счет внедрения декоративной отделки, например, облицовки безликих типовых построек эпохи функционализма различными фасадными панелями, которые придают зданию более индивидуальный характер. Фасадные панели – достаточно недорогое средство, поэтому пользуется немалым спросом. Большой выразительности постройки можно добиться путем внедрения в архитектуру здания декоративных элементов, заимствованных из различных архитектурных стилей.

При проектировании ангара применена фасадная система, выполненная из сэндвич-панелей. Цвет стеновых панелей спокойных синих оттенков. Выполнена визуальная разбивка фасада стеновыми панелями одинакового типоразмера, что помогает, с одной стороны сделать акцент, на данном элементе фасада достигаемым контрастом цветов, с другой стороны ввести элемент вертикальной симметрии стен. Стена здания имеет три плоскости: плоскость стеновых панелей, оконных проемов и плоскость цоколя. Оконные проемы вносят горизонтальное членение на фасаде и придают ему горизонтальную и вертикальную симметрию. Цвет кровли – темно-зеленый, что зрительно связывает ее с землей и помогает уменьшить вертикальный габарит здания. Цоколь облицован панелями серого цвета, и имеет симметрично расположенные вставки под цвет ангарных ворот. Все это способствует визуальному выделению здания из окружающей среды.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	19
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таким образом, архитектурная выразительность фасада создана достаточно простыми и доступными средствами. Сооружение органично смотрится на общем фоне.

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

Ограждающие конструкции помещений и зон по обслуживанию и испытанию самолетов гражданской авиации выполнены из металлических трехслойных панелей типа сэндвич и окрашены в светлые теплые тона. Стены помещений венткамер и санузла облицованы керамической плиткой. Помещение общественно-бытового обслуживания работающих окрашено краской светлых тонов. Перегородки, разделяющие рабочие помещения, выполнены из кирпичной кладки толщиной 120 мм на растворе М50 с армированной сеткой через каждые 5 рядов кладки.

Подробное описание решений по устройству ограждающей конструкции кровли согласно [4] приведено в теплотехническом расчете (приложение А), описание решений по устройству полов во всех помещениях производственного здания представлено в экспликации полов (приложение Б).

2.5 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по инженерному обеспечению здания

В ангаре используются два независимых ввода городских тепловых сетей: основной и резервный, применяемый для непрерывности производственного процесса на случай аварии, а также для исключения возможности перебоев в подаче тепла. В качестве источника тепла принимается система централизованного теплоснабжения с распределением тепла между потребителями через индивидуальный тепловой пункт.

В здании имеется множество потребителей электроэнергии и воды для обеспечения всех необходимых мероприятий по обслуживанию самолетов гражданской авиации и иных технических нужд.

На территории ангарного корпуса располагаются комбинированные испытательные стенды мощных агрегатов электрооборудования, электромеханизмов и других приборов; вакуумные и гидравлические насосы; различные шкафы для зарядки и питания.

2.6 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Мероприятия по пожарной безопасности принимаются в соответствии с СП 112.13330.2011 [6], с учетом данных требований характеристики здания, следующие:

- класс сооружения – КС-3;

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2.9 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению соблюдения санитарно-гигиенических условий

Все применяемые материалы при строительстве ангара для обслуживания и испытания самолетов имеют гигиенические сертификаты.

Для защиты металлических конструкций от коррозии проводится ряд необходимых мероприятий непосредственно во время монтажа в процессе строительства.

Для обеспечения в производственном здании комфортной среды на рабочих местах предусматриваются система кондиционирования для использования в жаркий период и система отопления в холодный период с целью поддержания комфортной температуры помещений.

Помимо предусмотренного бокового естественного освещения все помещения оборудованы общим и местным искусственным для обеспечения достаточного освещения рабочих мест в ангаре.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	22
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

3 Расчетно-конструктивный раздел

3.1 Характеристика района строительства

Производственное здание располагается в Белгородской области, г. Белгород.

Характеристика района строительства ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации приведена в таблице 3.1, согласно СП 131.13330.2020, СП 14.13330.2018 и СП 50.13330.2013 [8-10].

Таблица 3.1 – Характеристика района строительства

Параметр 1	Значение параметра 2
Сейсмичность площадки строительства, в баллах	несейсмичный район
Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С	-24
Температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92, °С	-26
Снеговой район	III
Нормативное значение веса снегового покрова S_g , кПа	1,5
Ветровой район	II
Нормативное значение ветрового давления w_0 , кПа	0,30
Климатический район строительства	IV
Зона влажности	сухая

3.2 Описание конструктивной схемы каркаса ангара

3.2.1 Компоновка каркаса здания

Ангар имеет сложную форму в плане с размерами в осях 1-14 156 м и в осях А-П 97 м. Конструкция здания состоит из двух блоков с пролетами 108 м и 36 м. Между блоками выполнен деформационный шов. Первый блок высотой 23 м до низа несущих конструкций, а второй имеет переменную высоту от 17,5 м до 23 м до низа несущих конструкций.

Здание является пространственным многосвязным сооружением, состоящим из металлических решетчатых рам, колонн, ферм, прогонов и связей.

Рамы и колонны жестко заземлены с фундаментом.

Рамы запроектированы из двутавров с решеткой из труб квадратного сечения. Прогоны выполнены из швеллеров и укладываются с шагом 3 м. Для обеспечения пространственной неизменяемости каркаса применена система горизонтальный и вертикальных связей, выполненных из труб квадратного сечения.

Фундамент здания запроектирован в виде железобетонного ростверка под каждую колонну на большую глубину заложения.

Выбор конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций произведен исходя из технологических требований и принятых объемно-планировочных решений в соответствии с нормами технологического проектирования авиационно-технических баз.

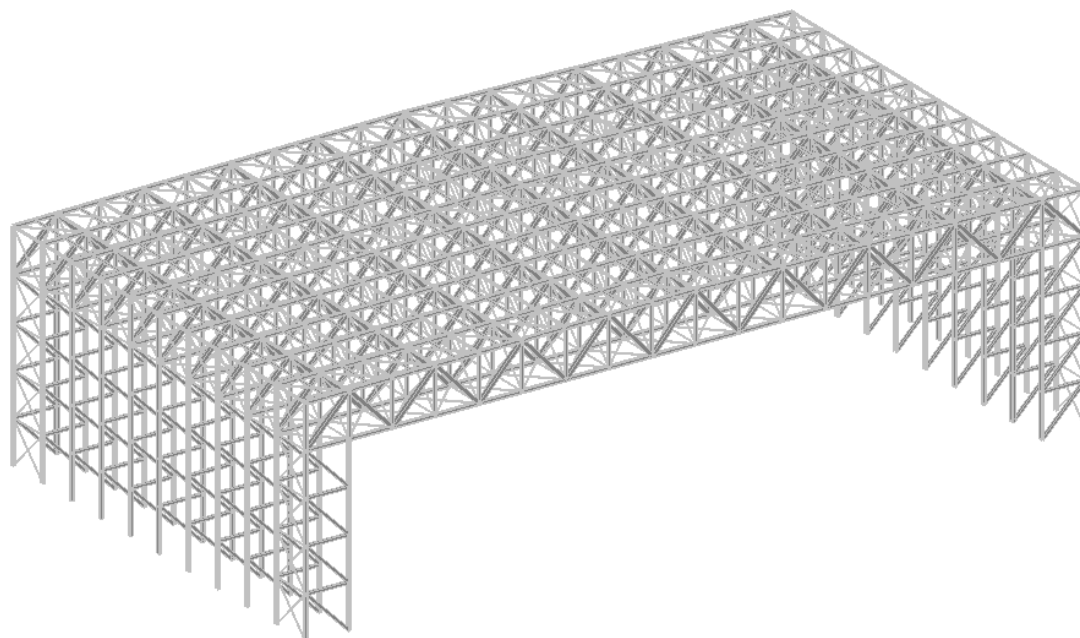


Рисунок 3.1 – Пространственная схема каркаса большепролетного блока ангара

3.2.2 Обеспечение неизменяемости конструктивной схемы здания

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами в соответствии с [12]. Они объединяют элементы каркаса в единую неизменяемую пространственную систему, создают резерв несущей способности рам за счет их совместной работы и обеспечивают устойчивость его сжатых элементов. Связи в значительной мере влияют на поперечную и продольную жесткость, что важно для нормальной эксплуатации здания и продолжительности службы конструкций. Связи создают условия для надежного и удобного монтажа элементов каркаса.

Связи между колоннами предназначены для создания продольной жесткости каркаса, необходимой для нормальной его эксплуатации, так как продольная конструкция здания сама по себе является мало жесткой. Также для обеспечения устойчивости колонн и восприятия ветровых нагрузок, действующих на продольные и торцевые стены здания.

Вертикальные связи располагаются по краям температурного блока для уменьшения температурных деформаций и соответствующих дополнительных напряжений в продольных элементах каркаса.

Самой распространенной является крестовая система связей, так как она обеспечивает наиболее простую и жесткую завязку колонн здания.

Нижние пояса рам соединяются поперечными и продольными горизонтальными связями: первые фиксируют вертикальные связи и растяжки, за счет чего уменьшается уровень вибрации поясов рам; вторые служат опорами верхних концов стоек продольного фахверка и равномерно распределяют нагрузки на соседние рамы.

Конструктивное решение связей по верхним поясам зависит от компоновки конструкций покрытия. Устройство и назначения связей в плоскости верхних поясов при покрытии с прогонами обусловлено тем, что кровельные плиты не образуют жесткий диск. Устойчивость верхних поясов рам как при монтаже, так и при эксплуатации обеспечивается поперечными связевыми фермами и прогонами, выполняющими в системе связей назначение распорок.

Верхние пояса рам соединяются горизонтальными поперечными связями в виде прогонов для сохранения запроектированного положения рам. Поперечные связи объединяют верхние пояса рамы в единую систему.

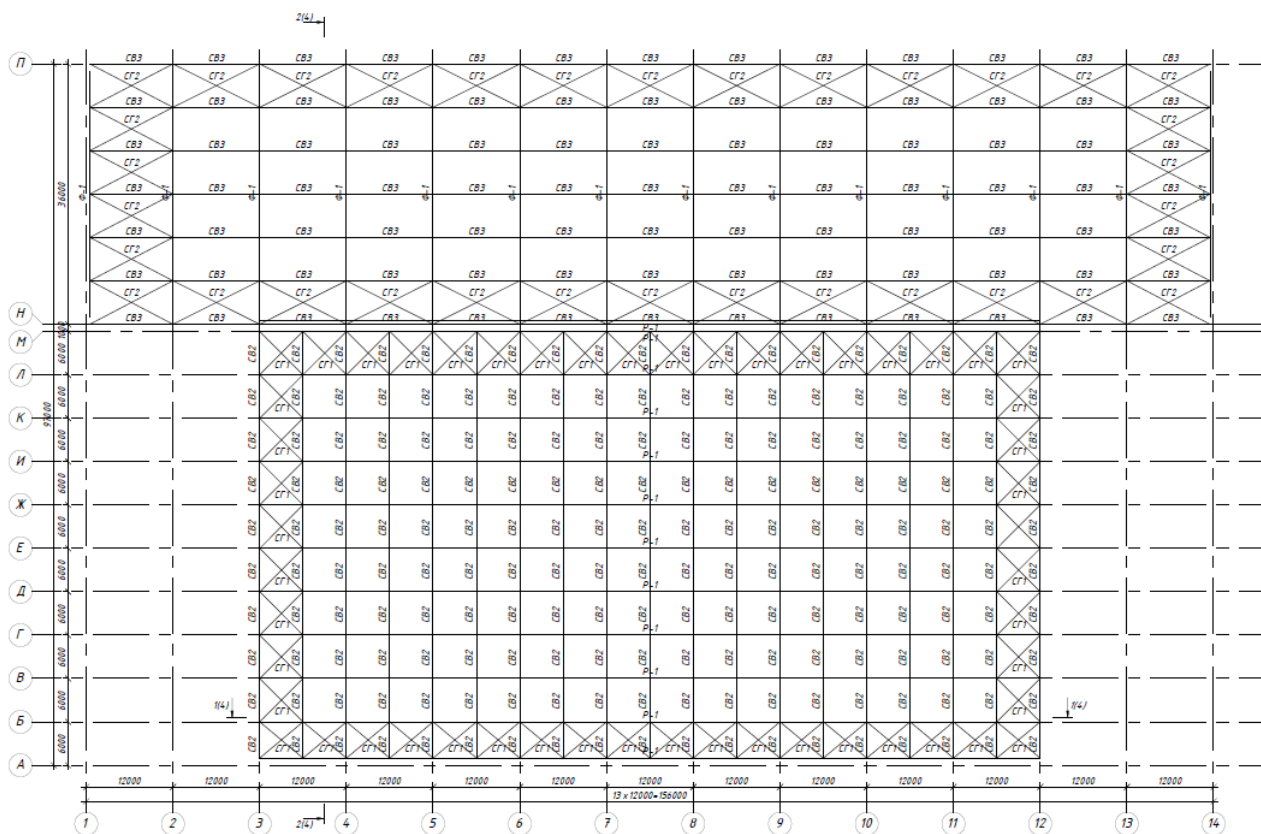


Рисунок 3.2 – Схема расположения связей по нижним поясам ферм

Вертикальные связи рам необходимы в процессе возведения здания или сооружения. Вертикальные связи способствуют сохранению устойчивости рам из-за смещения их центра тяжести выше опор. Вместе с промежуточными рамами они образуют пространственно-жесткий блок с торцов здания.

Принимаем $P_{об} = 0,975 \text{ кН/м}^2, b = 3 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (3.1), получаем

$$q_{пр,n} = 0,975 \cdot 3 = 2,925 \text{ кН/м};$$

$$q_{пр,n} = 0,975 \cdot 3 \cdot 1,2 = 3,51 \text{ кН/м}.$$

Собственный вес стенового ограждения и остекления

С учетом того, что остекление равномерно распределено по площади фасада блоков, для упрощения приложения нагрузки принимаем средневзвешенное значение.

Определяем равномерно распределенную нагрузку на стойку ригеля, согласно грузовой площади.

Средневзвешенное значение объемного веса

$$\gamma_{ст,n} = 2,62 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_{ст} = 2,97 \text{ кН/м}^3.$$

Сосредоточенную нагрузку на стойку определим по формуле (3.2)

$$F_{ст,n} = \gamma_{ст,n} \cdot a \cdot b \cdot h, \quad (3.2)$$

где $\gamma_{ст,n}$ – средневзвешенное значение объемного веса;

a – длина элемента стенового ограждения;

b – ширина элемента стенового ограждения;

h – толщина стенового ограждения.

Принимаем $a = 6 \text{ м}, b = 1,8 \text{ м}, h = 0,1 \text{ м}, \gamma_{ст,n} = 2,62 \text{ кН/м}^3, \gamma_{ст} = 2,97 \text{ кН/м}^3$.

Подставляем значения в формулу (3.2), получаем

$$F_{ст,n} = 2,62 \cdot 6 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 2,83 \text{ кН/м};$$

$$F_{ст,n} = 2,97 \cdot 6 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 3,21 \text{ кН/м}.$$

3.3.2 Кратковременные нагрузки

Ветровая и снеговая нагрузки дополнительно определены при помощи программного комплекса «ВеСТ», согласно [11].

Снеговая нагрузка

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность определяется по формуле

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (3.3)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

c_t – термический коэффициент;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной нагрузки на поверхность земли, кПа.

Исходные данные для расчета снеговой нагрузки приведены на рисунке 3.1. Результаты расчета в программном комплексе «ВеСТ» приведены на рисунке 3.2.

Таким образом, распределенную нагрузку на прогон определим по формуле (3.1)

Принимаем $P_{обл,n} = 1,5 \text{ кН/м}^2, P_{обл} = 2,1 \text{ кН/м}^2, b = 3 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (3.1), получаем

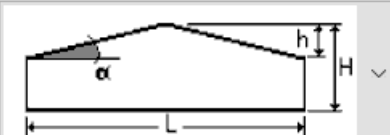
$$q_{chl,n} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ кН/м},$$

$$q_{chl} = 2,1 \cdot 3 = 6,3 \text{ кН/м}.$$

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Исходные данные **Снеговые нагрузки**

Покрытие



Высота здания H м
 Ширина здания B м

h м
 α град

L м
 h_f м
 a м
 f м

Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением

Местность
 Снеговой район
 Тип местности

Нормативное значение снеговой нагрузки кН/м²

Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м

Средняя температура января °С

Рисунок 3.4 – Исходные данные для расчета снеговой нагрузки

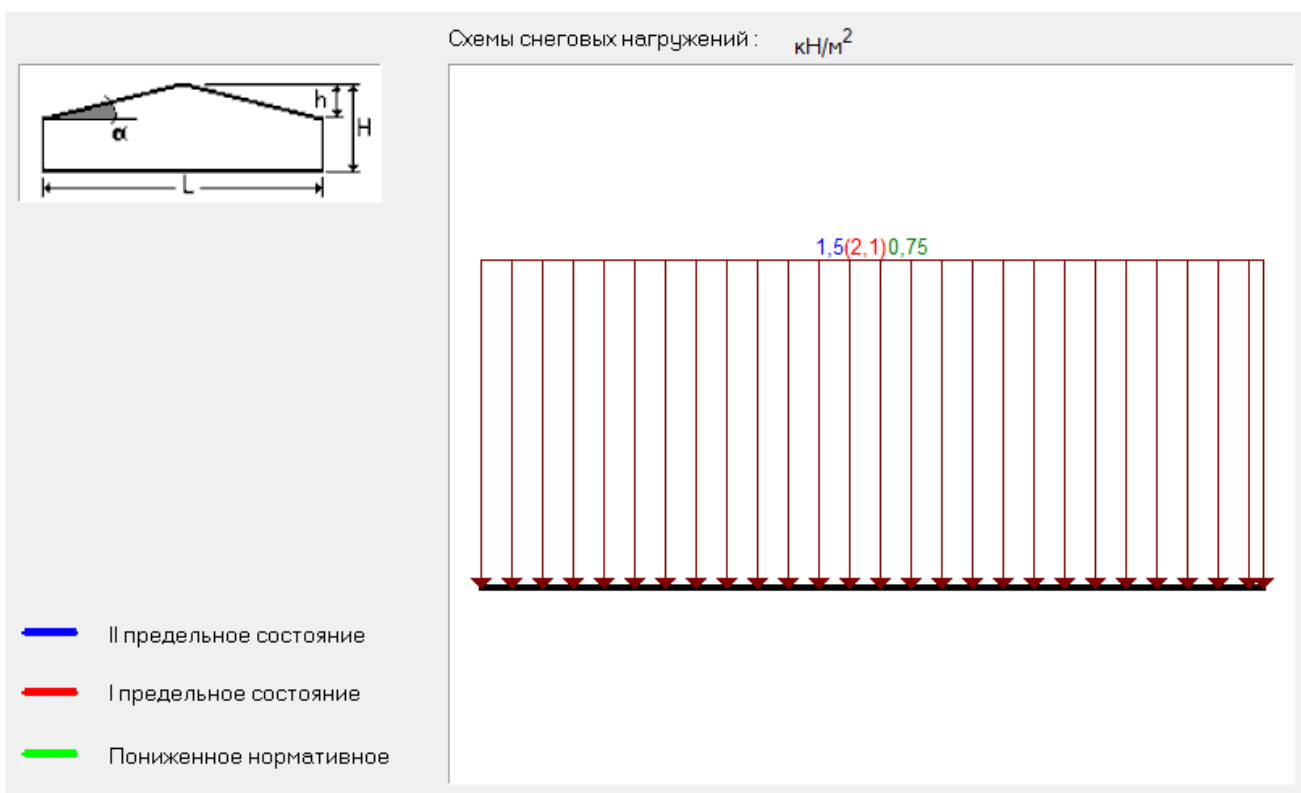


Рисунок 3.5 – Результаты расчета снеговой нагрузки в программном комплексе «ВеСТ»

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Ветровая нагрузка

Исходные данные для расчета ветровой нагрузки приведены на рисунке 3.3.

Местность

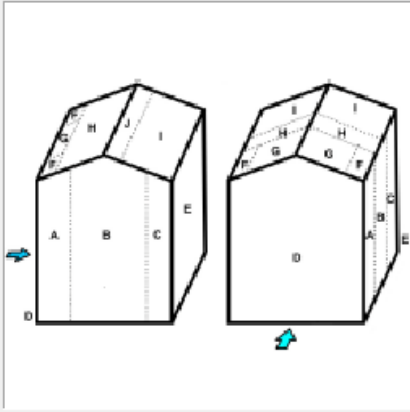
Ветровой район

Нормативное значение ветрового давления кН/м²

Тип местности

Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м

Типы сооружений



- Отдельно стоящие плоские сплошные конструкции
- Прямоугольные в плане здания с двускатными покрытиями
- Здания с открывающимися и постоянно открытыми проемами
- Навесы
- Цилиндрические резервуары
- Вытянутые сооружения и элементы с цилиндрической поверхностью
- Оттяжки

Рисунок 3.6 – Исходные данные для расчета ветровой нагрузки

Основная ветровая нагрузка складывается из двух составляющих:

$$w = w_m + w_p. \quad (3.4)$$

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

$$\begin{aligned} w_m &= w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \\ w_p &= w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot \nu, \\ k(z_e) &= k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha}; \quad \zeta(z_e) = \zeta_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{-\alpha}, \end{aligned} \quad (3.5)$$

где w_0 - нормативное значение ветрового давления ;

$k(z_e)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ;

c - аэродинамический коэффициент.

Эквивалентная высота $z_e = h$ для зданий при $h \leq d$,

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						30

где d - размер здания (без учета его стилобатной части) в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер);

h - высота здания.

Коэффициент $k(z_e)$ для высот $z \leq 300$ м определяется по [11, таблице 11.2]

Расчетное значение ветровых нагрузок на 1 м^2 поверхности подсчитывается по формуле:

$$w = w_n + \gamma_f, \quad (3.6)$$

где $w_n = w_m + w_p$ – нормативное значение ветровой нагрузки;

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке для ветровой нагрузки.

Значение пульсационной составляющей w_p основной ветровой нагрузки зададим с помощью программного комплекса SCAD.

Таблица 3.2 – Результаты расчета значений средней составляющей основной ветровой нагрузки

w_0 , кПа	z_e , м	$k(z_e)$	$c^{(+)}$	$c^{(-)}$	$w_m^{(+)}$, кПа	$w_m^{(-)}$, кПа	Расчет. коэф.	$w_m^{(+)}$, кН/м	$w_m^{(-)}$, кН/м
0,3	0	0,5	0,8	-0,5	0,12	-0,075	1,4	0,168	-0,105
	6	0,53			0,127	-0,078		0,178	-0,111
	12	0,69			0,166	-0,104		0,232	-0,145
	18	0,81			0,194	-0,122		0,272	-0,170
	24	0,9			0,216	-0,135		0,302	-0,189
	30	0,975			0,234	-0,146		0,328	-0,205

3.4 Расчет фермы каркаса

Для унификации элементов рассчитаем ферму по оси 7, так как она находится в середине пролёта и является наиболее загруженная.

3.4.1 Подбор сечений стержней фермы

Принимаем сталь С345. Предварительное сечение фермы определим с помощью программы «Кристалл», путем загрузки фермы расчетной нагрузкой.

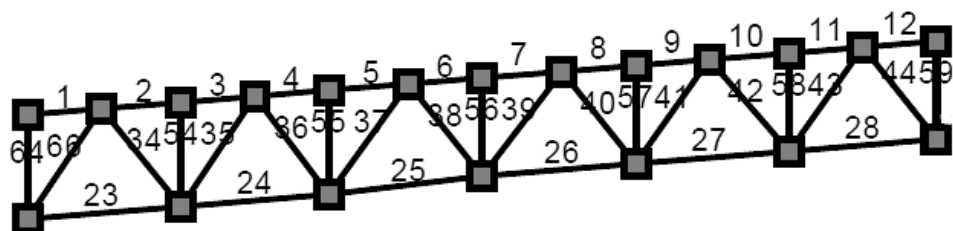


Рисунок 3.7 – Схема фермы каркаса

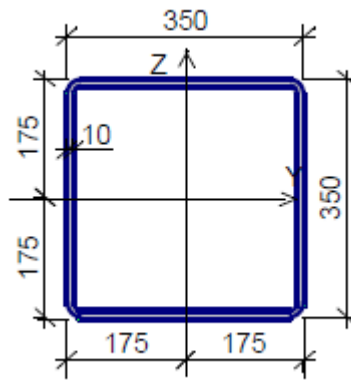


Рисунок 3.8 – Сечение верхнего и нижнего пояса фермы

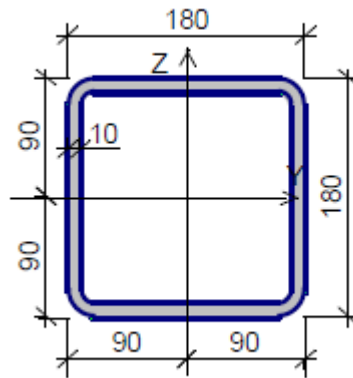


Рисунок 3.9 – Сечение раскосов фермы

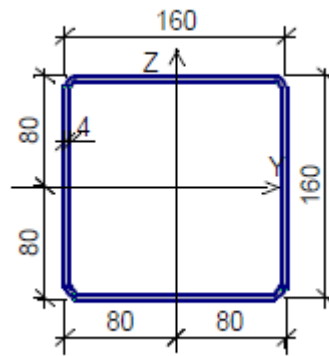


Рисунок 3.10 – Сечение стоек фермы

Результаты расчета приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 3.3 – Результаты расчета элементов фермы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность верхнего пояса	0,586
п.7.1.3	Устойчивость верхнего пояса в плоскости фермы	0,595
п.7.1.3	Устойчивость верхнего пояса из плоскости фермы	0,595
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость верхнего пояса	0,151
п.7.1.1	Прочность нижнего пояса	0,59
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость нижнего пояса	0,109
п.7.1.1	Прочность стоек	0,03
п.7.1.3	Устойчивость стоек в плоскости фермы	0,035
п.7.1.3	Устойчивость стоек из плоскости фермы	0,035
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость стоек	0,421
п.7.1.1	Прочность раскосов	0,332
п.7.1.3	Устойчивость раскосов в плоскости фермы	0,339
п.7.1.3	Устойчивость раскосов из плоскости фермы	0,375
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость раскосов	0,424
п.7.1.1	Прочность опорных раскосов	0,363
п.7.1.3	Устойчивость опорных раскосов в плоскости фермы	0,463
п.7.1.3	Устойчивость опорных раскосов из плоскости фермы	0,463
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость опорных раскосов	0,509

Таблица 3.4 – Усилия в элементах фермы

№ эл.	Комбинации		Загрузки
	N_{min} кН	N_{max} кН	1 кН
	<u>Элементы верхнего пояса</u>		
1	0	0	0
2	-621,523	-621,523	-565,021
3	-621,523	-621,523	-565,021
4	-1118,741	-1118,741	-1017,038
5	-1118,741	-1118,741	-1017,038
6	-1491,655	-1491,655	-1356,05
7	-1491,655	-1491,655	-1356,05
8	-1740,264	-1740,264	-1582,059
9	-1740,264	-1740,264	-1582,059

№ эл.	Комбинации		Загружения
	N_{min} кН	N_{max} кН	1 кН
<u>Элементы нижнего пояса</u>			
23	324,869	324,869	295,336
24	884,24	884,24	803,854
25	1319,306	1319,306	1199,369
26	1630,067	1630,067	1481,88
27	1816,524	1816,524	1651,386
28	1878,677	1878,677	1707,888
<u>Элементы стоек</u>			
54	-35,146	-35,146	-31,95
55	-35,146	-35,146	-31,95
56	-35,146	-35,146	-31,95
57	-35,146	-35,146	-31,95
58	-35,146	-35,146	-31,95
59	-35,146	-35,146	-31,95
<u>Элементы раскосов</u>			
34	471,182	471,182	428,347
35	-455,315	-455,315	-413,923
36	372,464	372,464	338,604
37	-347,599	-347,599	-315,999
38	273,746	273,746	248,86
39	-239,883	-239,883	-218,075
40	175,028	175,028	159,117
41	-132,166	-132,166	-120,151
42	76,31	76,31	69,373
43	-24,45	-24,45	-22,227
44	-22,408	-22,408	-20,37

Анализируя результаты проверки по таблице 3.3 можно сделать вывод, что принятые сечения подобраны с запасом прочности.

Далее в ПК «SCAD» строим пространственную схему здания, назначаем предварительные сечения для стержней ферм и создаем группы конструкций со следующими параметрами:

Верхний пояс фермы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент пояса фермы;
- длина – 3 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 3 м.

Нижний пояс фермы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент пояса фермы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

Раскосы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки фермы.

Стойки

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки фермы;
- длина – 6 м.

Выполним расчет на комбинации усилий.

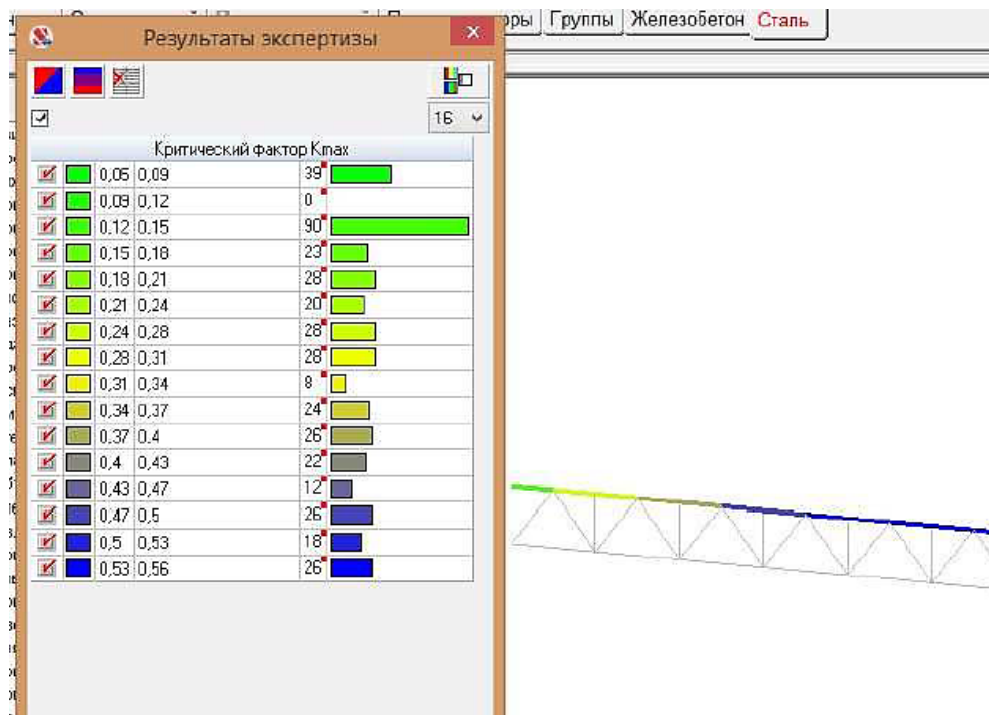


Рисунок 3.11 – Коэффициенты использования сечения верхнего пояса фермы

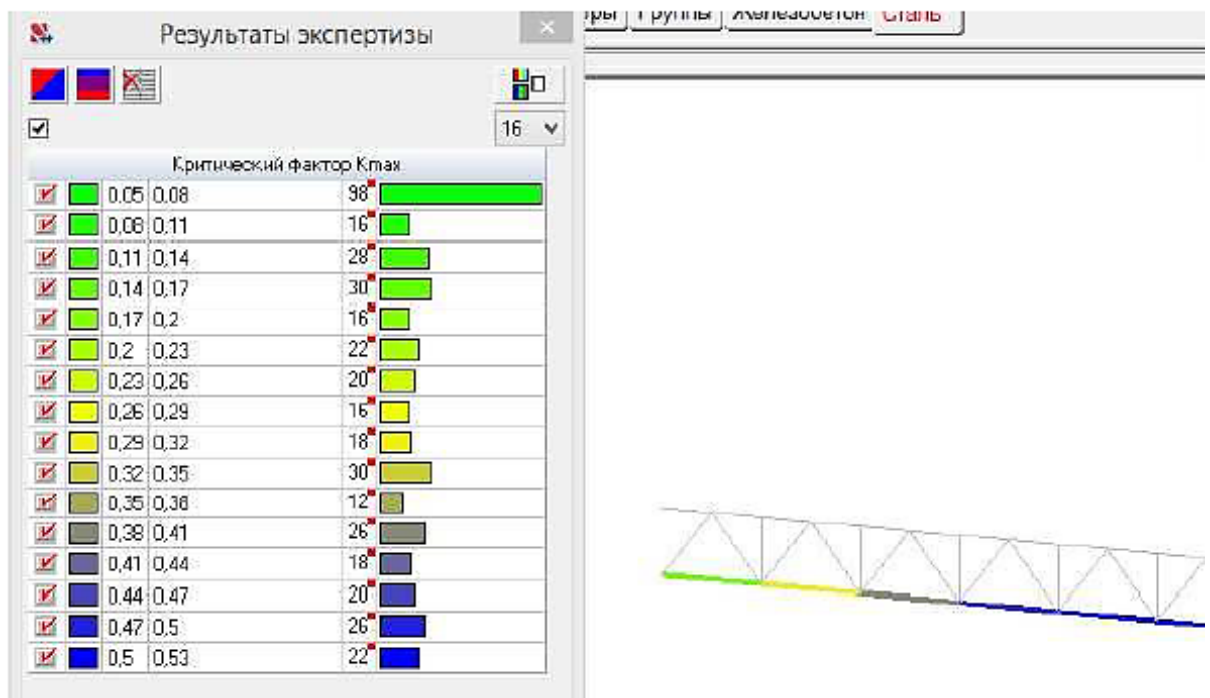


Рисунок 3.12 – Коэффициенты использования сечения нижнего пояса фермы

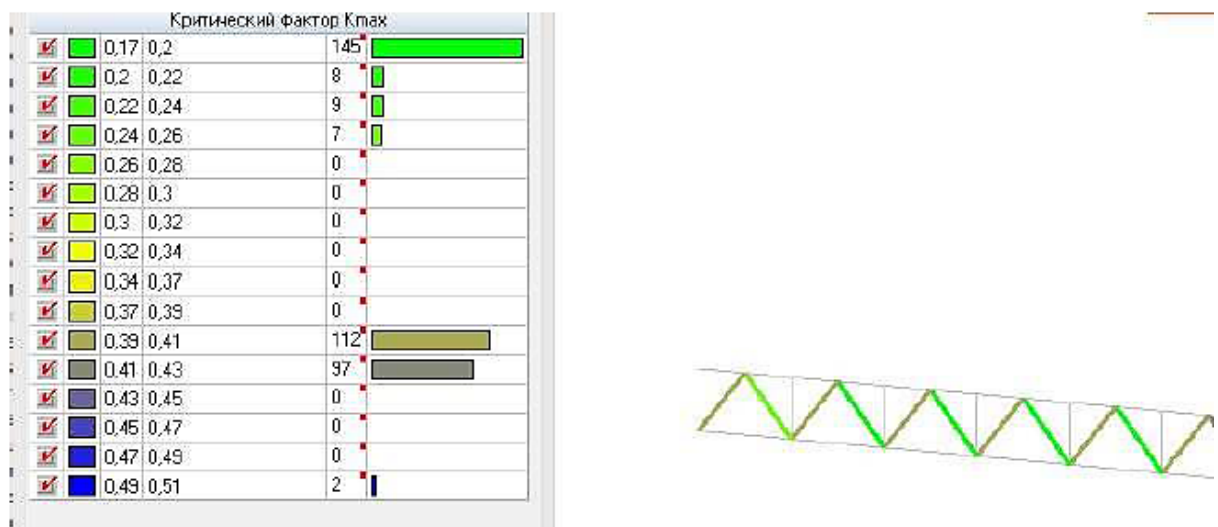


Рисунок 3.13 – Коэффициенты использования сечения раскосов фермы

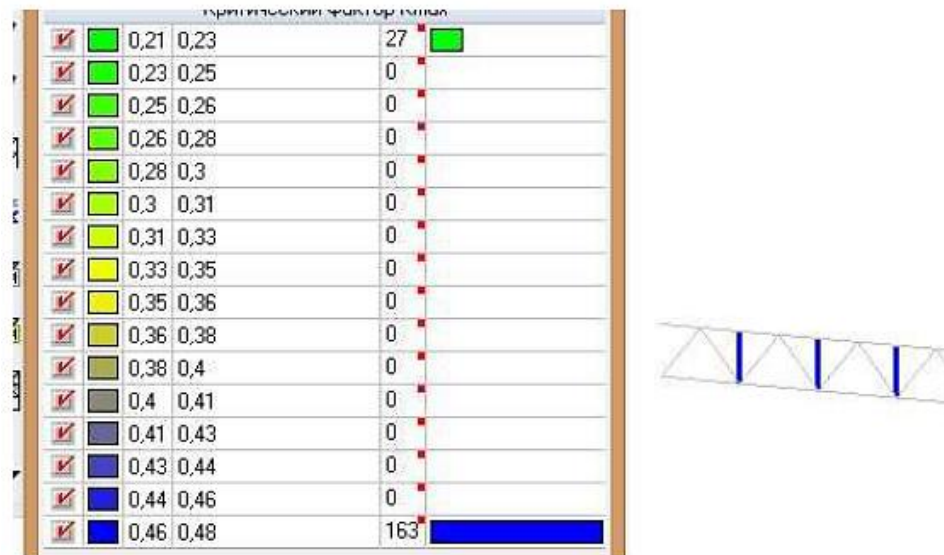


Рисунок 3.14 – Коэффициенты использования сечения стоек фермы

По результатам подбора сечения программными комплексами видно, что сечение подобрано с запасом прочности.

Но при таком сечении нижнего и верхнего пояса прогиб поясов фермы превышает допустимый. В связи с этим возрастает необходимость увеличения толщины стенки трубы поясов до 20 мм и принять сечения с запасом прочностью около 40%.

3.4.2 Окончательный подбор сечений стержней фермы

Примем следующие сечения фермы:

Верхний и нижний пояс фермы – труба 350x20 мм

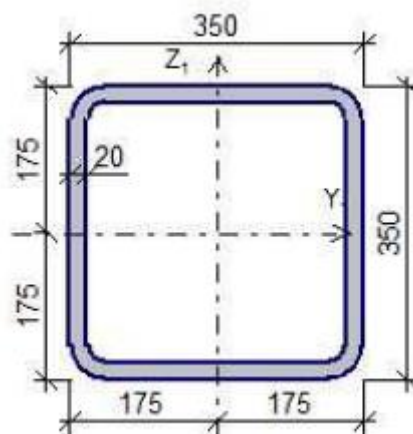


Рисунок 3.15 – Сечение верхнего и нижнего пояса фермы

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Раскосы – труба 180x10 мм

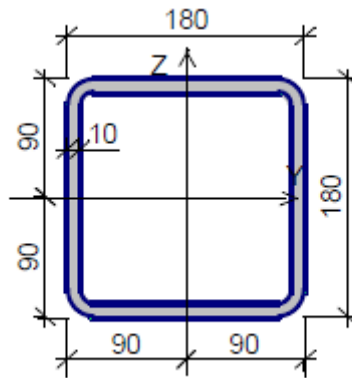


Рисунок 3.16 – Сечение раскосов фермы

Стойки – труба 160x4 мм

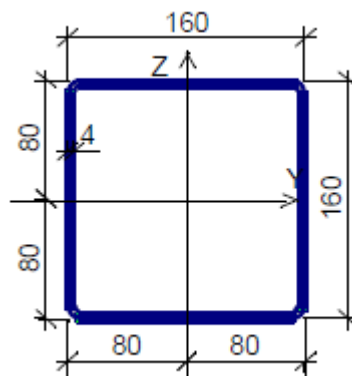


Рисунок 3.17 – Сечение стоек фермы

В ПК «SCAD» усилия вычислены с учетом работы фермы в схеме всего здания с учетом всех связей, прогонов, а также комбинаций нагрузок, поэтому значения усилий, полученные в ПК «Кристалл» и ПК «SCAD» незначительно отличаются.

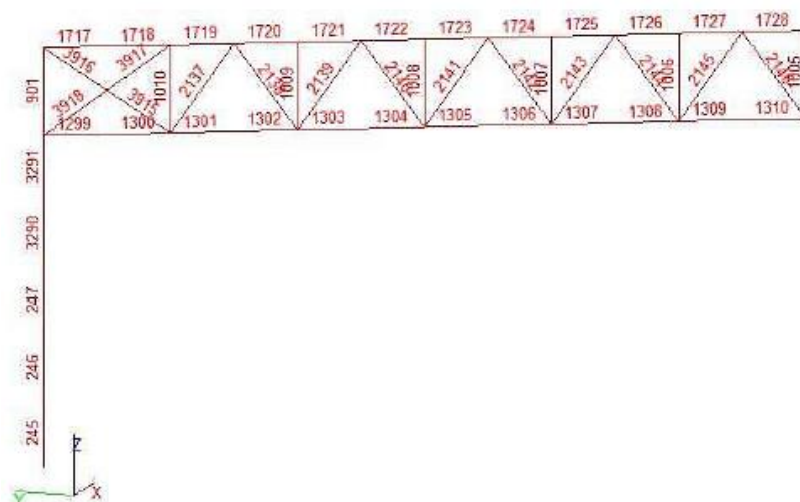


Рисунок 3.18 – Схема фермы в ПК «SCAD»

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 3.5 – Усилия в элементах фермы

№ элемента на схеме	N
	кН
1728	-2411,62
1729	-2408,57
1726	-2363,95
1727	-2361,84
1730	-2313,08
1731	-2309,15
1724	-2169,75
1725	-2168,58
1732	-2068,83
1733	-2064,05
1722	-1828,96
1723	-1828,73
1734	-1679,87
1735	-1674,39
1721	-1343,15
1720	-1341,51
1736	-1146,12
1737	-1141,41
1719	-728,41
245	-679,56
246	-642,4
247	-634,85
3290	-624,17
3291	-616,62
2137	-536,74
2156	-529,28
1738	-497,96
2154	-474,1
2139	-453,18
3917	-431,37
3918	-430,71
1717	-378,33
1718	-374,74
2152	-360,13
901	-358,1
2141	-332,54
2150	-242,76
2143	-210,63
2148	-124,27
2145	-88,74
1002	-67,3

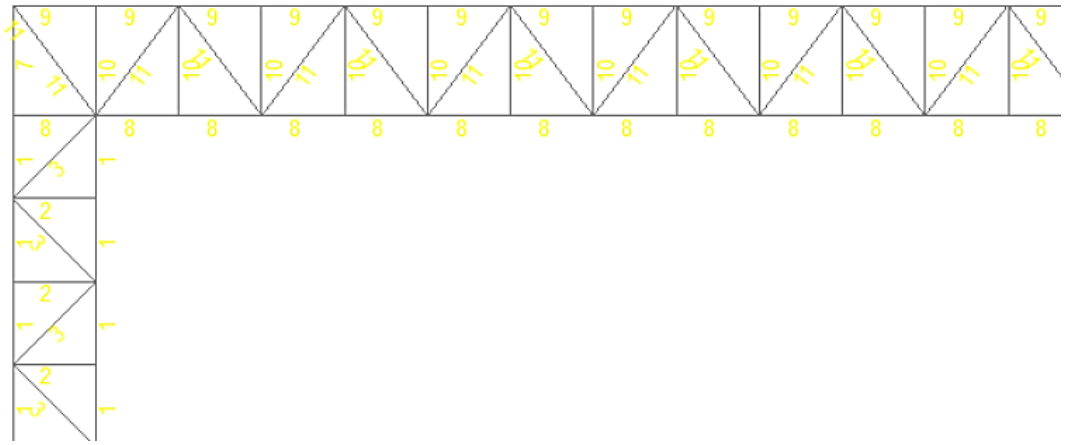


Рисунок 3.21 – Номера типов жесткостей стержневой рамы

Назначение типов жесткостей элементов рамы:

Верхний пояс фермы рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент пояса фермы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

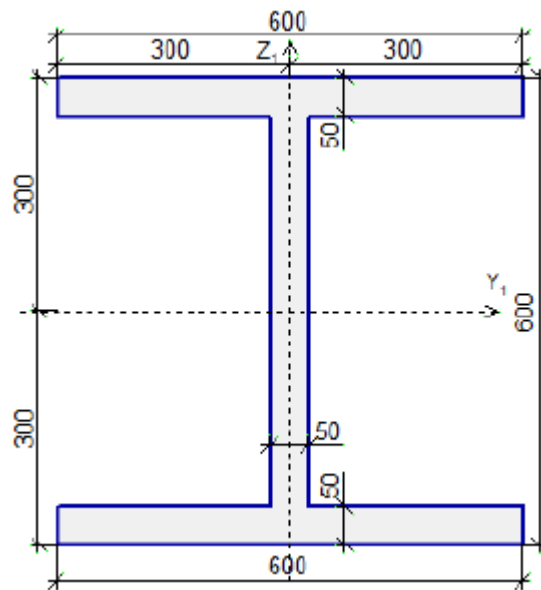


Рисунок 3.22 – Сечение верхнего пояса фермы рамы

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Нижний пояс фермы рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент пояса фермы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

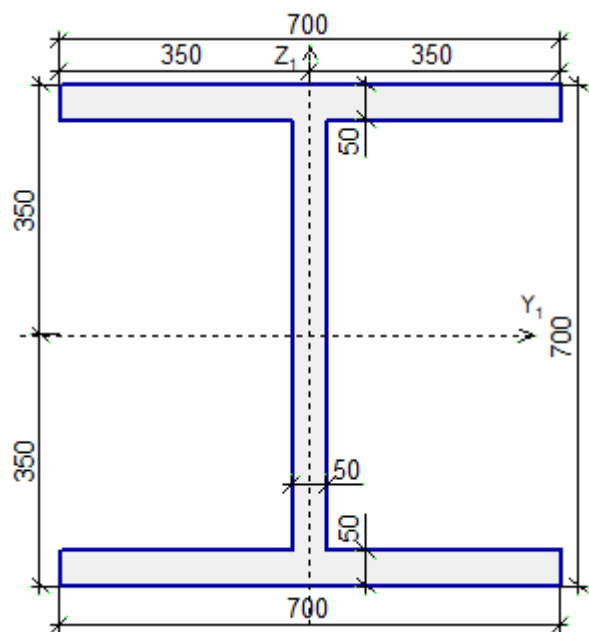


Рисунок 3.23 – Сечение нижнего пояса фермы рамы

Раскосы фермы рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки фермы;
- длина – 7 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 7 м.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

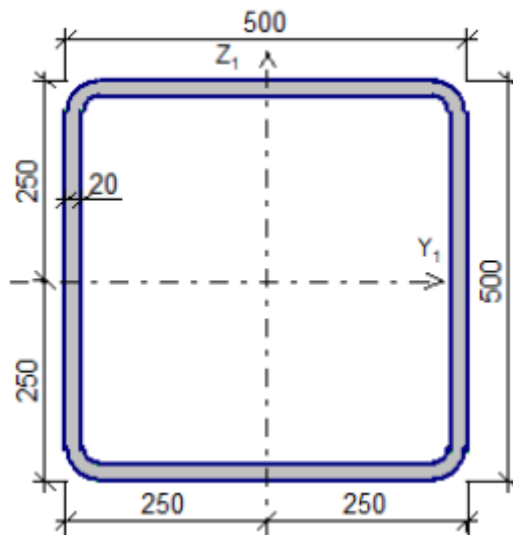


Рисунок 3.24 – Сечение раскосов фермы рамы

Стойки фермы рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки фермы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

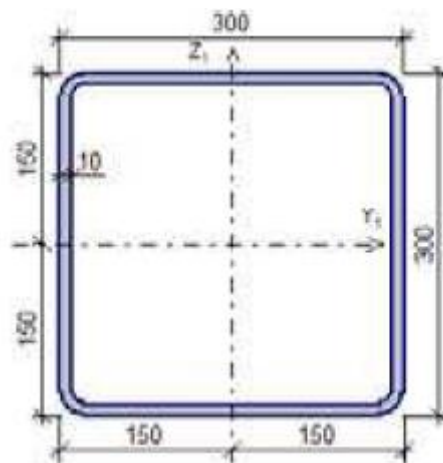


Рисунок 3.25 – Сечение стоек фермы рамы

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Стойки колонны рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент стойки рамы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

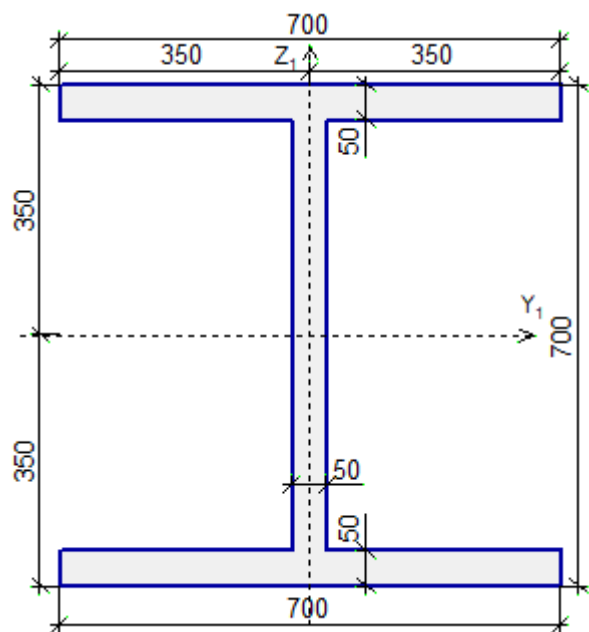


Рисунок 3.26 – Сечение стоек колонны рамы

Раскосы решетки колонны рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки рамы;
- длина – 6,2 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6,2 м.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

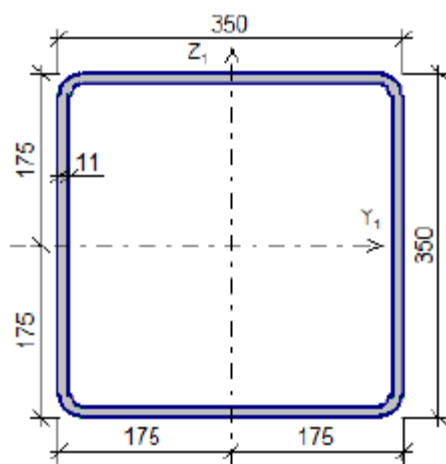


Рисунок 3.27 – Сечение раскосов решетки колонны рамы

Затяжки колонны рамы

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условия работы – 1,05;
- тип элемента – элемент решетки рамы;
- длина – 6 м;
- расстояние между точками закрепления из плоскости – 6 м.

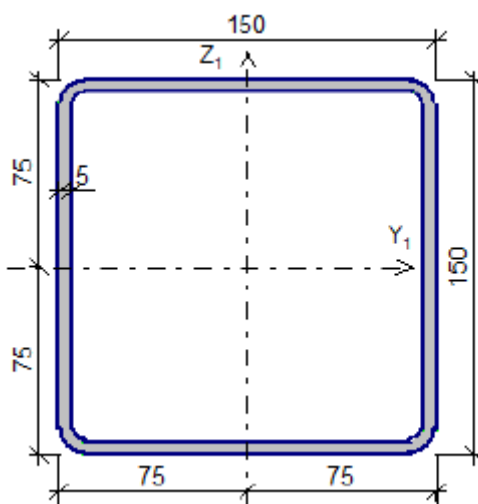


Рисунок 3.28 – Сечение раскосов решетки колонны рамы

Выполним расчет на комбинации усилий.

Усилия в элементах рамы представлены в таблице 3.6.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 3.6 – Усилия в элементах рамы по ПК «SCAD»

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
1	-1385,97	-43,65
2	1201,15	-61,16
3	1232,71	-294,12
4	-8935,39	244,17
5	-5395,8	264,08
6	-5334,74	109,6
7	-1945,41	-376,64
8	-1988,42	-1260,9
9	87,84	0,25
10	37,92	0,13
11	11,45	1,87
12	27,28	0,68
13	23,7	4,97
14	1378,72	-1,69
15	-2300,74	-2,66
16	2470,64	3,4
17	-2517,62	-3,23
18	2469,55	23,3
57	-1046,08	-17,95
58	-3586,82	83,5
59	-3564,3	257,41
60	6380	-273,55
61	2904,81	-235,11
62	3096,3	-146,79
63	-280,8	384,34
64	-219,82	1223,54
65	-57,82	-0,33
66	5,88	-0,17
67	25,53	-1,82
68	0,48	-0,69
69	29,8	-3,41
70	-1446,71	1,73
71	2191,64	2,79
72	-2474,24	-5,79
73	2393,15	4,08
74	-2416,07	-24,11
386	-12627,3	348,44
387	-8783,42	420,75

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
388	-52,85	0,6
389	-3217,79	0
390	-2656,99	18,16
391	2820,41	-5,97
404	9178,28	3068,42
405	-1637,64	38,65
408	-10349,96	614,37
409	-10326,87	0
414	6112,54	565,86
415	8941,07	3301,03
416	225,51	-0,33
418	2439	-11,16
419	-1487,74	4,28
428	-968,59	-26
431	8658,16	0
433	-1750,32	9,31e-013
434	-7225,82	-340,07
435	-7157,4	-15,46
436	-3365,17	-83,43
437	-3345,24	-123,76
438	261,54	100,82
439	269,1	299,65
440	3515,87	265,37
441	3508,38	415,61
442	6298,43	405,73
443	6281,21	504,38
444	8531,3	516,95
445	8511,06	564,3
446	10157,56	596,01
447	10140,32	594,3
448	11140,49	641,79
449	11130,54	593,78
450	11460,74	654,2
451	11460,22	562,76
452	11113,27	633,32
453	11122,14	502,05
454	10106,43	579,23
455	10122,46	413,38

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
456	8463,23	492,21
457	8482,08	299,38
458	6224,46	373,66
459	6240,17	163,44
460	3451,38	226,87
461	3457,56	8,88
462	225,67	57,54
463	217,82	-154,89
464	-3347,34	-131,18
465	-3365,99	-386,84
466	-7191,94	-372,27
467	-7249,97	9,31e-013
502	7057,71	-287,05
503	3456,95	-65,49
504	3353,49	78,72
505	-446,62	54,35
506	-529,52	150,87
507	-4017,63	160,33
508	-4073,22	224,78
509	-7142,55	252,39
510	-7173,22	280,76
511	-9732,34	327,82
512	-9745,45	318,13
513	-11721,65	384,63
514	-11724,89	336,12
515	-13066,08	421,61
516	-13065,52	334,82
517	-13739,53	438,14
518	-13738,9	314,68
519	-13730,95	434,03
520	-13731,53	276,38
521	-13042,21	409,39
522	-13042,62	220,76
523	-11688,05	364,66
524	-11684,48	149,09
525	-9698,76	300,72
526	-9685,13	63,24
527	-7123,26	219,14
528	-7091,95	-34,13
529	-4030,8	122,31

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
530	-3974,44	-139,21
531	-509,26	12,46
532	-425,3	-257,4
533	3313,71	-99,88
534	3414,43	-231,92
535	6914,65	-1517,87
570	6971,28	9,31e-013
572	7100,6	1953,93
574	13,34	-31,65
575	50,46	-43,6
576	36,25	-37,55
577	6,76	-38
578	53,59	-34,31
579	18,84	-34,43
580	71,39	-30,39
581	26,63	-29,73
582	78,17	-27,41
583	33,14	-24,07
584	90	-21,27
585	46,34	-18,65
586	98,33	-14,48
587	41,49	-10,75
588	103,21	-7,29
589	43,2	-3,55
590	113,02	0,08
591	43,2	3,72
592	111,35	6,93
593	49,72	11,51
594	106,37	13,59
595	46,35	18,78
596	97,89	19,85
597	33,17	24,14
598	85,88	25,5
599	34,95	31,36
600	70,49	30,3
601	26,97	36,17
602	53,64	34,09
603	19,66	39,87
604	19,91	36,5
605	-27,26	40,56

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
606	196,15	41,38
641	-2719,47	210,13
642	3129,2	-171,28
643	-3041,74	-154,26
644	2892,21	-135,38
645	-2883,81	-139,71
646	2638,5	-103,72
647	-2616,9	-114,49
648	2290,05	-70,02
649	-2262,98	-87,48
650	1864,9	-35,39
651	-1832,61	-58,99
652	1378,76	-1,03
653	-1343,31	-30,15
654	850,77	31,86
655	-814,01	-1,98
656	299,1	62,26
657	-261,98	24,68
658	-260,38	89,35
659	297,68	49,12
660	-813,26	112,46
661	850,61	70,71
662	-1344,69	130,96
663	1381,32	88,8
664	-1837,91	144,15
665	1872,26	102,72
666	-2274,78	151,38
667	2305,27	111,85
668	-2638,87	152,18
669	2664,79	115,68
670	-2919,45	146,33
671	2945,55	116,98
672	-3103,82	136,17
673	3042,35	67,36
674	-2729,18	62,57

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

№ элемента на схеме	N	M
	кН	кН*м
3282	-7088,12	385,21
3283	-7065,57	634,06
3284	8059,4	-311,9
3285	8091,31	0
3286	4630,52	-319,57
3287	4662,09	-554,68
4831	-10214,14	155,22
4832	-10219,79	299,85
4835	-9878,52	-86,27
4836	-9872,87	-86,27

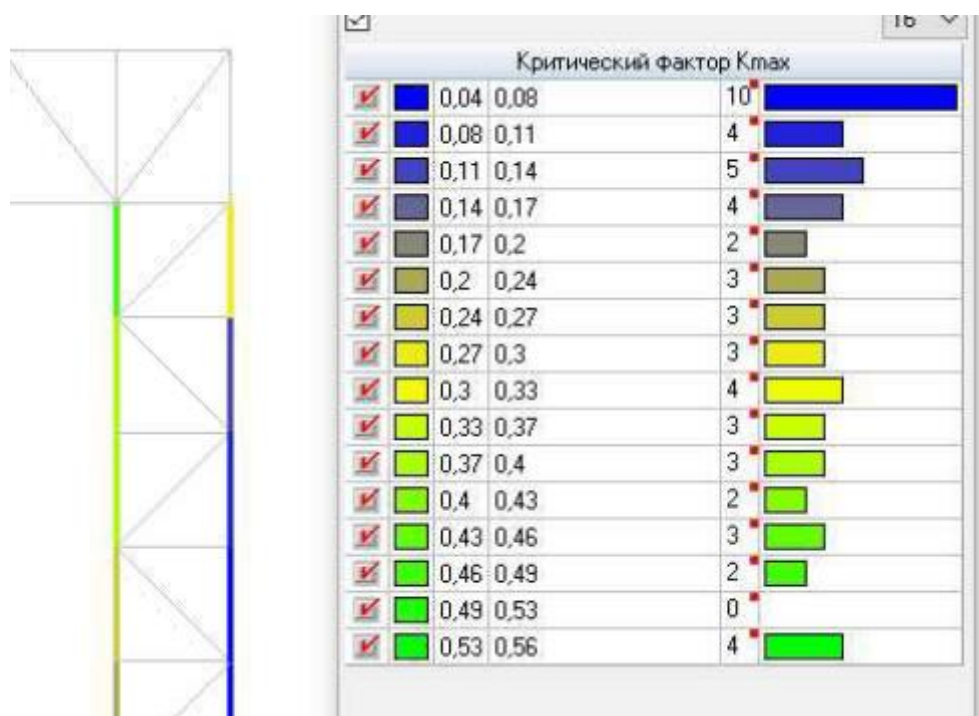


Рисунок 3.29 – Коэффициенты использования сечения (стойки колонны рамы)

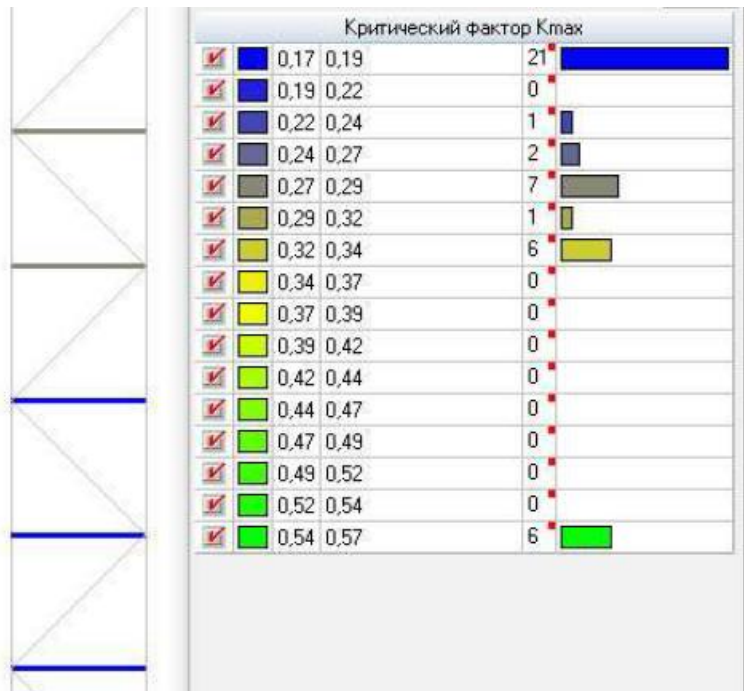


Рисунок 3.30 – Коэффициенты использования сечения (затяжки колонны рамы)

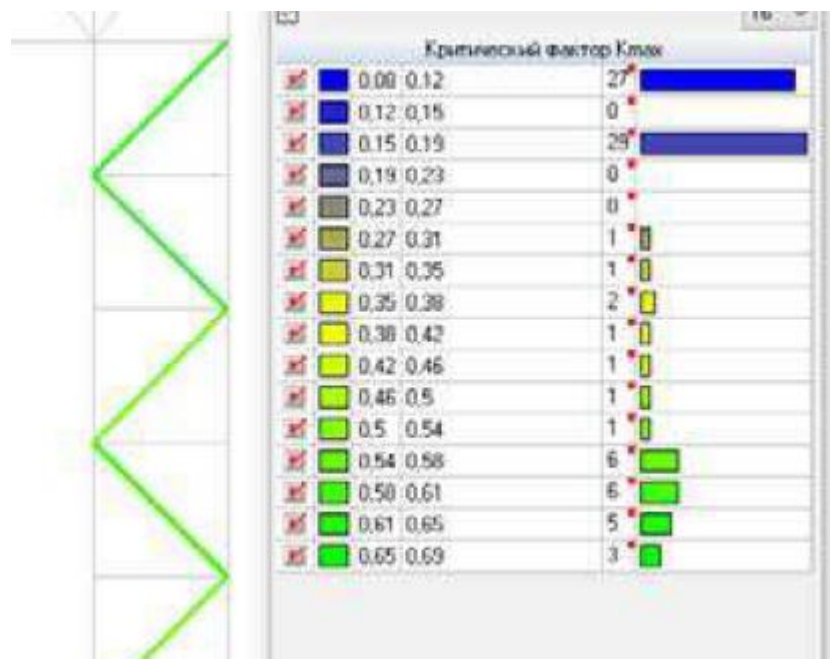


Рисунок 3.31 – Коэффициенты использования сечения (раскосы колонны рамы)

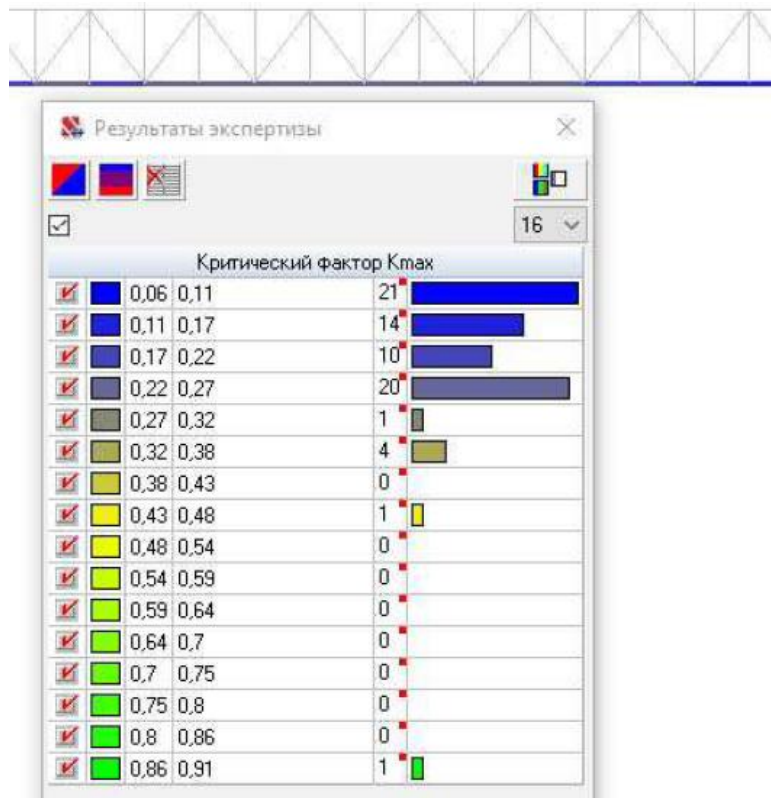


Рисунок 3.32 – Коэффициенты использования сечения (нижний пояс фермы рамы)

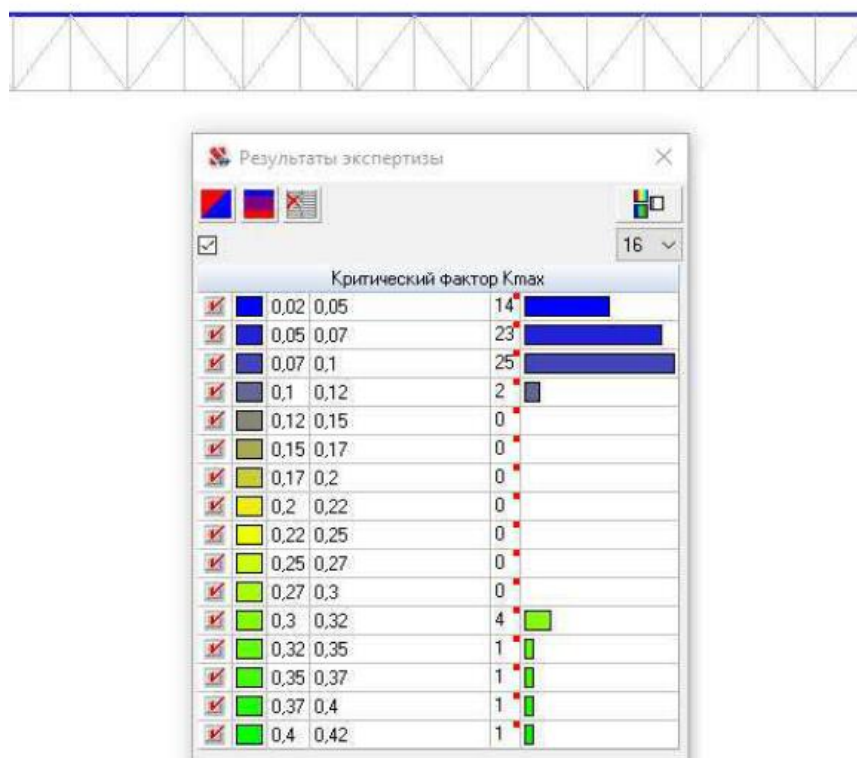


Рисунок 3.33 – Коэффициенты использования сечения (верхний пояс фермы рамы)

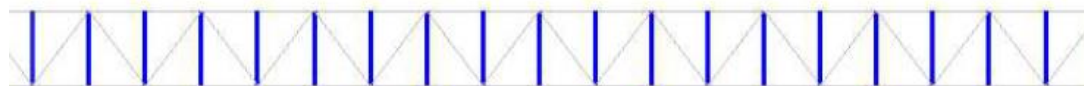


Рисунок 3.34 – Коэффициенты использования сечения (стойки фермы рамы)

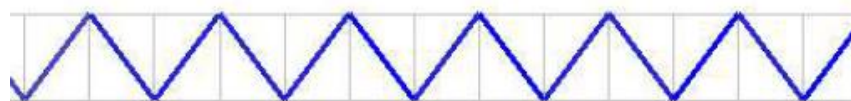


Рисунок 3.35 – Коэффициенты использования сечения (раскосы фермы рамы)

Анализируя результаты расчета, мы видим, что сечения подобраны правильно и рационально, с запасом прочности. Все элементы сечения используются от 56 до 93 %. Такой интервал запаса прочности обусловлен конструктивными особенностями крепления элементов рамы.

3.5.2 Проверка сопротивления сечений стержней в ПК «Кристалл»

Проверку проводим по каждой группе с наиболее нагруженными элементами. Расчетные усилия для групп представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Расчетные усилия для подобранных сечений

№ сечения	№ элемента	Расчетные усилия в стержнях, кН				
		N	M _y	Q _y	M _z	Q _z
1	415	8941,07	3301,03	-20,81	76,07	944,38
2	416	225,51	-0,33	3,58	-5,42	-0,04
3	391	2820,41	-5,97	34,18	-134,57	-3,36
7	404	9178,28	3068,42	11,98	-0,09	1435,33
8	450	11460,74	654,2	-56,6	65,66	18,59
9	572	7100,6	1953,93	18,12	-43,67	1171,08
10	405	-1637,64	38,65	-2,08	7,83	10,94
11	4836	-9872,87	-86,27	-27,33	81,94	144,52

Сечение №1 – Стойки колонны рамы

Таблица 3.8 – Результаты расчета сечения №1

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M _y	0,473
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M _z	0,032
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q _y	0,002
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q _z	0,182
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,633
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,377
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,044
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,026

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

Сечение №2 – Затяжки колонны рамы

Таблица 3.9 – Результаты расчета сечения №2

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,008
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,125
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,015
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$1,675 \cdot 10^{-004}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,373
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,006
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,127
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,127

Сечение №3 – Раскосы колонны рамы

Таблица 3.10 – Результаты расчета сечения №3

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,012
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,263
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,028
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,003
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластичности	0,867
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,009
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,077
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,077

Сечение №8 – Нижний пояс фермы рамы

Таблица 3.11 – Результаты расчета сечения №8

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,094
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,027
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,007
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,004
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,35
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,07
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,044
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,026

Сечение №9 – Верхний пояс фермы рамы

Таблица 3.12 – Результаты расчета сечения №9

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использовани я
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,393
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,025
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,002
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,266
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,538
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,345
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,051
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,031

Сечение №10 – Стойки фермы рамы

Таблица 3.13 – Результаты расчета сечения №10

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,113
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,023
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,002
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,012
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,576
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,466
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,466
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,596
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,088
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,189
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,189

Сечение №11 – Раскосы фермы рамы

Таблица 3.14 – Результаты расчета сечения №11

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,048
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,045
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,009
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,048
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,906
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,841
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,841
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,888
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,034
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,162
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,162

Сечения для рамы подобраны верно.

Кроме того, для обеспечения жесткости и устойчивости рам выполняется устройство горизонтальных связей по верхним и нижним поясам, а также вертикальных связей между рамами.

3.6 Расчет колонны К-1 по оси П

Колонны по ряду П расположены с шагом 12 м. На колонны шарнирно опираются поперечные фермы.

Выявим наиболее загруженную колонну путем анализа работы колонн в пространственной схеме по программе SCAD.

Принимаем сечение колонны К-1 – сварной симметричный двутавр.

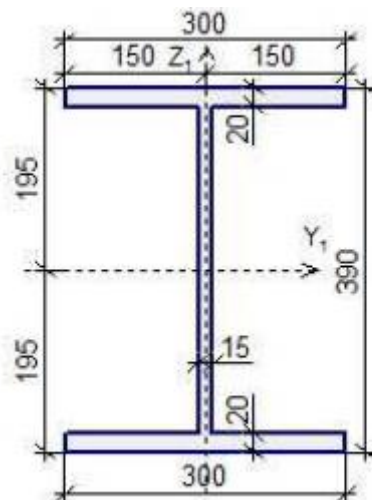


Рисунок 3.36 – Сечение колонны К-1

Параметры сечения:

- сталь С345;
- коэффициент надежности по ответственности – 1;
- коэффициент условий работы – 1,05;
- длина колонны – 17,5 м;
- коэффициент расчетной длины в плоскости изгиба – 0,7;
- коэффициент расчетной длины из плоскости изгиба – 1;
- предельная гибкость для сжатых элементов: $180 - 60a$.

3.6.1 Расчет в ПК «SCAD»

Расчет ведем в программном комплексе SCAD по комбинации нагрузжений. Наиболее нагруженной является верхняя часть колонны в центре здания.

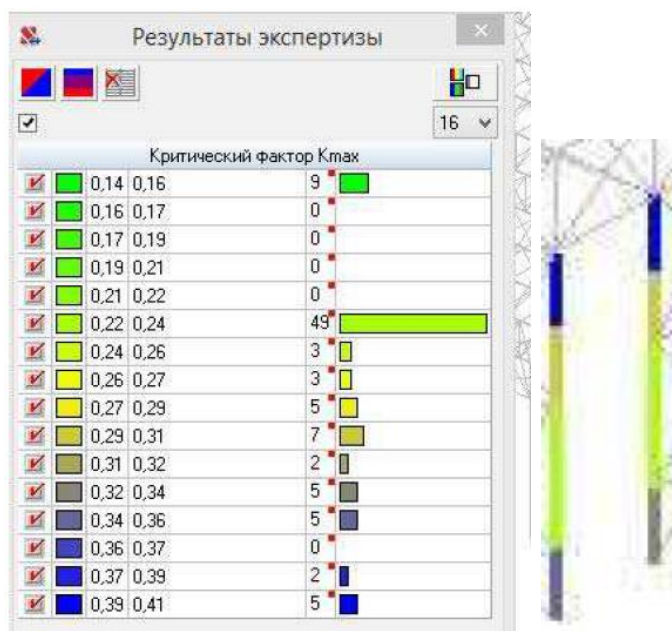


Рисунок 3.37 – Анализ работы колонн К-1

3.6.2 Расчет в ПК «Кристалл»

Произведем расчет колонны К-1 по оси 7.

Усилия в колонне примем из пространственной схемы в ПК «SCAD» в верхней части.

$M = -262,51$ кН·м; $N = -620,63$ кН; $Q = 29,91$ кН.

Материал – сталь С345.

Таблица 3.15 – Результат расчета по комбинациям нагрузок в ПК «Кристалл»

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п.9.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,366
пп.9.2.1, 10.1.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,019
п.10.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластичности	0,385
п.8.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,116
п. 9.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,286
п.11.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,692
п.11.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,213

Таким образом, принятое сечение удовлетворяет всем требованиям, а наиболее нагруженной является верхняя часть колонны в центре здания.

3.7 Расчет прогонов

Прогон выполняется из швеллера 30П. Материал – сталь С345.

$W_x = 389$ см³; $W_y = 54,8$ см³; $I_x = 5830$ см⁴; $S_x = 224$ см³.

Уклон кровли – 1,5%.

Прогоны сплошного сечения, изготовленные из прокатных швеллеров, рассчитываются на нагрузки от собственного веса, веса кровли, воздействия ветра и снега.

Вертикальная нагрузка на прогон определяется по формуле

$$q = q_{с.в.} + q_{кр} + q_s + q_{вет}. \quad (3.7)$$

$$q = 0,31 + 2,93 + 4,5 - 1,54 = 6,2 \text{ кН/м}$$

Вертикальную нагрузку q разложим на нормальную составляющую q_x и скатную q_y :

$$q_x = q \cdot \cos\alpha = 6,2 \cdot 0,996 = 6,14 \text{ кН/м}; \quad (3.8)$$

$$q_y = q \cdot \sin\alpha = 6,2 \cdot 0,087 = 0,53 \text{ кН/м}. \quad (3.9)$$

Расчетные изгибающие моменты определим по формуле

$$M_x = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{6,14 \cdot 6^2}{8} = 27,63 \text{ кН/м}; \quad (3.10)$$

$$M_y = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{0,53 \cdot 6^2}{8} = 2,34 \text{ кН/м}. \quad (3.11)$$

Расчетные поперечные силы определим по формуле

$$Q_x = \frac{q_x \cdot l}{2} = \frac{6,14 \cdot 6}{2} = 18,42 \text{ кН}; \quad (3.12)$$

$$Q_y = \frac{q_y \cdot l}{2} = \frac{0,53 \cdot 6}{2} = 1,59 \text{ кН}. \quad (3.13)$$

Проверка прочности прогона без учета развития пластических деформаций

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_y \cdot \gamma_c. \quad (3.14)$$

$$\sigma = \frac{27,63 \cdot 10^3}{389} + \frac{2,34 \cdot 10^3}{54,8} = 113,73 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}.$$

Проверка прочности прогона по касательным напряжениям:

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} \leq R_s \cdot \gamma_c. \quad (3.15)$$

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						64

$$\tau = \frac{18,42 \cdot 224}{5830 \cdot 0,65} = 108,9 \text{ Н/мм}^2 < 139,2 \text{ Н/мм}^2.$$

Прочность прогона сечением из швеллера 30П обеспечена.

Общая устойчивость прогонов обеспечивается элементами крепления настила к прогонам и силами трения между ними.

Проверка жесткости прогона

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

$$q_x = q \cdot \cos \alpha = 6,2 \cdot 0,996 = 6,14 \text{ кН/м.}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{q_x \cdot l^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{6,14 \cdot 10^3 \cdot 6^4}{2,06 \cdot 10^{11} \cdot 5830 \cdot 10^{-8}} = 0,86 \text{ см} < f_u = \frac{l}{200} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см.} \quad (3.16)$$

Жесткость прогона обеспечена.

3.8 Конструирование узла сопряжения стропильной фермы с колонной

Сопряжение стропильной фермы с колонной может быть шарнирным или жестким и устанавливается при компоновке конструктивной схемы каркаса.

Принимаем шарнирное сопряжение стропильной фермы через опирание на колонну сверху с использованием дополнительной стойки (надколонника). Опорный фланец крепим к полке надколонника колонны на болтах нормальной точности, которые ставим в отверстия на 3 мм больше диаметра болтов.

Надколонник крепим к колонне через накладки на сварке.

Для крепления верхнего узла стропильной фермы на надколоннике предусматриваем планку с тремя овальными отверстиями под болты (для рихтовки стропильной фермы). В этом случае расчету подлежат планка и опорная фасонка верхнего узла стропильной фермы, а также их болтовое соединение.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	65
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$\text{при } \frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} < 1.$$

- по металлу границы сплавления

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c} \leq 1;$$

$$\text{при } \frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} > 1.$$

$$\text{Так как } \frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 240}{1,05 \cdot 211,5} = 0,97 < 1.$$

Расчет ведем по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c} \leq 1;$$

Отсюда найдем длину шва, необходимая для крепления раскоса к верхнему поясу:

$$l_w = \frac{N}{\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 \text{ см};$$

k_f примем 12 мм

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01 - ПЗ					

Определение размеров опорного фланца

Принимаем опорный фланец из листа 350x12мм и проверяем его прочность на смятие

$$\sigma = \frac{A}{b_f \cdot t_f} = \frac{533,74 \cdot 10}{35 \cdot 1,2} = 127,08 \text{ МПа} < R_p \cdot \gamma_c = 470 \text{ МПа};$$

Определение размеров опорного столика

Для опирания нижнего узла стропильной фермы примем верх колонны:
Высота ребер из условия прочности сварных швов:

$$h_s \geq \sum l_{w,mp} / 4 + 10 \text{ мм},$$

где $\sum l_{w,mp}$ – суммарная длина швов

$$\sum l_{w,mp} = N / \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c,$$

где k_f – катет шва, принимаемый по наименьшей толщине свариваемых элементов принимаем $k_f = 8 \text{ мм}$

b_f – коэффициент провара, для сварки полуавтоматом $b_f = 0,9$

$R_{wf} = 240 \text{ МПа}$ по [8]

$\gamma_{wf} = 1, \gamma_c = 1$

$$\sum l_{w,mp} = \frac{533,74}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 1} = 30,88 \text{ см}$$

$$h_s = 30,88 / 4 + 1 = 8,72 \approx 9 \text{ см}$$

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем $h_s=500$ мм (конструктивно)

Принятая длина ограничивается условием :

$$h_s \leq 85k_f \beta_f;$$

$$50 \leq 85 \cdot 0,8 \cdot 0,9;$$

$$50 \leq 68 \text{ см};$$

Толщину ребра принимаем из условия сопротивления ребра смятию :

$$A_{mp} = \frac{N}{R_p \gamma_c} = b_{cm} t_s;$$

$$\text{где } R_p = \frac{R_{un}}{\gamma_m},$$

R_{un} принимаем по [8],

$$R_{un} = 470 \text{ МПа},$$

$$R_p = \frac{470}{1,025} = 458,54 \text{ МПа},$$

$$b_{cm} = b_s + 2\delta_{nl} - 2 \times \Delta - t_w$$

где b_s — ширина опорного ребра,

δ_{nl} — толщина опорной плиты колонны;

$$\Delta = 20 \text{ мм};$$

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$t_w = 1,5$ см - толщина стенки колонны;

$$b_{cm} = 30 + 2 \cdot 3 - 2 \cdot 2_{cm} - 1,5 = 30,5 \text{ см};$$

$$t_s = \frac{N}{R_p \gamma_c b_{cm}} = \frac{533,74}{45,86 \cdot 1 \cdot 30,5} = 0,38 \text{ см};$$

Принимаем толщину, равную 15 мм (конструктивно).

Проверяем ребро на срез:

$$\frac{N}{2h_s t_s} \leq R_s \gamma_c; \frac{533,74 \cdot 10}{2 \cdot 50 \cdot 1,5} = 35,58 \text{ МПа}; 35,58 \text{ МПа} \leq 138,6 \text{ МПа};$$

Опорный фланец крепим к полке колонны на болтах нормальной точности М20 и ставим их в отверстия диаметром 23мм. (на 3 мм больше).

Верхний опорный узел

Раскос соединяется с верхним поясом сваркой способом "труба к трубе".

Сталь раскоса и верхнего пояса - С345.

Для сварки примем электрод Э60 с проволокой Св-08Г2С $R_{wf} = 240 \text{ Н/мм}^2$,
 $R_{wz} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2$; $\beta_f = 0,9$, $\beta_z = 1,05$.

Усилие в раскосе - 519,42 кН

Расчет сварного соединения следует выполнять на срез (условный) по одному из двух сечений по формулам:

- по металлу шва

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\frac{N}{\beta_f k_f l_w R_{wf} \gamma_c} \leq 1;$$

при $\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} < 1.$

- по металлу границы сплавления

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c} \leq 1;$$

при $\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} > 1.$

Так как $\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 240}{1,05 \cdot 211,5} = 0,97 < 1.$

Расчет ведем по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c} \leq 1;$$

Отсюда найдем длину шва, необходимая для крепления раскоса к верхнему поясу:

$$l_w = \frac{N}{\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 \text{ см};$$

k_f примем 12 мм.

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

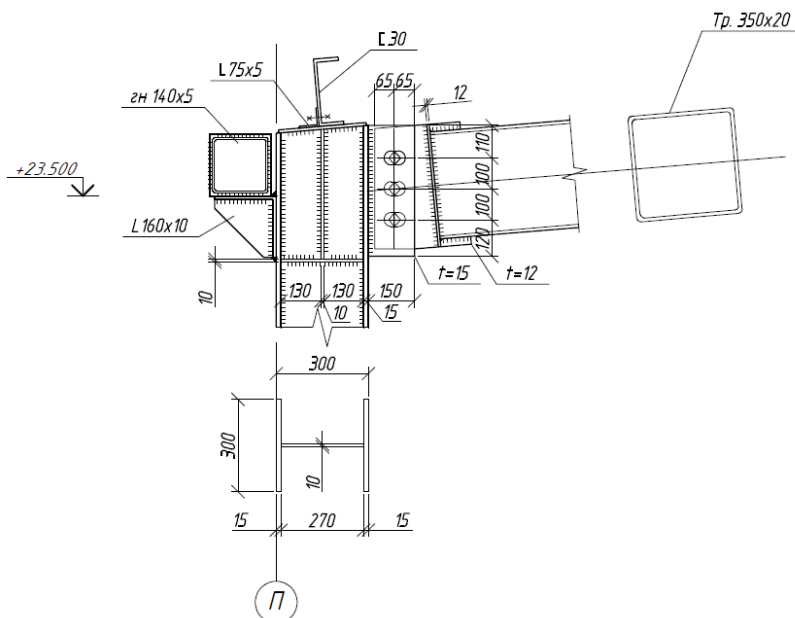


Рисунок 3.40 – Верхний опорный узел сопряжения фермы

$$l_w = \frac{519,16}{1,05 \cdot 1,2 \cdot 211,5 \cdot 10^{-1}} + 1 \text{ см} = 20,48 \text{ см} = 205 \text{ мм};$$

$$l_{w,\min} = 4 \cdot k_f = 4 \cdot 12 = 48 \text{ мм};$$

Принимаем $l_w = 720 \text{ мм}$; (сварной шов по всему периметру трубы).

Проверка прочности швов:

$$\frac{519,16}{1,05 \cdot 1,2 \cdot 72} = 57,3 \leq 211,5 \text{ МПа};$$

Проверка прочности болтового соединения, крепящего фасонку к планке.

Болты М20; класс прочности 4.6

Усилие, воспринимаемое болтом:

$$N_b = \frac{N_\phi}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ кН}; \text{ при работе болтов на срез,}$$

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

где $N_{\phi} = N_{пл}$;

$$N_{\phi} = (H_1 \cdot z_0) / e_1 = (0,3 \cdot 4) / 16,5 = 0,05$$

Так как в верхнем узле сжимающие усилия имеют минимальные значения и отсутствуют узловые моменты, болты, крепящие фасонку к планке, принимаем конструктивно: болты М20, класс прочности 4.6; диаметр отверстий 23 мм.

3.9 Расчет и конструирование базы колонны К-1

Определение размеров опорной плиты в плане

Для определения размеров плиты назначаем ширину опорной плиты:

$$B = b_f + 2 \cdot t_{tr} + 2 \cdot c = 390 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 50 = 530 \text{ мм},$$

где $b_f = 390 \text{ мм}$ – ширина полки колонны;

$t_{tr} = 20 \text{ мм}$ – толщина траверсы;

$c = 50 \text{ мм}$ – вылет консоли плиты (50 - 100 мм).

Длина плиты

$$\begin{aligned} L &= \frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,loc}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,loc}}\right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot R_{b,loc}}} = \\ &= \frac{672,01}{2 \cdot 53 \cdot 1,02} + \sqrt{\left(\frac{672,01}{2 \cdot 53 \cdot 1,02}\right)^2 + \frac{6 \cdot 265,44 \cdot 10^2}{53 \cdot 1,02}} = 61 \text{ см}. \end{aligned}$$

где $R_b = 0,85 \text{ кН/см}^2$ (для бетона В15)

R_{bloc} – расчётное сопротивление бетона смятию;

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рисунок 3.42 – База колонны по оси П

Размеры верхнего обреза фундамента 730x870мм, так как

$$\psi_b = \sqrt[3]{\frac{A_f}{A_{pl}}} \text{ или } 1,2^3 = \frac{A_f}{53 \cdot 61}.$$

Требуемая площадь $A_f = 5587 \text{ см}^2$.

Определение толщины опорной плиты

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

Фактическое, сжимающее напряжение под опорной плитой (реактивный отпор фундамента) :

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A_{pl}} = \frac{672,01}{53 \cdot 61} = 0,21 \text{ кН / см}^2;$$

Толщину плиты определяют по большему из моментов на отдельных участках:

$$t_{nl} > \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}}$$

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

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

где d – характерный размер элементарной пластинки;

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

Определим изгибающие моменты на расчетных участках плиты:

- Тип 1 (консольный свес $c = 50\text{мм}$)

$$M_1 = \frac{\sigma_{\max} \cdot c^2}{2} = \frac{0,21 \cdot 11^2}{2} = 12,71 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

где $c = 5$ см - вылет консольного участка плиты;

- Тип 2 (плита, опертая на 4 стороны)

Так как $b/a = 350/142,5 = 2,45 > 2$, то

$$M_{2a} = \frac{\sigma_f \cdot a^2}{8} = \frac{0,21 \cdot 14,25^2}{8} = 5,28 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

где a - короткая сторона;

b - длинная сторона;

- Тип 3 (плита, опертая на 3 стороны)

$$M_3 = \alpha_3 \cdot \sigma_f \cdot b^2 = \frac{(\sigma_f \cdot a^2)}{2} = \frac{(0,21 \cdot 11^2)}{2} = 12,71 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

при $a/b = 110/300 = 0,37 < 0,5$ потому момент определяем как для консольного участка с вылетом 110мм

где а - короткая сторона;

b - длинная сторона;

Мы видим, что максимальный момент на 3 участке — опертю на 3 стороны:

$$M_{max} = M_3 = 12,58 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

$$\text{Тогда } t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 12,71}{320 \cdot 10^{-1} \cdot 1}} = 1,54 \text{ см}.$$

Принимаем толщину опорной плиты $t_{pl} = 20 \text{ мм}$ (сталь по [29]).

Расчет траверсы

Траверсу в расчётной схеме представляем двухконсольной балкой, шарнирно опёртой на полки колонн.

Нагрузка - реактивный отпор фундамента с половины ширины плиты :

$$q_{tr} = \frac{\sigma_{max} \cdot B_{pl}}{2} = \frac{0,21 \cdot 53}{2} = 5,51 \text{ кН} / \text{см},$$

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:

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$L_{w,mp} = \frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c},$$

$$L_{w,mp} = \frac{672,01}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 220,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} = 42,33 \text{ см} < L_{пл}$$

где k_f – катет швов, крепящих траверсу к полкам колонны принимаем $k_f = 8 \text{ мм}$ [4, табл. 38].

Электрод принимаем Э50 с маркой проволоки Св - 08Г2С. Расчет ведем на срез по металлу шва, т.к:

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 220,5} = 0,83 < 1,$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ Н / мм}^2;$$

$$R_{wf} = 215 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\gamma_{wf} = 1, \gamma_c = 1$$

Определим минимальную высоту траверсу :

$$h_{tr,min} = \frac{q_{tr} \cdot L_{pl}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{5,51 \cdot 61}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 220,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 12 \text{ см};$$

$$\text{Принимаем } h_{tr} = 400 \text{ мм} > h_{tr,min} = 120 \text{ мм}$$

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

$$A_{tr} = bh = 40 \cdot 1 = 40 \text{ см}^2; W_{tr} = bh^3/6 = (1 \cdot 40^3)/6 = 266,67 \text{ см}^3$$

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01 - ПЗ					

Расчётные усилия в траверсе :

$$M_{tr} = \frac{q_{tr} \cdot x_1^2}{8} - \frac{q_{tr} \cdot x_2^2}{8} = \frac{5,51 \cdot 35^2}{8} - \frac{5,51 \cdot 13^2}{8} = 727,31 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$Q_{tr} = \frac{q_{tr} \cdot x_1}{2} = \frac{5,51 \cdot 61}{2} = 168,06 \text{ кН}.$$

Производим проверку прочности на изгиб и срез :

$$\sigma = \frac{M_{tr}}{W_{tr}} = \frac{727,31 \cdot 10}{266,67} = 27,27 \text{ Н} / \text{мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 315 \text{ Н} / \text{мм}^2;$$

$$\tau = \frac{1,5 \cdot Q_{tr}}{A_{tr}} = \frac{1,5 \cdot 168,06 \cdot 10}{40} = 63,02 \text{ Н} / \text{мм}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 0,58 \cdot 260 \cdot 1 = 185,6 \text{ Н} /$$

Прочность траверсы и прочность сварных швов, крепящих траверсу к полкам колонны обеспечена.

Расчет анкерных болтов

Для расчет анкерных болтов в нижнем сечении колонны составляют дополнительную комбинацию усилий, способных создать растяжение в фундаментных болтах (Обычно это сочетание постоянной и ветровой нагрузки). Если постоянная нагрузка разгружает анкерные болты, то ее следует принимать с коэффициентом 0,9.

Найдём усилие, действующее в анкерных болтах с учётом анкерной комбинации (действие максимальной постоянной нагрузки и ветровой) :

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{\min} = -652,42 \text{ кН};$$

$$M_s = 250,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Определяем крайевые напряжения в бетоне фундамента при анкерной комбинации усилий

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\min}}{B \cdot L} + \frac{6 \cdot M_s}{B \cdot L^2} = \frac{-652,42 \cdot 10}{53 \cdot 61} - \frac{6 \cdot 250,2 \cdot 10^3}{53 \cdot 61^2} = -9,63 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N_{\min}}{B \cdot L} - \frac{6 \cdot M_s}{B \cdot L^2} = \frac{-652,42 \cdot 10}{53 \cdot 61} + \frac{6 \cdot 250,2 \cdot 10^3}{53 \cdot 61^2} = 5,59 \text{ Н / мм}^2.$$

Положение нулевой точки

$$x = \frac{\sigma_{\min} \cdot L}{\sigma_{\min} + \sigma_{\max}} = \frac{5,59 \cdot 55}{5,59 + 9,63} = 20,2 \text{ см}.$$

Растягивающее усилие в анкерных болтах:

$$Z = \frac{M_s - N_{\min} \cdot a}{y} = \frac{250,2 \cdot 10^2 - 652,42 \cdot 26,13}{41,13} = 193,83 \text{ кН},$$

где $a = 261,3 \text{ мм}$ – расстояние от центра тяжести сжатой зоны до геометрической оси колонны;

$y = 411,3 \text{ мм}$ – расстояние от оси анкерных болтов до центра тяжести сжатой зоны эпюры напряжения.

Требуемая площадь сечения нетто одного анкерного болта

$$A_{bn} = \frac{Z}{n \cdot R_{ba}} = \frac{193,83}{2 \cdot 185 \cdot 10^{-1}} = 5,29 \text{ см}^2,$$

									Лист
									82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

где $R_{ba} = 185 \text{ Н/мм}^2$ – расчетное сопротивление растяжению анкерных болтов из стали марки Ст3кп2;

$n = 2$ – количество анкерных болтов в растянутой зоне.

Принимаем болты диаметром 30мм с площадью сечения нетто одного болта $5,61 \text{ см}^2$ с заделкой на 1000 мм в фундамент [8]; тип болтов 3 [19].

Усилия с траверс передается на анкерные болты с помощью анкерных плиток, работающих как балки на двух опорах и нагруженные сосредоточенными силами, которые равны усилиям в анкерных болтах. Пролёт равен расстоянию между осями траверс.

$$q = Z / 2 = 198,83 / 2 = 99,42 \text{ кН},$$

$l = 325 \text{ мм}$ - пролёт .

Ширину плиток принимаем $b_a = 120 \text{ мм}$;

Материал - сталь С345 с $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$ при $t = 40 \dots 60 \text{ мм}$.

Диаметр отверстия принимаем на 3мм больше, чем диаметр болта:

$$d = d_a + 6 \text{ мм} = 30 + 6 = 36 \text{ мм}.$$

Максимальный изгибающий момент в анкерной плитке(т.е. в центре) :

$$M = \frac{99,42}{2} \cdot \frac{32,5}{2} = 807,79 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Требуемый момент сопротивления :

$$W_{req} = \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{807,79}{320 \cdot 10^{-1}} = 25,25 \text{ см}^3.$$

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С учётом ослабления сечения плитки отверстием под анкерный болт имеем :

$$W_{req} = ((b_a - d) \cdot t^2) / 6,$$

Отсюда вычислим толщину плитки :

$$t_a = \sqrt{\frac{6W_{req}}{(b_a - d)}} = t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot 25,25}{(12 - 3,6)}} = 4,24 \text{ см.}$$

Принимаем толщину анкерной плитки $t_a = 50 \text{ мм}$.

					ДП - 08.05.01 - ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Фундаменты

Проектирование оснований и фундаментов заключается в выборе основания, типа конструкции и основных размеров фундамента и в их совместном расчете как одной из частей сооружения.

Основание, фундамент и наземная конструкция неразрывно связаны, влияют друг на друга и должны рассматриваться как единая система.

В работе предполагается конструирование и расчет фундаментов здания двух вариантов для технико-экономического сравнения:

- фундамент мелкого заложения;
- свайный фундамент.

4.1 Исходные данные для проектирования

За относительную отметку 0.000 здания принят уровень чистого пола ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации.

Инженерно-геологическая колонка представлена на рисунке 4.1.

Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки производится исходя из данных, взятых со скважин, установленных на площадке строительства. Были выделены инженерно-геологические элементы, соответствующие слоям сводного инженерно-геологического разреза. Их характеристики представлены в таблице 4.1.

В пределах площадки на период изысканий водоносный горизонт подземных вод не вскрыт, негативные инженерно-геологические процессы не выявлены, а также не обнаружены грунты, обладающие специфическими свойствами. Нормативная глубина промерзания грунта в г. Белгород – 1,2 м.

Таблица 4.1 – Физико-механические характеристики грунта

Номер ИГЭ	Полное наименование грунта	h, м	W, д.е.	e, д.е.	Плотность, т/м ³			$\gamma(\gamma_{sb})$, кН/м ³	I _L , д.е.	S _r , д.е.	Механические хар-ки грунтов		
					ρ	ρ_s	ρ_d				E, МПа	ϕ , град	c, кПа
ИГЭ-1	Почвенно-растительный	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИГЭ-2	Суглинок твердый, средней степени водонасыщения	3	0,19	0,84	1,75	2,7	1,47	17,5	<0	0,61	14	22	22
ИГЭ-3	Суглинок полутвердый, средней степени водонасыщения	5,5	0,23	0,8	1,85	2,7	1,5	18,5	0,15	0,78	15,5	22,5	23,5
ИГЭ-4	Песок мелкий, средней плотности, насыщенный водой	7,0	0,2	0,65	1,93	2,66	1,61	19,35	-	0,82	28	32	2

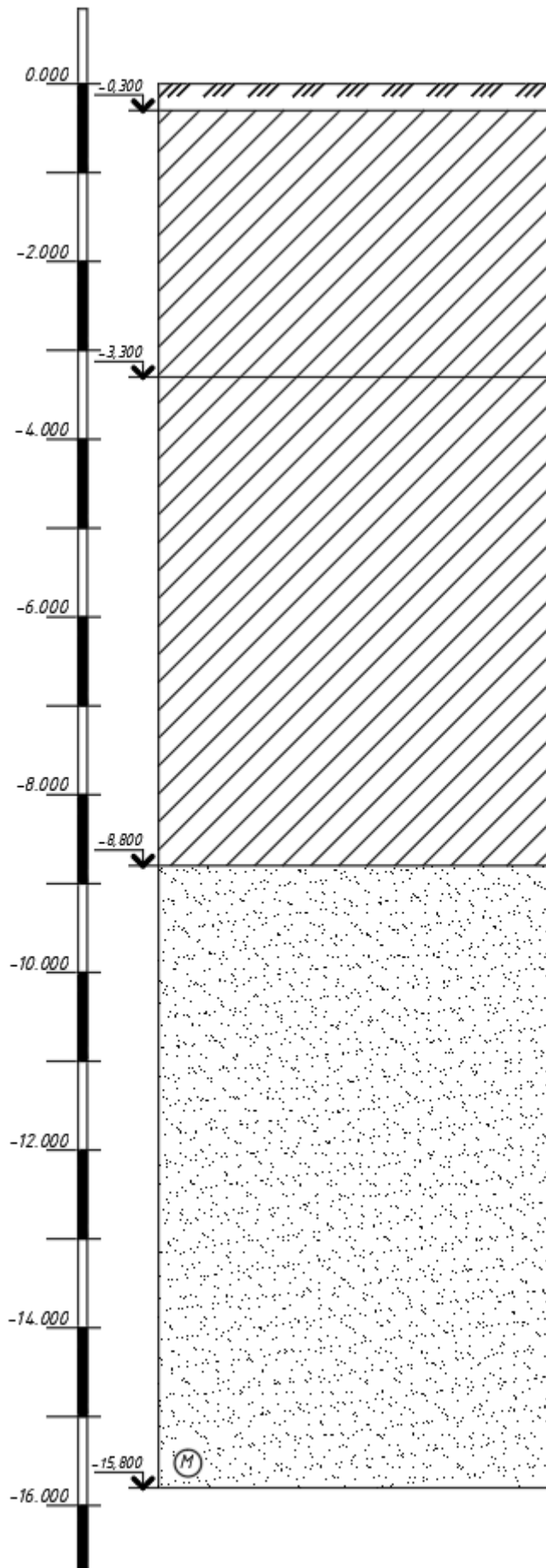


Рисунок 4.1 – Инженерно-геологический разрез

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

4.2 Сбор нагрузок на фундамент

На фундамент передается нагрузка от колонн металлического каркаса здания.

Фундамент необходимо проектировать для двух видов несущих конструкций:

- под двухветвевые колонны решетчатой рамы первого блока;
- под несущие колонны второго блока.

Сжимающее усилие и изгибающий момент на обресе фундамента определяем из пространственной схемы в ПК «SCAD» от расчетных сочетаний усилий.

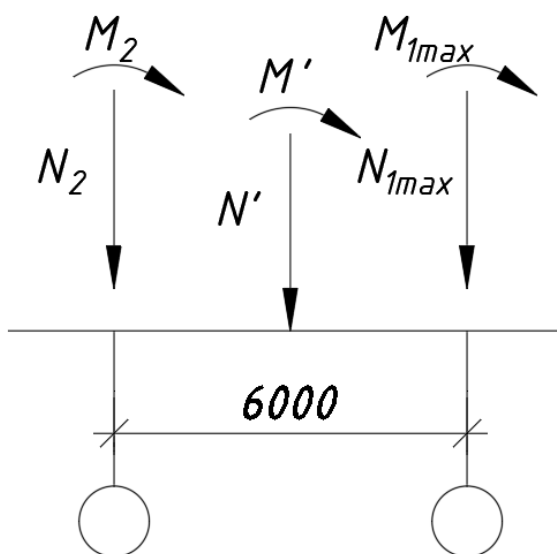


Рисунок 4.2 – Схема приложения нагрузки от ветвей колонны рамы

$$N_{1max} = 1991,42 \text{ кН}, M_{1max} = 1267 \text{ кН}\cdot\text{м};$$
$$N_2 = 1413,6 \text{ кН}, M_2 = 1745,45 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

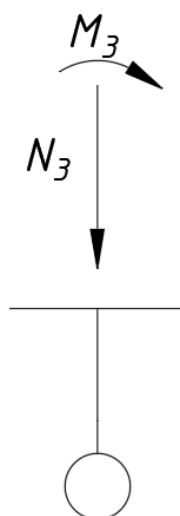


Рисунок 4.3 – Схема приложения нагрузки от несущей колонны

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

$$N_3 = 879,45 \text{ кН}, M_3 = 250 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

4.3 Проектирование столбчатого фундамента под ветви колонны решетчатой рамы

Для проектирования и расчета необходимых параметров фундамента рассматриваем ветвь с максимальным значением.

После чего, проведем предварительное конструирование фундамента для определения возможного расположения в пределах колонны.

4.3.1 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента принимается как наибольшая из следующих трех условий:

- конструктивного;
- промерзания в пучинистых грунтах;
- заглубления подошвы фундамента в слой грунта с лучшими строительными свойствами (более прочный и менее деформационный).

Проектируемое производственное здание без подвального помещения, а в пределах площадки изыскания встречаются пучинистые грунты – суглинок, глубина заложения фундамента должна быть не менее расчетной глубины промерзания, чтобы исключить воздействие нормальных сил пучения грунта на подошву фундамента.

Расчетная глубина промерзания:

$$d_f = k_n \cdot d_{fn}, \quad (4.1)$$

где d_{fn} – нормативная глубина промерзания;

k_n – коэффициент влияния теплового режима сооружения, составляющий для наружных стен отапливаемых промышленных зданий с полами по грунту 0,7.

$$d_f = 0,7 \cdot 1,2 = 0,84 \approx 0,9 \text{ м}.$$

Рекомендуется глубину заложения принимать кратной модулю 150 мм. При этом высота фундамента должна быть кратка модулю 300 мм.

С учетом условий местности и кратности принимаем глубину заложения фундамента 1,2 м.

4.3.2 Определение размеров подошвы фундамента

$$A = \frac{N_{max}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d}, \quad (4.2)$$

где N_{max} – максимальное сжимающее усилие на обресе фундамента, кН;

R_0 – расчетное сопротивление грунта, кПа;

γ_{mt} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м³;

d – глубина заложения фундамента, м.

$$A = \frac{1991,42}{229,63 - 20 \cdot 1,2} = 9,7 \text{ м}^2.$$

Найдем размеры сторон подошвы, принимая рекомендуемое соотношение сторон ($\eta \leq 1,65$).

Примем, $\eta = 1,5$.

Тогда найдем стороны прямоугольной подошвы:

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}}. \quad (4.3)$$

$$b = \sqrt{\frac{9,7}{1,5}} = 2,54 \text{ м.}$$

$$l = \eta \cdot b. \quad (4.4)$$

$$l = 1,5 \cdot 2,54 = 3,81 \text{ м.}$$

Принимаем $b = 2,7$ м, $l = 3,9$ м (кратно модулю 300 мм).

4.3.3 Определение расчетного сопротивления грунта

Расчетное сопротивление грунта для бесподвальных зданий, при $b < 10$ м, найдем по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot [M_y \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g \cdot d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_n], \quad (4.5)$$

где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы [13];

K – коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта определены непосредственными испытаниями, и $K = 1,1$, если они приняты по таблицам приложения А [13];

M_y, M_g, M_c – коэффициенты, принимаемые по таблице 5.5 [13];

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	89
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$P_{max} = \frac{N_{II}}{A} + \frac{M_{II}}{W} = \frac{2315,42}{13,5} + \frac{1267}{10,13} = 296,6 \text{ кПа.}$$

$$P_{min} = \frac{N_{II}}{A} - \frac{M_{II}}{W} = \frac{2283,02}{12,15} - \frac{1267}{9,11} = 46,4 \text{ кПа.}$$

$P_{max} = 296,6 < 1,2R = 1,2 \cdot 267,72 = 321,26$ кПа, условие выполняется.
 $P_{min} = 46,4$ кПа > 0 , условие выполняется.

Окончательно принимаем размеры фундамента:
 $b = 3$ м, $l = 4,5$ м, при глубине заложения $d = 1,2$ м.

4.3.5 Проверка давления на кровлю слабого слоя

Так как под несущим слоем залегает более прочный грунт мощностью 5,5 м, то проверять напряжения, передаваемые на кровлю этого слоя грунта, не требуется.

4.3.6 Конструирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника для сопряжения с металлической ветвью колонны решетчатой рамы.

Подколонник под двухветвевые колонны с расстоянием между наружными гранями ветвей не более 2400 мм выполняется общим под обе ветви, с расстоянием более 2400 мм – отдельно под каждую ветвь [14]. Размеры фундамента должны быть модульными, в плане и по высоте кратны 300 мм, при этом высота ступеней равна 300 и 600 мм.

Конструирование фундамента рекомендуется выполнять ступенчатой формы с количеством ступеней от 1 до 3 и число ступеней по обеим его сторонам не должно отличаться более чем на одну. Плита и подколонник армируются.

На основании найденных параметров и рекомендаций выполняем проектирование фундамента под каждую ветвь колонны.

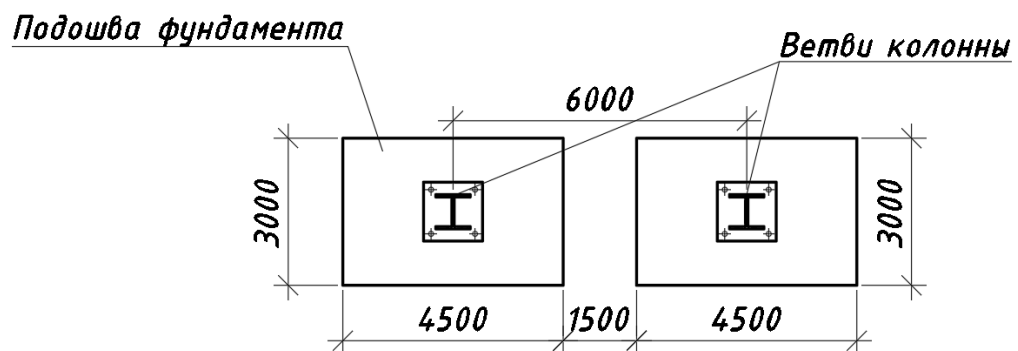


Рисунок 4.4 – Схема конструирования столбчатого фундамента под ветви колонн

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	92
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Использование данного типа фундамента является нецелесообразным и нерациональным с конструктивной точки зрения. Проектирование столбчатого фундамента под каждую колонну (ветвь), находящуюся рядом и соединенную в единую конструктивную систему с другой, приведет к увеличению трудозатрат при монтаже и снизит качество строительно-монтажных работ.

Также при проведении дальнейших проверок и конструирования столбчатого фундамента может потребоваться увеличение размеров подошвы. Тем самым это сократит расстояние между плитными частями отдельных ветвей до минимальных, что значительно уменьшит несущую способность, увеличит влияние их друг на друга и увеличит трудозатраты при потере качества.

4.4 Проектирование свайного фундамента под колонну

При проектировании свайных фундаментов расчетное сопротивление под нижним концом сваи и на боковой поверхности определяется в соответствии с указаниями п.7.2 [15].

4.4.1 Проектирование свайного фундамента под колонну К-1

Расчет фундамента ведется для несущих колонн металлического каркаса двутаврового сечения по оси П.

4.4.2 Определение параметров свайного фундамента

Длина сваи зависит от инженерно-геологических условий и глубины заложения подошвы ростверка.

Проектируем висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью. Минимальное заглубление нижнего конца сваи в малосжимаемые грунты, а также в пески крупные, средней крупности и составляет не менее 0,5 м, а в прочие виды нескальных грунтов – не менее 1,0 м.

Отметку головы сваи принимают на 0,3-0,5м выше отметки подошвы ростверка с последующей срубкой. Глубина заложения подошвы ростверка зависит от конструктивного решения подземной части здания и высоты ростверка.

При строительстве на пучинистых грунтах предусматривают меры, предотвращающие воздействие нормальных усилий пучения на подошву ростверка. Это достигается устройством под ним воздушного зазора толщиной 100 мм.

Принимаем глубину заложения ростверка фундамента – 1,5 м, отметка верха ростверка – 0,6 м, а высота – 0,9 м.

Принимаем цельную сваю С90.30 по ГОСТ 19804-2021 с длиной 9 м. Отметка головы сваи – 1,2 м, после срубки – 1,45 м, отметка нижнего конца сваи – 10,2 м.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	93
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

4.4.3 Несущая способность свай

Определение несущей способности сваи представлено в таблице 4.2.
Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи (R) = 2612 кПа.
Суммарное сопротивление сваи по боковой поверхности = 373,2 кН/м.
Несущая способность сваи по грунту основания определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \sum \gamma_{Cf} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (4.12)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

γ_{CR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

γ_{Cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

A – площадь поперечного сечения сваи;

u – периметр поперечного сечения сваи.

Принимаем:

$$\gamma_{CR} = 1, \gamma_{Cf} = 0,8, R = 2612 \text{ кПа}, A = 0,09 \text{ м}^2, u = 1,2 \text{ м}.$$

$$F_d = 1(1 \cdot 2612 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 373,2) = 593,35 \text{ кН}.$$

При назначении нагрузки, допускаемой на сваю, учитываются ограничения. Для забивных свай сечением 30х30 см, заглубленных в пески пылеватые, мелкие, средней крупности и глинистые грунты – 400-600 кН. Эти значения устанавливаются по опыту проектирования и исходя из обеспечения надежности фундамента; при этом принимают во внимание возможность повреждения свай при забивке, допуски и отклонения их от проектного положения.

То есть допускаемая нагрузка на одну сваю, с учетом коэффициента надежности:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{593,35}{1,4} = 423,8 \text{ кН}.$$

Принимаем $F_d = 400$ кН.

4.4.4 Определение количества свай в фундаменте

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности.

Количество свай определяем по формуле:

$$n = \frac{N_{3max}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - A \cdot d_p \cdot \gamma_{mt}}, \quad (4.13)$$

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	94
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

где $N_{зmax}$ – нагрузка на фундамент;

γ_k – коэффициент надежности, при определении несущей способности расчетом принимается равным 1,4;

F_d – максимально допустимая нагрузка на сваю;

γ_{mt} – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, равное 20 кН/м³;

d_p – глубина заложения ростверка;

A – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю.

$$n = \frac{879,45}{400 - 0,9 \cdot 1,5 \cdot 20} = 2,35 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для того чтобы обеспечить максимально возможное совпадение центра тяжести ростверка с точкой приложения усилия и исключить все неблагоприятные факторы, необходимо увеличить количество свай в кусте до 4. Это обеспечит симметричное расположение свай в кусте.

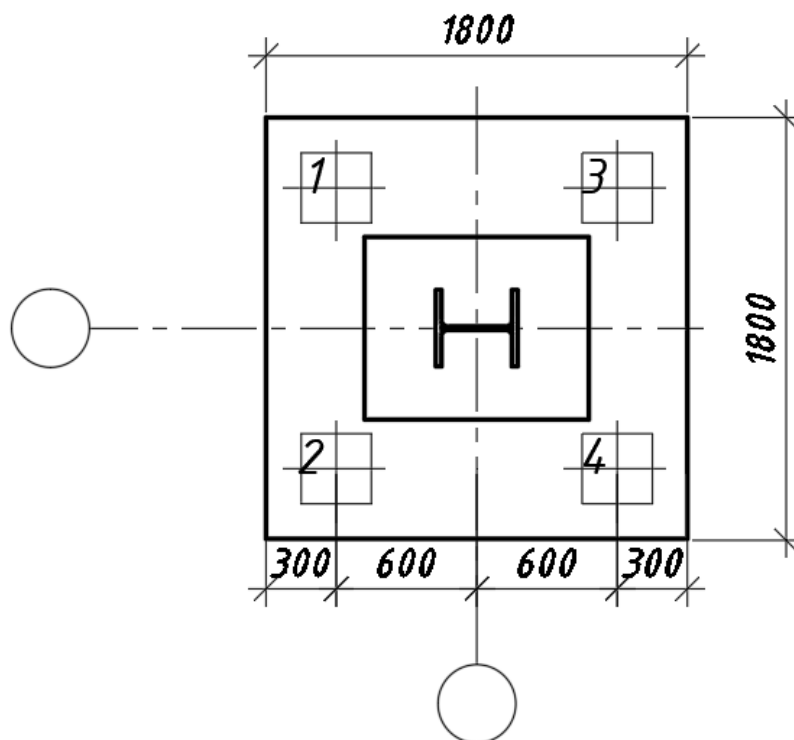


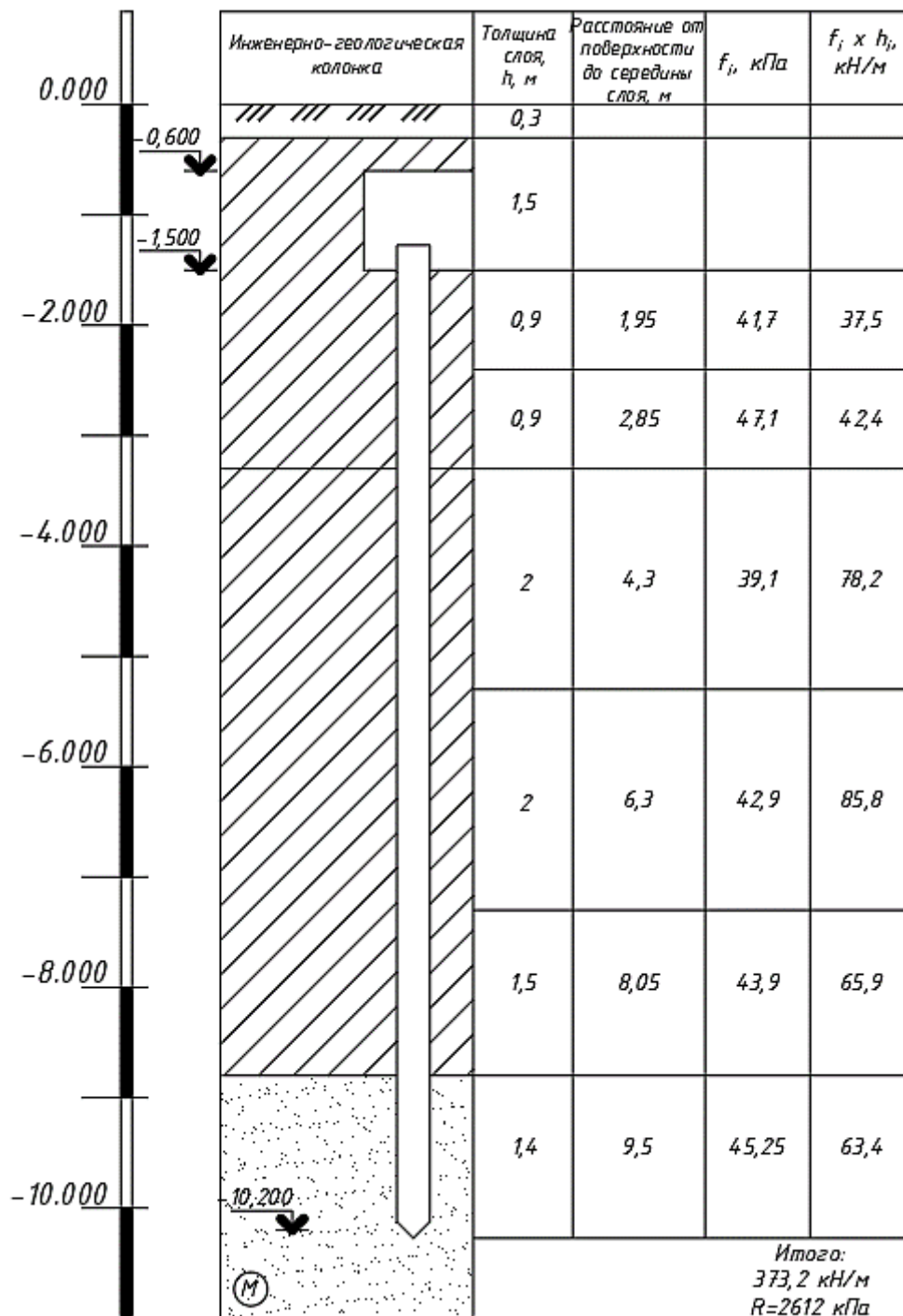
Рисунок 4.5 – Схема свайного куста

Вес ростверка:

$$G_p = b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt} = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,5 \cdot 20 = 97,2 \text{ кН.} \quad (4.14)$$

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 4.2 – Несущая способность свай



Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

4.4.5 Расчет свайного фундамента по несущей способности

Расчет свайного фундамента выполняют по 1-ой группе предельных состояний. При этом должно выполняться условие:

$$N_{\text{св}} \leq \frac{F_d}{\gamma_k}, \quad (4.15)$$

где $N_{\text{св}}$ – наибольшая расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН.

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов определяется по формуле:

$$N_{\text{св}} = \frac{N'}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum(y_i^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}, \quad (4.16)$$

где n – число свай в фундаменте;

y – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до сваи, усилие в которой определяется;

y_i – расстояние от главной оси до каждой из свай;

$$N' = N_{\text{зmax}} + G_p \cdot 1,1 = 879,45 + 97,2 \cdot 1,1 = 986,37 \text{ кН}. \quad (4.17)$$

$$M_x = M_z = 250 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

$$g_{\text{св}} = 2,05 \text{ т, масса сваи}.$$

$$N_{\text{св}}^{1,2} = \frac{986,37}{4} - \frac{250 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,05 = 164,97 \text{ кН}.$$

$$N_{\text{св}}^{3,4} = \frac{986,37}{4} + \frac{250 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,05 = 373,31 \text{ кН}.$$

$$N_{\text{св}} = 373,31 \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = 400 \text{ кН, несущая способность свай обеспечена}.$$

4.4.6 Определение осадки свайного фундамента

Такой расчет не требуется, так как нижний конец сваи заглублен более чем на 1 м в мелкие пески, с модулем деформации $E > 15$ МПа.

4.4.7 Конструирование свайного фундамента

Размеры ростверка должны быть кратны 300, расстояние от его грани до ближайшей сваи – не менее 150 мм.

Проектируемый ростверк 1800x1800 мм.

Сопряжение ростверка со сваями – жесткое. Арматура замоноличивается в ростверк на величину 250 мм.

На головы свай укладываются арматурные сетки плиты.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	97
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Стержни сеток, попадающие на сваи, вырезаются, а сетки укладываются с защитным слоем в 50 мм.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие – не ниже В12,5.

Армирование подошвы осуществлять сетками из стержней арматуры класса А400.

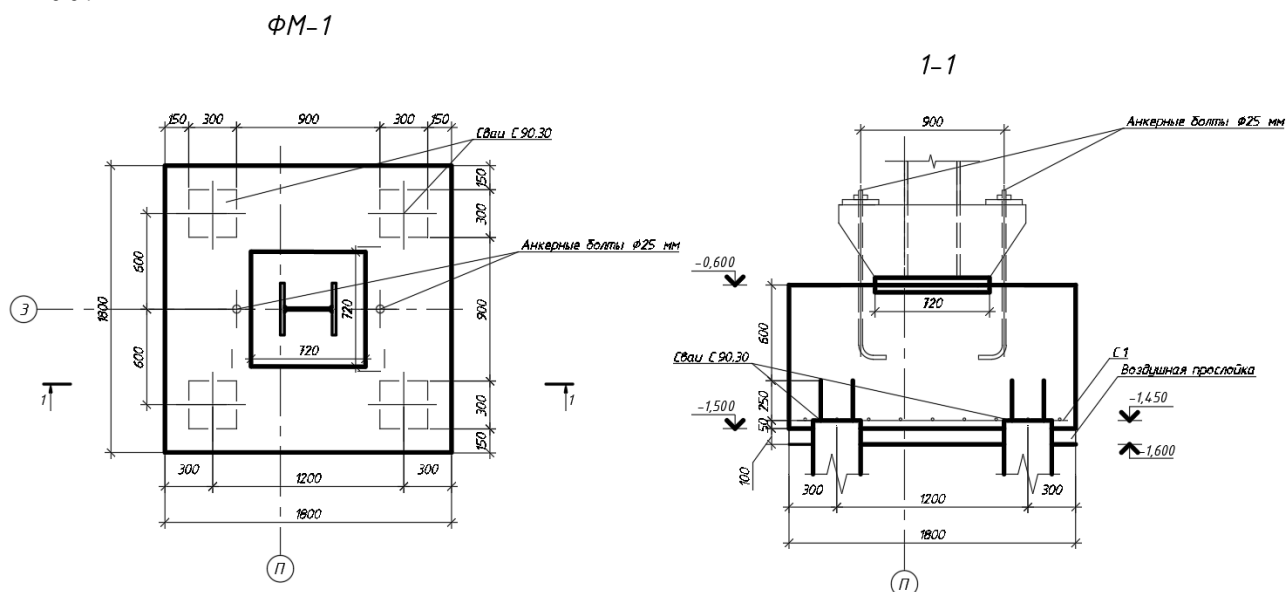


Рисунок 4.6 – Конструирование свайного куста под колонну К-1

4.4.8 Расчет ростверка на продавливание колонной

При данном расчете улавливаются, что пирамида продавливания начинается от дна стакана с гранями, составляющими угол 45° с вертикалью или касающимися внутренних граней свай.

Проверка на продавливание производится из условия:

$$F \leq \frac{2R_{bt}h_{op}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (4.18)$$

где F – продавливающая сила в сваях. Определяются от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка, кН;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В15 принимается равным 600 кПа;

c_1, c_2 – расстояние от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания (не более h_{op} и не менее $0,4h_{op}$), м.

h_{op} – рабочая высота сечения ростверка;

α – коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы N через стенки стакана (не менее 0,85).

$$\alpha = 1 - \left(\frac{0,4R_{bt} \cdot A_c}{N_{max}} \right) = 1 - 0 = 1, \quad (4.19)$$

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

где A_c – площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента. Так как сопряжение колонна – фундамент шарнирное, то $A_c = 0$.

$$F \leq \frac{2 \cdot 600 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 0,85}{1} \cdot \left[\frac{0,85}{0,37} (0,5 + 0,34) + \frac{0,85}{0,34} (0,55 + 0,37) \right] = 4033,9 \text{ кН.}$$

986,37 кН < 4033,9 кН, условие выполняется.

4.4.9 Расчет ростверка на продавливание угловой сваей

$$N_{CB} \leq R_{bt} \cdot h_{o1} \cdot [\beta_1 (b_{o2} + 0,5c_{o2}) + \beta_2 (b_{o1} + 0,5c_{o1})], \quad (4.20)$$

где N_{CB} – наибольшее усилие в угловой свае, принимаем равным 373,31 кН;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В15 принимается равным 600 кПа;

h_{o1} – рабочая высота ступени ростверка;

b_{o1}, b_{o2} – расстояние от внутренних граней свай до наружных граней ростверка, м;

c_{o1}, c_{o2} – расстояние от внутренних граней свай до колонны, м;

β_1, β_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые по в зависимости от h_{o1}/c , но не менее 0,6 и не более 1.

$$N_{CB} \leq 600 \cdot 0,85 \cdot [1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,03) + 1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,06)] = 481,95 \text{ кН.}$$

373,31 кН < 481,95 кН, условие выполняется.

4.4.10 Выбор сваебойного оборудования

Выбор сваебойного оборудования осуществляется с учетом его производительности, соотношения массы молота и массы сваи, климатических факторов и др.

Определенная несущая способность сваи должна быть подтверждена при забивке достижением сваей расчетного отказа S_a , который устанавливается по формуле

$$S_a = \frac{E_d \eta A}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (4.21)$$

где E_d – расчетная энергия удара для выбранного молота, 33 кДж;

m_1 – полная масса молота, 2,6 т;

m_2 – масса сваи, 2,05 т;

m_3 – масса наголовника = 0,2 т;

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						99

A – площадь поперечного сечения сваи, m^2 ($A=0,09 m^2$);
 η – коэффициент (для железобетонных свай – $1500 kH/m^2$);
 F_d – несущая способность сваи, $400 kH$.

Значение расчетного отказа должно быть больше $0,002 m$, желательно в интервале $0,005-0,01 m$; при значении меньше $0,002 m$ применяют молот с большей массой ударной части.

Для забивки используем трубчатый дизель – молот типа С-995.

Расчетный отказ:

$$S_a = \frac{33 \cdot 1500 \cdot 0,09}{400 \cdot (400 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{2,6 + 0,2 \cdot (2,05 + 0,2)}{2,6 + 2,05 + 0,2} = 0,013 m > 0,002 m.$$

Расчетный отказ находится в оптимальных пределах.

4.5 Проектирование свайного фундамента под раму

При проектировании свайных фундаментов расчетное сопротивление под нижним концом сваи и на боковой поверхности определяется в соответствии с указаниями п.7.2 [15].

4.5.1 Проектирование свайного фундамента под ветви колонны решетчатой рамы Р-1

Расчет фундамента ведется для двухветвевых колонн решетчатой рамы металлического каркаса по оси 3.

Расчетные усилия для фундамента рамы:

$$N = 3401,06 kH, M = 2130,68 kH \cdot m.$$

4.5.2 Определение параметров свайного фундамента

Длина сваи зависит от инженерно-геологических условий и глубины заложения подошвы ростверка.

Проектируем висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью. Минимальное заглубление нижнего конца сваи в малосжимаемые грунты, а также в пески крупные, средней крупности и составляет не менее $0,5 m$, а в прочие виды не скальных грунтов – не менее $1,0 m$.

Отметку головы сваи принимают на $0,3-0,5 m$ выше отметки подошвы ростверка с последующей срубкой. Глубина заложения подошвы ростверка зависит от конструктивного решения подземной части здания и высоты ростверка.

При строительстве на пучинистых грунтах предусматривают меры, предотвращающие воздействие нормальных усилий пучения на подошву

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	100
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ростверка. Это достигается устройством под ним воздушного зазора толщиной 100 мм.

Принимаем глубину заложения ростверка фундамента – 2,1 м, отметка верха ростверка – 0,6 м, а высота – 1,5 м.

Принимаем цельную сваю С100.30 по ГОСТ 19804-2021 с длиной 10 м. Отметка головы сваи – 1,7 м, после срубки – 2,05 м, отметка нижнего конца сваи – 11,7 м.

4.5.3 Несущая способность сваи

Определение несущей способности сваи представлено в таблице 4.3.

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи (R) = 2708 кПа.

Суммарное сопротивление сваи по боковой поверхности = 418,2 кН/м.

Несущая способность сваи по грунту основания определяется по формуле (4.12).

Принимаем:

$$\gamma_{CR} = 1, \gamma_{Cf} = 0,8, R = 2708 \text{ кПа}, A = 0,09 \text{ м}^2, u = 1,2 \text{ м.}$$

$$F_d = 1(1 \cdot 2708 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 418,2) = 645,19 \text{ кН.}$$

При назначении нагрузки, допускаемой на сваю, учитываются ограничения. Для забивных свай сечением 30х30 см, заглубленных в пески пылеватые, мелкие, средней крупности и глинистые грунты – 400-600 кН. Эти значения устанавливаются по опыту проектирования и исходя из обеспечения надежности фундамента; при этом принимают во внимание возможность повреждения свай при забивке, допуски и отклонения их от проектного положения.

То есть допускаемая нагрузка на одну сваю, с учетом коэффициента надежности:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{645,19}{1,4} = 460,9 \text{ кН.}$$

Принимаем $F_d = 450$ кН.

4.5.4 Определение количества свай в фундаменте

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности.

Количество свай определяем по формуле (4.13).

$$n = \frac{3401,06}{450 - 0,9 \cdot 2,1 \cdot 20} = 8,25 \approx 9 \text{ шт.}$$

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	101
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

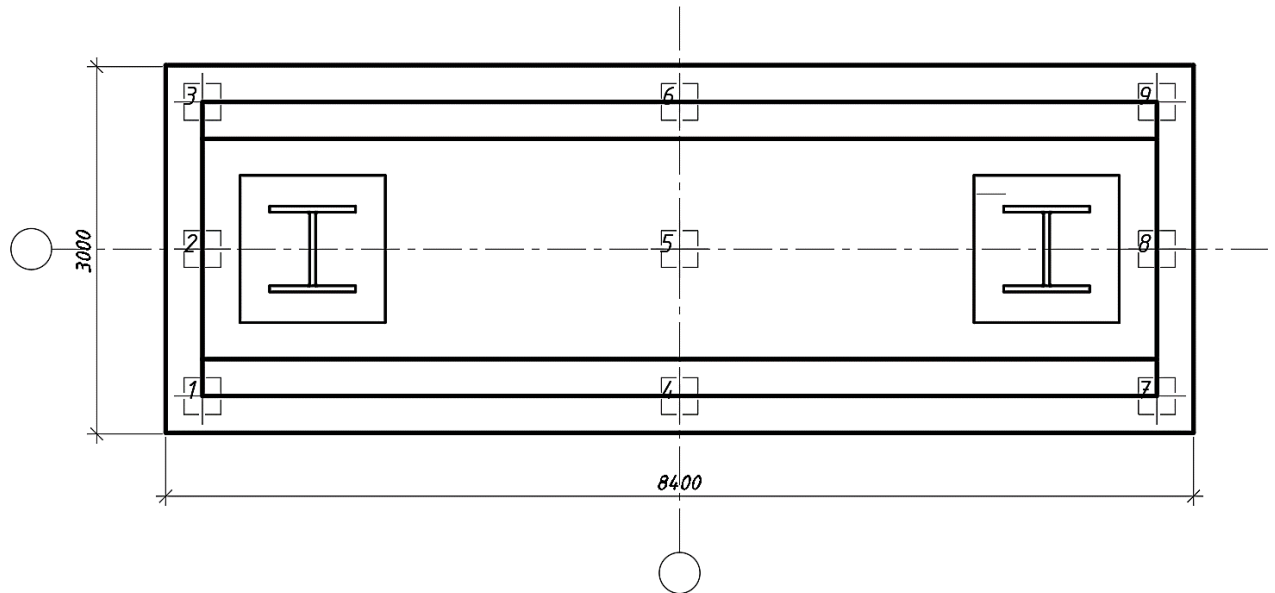


Рисунок 4.7 – Схема свайного куста

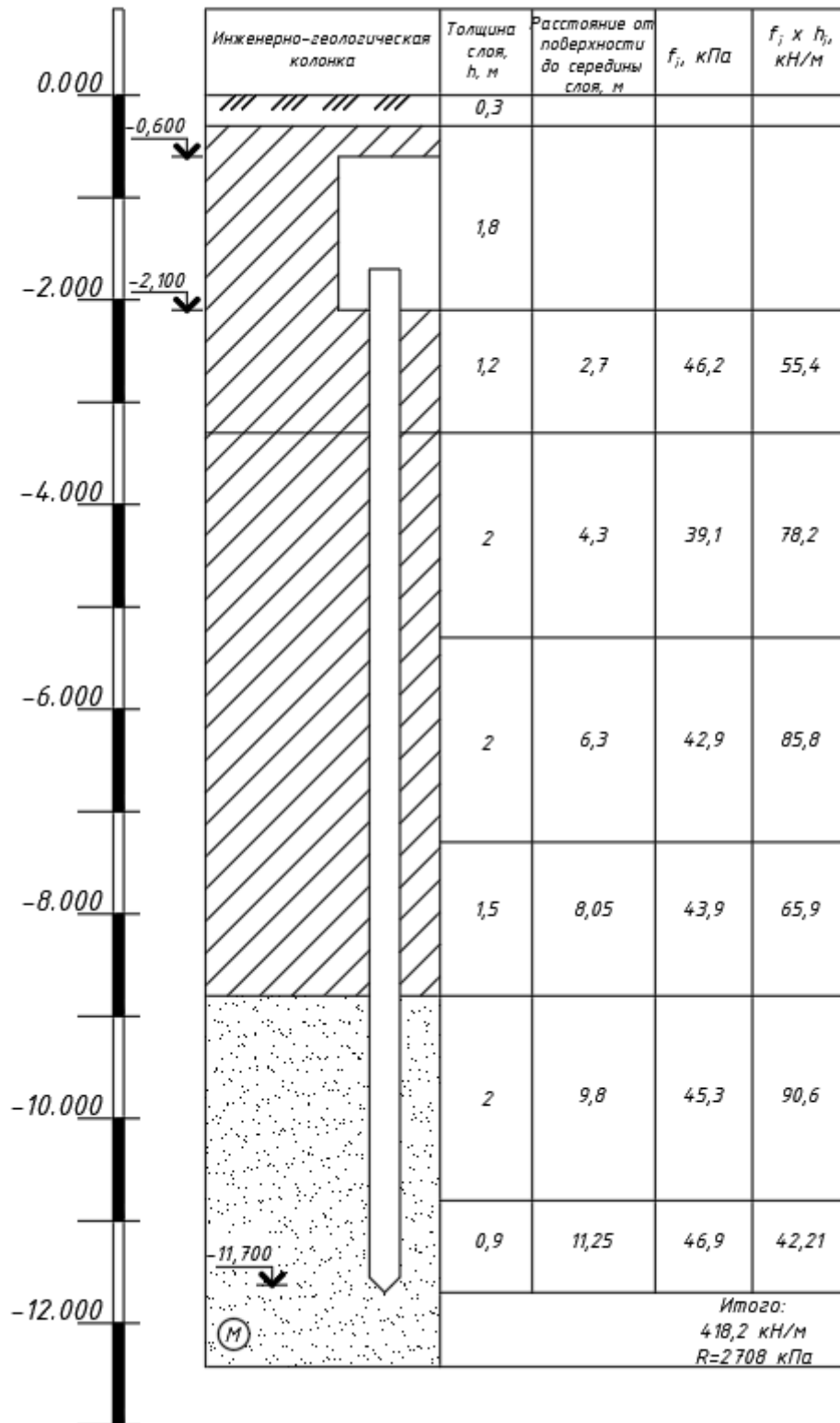
Вес ростверка по формуле (4.14):

$$G_p = b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt} = 3 \cdot 8,4 \cdot 2,1 \cdot 20 = 1058,4 \text{ кН.}$$

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

Таблица 4.3 – Несущая способность свай



Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

4.5.5 Расчет свайного фундамента по несущей способности

Расчет свайного фундамента выполняют по 1-ой группе предельных состояний. При этом должно выполняться условие (4.15).

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов определяется по формуле (4.16).

$$N' = N_{3max} + G_p \cdot 1,1 = 3401,06 + 1058,4 \cdot 1,1 = 4565,3 \text{ кН.}$$

$$M_x = M = 2130,68 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

$$g_{CB} = 2,28 \text{ т, масса свай.}$$

$$N_{CB}^{1,2,3} = \frac{4565,3}{9} - \frac{2130,68 \cdot 3,9}{6 \cdot 3,9^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 391,1 \text{ кН.}$$

$$N_{CB}^{4,5,6} = \frac{4565,3}{9} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 532,3 \text{ кН.}$$

$$N_{CB}^{7,8,9} = \frac{4565,3}{9} + \frac{2130,68 \cdot 3,9}{6 \cdot 3,9^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 623,4 \text{ кН.}$$

$$N_{CB}^{4-9} > \frac{F_d}{\gamma_k} = 450 \text{ кН, несущая способность свай не обеспечена.}$$

Увеличиваем число свай в ростверке до 13 шт исходя из конструктивных соображений и выполняем повторный расчет нагрузки на каждую сваю.

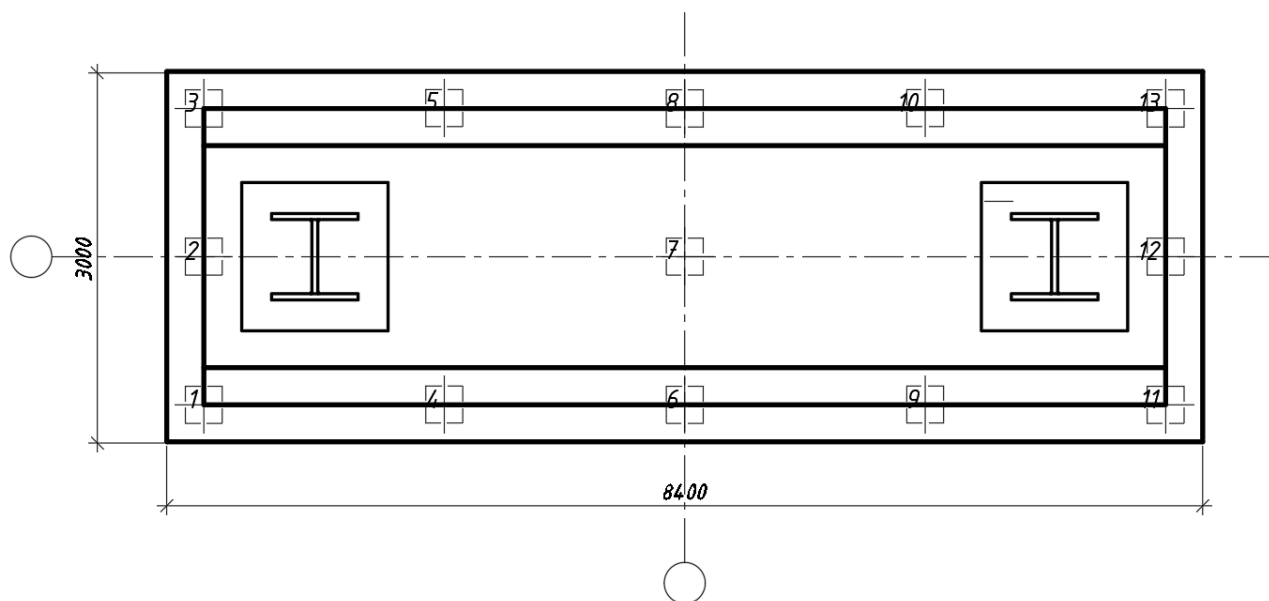


Рисунок 4.8 – Схема свайного куста

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

$$N_{\text{CB}}^{1,2,3} = \frac{4565,3}{13} - \frac{2130,68 \cdot 3,9}{(6 \cdot 3,9^2) + (4 \cdot 1,95^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 248 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{CB}}^{4,5} = \frac{4565,3}{13} - \frac{2130,68 \cdot 1,95}{(6 \cdot 3,9^2) + (4 \cdot 1,95^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 287 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{CB}}^{6,7,8} = \frac{4565,3}{13} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 376,3 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{CB}}^{11,12,13} = \frac{4565,3}{13} + \frac{2130,68 \cdot 3,9}{(6 \cdot 3,9^2) + (4 \cdot 1,95^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 454,3 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{CB}}^{9,10} = \frac{4565,3}{13} + \frac{2130,68 \cdot 1,95}{(6 \cdot 3,9^2) + (4 \cdot 1,95^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot 2,28 = 415,3 \text{ кН.}$$

В крайних сваях допускается превышение усилия до 20%.

$$N_{\text{CB}}^{\text{CP}} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = 450 \cdot 1,2 = 540 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{CB}}^{1-13} < \frac{F_d}{\gamma_k} = 540 \text{ кН, несущая способность свай обеспечена.}$$

4.5.6 Определение осадки свайного фундамента

Такой расчет не требуется, так как нижний конец сваи заглублен более чем на 1 м в мелкие пески, с модулем деформации $E > 15$ МПа.

4.5.7 Конструирование свайного фундамента

Размеры ростверка должны быть кратны 300, расстояние от его грани до ближайшей сваи - не менее 150 мм.

Проектируемый ростверк 3000x8400 мм.

Сопряжение ростверка со сваями – жесткое. Арматура замоноличивается в ростверк на величину 350 мм.

На головы свай укладываются арматурные сетки плиты.

Стержни сеток, попадающие на сваи, вырезаются, а сетки укладываются с защитным слоем в 50 мм.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие – не ниже В12,5.

Армирование подошвы осуществлять сетками из стержней арматуры класса А400.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	105
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ФМ-2

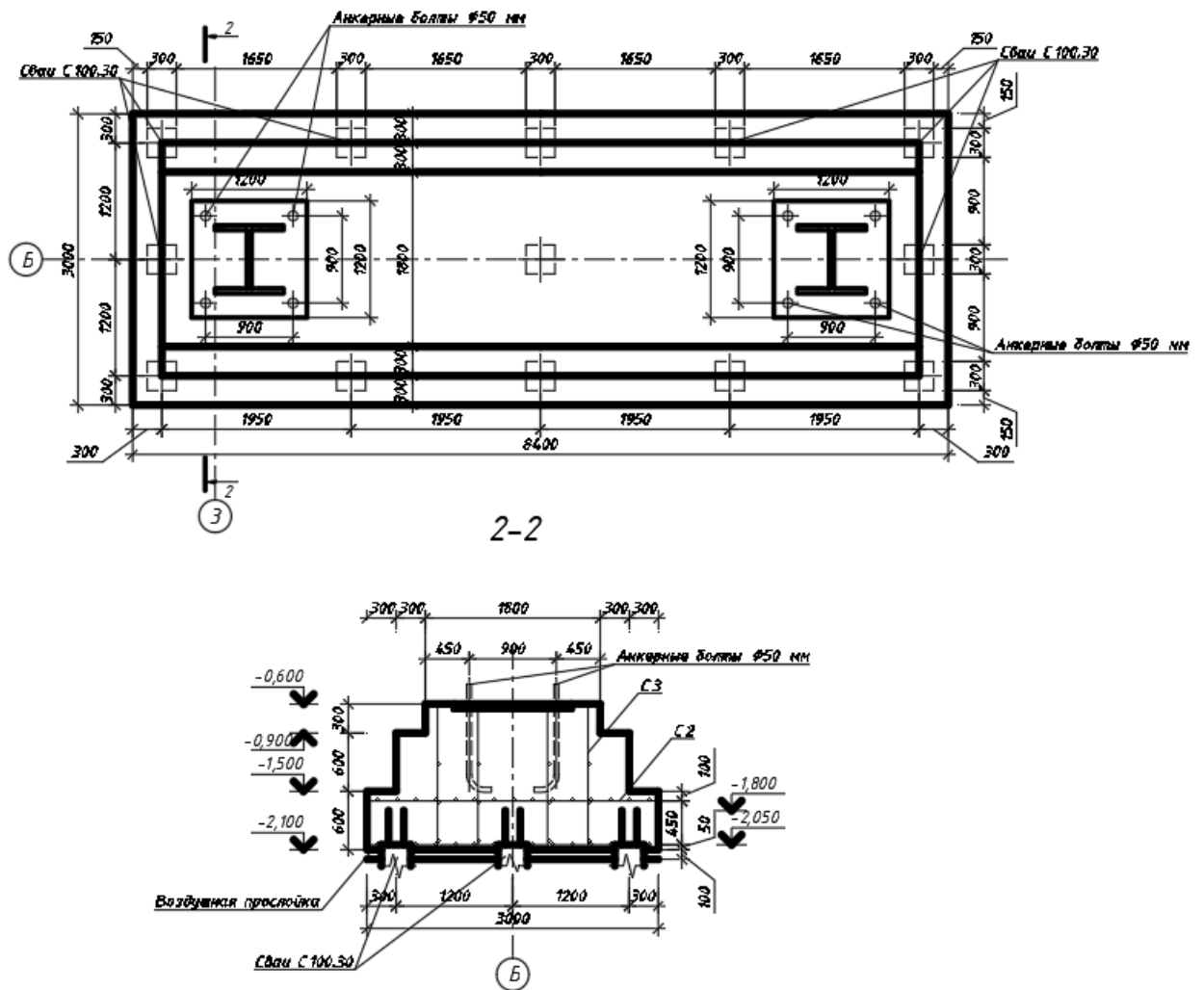


Рисунок 4.9 – Конструирование свайного куста под колонну рамы Р-1

4.5.8 Расчет ростверка на продавливание колонной

При данном расчете улавливаются, что пирамида продавливания начинается от дна стакана с гранями, составляющими угол 45° с вертикалью или касающимися внутренних граней свай.

Проверка на продавливание производится из условия (4.18) с учетом (4.19).

$$F \leq \frac{2 \cdot 600 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 1,45}{1} \cdot \left[\frac{1,45}{1,45} (0,7 + 1,45) + \frac{1,45}{1,45} (0,7 + 1,45) \right] = 6995,7 \text{ кН.}$$

4565,3 кН < 6995,7 кН, условие выполняется.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

4.5.9 Расчет ростверка на продавливание угловой сваей

Расчет ростверка на продавливание угловой сваей выполняется по формуле (4.20).

$$N_{CB} \leq 600 \cdot 1,45 \cdot [0,95 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,4) + 1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,07)] = 538,03 \text{ кН.}$$

454,3 кН < 538,03 кН, условие выполняется.

4.5.10 Выбор сваебойного оборудования

Выбор сваебойного оборудования осуществляется с учетом его производительности, соотношения массы молота и массы сваи, климатических факторов и др.

Определенная несущая способность сваи должна быть подтверждена при забивке достижением сваей расчетного отказа S_a , который устанавливается по формуле (4.21).

Значение расчетного отказа должно быть больше 0,002 м, желательно в интервале 0,005-0,01 м; при значении меньше 0,002 м применяют молот с большей массой ударной части.

Для забивки используем трубчатый дизель – молот типа С-995.

Расчетный отказ:

$$S_a = \frac{33 \cdot 1500 \cdot 0,09}{450 \cdot (450 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{2,6 + 0,2 \cdot (2,28 + 0,2)}{2,6 + 2,28 + 0,2} = 0,0103 \text{ м} > 0,002 \text{ м.}$$

Расчетный отказ находится в оптимальных пределах.

4.6 Техничко-экономическое сравнение фундаментов

В технико-экономическом сравнении двух типов фундамента принимаем устройство фундаментов под ветви колонны рамы Р-1.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	107
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Таблица 4.4 – Стоимость и трудоемкость работ по возведению столбчатого фундамента

№ расценки	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Стоимость, о. е.		Трудоемкость, чел-час	
				на ед.	на объем	на ед.	на объем
1. Земляные работы							
1-169	Разработка грунта 2-ой группы экскаватором	1000 м ³	0,12	112	13,37	10,2	1,22
1-278	Ручная разработка грунта под подошвой фундамента	м ³	6,525	0,69	4,5	1,25	8,16
1-368	Транспортировка грунта в отвал на расстояние до 3 км	т	194,4	0,39	75,82	-	-
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м ³	0,08	18,9	1,512	-	-
2. Бетонные работы							
6-1	Устройство бетонной подготовки	м ³	6,525	29,37	191,64	1,37	8,94
6-7	Устройство железобетонного фундамента	м ³	36,45	38,53	1404,42	1,37	49,94
Стоимость	Арматура стержневая класса А400	т	1,45	240	348	-	-
Итого					2039,3		68,25

Таблица 4.5 – Стоимость и трудоемкость работ по возведению свайного фундамента

№ расценки	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Стоимость, о. е.		Трудоемкость, чел-час	
				на ед.	на объем	на ед.	на объем
1. Земляные работы							
1-169	Разработка грунта 2-ой группы экскаватором	1000 м ³	0,12	112	13,44	10,2	1,22
1-368	Транспортировка грунта в отвал на расстояние до 3 км	т	194,4	0,39	75,82	-	-
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м ³	0,01	18,9	1,89	-	-
2. Бетонные работы							
6-7	Устройство железобетонного фундамента	м ³	24,3	38,53	936,279	1,37	33,29
Стоимость	Арматура стержневая класса А400	т	0,35	240	84	-	-
5-9	Погружение свай длиной до 12 м в грунт 2-ой группы	м ³	11,7	25,3	296,01	4,03	47,151
5-31	Срубка голов свай	шт	13	1,19	15,47	0,96	12,48
Стоимость	Сваи 300х300 мм, длиной 8-12 м	м	130	7,68	998,4	-	-
Итого					2421,6		60,88

Из технико-экономического сравнения, представленного в таблицах, видно, что устройство столбчатого фундамента дешевле на 19 %, но при больших трудозатратах на 12%.

Проектирование столбчатого фундамента под каждую колонну (ветвь), находящуюся рядом и соединенную в единую конструктивную систему с другой, приведет к увеличению трудозатрат при монтаже и снизит качество строительно-монтажных работ. Поэтому данный тип фундамента является нецелесообразным и нерациональным с конструктивной точки зрения.

Учитывая показатели технико-экономического расчета и данные при конструировании фундаментов принимаем, что свайный фундамент для такого типа здания и грунтовых условий наиболее рационален. А работы по его устройству будут дешевле и менее трудозатратны. Предполагаемый срок службы свайных фундаментов колеблется в пределах от 100 до 150 лет.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	110
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5.3 Организация и технология выполнения работ

Работы по возведению металлического каркаса ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации делятся на следующие работы:

- 1) Подготовительные, которые включают в себя:
 - транспортирование и складирование конструкций;
 - геодезические работы.
- 2) Основные, которые включают в себя непосредственно монтаж конструкций.
- 3) Заключительные работы.

5.3.1 Подготовительные работы

Осуществление строительно-монтажных работ по установке конструкций разрешается приступать только после завершения всех работ нулевого цикла для данного объекта и получения акта технической готовности нулевого цикла (фундаментов) к монтажу. К акту приемки прилагаются исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

До начала монтажа стальных конструкций должны быть полностью закончены и приняты следующие работы:

- разбивка и принятие осей здания;
- возведение всех необходимых временных сооружений;
- окончание устройства временных дорог, подъездных путей;
- проложение подземных коммуникаций;
- оформление всех необходимых документов на скрытые работы;
- выполнение планировки грунта, организация водоотвода;
- устройство фундаментов под монтаж колонн и стоек рам;
- произведена обратная засыпка пазух траншей;
- организована и ограждена зона строительной площадки.

На подготовительном этапе выполняются такие работы как:

- завоз и укладка в соответствии с технологическими схемами металлических конструкций;
- установка крана;
- подготовка площадки для работ машин;
- подготовка конструкций и соединительных деталей, необходимых для монтажа здания, прошедшие входной контроль;
- подготовка в зоне производства работ инвентаря, оборудования, рабочих приспособлений и средств для обеспечения безопасности строительно-монтажных работ;
- нанесение рисок установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей;
- подготовить знаки для ограждения опасной зоны при производстве работ.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	112
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту строительства в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для последовательного монтажа каркаса здания в зоне действия крана.

Хранение конструкций на приобъектном складе должно осуществляться на тщательно выровненной, спланированной и обеспеченной удобными подъездными путями площадке. А также хранить сборные элементы следует в условиях, исключающих возможность их деформирования и загрязнения.

На территории склада должны быть указатели проездов и проходов. Проходы между штабелями в продольном направлении следует устраивать через каждые два смежных штабеля; в поперечном не реже, чем через 25 метров. Ширина проходов должна составлять не менее 0,7 м, зазоры между смежными штабелями – не менее 0,2 м.

Элементы конструкций следует размещать так, чтобы их заводская маркировка была видна со стороны прохода или проезда. А штабеля должны быть замаркированы и снабжены табличками с указанием количества и типа конструкций.

5.3.2 Основные работы

При возведении данного производственного здания применяется комбинированный метод монтажа. Этот метод представляет собой последовательный монтаж разнотипных конструкций в пределах одной или нескольких ячеек здания. Монтаж осуществляется в соответствии с требованиями СП 70.13330-2012, ГОСТ 23118-2012, СП 53-101-98, рабочего проекта и инструкций заводов-изготовителей.

Монтаж металлических конструкций производится с предварительной раскладкой и укрупнительной сборкой из отправочных элементов в зоне действия крана.

Подъем конструкций следует осуществлять с применением специальных траверс с захватом за строповочные отверстия.

Перед подъемом и перемещением сборных элементов в зону монтажа необходимо:

- очистить элемент от возможного загрязнения;
- нанести основные риски и проверить наличие меток мест опирания элементов;
- проверить правильность и надежность строповки.

Монтаж каркаса здания совместно с покрытием вести в два этапа, которые разделены относительно двух блоков здания и различных конструкций, применяемых в конструктиве.

1. Порядок при монтаже конструкций металлического каркаса здания в осях А-Н:

- укрупненная сборка стоек рамы;

- монтаж стоек рамы;
- укрупненная сборка крайних и центральных частей фермы рамы;
- монтаж крайних ферм рамы;
- монтаж центральной фермы рамы.
- монтаж связей;
- монтаж прогонов;
- устройство торцевых стоек фахверка.

2. Порядок при монтаже конструкций металлического каркаса здания в осях Н-П:

- установка несущих колонн;
- монтаж вертикальных связей;
- монтаж поперечных ферм;
- монтаж прогонов;
- устройство стоек фахверка.

Монтаж колонн и стоек рам

Основные операции при монтаже колонн и стоек рамы: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стropовка колонн производится за верхнюю часть. В некоторых случаях для снижения центра тяжести к башмаку колонны крепят дополнительный груз. Колонны захватывают стропами или полуавтоматическими захватными приспособлениями.

После проверки надежности строповки, колонну устанавливает звено из 4-х рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. На высоте 30-40 см над верхним обреза фундамента монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами.

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

Монтаж ферм и ферм рам

Подготовка продольных ферм и ферм рам к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от грязи отверстий опорных площадок;
- закрепления распорки одним концом винтовыми зажимами к верхнему поясу фермы (в коньковом узле) и привязывания ко второму концу распорки каната-оттяжки;
- прикрепления по концам фермы двух оттяжек из пенькового каната для удержания фермы от раскачивания при подъеме.

Для строповки ферм применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стropуют ферму за

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						114

верхний пояс, в узлах где сходятся стойки и раскосы, - за две или четыре точки. Монтаж ферм выполняет звено рабочих-монтажников из пяти человек. К работе также привлекают электросварщика.

Для временного крепления, выверки и регулирования положения фермы на опоре применяют кондукторы, предварительно установленные на оголовки колонн.

При монтаже фермы рамы сначала монтировать крайние блоки рамы с устройством временных опорных конструкций из металла. Только после завершения монтажа крайних блоков и устройства опор допускается переходить к монтажу центрального блока фермы рамы.

Монтаж строительных конструкций здания вести автомобильным краном Liebherr LTM 1500, грузоподъемностью 500 т и вылетом $L = 91$ м, гусеничным краном ДЭК 361 в стреловом исполнении со стрелой $L = 40$ м, а также при помощи автовышки АГП-32, с высотой выдвижения рабочей площадки $h = 32$ м.

5.3.3 Заключительные работы

На заключительном этапе производится демонтаж технологического оборудования, очистка поверхностей от загрязнений, уборка, снятие предупредительных знаков, щитов и ограждений.

Образовавшийся в ходе работы строительный мусор убирается и вывозится за пределы строительной площадки.

Подобные работы должны проводиться должным образом, с соблюдением правил техники безопасности, а также экологических норм.

Далее выполняется сдача заказчику выполненных работ, передача исполнительной и технической документации.

5.4 Требования к качеству работ

Производственный контроль и оценку качества работ при монтаже конструкций выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов: СП 48.13330.2011, СП 70.13330.2012, ГОСТ 26433.2-94.

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, все монтажно-сборочные работы необходимо контролировать на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ осуществлять специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы.

При входном контроле проектной документации следует проанализировать всю представленную документацию.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	115
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- акты промежуточной приемки смонтированных конструкций;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных конструкций;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на конструкции;
- сертификаты на металл.

На объекте строительства необходимо вести:

- общий журнал работ;
- журнал авторского надзора проектной организации;
- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- журнал геодезических работ;
- журнал сварочных работ;
- журнал антикоррозийной защиты сварных соединений.

В случаях, предусмотренных законодательством, разработчик проектной документации осуществляет авторский надзор за строительством. Порядок осуществления и функции авторского надзора устанавливаются соответствующими нормативными документами.

Замечания представителей технического надзора застройщика (заказчика) и авторского надзора документируются. Факты устранения дефектов по замечаниям этих представителей документируются с их участием.

5.5 Потребность в материально-технических ресурсах

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

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

Перечень основного необходимого оборудования, машин, механизмов, и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 12 графической части.

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 12 графической части.

5.5.1 Выбор крана по техническим параметрам для монтажа рамы

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы. Выбор монтажного крана

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						117

произведен путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы.

Подбор крана осуществляем по наиболее тяжелому элементу – укрупненная ферма продольной рамы. Её масса составляет 65 т.

1. Грузоподъемность крана:

$$Q_k = q_э + q_г, \quad (5.1)$$

где $q_э$ – масса монтируемого элемента, т;

$q_г$ – масса грузозахватных механизмов, т.

$$Q_k = 65 + 1,5 = 66,5 \text{ т.}$$

2. Высота подъема крюка:

$$H_k = h_0 + h_з + h_э + h_г, \quad (5.2)$$

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

$h_з$ – высота подъема элемента над опорой (0,5-2 м), м;

$h_э$ – высота элемента в положении подъема, м;

$h_г$ – высота грузозахватного устройства, м.

$$H_k = 24 + 0,5 + 6 + 7,5 = 38 \text{ м.}$$

3. Монтажный вылет крюка:

$$l_k = \frac{(b+b_1+b_2) \cdot H_k}{h_г+h_{ш}} + b_3, \quad (5.3)$$

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

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле (половина ширины или длины элемента в положении подъема), м;

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

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

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

$$l_k = \frac{(0,5+0,5+0,5) \cdot 38}{7,5+3,7} + 6,6 = 11,7 \text{ м.}$$

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	118
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Необходимая наименьшая длина стрелы крана:

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_k)^2}. \quad (5.4)$$

$$L_c = \sqrt{(11,7 - 6,6)^2 + (38)^2} = 38,3 \text{ м.}$$

Из общедоступных источников выбираем кран автомобильный Liebherr LTM 1500 с параметрами: $L_{max} = 91$ м; $H_{max} = 145$ м; $Q_{max} = 500$ т.

5.5.2 Выбор крана по техническим параметрам для монтажа ферм и других металлических элементов каркаса

Подбор крана осуществляем по наиболее тяжелому элементу – укрупненная ферма. Её масса составляет 5 т.

1. Грузоподъемность крана по формуле (5.1):

$$Q_k = 5 + 1,5 = 6,5 \text{ т.}$$

2. Высота подъема крюка по формуле (5.2):

$$H_k = 24 + 0,5 + 6 + 7,5 = 38 \text{ м.}$$

3. Монтажный вылет крюка по формуле (5.3):

$$l_k = \frac{(0,5+0,5+0,5) \cdot 38}{7,5+3} + 6 = 11,4 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы крана по формуле (5.4):

$$L_c = \sqrt{(11,4 - 6)^2 + (38)^2} = 38,4 \text{ м.}$$

Из общедоступных источников выбираем кран гусеничный ДЭК-361 с параметрами: $L_{max} = 40$ м; $H_{max} = 38,6$ м; $Q_{max} = 36$ т.

5.6 Техника безопасности и охрана труда

При производстве работ по монтажу металлических конструкций каркаса зданий должны соблюдаться требования СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»; СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ».

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

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

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций. Работы разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации. Монтажникам, выполняющим работы на высоте, выполнять работы при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен быть испытан, и иметь бирку.

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

На строительной площадке должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности опасные зоны, возникающие при работе грузоподъемных кранов.

Для уменьшения опасной зоны перемещение ферм следует производить с использованием страховочных приспособлений (оттяжек) длиной 6 м и диаметром 12 мм, обеспечивающих наименьший габарит и предотвращающих их разворот.

Строительная площадка должна иметь ограждение, рабочие участки (места) должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026-2001.

Рабочих необходимо обеспечить предохранительными поясами по ГОСТ Р 50849-96 и канатами страховочными по ГОСТ 12.4.107-82.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-85.

Электросварочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003-86 "Работы электросварочные. Требования безопасности", а также ГОСТ 12.0130-78 "Строительство. Электробезопасность. Общие требования".

Размещение сварочного оборудования должно обеспечивать свободный и безопасный доступ к нему. Корпус электросварочных аппаратов и их вторичные

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	120
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

обмотки должны быть заземлены. Запрещается использовать в качестве обратного провода контур заземления, и технологическое оборудование.

К работе допускаются электросварщики, прошедшие аттестацию в соответствии с ПБ 03-273-99" Правилами аттестации электросварщиков и специалистов сварочного производства", утвержденных Госгортехнадзором РФ, сдавшие экзамены по правилам техники безопасности и имеющие удостоверение на право производства сварочных работ и квалификационную группу по электробезопасности не ниже II (до 1000В). При любых отлучках с места работы сварщик обязан отключить сварочный аппарат.

При выполнении монтажных работ с применением крана необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- работать по сигналу стропальщика;
- подъем, опускание, перемещение монтажных элементов (колонн, балок и т.п.), торможение при всех перемещениях выполнять плавно, без рывков;
- монтажные элементы во время перемещения должны быть подняты не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;
- опускать колонны, фермы и другие монтажные элементы необходимо на предназначенные и подготовленные для них места, обеспечивающие устойчивое их положение и легкость извлечения стропов.

5.7 Техничко-экономические показатели

График производства работ, калькуляция затрат труда и машинного времени и технико-экономические показатели приведены на листе 12 графической части.

Объем работ определяется на основании потребности в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах, которая в свою очередь определяется с учетом действующих норм расхода материалов.

Объем работ в данной технологической карте составляет 4912,32 т.

Трудоемкость определяется исходя из калькуляции затрат труда и машинного времени и считается как отношение итоговых трудозатрат к продолжительности одной смены (8 ч) и составляет 2205,43 чел-см и 297,43 маш-см.

Выработка на 1-го рабочего в смену вычисляется путем деления объема работ на трудоемкость и составляет 2,2 т.

Продолжительность выполнения работ – 102 дня и максимальное число рабочих в смену – 36 человек, исходя из графика производства работ.

Все работы ведутся в три смены.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	121
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты»;
- МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проектов организации строительства, проектов организации работ по сносу (демонтажу) зданий, проекта производства работ. – М., ЦНИИОМТП, 2009. – 23 с;
- МДС 12-43.2008. Нормирование продолжительности строительства зданий и сооружений. – М., ЦНИИОМТП, 2008. – 17 с;
- РД 11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. - М., ЦНИИОМТП, 2007. – 236 с;
- Указания по установке и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и строительных подъемников при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ. – М., ОАО ПКТИпромстрой, 2002. – 147 с.

6.1 Проектирование объектного стройгенплана на основной период строительства

Разработка строительного генерального плана производится с целью:

- определения расположения временных производственных зданий и сооружений и механизированных установок, необходимых для производства строительных и монтажных работ;
- определения количества бытовых помещений для обслуживания персонала строительства и административно-хозяйственных помещений и устройств на строительной площадке;
- определения количества складских помещений для хранения материалов и конструкций, их расположение;
- установить протяженность временных дорог, сетей водопровода, канализации, электроснабжения, теплоснабжения и других коммуникаций, обслуживающих строительство.

6.2 Подбор крана

Выбор монтажного крана произведен путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы.

Подбор крана выполнен при разработке технологической карты в разделе технология строительного производства.

По результатам подбора были приняты два крана:

1. Кран гусеничный ДЭК-361 с параметрами: $L_{max} = 40$ м; $H_{max} = 38,6$ м; $Q_{max} = 36$ т.
2. Кран автомобильный Liebherr LTM 1500 с параметрами: $L_{max} = 91$ м; $H_{max} = 145$ м; $Q_{max} = 500$ т.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	
						123

6.3 Поперечная привязка кранов к зданию

Кран автомобильный Liebherr LTM 1500

Установку кранов у здания и сооружения производят, соблюдая безопасное расстояние между зданием и краном. Минимальное расстояние от оси подкрановых путей до выступающей части здания определяют по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (6.1)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус поворотной платформы (6,6 м);

$l_{\text{без}}$ – минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до выступающей части здания, принимается 1 м.

$$B = 6,6 + 1 = 7,6 \text{ м.}$$

6.4 Определение зон действия крана

При размещении строительных кранов следует выявить зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

Необходимо выделить следующие зоны действия крана, опасные для людей: рабочая зона крана (зона обслуживания краном), зона перемещения груза, опасная зона работы крана, монтажная зона.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, над которыми перемещают грузы. Эта зона обносится защитными ограждениями. Под ними понимаются устройства, предназначенные для предотвращения непреднамеренного доступа людей в зону.

К зонам потенциально действующих опасных факторов относятся участки территории вблизи строящегося здания (сооружения) и этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования. Эта зона ограждается сигнальными ограждениями. Под ними понимаются устройства, предназначенные для предупреждения о потенциально действующих опасных производственных факторах и обозначения зон ограниченного доступа. Производство работ в этих зонах требует специальных организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность людей.

Кран автомобильный Liebherr LTM 1500

1. Монтажная зона - пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Принимается по РД 11–06–2007, таблица 3. Она зависит от высоты здания и величины отклонения падающего предмета.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	124
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Радиус действия монтажной зоны:

$$R_{\text{монт}} = L_{\Gamma} + X, \quad (6.2)$$

где X – минимальное расстояние отлета груза в случае их падения, при высоте здания 30,0 м, $X = 5,4$ м [16];

L_{Γ} – наибольший габарит перемещаемого груза.

$$R_{\text{монт}} = 36 + 5,4 = 41,4 \text{ м.}$$

2. Зона обслуживания краном (рабочая зона) – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана. Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана, $R_{\text{max}} = 80$ м.

3. Зона перемещения грузов – пространство в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана.

$$R_n = R_{\text{max}} + 0,5L_{\Gamma}, \quad (6.3)$$

где L_{Γ} – длина самой габаритной конструкции в положении подъема.

$$R_n = 80 + 0,5 \cdot 36 = 98 \text{ м.}$$

4. Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания или отлета при падении.

Величину границы опасной зоны работы крана в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемным краном принимают от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении:

$$R_{\text{оп}} = R_p + 0,5B_{\Gamma} + L_{\Gamma} + X, \quad (6.4)$$

где R_p – максимальный требуемый вылет крюка крана;

B_{Γ} – наименьший габарит перемещаемого груза;

L_{Γ} – наибольший габарит перемещаемого груза;

X – минимальное расстояние отлета груза, перемещаемого краном груза в случае его падения, при высоте здания 30,0 м, $X = 7,6$ м [16].

$$R_{\text{оп}} = 80 + 0,5 \cdot 0,7 + 36 + 7,6 = 123,95 \text{ м.}$$

Кран гусеничный ДЭК-361

1. Монтажная зона.

Радиус действия монтажной зоны определяется по формуле (6.2):

$$R_{\text{монт}} = 12 + 5,4 = 17,4 \text{ м.}$$

2. Зона обслуживания краном (рабочая зона). Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана, $R_{\text{max}} = 32 \text{ м.}$

3. Зона перемещения грузов определяется по формуле (6.3):

$$R_n = 32 + 0,5 \cdot 12 = 38 \text{ м.}$$

4. Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания или отлета при падении, определяется по формуле (6.4):

$$R_{\text{оп}} = 32 + 0,5 \cdot 0,7 + 12 + 7,6 = 51,95 \text{ м.}$$

6.5 Внутривозовые дороги

Для внутривозовых перевозок на строительной площадке пользуются в основном автомобильным транспортом.

Постоянные подъезды часто полностью не обеспечивают строительство из-за несовпадения трассировки и габаритов. В этом случае устраиваются временные дороги.

Проектирование временных дорог ведется в следующей последовательности:

- разработка схемы движения транспорта;
- расположение дорог на строительной площадке.

При разработке схемы движения транспорта необходимо максимально учитывать условия существующих и постоянных дорог.

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане должна обеспечить подачу в сторону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам и административно-бытовым помещениям.

Параметры временных дорог строительной площадки:

Дорога с однополосным движением, ширина проезжей части – 3,5 м, двухполосных – 6 м.

В зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6,0 м, радиус уширения 14 м.

На въезде на стройплощадку ширина ворот должна быть не менее 4 м.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2023 ПЗ	126

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный щит, на котором показана схема движения транспорта, средства пожаротушения и связи.

На въезде должен быть знак ограничения скорости движения, не более 10 км/ч, а также знаки на поворотах 5 км/ч, заезде в ворота.

Каждый рабочий выезд оборудуется пунктом очистки колёс автотранспорта.

При трассировке дорог должны соблюдаться следующие минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой – минимум 1 м;
- между дорогой и подкрановыми путями – минимум 6,5 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку – минимум 1,5 м;
- между дорогой и пожарными гидрантами до 2 м.

Возле дорог устанавливают контейнеры для сбора мусора и бытовых отходов.

На выбор конструкции дорог влияют:

- вид грунта;
- тип и масса машин;
- гидрогеологические условия;
- интенсивность движения транспорта.

Различают следующие конструкции временных дорог:

- сборные железобетонные плиты;
- твёрдое покрытие (гравий, щебень);
- грунтовые.

Строительство внутрипостроечных временных дорог завершается до начала работ по возведению подземной части объекта.

6.6 Проектирование складов

Необходимый запас материалов определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.5)$$

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

T – продолжительность расчетного периода по календарному плану, в днях;

$T_{\text{н}}$ – норма запаса материала, в днях;

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	127
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (от 1,1 до 1,5);

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

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

$$F = \frac{P}{V}, \quad (6.6)$$

где P – общее количество хранимого на складе материала;

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

Общая площадь склада (включая проходы) рассчитывается по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (6.7)$$

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; для открытых складов лесоматериалов 0,4–0,5; для металла 0,5–0,6; для нерудных строительных материалов 0,6–0,7).

Результаты расчета сведем в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Расчет требуемых площадей складов

Наименование товаров и изделий	Ед. изм.	Кол-во мат-ла на 1 м ² склада, V	Общее кол-во мат-ла, P	Необходимый запас материала, м ²	Полезная площадь склада, F	Общая площадь склада, S
1	2	3	4	5	6	7
Стеновые панели (открытый, в вертикальном положении)	м ³	0,6	1112,3	371,83	619,71	1549,28
Кровельные панели (открытый, в вертикальном положении)	м ³	0,6	1944	535,17	891,95	2229,88
Колонны, стойки и ригели фахверка, прогоны, детали вертикальных связей (открытый в штабелях)	т	1	218,7	73,11	73,11	182,77

Отправочные элементы ферм и рам (открытый в штабелях)	т	1	959,1	195,16	195,16	487,89
Кирпич строительный на поддонах (открытый в штабелях)	тыс. шт	0,7	134,47	23,31	33,3	83,4
Оконные и дверные блоки (закрытый штабель в вертикальном положении)	м ³	22	283	132,44	6,02	10,03
Цемент в мешках (закрытый в штабелях)	т	1,3	600	31,2	24	40
Песок, щебень, гравий (открытый)	м ³	75	1200	62,4	31,2	52

Площадь открытых складов $S_0 = 2251,62 \text{ м}^2$.

Площадь закрытый складов $S_3 = 50,0 \text{ м}^2$.

6.7 Расчет автомобильного транспорта

Основным видом транспорта для доставки строительных грузов является автомобильный.

Необходимое количество единиц автотранспорта в сутки (N_i) определяется для каждого вида грузов по заданному расстоянию перевозки по определенному маршруту:

$$N_i = \frac{Q_i \cdot t_{\text{ц}}}{T_i \cdot q_{\text{тп}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}}, \quad (6.8)$$

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

$t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла работы транспортной единицы, ч;

T_i – продолжительность потребления данного вида груза, дн.;

$q_{\text{тп}}$ – полезная грузоподъемность транспорта, т;

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

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

Продолжительность цикла транспортировки груза:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{пр}} + \frac{2l}{v} + t_{\text{м}}, \quad (6.9)$$

где $t_{\text{пр}}$ – 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_m – период маневрирования транспорта во время погрузки и выгрузки, ч (0,02 – 0,05 ч).

Таблица 6.2 – Подсчет автомобильного транспорта

Наименование изделий, материалов и конструкций	Q_i , т.	$t_{ц}$, ч.	$t_{пр}$, ч.	l , км.	v , км/ч	t_m , ч.	T_i , дн.	$q_{тр}$, т.	$T_{см}$, ч.	$K_{см}$.	N_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стеновые панели	83,42	2,06	0,34	30	36	0,05	14	5	7,5	2	0,16
Кровельные панели	145,8	2,06	0,34	30	36	0,05	17	5	7,5	2	0,24
Колонны, стойки и ригели фахверка, прогоны, детали вертикальных связей	218,7	2,24	0,52	30	36	0,05	14	5	7,5	2	0,47
Отправочные элементы ферм и рам	959,1	2,24	0,52	30	36	0,05	23	5	7,5	2	1,24
Кирпич строительный на поддонах	563	2,24	0,52	30	36	0,05	27	5	7,5	2	0,62
Оконные и дверные блоки	2,83	2,91	1,19	30	36	0,05	10	5	7,5	2	0,01
Цемент в мешках	45	2,91	1,19	30	36	0,05	90	5	7,5	2	0,02
Песок, щебень, гравий	85	1,95	0,23	30	36	0,05	90	5	7,5	2	0,02
Итого											2,78

Таблица 6.3 – Автотранспортные средства

Наименование элемента	Наименование транспорта	Грузоподъемность, т	Кол-во автотранспорта
Колонны, стойки и ригели фахверка, прогоны, детали вертикальных связей	Бортовая машина с прицепом	30 т	1
Отправочные элементы ферм и рам			
Стеновые панели	Бортовая машина с прицепом	8 т	2
Кровельные панели			
Оконные и дверные блоки			
Кирпич строительный на поддонах			
Цемент в мешках			
Песок, щебень, гравий			

6.8 Проектирование временного городка

Временными зданиями называют надземные подсобно-вспомогательные и обслуживающие объекты, необходимые для обеспечения производства строительно-монтажных работ.

Временные здания и сооружения возводятся для наиболее полного удовлетворения нужд рабочих. Потребность в требуемой площади для производства может быть удовлетворена за счет:

- возведения временных зданий;
- использования существующих зданий;
- опережающее строительство здания и сооружения постоянного типа.

По назначению временные здания подразделяются:

- производственные;
- административные;
- санитарно-бытовые;
- жилые и общественные;
- складские.

К производственным относятся мастерские, механизированные установки (растворно-бетонные узлы, насосные станции, малярно-штукатурные станции), объекты энергетического хозяйства (трансформаторные подстанции, временные электростанции, котельные), объекты транспортного хозяйства (гаражи и т.д.)

К административным зданиям относятся конторы начальника участка, прораба, диспетчерские.

К санитарно-бытовым относятся гардеробные, душевые, комнаты обогрева работающих, помещения для сушки одежды, умывальные, медицинский пункт.

К жилым и общественным зданиям относятся общежития, магазины, буфеты.

К складским зданиям относятся открытые и закрытые склады, навесы.

По конструктивному решению временные здания могут быть:

- неинвентарные;
- одноразового использования;
- инвентарные.

В данной дипломной работе закладываем проектирование инвентарных зданий.

Площади помещений бытового городка зависят от количества рабочих, которые задействованы на строительной площадке.

Удельный вес различных категорий работающих:

- Рабочие – 85%
- ИТР и служащие – 12%
- ПСО (пожарно-сторожевая охрана) – 3%.

Таблица 6.4 – Численность работающих

№ п/п	Категория работающих	Многочисленная смена	
		Удельный вес работающих, %	Численность работающих, чел
1	Рабочие	85	24
2	ИТР и служащие	12	4
3	ПСО	3	1
Всего		100	29

Бытовые сооружения строят до начала производства основных СМР, располагают в безопасной зоне от работы крана, имеющий отвод поверхностных вод.

Проходы к санитарно-бытовым помещениям не должны пролегать через опасные зоны. Для прохода к бытовым помещениям должны устраиваться пешеходные дорожки из щебня или гравия. Бытовые помещения располагают на расстоянии не менее 50 м по отношению к установкам, выделяющим пыль и вредные газы и не далее 200 м от рабочих мест. Входы в бытовые помещения не должны быть расположены со стороны крановых путей, проходящих ближе 7 м от наружной стены здания. В местах установки бытовых помещений следует предусмотреть место отдыха.

Туалеты размещают не менее чем на 15 м от строящего здания, но не более 200 м от самых отдаленных рабочих мест.

Расстояние между временными зданиями и дорогами должно быть не более 20 м.

Требуемая площадь временных помещений определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = N \cdot S_{\text{н}}, \quad (6.10)$$

где N – общая численность работающих (рабочих) или численность работающих (рабочих) в наиболее многочисленную смену, чел.;

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

Необходимые инвентарные здания приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Требуемые площади временных зданий

№ п/п	Наименование помещений	Единицы измерения	Количество человек	Нормативная площадь		Принятый тип бытового помещения	Площадь, м ²		Количество
				На 1-го человека	Расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	Гардеробная	м ²	34	0,7	23,8	Размеры в плане 4х4 м	16	32	2
2	Умывальная	м ²	29	0,2	5,8	Размеры в плане 3х3 м	9,0	9,0	1
3	Душевая	м ²	24	0,54	12,96	Размеры в плане 4х4м	16,0	16,0	1
4	Сушилка	м ²	24	0,2	4,8	Размеры в плане 3х3 м	9,0	9,0	1
5	Помещение для обогрева рабочих	м ²	24	0,1	2,4	Размеры в плане 2х3	6,0	6,0	1
6	Туалет	м ²	24	-	2,18	Размеры в плане 1х1	1,0	3,0	3
7	Прорабская	м ²	4	24 на 5	24	Размеры в плане 8х3 м	24,0	24,0	1
8	КПП	м ²	-	-	-	Размеры в плане 2х3	6,0	12,0	2
9	Пункт мойки колес	м ²	-	-	-	Размеры в плане 12х3,5	42,0	42,0	1
Итого:								153,0	
Проходы 30%:								45,9	13
Итого:								198,9	

Таблица 6.6 – Расчет электроэнергии строительной площадки

Наименование потребителей	Ед. измерения	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коеф. спроса, K_c	$\cos \varphi$	Требуемая мощность
1	2	3	4	5	6	7
Силовые потребители						
Сварочная машина	шт	4	15	0,35	0,7	30
Мелкий строительный инструмент	шт	25	1,5	0,15	0,6	9,4
Внутреннее освещение						
Отделочные работы	м ²	12820	0,015	0,8	1,0	103
Административные и бытовые помещения	м ²	287,3	0,018	0,8	1,0	2,99
Наружное освещение						
Территория строительства	м ²	37865	0,0002	0,8	1,0	6,61
Охранное освещение	км	0,75	1,5	0,8	1,0	0,9
Освещение главных проходов и проездов	км	0,076	0,005	0,8	1,0	0,0003
ИТОГО						152,9

Общая нагрузка по установленной мощности составит:

$$P = 1,05 \cdot 152,9 = 160,5 \text{ кВт.}$$

Согласно расчетам, выбираем комплектную трансформаторную подстанцию КТП СКБ Мосстрой – передвижная подстанция закрытого типа с размерами в плане 3,33×2,22 м, мощностью 180 кВт.

Количество прожекторов n , подлежащих установке на строительной площадке, определяется по формуле

$$n = \frac{m \cdot E_p \cdot S}{P_{\text{л}}} = \frac{0,2 \cdot 3,5 \cdot 37865}{1000} = 24 \text{ шт,} \quad (6.12)$$

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

$P_{\text{л}}$ – мощность лампы применяемых типов прожекторов, Вт (ПЗС-45, $P_{\text{л}} = 1000$ Вт);

S – освещаемая площадь, м²;

$E_p = k \cdot E_{\text{н}}$ – требуемая освещенность, лк;

$E_{\text{н}}$ – нормируемая освещенность, лк (для охранного освещения 0,5 – 2,0 лк);

k – коэффициент запаса.

Принимаем 24 прожектора, устанавливаемых по периметру ограждения.

6.10 Водоснабжение строительной площадки

Временное водоснабжение и канализация на строительстве предназначены для обеспечения производственных, хозяйственных и противопожарных нужд.

При проектировании временного водоснабжения необходимо определить потребность в воде, выбрать источник водоснабжения, составить схему, рассчитать диаметры трубопроводов, привязать временное водоснабжение.

Потребность в воде определяется с учетом расхода воды по группам потребителей, исходя из установленных нормативов удельных затрат.

В прорабской и КПП не прокладывается водопровод, в них устанавливаются кулеры с питьевой водой.

Потребность в воде рассчитывается на период наиболее интенсивного водопотребления.

Суммарный расчетный расход воды $Q_{\text{общ}}$, л/с, равен:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{расчет}} + Q_{\text{пож}}, \quad (6.13)$$

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

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

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

Расход воды на производственные цели включает приготовление бетонной смеси или раствора, поливку уложенного бетона, выполнение штукатурных и малярных работ, обслуживание и мойку строительных машин и т.д. и определяется по формуле 5.8, л/с.

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \cdot \frac{q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t}, \quad (6.14)$$

где $q_{\text{п}}$ – расход воды на производственного потребителя (приготовление бетона, малярные и штукатурные работы, мытье машин и т.д.);

$\Pi_{\text{п}}$ – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления (1,6);

Требуемый диаметр временного водопровода D , мм, определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot V}}, \quad (6.16)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий расход воды, мм;

D – внутренний диаметр водопровода, мм;

V – скорость движения воды по трубам, м/с (при больших диаметрах принимается 1,5 – 2,0 м/с).

Подставляем значения в формулу 6.16:

$$D = 63,25 \sqrt{\frac{21,25}{3,14 \cdot 1,5}} = 134,34 \text{ мм.}$$

Полученное значение диаметра водопровода округляем до ближайшего большого сечения. По ГОСТ 3262-75 принимаем стальную водогазопроводную трубу с наружным диаметром 150 мм.

Источниками водоснабжения являются существующие водопроводы с устройством дополнительных временных сооружений, постоянные водопроводы, сооружаемые в подготовительный период, и самостоятельные временные источники водоснабжения.

Временное водоснабжение представляет собой объединенную систему, удовлетворяющую производственные, хозяйственные, противопожарные нужды, в отдельных случаях выделяют питьевой водой.

При создании временной сети необходимо учитывать возможность последовательного наращивания и перекладки трубопроводов в ходе строительства. Такая сеть может иметь кольцевую, тупиковую или смешанную схемы.

Смешанная схема представляет собой внутренний замкнутый контур, от которого прокладываются ответвления.

Привязка сети водоснабжения на стройгенплане включает нанесение сетей постоянного и временного водопровода, сооружений на трассе (насосных, колодцев, гидрантов и др.) и обозначение мест подключения трассы временного водопровода к источнику.

Колодцы с пожарными гидрантами располагают так, чтобы расстояние от них до места возможного пожара не превышало 100 м и была обеспечена подача воды из других гидрантов. Расстояние от строящихся зданий до колодцев с пожарными гидрантами – не более 50 м, а от края дороги – 2 м.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	138
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.11 Снабжение сжатым воздухом, кислородом и ацетиленом

Сжатый воздух на строящемся объекте используют для работы пневматического оборудования и инструментов, а также для пневмотранспортирования растворов и пылевидных строительных материалов. Кислород и ацетилен применяют для сварочных работ.

Потребность в сжатом воздухе определяется по формуле

$$Q = 1,1 \cdot \sum k \cdot q \cdot n, \quad (6.17)$$

где Q – потребное число сжатого воздуха, м³/мин;

1,1 – коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах (от неплотности соединений и от охлаждения в зимнее время), а также расход воздуха на продувку;

k – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов;

q – расход сжатого воздуха соответствующими механизмами, м³/мин;

n – число однородных механизмов.

$$Q = 1,1 \cdot (1 \cdot 3 \cdot 0,9 + 2 \cdot 3 \cdot 0,9 + 0,3 \cdot 3 \cdot 0,9) = 9,8 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Применяем стационарную компрессорную установку.

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

6.12 Теплоснабжение строительной площадки

На строительной площадке тепло в виде горячей воды и горячего воздуха расходуется для подогрева воды, приготовления бетонных смесей и растворов, обогрева производственных, хозяйственных и административно-бытовых временных зданий.

Обогрев хозяйственных и административно-бытовых временных зданий осуществляется электрическим способом. К этой группе теплоносителей относят калориферы, воздухонагреватели, теплогенераторы.

Вода подогревается так же с помощью электрических установок.

6.13 Мероприятия по охране труда

Обеспечение безопасного производства работ осуществляется в соответствии с нормами СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда» [17].

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	139
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

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 и сооружения размещены вне зоны действия монтажного крана.

Бытовые и административные здания удалены от объектов, выделяющих пыль и вредные газы, на расстояние более 50 м и располагаются по отношению к ним с наветренной стороны.

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.

Созданы безопасные условия труда, исключая возможность поражения электрическим током, в соответствии с требованиями СП 12-135-2003 [17].

Для сохранности дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов устраивают закрытые склады.

Материалы складировать с соблюдением определенных правил. При укладке изделий в штабель прокладки между ними располагают строго друг под другом.

Территории строительства ограждена [19].

Строительная площадка, проходы, проезды и рабочие места освещены.

6.14 Мероприятия по пожарной безопасности

Производственные территории строительных площадок, включая участки производства работ и рабочие места, оборудованы средствами пожаротушения согласно [17; 18].

Первичные средства пожаротушения в соответствии с [20] содержатся в соответствии с техническими паспортами и действующими положениями, находятся в исправном работоспособном состоянии и обозначаются соответствующими знаками.

Использование средств пожаротушения для производственных и хозяйственных нужд не допускается.

Противопожарное водоснабжение от пожарных гидрантов водопроводной сети или из резервуаров, или водоемов выполняется до начала основных строительных работ согласно [21]. Направление движения к ним оборудовано указателями (объемными со светильниками или плоскими со светоотражающим покрытием), указывающими расстояние до водоисточника.

Мобильные (инвентарные) здания, наборы мобильных зданий (не более 10), а также временные строения находятся от других зданий и сооружений на расстоянии более 15 м или у противопожарных стен в соответствии с [18, раздел 4].

При размещении временных зданий на стройгенплане выдержаны противопожарные разрывы между постоянными и временными зданиями и

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	140
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Продолжительность строительства исчисляется с даты начала строительства до даты его окончания. Даты начала и окончания строительства оформляются актами, составленными заказчиком и генеральным подрядчиком.

6.18 Нормативная продолжительность строительства

Нормативная продолжительность строительства определяется согласно СНиП 1.04.03-85* "Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Продолжительность строительства".

Значения продолжительности строительства, указанные нормативе, являются максимально допустимыми значениями продолжительности строительства в целом, а также его этапов.

Нормативом учитывается, как правило, строительство на площадках с наиболее часто встречающимися грунто-геологическими условиями. Продолжительность строительства в особых условиях корректируется коэффициентами.

Согласно СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» в разделе 6 «Воздушный транспорт» п.17 «Ангар для технического обслуживания воздушных судов» и со следующими характеристиками: «Здание большепролетное с покрытием из стальных ферм или арок по стальным колоннам с общей площадью 10 тыс. м²» продолжительность строительства составляет 20 месяцев, а с общей площадью 15 тыс. м² продолжительность строительства составляет 25 месяцев.

Так как проектируемое здание подходит по характеристике и его общая площадь 12,3 тыс. м², то применяя интерполяцию, получим:

$$T_n = 22,3 \text{ мес.}$$

Учтем свайный фундамент (сваи более 6 м). На каждые 100 свай добавим 10 дней.

$$T_n = \frac{372}{100} \cdot \frac{10}{31} = 1,2 \text{ мес.}$$

Расчетная продолжительность строительства:

$$T = 23,5 \text{ мес.}$$

6.19 Плановая продолжительность строительства

Плановая продолжительность строительства определяется по календарному плану производства работ.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	143
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Подготовительный период исчисляется от начала работ на строительной площадке до начала работ по возведению зданий и сооружений основного назначения и включает внеплощадочные и внутриплощадочные работы.

К внеплощадочным работам относятся: строительство подъездных путей к площадке строительства, водопроводных сетей с заборными сооружениями, линий электропередачи с трансформаторными подстанциями, канализационных коллекторов и т.п.

К внутриплощадочным работам относятся: снос ветхих и непригодных зданий и сооружений, расчистка и планировка строительной площадки, прокладка (перекладка) инженерных сетей электроснабжения, водоснабжения, канализации, устройство временных складов, размещение и установка временных бытовых помещений для рабочих.

Работы основного периода строительства начинаются после завершения в полном объеме подготовительных работ и исчисляются от начала общестроительных работ до приемки в эксплуатацию непроизводственного объекта или до ввода в действие мощностей производственного объекта. Ввод в действие производственного объекта означает окончание монтажных и пусконаладочных работ и начало выпуска продукции.

В зависимости от вида и сложности строительного объекта производим укрупнение работ по этапам (например, подземная часть, надземная часть) и видам общестроительных (земляные, бетонные, отделочные и т.п.) и специальных (электротехнические, санитарно-технические и т.п.) работ.

Определение объема этапа работ производится путем суммирования объемов по каждому виду работ, составляющих этап. Продолжительность этапа определяется по технологической последовательности работ. При построении календарного графика строительства предусматривают производство работ в строгой технологической последовательности, с максимально возможным их совмещением и параллельным выполнением.

Продолжительность строительства по графику определяют при условии и с учетом достижения высокого уровня организации строительного производства, использовании современных технологий и методов работ, применении эффективных машин, новейших строительных материалов, деталей и конструкций.

Для построения календарного плана производства работ составим калькуляцию трудовых затрат и машинного времени.

Календарный план производства работ представлен на листе 14 графической части. Плановая продолжительность строительства – 12 мес. Калькуляция трудовых затрат и машинного времени представлена в таблице 6.7.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	144
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 6.7 – Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На ед. изм. норма времени, чел-час/ маш-час	На объем работ, трудозатраты, чел-час
			Ед. изм.	Кол-во			
1. Земляные работы							
1	§Е2-1-5	Срезка растительного слоя грунта бульдозером с перемещением на 15 м, с погрузкой на автосамосвалы и транспортированием на 1 км	1000 м ²	12,3	машинист бр-1	1,5	18,45
2	§Е2-1-10	Разработка грунта котлована экскаватором с ковшом вместимостью 0,5 м ³ с погрузкой на автосамосвалы и транспортированием на 1 км со срезкой недобора	1000 м ³	18,4	машинист бр-1	3,6	66,24
3	§Е2-1-34	Засыпка грунтом траншей, пазух котлованов и ям	100 м ³	5,61	машинист бр-1	5,12	28,7
2. Фундаменты							
4	§Е12-28	Забивка свай	1 свая	372	машинист бр-1, копровщик 5р-1, 3р-1	1,59	591,5
5	§Е12-39	Срубка оголовков свай	1 свая	372	бетонщик 3р-2	0,68	252,96
6	§У6-16	Устройство железобетонного монолитного фундамента	1 м ³	654	плотник 4р-1, арматурщик 4р-1, 2р-1, бетонщик 3р-2	4,80	3139,2
3. Надземная часть							

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

7	Тех. карта	Монтаж надземной части здания	т	4912,32			17643,4
8	§Е3-3	Кладка перегородок 120 мм из кирпича	1 м ³	103,2	каменщик 4р-2	3,7	381,8
9	§Е27-39	Окрашивание металлоконструкций огнезащитным покрытием и антикоррозионная обработка	т	4912,32	изолировщик 5р-1, 3р-1	1,68	8252,7
4. Устройство кровли и стен							
10	§Е5-1-21	Монтаж стеновых панелей	1 м ³	1668,45	такелажник 2р-2, монтажник бр-1, 4р-3, 3р-2, электросварщик 3р-1, машинист бр-1	3,40	5672,7
11	§Е5-1-20	Монтаж кровельного покрытия	100 м ²	122,9	такелажник 2р-2, монтажник бр-1, 4р-3, 3р-2, электросварщик 3р-1, машинист бр-1	10,5	1290,3
5. Заполнение проемов							
12	§Е6-13	Установка оконных и дверных блоков	100 м ²	4,94	плотник 4р-1, 2р-1	14,8	73,1
13	§Е6-13	Навеска ворот	1 м ²	2383,2	плотник 4р-1, 2р-1, машинист бр-1	0,36	858
6. Устройство полов							
14	§У11-136	Устройство пола из керамической плитки	100 м ²	0,64	облицовщик 3р-2, 2р-2	160,00	101,9
15	§У11-89	Устройство наливного пола	100 м ²	121,8	бетонщик 4р-1, 3р-2	34,00	4141,2
7. Отделочные работы							
16	§Е8-1-2	Штукатурка стен внутри здания	100 м ²	17,2	штукатур 4р-2, 3р-2, 2р-2	82,4	1417,3
17	§У15-502	Окраска стен краской	100 м ²	17,2	маляр 3р-2, 2р-2	49,54	852,1

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

						Итого:	44781, 6
18	Внутренние электромонтажные работы	%	13				5821,6
19	Внутренние сантехнические работы	%	13				5821,6
20	Вентиляция и кондиционирование	%	3,5				1567,4
21	Внутренние слаботочные сети	%	3,5				1567,4
22	Наружные инженерные сети	%	3				1343,5
23	Работы по благоустройству	%	2,5				1119,5
24	Сдача объекта	%	2,5				1119,5
						Итого:	63142, 1

научным, экономическим, культурным и в то же время духовным центром. Город привлекает туристов своей великолепной архитектурой, многочисленными улочками, живописными бульварами и проспектами.

Для выполнения авиаперевозок на территории города располагается «Международный аэропорт Белгород им. В.Г. Шухова». Аэропорт – интенсивно развивающееся предприятие. Благодаря выгодному расположению и наличию разветвленной маршрутной сети аэропорт обслуживает не только пассажиров из Белгородской области, но также из близлежащих регионов. Расположен в Восточном округе города, в 4 километрах на север от центра, на проспекте Богдана Хмельницкого.

По итогам 2021 года пассажиропоток аэропорта составил 582 531 человек. Этот показатель на 24% больше аналогичного показателя предыдущих лет. Всего за 12 месяцев 2021 года аэропорт обслужил 7 914 рейсов, было перевезено более 314 тыс. тонн грузов и почты. И данные показатели с каждым годом растут.

Также в Белгороде находится ЗАО «Сокол-АТС» – современное динамично развивающееся многопрофильное предприятие, имеющее в своём арсенале комплекс высокотехнологичного оборудования лучших мировых производителей для производства телекоммуникационной техники, деталей и изделий для авиастроения, судостроения, проектирования и изготовления инструмента.

Тем самым данное предприятие может обеспечивать и предоставлять все необходимые материалы и оборудование для выполнения всего комплекса работ по обслуживанию и испытанию самолетов.

На основании вышесказанного строительство ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации в городе Белгород будет востребовано и целесообразно.

Выбор расположения площадки строительства производится с учетом назначения здания и требований по размещению. Ситуационный план места строительства здания приведен на рисунке 7.1 (г. Белгород, квартал Ячнево).



Рисунок 7.1 – Место предполагаемого строительства на карте

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	149
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		



Рисунок 7.2 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса, %

Из структуры локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса можно сделать вывод, что материалы занимают наибольший процент удельного веса (33,9%), в то время как наименьший процент составляет сметная прибыль (4,6%).

7.3 Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Технико-экономические показатели для проектируемого здания представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Технико-экономические показатели на монтаж металлического каркаса

Показатели	Ед. изм.	Значение
1	2	3
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки здания	м ²	12 282
Размеры в осях	м	156,0 x 97,0
Количество этажей	шт	1
Общая площадь здания	м ²	12 204

Полезная площадь здания	м ²	11 168
Планировочный коэф. $K_{пл}$		0,92
2. Стоимостные показатели		
Сметная стоимость на монтаж металлического каркаса	руб.	1 066 654 704,66
Сметная себестоимость на монтаж металлического каркаса, приходящаяся на 1 м ² площади здания	руб.	68 771,8
Сметная рентабельность производства общестроительных работ	%	5,9
3. Прочие показатели объекта		
Продолжительность работ на монтаж металлического каркаса	дн.	102

Планировочный коэффициент $K_{пл}$ определяется по формуле:

$$K_{пл} = \frac{S_{пол}}{S_{общ}}, \quad (7.1)$$

где $S_{пол}$ – полезная площадь здания, м²;
 $S_{общ}$ – общая площадь здания, м².

$$K_{пл} = \frac{11\,168}{12\,204} = 0,92.$$

Сметная себестоимость общестроительных работ, приходящаяся на 1 м² площади, определяется по формуле:

$$C/c = \frac{ПЗ+НР+ЛР}{S_{общ}}, \quad (7.2)$$

где ПЗ – прямые затраты, руб;
 НР – накладные расходы, руб;
 ЛР – лимитированные затраты, руб.

$$C/c = \frac{647\,461\,188,29+74\,382\,379,16+117\,447\,100,33}{12\,204} = 68771,8 \text{ руб./м}^2.$$

Сметная рентабельность производства общестроительных работ, определяется по формуле:

$$R = \frac{СП}{ПЗ+НР+ЛР}, \quad (7.3)$$

где СП – сметная прибыль, руб.

$$R = \frac{49\,588\,252,78}{647\,461\,188,29+74\,382\,379,16+117\,447\,100,33} \cdot 100\% = 5,9\%.$$

Технико-экономические показатели свидетельствуют о целесообразности строительства объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы выполнена. Был разработан проект на возведение ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород.

Предмет исследования, его цели и задачи определили логику и структуру проекта. В результате дипломного проектирования были достигнуты следующие результаты:

- разработаны три конструктивные схемы покрытия промышленного здания с целью их сравнения и выбора наиболее подходящего варианта на основании технико-экономического обоснования и эффективности реализации компоновки металлического каркаса всего здания;

- разработаны внешний вид и архитектурно-планировочные решения ангара с учетом всех требований;

- произведены расчеты основных несущих элементов здания в программном комплексе SCAD Office;

- разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса, в результате которой подобраны основные средства механизации, материалы, инвентарь, порядок и правила безопасной организации строительно-монтажных работ;

- разработан объектный строительный генеральный план на основной период строительства, а также разработан календарный план производства работ, итогами которого является наглядное изображение последовательности основных строительно-монтажных работ;

- составлен локальный сметный расчет на монтаж металлического каркаса, рассчитаны основные технико-экономические показатели проекта.

Оценка полученных показателей и принятых решений при проектировании позволяет сделать выводы об эффективности и целесообразности проекта строительства.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в текстовой части дипломного проекта.

В рамках проекта была изучена нормативно-техническая и правовая литература по данной теме.

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	154
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

37. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1-5): дата введения 2013-01-01 // Электронный фонд правовых нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001027> (дата обращения: 14.06.2023).

38. СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве: дата введения 2018-04-25 // Электронный фонд правовых нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550965720> (дата обращения: 14.06.2023).

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	158
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	159
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

Исходные данные для расчета принимаются исходя из [8], с учетом требований [9].

Район строительства: г. Белгород.

Назначение здания: производственное.

Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений: 55% согласно [9].

Оптимальная температура воздуха в помещении в холодный период года: $t_{int} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$.

Расчетная температура наружного воздуха, определяемая по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: $t_{ext} = -24 \text{ }^\circ\text{C}$ согласно [8].

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$: $z_{ht} = 187$ сут. согласно [8].

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период:

$$t_{ht} = -1,9 \text{ }^\circ\text{C} \text{ согласно [18].}$$

Стена состоит из одного слоя сэндвич-панелей. Теплофизические характеристики материалов приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Теплофизические характеристики материалов стены

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя, δ , мм	Плотность, ρ , кг/м ³	Теплопроводность, λ , Вт/(м·°C)
1	Профилированный лист	1	7500	58
2	Пенополистирол	x	150	0,05
3	Профилированный лист	1	7500	58

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции по [18].

Определим градусо-сутки отопительного периода по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht}, \quad (\text{A.1})$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °C;

t_{ht} – средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной $8 \text{ }^\circ\text{C}$, °C;

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

Принимаем: $t_{int} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{ht} = -1,9 \text{ }^\circ\text{C}$; $z_{ht} = 187$ сут [8].

Подставляем значения в формулу (А.1), получаем

$$D_d = (19 - (-1,9)) \cdot 187 = 3908,3 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

где Δt – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С.

Подставляем значения в формулу (А.5), получаем

$$R_0^{TP} = \frac{1 \cdot (19 - (-24))}{7 \cdot 8,7} = 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Проверим условие

$$R_0 \geq R_0^{TP}. \quad (\text{А.6})$$

$$R_0 \geq R_{req}. \quad (\text{А.7})$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{58} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,001}{58} + \frac{1}{23} = 2,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

$2,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} > 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$; $2,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} > 1,78 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, следовательно толщина утеплителя подобрана верно.

Теплофизические характеристики материалов кровли приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Теплофизические характеристики материалов кровли

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя, δ , мм	Плотность, ρ , кг/м ³	Теплопроводность, λ , Вт/(м·°С)
1	Полимерная мембрана Logicroof V-PR Arctic	1,2	-	1,69
2	Верхний слой теплоизоляции – Технориф В60	x	18,4	0,041
3	Нижний слой теплоизоляции – Технориф Н30 Клип	x	18,4	0,041
4	Нижний слой теплоизоляции – Технориф Н30	x	18,4	0,041
5	Пароизоляция – Парбарьер СФ1000	1	-	-
6	Стальной проф. настил	1	-	-

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции по формуле (А.3).

Принимаем: $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$; $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ [9]; $\delta_1 = 0,0012 \text{ м}$; $\delta_2 = x$; $\delta_3 = x$; $\delta_4 = x$; $\lambda_1 = 1,69 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$; $\lambda_2 = 0,041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$; $\lambda_3 = 0,041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$, $\lambda_4 = 0,041 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$.

Подставляем значения в формулу (А.3), получаем

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{1,69} + 3 \cdot \frac{x}{0,041} + \frac{1}{23} = 1,78.$$

$$1,78 = 0,159 + 3 \cdot \frac{x}{0,041}.$$

Отсюда $x = 0,022$ м. Принимаем утеплитель толщиной 30 мм.

Проверим условие (А.7)

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0012}{1,69} + 3 \cdot \frac{0,03}{0,041} + \frac{1}{23} = 2,35 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

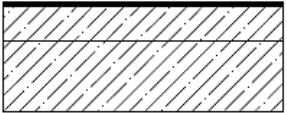
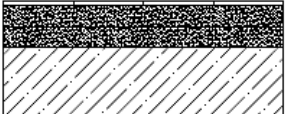
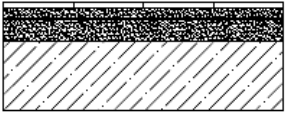
$2,35 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 1,78 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, следовательно толщина утеплителя подобрана верно.

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	163
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Экспликация полов

					<i>ДП-08.05.01-2023 ПЗ</i>	164
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или номер узла по серии	Элементы пола и их толщина	Площадь пола, м ²
Все помещения ангара	1		1. Покрытие - лак; 2. Сухая упрочняющая смесь; 3. Армированный бетон кл. В 20 - 50 мм; 4. Гидроизоляция - полиэтилен; 5. Подстилающий слой - бетон кл. В 15 - 100 мм; 6. Уплотненный грунт основания с утрамбованным щебнем крупностью 40-60 мм.	12176,1
Сан.узлы в промышленном здании	2		1. Керамогранит нескользящий для пола на клею - 15 мм. 2. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 200 - 40 мм; 3. Гидроизоляция - 2 слоя полиэтиленовой пленки; 4. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 200, армированный сеткой 4 С 4 Вр 1-200/4 Вр 1-200, ГОСТ 23279-2012 - 40 мм; 5. Подстилающий слой - бетон кл. В 15 - 100 мм; 6. Уплотненный грунт основания с утрамбованным щебнем крупностью 40-60 мм.	27,7
Венткамеры	3		1. Керамогранит нескользящий для пола на клею - 15 мм. 2. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 200 - 20 мм; 3. Звукоизоляция техноэласт акустик С Б 350 - 3 мм; 4. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 200 армированный сеткой 4 С 4 Вр 1-200/4 Вр 1-200, ГОСТ 23279-2012 - 40 мм; 5. Монолитная железобетонная плита - 200 мм.	36

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2023 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Локальный сметный расчет

					ДП-08.05.01-2023 ПЗ	166
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород
(наименование стройки)

Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород
(наименование объекта капитального строительства)

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

На монтаж металлического каркаса
(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом

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

Основание: технологическая карта

Сметная стоимость 1 066 655 тыс.руб.

Средства на оплату труда рабочих 79 981 тыс.руб.

№	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм	Количество	Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
					на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициентов		
1	2	3	4	5	8	9	10	11	12
Металлический каркас									
1	ФЕР 09-01-005-03	Монтаж каркасов зданий специального назначения: рамных коробчатого сечения	т	4 464,00					
		1 ОТ			220,22		983 062,08	30,20	29 688 474,82
		2 ЭМ			451,57		2 015 808,48	11,45	23 081 007,10
		3 в т.ч. ОТМ			51,45		229 672,80	30,20	6 936 118,56
		4 М			420,49		1 877 067,36	8,24	15 467 035,05
		Итоги по расценке			1 092,28		4 875 937,92		68 236 516,96
		ФОТ			271,67		1 212 734,88		36 624 593,38
	<i>07.2.07.12</i>	<i>Конструкции стальные</i>	<i>т</i>						
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00			1 127 843,44		34 060 871,84
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00			751 895,63		22 707 247,89
		Всего по позиции					6 755 676,98		125 004 636,69
2	ФССЦ-07.2.07.12-0027	Отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений с преобладанием толстолистовой стали, средняя масса сборочной единицы свыше 3 т	т	2 227,00	7 864,80		17 514 909,60		17 514 909,60
3	ФССЦ-07.2.07.12-0015	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы свыше 3 т	т	2 227,00	9 153,96		20 385 868,92		20 385 868,92
		Всего по позиции					37 900 778,52		37 900 778,52

4	ФЕР 09-03-014-02	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 50 м	т	88,58						
		1 ОТ				378,09		33 491,21	30,20	1 011 434,61
		2 ЭМ				727,51		3 247 604,64	11,45	37 185 073,13
		3 в т.ч. ОТМ				61,66		275 250,24	30,20	8 312 557,25
		4 М				222,18		19 680,70	8,24	162 169,00
		Итоги по расценке				1 327,78		3 300 776,56		38 358 676,74
		ФОТ				439,75		308 741,45		9 323 991,86
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т							
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00				287 129,55		8 671 312,43
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00				191 419,70		5 780 874,95
		Всего по позиции						3 779 325,81		52 810 864,12
5	ФССЦ-07.2.07.12-0013	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1 т	т	88,58	9 869,85			874 271,31		874 271,31
		Всего по позиции						874 271,31		874 271,31
6	ФЕР 46-05-008-01	Установка, снятие временных опорных стоек для обеспечения устойчивости: ферм	т	30,00						
		1 ОТ				348,36		10 450,80	30,20	315 614,16
		2 ЭМ				213,79		954 358,56	11,45	10 927 405,51
		3 в т.ч. ОТМ				8,82		39 372,48	30,20	1 189 048,90
		4 М				768,86		23 065,80	8,24	190 062,19
		Итоги по расценке				1 331,01		987 875,16		11 433 081,86
		ФОТ				357,18		49 823,28		1 504 663,06
	07.2.07.11	Стойки металлические опорные	т							
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00				46 335,65		1 399 336,64
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00				30 890,43		932 891,09
		Всего по позиции						1 065 101,24		13 765 309,60
7	ФССЦ-07.2.07.11-0004	Опоры стальные	т	30,00	9 600,00			288 000,00		288 000,00
		Всего по позиции						288 000,00		288 000,00
8	ФЕР 09-01-005-04	Монтаж каркасов зданий специального назначения: колонны со связями	т	66,36						
		1 ОТ				195,30		12 960,11	30,20	391 395,26
		2 ЭМ				262,53		1 171 933,92	11,45	13 418 643,38

		3 в т.ч. ОТМ			28,75		128 340,00	30,20	3 875 868,00
		4 М			107,82		7 154,94	8,24	58 956,67
		Итоги по расценке			565,65		1 192 048,96		13 868 995,31
		ФОТ			224,05		141 300,11		4 267 263,26
		<i>07.2.07.12</i>	<i>Конструкции стальные</i>	<i>т</i>					
	Приказ Министра России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00			131 409,10		3 968 554,83
	Приказ Министра России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00			87 606,07		2 645 703,22
		Всего по позиции					1 411 064,13		20 483 253,37
9	ФССЦ-07.2.07.12-0027	Отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений с преобладанием толстолистовой стали, средняя масса сборочной единицы свыше 3 т	т	61,20	7 864,80		481 325,76		481 325,76
10	ФССЦ-07.2.07.12-0012	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т	т	5,16	10 508,00		54 221,28		54 221,28
		Всего по позиции					535 547,04		535 547,04
11	ФЕР 09-03-012-04	Монтаж стропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 36 м массой до 5,0 т	т	68,60					
		1 ОТ			159,67		10 953,36	30,20	330 791,53
		2 ЭМ			651,27		2 907 269,28	11,45	33 288 233,26
		3 в т.ч. ОТМ			53,83		240 297,12	30,20	7 256 973,02
		4 М			250,86		17 209,00	8,24	141 802,13
		Итоги по расценке			1 061,80		2 935 431,64		33 760 826,92
		ФОТ			213,50		251 250,48		7 587 764,56
		<i>07.2.07.12</i>	<i>Конструкции стальные</i>	<i>т</i>					
	Приказ Министра России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00			233 662,95		7 056 621,04
	Приказ Министра России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00			155 775,30		4 704 414,02
		Всего по позиции					3 324 869,89		45 521 861,98
12	ФССЦ-07.2.07.12-0015	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы свыше 3 т	т	68,60	9 153,96		627 961,66		627 961,66
		Всего по позиции					627 961,66		627 961,66
13	ФЕР 09-03-014-02	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 50 м	т	39,13					

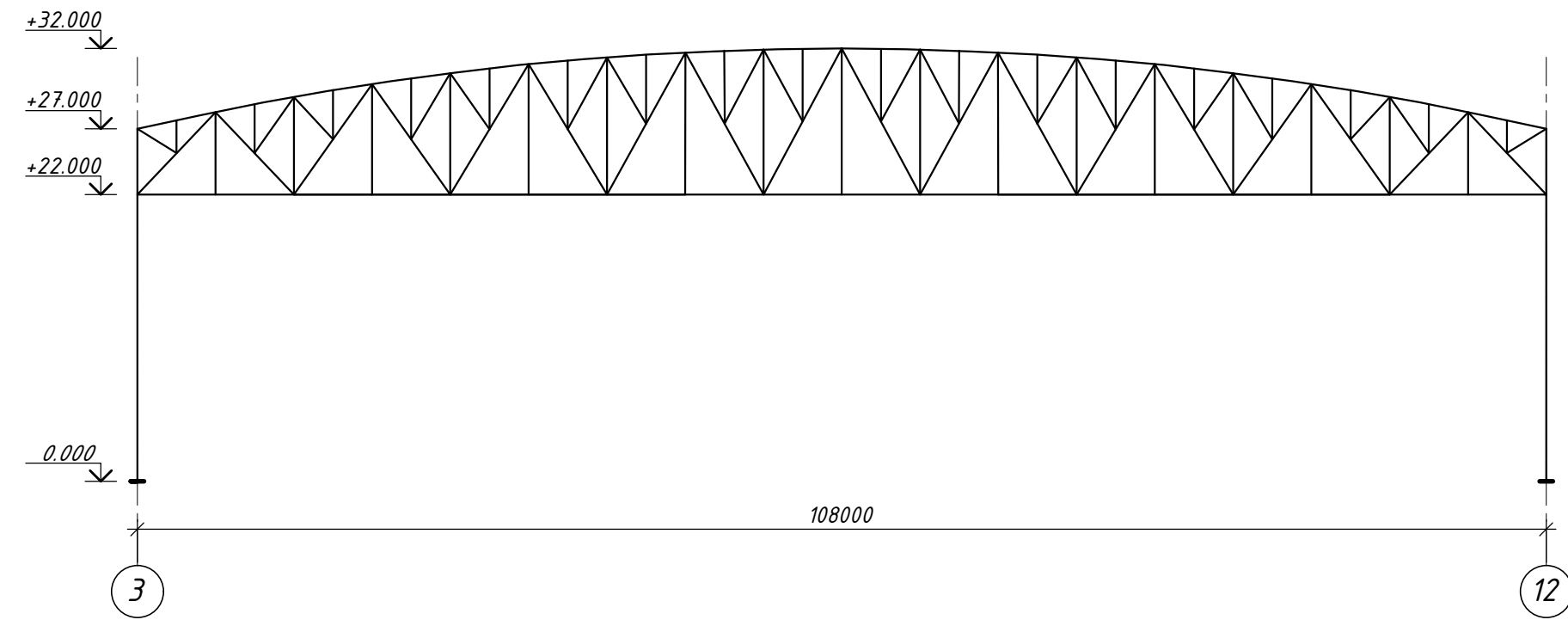
		1 ОТ			378,09		14 794,66	30,20	446 798,78
		2 ЭМ			727,51		3 247 604,64	11,45	37 185 073,13
		3 в т.ч. ОТМ			61,66		275 250,24	30,20	8 312 557,25
		4 М			222,18		8 693,90	8,24	71 637,76
		Итоги по расценке			1 327,78		3 271 093,21		37 703 509,68
		ФОТ			439,75		290 044,90		8 759 356,03
	07.2.07.12	Конструкции стальные		<i>m</i>					
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы		%	93,00		269 741,76		8 146 201,11
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль		%	62,00		179 827,84		5 430 800,74
		Всего по позиции					3 720 662,80		51 280 511,52
14	ФССЦ-07.2.07.12-0013	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнutosварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1 т		т	39,13	9 869,85	386 207,23		386 207,23
		Всего по позиции					386 207,23		386 207,23
15	ФЕР 09-03-015-02	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 50 м		т	106,20				
		1 ОТ			127,60		13 551,12	30,20	409 243,82
		2 ЭМ			462,15		2 063 037,60	11,45	23 621 780,52
		3 в т.ч. ОТМ			41,39		184 764,96	30,20	5 579 901,79
		4 М			85,49		9 079,04	8,24	74 811,27
		Итоги по расценке			675,24		2 085 667,76		24 105 835,62
		ФОТ			168,99		198 316,08		5 989 145,62
	07.2.07.12	Конструкции стальные		<i>m</i>					
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы		%	93,00		184 433,95		5 569 905,42
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль		%	62,00		122 955,97		3 713 270,28
		Всего по позиции					2 393 057,68		33 389 011,32
16	ФССЦ-07.2.07.12-0005	Элементы конструктивные вспомогательного назначения с преобладанием профильного проката с отверстиями		т	106,20	9 323,19	990 122,78		990 122,78
		Всего по позиции					990 122,78		990 122,78
17	ФЕР 09-04-006-01	Монтаж фахверка		т	43,75				
		1 ОТ			254,52		11 135,25	30,20	336 284,55
		2 ЭМ			536,02		2 392 793,28	11,45	27 397 483,06
		3 в т.ч. ОТМ			41,45		185 032,80	30,20	5 587 990,56
		4 М			225,64		9 871,75	8,24	81 343,22

		Итоги по расценке			1 016,18	2 413 800,28	27 815 110,83
		ФОТ			295,97	196 168,05	5 924 275,11
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг				
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т				
	Приказ Минстроя России от 21 декабря 2020 г. №812/пр	Накладные расходы	%	93,00		182 436,29	5 509 575,85
	Приказ Минстроя России от 11 декабря 2020 г. №774/пр	Сметная прибыль	%	62,00		121 624,19	3 673 050,57
		Всего по позиции				2 717 860,76	36 997 737,25
18	ФССЦ-07.2.03.06-0121	Стойки фахверка	т	43,75	6 435,00	281 531,25	281 531,25
		Всего по позиции				281 531,25	281 531,25
	Итого прямые затраты по разделу 1 Металлический каркас					64 505 031,91	647 461 188,29
	<i>в том числе:</i>						
	оплата труда					2 648 379,23	79 981 052,86
	эксплуатация машин и механизмов					18 000 410,40	206 104 699,08
	материальные ресурсы					43 856 242,27	361 375 436,34
	Итого ФОТ					2 648 379,23	79 981 052,86
	Итого накладные расходы					2 462 992,69	74 382 379,16
	Итого сметная прибыль					1 641 995,13	49 588 252,78
	Итого по разделу 1 Металлический каркас					68 610 019,72	771 431 820,22
ИТОГИ ПО СМЕТЕ							
	Итого прямые затраты по разделу 1 Металлический каркас					64 505 031,91	647 461 188,29
	<i>в том числе:</i>						
	оплата труда					2 648 379,23	79 981 052,86
	эксплуатация машин и механизмов					18 000 410,40	206 104 699,08
	материальные ресурсы					43 856 242,27	361 375 436,34
	Итого ФОТ					2 648 379,23	79 981 052,86
	Итого накладные расходы					2 462 992,69	74 382 379,16
	Итого сметная прибыль					1 641 995,13	49 588 252,78
	Итого по смете					68 610 019,72	771 431 820,22
	Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 № 332/пр прил.1 п.42.2) 3,1 %					2 126 910,61	23 914 386,43
	Итого с временными					70 736 930,33	795 346 206,65
	Производство работ в зимнее время (Приказ от 25.05.2021 № 325/пр прил.1 п.69) 1,6%					1 097 760,32	12 725 539,31
	Итого с зимним удорожанием					71 834 690,65	808 071 745,96
	Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 № 421/пр п.179) 10 %					6 861 001,97	80 807 174,60

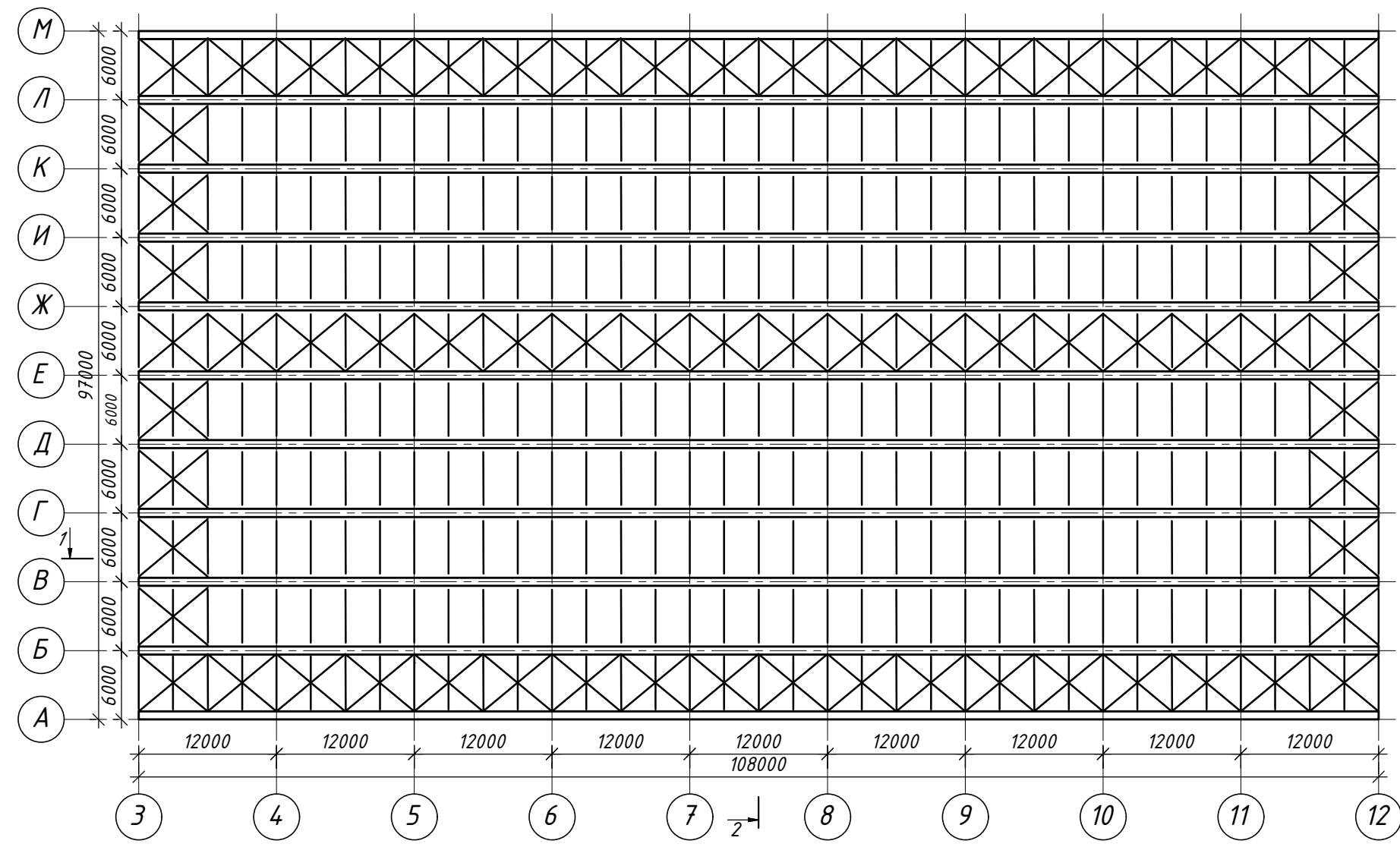
Итого с непредвиденными	78 695 692,62		888 878 920,55
НДС (НК РФ) 20%	15 739 138,52		177 775 784,11
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	94 434 831,14		1 066 654 704,66

Вариант 1

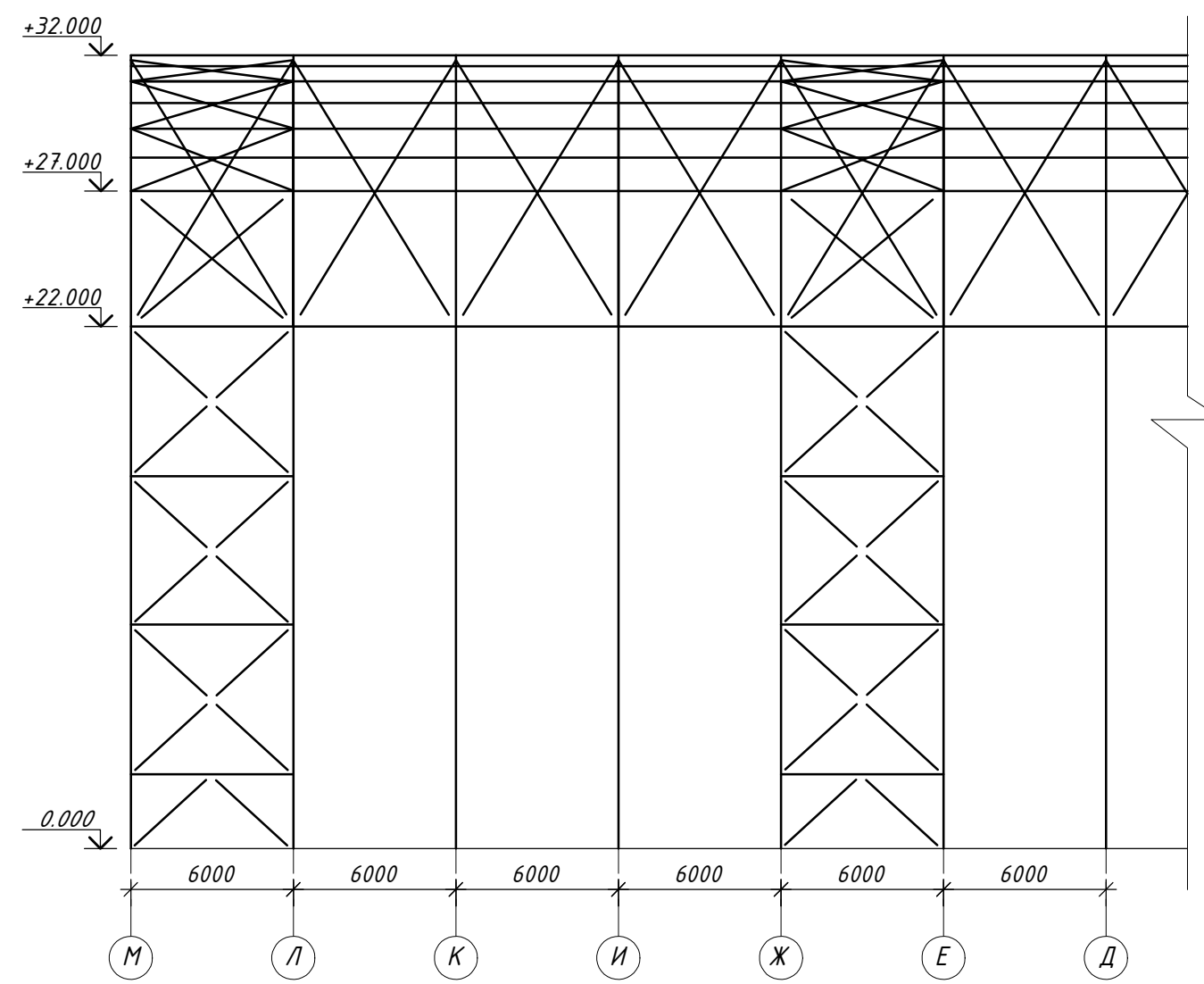
1-1



2-1

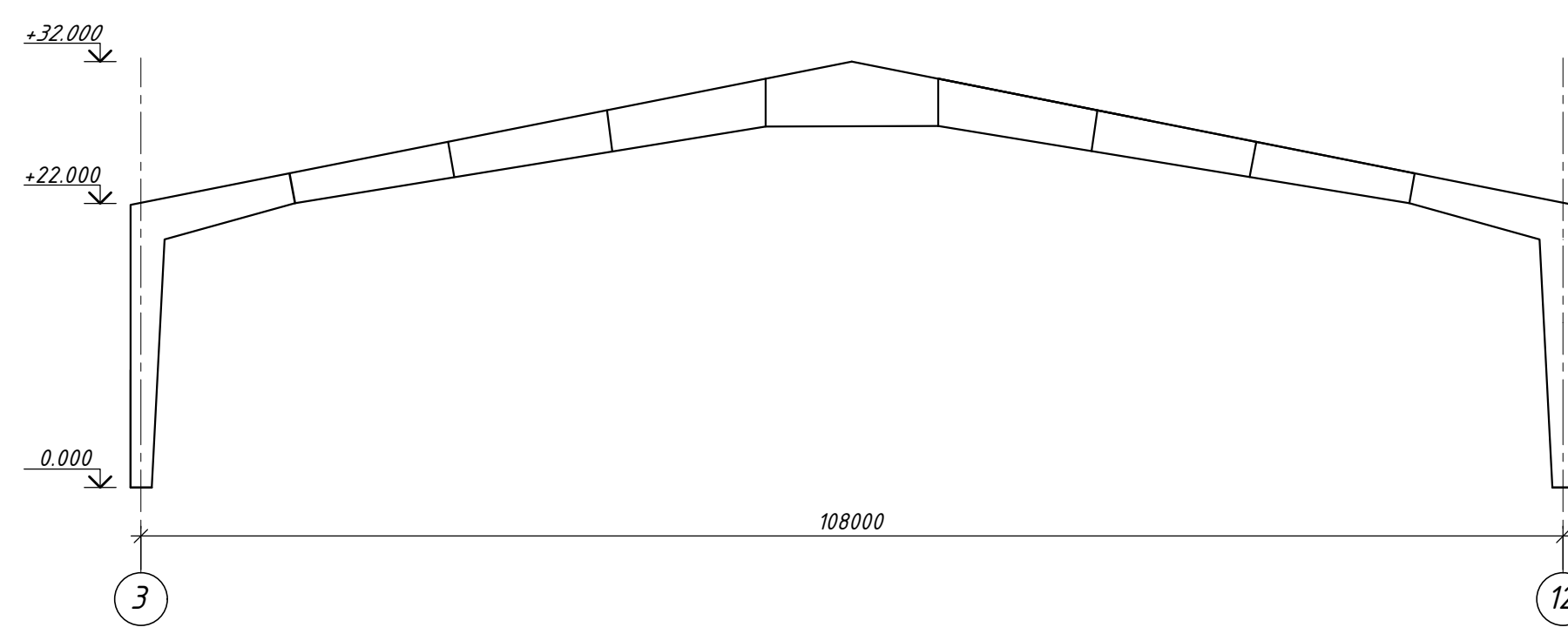


2-2

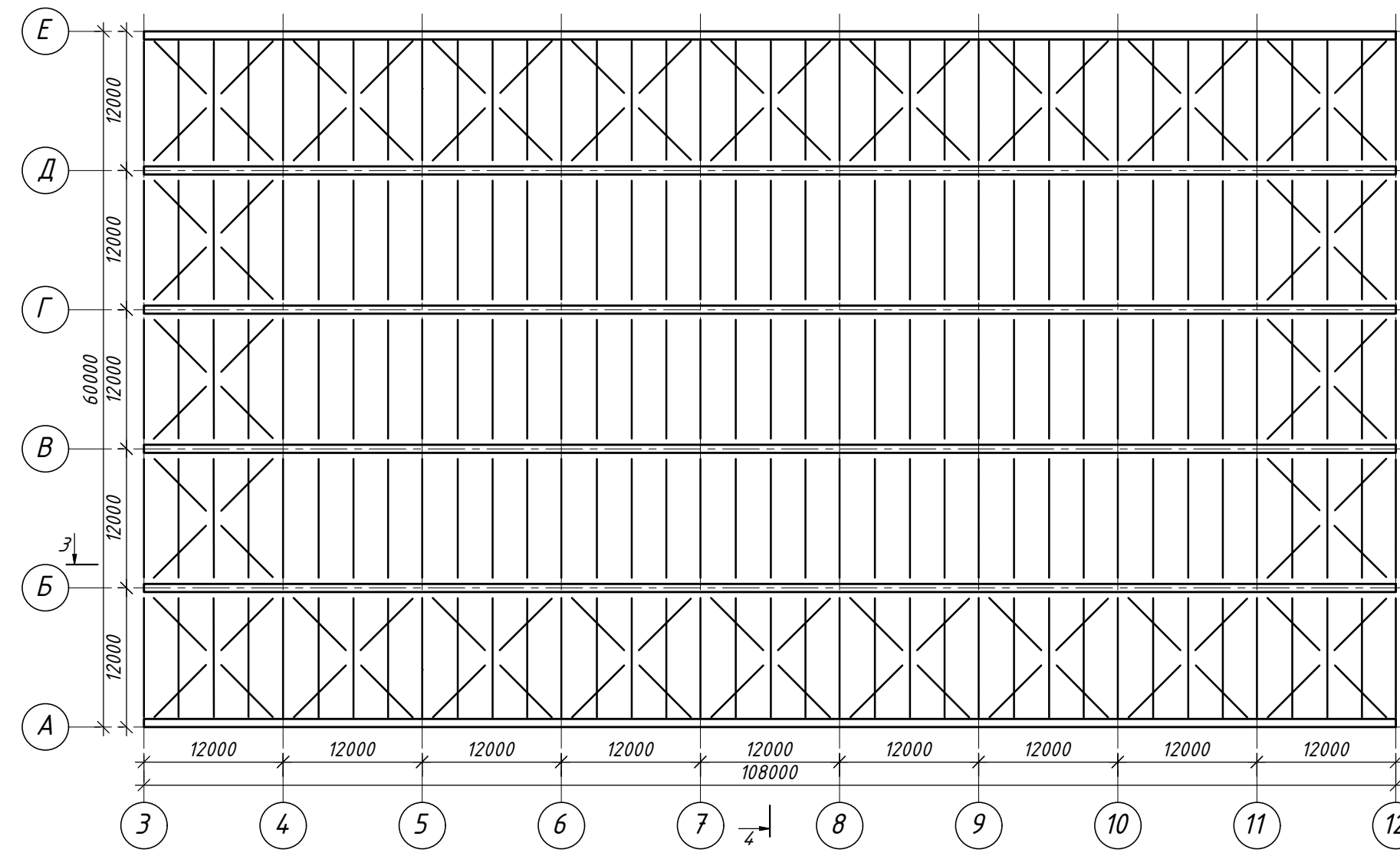


Вариант 2

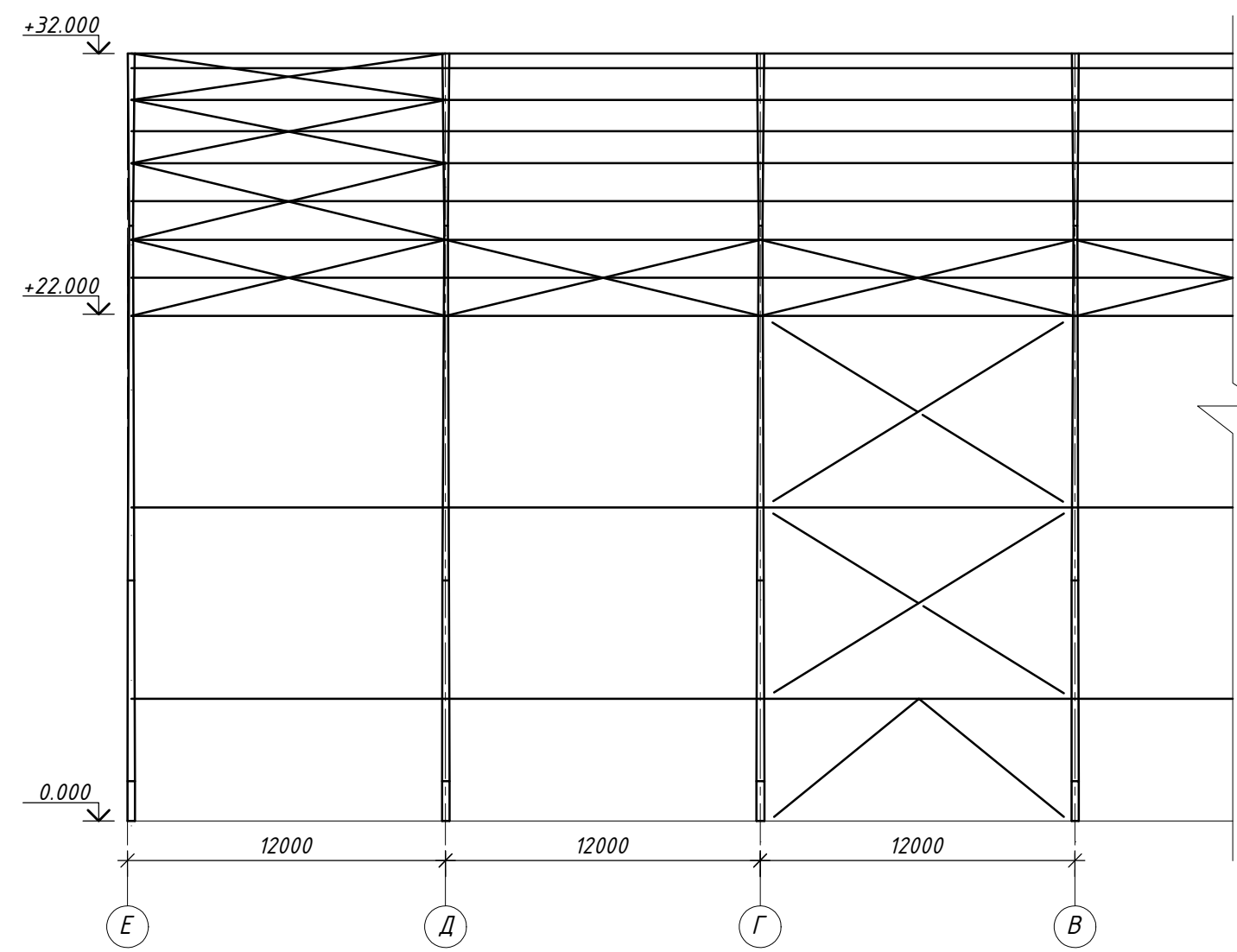
3-3



4-1

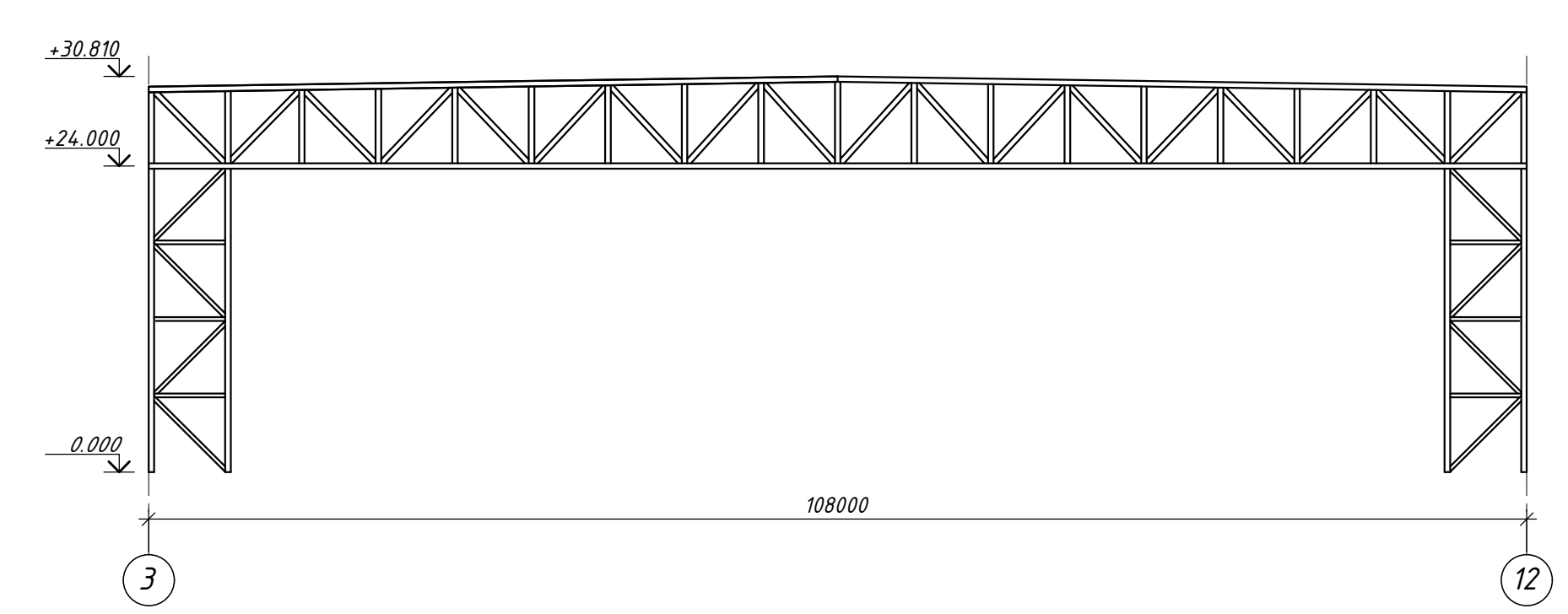


4-4

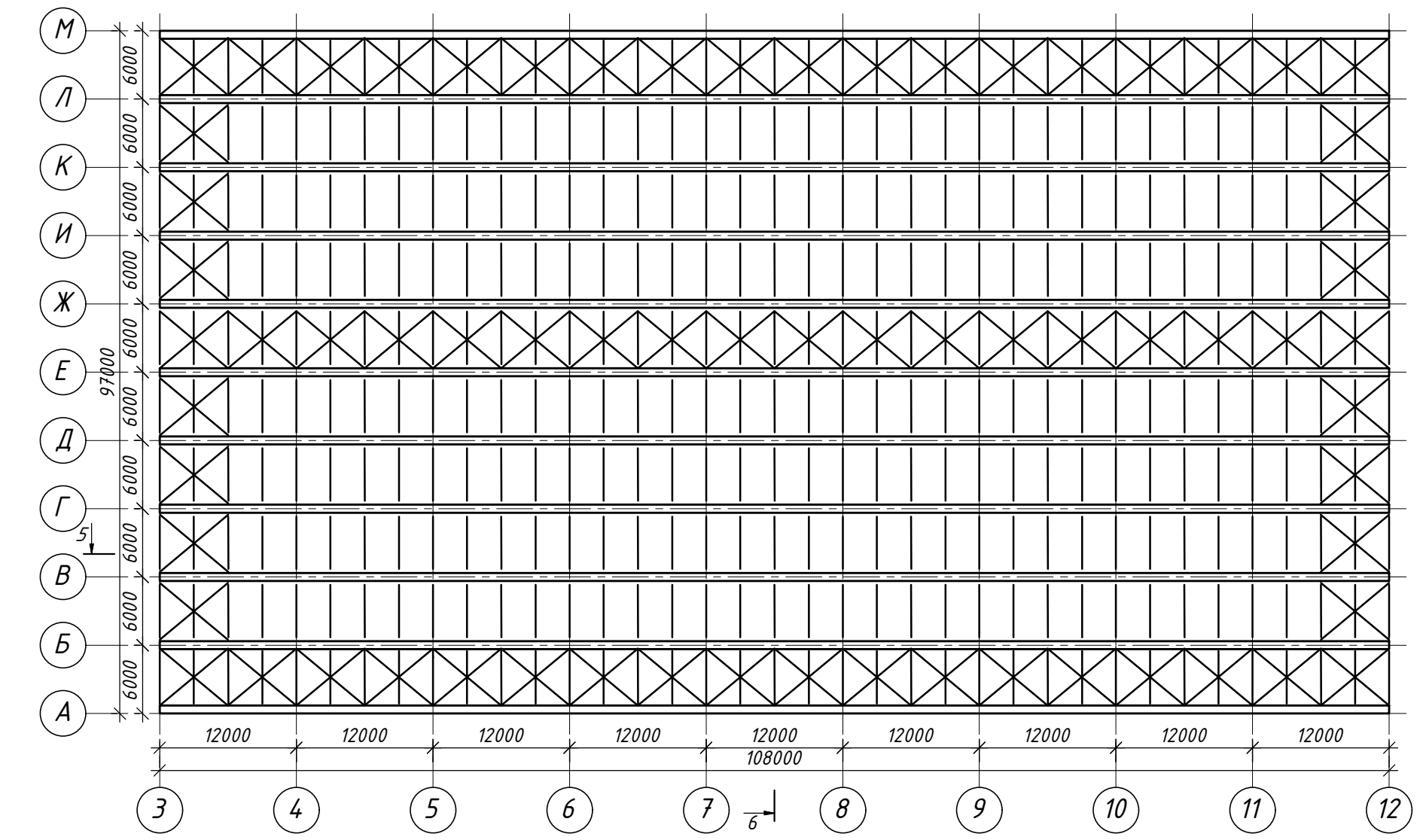


Вариант 3

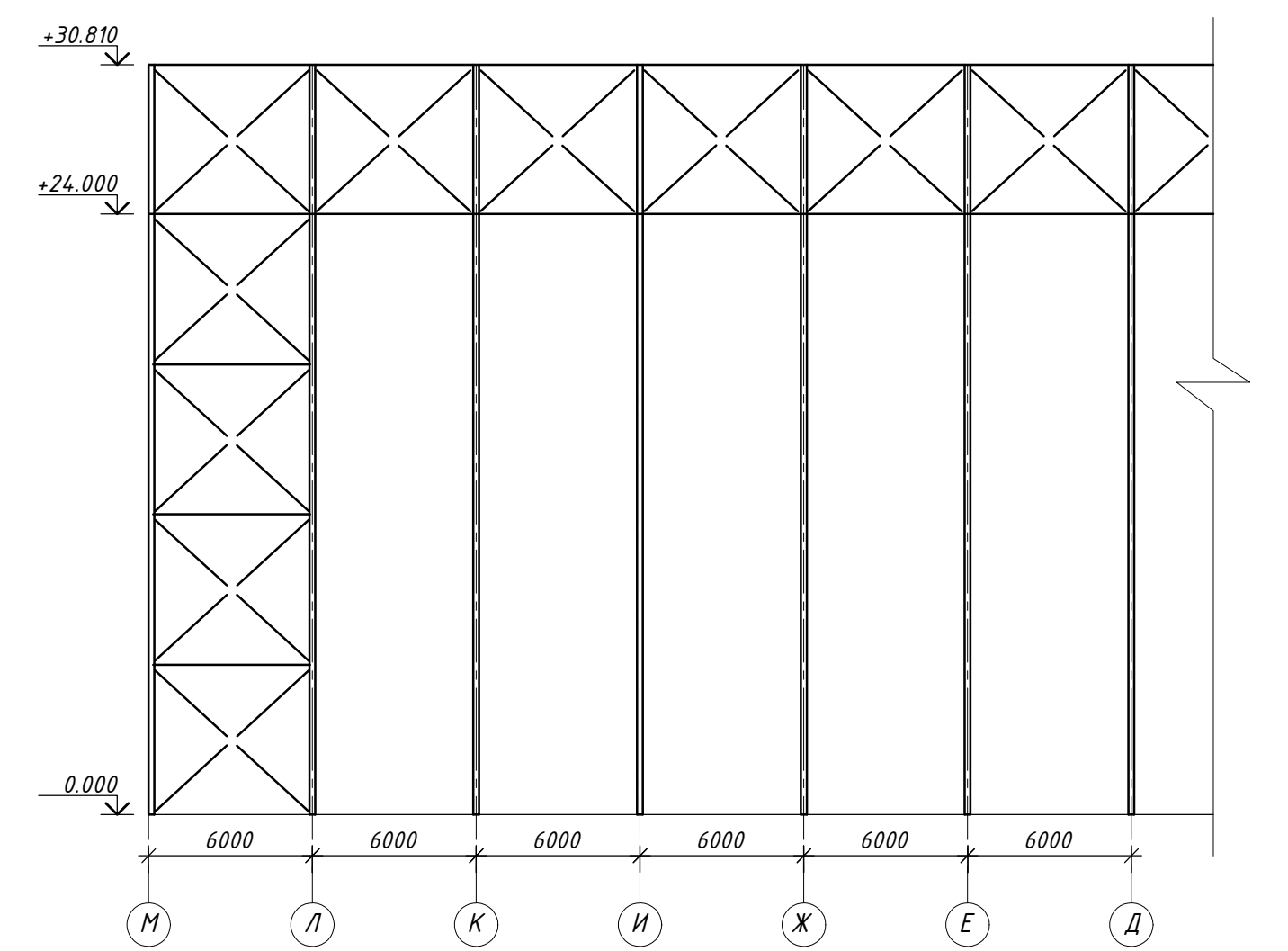
5-5



6-1



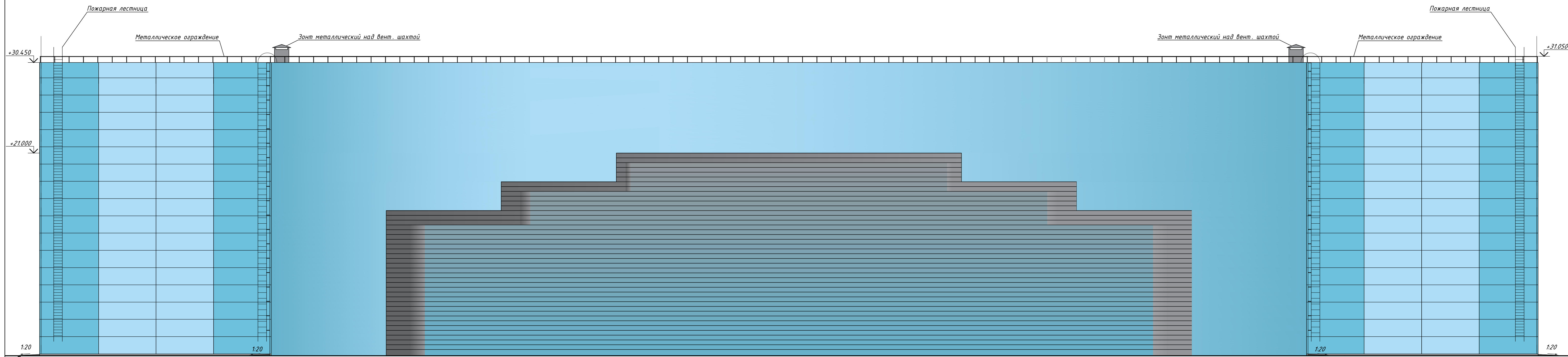
6-6



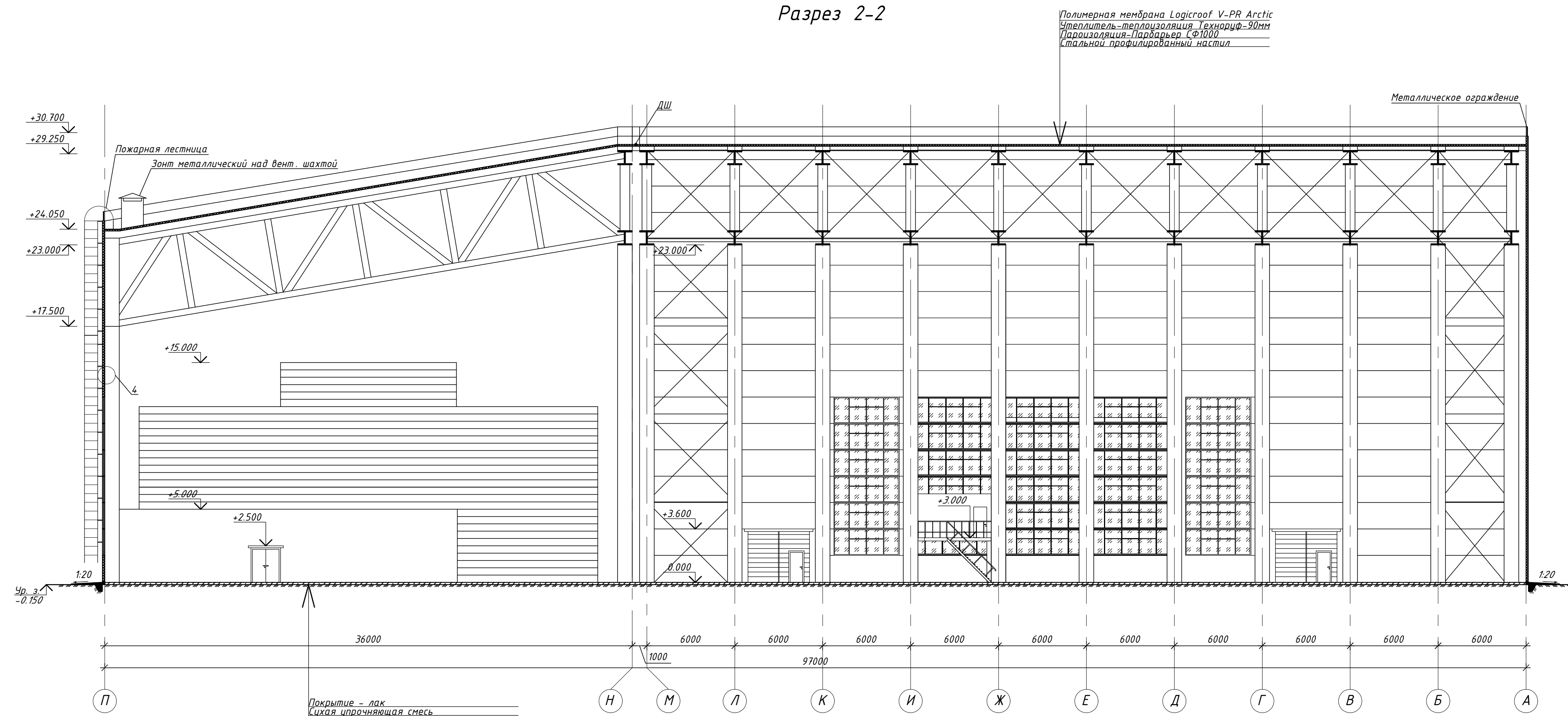
По результатам оценки трех типов конструктивного решения покрытия ангара, в работу принят вариант №3 в виде системы решетчатых рам.
 Причинности выбранного варианта:
 - сравнительно небольшой расход металла;
 - небольшая трудоемкость монтажа конструкций;
 - рациональное использование внутреннего пространства.

						ДП-08.05.01-2023 ВП			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Пасечник А.С.						У	1	14
Консультант	Фроловская А.В.					Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6	Кафедра СКИУС		
Руководитель	Фроловская А.В.								
Н. контроль	Фроловская А.В.								
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.								

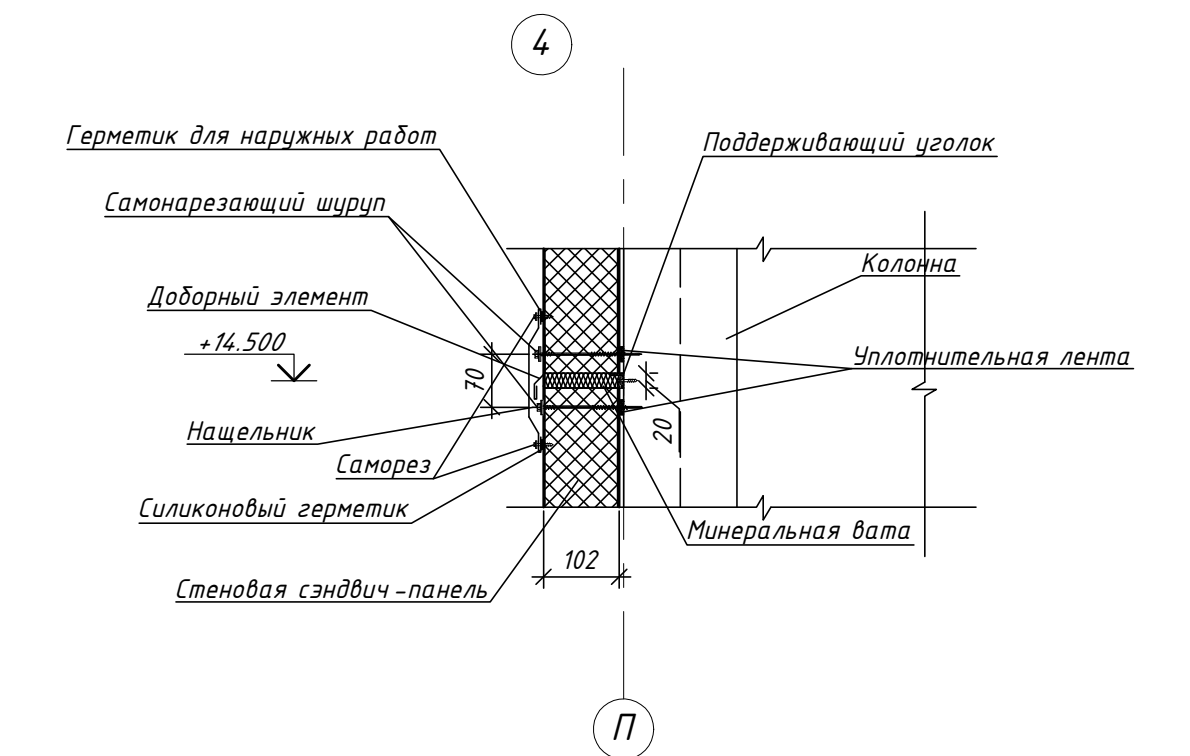
Фасад 1-14



Разрез 2-2



Полимерная мембрана Logicroof V-PR Arctic
Утеплитель-теплоизоляция Технорф-90мм
Пароизоляция-Парбарьер С.Ф1000
Стальной профилированный настил

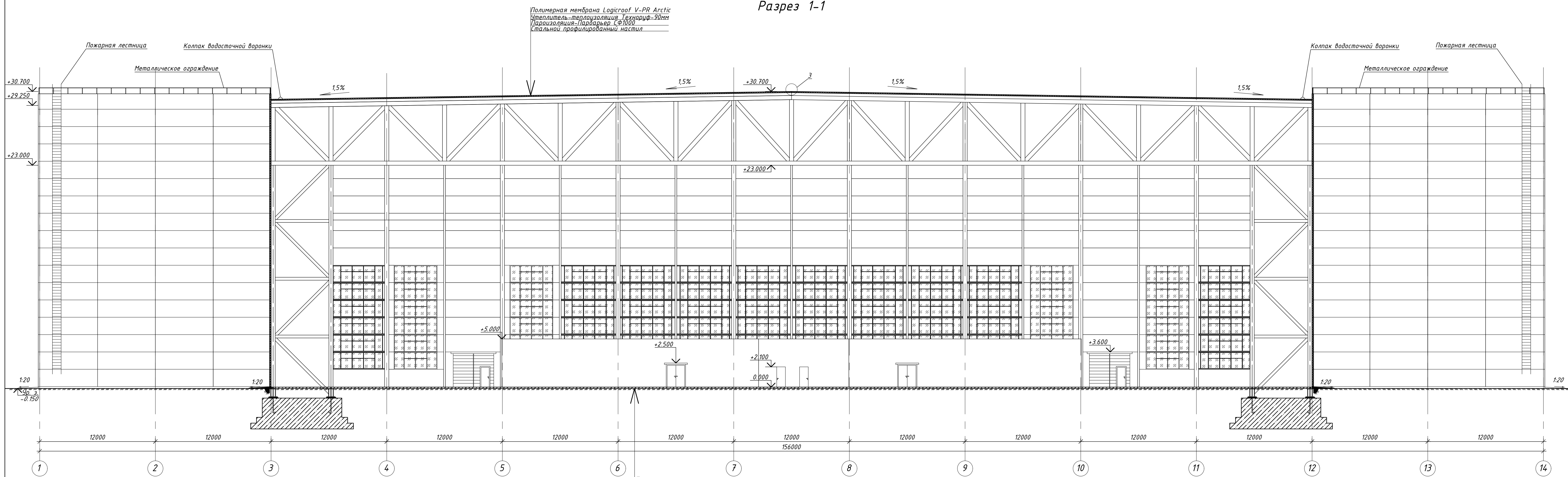


- Рабочие чертежи марки АР разработаны на основании задания на проектирование в соответствии со строительными нормами и правилами.
- Объект строительства располагается в городе Белгород.
- Характеристики здания:
 - Класс сооружения - КС-3.
 - Уровень ответственности - I (повышенный).
 - Степень огнестойкости - II.
 - Класс конструктивной пожарной опасности - С0.
 - Класс функциональной пожарной опасности - Ф5.1.
- За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола 1 этажа.
- Конструктивная система здания - каркасная, конструктивная схема - рамный каркас.
- Конструкция здания: наружные стены - металлические стеновые трехслойные панели типа сэндвич; утеплитель - пенополистирол толщиной $\delta = 100$ мм.
- Конструкция кровли: гидроизоляционный кровельный ковер, профилированный металлический настил и плиты теплоизоляции. Профилированный металлический настил установлен на верхних полках прогонов, остальная часть кровли, включающая гидроизоляцию и утеплитель, расположена на металлических свесах, каждая из которых прикреплена к стенке прогона в точке сопряжения стенки прогона с поверхностью нижней полки прогона, при этом между настилом и гидроизоляционным ковром предусмотрен воздушный зазор. Плиты теплоизоляции - утеплитель Технорф толщиной $\delta = 90$ мм.
- Вокруг здания предусмотрена отмостка шириной 1,5 метра.
- Технико-экономические показатели:
 - Общая площадь - 12204 м².
 - Площадь застройки - 12282 м².

Работать совместно с листом 3.

ДП-08.05.01-2023 АР					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Пасечник А.С.				
Консультант	Сергунчица Е.Н.				
Руководитель	Фроловская А.В.				
Н. контроль	Фроловская А.В.				
Зав. кафедрой	Дворниченко С.В.				
Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород			Стадия	Лист	Листов
Разрез 2-2. Фасад 1-14. Узел 4.			У	2	
			Кафедра СКИУС		

Разрез 1-1

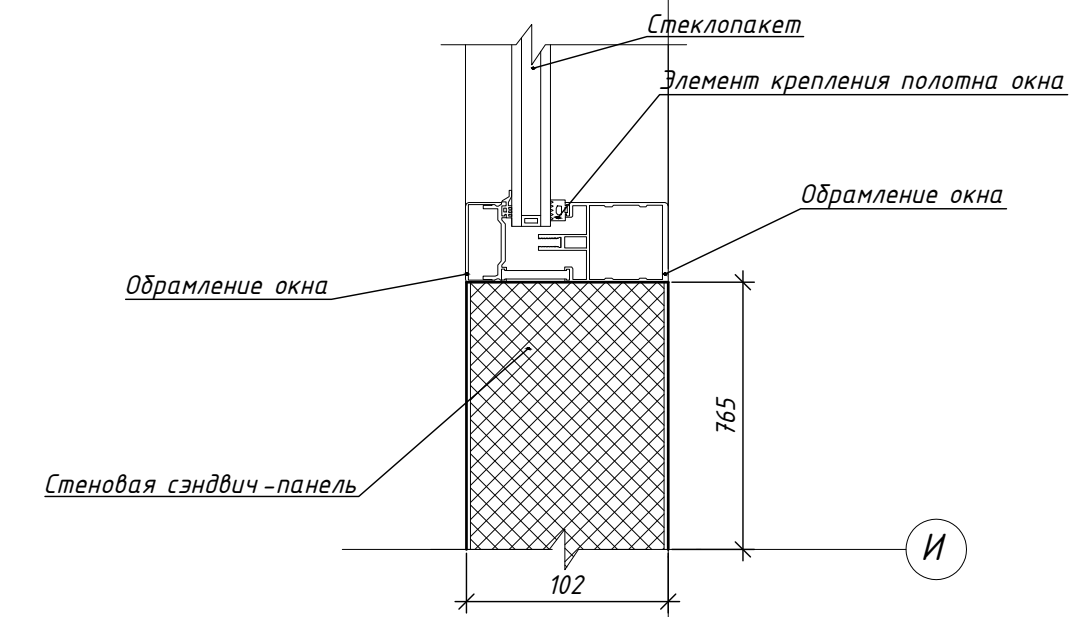
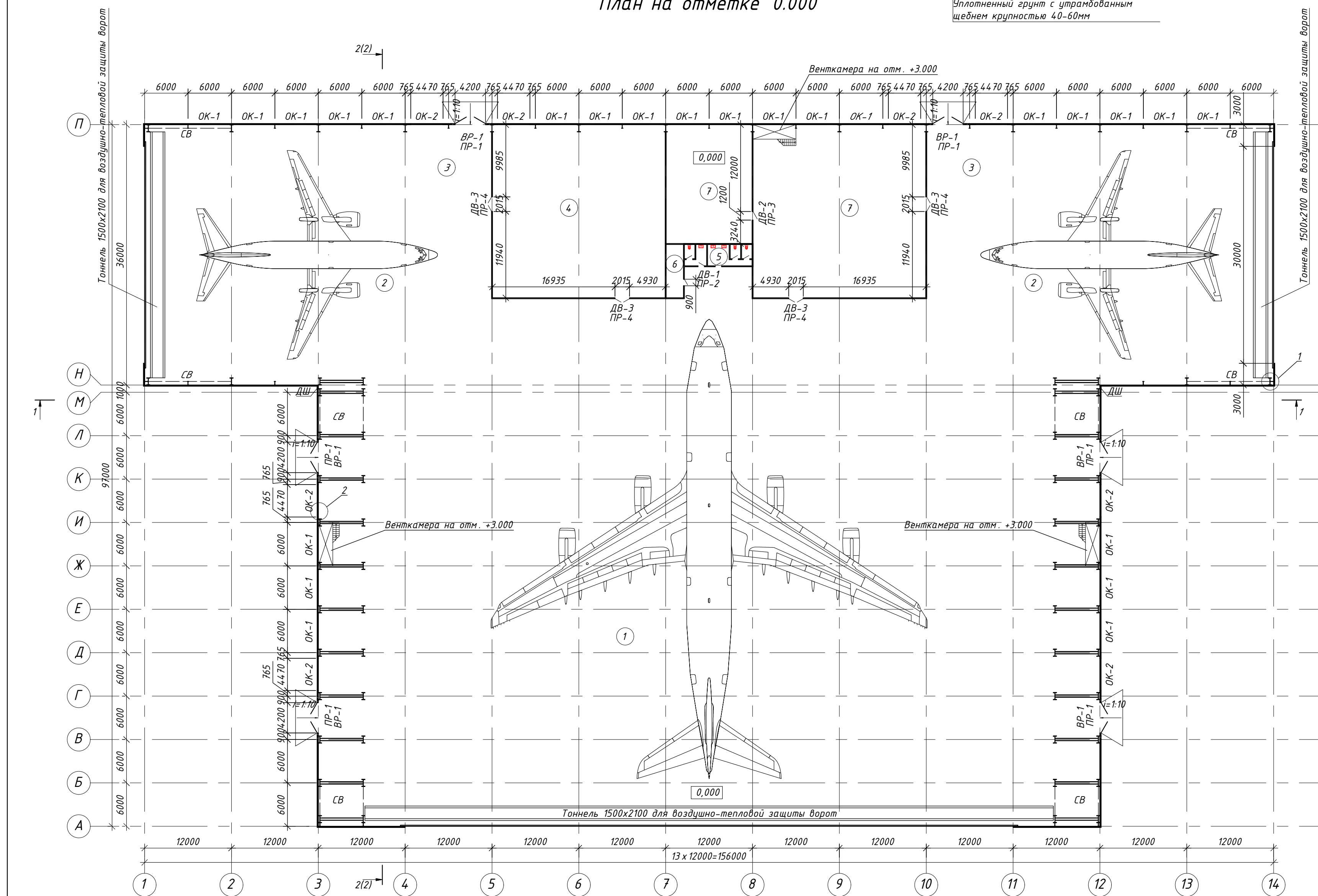


План на отметке 0.000

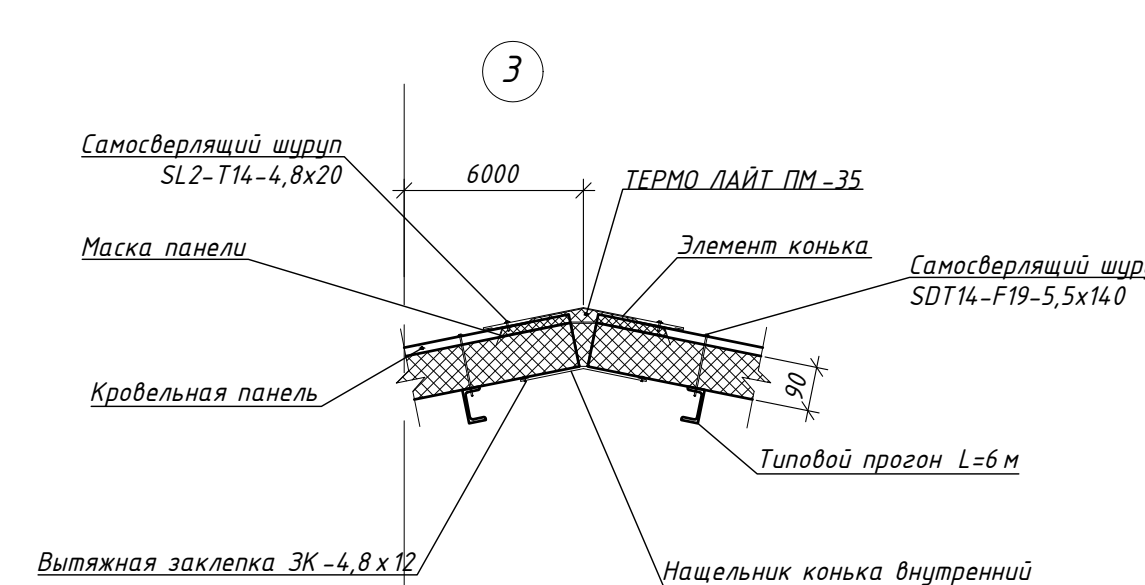
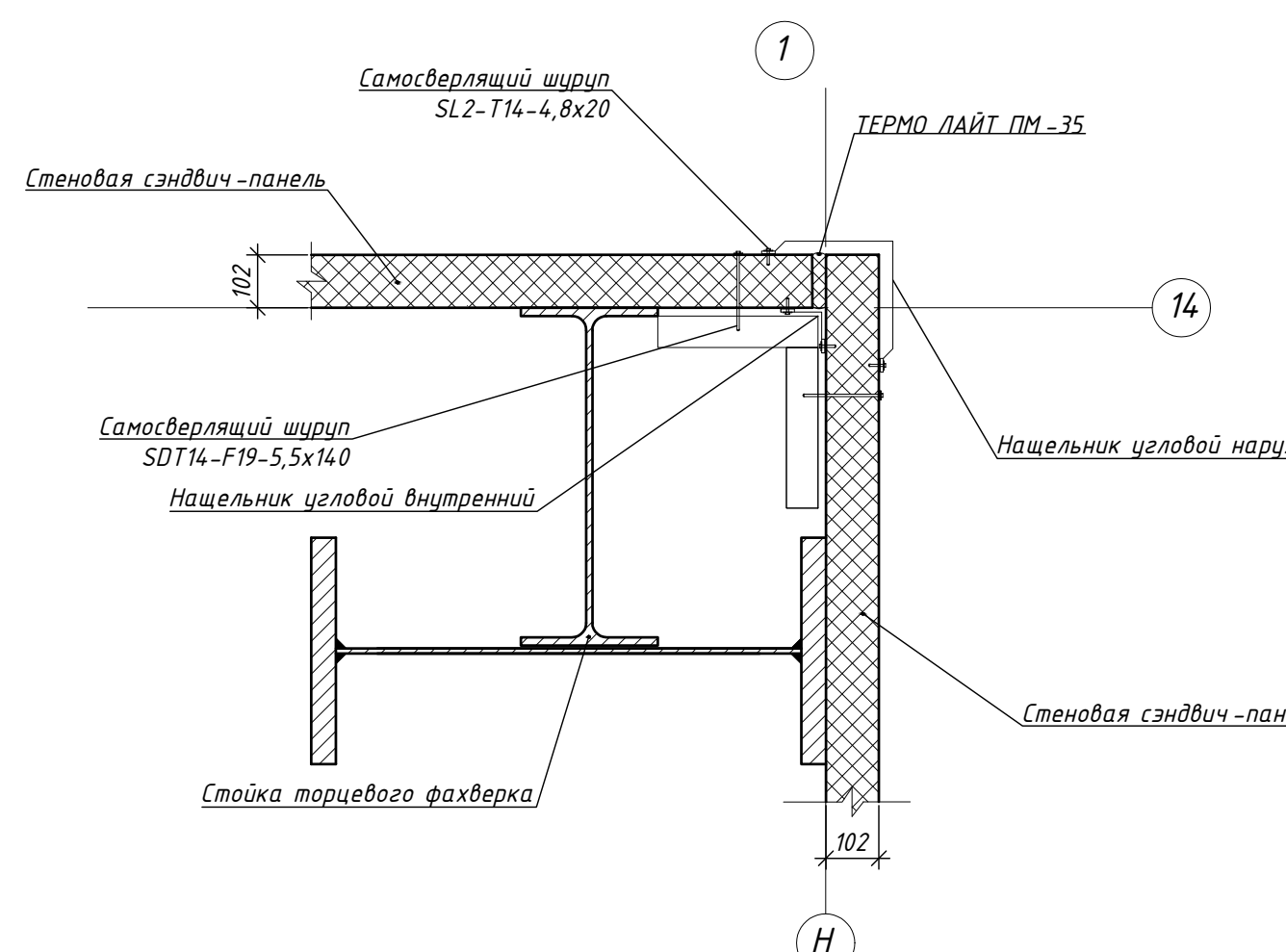
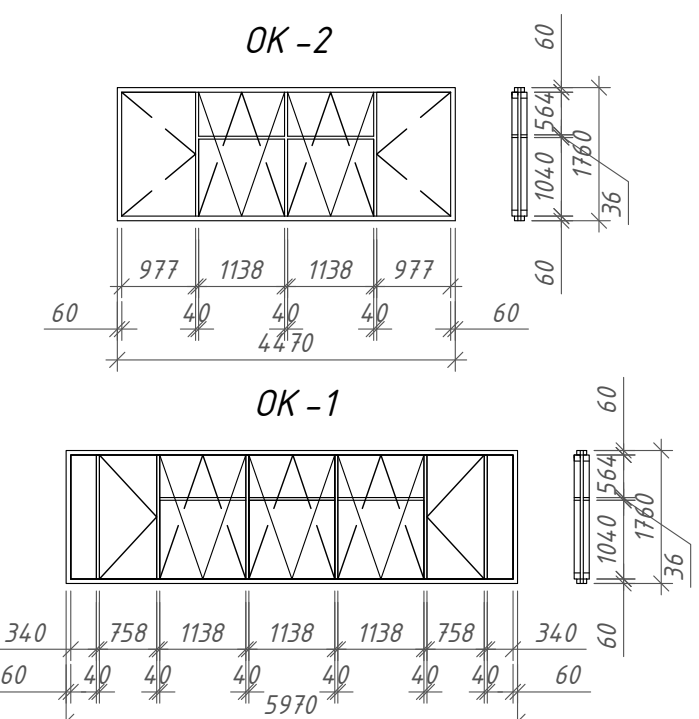
Пол: Полимерная мембрана Logisroof V-PR Arctic
Утеплитель-термоизоляция Technorif-30mm
Пароизоляция-Парбарьер СФ1000
Стальной профилированный настил

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Примечание
1	Зона обслуживания самолета (стоянка самолета)	6252	
2	Зона стоянки спецтранспорта	2964	
3	Входная / проходная зона	286	
4	Складской блок	572	
5	Сан. узел	27,7	
6	Помещение общественно-бытового обслуживания работающих	17,7	
7	Административно-лабораторный блок	768	



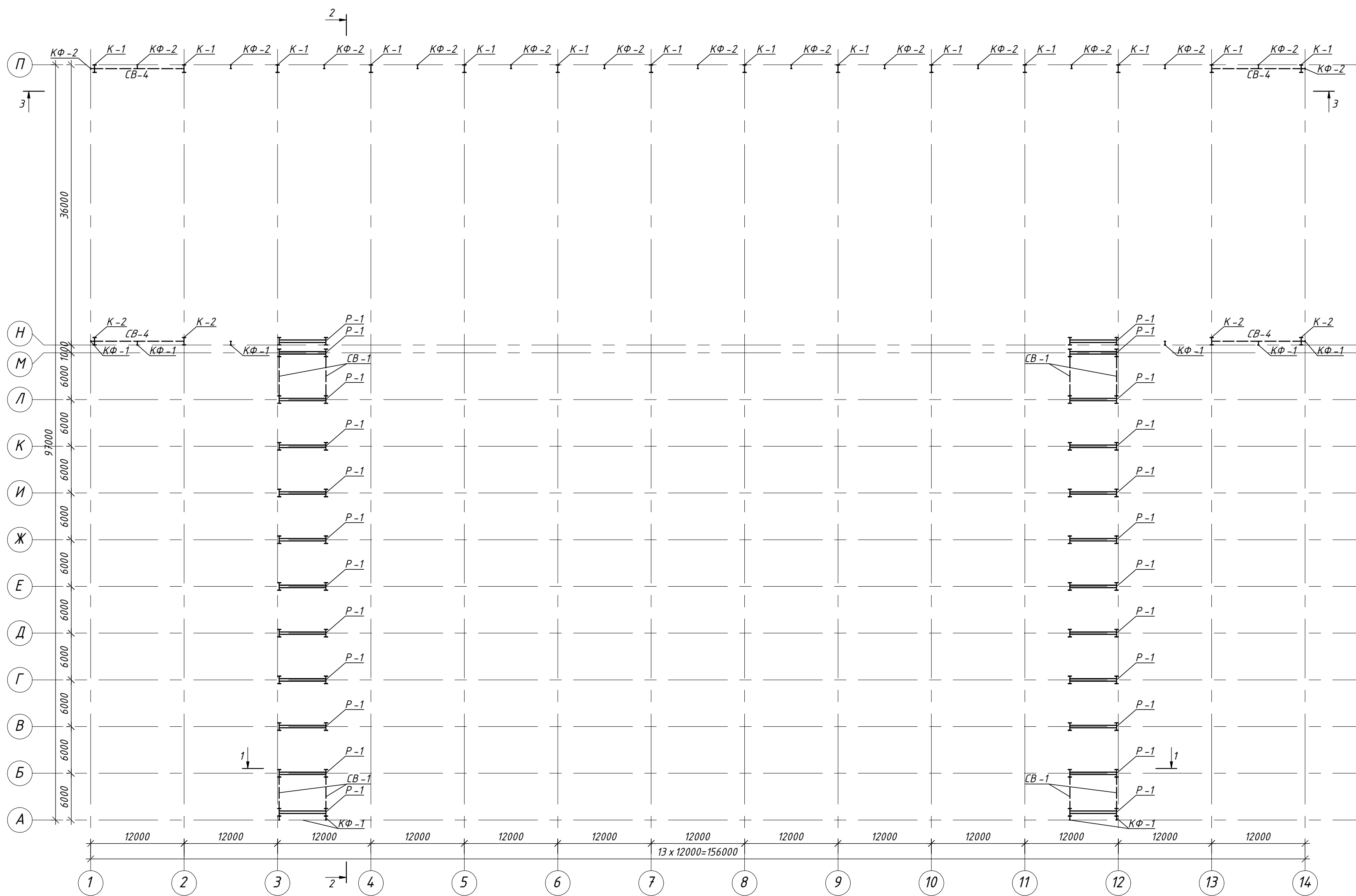
Эскизы окон



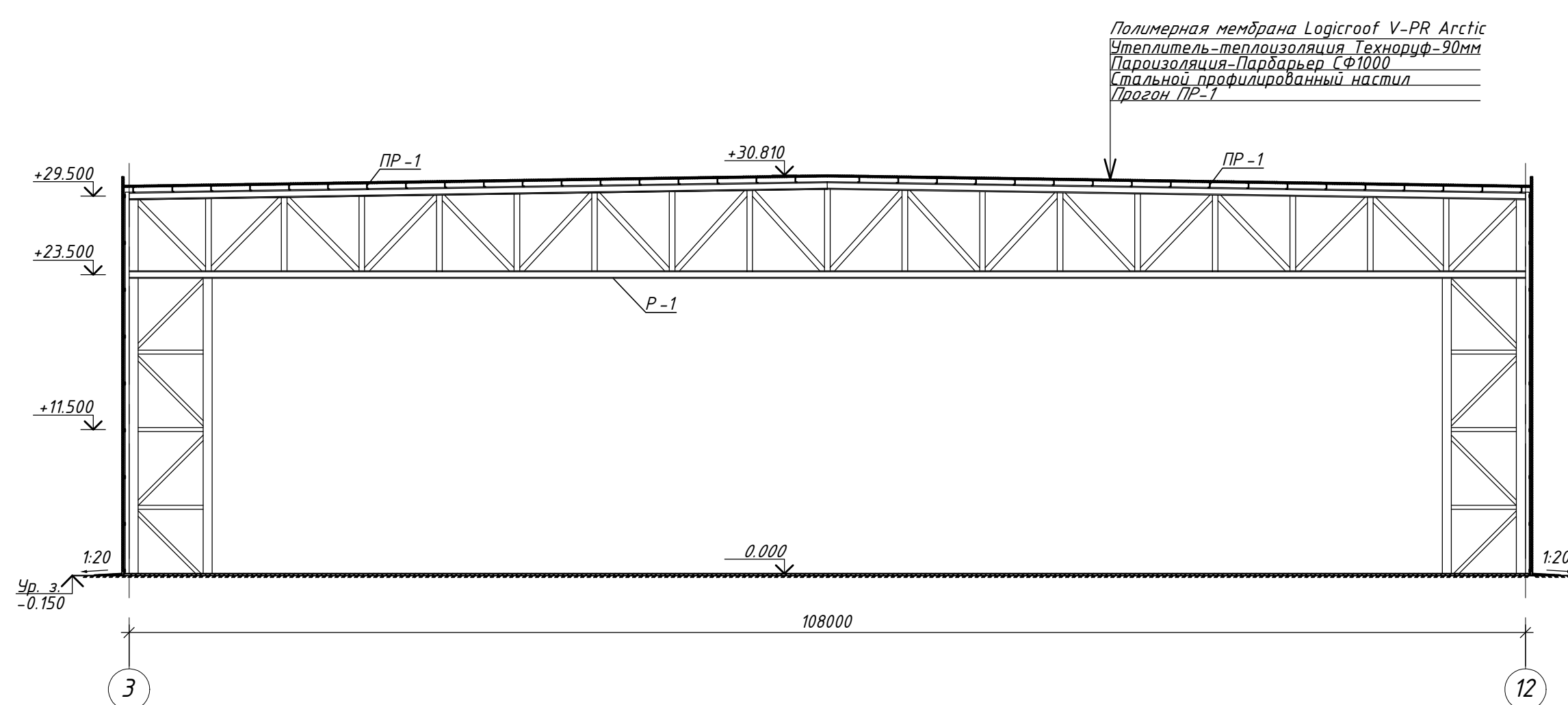
Работать совместно с листом 2.

ДП-08.05.01-2023 АР				Студия		
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"				Лист		
Инженерно-строительный институт				Листов		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
Разработал	Пасечник А.С.					
Консультант	Бердичева Е.Н.					
Руководитель	Фроловская А.В.					
Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород				у	3	
План на отметке 0.000						
Экспликация помещений, Разрез 1-1						
Узел 1. Узел 2. Узел 3. Эскизы окон.						
Н. контроль Фроловская А.В.				Кафедра СКУС		
Зав. кафедрой Леоридов С.В.						

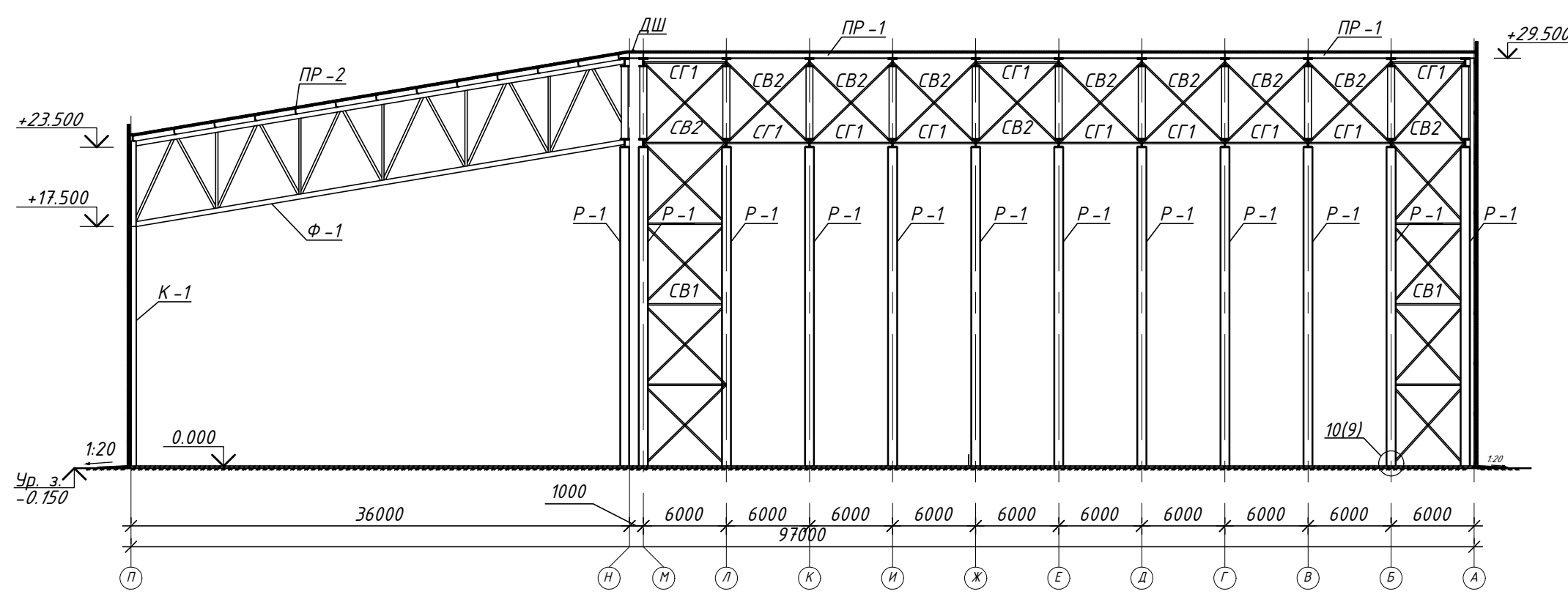
Схема расположения несущих элементов на отметке 0.000



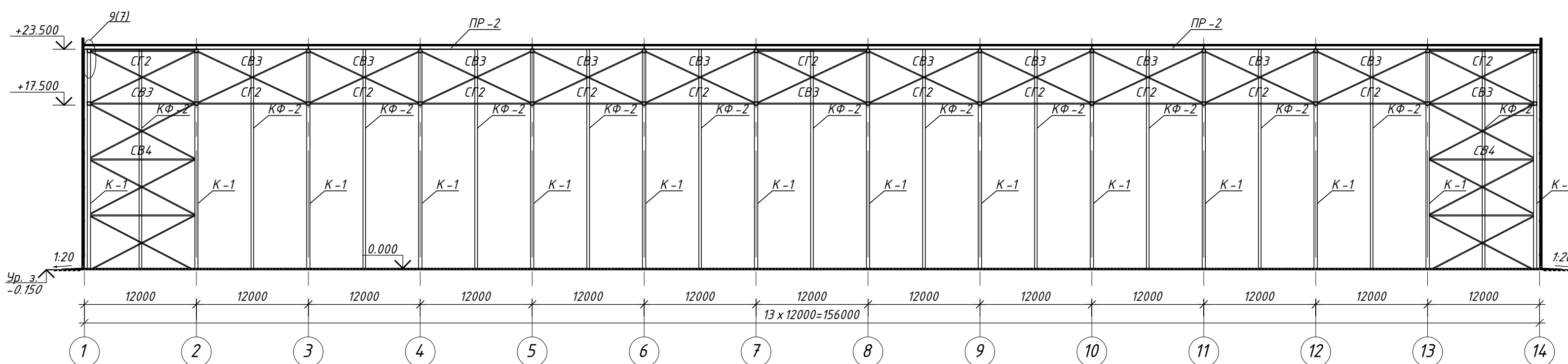
1-1



2-2



3-3



1. Место строительства - г. Белгород.
 2. Расчетная температура воздуха наиболее холодной пятидневки -24 С.
 3. Материал конструкций:
 - рамы - сталь С 345, ГОСТ 27772-2015;
 - фермы - сталь С 345, ГОСТ 27772-2015;
 - колонны и стойки фахверка - сталь С 345, ГОСТ 27772-2015;
 - связи и ригели - сталь С 345, ГОСТ 27772-2015;
 - прогоны - сталь С 345, ГОСТ 27772-2015.
 4. Соединения:
 - заводские - полуволновой сваркой в среде углекислого газа по ГОСТ 8050-85. Сварочная проволока марки СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70*.
 - монтажные - сварные и болтовые - ручной сваркой электродами; болтовые - на болтах М16 и М20 класса точности В.
 5. Все сварные швы $k_1=6$ мм, кроме оговоренных.
 6. Антикоррозийное покрытие производить двумя слоями грунта ГФ-021 по ГОСТ 25129-82. Окраска - эмаль ПФ-115 в соответствии с СП28.13330-2013 "Защита строительных конструкций от коррозии" на два раза. Общая толщина покрытия - 80 мкм.
 7. Ведомость элементов см. лист 6.
- Работать совместно с листом 5.

					ДП-08.05.01-2023 КР			
					ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"			
					Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Пасечник А.С.				Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	4	4
Консультант		Фроловская А.В.						
Руководитель		Фроловская А.В.				Схема расположения несущих элементов на отметке 0.000. Разрезы 1-1, 2-2 и 3-3.	Кафедра СКИУС	
Н. контроль		Фроловская А.В.						
Зав кафедрой		Дворниев С.В.						

Схема расположения связей по нижним поясам ферм

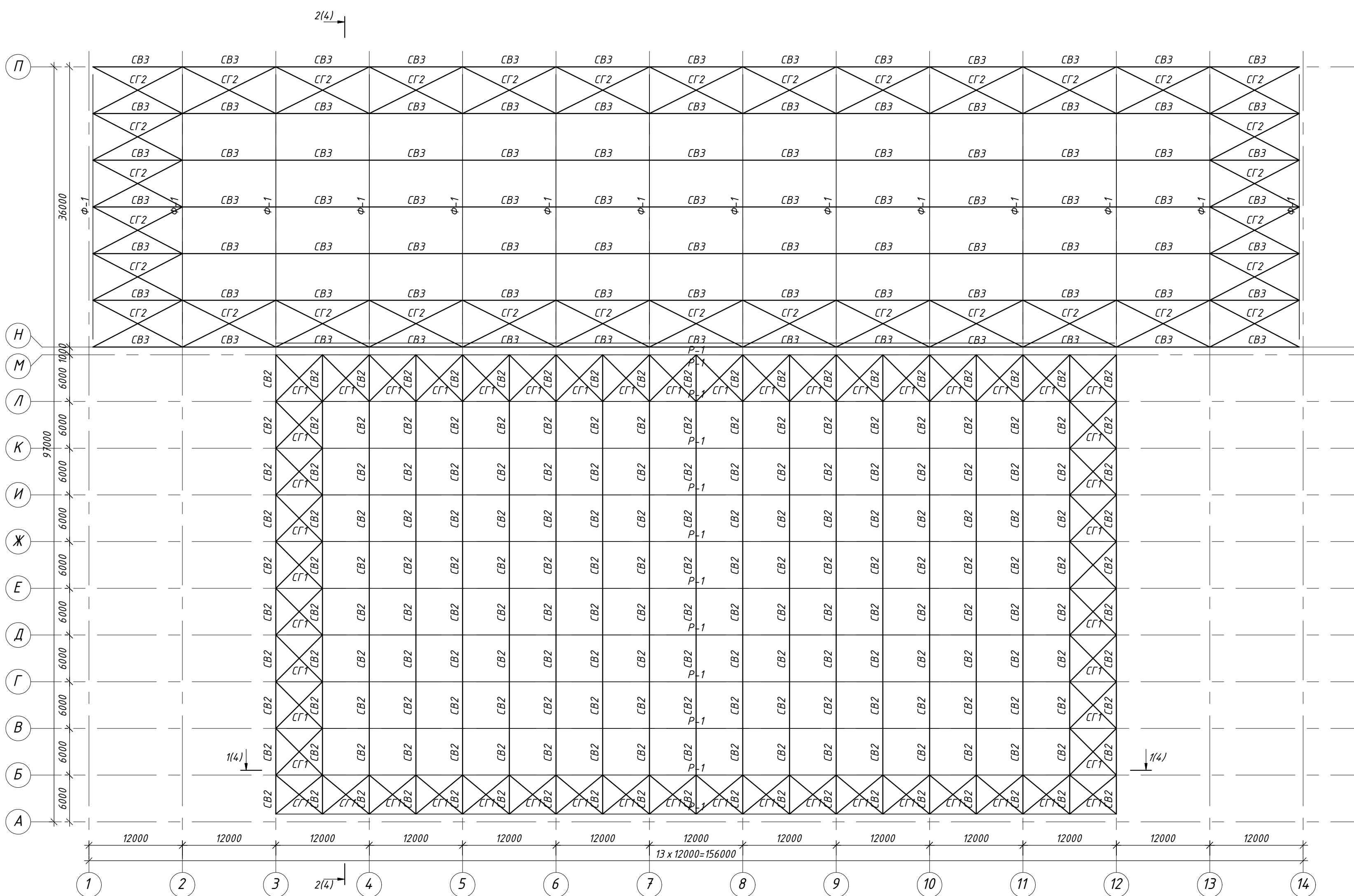
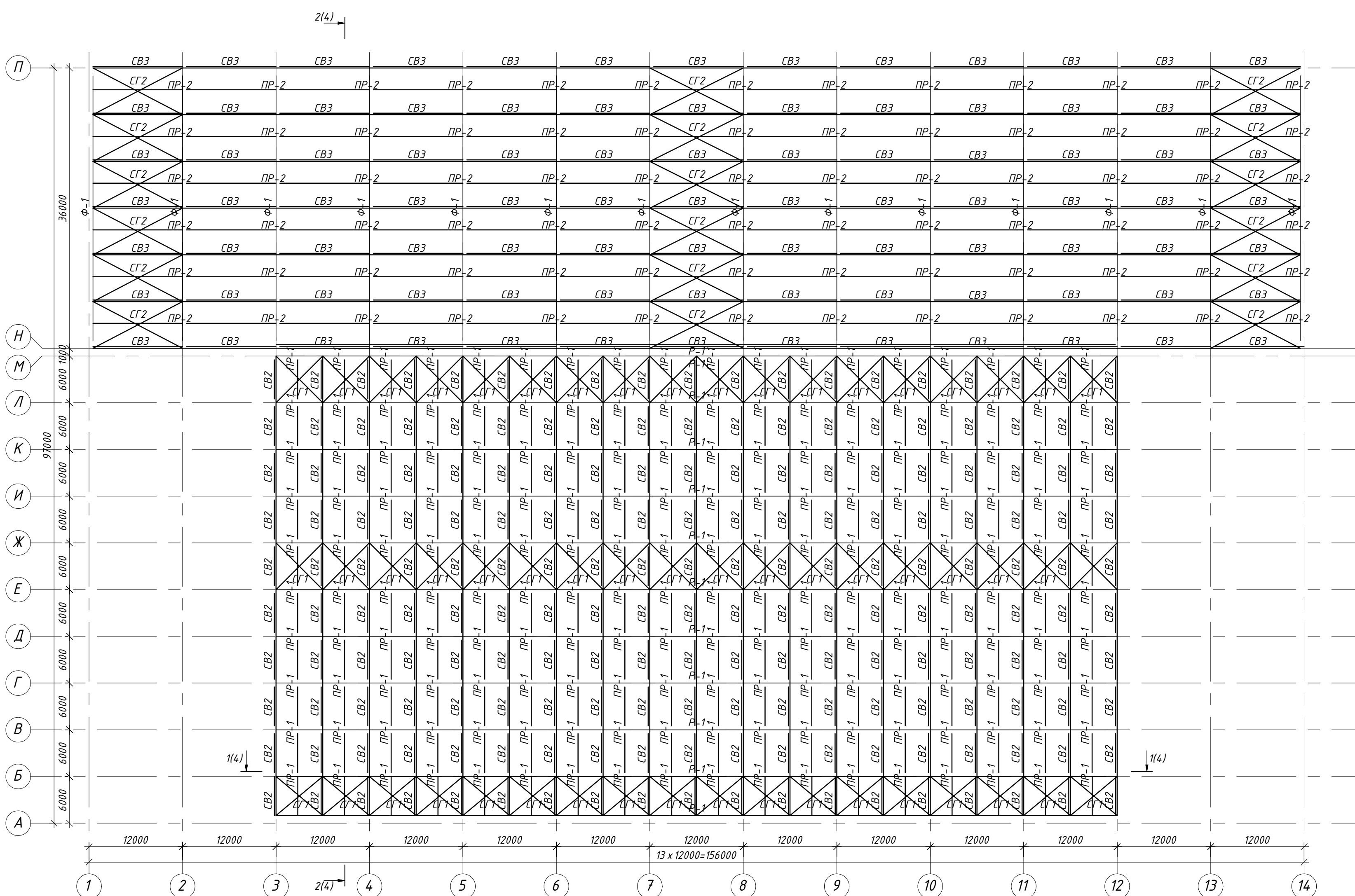
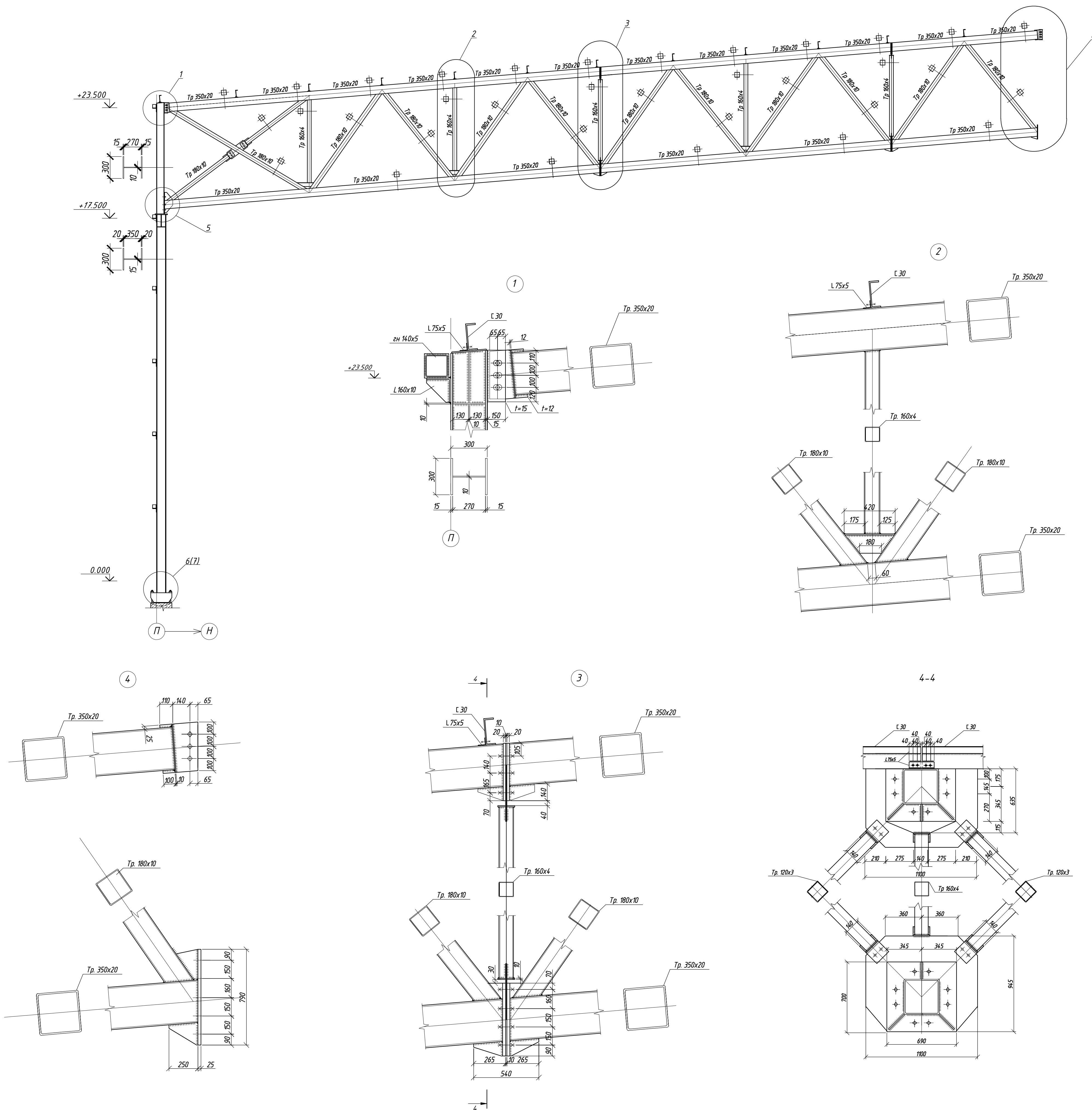


Схема расположения связей по верхним поясам ферм



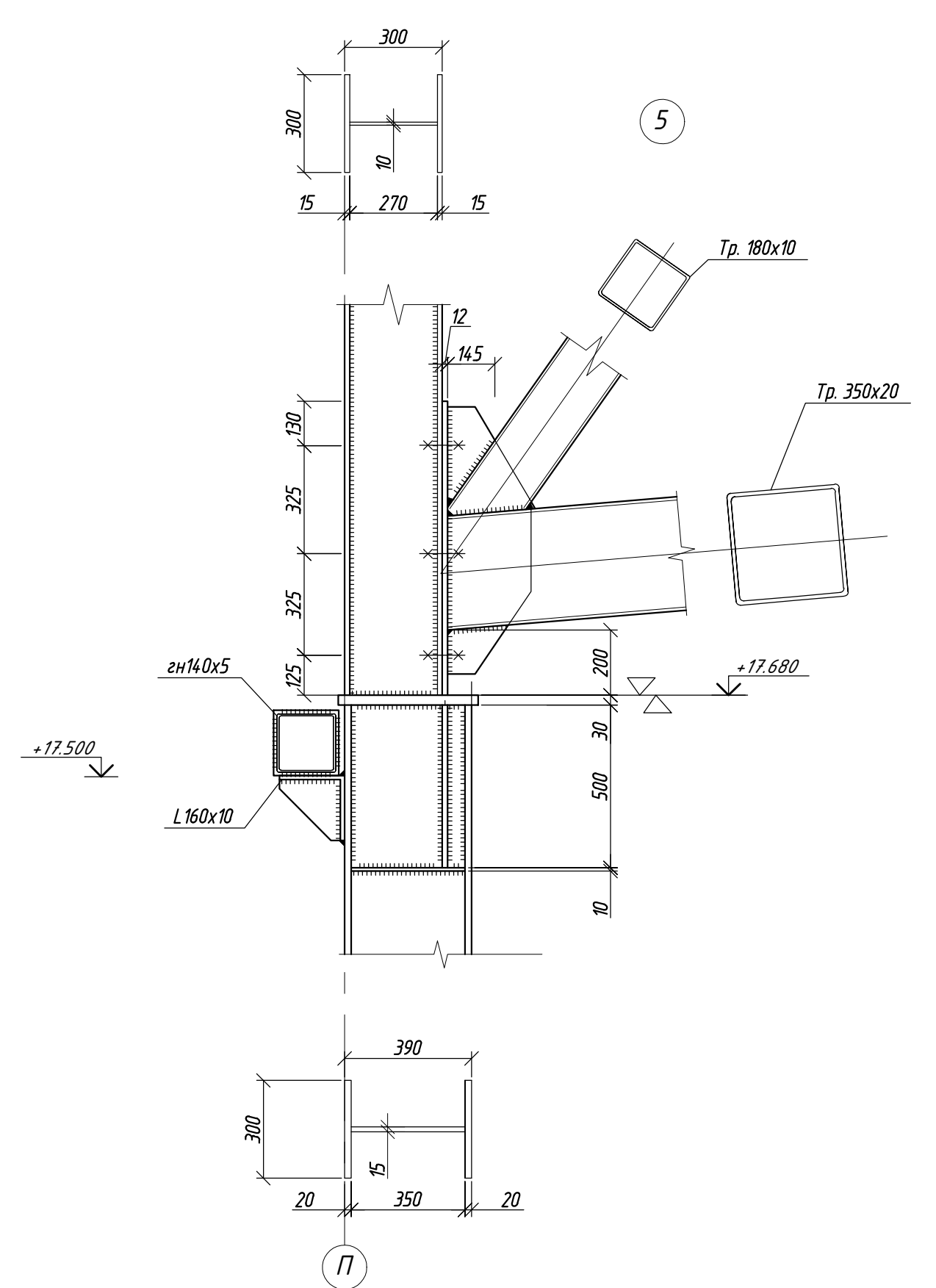
					ДП - 08.05.01-2023 КР				
					ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Посечкин А. С.					у	5	
Консультант		Фроловская А. В.							
Руководитель		Фроловская А. В.				Схема расположения связей по нижним поясам ферм. Схема расположения связей по верхним поясам ферм.			
Н. контроль		Фроловская А. В. Зав кафедрой		Дворниев С. В.					Кафедра СКУС

Поперечная рама



Ведомость элементов

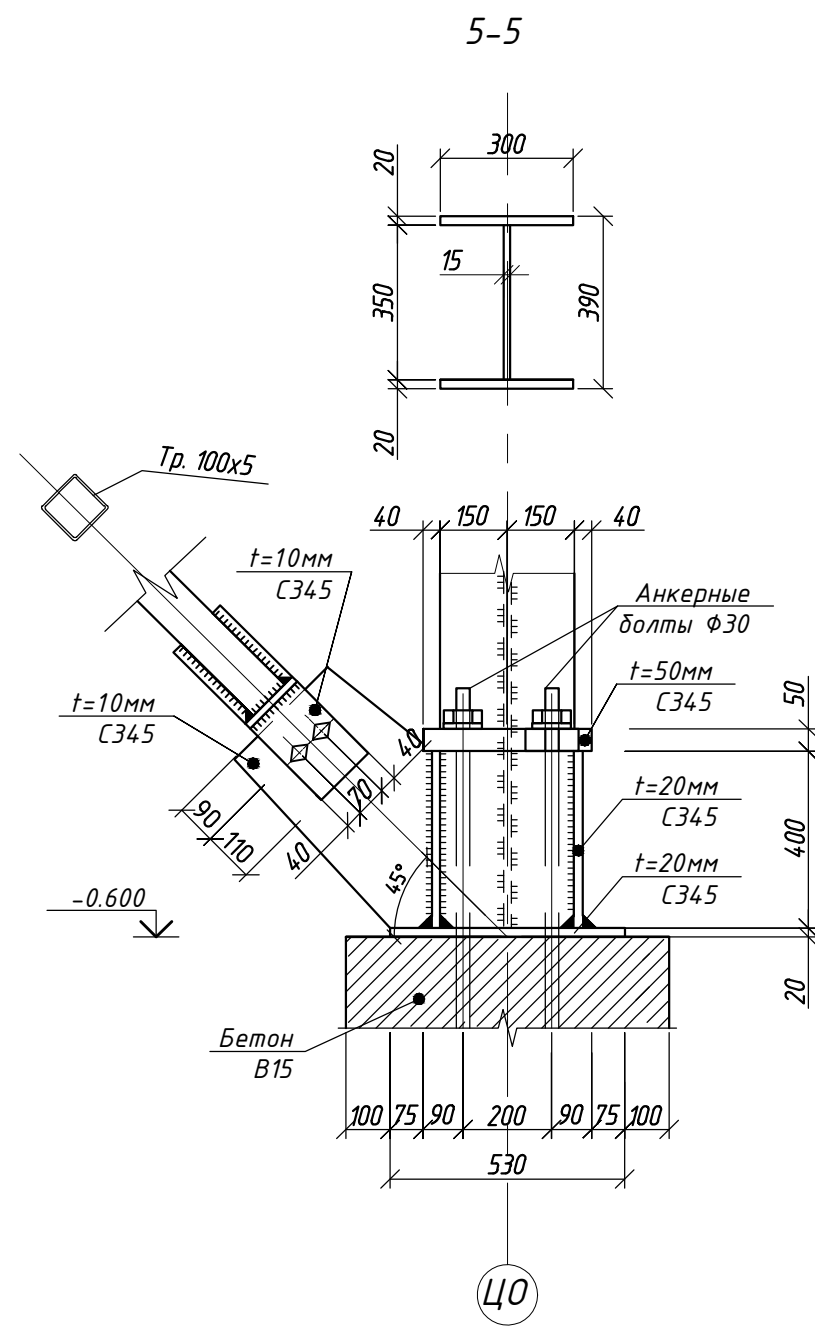
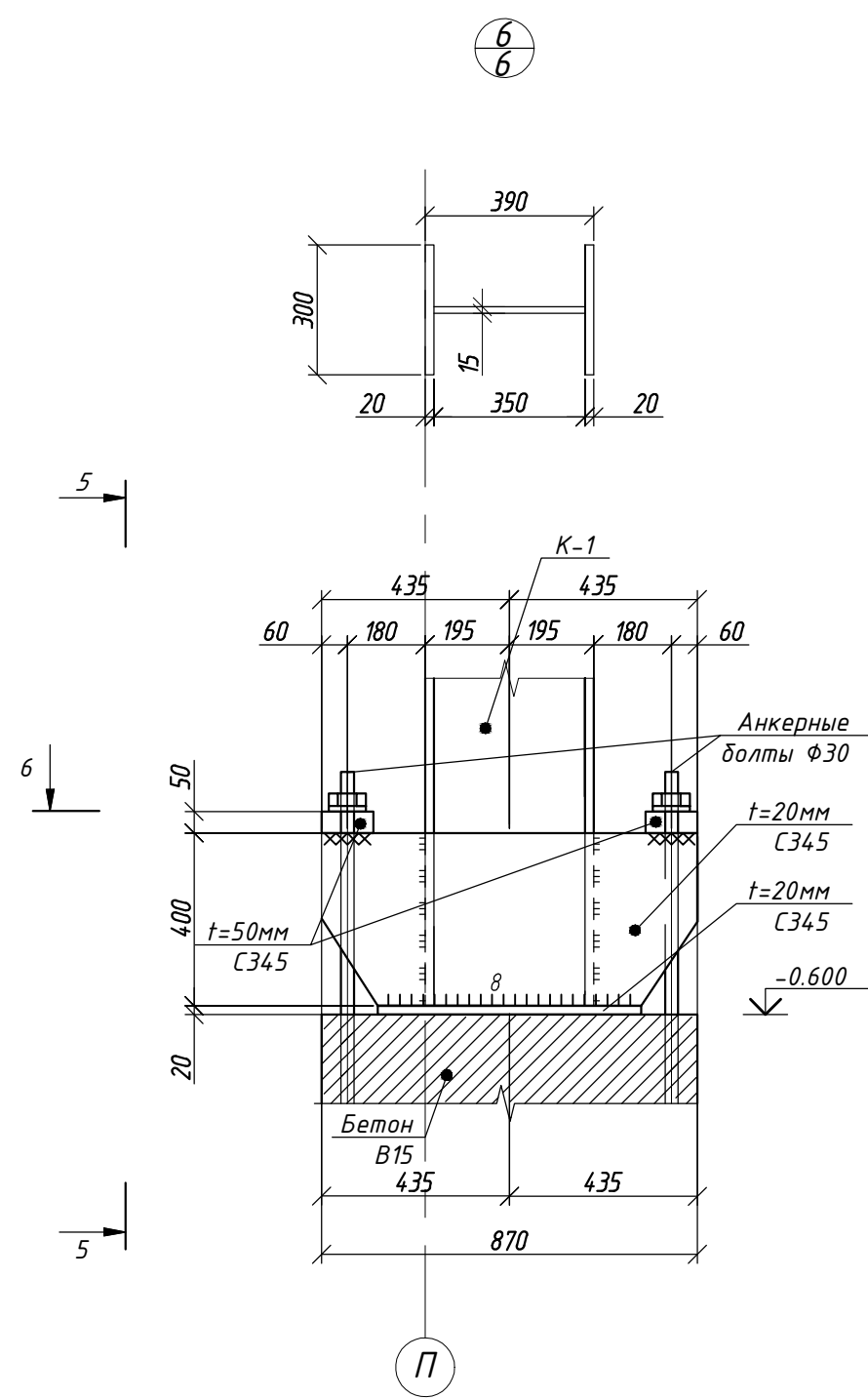
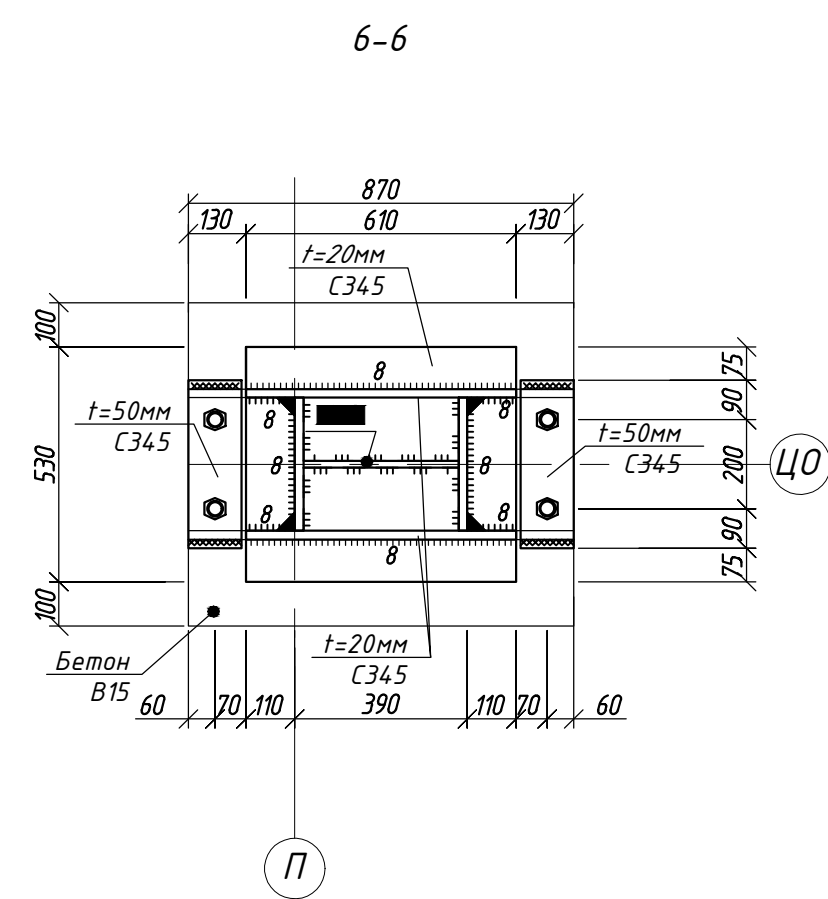
Марка	Сечение			Усилия для прикрепления			Марка стали по ГОСТ 27772-2015	Примечание
	Эскиз	Поз	Состав	M, т	N, т	O, т		
Ф-1	Сечение сложное						С 345	
Р-1	Сечение сложное						С 345	
К1		1	-300x20	17,5	-68,9	6	С 345	
		2	-350x15	17,5	-68,9	6	С 345	
		3	-300x20	17,5	-68,9	6	С 345	
К2		1	-300x20				С 345	
		2	-350x15				С 345	
		3	-300x20				С 345	
ПР-1	[[30				С 345	
ПР-2	[[30				С 345	
СТ-1	□		Tr 120x5	по гибкости			С 345	
СТ-2	□		Tr 120x5	по гибкости			С 345	
СВ-1	□		Tr 100x5	по гибкости			С 345	
СВ-2	□		Tr 100x5	по гибкости			С 345	
СВ-3	□		Tr 120x3	по гибкости			С 345	
СВ-4	□		Tr 100x5	по гибкости			С 345	
КФ-1			30К1	4,4	-6,9	2,5	С 345	
КФ-2			30К1	2,9	-5,9	2,5	С 345	



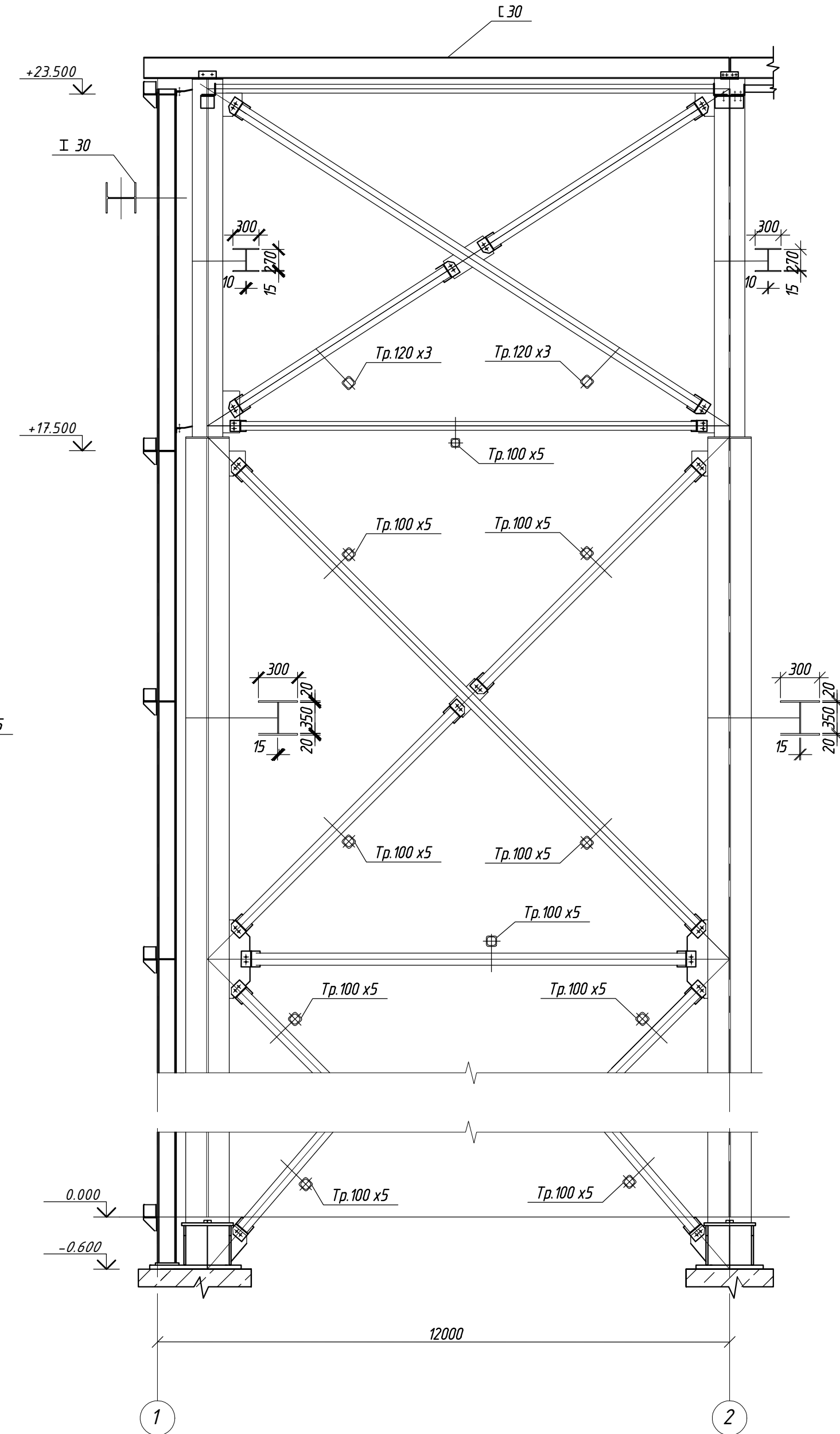
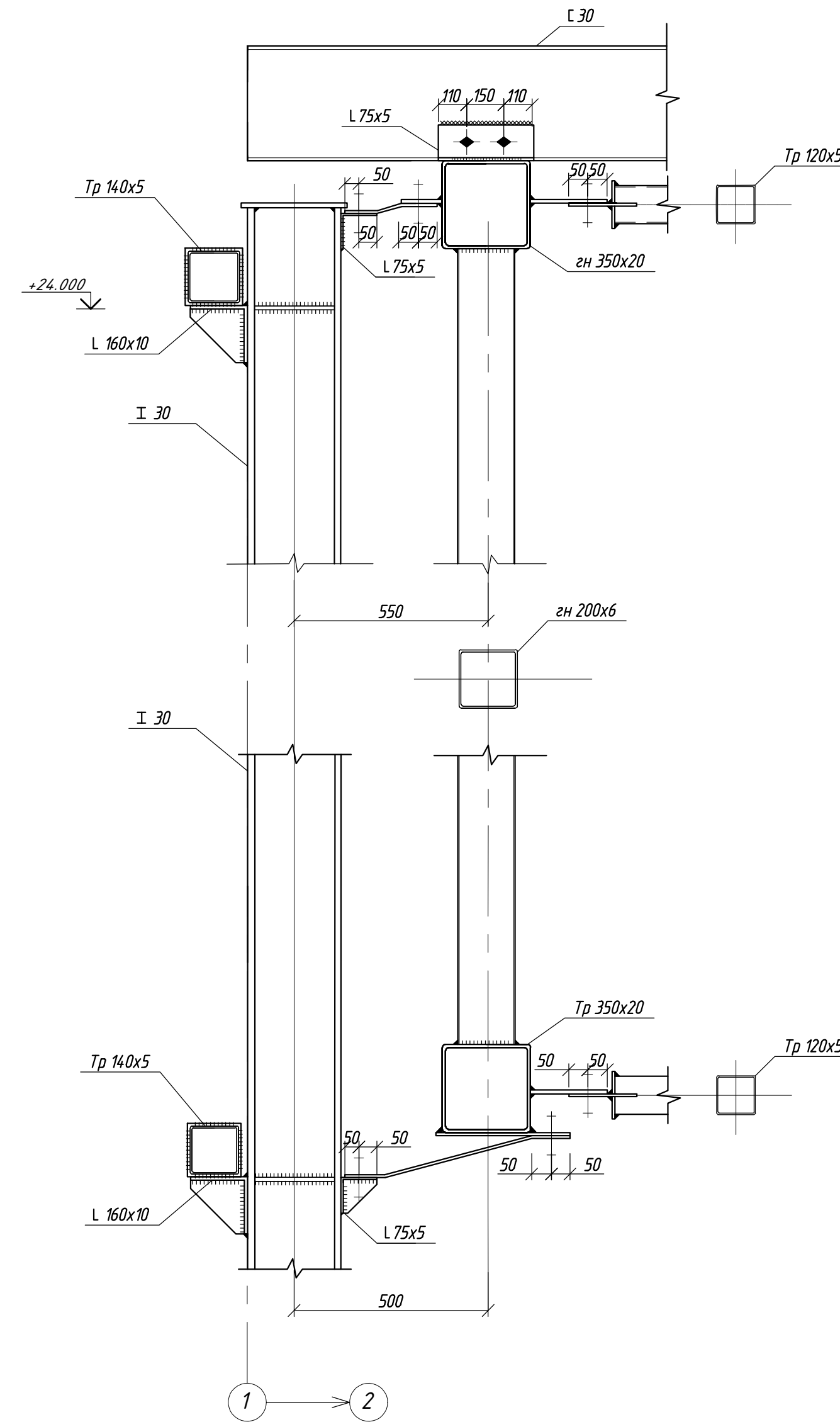
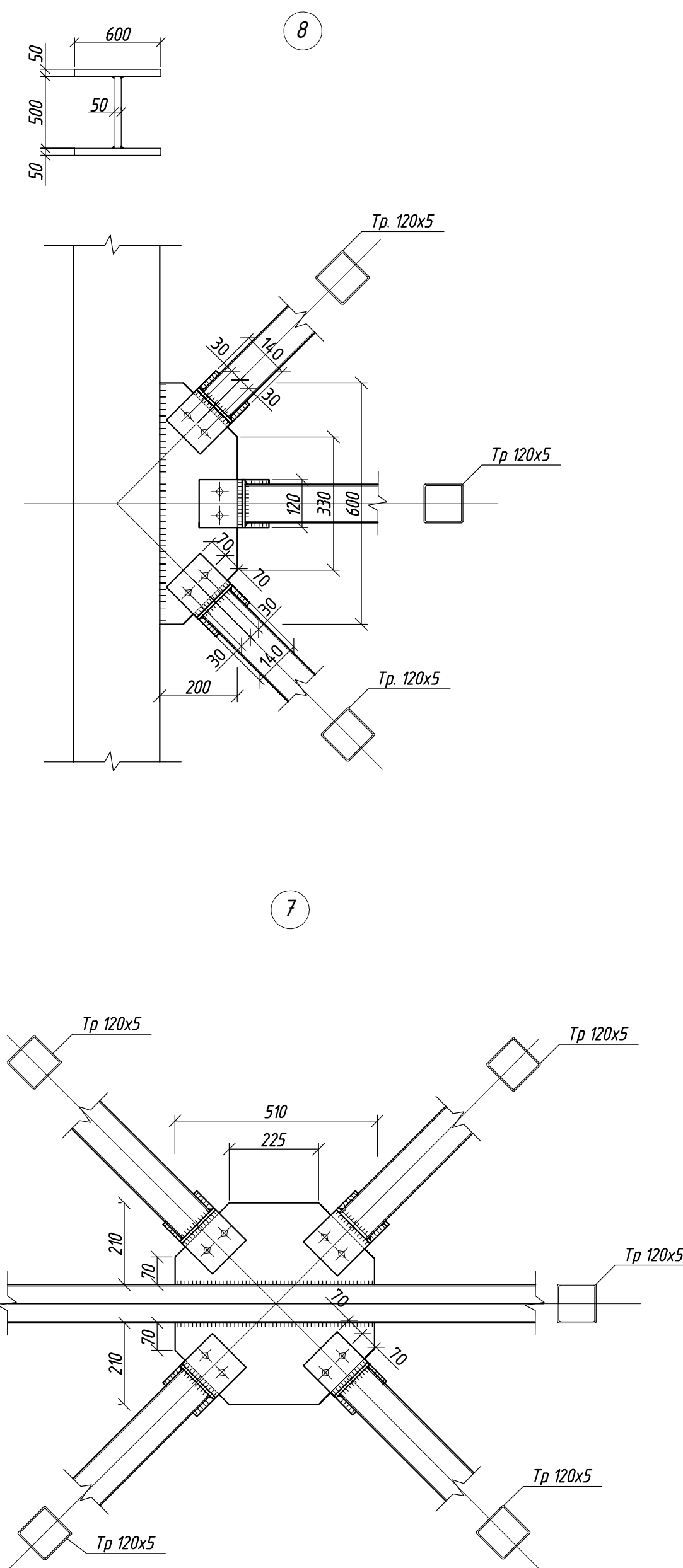
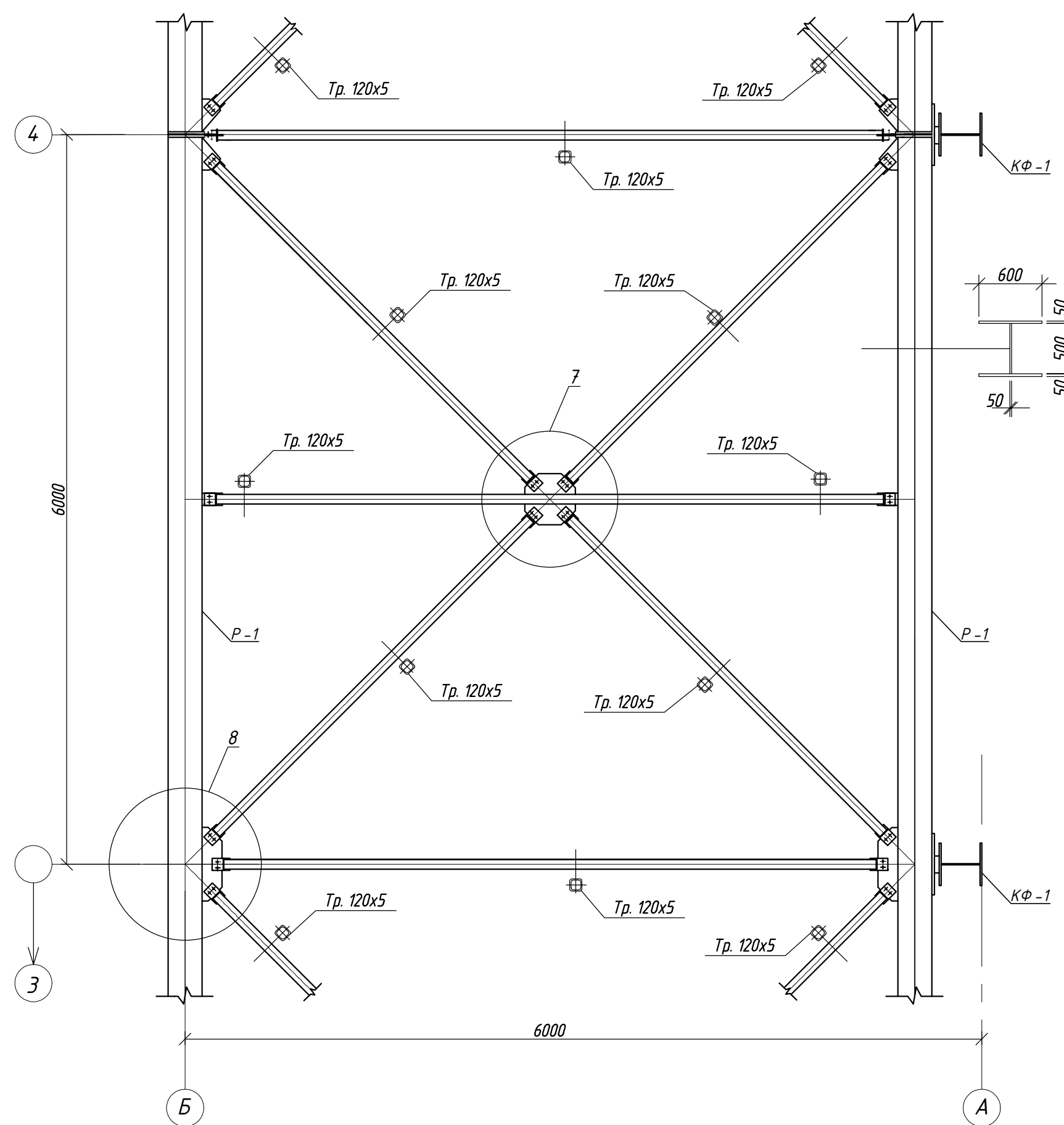
- Условные обозначения:
- видимый заводской сварной шов
 - невидимый заводской сварной шов
 - видимый монтажный сварной шов
 - невидимый монтажный сварной шов
 - отверстие монтажного болта
 - строгать

- Отверстия d=25 мм.
- Швы K₁=6 мм, кроме обговоренных.
- Заводские швы выполнять полув автоматической сваркой в среде СО₂, сварочная проволока СВ-08Г2С, электрод Э30 ГОСТ 9467-75*.
- Антикоррозийное покрытие производить двумя слоями грунта ГФ-021 по ГОСТ 25129-82. Окраска - эмаль ПФ-115 в соответствии с СП 72.13330.2016 "Защита строительных конструкций от коррозии" на два раза. Общая толщина покрытия - 80 мкм.

					ДП-08.05.01-2023 КР				
					ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	Страница	Лист	Листов
							у	6	
Н. контроль Фроловская А.В. Зав. кафедрой Деоридиев С.В.					Поперечная рама. Узлы 1, 2, 3, 4, 5. Разрез 4-4.			Кафедра СКУС	



Фрагмент горизонтальных связей СГ-1
(прогоны условно не показаны)

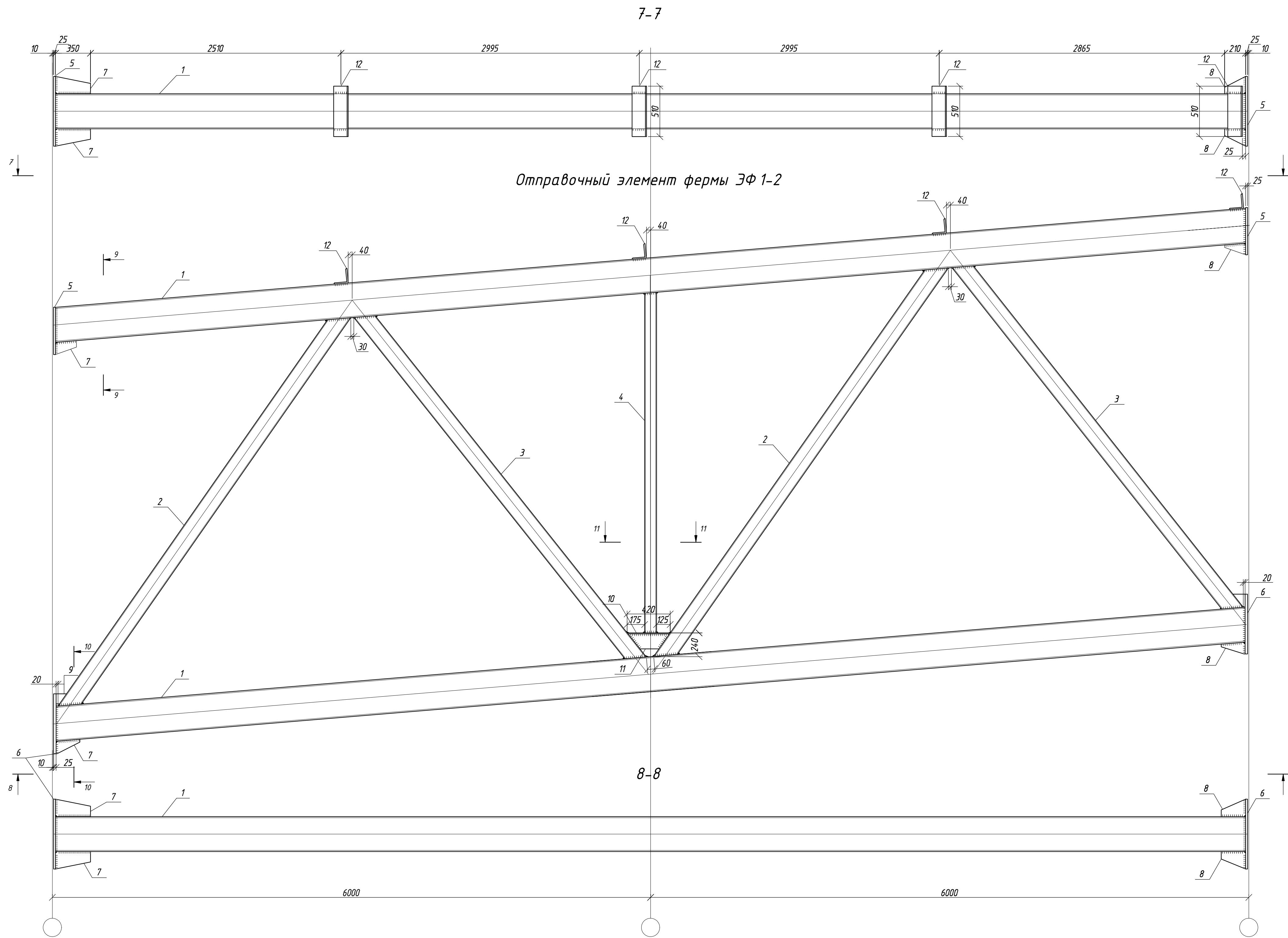


Условные обозначения:

- видимый заводской сварной шов
- невидимый заводской сварной шов
- видимый монтажный сварной шов
- невидимый монтажный сварной шов
- ⊕ отверстие монтажного болта
- ▽ строгать

1. Отверстия $d=25$ мм.
2. Швы $K_1=6$ мм, кроме оговоренных.
3. Заводские швы выполнять полуволновой сваркой в среде CO_2 , сварочная проволока Св-08Г2С, электрод Э30 ГОСТ 9467-75.
4. Антикоррозийное покрытие производить двумя слоями грунта ГФ-021 по ГОСТ 25129-82. Окраска - эмаль ПФ-115 в соответствии с СП 72.13330.2016 "Защита строительных конструкций от коррозии" на два раза. Общая толщина покрытия - 80 мкм.

ДП-08.05.01-2023 КР					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Пасечник А.С.				
Консультант	Фроловская А.В.				
Руководитель	Фроловская А.В.				
Н. контроль	Фроловская А.В.				
Зав. кафедрой	Леоридов С.В.				
Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород				Стация	Лист
Узел 6. Разрезы 5-5, 6-6. Фрагмент горизонтальных связей СГ-1. Фрагмент вертикальных связей по колоннам. Узел 7, 8, 9.				у	7
				Кафедра СКИУС	



Отправочный элемент фермы ЭФ 1-2

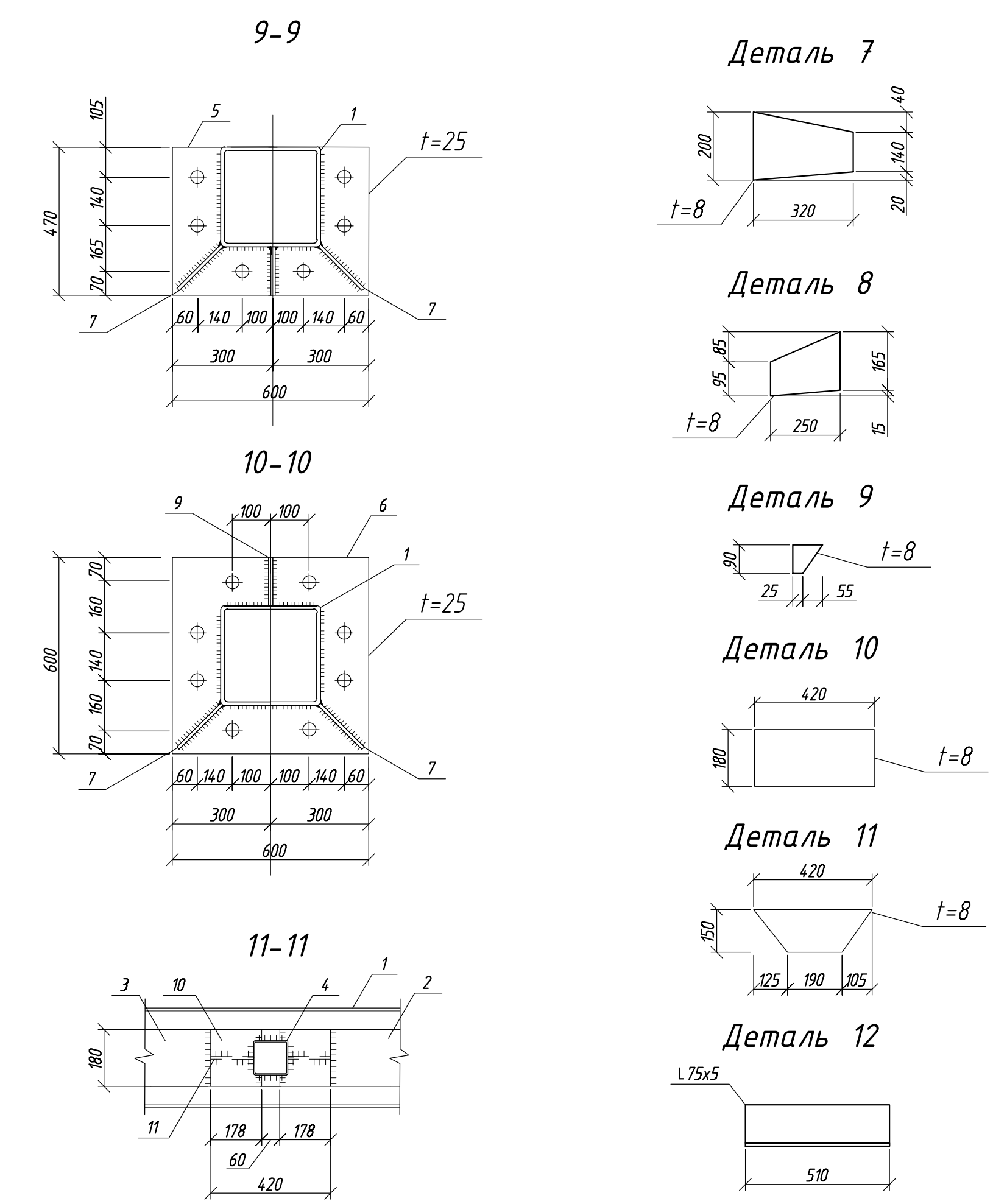


Схема отправочных элементов фермы Ф-1

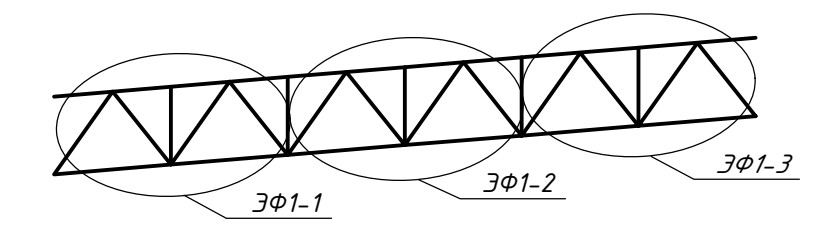
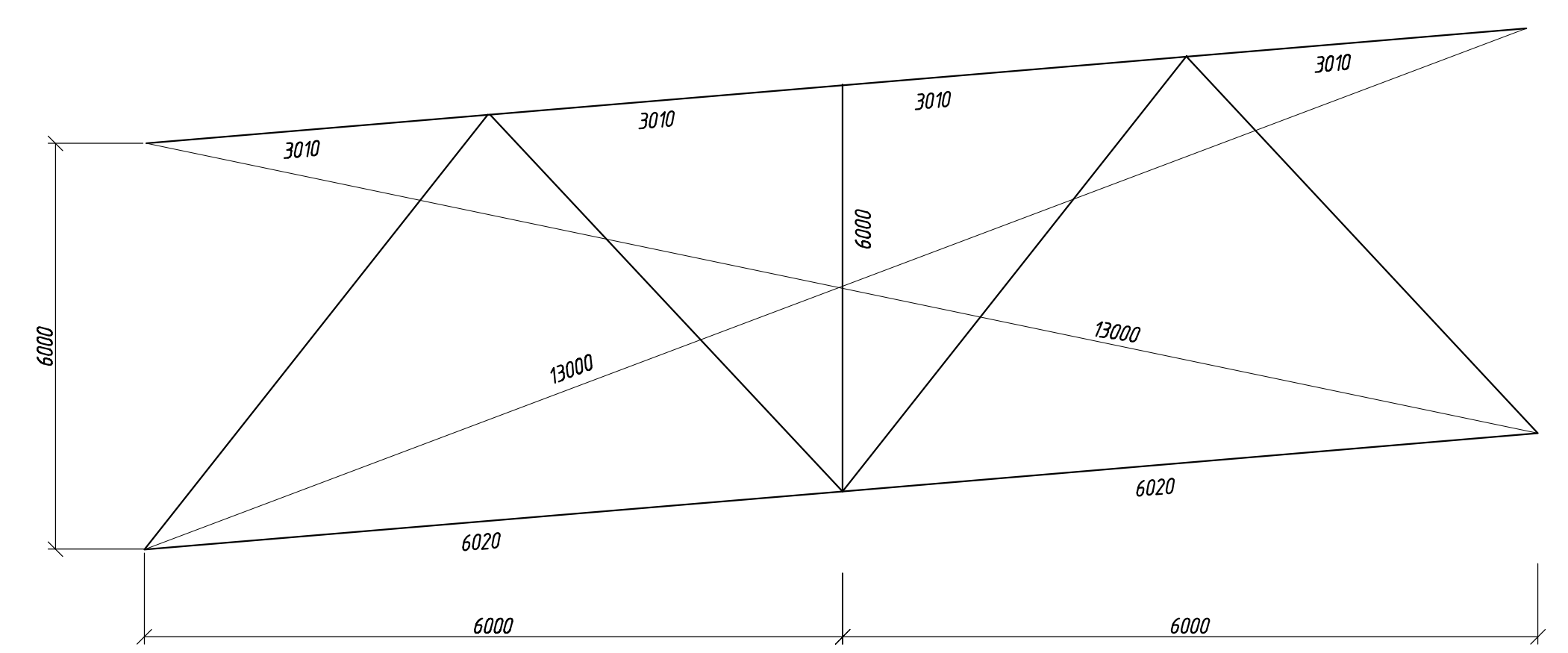


Таблица отправочных марок

марка	кол-во	Масса, кг	
		1 марки	общая
ЭФ 1-1	14	1778	24892
ЭФ 1-2	14	1778,9	24904,6
ЭФ 1-3	14	1778	24892

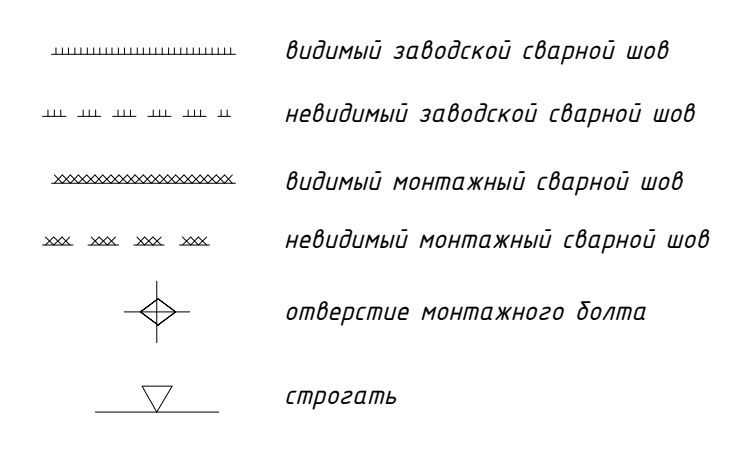
Геометрическая схема элемента фермы ЭФ 1-2



Спецификация элементов отправочной марки

Марка	Поз.	Профиль	Длина	К - до		Масса в кг			Примечания
				т	н	Г поз.	на марку	марка	
ЭФ 1-2	1	□ Тр 350x20	11930	2		640,2	1280,4	1778,9	
	2	□ Тр 180x10	4730	2		77,9	155,8		
	3	□ Тр 180x10	4365	2		72,1	144,2		
	4	□ Тр 160x4	3475	1		32,4	32,4		
	5	— 700x25	470	2		32,4	64,8		
	6	— 700x25	600	2		36,5	73,0		
	7	— 320x8	200	4		2,4	9,6		
	8	— 250x8	180	4		1,7	3,4		
	9	— 80x8	90	4		0,3	1,2		
	10	— 160x8	420	1		5,4	5,4		
	11	50x8	420	1		2,2	2,1		
	12	L 100x7	510	4		2,4	9,6		
Масса наплавленного металла - 1%							17,8		

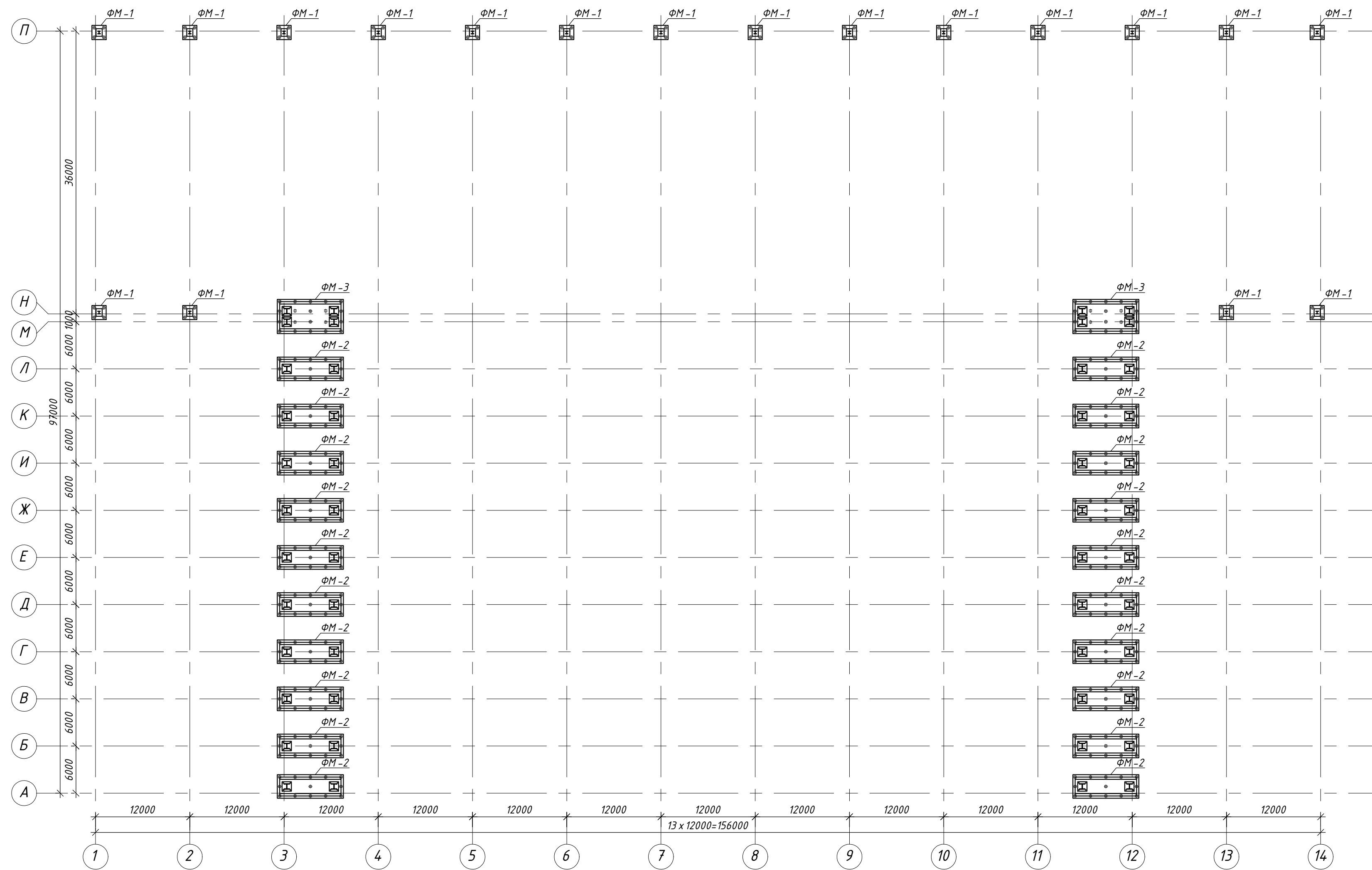
Условные обозначения:



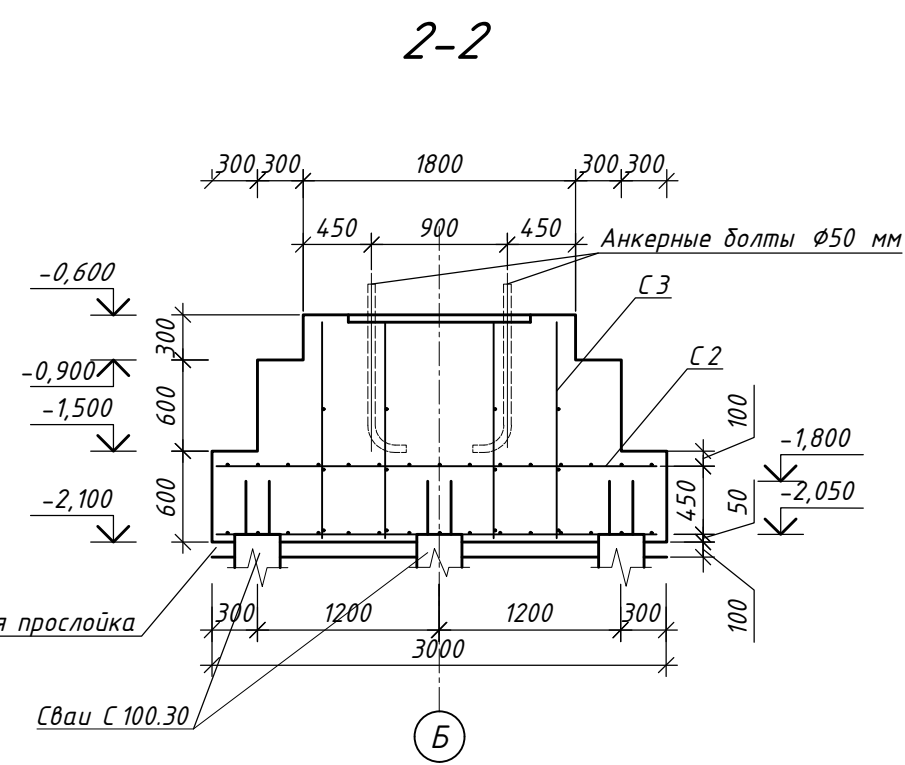
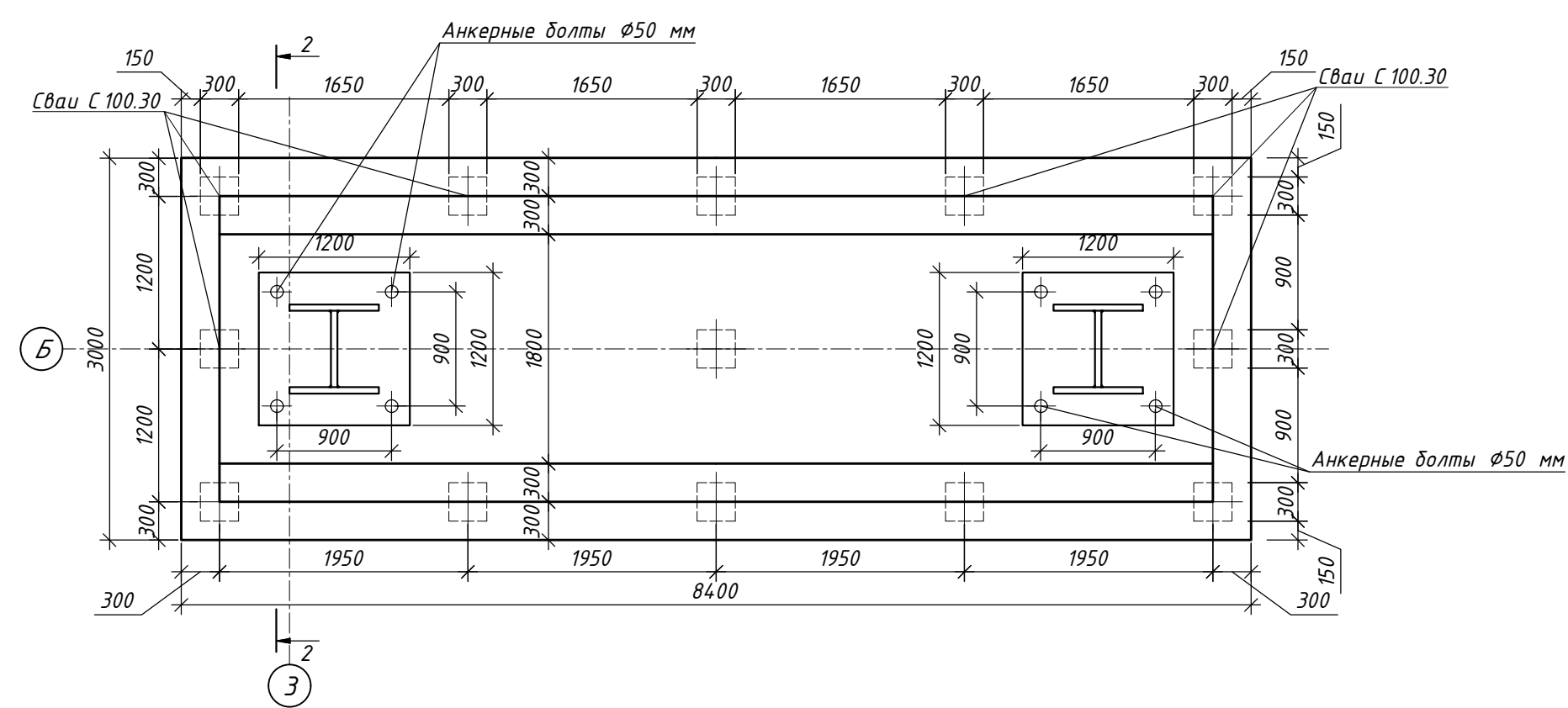
- Отверстия d=25 мм.
- Швы K₁=6 мм, кроме обговоренных.
- Заводские швы выполнять полуволновой сваркой в среде СО₂, сварочная проволока Sv-08Г2С, электрод Э50 ГОСТ 9467-75*.
- Антикоррозийное покрытие производить двумя слоями грунта ГФ-021 по ГОСТ 25129-82. Окраска - эмаль ПФ-115 в соответствии с СП 72.13330.2016 "Защита строительных конструкций от коррозии" на два раза. Общая толщина покрытия - 80 мкм.

ДП-08.05.01-2023 КР					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Фроловская А.А.				
Консультант	Фроловская А.А.				
Руководитель	Фроловская А.А.				
Н. контроль	Фроловская А.А.				
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.				
Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород			Стадия	Лист	Листов
Отправочный элемент фермы ЭФ 1-2. Разрезы 7-7, 8-8, 9-9, 10-10, 11-11. Спецификация элементов.			ч	8	
Кафедра СКИУС					

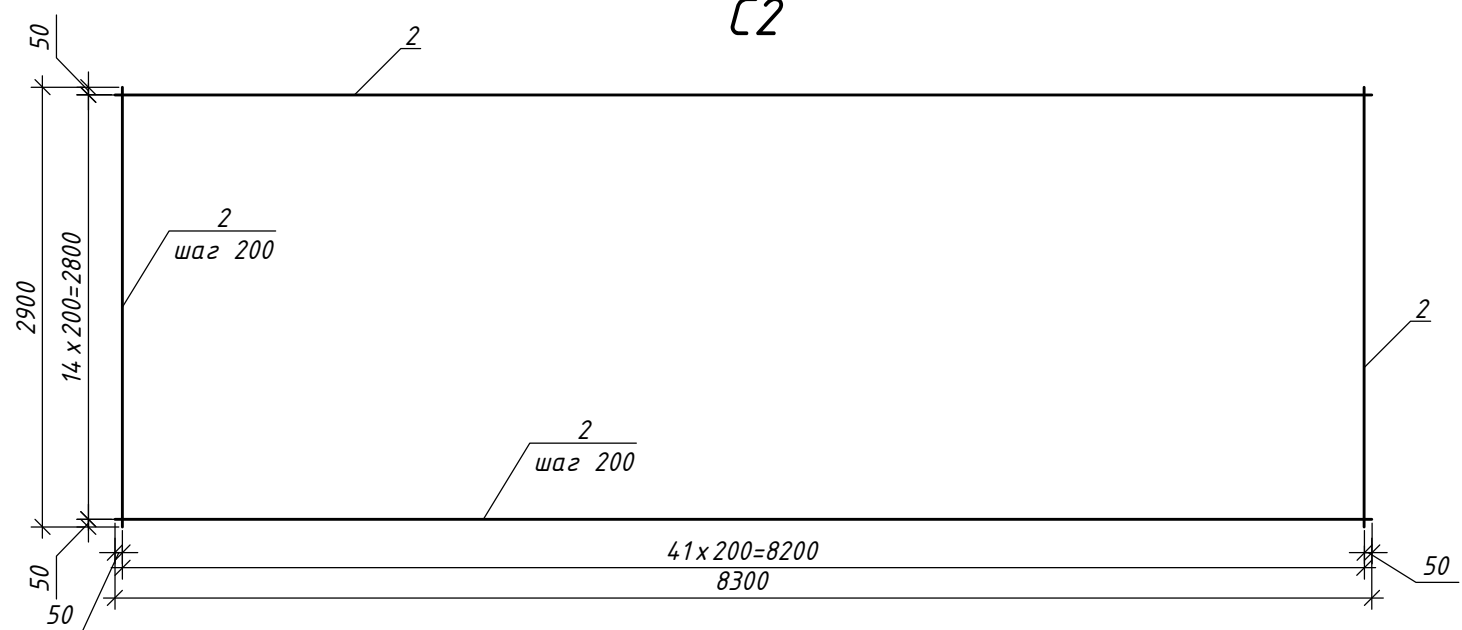
Схема расположения фундаментов



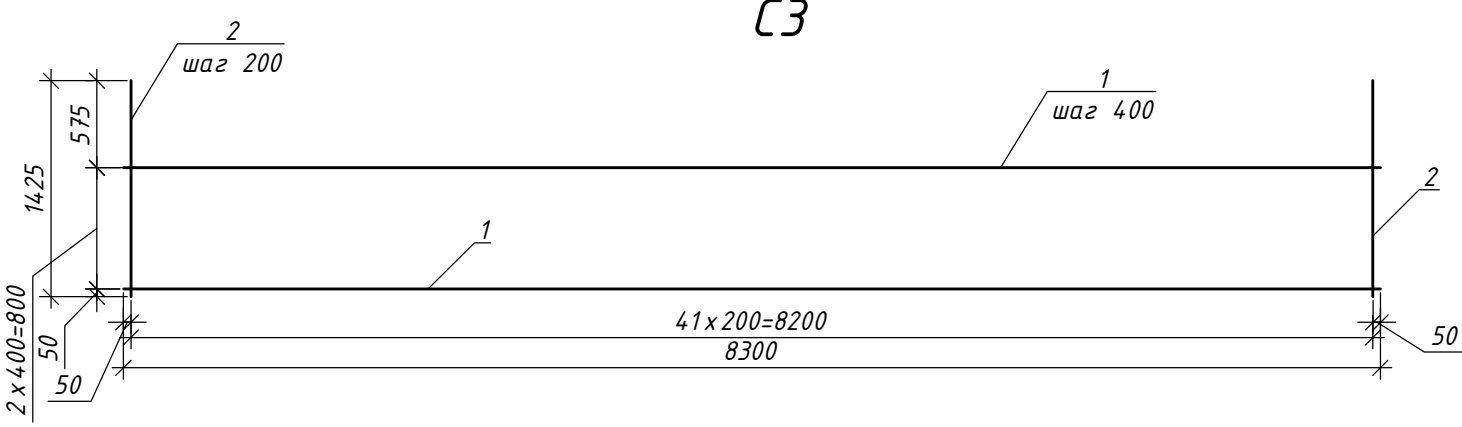
ФМ-2



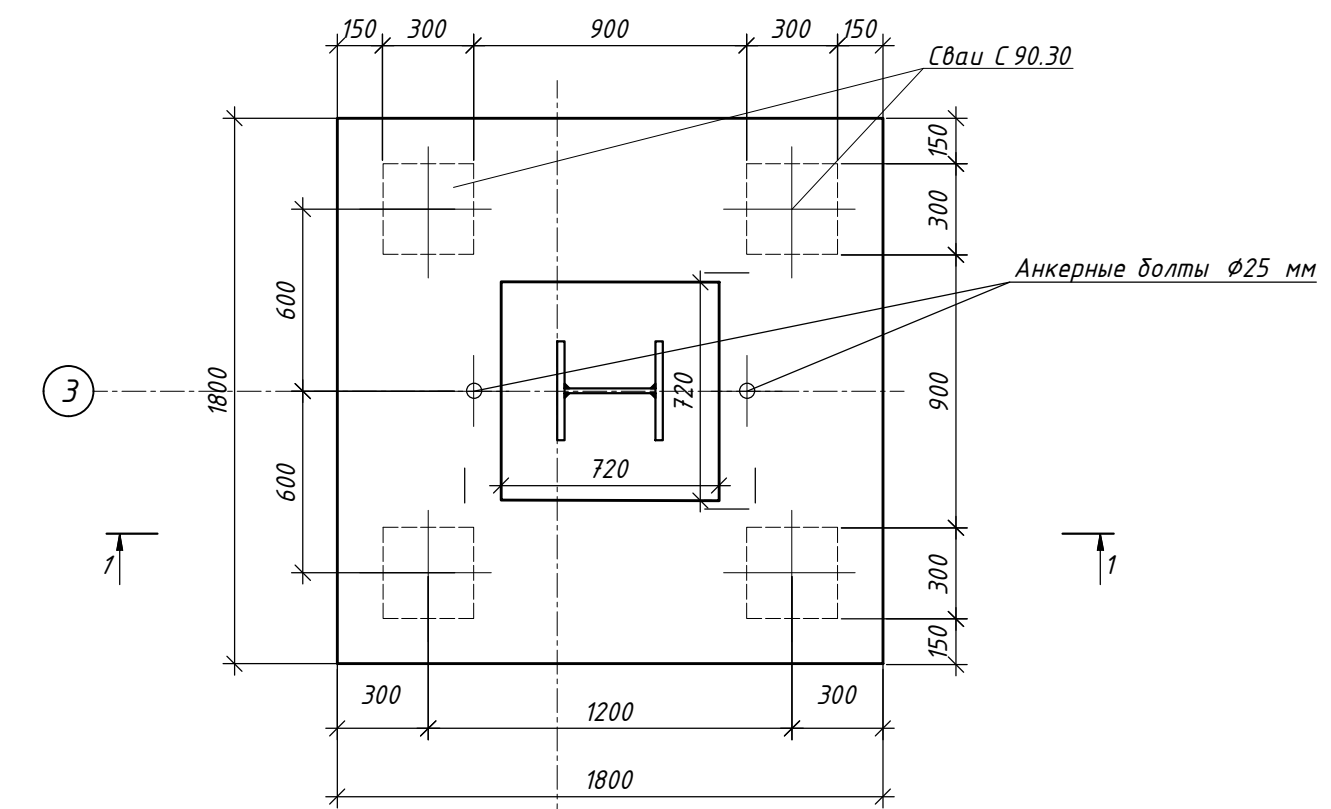
С2



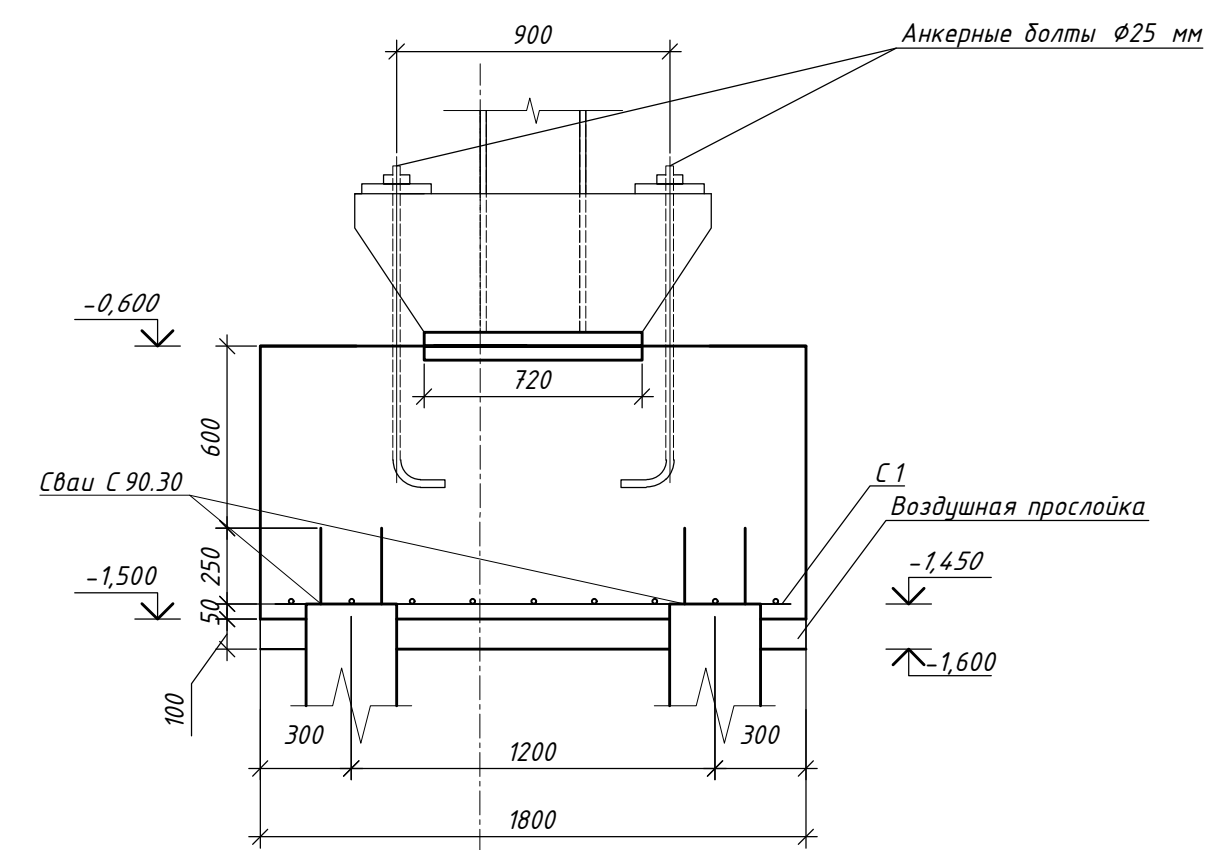
С3



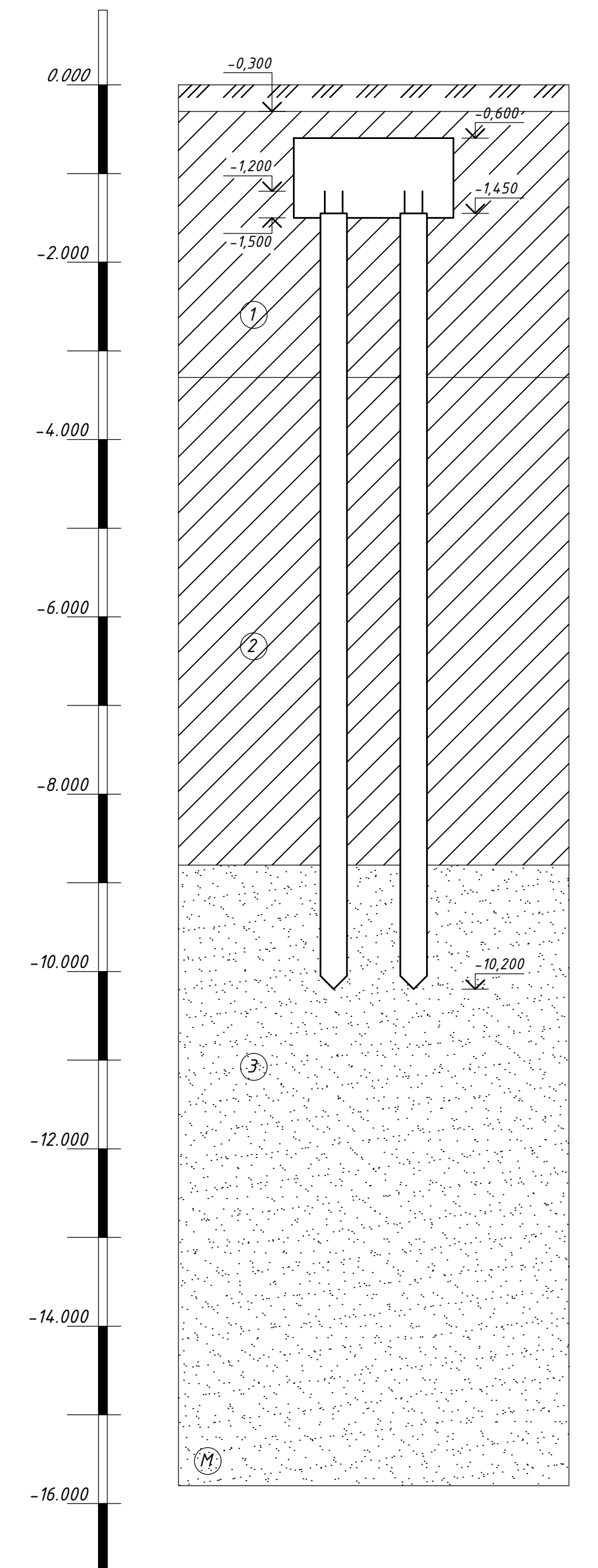
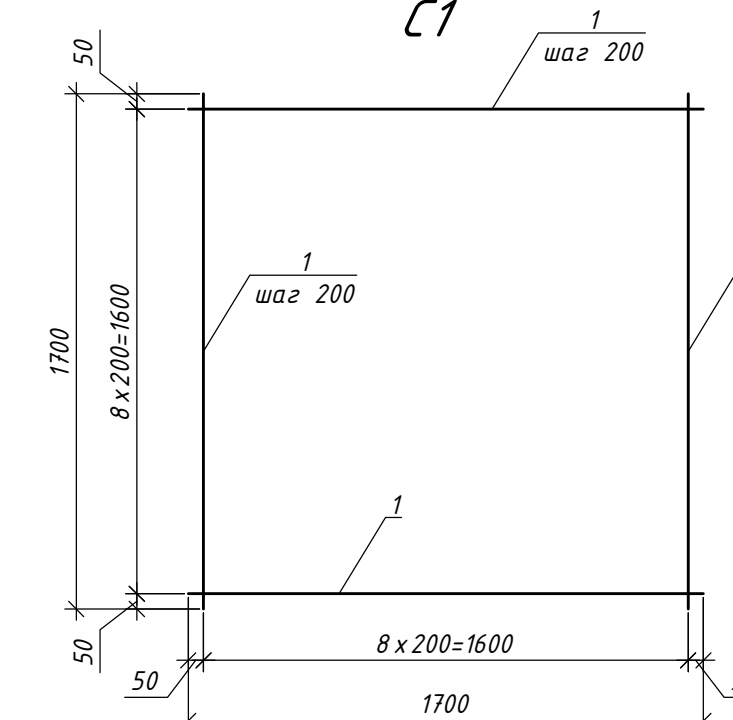
ФМ-1



1-1



С1



- 1 - суглинок твердый, средней степени насыщения
- 2 - суглинок полутвердый, средней степени насыщения
- 3 - песок мелкий, средней плотности насыщенный водой

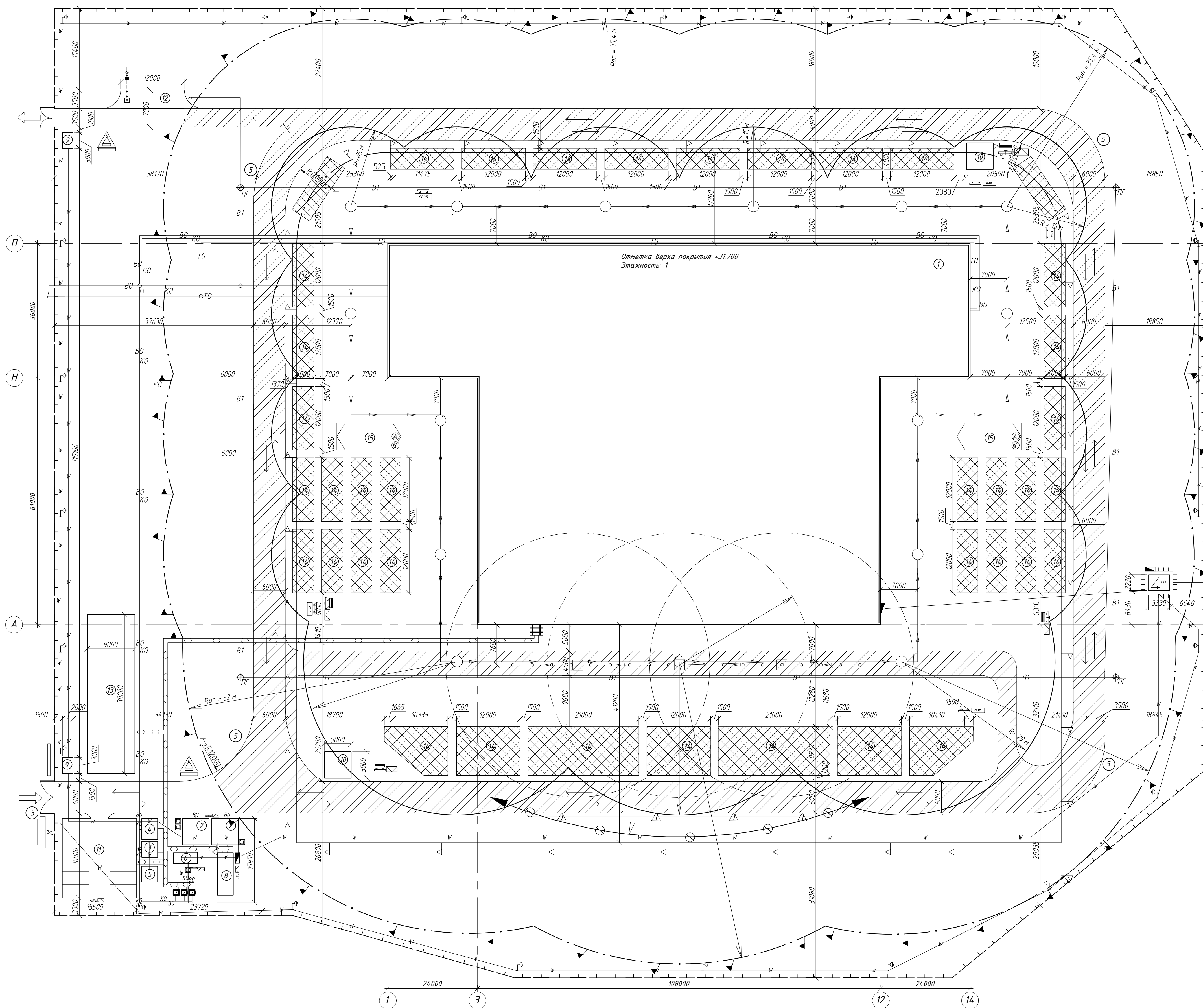
Спецификация элементов фундамента

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. шт.	Масса ед.	Примечание
	ГОСТ 19804-2021	Свая железобетонная С 90.30	72	2,05	
	ГОСТ 19804-2021	Свая железобетонная С 100.30	300	2,28	
ФМ-1					
<i>Сборочные единицы</i>					
С 1	ГОСТ 23279-2012	2 С 10- А 400-200 1700 x 1700 10- А 400-200	1	16,8	
<i>Материалы</i>					
		Бетон В 15, F75	2,92		м ³
<i>Закладные элементы</i>					
	ГОСТ 24379.1-2012	Болт 1.1.М 25 x 1050 ВСМ 3 пс 2	2		
ФМ-2					
<i>Сборочные единицы</i>					
С 2	ГОСТ 23279-85	2 С 12- А 400-200 8300 x 2900 12- А 400-200	2	127,8	
С 3	ГОСТ 23279-85	10- А 400-400 8300 x 1425 12- А 400-200	4	96,6	
<i>Материалы</i>					
		Бетон В 15, F75	29,16		м ³
<i>Закладные элементы</i>					
	ГОСТ 24379.1-2012	Болт 1.1.М 50 x 1050 ВСМ 3 пс 2	8		

- За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола ангара.
- Грунты пучинистые. Водонасыщенный горизонт не обнаружен.
- Нормативная глубина промерзания грунта - 1,2 м.
- Сваи забивные марок С 90.30 и С 100.30 по ГОСТ 19804-2021, бетон В 15, арматура 4Ø12 А 400, заделка в растверк жесткая.
- Под растверком выполнить воздушную прослойку толщиной 100 мм с ограждением металлическими листами.
- Сваебойное оборудование - штанговый дизель-молот С-995.

ДП-08.05.01-2023 КР					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Пасечник А.С.				
Консультант	Преснов О.М.				
Руководитель	Фроловская А.Ф.				
Н. контроль	Фроловская А.Ф.				
Зав. кафедрой	Двордичев С.В.				
Ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород			Стадия	Лист	Листов
Инженерно-геологический разрез Схема расположения фундаментов ФМ-1 и ФМ-2. Спецификация элементов фундамента.			У	10	
			Кафедра СКИУС		

Объектный строительный генеральный план на основной период строительства



Условные обозначения:

- Дренаж
- Информационный щит
- Вьездной стенд с транспортной схемой
- Место для первичных средств пожаротушения
- Пожарный паст
- Стенд с противопожарным инвентарем
- Пожарный гидрант
- Трансформаторная подстанция
- Контуры строящегося здания
- Временное здание
- Распределительный шкаф
- Шкаф для хранения баллонов с ацетиленом
- Шкаф для хранения баллонов с кислородом
- Проектор на опоре
- Проектируемые кабели электросети
- Проектируемая противопожарная сеть
- Проектируемая канализация
- Проектируемый водопровод
- Проектируемый теплотрасс

Экспликация зданий и сооружений

№ п/п	Наименование	Объем		Размеры в плане, м	Тип, марка или краткое описание
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Воздушное здание	м ²	1	156,0x 97,0	Ангар
2	Гардеробная	м ²	2	4x4	Инвентарное
3	Учебная	м ²	1	3x3	Инвентарное
4	Душевая	м ²	1	4x4	Инвентарное
5	Сушилка	м ²	1	3x3	Инвентарное
6	Помещение для обогрева рабочих	м ²	1	2x3	Инвентарное
7	Туалет	м ²	3	1x1	Инвентарное
8	Прорасквля	м ²	1	3x8	Инвентарное
9	КПП	м ²	2	2x3	Инвентарное
10	Площадка для стр. мусора	м ²	2	5x5	Не инвентарное
11	Автостоянка	м ²	1	14x15	Не инвентарное
12	Пункт мойки колес автотранспорта	м ²	1	12x3,5	Не инвентарное
13	Бытовой городок для подрядных организаций	м ²	-	-	270,00 м ²
14	Открытый склад для хранения конструкций и материалов	м ²	-	-	2251,62 м ²
15	Навес для хранения материалов	м ²	-	-	50,00 м ²

Условные обозначения:

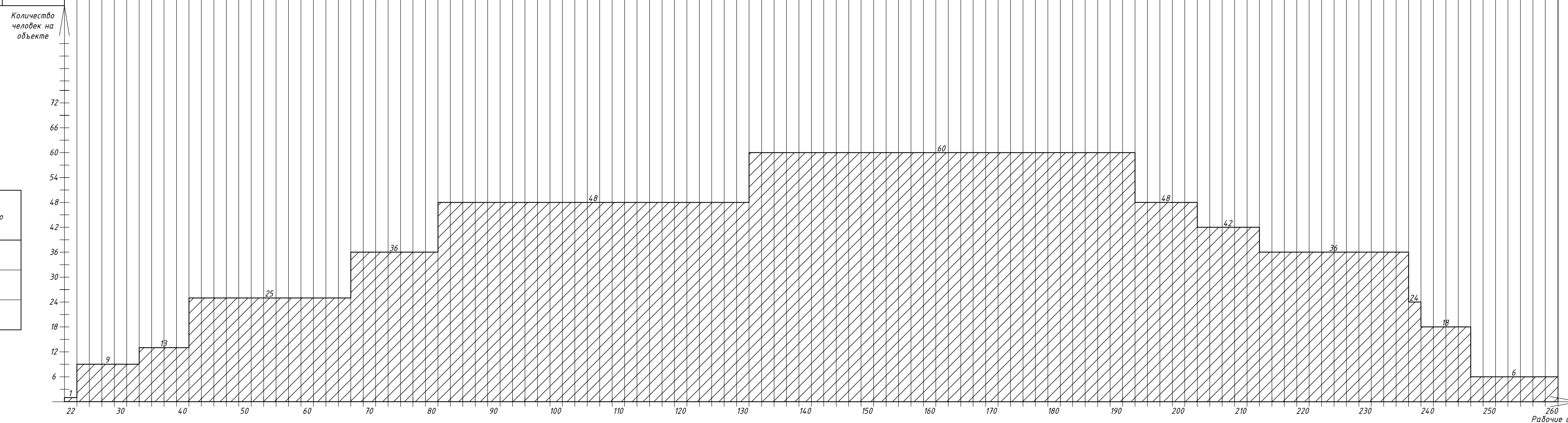
- Стенд со схемой строповки и таблицей масс грузов
- Место хранения грузовых приспособлений и тары
- Открытый склад
- Навес для складирования
- Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Линия границы зоны действия кранов LTM 1500 и ДЭК-361
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Линия границы монтажной зоны
- Стоянка крана LTM 1500
- Стоянка крана ДЭК-361
- Путь движения крана LTM 1500
- Путь движения крана ДЭК-361
- Линия ограничения вылета стрелы крана
- Линия предупреждения об ограничении вылета стрелы крана
- Мусороприемный бункер
- Временный защитный козырек над входом в здание
- Временная пешеходная дорожка
- Вьезд на строительную площадку и вьезд
- Направление движения транспорта
- Знак ограничения скорости движения транспорта
- Временная автомобильная дорога
- Участок дороги в опасной зоне работы крана
- Ворота
- Временное ограждение строительной площадки без козырька

					ДП - 08.05.01-2023 ОСП				
					ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Пасечник А.С.						У	13	
Консультант	Башаров К.Г.								
Руководитель	Фроловская А.Ф.								
Н. контроль	Фроловская А.Ф.					Объектный строительный генеральный план на основной период строительства			Кафедра СКиУС
Зав. кафедрой	Леонидов С.В.								

Календарный план производства работ

Наименование работ	Объем работ		Требуемые машины		Продолжительность работ, дн.	Число рабочих в смену	Число смен	Состав бригады	Календарные дни																																																																																																																																				
	Ед. изм.	Кол-во	Запраты труда, чел.-см.	Наименование					Число маш.-см.	Август 2023												Сентябрь 2023												Октябрь 2023												Ноябрь 2023												Декабрь 2023												Январь 2024												Февраль 2024												Март 2024												Апрель 2024												Май 2024												Июнь 2024											
										Рабочие дни																																																																																																																																			
										2	4	8	10	14	16	18	22	24	28	30	1	4	6	8	12	14	18	20	22	26	28	30	3	5	9	11	13	17	19	23	25	27	31	2	7	9	13	15	17	21	23	27	29	1	5	7	11	13	15	19	21	25	27	29	2	4	8	10	12	16	18	22	24	26	30	1	5	7	9	13	15	19	21	27	29	4	6	8	12	14	18	20	22	26	28	1	3	5	9	11	15	17	19	23	25	29	1	3	7	9	13	15	17	21	23	27	29	31	4	6	10	12	14	18	20	24	26	28	2												
Подготовительный период	-	-	-	-	-	21	5	-																																																																																																																																					
Земляные работы	1000 м³	12,3	-	Бульдозер Д-259, Экскаватор ЭО-4421	11,6	12	1	машинист 6р-1	1 12																																																																																																																																				
Прокладка наружных коммуникаций	%	3	167,9	-	-	20	4	2	8 18																																																																																																																																				
Забивка свай	1 свая	372	147,8	Копровая установка с дизель-мотором €995	9,4	32	5	1	5 32																																																																																																																																				
Срубка оголовков свай	1 свая	372	110,6	-	-	24	5	1	5 24																																																																																																																																				
Устройство железобетонного монолитного фундамента	1 м³	654	392,4	-	-	26	5	3	15 26																																																																																																																																				
Обратная засыпка	100 м³	5,61	0,6	Бульдозер Д-259, Трактор Г 002	3,6	2	2	1	2 2																																																																																																																																				
Монтаж каркаса здания	т	4912,32	2205,43	ДЭК-361, Liebherr LTM1500	297,43	102	12	3	36 102																																																																																																																																				
Монтаж кирпичных перегородок	1 м³	103,2	47,7	-	-	8	3	2	6 8																																																																																																																																				
Окрашивание металлоконструкций огнезащитным покрытием и антикоррозионная обработка	т	4912,32	1031,6	-	-	86	6	2	12 86																																																																																																																																				
Монтаж стеновых панелей	1 м³	1668,45	617,3	ДЭК-361, Liebherr LTM1500	91,7	20	12	3	36 20																																																																																																																																				
Монтаж кровельного покрытия	100 м²	122,9	137,3	ДЭК-361, Liebherr LTM1500	23,9	6	12	3	36 6																																																																																																																																				
Установка оконных и дверных блоков	100 м²	4,94	95,1	ДЭК-361, Liebherr LTM1500	1,6	18	3	2	6 18																																																																																																																																				
Навеска ворот	1 м²	2383,2	84,4	ДЭК-361, Liebherr LTM1500	22,9	18	3	2	6 18																																																																																																																																				
Штукатурные работы	100 м²	17,2	120,3	-	-	10	6	2	12 10																																																																																																																																				
Устройство подготовки пола	100 м²	61,2	245,2	-	-	20	6	2	12 20																																																																																																																																				
Малярные работы	100 м²	17,2	106,5	-	-	10	6	2	12 10																																																																																																																																				
Устройство чистых полов	100 м²	61,2	245,2	-	-	20	6	2	12 20																																																																																																																																				
Внутренние сантехнические работы	%	13	727,7	-	-	60	6	2	12 10																																																																																																																																				
Внутренние электромонтажные работы	%	13	727,7	-	-	60	6	2	12 10																																																																																																																																				
Вентиляция и кондиционирование	%	3,5	195,9	-	-	32	3	2	6 12																																																																																																																																				
Внутренние слаботочные сети	%	3,5	195,9	-	-	32	3	2	6 16																																																																																																																																				
Благоустройство территории	%	2,5	139,9	-	-	24	6	1	6 24																																																																																																																																				
Сдача объекта	%	2,5	139,9	-	-	24	6	1	6 24																																																																																																																																				
Итого:		7882,3																																																																																																																																											

График движения рабочих кадров



ТЭП календарного плана производства работ

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Нормативная продолжительность возведения здания, в том числе подготовительный период	мес.	23,5
Плановая продолжительность работ, в том числе подготовительный период	мес.	12
Сроки сокращения строительства	%	49

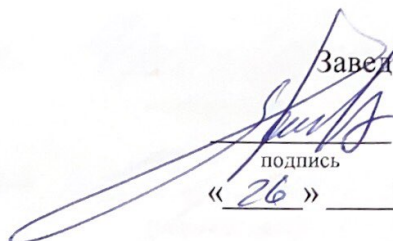
- Данный лист читать совместно с листом 13 графической части.
- Начало строительства 1 июля 2023 года (включая подготовительный период - 21 рабочий день).
- Окончание строительства 2 июля 2024 года.

ДП - 08.05.01-2023 ОСП					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Пасечник А.С.				
Консультант	Башаров К.Г.				
Руководитель	Фроловская А.В.				
Н. контроль	Фроловская А.В.				
Зав. кафедрой	Леоридов С.В.				
Ангара для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород				Стация	Лист
Календарный план производства работ				у	14
				Кафедра СКИУС	

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

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


подпись
« 26 »

С.В. Деордиев
инициалы, фамилия
06 2023 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

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

Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород
тема


Пояснительная записка

Руководитель доцент каф. СКИУС, к.т.н.
должность, ученая степень


подпись, дата
06.06.23

А.В. Фроловская
инициалы, фамилия

Студент


подпись, дата
06.06.23

А.С. Пасечник
инициалы, фамилия

Красноярск 2023

**Отзыв руководителя
на выпускную квалификационную работу**

Тема Ангар для обслуживания и испытания гражданской авиации в г. Белгород

Автор (ФИО) Пасечник Анастасия Сергеевна

Институт Инженерно-Строительный

Выпускающая кафедра СКиУС

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель к.т.н., доцент кафедры СКиУС А.В. Фроловская

(степень, звание, должность, место работы, ФИО)

Актуальность темы ВКР в виде дипломного проекта (работы)

Актуальность работы заключается в необходимости повысить качество обслуживания и безопасность полетов, а также проводить ремонт и техническое обслуживание самолетов более эффективно и быстро

Логическая последовательность структуры работы Построена в соответствии с СТУ 7.5-07-2021 и постановлением правительства РФ от 16.02.2008 №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их оформлению»

Аргументированность и конкретность выводов и предложений Основана на обосновании принятых проектных решений при конструкторских расчетах в соответствии с действующими нормами

Уровень самостоятельности и ответственности при работе над темой ВКР Выпускник продемонстрировал желание приобрести более глубокие знания, показал широких кругозор и умение работать с нормативной литературой. Грамотный пользователь ПК, на высоком уровне владеет программными комплексами AutoCAD, SCAD, MS WORD, MS EXCEL, обладает необходимыми профессиональными навыками

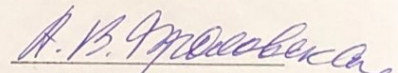
Достоинства работы Работа выполнена с применением системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD. Расчет конструкций зданий выполнен в программном комплексе SCAD

Недостатки работы Замечаний, снижающих оценку, не выявлено

В целом работа оценена *отлично*, а ее выпускник Пасечник Анастасия Сергеевна заслуживает присвоение ему (ей) квалификации инженер-строитель по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель ВКР


(подпись, дата)


(инициалы, фамилия)