

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 __ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В ВИДЕ _____ проекта _____
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»
код, наименование направления

Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного
пароходства
тема

Руководитель	_____	<u>к.т.н.; доцент кафедры СКиУС</u>	<u>И.Я. Петухова</u>
	<i>подпись, дата</i>	<i>должность, ученая степень</i>	<i>инициалы, фамилия</i>
Выпускник	_____		<u>Д.А. Фалилеева</u>
	<i>подпись, дата</i>		<i>инициалы, фамилия</i>

Красноярск 2021

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства» содержит 159 страниц текстового документа, 52 использованных источника, 7 листов графического материала.

Пояснительная записка включает в себя следующие разделы:

- архитектурно-строительный;
- расчетно-конструктивный;
- раздел фундаментов;
- технология строительного производства;
- организация строительного производства;
- экономика строительства.

Вид строительства – новое строительство.

Объект строительства – цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности;
- подтверждение умений решать на основе полученных знаний инженерно-строительные задачи;
- демонстрация подготовленности к практической работе в условиях современного строительства.

Задачи разработки проекта:

- проектирование цеха по производству металлоконструкций с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных норм.

В результате расчета были определены наиболее оптимальные конструктивные и архитектурные решения. Была разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса, по техническим параметрам и технико-экономическим показателям выбран грузоподъемный механизм для производства работ, разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания. Представлен локальный сметный расчет на общестроительные работы надземной части в ценах по состоянию на I квартал 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Архитектурно-строительный раздел.....	9
1.1 Общие данные	9
1.1.1 Исходные данные для подготовки проектной документации.....	9
1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства.....	10
1.1.3 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального строительства	10
1.2 Схема планировочной организации земельного участка.....	10
1.2.1 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	10
1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний подъезд к объекту капитального строительства ...	11
1.3 Архитектурные решения	11
1.3.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	11
1.3.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно - художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	12
1.3.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	13
1.3.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	14
1.3.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	14
1.3.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	15
1.3.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости).....	15
1.3.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров	16
1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения	16

					БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Фалилеева Д.А.						3	
Руководитель	Петухова И.Я.					СКУС		
Н. контр	Петухова И.Я.							
Зав. каф.	Деордиев С.В.							

1.4.1	Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	16
1.4.2	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.....	16
1.4.3	Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства.....	18
1.4.4	Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объектов капитального строительства.....	18
1.4.5	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	19
1.4.6	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение шума и вибраций	19
1.4.7	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих гидроизоляцию и пароизоляцию помещений	20
1.4.8	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий.....	21
2	Расчетно-конструктивный раздел	22
2.1	Исходные данные	22
2.2	Описание и обоснование конструктивных решений.....	22
2.3	Расчет и конструирование несущих конструкций покрытия	23
2.3.1	Расчет прогона.....	23
2.3.2	Расчет стропильной фермы.....	29
2.3.3	Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы	32
2.3.4	Подбор сечения стержней фермы	38
2.4	Расчет и конструирование узлов стропильной фермы.....	45
3.	Проектирование фундаментов.....	60
3.1	Определение физико-механических характеристик грунтов.....	60
3.2	Выбор варианта фундамента.....	61
3.3	Сбор нагрузок на фундамент	61
3.4	Проектирование свайного фундамента на забивных сваях.....	62
3.4.1	Выбор высоты ростверка и длины свай.....	62
3.4.2	Определение несущей способности свай	63
3.4.3	Определение количества свай и их размещение	64
3.4.4	Расчёт ростверка на изгиб и определение сечения арматуры	65
3.4.5	Подбор сваебойного оборудования и назначение отказа	66

					БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Фалилеева Д.А.						4	
Руководитель	Петухова И.Я.					СКУС		
Н. контр	Петухова И.Я.							
Зав. каф.	Деордиев С.В.							

3.5	Проектирование фундамента на буронабивных сваях.....	67
3.5.1	Выбор высоты ростверка и длины свай.....	67
3.5.2	Определение несущей способности сваи	68
3.5.3	Определение количества свай и их размещение	70
3.5.4	Расчёт ростверка на изгиб и определение сечения арматуры	71
3.6	Определение объёмов работ и стоимости затрат.....	72
4	Технология строительного производства.....	75
4.1	Условия осуществления строительства	75
4.2	Работы подготовительного периода.....	76
4.3	Технологическая карта	77
4.3.1	Область применения технологической карты на монтаж металлического каркаса.....	77
4.3.2	Общие положения	77
4.4	Организация и технология выполнения работ.....	77
4.4.1	Подготовительные работы	78
4.4.2	Основные работы	80
4.4.3	Заключительные работы.....	81
4.5	Требование к качеству работ	81
4.6	Потребность в материально-технических ресурсах	84
4.7	Грузозахватные средства монтажа.....	84
4.8	Подбор крана для производства работ.....	84
4.9	Техника безопасности и охрана труда	87
4.10	Технико-экономические показатели	89
5	Организация строительного производства.....	92
5.1	Определение нормативной продолжительности строительства	92
5.2	Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здание	92
5.2.1	Область применения стройгенплана.....	92
5.2.2	Подбор грузоподъемных механизмов.....	93
5.2.3	Привязка грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию	93
5.2.4	Определение зон действия грузоподъемных механизмов	93
5.2.5	Определение размера монтажной зоны	94
5.2.6	Проектирование временных дорог и проездов	94
5.2.7	Расчет требуемых площадей складов и организации складского хозяйства	95
5.2.8	Потребность строительства в кадрах. Расчет потребности и подбор временных административных, жилых, хозяйственных и культурно- бытовых зданий.....	96
5.2.9	Расчет потребности в электроснабжении строительной площадки ...	97
5.2.10	Расчет потребности во временном водоснабжении строительства..	99

					БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Фалилеева Д.А.					5	
Руководитель		Петухова И.Я.				СКУС		
Н. контр		Петухова И.Я.						
Зав. каф.		Деордиев С.В.						

5.2.11	Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене.....	100
5.2.12	Мероприятия по охране труда и технике безопасности	101
5.2.13	Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.....	102
5.2.14	Расчет технико-экономических показателей стройгенплана	103
6	Экономика строительства	105
6.1	Технико-экономическое обоснование строительства объекта.....	105
6.2	Составление и анализ локально сметного расчета на общестроительные работы.....	107
6.3	Технико-экономические показатели проекта.....	112
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
	Список используемых источников.....	115
	Приложение А	119
	Приложение Б.....	124
	Приложение В.....	125
	Приложение Г	128
	Приложение Д.....	129

					БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Фалилеева Д.А.					6	
Руководитель		Петухова И.Я.				СКУС		
Н. контр		Петухова И.Я.						
Зав. каф.		Деордиев С.В.						

ВВЕДЕНИЕ

Красноярский край является одним из наиболее индустриально развитых регионов России. Он устойчиво входит в первую десятку субъектов Российской Федерации по производству валового регионального продукта (ВРП). Подавляющую часть ВРП края даёт именно промышленность, в частности, такие отрасли, как цветная металлургия, электроэнергетика, горнодобывающая и химическая промышленность.

Согласно данным Росстата, металлургическое производство в Красноярском крае стремительно развивается. За последние 3 года его объем увеличился от 715933,8 до 1211115,0 млн. руб.

Металлические конструкции обладают рядом неоспоримых преимуществ: надёжность, прочность, лёгкость, непроницаемость, удобство транспортировки и монтажа, удобство в эксплуатации и ремонте.

Актуальность строительства цеха по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства обусловлена необходимостью создания новых производственных мощностей при постоянно растущих показателях добычи металла и стремительном развитии металлургического производства.

В роли главного потребителя продукции цеха сможет выступить ОАО «Красноярский судоремонтный центр» - предприятие, специализирующееся на техническом и хозяйственном обслуживании речных судов и являющееся филиалом АО «Енисейское речное пароходство», обладающего самым мощным в регионе буксирным, сухогрузным, танкерным флотом и парком несамоходных судов.

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства представляет собой одноэтажное однопролётное промышленное здание прямоугольной в плане формы.

Генеральные размеры в плане: 54х30 м.

Пристроенная часть, прямоугольная в плане, расположена в осях А/1-А и 1-3/4 и имеет размеры 15,5х6 м.

Целями бакалаврской работы являются разработка архитектурных решений; расчет и конструирование несущих конструкций покрытия; расчет свайных фундаментов на забивных и буронабивных сваях; разработка технологической карты на монтаж металлического каркаса здания, разработка объектного строительного генерального плана, а также расчет стоимости строительства.

При разработке проекта была использована нормативная документация (ГОСТы, СП, СТО, СНиПы, ФЕРы, МДС и РД) и программные комплексы Microsoft Office и AutoCAD.

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Общие данные

1.1.1 Исходные данные для подготовки проектной документации

Выпускная квалификационная работа заключается в разработке проекта цеха по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства.

Исходными условиями и данными для разработки данной выпускной квалификационной работы на объект капитального строительства выступили:

- результаты инженерно-геологических изысканий;
- климатические условия строительства;
- задание на проектирование.

Объект строительства расположен по улице 26 Бакинских Комиссаров в городе Красноярске.

Согласно Правилам землепользования и застройки населенного пункта земельный участок относится к производственной зоне «П-2» предприятий III класса опасности.

Климатическая характеристика района:

- климатическая зона – IV;
- температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 - минус 37°C [6];
- температура наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 - минус 39°C [6];
- нормативное значение веса снегового покрова 1,35 кН/м² [23, прил. К];
- нормативное значение ветрового давления для III района 0,38 кПа [23];
- зона влажности – 3 – сухая [5].
- степень огнестойкости здания III;
- класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Сейсмичность участка, используемого для проектирования, равна 7 баллам.

Опасных природных геологических и климатических условий, как: оползни, сели, лавины, карсты и т.п. на площадке строительства не выявлено.

Проектная документация выполнена на основании следующих нормативных актов и технических регламентов:

- ФЗ от 30.12.2019 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СП 56.13330.2011 «Производственные здания»;
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»;
- СП 51.13330.2010 «Защита от шума».

1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства

Основным функциональным назначением проектируемого объекта является металлообработка и производство металлоконструкций.

1.1.3 Техничко-экономические показатели проектируемого объекта капитального строительства

Техничко-экономические показатели проекта приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.3 – Техничко-экономические показатели проектируемого объекта

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Площадь застройки	м ²	1818,5
Общая площадь здания	м ²	1760,9
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	22343,8
надземной части	м ³	22343,8
подземной части	м ³	
Объемный коэффициент		12,69
Этажность	эт.	1
Высота этажа	м	9,2

1.2 Схема планировочной организации земельного участка

1.2.1 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Земельный участок находится в городе Красноярске по улице 26 Бакинских Комиссаров, ст. 9.

На юге и востоке от объекта расположены административные здания и промышленные корпуса предприятий.

Строительная площадка имеет спокойный рельеф.

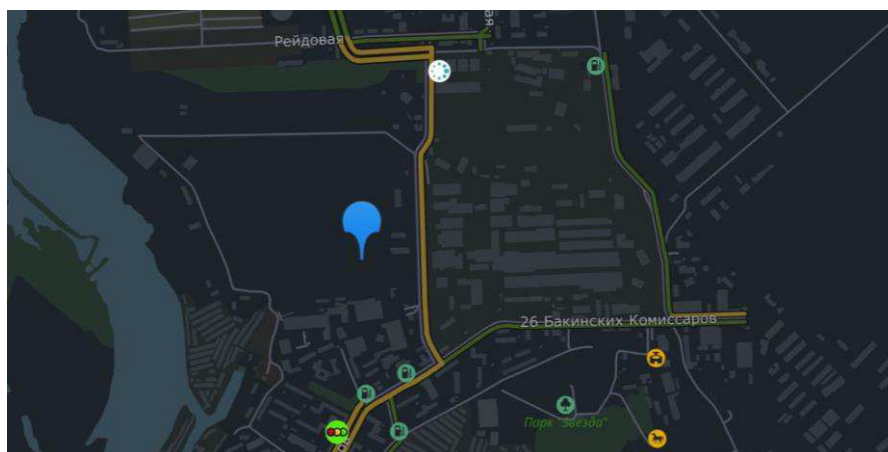


Рисунок 1.2.1 – Расположение объекта строительства на карте города

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

Территория участка имеет связь с уличной дорожной сетью посредством примыкания главных улиц города к проездам промышленной зоны.

Основной вид внешнего и внутриплощадочного транспорта - автомобильный.

Подъезд к проектируемому цеху по производству металлоконструкций осуществляется по внутриквартальным проездам квартала.

Пожарный проезд к объекту осуществляется со стороны улицы 26 Бакинских Комиссаров и Рейдовой. Следовательно, возможен подъезд к зданию со всех фасадов.

На территории цеха запроектированы проезды для автотранспорта, а также предусмотрены подъезды к главному и другим входам.

1.3 Архитектурные решения

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

Внешний и внутренний вид объекта капитального строительства полностью отвечает его функциональному назначению – цех по производству металлоконструкций.

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства создает разнообразие на территории промышленной застройки и лаконично вписывается в нее.

Объект капитального строительства рассчитан на 60 человек.

Цех не предназначен для маломобильной группы населения, поэтому нет необходимости учитывать требования СП 59.13330.2016.

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства представляет собой одноэтажное однопролётное промышленное здание прямоугольной в плане формы.

Генеральные размеры в плане: 54х30м.

Пристроенная часть, прямоугольная в плане, расположена в осях А/1-А и 1-3/4 и имеет размеры 15,5х6 м.

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа (что соответствует абсолютной отметке 139,65).

На первом этаже цеха по производству металлоконструкций располагаются технические помещения: венткамера, электрощитовая, ИТП.

Здание оборудовано двумя кран-балками грузоподъемностью 5 т, которые имеют средний режим работы L_2 (работа с нагрузками меньше

номинальных значений, до 30% работа с нагрузками близкими к номинальным) согласно ГОСТ 34017-2016.

Площадки для их обслуживания расположены на отметках +6,400 в осях Б-В и +6,500 в осях А-Б.

В пределах осей 1-10 и А/1-В расположен второй свет во всю высоту здания.

Имеется 8 входных групп:

- для ввоза основных материальных ресурсов для производства;
- для вывоза и транспортирования готовой продукции производства;
- для беспрепятственного доступа рабочих на рабочее место.

Согласно технологии производства в цехе предусмотрены:

- склад лакокрасочных материалов;
- окрасочный участок.

Также в здании предусмотрен санузел гардеробная, расположенные с учетом возможности комфортного доступа в них рабочих.

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

Объемно пространственные и архитектурно художественные решения приняты согласно следующим нормативным документам:

- СП 56.13330.2011 «Производственные здания»
- СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;
- СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»;
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
- СП 29.13330.2011 «Полы»;
- СП 17.13330.2017 «Кровли».

Проект цеха по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства включает в себя строительство основного здания.

В качестве основного материала выбрана сталь. Так как стальные конструкции обладают рядом преимуществ, таких как высокая прочность, относительная легкость и компактность, долговечность, водогазонепроницаемость, надёжность работы, высокая сборность и индустриальность изготовления.

При разработке были учтены существующая производственная застройка на территории проектируемого здания, предельные параметры размещения технологического оборудования, санитарно-гигиенические и экологические требования, а также противопожарные и иные нормы, действующие на территории Российской Федерации и обеспечивающие при соблюдении

определенных мероприятий, предусмотренных проектной документацией, безопасную для жизни и здоровья эксплуатацию.

Каркас здания – стальной, запроектированный по рамно-связевой схеме.

Пролеты в осях А-В м принят с учетом размера несущей конструкции покрытия – стальной двускатной трапециевидной стропильной фермы пролётом 30 м.

Шаг колонн 6 м принят в соответствии габаритами стеновых сэндвич-панелей ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА толщиной 150 мм, имеющих размеры 6x1,19 м и уложенных горизонтально.

Ось стоек торцевого фахверка, с помощью которых осуществляется крепление стеновых сэндвич-панелей, смещена от основных осей на 400 мм для удобства оформления углов здания.

Пространственную неизменяемость, жёсткость, устойчивость сжатых элементов, восприятие ветровых нагрузок, действующих на каркас, а также создание условий удобного и высококачественного монтажа конструкции обеспечивают связи.

Предусмотрены связи по покрытию и между колоннами.

Высота от отметки чистого пола первого этажа до конца парапета 13,5 м.

Полезная высота здания – от отметки чистого пола до низа стропильной фермы – 9,2 м.

Кровля состоит из:

- стального профилированного настила Н60-845-0,7.
- ветровой-пленки строительной;
- минераловатных плит Технолайт ОПТИМА толщиной 150 мм;
- пленки пароизоляционной.

Экспликация помещений представлена в графической части (БР-08.03.01.01-2021-АР-2).

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

Для отделки фасадов и внутренних поверхностей стен основой служит заводское покрытие лицевой части сэндвич-панелей, которое создает облик интерьера и экстерьера. Цветовая гамма подбирается заказчиком с учетом сочетания с существующими объектами, расположенными вблизи здания цеха.

Для наружной отделки фасадов:

- с отм. -0,600 до отм. +0,200 утепление цоколя плитами ТехноНИКОЛЬ XPS CARBON, толщиной 80 мм;
- с отм. земли до отм. +0,200 оштукатуривание по сетке и окрашивание акриловой краской для наружных работ цвет RAL 5002 – синий;
- с отм. +0,200 до отм. +1,200 окрашивание акриловой краской для наружных работ цвет RAL 5002 – синий;

- с отм. +0,200 сэндвич-панели с минераловатным утеплителем, толщиной 150 мм в цветах RAL 1014 – бежевый и RAL 5002 – синий.

Кровля - стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», $\rho=7850$ кг/м³, $t=7$ мм заводской покраски в цвет RAL 5002 –синий;

Металлические лестницы, ограждения, стойки козырька окрашены специальной краской по металлу в цвет RAL 9006 – серебристый.

Все работы по отделке фасадов выполнены в строгом соответствии с СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия».

Архитектурное решение фасада представлено в графической части (БР-08.03.01.01-2021-АР-1).

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

Для отделки внутренних помещений используются материалы, обусловленные их назначением с учетом эстетических, экологических, специальных санитарно-эпидемиологических, противопожарных требований и следующих условий:

- в помещениях с влажными процессами (санузлы, помещение уборочного инвентаря) – керамическая плитка;

- в бытовых и технических помещениях – штукатурка под покраску.

Ведомость отделки помещений приведена в приложении Б.

Согласно требованиям п. 8.13 СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" полы, стены и оборудование гардеробных, умывальных, душевых, туалетов, кабин для личной гигиены женщин, ручных и ножных ванн должны иметь покрытия из влагостойких материалов с гладкими поверхностями, устойчивыми к воздействию моющих, дезинфицирующих средств.

На первом этаже полы на бетонной стяжке покрытой эпоксидной двухкомпонентной композицией.

В помещениях санузла, уборочного инвентаря и тамбуре – керамическая плитка на клею.

В помещении гардероба – коммерческий линолеум с тепло, звукоизоляционными слоями.

Экспликация полов приведена в приложении В.

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

Проектируемый участок расположен на незастроенной территории, следовательно, на КЕО помещений общественного центра в рамках действующих нормативов застройка окружающей местности не оказывает влияния.

Рабочие, технологические и бытовые помещения, к которым предъявлены требования по освещенности, запроектированы с учетом естественного освещения, организованного через оконные проёмы.

Проектные решения удовлетворяют требованиям СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

Спецификация элементов заполнения оконных проемов и витражей представлена в приложении Г.

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

В соответствии со статьей 24 федерального закона от 30 декабря 2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», размещение здания на местности, проектные значения характеристики принятых в проектной документации типов инженерного оборудования, предусмотренные в проектной документации мероприятия по благоустройству прилегающей территории обеспечивают защиту людей от:

- 1) воздушного шума, создаваемого внешними источниками (снаружи здания);
- 2) воздушного шума, создаваемого в других помещениях здания или сооружения;
- 3) ударного шума;
- 4) шума, создаваемого оборудованием;
- 5) чрезмерного ревербирующего шума в помещении.

Взаимная планировка помещений цех выполнена с обеспечением удаления шумных помещений от помещений с нормируемым уровнем шума.

Ограждающие конструкции и перегородки удовлетворяют требованиям звукоизоляции.

Трубы водяного отопления, водоснабжения пропускаются через стены и перегородки в эластичных гильзах из пористого полиэтилена, которые допускают температурные перемещения и деформации труб без образования сквозных щелей.

1.3.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости)

Решение по светоограждению объекта для обеспечения безопасности полета воздушных судов не требуется, так как высота проектируемого здания не превышает 45 м.

1.3.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров

В отделке помещений цеха по производству металлоконструкций предусмотрено использование современных и экологически чистых отделочных материалов, отвечающих требованиям технических регламентов и нормативных документов. По заданию на проектирование решения по декоративно-художественной отделке интерьеров не предусмотрены.

1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения

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

Опасных природных геологических и климатических условий, как: оползни, сели, лавины, карсты и т.п. на площадке строительства не выявлено.

Расчет несущих конструкций выполнен согласно следующим природно-климатическим условиям площадки строительства:

- климатическая зона – IV;
- зона влажности – 3 – сухая [6];
- расчетная температура района строительства (температура наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98) – минус 41°С [6];
- температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 - минус 37°С [6];
- температура наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 - минус 39°С [6];
- нормативное значение веса снегового покрова 1,35 кН/м² [6, прил. К];
- нормативное значение ветрового давления для III района 0,38 кПа [23];
- средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода – 6,5 °С [6];
- продолжительность отопительного периода – 235 суток. [6].

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

Проектируемый объект – здание цеха по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства.

Каркас здания – стальной, запроектирован по рамно-связевой схеме и состоит из рам постоянного по высоте сечения, вертикальных жестких связей и распорок по стойкам рам, прогонов из прокатных швеллеров, профилированного настила покрытия и стоек торцевого фахверка из холодногнутых квадратных профилей.

Здание в плане имеет прямоугольную форму, размеры по осям А-В и 1-10 30 и 54 м соответственно.

Пристроенная часть, прямоугольная в плане, расположена в осях А/1-А и 1-3/4 и имеет размеры 15,5х6 м.

Шаг колонн 6 м принят в соответствии габаритами стеновых сэндвич-панелей, имеющих размеры 6х1,19 м и уложенных горизонтально.

Привязка крайних колонн к осям А/1, А и В – центральная.

Для удобства оформления углов здания ось стоек фахверка смещена от основных осей на 400 мм.

Высота от отметки чистого пола первого этажа до конца парапета 13,5 м.

Полезная высота здания – от отметки чистого пола до низа стропильной фермы – 9,2 м.

Фундаменты – свайные ж/б из бетона В15. С наружной стороны цоколь утеплен плитами Технониколь XPS CARBON, толщиной 80 мм. Отделка цоколя – покрытие акриловой краской для наружных работ.

Наружные стены из металлических трехслойных сэндвич-панелей с заполнением из минераловатных плит Технолайт ОПТИМА, толщиной 150 мм.

Внутренние перегородки:

- кирпичные, толщиной 120 и 250 мм из полнотелого, одинарного кирпича КР-р-по 250х120х65/1НФ/100/2,0/50/ГОСТ 530-2012 на растворе М100 с армированием кладки каркасами К1 и К2 соответственно, через 8 рядов кладки по высоте;

- перегородки из металлических трехслойных сэндвич-панелей с заполнением из минераловатных плит Технолайт ОПТИМА, толщиной 100 мм.

Перекрытия – сборные ж/б по серии 1.038.1-1 вып. 1.

Лестницы – металлические, выполненные из стали С245.

Кровля – двускатная, совмещенная с негорючим утеплителем, из профнастила, полистовой сборки по металлическим прогонам и фермам. С организованным наружным водостоком.

Конструкция покрытия состоит из:

- кровли, включающей:
 - стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», $\rho=7850$ кг/м³, $t=7$ мм заводской покраски в цвет RAL 5002 –синий;
 - ветровая-пленка строительная $\rho=300$ кг/м³, $t=2$ мм;
 - минераловатные плиты Технолайт ОПТИМА толщиной 150 мм;
 - пленка пароизоляция ТехноНИКОЛЬ $\rho=300$ кг/м³, $t=2$ мм.
- ограждающих конструкций, представляющих собой стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», $\rho=7850$ кг/м³, $t=7$ мм.
- несущих конструкций, в составе которых:
 - прогоны прокатные пролётом 6 м;
 - стропильные фермы пролётом 30 м;
 - связи по нижним и верхним поясам стропильных ферм.

Связи по покрытию включают вертикальные связи между фермами, горизонтальные связи по верхним и по нижним поясам ферм.

В плоскости нижних поясов стропильных ферм предусмотрены поперечные, устраиваемые в торцах с двух сторон здания в осях 1-2 и 9-10, и продольные связевые фермы, а также распорки и растяжки, осуществляющие развязку связевых блоков с нижними поясами других стропильных ферм. Вместе они создают жесткий диск покрытия и обеспечивают восприятие горизонтальных нагрузок от ветра.

Поперечные связевые фермы по нижним поясам совмещены в плане с связевыми фермами по верхним поясам. В местах их расположения предусмотрены вертикальные связи, необходимые для удержания стропильных ферм в проектном положении.

Связи между колоннами, создающие продольную жесткость каркаса, воспринимающие ветровые нагрузки и обеспечивающие жесткость колонн, размещены в середине температурного блока в осях 5-6.

Поперечную устойчивость каркаса здания обеспечивают поперечные рамы, колонны которых жестко закреплены в ростверк фундамента и жестко сопряжены с фермами покрытия.

1.4.3 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

В конструктивном решении фундамента принято типовое решение. Стальные колонны через траверсы передают нагрузку на монолитный ростверк, колонны в этом случае крепятся к фундаментам при помощи анкерных болтов. Далее нагрузка распределяется на грунт посредством забивных свай.

Отметка низа столбчатых ростверков -1,350 (138,30).

Под подошвой ростверка выполнена бетонная подготовка из бетона В7,5 толщиной 100 мм.

Грунты основания были защищены от увлажнения поверхностными водами, а также от промерзания в период строительства.

1.4.4 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объектов капитального строительства

Внешний и внутренний вид объекта капитального строительства полностью отвечает его функциональному назначению – цех по производству металлоконструкций.

Форма и размеры объекта приняты согласно технологическому решению.

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства представляет собой одноэтажное промышленное здание.

Объект капитального строительства представляет собой прямоугольный в плане объем размером 36х54 м и высотой в коньке 13,5 м.

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа (что соответствует абсолютной отметке по генплану 139,65).

Здание оборудовано двумя кран-балками грузоподъемностью 5 т, которые имеют средний режим работы L_2 (работа с нагрузками меньше номинальных значений, до 30% работа с нагрузками близкими к номинальным) согласно ГОСТ 34017-2016.

Площадки для их обслуживания расположены на отметках +6,400 в осях Б-В и +6,500 в осях А-Б.

В пределах осей 1-10 и А/1-В расположен второй свет во всю высоту здания.

Имеется 8 входных групп:

- для ввоза основных материальных ресурсов для производства;
- для вывоза и транспортирования готовой продукции производства;
- для беспрепятственного доступа рабочих на рабочее место.

Согласно технологии производства в цехе предусмотрены:

- склад лакокрасочных материалов;
- окрасочный участок.

Также в здании предусмотрен санузел гардеробная, расположенные с учетом возможности комфортного доступа в них рабочих.

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

Тепловая защита здания разработана в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Соблюдение требуемых теплозащитных характеристик обеспечивается использованием современных эффективных теплоизоляционных материалов, требуемые толщины которых приняты на основании теплотехнического расчета.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций приведен в Приложении А.

1.4.6 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение шума и вибраций

Взаимная планировка помещений цех выполнена с обеспечением удаления шумных помещений от помещений с нормируемым уровнем шума.

Ограждающие конструкции и перегородки удовлетворяют требованиям звукоизоляции.

Трубы водяного отопления, водоснабжения пропускаются через стены и перегородки в эластичных гильзах из пористого полиэтилена, которые допускают температурные перемещения и деформации труб без образования сквозных щелей.

1.4.7 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих гидроизоляцию и пароизоляцию помещений

Гидро- и пароизоляция конструкций выполнена с учетом обеспечения долговечности конструкций в течение срока их эксплуатации.

Грунты основания были защищены от увлажнения поверхностными водами, а также от промерзания в период строительства.

В конструкции полов первого этажа предусмотрено устройство пароизоляции.

В помещениях с влажными процессами предусмотрено устройство гидроизоляции в конструкции пола. В местах примыкания пола к стенам гидроизоляция предусмотрена непрерывной на высоту не менее 200 мм от уровня покрытия пола.

1.4.8 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий

Все помещения цеха имеют необходимое естественное и искусственное освещение, которые обеспечивают достаточно равномерное освещение.

В основных технологических помещениях предусмотрено преимущественно люминесцентное освещение с использованием ламп по спектру цветоизлучения: белый, тепло-белый, естественно-белый.

В здании предусмотрено выполнение контура защитного заземления.

Для защиты розеточной сети, а также наружных электрических сетей использованы УЗО на ток утечки 30мА.

Для молниезащиты все металлические части конструкций и ограждений на кровле заземляются путем соединения с контуром заземления. В качестве соединяющего проводника используется сталь круглого сечения 10мм.

РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Исходные данные

Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства в г. Красноярске разработан в соответствии с требованиями нормативных документов.

2.2 Описание и обоснование конструктивных решений

Проектируемый объект – здание цеха по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства.

Каркас здания – стальной, запроектирован по рамно-связевой схеме и состоит из рам постоянного по высоте сечения, вертикальных жестких связей и распорок по стойкам рам, прогонов из прокатных швеллеров, профилированного настила покрытия и стоек торцевого фахверка из холодногнутых квадратных профилей.

Здание в плане имеет прямоугольную форму, размеры по осям А-В и 1-10 30 и 54 м соответственно.

Пристроенная часть, прямоугольная в плане, расположена в осях А/1-А и 1-3/4 и имеет размеры 15,5х6 м.

Шаг колонн 6 м принят в соответствии габаритами стеновых сэндвич-панелей, имеющих размеры 6х1,19 м и уложенных горизонтально.

Привязка крайних колонн к осям А/1, А и В – центральная.

Для удобства оформления углов здания ось стоек фахверка смещена от основных осей на 400 мм.

Высота от отметки чистого пола первого этажа до конца парапета 13,5 м.

Полезная высота здания – от отметки чистого пола до низа стропильной фермы – 9,2 м.

Фундаменты – свайные ж/б из бетона В15. С наружной стороны цоколь утеплен плитами Техноколь XPS CARBON, толщиной 80 мм. Отделка цоколя – покрытие акриловой краской для наружных работ.

Наружные стены из металлических трехслойных сэндвич-панелей с заполнением из минераловатных плит Технолайт ОПТИМА, толщиной 150 мм.

Внутренние перегородки:

- кирпичные, толщиной 120 и 250 мм из полнотелого, одинарного кирпича КР-р-по 250х120х65/1НФ/100/2,0/50/ГОСТ 530-2012 на растворе М100 с армированием кладки каркасами К1 и К2 соответственно, через 8 рядов кладки по высоте;

- перегородки из металлических трехслойных сэндвич-панелей с заполнением из минераловатных плит Технолайт ОПТИМА, толщиной 100 мм.

Перекрытия – сборные ж/б по серии 1.038.1-1 вып. 1.

Лестницы – металлические, выполненные из стали С245.

Кровля – двускатная, совмещенная с негорючим утеплителем, из профнастила, полистовой сборки по металлическим прогонам и фермам. С организованным наружным водостоком.

Конструкция покрытия состоит из:

- кровли, включающей:
 - стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон» , $\rho=7850$ кг/м³, $t=7$ мм заводской покраски в цвет RAL 5002 –синий;
 - ветровая-пленка строительная $\rho=300$ кг/м³, $t=2$ мм;
 - минераловатные плиты Технолайт ОПТИМА толщиной 150 мм;
 - пленка пароизоляция ТехноНИКОЛЬ $\rho=300$ кг/м³, $t=2$ мм.
- ограждающих конструкций, представляющих собой стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон» , $\rho=7850$ кг/м³, $t=7$ мм.
- несущих конструкций, в составе которых:
 - прогоны прокатные пролётом 6 м;
 - стропильные фермы пролётом 30 м;
 - связи по нижним и верхним поясам стропильных ферм.

Связи по покрытию включают вертикальные связи между фермами, горизонтальные связи по верхним и по нижним поясам ферм.

В плоскости нижних поясов стропильных ферм предусмотрены поперечные, устраиваемые в торцах с двух сторон здания в осях 1-2 и 9-10, и продольные связевые фермы, а также распорки и растяжки, осуществляющие развязку связевых блоков с нижними поясами других стропильных ферм. Вместе они создают жесткий диск покрытия и обеспечивают восприятие горизонтальных нагрузок от ветра.

Поперечные связевые фермы по нижним поясам совмещены в плане с связевыми фермами по верхним поясам. В местах их расположения предусмотрены вертикальные связи, необходимые для удержания стропильных ферм в проектном положении.

Связи между колоннами, создающие продольную жесткость каркаса, воспринимающие ветровые нагрузки и обеспечивающие жёсткость колонн, размещены в середине температурного блока в осях 5-6.

Поперечную устойчивость каркаса здания обеспечивают поперечные рамы, колонны которых жестко закреплены в ростверк фундамента и жестко сопряжены с фермами покрытия.

2.3 Расчет и конструирование несущих конструкций покрытия

2.3.1 Расчет прогона

Исходные данные:

- прогон из швеллера с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97;
- пролет $l_{пр} = 6$ м;
- статическая схема – однопролетная шарнирно-опертая балка;
- коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$ [22, табл. 1];

- материал прогона – сталь С245 [22, прил В];
- группа конструкций 3 [22, прил. В];
- расчетная температура района строительства г. Красноярск $t = -41\text{ }^{\circ}\text{C}$ [23];
- показатели по ударной вязкости и химическому составу [22, прил. В, табл. В.1, В.2];
- расчетные характеристики стали [22, прил. В, табл. В.3, В.4, В.5, В.6]:
 $R_y = 240\text{ Н/мм}^2$, при толщине проката от 4 до 20 мм включит.;
 $R_{yn} = 245\text{ Н/мм}^2$;
 $R_{un} = 370\text{ Н/мм}^2$;
 $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 240 = 139,2\text{ Н/мм}^2$;
- вертикальный предельный прогиб прогона $f_u = \frac{l_{пр}}{200}$ [23, прил. Д. 2.1].

Таблица 2.1 – Сбор нагрузок на прогон

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
Постоянные нагрузки				
Кровля				
1. Стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», масса $1\text{ м}^2 = 8,8\text{ кг}$	кН/м ² поверхности	0,086	1,05	0,091
2. Ветрозащита-пленка строительная «ТЕХНОНИКОЛЬ», поверхностная плотность 100 г/м^2		0,001	1,2	0,001
3. Утеплитель плиты «ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА», $\rho = 35\text{ кг/м}^3$, $t = 150\text{ мм}$		0,052	1,2	0,062
4. Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ, поверхностная плотность 140 г/м^2		0,0014	1,2	0,002
Ограждающие конструкции				
1. Стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», масса $1\text{ м}^2 = 8,8\text{ кг}$		0,086	1,05	0,091
	Итого:	$q_n = 0,226$		$q_r = 0,247$
Временные нагрузки				
Снеговая нагрузка (рассчитана по формуле 2.1)	кН/м ²	$S_0 = 1,4$	1,4	$S = 1,96$

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot S_g, \quad (2.1)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов [23, ф. 10.2].

$c_t = 1,0$ – термический коэффициент [23, п.10.10];

μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие [23, п.10.4]:

$$\mu = 1 \text{ [23, прил. Б, табл. Б.1];}$$

$$\mu_1 = 1,1 \text{ [23, п. 10.4, прим. 4];}$$

$S_g = 1,35 \text{ кН/м}^2$ – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли [23, прил К, табл. К.1].

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c) = (1,4 - 0,4\sqrt{0,7}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 43,33) = 0,94, \quad (2.2)$$

Коэффициент $k(z_e)$ определяется по [23, табл. 11.2] в зависимости от типа местности А, В или С [23, п. 11.1.6]. Принимаем тип местности В. Для этого типа местности на высоте $z = 10 \text{ м}$, $k = 0,65$; при $z = 20 \text{ м}$ $k = 0,85$.

Таблица 2.2 – Определение коэффициента k_2 (до отметки верха парапета)

z	k
10	0,65
12,9	$k_2 = \frac{(12,9-10) \cdot (0,85-0,65)}{(20-10)} + 0,65 = 0,7$
20	0,85

$l_c = 2 \cdot b - \frac{b^2}{l} = 2 \cdot 30 - \frac{30^2}{54} = 43,33 \text{ м}$ – характерный размер покрытия [5, табл. 11.2],

где $b = 30 \text{ м}$ – наименьший размер покрытия в плане;
 $l = 54 \text{ м}$ – наибольший размер покрытия в плане.

Подставив значения в формулу 2.1, получим

$$S_0 = 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,35 = 1,4 \text{ кН/м}^2. \quad (2.3)$$

Нормативная нагрузка на 1 пог. м прогона:

$$q_{n,pr} = \left(\frac{q_n}{\cos \alpha} + S_0 \right) \cdot b + q_{n,pr}^{CB}, \quad (2.4)$$

где $q_n = 0,226 \text{ кН/м}^2$ – нормативная нагрузка на 1 м^2 поверхности кровли;
 $\varphi = 5,1^\circ$ - угол наклона кровли к горизонтальной плоскости;
 $\cos \alpha = 0,996$, $\sin \alpha = 0,089$;
 S_0 – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию [23, п.10.1, ф.10.1];
 $b = 3 \text{ м}$ – шаг прогонов;
 $q_{n,pr}^{CB}$ – нормативная нагрузка от веса прогона.

Нормативная нагрузка от веса прогона:

$$q_{n,pr}^{CB} = m_{пр} \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 18,4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,181 \text{ кН/м}, \quad (2.5)$$

где $m_{пр} = 18,4 \text{ кг/м}$ – масса 1 пог.м прогона (Е20П) [52, табл. 2].

Подставив значения в формулу 2.4, получим

$$q_{n,pr} = \left(\frac{0,226}{0,996} + 1,4 \right) \cdot 3 + 0,181 = 5,06 \text{ кН/м}. \quad (2.6)$$

Расчетная нагрузка на 1 пог.м прогона:

$$q_{pr} = \left(\frac{q_r}{\cos \alpha} + S \right) \cdot b + q_{n,pr}^{CB} \cdot \gamma_f = \left(\frac{0,247}{0,996} + 1,96 \right) \cdot 3 + 0,181 \cdot 1,05 = 6,81 \text{ кН/м}, \quad (2.7)$$

где $\gamma_f = 1,05$ – коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса металлических конструкций [5, табл. 7.1].

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

Составляющие нагрузки:

$$q_x = q_{pr} \cdot \cos \alpha = 6,81 \cdot 0,996 = 6,78 \text{ кН}; \quad (2.8)$$

$$q_y = q_{pr} \cdot \sin \alpha = 6,81 \cdot 0,089 = 0,61 \text{ кН}. \quad (2.9)$$

Так как кровельный профилированный настил крепится к кровле самонарезающимися болтами и соединен между собой заклепками, то скатная составляющая q_y воспринимается самим полонником кровли. В этом случае отпадает необходимость в установке тяжей, а прогон можно рассчитывать только на нагрузку q_x .

Статический расчет прогона:

$$M_{\max} = \frac{q_x \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{6,78 \cdot 6^2}{8} = 30,54 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.10)$$

$$Q_{\max} = \frac{q_x \cdot l_{pr}}{2} = \frac{6,78 \cdot 6}{2} = 20,36 \text{ кН}. \quad (2.11)$$

Расчетная схема прогона приведена на рисунке 2.1.

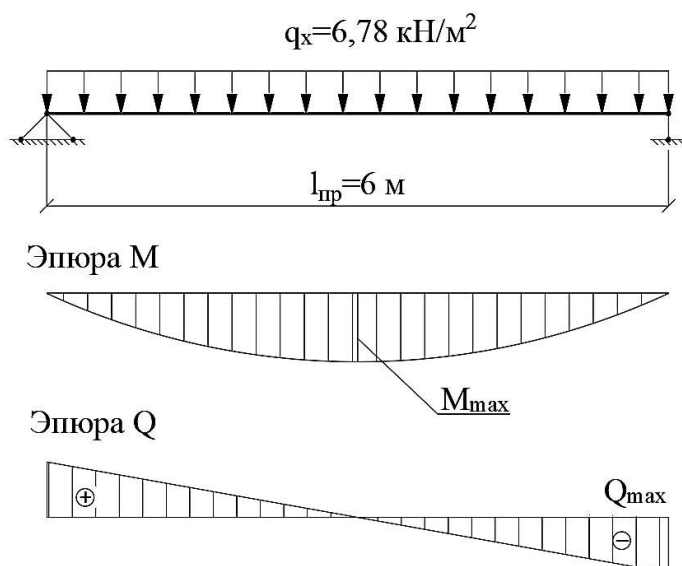


Рисунок 2.1 – Расчетная схема прогона

Конструктивный расчет прогона:

Прогон относится к 1-ому классу, а потому напряженное деформируемое состояние прогона по всей площади расчетного сечения не должно превышать расчетного сопротивления стали, т.е должно выполняться условие:

$$\frac{M}{W_{x,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.12)$$

Из этого условия определяем требуемый момент сопротивления сечения балки:

$$W_{\text{рег}} = M_{\text{max}} / (R_y \cdot \gamma_c) = (30,54 \cdot 100) / (240 \cdot 10^{-1} \cdot 1) = 127,25 \text{ см}^3. \quad (2.13)$$

Согласно данному расчету принимаем швеллер с параллельными гранями полков 18аП и выписываем его геометрические характеристики [52, табл. 2]:

$$W_{\text{nx}} = 133 \text{ см}^3, I_x = 1200 \text{ см}^4, S_x = 76,3 \text{ см}^3; \\ t_w = 5,1 \text{ мм}, t_f = 9,3 \text{ мм}, h = 180 \text{ мм}, b = 74 \text{ мм}, m_{\text{пр}} = 17,4 \text{ кг/м}.$$

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

Проверки на прочность выполняют следующим образом:

- в сечениях с $M = M_{\text{max}}$ и $Q = 0$

$$\frac{M_{max}}{W_{n,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1; \quad (2.14)$$

- в сечениях с $Q = Q_{max}$ и $M = 0$

$$\frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.15)$$

Нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{xn}} = \frac{30,51 \cdot 10^2}{133 \cdot 10^{-1}} = 229,63 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.16)$$

Касательные напряжения:

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{20,36 \cdot 76,3}{1200 \cdot 0,51 \cdot 10^{-1}} = 25,38 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.17)$$

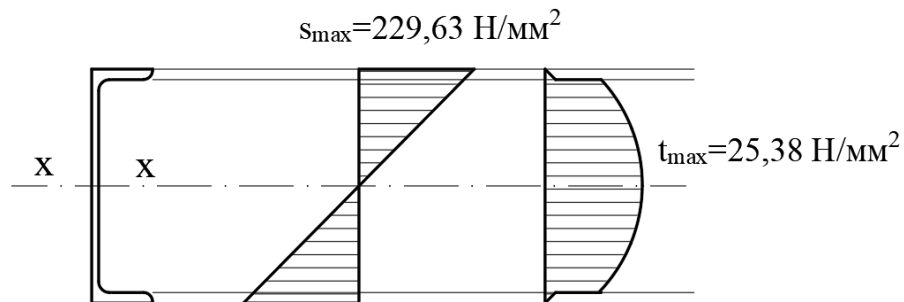


Рисунок 2.2 – Эпюры напряжений в прогоне

Прочность прогона проверяем в середине его пролета ($M = M_{max}$) и на опоре ($Q = Q_{max}$).

Подставив значения в формулу 2.14, получим

$$\frac{M_{max}}{W_{xn} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{30,54 \cdot 10^2}{133 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,96 < 1. \quad (2.18)$$

Подставив значения в формулу 2.16, получим

$$\frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{20,36 \cdot 76,3}{1200 \cdot 0,51 \cdot 139,2 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,18 < 1. \quad (2.19)$$

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

Возможность потери местной устойчивости сжатым элементом зависит от соотношения его размеров, так как профиль прокатный, то его местная устойчивость уже обеспечена. Следовательно, местную устойчивость прогона проверять не требуется.

Проверка деформативности (жесткости) прогона относится ко второй группе предельных состояний и направлена на предотвращение условий, затрудняющих их нормальную эксплуатацию. Суть проверки: максимальный прогиб прогона f_{max} не должен превышать предельного значений f_u , установленного нормами проектирования [23, прил. Д. 2.1]; f_{max} следует определять от нормативных нагрузок.

Для прогона:

$$f_{max} = \frac{M_{n,max} \cdot l_{пр}^2}{10 \cdot EI_x} = \frac{3,88 \cdot 10^2 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 1200} = 0,57 \text{ см} < f_u = \frac{l_{пр}}{200} = \frac{6 \cdot 10^2}{200} = 3 \text{ см.}$$

$$M_{n,max} = \frac{q_{n,pr} \cdot l_{пр}^2}{8} = \frac{0,862 \cdot 6^2}{8} = 3,88 \text{ кН}\cdot\text{м,} \quad (2.20)$$

$$\text{где } q_{n,pr} = \frac{q_n}{\cos\varphi} \cdot b + q_{n,pr}^{св} = \frac{0,226}{0,996} \cdot 3 + 0,181 = 0,862 \text{ кН/м.} \quad (2.21)$$

Следовательно, жёсткость прогона обеспечена.

2.3.2 Расчет стропильной фермы

Исходные данные:

- схема стропильной фермы изображена на рисунке 2.5;
- пролет фермы в осях А – В = 30 м;
- высота фермы на опоре $h_{ro} = 1850$ мм;
- высота в середине пролёта $h_r = 3200$ мм
- уклон поясов фермы $i = 5,1\%$;
- коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$ [22, табл. 1];
- материал фермы – сталь С255 [22, прил В];
- группа конструкций 2 [22, прил. В];
- расчетная температура района строительства г. Красноярск $t = - 41$ °С [6];
- показатели по ударной вязкости и химическому составу [22, прил. В, табл. В.1, В.2];
- расчетные характеристики стали [22, прил. В, табл. В.3, В.4, В.5, В.6]:
- при толщине проката от 4 до 10 мм включ.:
- $R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$; $R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 250 = 145 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 371 \text{ Н/мм}^2$;
- при толщине проката от 10 до 20 мм включ.:
- $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$; $R_{yn} = 245 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 361 \text{ Н/мм}^2$;
- тип сечения элементов фермы:
- элементы решетки – составное тавровое из уголков, решетка треугольная с дополнительными шпренгелями;

- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 , сварочная проволока Св-08Г2С, положение швов – нижнее [22, прил. Г, табл. Г.1]:

$$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2 \text{ [22, табл. Г.2];}$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\beta_f = 0,9; \beta_z = 1,05 \text{ [22, табл. 39].}$$

- характеристики подвесного крана в осях А-Б:

$$\text{масса крана} - 1,75 \text{ т; база крана } A_{CR} = 900 \text{ мм; } F_{1T} = 15,7 \text{ кН}$$

- характеристики подвесного крана в осях Б-В:

$$\text{масса крана} - 3,28 \text{ т; база крана } A_{CR} = 900 \text{ мм; } F_{2T} = 17,9 \text{ кН}$$

Сбор нагрузок на ферму:

Таблица 2.3 – Нагрузки на стропильную ферму от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка	
Кровля					
1. Стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», масса $1\text{ м}^2 = 8,8\text{ кг}$	кН/м ² поверхности	0,086	1,05	0,091	
2. Ветрозащита-пленка строительная «ТЕХНОНИКОЛЬ», поверхностная плотность 100 г/м^2		0,001	1,2	0,001	
3. Утеплитель плиты «ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА», $\rho=35 \text{ кг/м}^3$, $t=150 \text{ мм}$		0,052	1,2	0,062	
4. Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ, поверхностная плотность 140 г/м^2		0,0014	1,2	0,002	
Ограждающие конструкции					
1. Стальной профилированный настил Н60-845-0,7 «Эталон», масса $1\text{ м}^2 = 8,8\text{ кг}$		0,086	1,05	0,091	
Несущие конструкции					
Прогоны прокатные пролётом 6 м (18аП, $m=17,4 \text{ кг}$)		0,057	1,05	0,060	
Стропильная ферма		0,4	1,05	0,42	
Связи		0,1	1,05	0,105	
Итого:	$q_n=0,783$			$q_f=0,832$	

Основными нагрузками на стропильные фермы проектируемого здания являются:

- постоянные - от веса кровли, ограждающих конструкций (профилированный настил) и несущих (стропильные фермы, связи, прогоны) конструкций покрытия;

Расчетная постоянная нагрузка на 1 пог. м ригеля покрытия:

$$q_1 = \left(\frac{q_r}{\cos \alpha} \right) \cdot B = \left(\frac{0,832}{0,996} \right) \cdot 6 = 5,01 \text{ кН/м,} \quad (2.22)$$

где $B = 6 \text{ м}$ - шаг колонн;

- кратковременные – от снега и подвесного кранового оборудования.
Расчетная снеговая нагрузка на ферму (см. формулу 2.3):

$$q_s = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B = 1,4 \cdot 1,4 \cdot 6 = 11,76 \text{ кН/м}; \quad (2.23)$$

Расчётная максимальная узловая нагрузка на ферму от подвесного крана:

$$F_{kmax} = \psi \sum F_{ni} \cdot y_i \cdot k \cdot \gamma_f, \quad (2.24)$$

где F_{ni} – нормативное давление на путь;

y_i – ордината линии влияния;

k – коэффициент динамичности для нагрузок от подвесных кранов (при учете местного действия сосредоточенной вертикальной нагрузки от одного колеса крана не учитывается) [23, п.9.10]

$\gamma_f = 1,2$ – коэффициент надежности по нагрузке для крановых нагрузок [6, п.9.8];

$\psi = 1$ – коэффициент сочетания, т.к. нагрузки учтены только от одного крана [23, п.9.17].

Линия влияния для определения y_i и схема расположения крана показана на рисунке 2.3.

Схемы загрузений стропильной фермы нагрузкой от подвесных кранов изображены на рисунке 2.4.

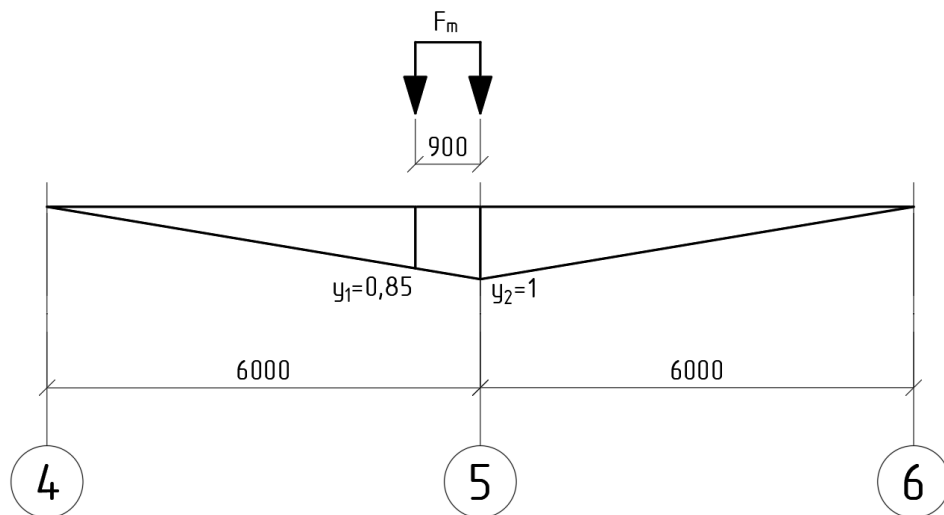


Рисунок 2.3 – Линия влияния для определения y_i

Подставив значения в формулу 2.24, получим максимальную расчетную нагрузку на ферму от подвесных кранов, расположенных в осях А-Б и Б-В

$$F_{1max} = 15,7 \cdot (1 + 0,85) \cdot 1,2 = 34,85 \text{ кН}; \quad (2.25)$$

$$F_{2max} = 17,9 \cdot (1 + 0,85) \cdot 1,2 = 39,74 \text{ кН}; \quad (2.26)$$

Нормативное минимальное давление на крановый путь:

$$F_{kmin} = \frac{G_{кр}}{4} = \frac{m_{кр} \cdot 9,81}{4}, \quad (2.27)$$

где $m_{кр}$ – конструктивная масса крана.

Подставив значения в формулу 2.27, получим максимальную расчетную нагрузку на ферму от подвесных кранов, расположенных в осях А-Б и Б-В

$$F_{1min} = \frac{1,75 \cdot 9,81}{4} = 4,29 \text{ кН}; \quad (2.28)$$

$$F_{2min} = \frac{3,28 \cdot 9,81}{4} = 8,04 \text{ кН}. \quad (2.29)$$

2.3.3 Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы

Вся нагрузка, действующая на ферму, обычно прикладывается к ее узлам, к которым прикрепляются элементы поперечной конструкции (например, прогоны), передающие эту нагрузку.

Расчётная узловая нагрузка на i-ый узел стропильной фермы:

$$F_i = q \cdot \frac{d_{i-1} + d_i}{2}, \quad (2.30)$$

где q – расчетная нагрузка на 1 пог. м;
 d_{i-1} и d_i – размеры панелей, примыкающих к i-ому узлу.
 Постоянная узловая нагрузка:

$$F_1 = q_1 \cdot b = 5,01 \cdot 3 = 15,03 \text{ кН}. \quad (2.31)$$

Снеговая узловая нагрузка:

$$F_2 = q_s \cdot b = 11,76 \cdot 3 = 35,28 \text{ кН}. \quad (2.32)$$

Результаты загрузения стропильной фермы постоянной, снеговой и крановой нагрузками представлены на рисунках 2.6-2.9.

Наиболее неблагоприятной комбинацией крановой нагрузки является 2-ая комбинация.

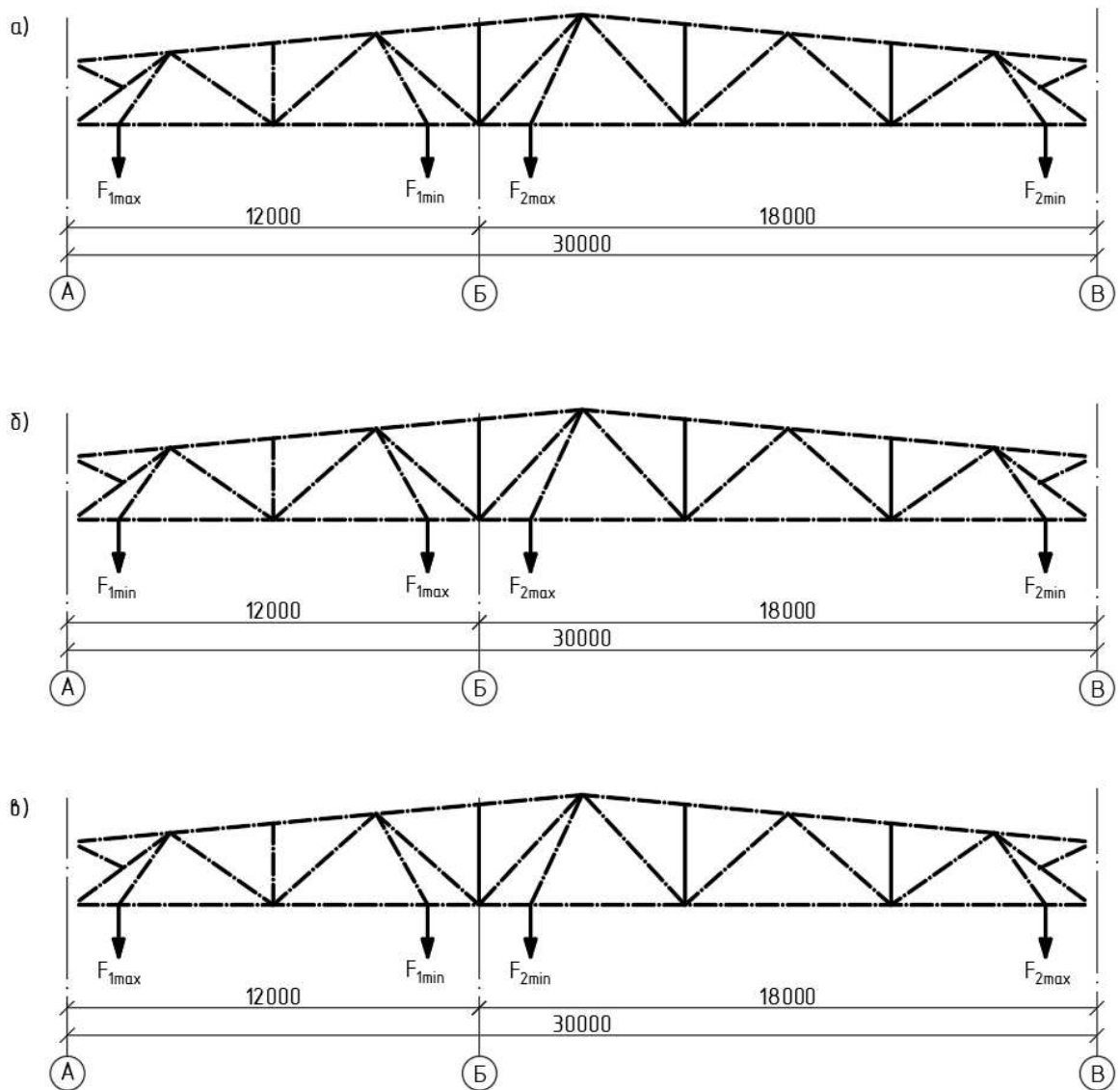


Рисунок 2.4 – Схемы загрузений стропильной фермы нагрузкой от подвесных кранов

а) 1-ая комбинация, б) 2-ая комбинация, в) 3-ая комбинация,

Статический расчет

Определение усилий в стержнях стропильной фермы выполнено с помощью программы SKAD.

Геометрическая схема с нумерацией узлов приведена на рисунке 2.5.

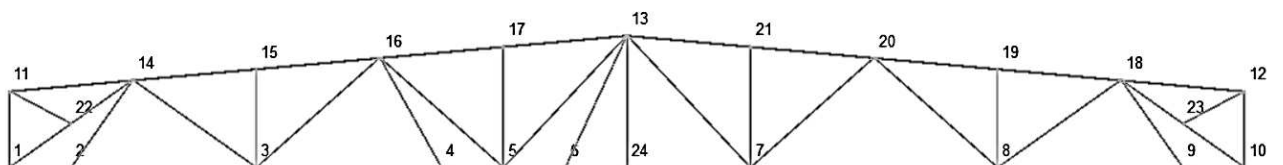


Рисунок 2.5 – Геометрическая схема стропильной фермы

Эпюра внутренних усилий от основного сочетания нагрузок, действующих на стропильную ферму, изображена на рисунке 2.11. Результаты занесены в таблицу 2.4.

Нагрузка для основного сочетания длительных и кратковременных нагрузок [23, п. 6.2]

$$C_m = P_d + (\psi_{t1} \cdot P_{t1} + \psi_{t2} \cdot P_{t2}), \quad (2.33)$$

где $P_d = F_1$ – постоянная узловая нагрузка;
 $P_{t1} = F_2$ – кратковременная снеговая узловая нагрузка;
 P_{t2} – 2-ая комбинации крановой нагрузки;
 $\psi_{t1} = 1$ – коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок [22, п.6.4];
 $\psi_{t2} = 1$ – коэффициент сочетания нагрузок от одного крана [22, п 9.18].

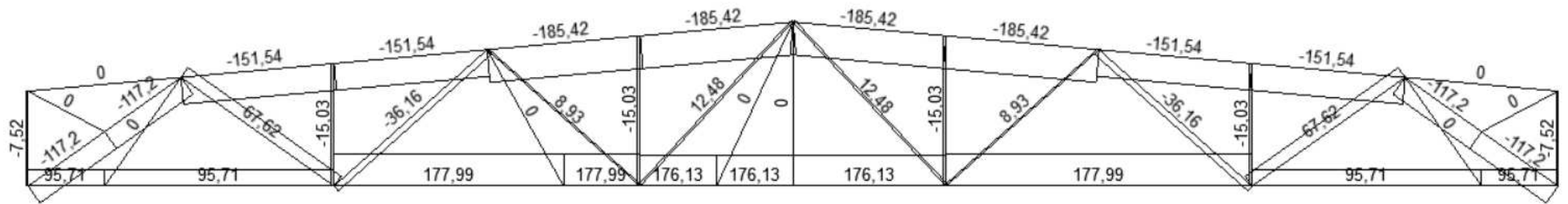


Рисунок 2.6 – Эпюры внутренних усилий от постоянной нагрузки

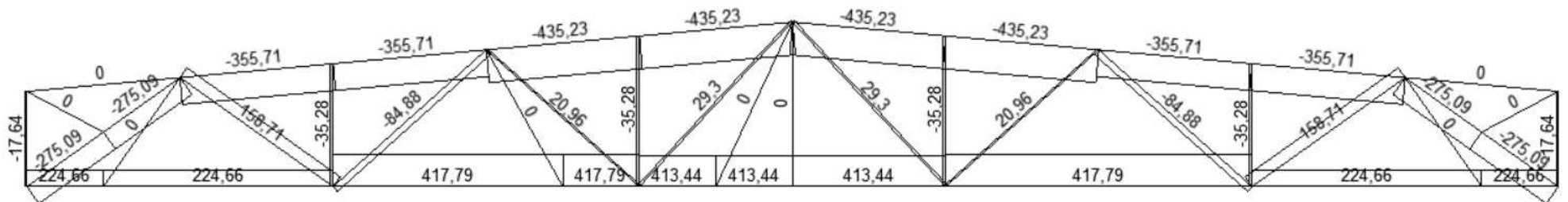


Рисунок 2.7 – Эпюры внутренних усилий от снеговой нагрузки

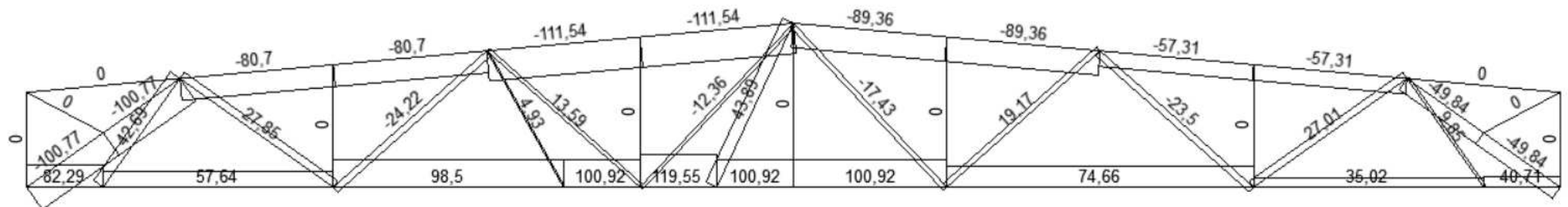


Рисунок 2.8 – Эпюры внутренних усилий от первой комбинации крановой нагрузки

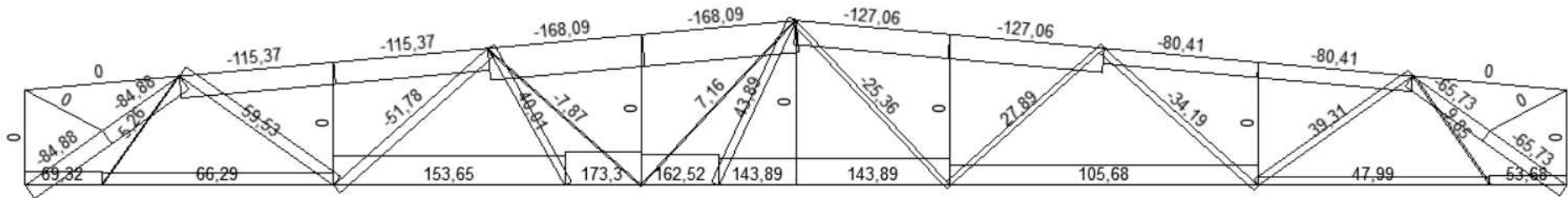


Рисунок 2.9 – Эпюры внутренних усилий от второй комбинации крановой нагрузки

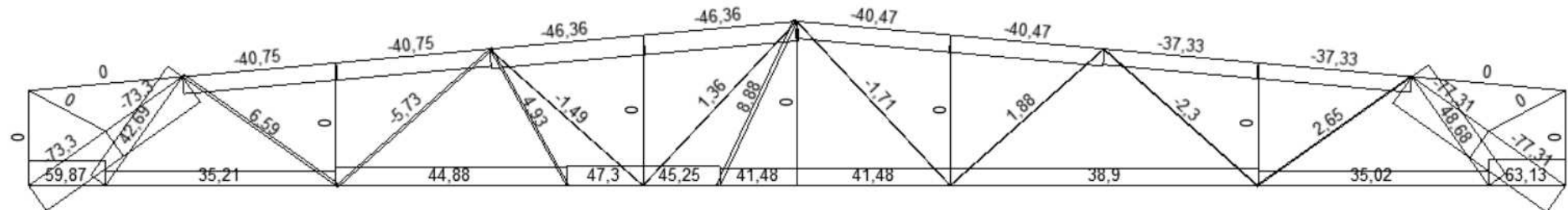


Рисунок 2.9 – Эпюры внутренних усилий от третьей комбинации крановой нагрузки

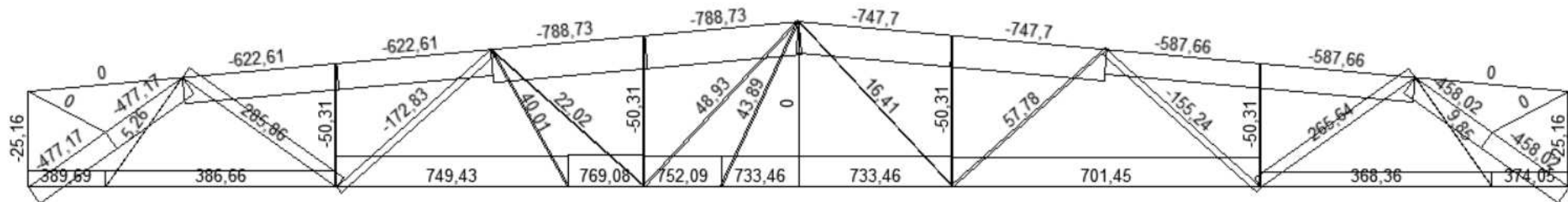


Рисунок 2.10 – Эпюры внутренних усилий от основного сочетания нагрузок на стропильную ферму

Таблица 2.4 - Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой и 2-ой комбинации крановой нагрузки

Элемент фермы	Стержень	Усилие от пост. нагр. $F_1=15,03$ кН	Усилие от снег. нагр. $F_2=35,28$ кН	Усилие от 2-ой комбинации кран. нагр	$F_1 + (1 \cdot F_2 + 1 \cdot P_{t2})$	
					Растяжение	Сжатие
Нижний пояс	1-2	95,71	224,66	69,32	389,69	
	2-3	95,71	224,66	66,29	386,66	
	3-4	177,99	417,79	153,65	749,43	
	4-5	177,99	417,79	173,3	769,08	
	5-6	176,13	413,44	162,52	752,09	
	6-7	176,13	413,44	143,89	733,46	
	7-8	176,13	413,44	143,89	733,46	
	8-9	177,99	417,79	105,68	701,45	
	9-10	95,71	224,66	47,99	368,36	
Верхний пояс	11-14	0	0	0	0	0
	14-15	-151,54	-355,71	-115,37		-622,61
	15-16	-151,54	-355,71	-115,37		-622,61
	16-17	-185,42	-435,23	-168,09		-788,73
	17-13	-185,42	-435,23	-168,09		-788,73
	13-21	-185,42	-435,23	-127,06		-747,7
	21-20	-185,42	-435,23	-127,06		-747,7
	20-19	-151,54	-355,71	-80,41		-587,66
	19-18	-151,54	-355,71	-80,41		-587,66
18-12	0	0	0	0	0	
Стойки	1-11	-7,52	-17,64	0		-25,16
	3-15	-15,03	-35,28	0		-50,31
	5-17	-15,03	-35,28	0		-50,31
	13-24	0	0	0		0
	7-21	-15,03	-35,28	0		-50,31
	8-19	-15,03	-35,28	0		-50,31
	10-12	-7,52	-17,64	0		-25,16
Раскосы	1-22	-117,2	-275,09	-84,88		-477,17
	22-14	-117,2	-275,09	-84,88		-477,17
	11-22	0	0	0	0	0
	2-14	0	0	5,26	5,26	
	3-14	67,62	158,71	59,53	285,86	
	3-16	-36,16	-84,88	-51,78		-172,83
	4-16	0	0	40,01	40,01	
	5-16	8,93	20,96	-7,87	22,02	
	5-13	12,48	29,3	7,16	48,93	
	6-13	0	0	43,89	43,89	
	7-13	12,48	29,3	-25,36	16,41	
7-20	8,93	20,96	27,89	57,78		

Окончание таблицы 2.4

	8-20	-36,16	-84,88	-34,19		-155,24
	8-18	67,62	158,71	39,31	265,64	
	9-18	0	0	9,85	9,85	
	18-23	-117,2	-275,09	-65,73		-458,02
	23-10	-117,2	-275,09	-65,73		-458,02
	23-12	0	0	0	0	0

2.3.4 Подбор сечения стержней фермы

Тип сечений стержней фермы – тавровое сечение из парных уголков. Верхний и нижний пояса выполняем из неравнополочных уголков, поставленных вместе малыми полками, а остальные элементы фермы из равнополочных уголков.

Для подбора сечений стержней фермы необходимо знать:

- расчетные длины стержней в плоскости и из плоскости фермы;
- предельные гибкости стержней фермы.

Несущая способность сжатых стержней зависит от их расчетных длин, и проверяют ее в двух направлениях (в плоскости фермы и в направлении, перпендикулярном плоскости фермы, т.е. из плоскости фермы), так как заранее неизвестно, в каком направлении произойдет потеря их устойчивости. Поэтому для таких стержней необходимо знать расчетные длины l_{ef} (в плоскости фермы) и $l_{ef,1}$ (из плоскости фермы) [22, п.10.2, табл. 24].

l – геометрическая длина стержня фермы;

l_1 – расстояние между точками закрепления в стержнях фермы.

Расчётные длины стержней фермы в плоскости и из плоскости фермы:

а) верхний пояс: $l_{ef} = l = 3000$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 3000$ мм;

б) нижний пояс $l_{ef} = l = 6000$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 15000 - 6000 = 9000$ мм;

в) опорный раскос $l_{ef} = 0,5 \cdot l = 1745$ мм; $l_{ef,1} = l_1 = 3490$ мм;

г) прочие элементы решетки $l_{ef} = 0,8 \cdot l$; $l_{ef,1} = l_1$.

Предельные гибкости стержней фермы $[\lambda]$:

а) сжатые пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции $[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha$;

б) остальные сжатые элементы $[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha$;

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

Принимаем толщину фасонки $t_f = 12$ мм, так как максимальное усилие в опорном раскосе $N = -472,01$ кН.

Верхний пояс стропильной фермы:

$N = -788,56$ кН;

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы: $l_{ef} = l = 3000$ мм; $l_{ef,1} = l = 3000$ мм.
 - требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{788,73}{2 \cdot 0,6 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 26,29 \text{ см}^2, \quad (2.34)$$

где N – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса;
 $\varphi = 0,6$ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;
 принимаемый по гибкости $\lambda = 100 \div 80$; для сечения типа с $\varphi = 0,5 \div 0,7$.

- По ГОСТ 8510-86 «Уголки стальные горячекатаные неравнополочные» принимаем $\angle 160 \times 100 \times 12$:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 30,04 \text{ см}^2; i_x = 2,82 \text{ см}; i_y = 7,82 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{2,82 \cdot 10} = 106,38; \quad (2.35)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = 38,36. \quad (2.36)$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 106,38 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,71; \quad (2.37)$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{788,73}{0,444 \cdot 2 \cdot 30,04 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 1,18 > 1, \quad (2.38)$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [22, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 3,71$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 3,6, \varphi = 0,460;$$

$$\bar{\lambda}_y = 3,8, \varphi = 0,430;$$

$$\varphi = \frac{(3,71 - 3,6) \cdot (0,430 - 0,460)}{(3,8 - 3,6)} + 0,460 = 0,444; \quad (2.39)$$

Так как $\alpha > 1$, то устойчивость стержня не обеспечена, следовательно, принимаем $\angle 180 \times 110 \times 12$ [50]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 33,69 \text{ см}^2; i_x = 3,10 \text{ см}; i_y = 8,75 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3000}{3,10 \cdot 10} = 96,77; \quad (2.40)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3000}{8,75 \cdot 10} = 34,29. \quad (2.41)$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 96,77 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,37; \quad (2.42)$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{788,73}{0,498 \cdot 2 \cdot 33,69 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,94 < 1, \quad (2.43)$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [22, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 3,37$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 3,2, \varphi = 0,527;$$

$$\bar{\lambda}_y = 3,4, \varphi = 0,493;$$

$$\varphi = \frac{(3,37-3,2) \cdot (0,493-0,527)}{(3,4-3,2)} + 0,527 = 0,498; \quad (2.44)$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:

Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,94 = 123,59. \quad (2.45)$$

$$\lambda_x = 96,77 < [\lambda] = 123,59.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{788,73}{0,498 \cdot 2 \cdot 33,69 \cdot 10^{-1}} = 235,06 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.46)$$

Условие выполняется, принимаем для верхнего пояса стропильной фермы $\perp 180 \times 110 \times 12$ [50].

Нижний пояс стропильной фермы:

$$N = 769,08 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:

$$l_{ef} = l = 6000 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 9000 \text{ мм.}$$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{769,08}{2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 15,38 \text{ см}^2, \quad (2.47)$$

где N – максимальное усилие среди стержней нижнего пояса;
 $\alpha = 1$ – коэффициент для сварных ферм.

- принимаем L100x63x10 [50]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 15,47 \text{ см}^2; i_x = 1,75 \text{ см}; i_y = 5,09 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{6000}{1,75 \cdot 10} = 342,86 < [\lambda] = 400; \quad (2.48)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{9000}{5,09 \cdot 10} = 176,82 < [\lambda] = 400. \quad (2.49)$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{769,08}{2 \cdot 15,47 \cdot 10^{-1}} = 248,47 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.50)$$

Условие выполняется, принимаем для нижнего пояса стропильной фермы L100x63x10 [50].

Опорные раскосы (1-14, 10-21):

$$N = -477,17 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:

$$l_{ef} = l = 1745 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 3490 \text{ мм.}$$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{477,17}{2 \cdot 0,6 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 15,91 \text{ см}^2, \quad (2.51)$$

где N – усилие в опорных раскосах;

$\varphi = 0,6$ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;
 принимаемый по гибкости $\lambda = 100 \div 80$; для сечения типа с $\varphi = 0,5 \div 0,7$.

- принимаем L125x80x8 [50]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 15,96 \text{ см}^2; i_x = 2,28 \text{ см}; i_y = 6,13 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{1745}{2,28 \cdot 10} = 78,95; \quad (2.52)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{3490}{6,13 \cdot 10} = 58,73. \quad (2.53)$$

- расчёт гибкости стержня:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 78,95 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,75; \quad (2.54)$$

- проверка условия устойчивости стержня:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{477,17}{0,607 \cdot 2 \cdot 15,96 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,99 < 1, \quad (2.55)$$

где коэффициент устойчивости при центральном сжатии φ , подсчитанный путем интерполяции по [22, прил. Д, табл. Д.1] при $\bar{\lambda}_y = 2,75$ согласно:

$$\bar{\lambda}_y = 2,6, \varphi = 0,635;$$

$$\bar{\lambda}_y = 2,8, \varphi = 0,0598;$$

$$\varphi = \frac{(2,75-2,6) \cdot (0,598-0,635)}{(2,8-2,6)} + 0,635 = 0,607; \quad (2.56)$$

- проверка гибкости стержня в плоскости и из плоскости фермы:
Предельная гибкость стержня:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,97 = 121,55. \quad (2.57)$$

$$\lambda_x = 78,95 < [\lambda] = 121,55.$$

- проверка устойчивости стержня:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2 \cdot A^L} = \frac{477,17}{0,607 \cdot 2 \cdot 15,96 \cdot 10^{-1}} = 246,28 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.58)$$

Условие выполняется, принимаем для опорных раскосов стропильной фермы L125x80x8 [50].

Раскосы (3-14, 8-21):

$$N = 285,86 \text{ кН};$$

- определение расчётных длин стержня в плоскости и из плоскости фермы:

$$l_{ef} = l = 3200 \text{ мм}; l_{ef,1} = l = 4000 \text{ мм.}$$

- требуемая площадь сечения стержня:

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \alpha \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{285,86}{2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 5,73 \text{ см}^2, \quad (2.59)$$

где N – усилие в раскосах 3-14, 8-21;

$\alpha = 1$ – коэффициент для сварных ферм.

- принимаем $\text{L}63 \times 63 \times 5$ [51]:

Геометрические характеристики:

$$A^L = 6,13 \text{ см}^2; i_x = 1,94 \text{ см}; i_y = 3,04 \text{ см.} \quad (2.60)$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{3200}{1,94 \cdot 10} = 164,95 < [\lambda] = 400; \quad (2.61)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y} = \frac{4000}{3,04 \cdot 10} = 131,58 < [\lambda] = 400. \quad (2.62)$$

- проверка прочности стержня:

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A^L} = \frac{285,86}{2 \cdot 6,13 \cdot 10^{-1}} = 233,16 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.63)$$

Условие выполняется, принимаем $\text{L}63 \times 63 \times 5$ [51].

Подбор сечений для остальных стержней произведен с помощью программы SCAD. Схема стропильной фермы с номерами элементов представлена на рисунке 2.11.

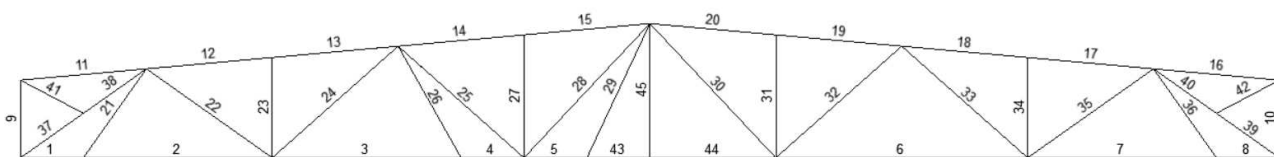


Рисунок 2.11 - Схема стропильной фермы с номерами элементов

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – уголок $\text{L}50 \times 5$. Поэтому все уголки меньшего размера, подобранные с помощью программы SCAD, конструктивно принимаем размером $\text{L}50 \times 5$.

Определив необходимые сечения всех стержней фермы, нужно проследить, чтобы уголков различных калибров не было слишком много.

Для фермы пролётом 30 м допустимое количество различных уголков 7-9, следовательно, условие выполнено.

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
2	✓	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L90x56x5
3	✓	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x10

Рисунок 2.12 – Результат подбора сечений для стержней нижнего пояса стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
13	✓	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x10
14	✓	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L100x63x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L180x110x12

Рисунок 2.13 – Результат подбора сечений для стержней верхнего пояса стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
37	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8
38	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L125x80x8

Рисунок 2.14 – Результат подбора сечений для опорных раскосов стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
24	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6
33	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6

Рисунок 2.15 – Результат подбора сечений для сжатых раскосов стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
23	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x4
27	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L56x4

Рисунок 2.16 – Результат подбора сечений для стоек стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
22	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L60x5
25	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
26	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L25x4

Рисунок 2.17 – Результат подбора сечений для растянутых раскосов стропильной фермы

Номер элемента	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
28	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L30x4
29	✓	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L25x4

Рисунок 2.18 – Результат подбора сечений для растянутых раскосов стропильной фермы

2.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы

Расчет узлов стропильной фермы заключается в определении размеров сварных швов, необходимых для прикрепления сходящихся в них стержней, и узловых фасонок.

Сварные швы рассчитываются с учётом эксцентриситета приложения усилия относительно центра тяжести швов. Усилие в элементе распределяется

между швами по обушку и перу уголку обратно пропорционально его расстоянию до оси стержня. Для расчёта фермы долю усилия, приходящуюся на обушок и перо, берём по [21, табл.6.7.5]. Концы фланговых швов, крепящих элементы решетки в узле, выводят за торцы стержня на 20 мм.

Размеры сварных швов должны удовлетворять требованиям, изложенным в СП 16.13330.2017 [22, прил. Г, табл. Г.1].

Конструируем узлы ферм в следующем порядке:

- вычерчиваем осевые линии (линии, проходящие через центр тяжести) стержней, сходящихся в узле;
- привязываем поясные уголки к осевым линиям, тем самым определяем приближение торцов стержней решётки к узлам;
- наносим контуры стержней решётки, привязывая их к осевым линиям, при этом расстояние от центра тяжести уголка до обушка округляем до 5 мм;
- рез стержней решётки проводим нормально к оси стержня;
- стержни решётки не доводим до поясов на расстоянии $a = (6 \cdot t_\phi - 20)$ мм, но не более, чем на 80 мм;
- по длине швов, крепящих стержни решётки в узле, определяем требуемые размеры фасонки.

Узел 1

Исходные данные:

- Узел 1 изображен на рисунке 2.19;
- толщина опорной фасонки $t_\phi = 12$ мм [21, табл. 6.7.3];
- не доводим стержни решётки до поясов на расстояние $a = (6 \cdot t_\phi - 20) = (6 \cdot 12 - 20) = 52 \approx 50$ мм;
- расстояние от обушка до центра тяжести для стержня нижнего пояса из L90x56x5 [50] $x_0 = 12,8$ мм, округляя, получим 15 мм,
- расстояние от обушка до центра тяжести для опорного раскоса из L125x80x8 [50] $x_0 = 18,4$ мм, округляя, получим 20 мм;
- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO₂ (МДС_{CO2}), сварочная проволока Св-08Г2С [22, прил. Г, табл. Г.1];

$R_{wf} = 215$ Н/мм² [4, табл. Г.2]; $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171$ Н/мм²; $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [4, табл. 39]; $R_p = 371$ Н/мм².

Расчет сварных соединений элементов узла:

Уголки опорного раскоса (2L125x80x8) с усилием $N_{1-14} = -477,17$ кН прикрепляем к фасонке $t_f = 12$ мм [21, табл. 6.7.3] двухсторонними угловыми швами с катетом $k_{f1} = 6$ мм со стороны обушка и $k_{f2} = 6$ мм со стороны пера.

Расчет ведем по металлу границы сплавления, так как:

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 171} = 1,08 > 1. \quad (2.64)$$

Длины швов:

$$l_{wz}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_{1-14}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,75 \cdot 477,17}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,6 \cdot 1} + 1,0 = 20,93 \text{ см}; \quad (2.65)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{1-14}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,25 \cdot 477,17}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,6 \cdot 1} + 1,0 = 6,53 \text{ см}; \quad (2.66)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты, учитывающие распределение усилий между швами

$$l_{w,max} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 45,9 \text{ см}. \quad (2.67)$$

Принимаем $l_w^{об} = 210 \text{ мм}$, $l_w^{п} = 70 \text{ мм}$.

Определяем размеры швов для прикрепления уголков нижнего пояса (2 L90x56x6) с усилием $N_{1-2} = 389,69 \text{ кН}$.

Длины швов:

$$l_{wz}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_{1-2}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,75 \cdot 389,69}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,6 \cdot 1} + 1,0 = 14,56 \text{ см}; \quad (2.68)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{1-2}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,25 \cdot 389,69}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,6 \cdot 1} + 1,0 = 4,52 \text{ см}; \quad (2.69)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты, учитывающие распределение усилий между швами по обуху и перу [21, табл.6.7.5].

Принимаем $l_w^{об} = 150 \text{ мм}$, $l_w^{п} = 50 \text{ мм}$.

По полученным длинам швов крепления опорного раскоса и нижнего пояса графически определим размеры опорного фланца. Все необходимые размеры узла даны на рисунке 2.19.

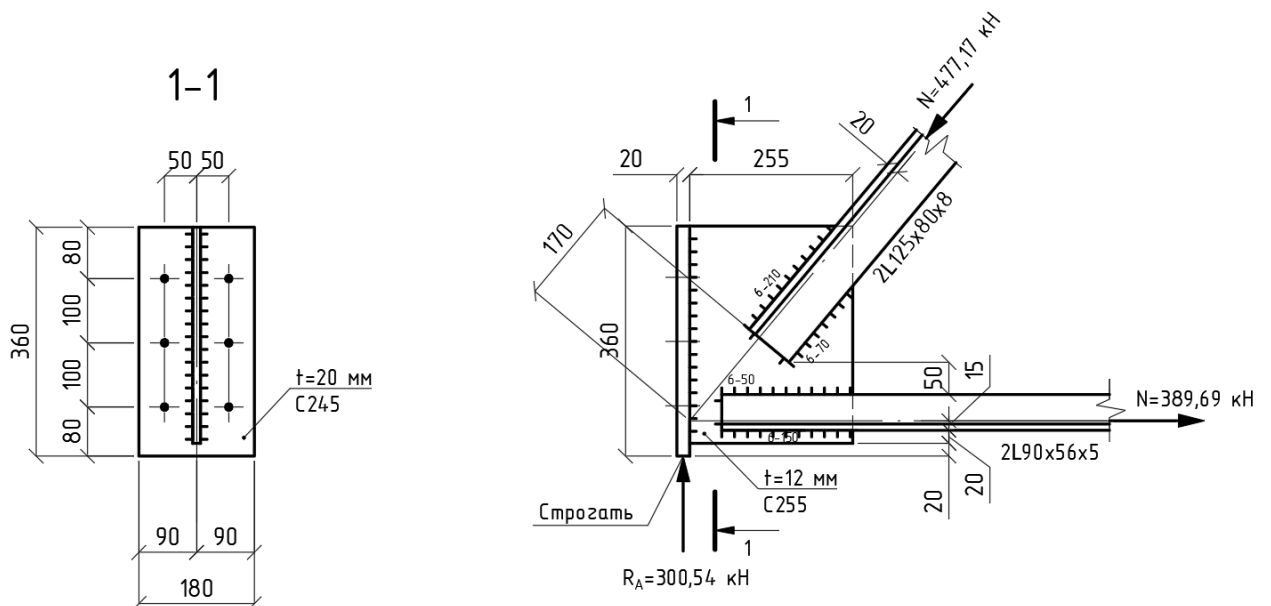


Рисунок 2.19 – Узел 1

Определение размеров опорного фланца:

Принимаем опорный фланец из листа 180x20 мм и проверим его прочность на смятие (при фрезеровке торца):

$$\sigma = \frac{A}{b_f \cdot t_f} = \frac{300,54 \cdot 10}{18 \cdot 2,0} = 83,48 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_p \cdot \gamma_c = 361 \text{ Н/мм}^2, \quad (2.70)$$

где $A = 300,54$ кН - опорная реакция.

Выпускаем фланец за пределы фасонки на $a \leq 1,5 \cdot t_f$, $a = 20$ мм.

Расчет болтовых соединений:

Для крепления опорного фланца к колонне принимаем болты нормальной точности (класс точности В) М20 ($d_{\text{отв}} = 23$ мм), количество болтов в соединении 8. Размещаем их в соответствии с рекомендациями [22, табл. 40].

Расстояние между центрами отверстий для болтов:

- минимальное при $R_{\text{yn}} < 375 \text{ Н/мм}^2$ - $2,5 \cdot d_{\text{отв}} = 57,5$ мм. Принимаем 60 мм.

- максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии - $8 \cdot d_{\text{отв}} = 184$ мм.

Расстояние от центра отверстия болта до края элемента вдоль усилия:

- минимальное при $R_{\text{yn}} < 375 \text{ Н/мм}^2$ - $2 \cdot d_{\text{отв}} = 46$ мм. Принимаем 50 мм.

- максимальное - $4 \cdot d_{\text{отв}} = 92$ мм.

Расстояние от центра отверстия болта до края элемента поперёк усилия:

- минимальное при обрезных кромках - $1,5 \cdot d_{\text{отв}} = 34,5$ мм. Принимаем 35 мм.

- максимальное - $4 \cdot d_{\text{отв}} = 92$ мм.

Узел 2

Исходные данные:

- Узел 2 изображен на рисунке 2.20;

- толщина фасонки $t_f = 10$ мм;

- не доводим стержни решётки до поясов на расстояние $a = (6 \cdot t_f - 20) = (6 \cdot 10 - 20) = 40$ мм;

- расстояние от обушка до центра тяжести для стержня 11-14 из $\text{L}180 \times 110 \times 10$ [50] $x_0 = 24,4$ мм, округляя, получим 25 мм,

- расстояние от обушка до центра тяжести для стержня 11-22 из $\text{L}50 \times 50 \times 5$ [50] $x_0 = 14,6$ мм, округляя, получим 15 мм;

- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 (МДС $_{\text{CO}_2}$), сварочная проволока Св-08Г2С [22, прил. Г, табл. Г.1];

$R_{\text{wf}} = 215 \text{ Н/мм}^2$ [22, табл. Г.2]; $R_{\text{wz}} = 0,45 \cdot R_{\text{un}} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ Н/мм}^2$;
 $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [22, табл. 39]; $R_p = 371 \text{ Н/мм}^2$.

Расчет сварных соединений элементов узла:

Верхний опорный узел рассчитывается аналогично нижнему. Так как усилия в стержнях 11-14, 11-22 равны нулю, то длины швов принимаем конструктивно $l_w^{об} = 50$ мм, $l_w^n = 50$ мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм, а фактическая – 50 мм.

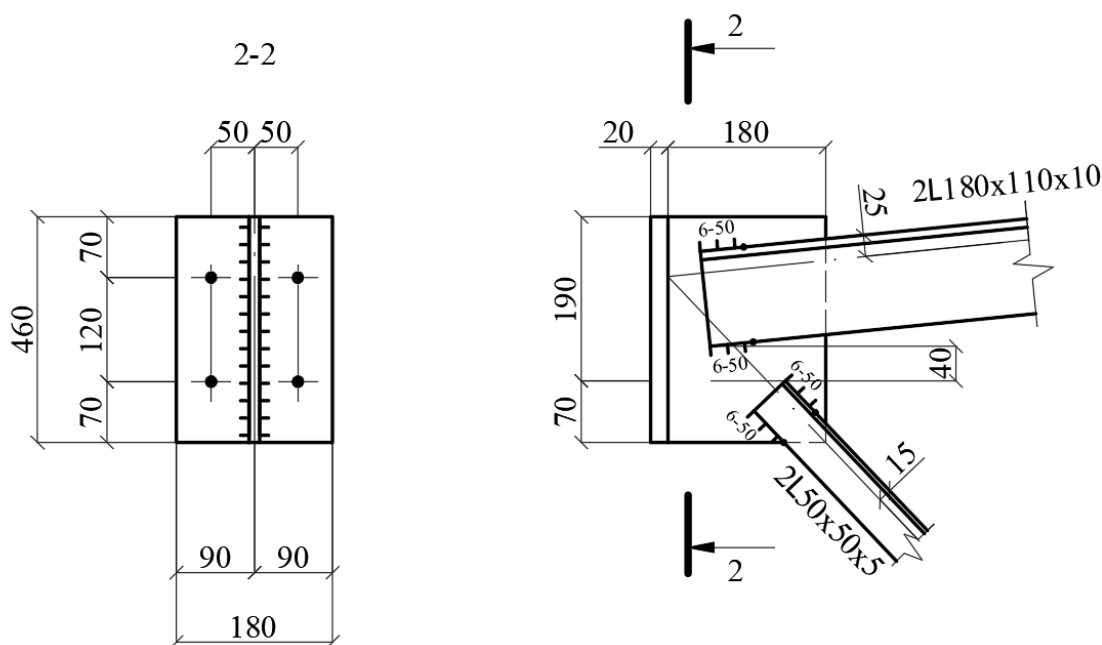


Рисунок 2.20 – Узел 2

Узел 3

Исходные данные:

- узел 2 изображён на рисунке 2.21;
- стержни решётки не доводятся до поясов на расстояние $a = (6 \cdot t_\phi - 20) = (6 \cdot 10 - 20) = 40$ мм;
- расстояние от обушка до центра тяжести для стержня нижнего пояса 3-4 из $L100x63x10$ [50] $x_0 = 15,8$ мм, округляя, получим 20 мм,
- расстояние от обушка до центра тяжести для стержня нижнего пояса 2-3 из $L90x56x5$ [50] $x_0 = 12,8$ мм, округляя, получим 15 мм;
- расстояние от обушка до центра тяжести для раскоса 3-16 из $L90x90x6$ [51] $z_0 = 24,3$ мм, округляя, получим 25 мм,
- расстояние от обушка до центра тяжести для раскоса 3-14 из $L63x63x5$ [51] $z_0 = 17,4$ мм, округляя, получим 20 мм,
- расстояние от обушка до центра тяжести для стойки 3-15 из $L50x50x5$ [51] $z_0 = 14,2$ мм, округляя, получим 15 мм,
- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 (МДС $_{CO_2}$), сварочная проволока Св-08Г2С [22, прил. Г, табл. Г.1];

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$ [22, табл. Г.2]; $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ Н/мм}^2$; $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [22, табл. 39]; $R_p = 371 \text{ Н/мм}^2$.

Расчет сварных соединений элементов узла:

Крепление раскоса 3-16 (2 L90x90x6) с усилием $N_{3-16} = -172,83 \text{ кН}$ к фасонке (10 мм) [21, табл. 6.7.3] двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4 \text{ мм}$.

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_{3-16}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} + 1,0 = \frac{0,7 \cdot 172,83}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 9,42 \text{ см}; \quad (2.71)$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{3-16}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,3 \cdot 172,83}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 4,61 \text{ см}, \quad (2.72)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты, учитывающие распределение усилий между швами по обушку и перу [21, табл.6.7.5].

$$l_{w,max} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 30,6 \text{ см} \quad (2.73)$$

Принимаем $l_{wz}^{об} = 100 \text{ мм}$, $l_{wz}^{п} = 50 \text{ мм}$.

Определяем размеры швов для прикрепления стойки 3-15 (2 L50x50x5) с усилием $N_{2-9} = -50,31 \text{ кН}$.

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 50,31}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 3,46 \text{ см}; \quad (2.74)$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 50,31}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 2,05 \text{ см}. \quad (2.75)$$

Принимаем $l_w^{об} = 50 \text{ мм}$, $l_w^{п} = 50 \text{ мм}$, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм, а фактическая – 50 мм.

Определяем размеры швов для прикрепления раскоса 3-14 (2 L63x63x5) с усилием $N_{3-14} = 285,86 \text{ кН}$.

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 285,86}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 14,93 \text{ см}; \quad (2.76)$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 285,86}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 6,97, \quad (2.77)$$

Принимаем $l_w^{об} = 150 \text{ мм}$, $l_w^{п} = 70 \text{ мм}$.

Сечение каждой из листовых накладок нижнего пояса принимаем 80x10 мм.

Проверка прочности ослабленного сечения

$$\sigma = \frac{N_p}{F_{\text{усл}}}, \quad (2.78)$$

где N_p – усилие в стержне 2-3 с запасом 20%;
 $F_{\text{усл}}$ – условная расчетная площадь.

$$F_{\text{усл}} = \sum F_H + t_\phi \cdot 2b, \quad (2.77)$$

где $\sum F_H$ – сумма площадей накладок;
 $t_\phi = 10$ мм – толщина фасонки;
 $b = 56$ мм – ширина полки прикрепляемого уголка.

Подставив значения в формулу 2.78, получаем

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot 386,66}{(2 \cdot 8 \cdot 1 + 1 \cdot 2 \cdot 5,6) \cdot 10^{-1}} = 170,59 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.79)$$

Длину швов, прикрепляющих накладку к нижнему поясу, рассчитываем на усилие накладки

$$N_H = \sigma \cdot F_H = 131,82 \cdot 80 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 136,47 \text{ кН}. \quad (2.80)$$

Так как накладки привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже согласно [22, табл. 39] $\beta_z = 1$, $\beta_f = 0,7$, $R_{wf} = 180 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 180}{1 \cdot 171} = 0,73 < 1. \quad (2.81)$$

Суммарная длина швов, прикрепляющих накладку к стержням 3-4 (2 $\perp 100 \times 63 \times 10$) и 2-3 (2 $\perp 90 \times 56 \times 6$) двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4$ мм.

$$\sum l_w = \frac{N_H}{\beta_f \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{136,47}{0,7 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 28,5 \text{ см}; \quad (2.82)$$

Расчётным усилием для швов, прикрепляющих левые уголки пояса к фасонке, будет большее из:

$$N_p = 1,2 \cdot N_{2-3} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 386,66 - 2 \cdot 136,47 = 191,05 \text{ кН}; \quad (2.83)$$

$$N_p = \frac{1,2 \cdot N_{2-3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 386,66}{2} = 232,0 \text{ кН}. \quad (2.84)$$

Определяем длины швов для прикрепления левых уголков нижнего пояса (2L90x56x6) с усилием $N_p = 232,0$ кН к фасонке (10 мм) [21, табл. 6.7.3] двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4$ мм.

$$l_{wz}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_p}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 232}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 12,11 \text{ см}; \quad (2.85)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 232}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 4,04 \text{ см}; \quad (2.86)$$

Принимаем $l_w^{об} = 130$ мм, $l_w^{п} = 50$ мм.

Расчётным усилием для швов, прикрепляющих правые уголки пояса к фасонке, будет большее из:

$$N_p = 1,2 \cdot N_{3-4} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 749,43 - 2 \cdot 136,47 = 626,38 \text{ кН}; \quad (2.87)$$

$$N_p = \frac{1,2 \cdot N_{2-3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 749,43}{2} = 449,66 \text{ кН}. \quad (2.88)$$

Определяем длины швов для прикрепления левых уголков нижнего пояса (2 L90x56x6) с усилием $N_p = 626,38$ кН к фасонке (10 мм) [21, табл. 6.7.3] двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4$ мм.

$$l_{wz}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_p}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 626,38}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 32,71 \text{ см}; \quad (2.89)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 626,38}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 10,91 \text{ см}; \quad (2.90)$$

Принимаем $l_w^{об} = 330$ мм, $l_w^{п} = 110$ мм.

Конструктивно длина этих швов принимается по всей длине фасонки.

Узел 4

Исходные данные:

- узел 2 изображён на рисунке 2.22;
- стержни решётки не доводятся до вертикальных листовых накладок $a = (6 \cdot t_\phi - 20) = (6 \cdot 10 - 20) = 40$ мм;
- расстояние от обушка до центра тяжести для стержней нижнего пояса 6-24 и 24-7 с усилием $N_{6-24} = 733,46$ кН из L100x63x10 [ГОСТ 8510-86] $x_0 = 15,8$ мм, округляя, получим 20 мм,
- расстояние от обушка до центра тяжести для стойки 3-16 из L50x50x6 [ГОСТ 8509-93] $z_0 = 14,2$ мм, округляя, получим 15 мм,

- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 (MDC_{CO_2}),
сварочная проволока Св-08Г2С [22, прил. Г, табл. Г.1];
 $R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$ [22, табл. Г.2]; $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ Н/мм}^2$;
 $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [22, табл. 39]; $R_p = 371 \text{ Н/мм}^2$.

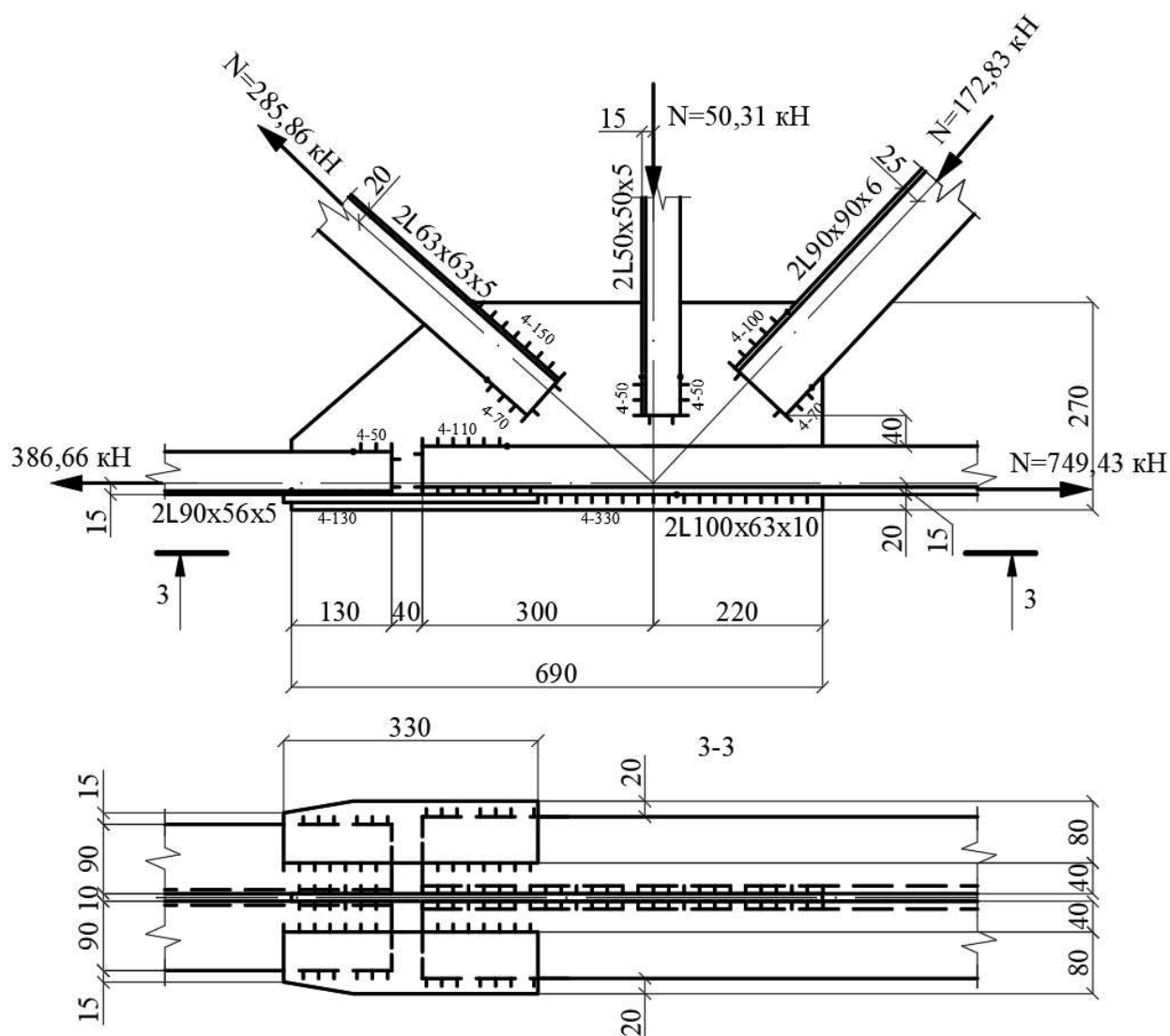


Рисунок 2.21 - узел 3

Расчет сварных соединений элементов узла:

Длины швов для стойки 13-24 принимаем конструктивно $l_w^{06} = 50 \text{ мм}$,
 $l_w^p = 50 \text{ мм}$, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм, а
фактическая – 50 мм.

Сечение каждой из листовых накладок нижнего пояса принимаем
120x10 мм.

Проверка прочности сечения

$$\sigma = \frac{N_p}{F_{усл}}, \quad (2.91)$$

где N_p – усилие в стержне 6-24 с запасом 20%;
 $F_{\text{усл}}$ – условная расчетная площадь.

$$F_{\text{усл}} = \sum F_H + t_\phi \cdot 2b, \quad (2.92)$$

где $\sum F_H$ – сумма площадей накладок;
 $t_\phi = 10$ мм – толщина фасонки;
 $b = 63$ мм – ширина полки прикрепляемого уголка.

Подставив значения в формулу 2.91, получаем

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot 733,46}{(2 \cdot 12 \cdot 1 + 1 \cdot 2 \cdot 6,3) \cdot 10^{-1}} = 240,48 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.93)$$

Длину швов, прикрепляющих накладку к нижнему поясу, рассчитываем на усилие накладки

$$N_H = \sigma \cdot F_H = 240,48 \cdot 120 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 288,58 \text{ кН}. \quad (2.94)$$

Так как накладки привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже согласно [22, табл. 39] $\beta_z = 1$, $\beta_f = 0,7$, $R_{wz} = 180 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 180}{1 \cdot 171} = 0,73 < 1. \quad (2.95)$$

Суммарная длина швов, прикрепляющих накладку к стержням 6-24 и 24-7 (2 \perp 100x63x10) двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4$ мм.

$$\sum l_w = \frac{N_H}{\beta_f \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{288,58}{0,7 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 60,27 \text{ см}; \quad (2.96)$$

Расчётным усилием для швов, прикрепляющих уголки пояса к фасонке, будет большее из:

$$N_p = 1,2 \cdot N_{6-24} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 733,46 - 2 \cdot 288,58 = 302,99 \text{ кН}; \quad (2.97)$$

$$N_p = \frac{1,2 \cdot N_{6,24}}{2} = \frac{1,2 \cdot 733,46}{2} = 440,08 \text{ кН}. \quad (2.98)$$

Определяем длины швов для прикрепления уголков нижнего пояса с усилием $N_p = 440,08$ кН к фасонке (10 мм) двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 4$ мм.

$$l_{WZ}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_p}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{WZ} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 440,08}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 23,02 \text{ см}; \quad (2.99)$$

$$l_{WZ}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{WZ} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 440,08}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 7,67 \text{ см}; \quad (2.100)$$

Принимаем $l_W^{об} = 240 \text{ мм}$, $l_W^{п} = 80 \text{ мм}$.

Фасонки перекрываем вертикальными двухсторонними полосовыми накладками Н1 длиной $l_{H1} \geq 63 \cdot 2 = 126 \text{ мм}$, толщина $l_{H1} = t_f = 10 \text{ мм}$.

Принимаем длину накладок $l_{H1} = 180 \text{ мм}$.

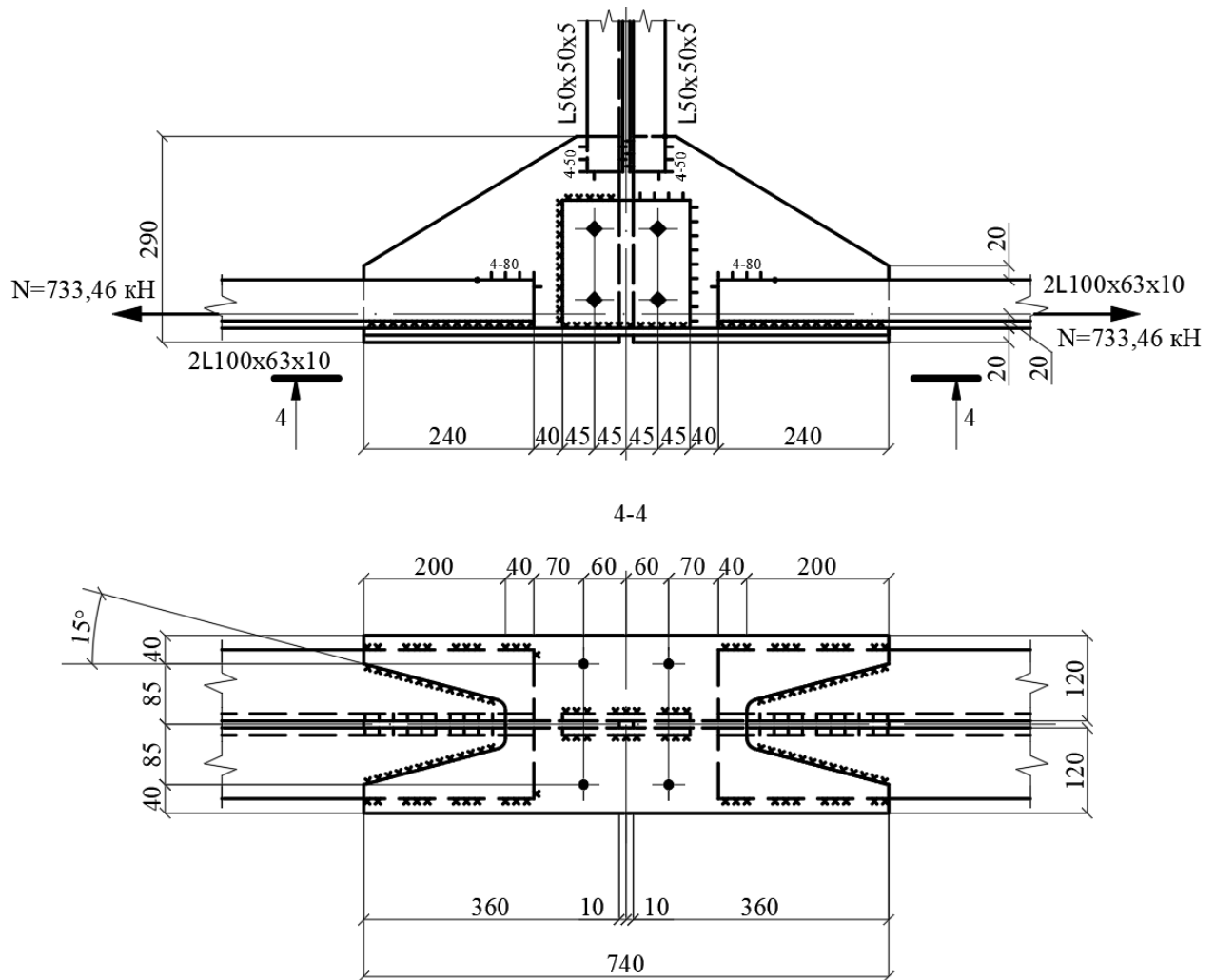


Рисунок 2.22 – Узел 4

Узел 5

Исходные данные:

- узел 5 изображён на рисунке 2.23;

- стержни решётки не доводятся до вертикальных листовых накладок

$$a = (6 \cdot t_\phi - 20) = (6 \cdot 10 - 20) = 40 \text{ мм};$$

- расстояние от обушка до центра тяжести для стержней верхнего пояса 17-13 и 13-21 из L180x110x12 [50] $x_0 = 25,2$ мм, округляя, получим 30 мм,
 - расстояние от обушка до центра тяжести для раскосов 5-13, 6-13 и 7-13 из L50x50x5 [50] $z_0 = 14,2$ мм, округляя, получим 15 мм,

- сварка элементов – механизированная дуговая в среде CO_2 (МДС $_{CO_2}$), сварочная проволока Св-08Г2С [22, прил. Г, табл. Г.1];

$R_{wf} = 215$ Н/мм² [22, табл. Г.2]; $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171$ Н/мм²; $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$ [22, табл. 39]; $R_p = 371$ Н/мм².

Расчет сварных соединений элементов узла:

Определяем размеры швов для прикрепления раскоса 5-13 (2 L50x50x5) с усилием $N_{2-9} = 48,93$ кН.

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 48,93}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 3,38 \text{ см}; \quad (2.101)$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 48,93}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} + 1,0 = 2,02 \text{ см}. \quad (2.102)$$

Принимаем $l_w^{об} = 50$ мм, $l_w^п = 50$ мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм, а фактическая – 50 мм.

Аналогично для прикрепления раскосов 6-13 и 7-13 принимаем $l_w^{об} = 50$ мм, $l_w^п = 50$ мм

Длины швов для стойки 13-24 были приняты при расчёте узла 4.

Сечение каждой из листовых накладок нижнего пояса принимаем 200x10 мм.

Проверка прочности сечения

$$\sigma = \frac{N_p}{F_{усл}}, \quad (2.103)$$

где N_p – усилие в стержне 17-13 с запасом 20%;

$F_{усл}$ – условная расчетная площадь.

$$F_{усл} = \sum F_n + t_\phi \cdot 2b, \quad (2.104)$$

где $\sum F_n$ – сумма площадей накладок;

$t_\phi = 10$ мм – толщина фасонки;

$b = 63$ мм – ширина полки прикрепляемого уголка.

Подставив значения в формулу 2.103, получаем

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot 788,73}{(2 \cdot 20 \cdot 1 + 1 \cdot 2 \cdot 11) \cdot 10^{-1}} = 152,66 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 250 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}. \quad (2.105)$$

Длину швов, прикрепляющих накладку к нижнему поясу, рассчитываем на усилие наклейки

$$N_H = \sigma \cdot F_H = 152,66 \cdot 200 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 305,32 \text{ кН.} \quad (2.106)$$

Так как наклейки привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже согласно [22, табл. 39] $\beta_z = 1$, $\beta_f = 0,7$, $R_{wz} = 180 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 180}{1 \cdot 171} = 0,73 < 1. \quad (2.107)$$

Суммарная длина швов, прикрепляющих накладку к стержням 17-13 и 13-21 (2 \perp 180x110x12) двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 6$ мм.

$$\sum l_w = \frac{N_H}{\beta_f \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{305,32}{0,7 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,6 \cdot 1} = 42,51 \text{ см;} \quad (2.108)$$

Расчётным усилием для швов, прикрепляющих уголки пояса к фасонке, будет большее из:

$$N_p = 1,2 \cdot N_{17-13} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 788,73 - 2 \cdot 305,32 = 335,84 \text{ кН;} \quad (2.109)$$

$$N_p = \frac{1,2 \cdot N_{6,24}}{2} = \frac{1,2 \cdot 788,73}{2} = 473,24 \text{ кН.} \quad (2.110)$$

Определяем длины швов для прикрепления уголков верхнего пояса с усилием $N_p = 440,08$ кН к фасонке (10 мм) двухсторонними угловыми швами с катетом $k_f = 6$ мм.

$$l_{wz}^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_p}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f1} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 473,24}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 16,47 \text{ см;} \quad (2.111)$$

$$l_{wz}^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_{f2} \cdot \gamma_c} = \frac{0,25 \cdot 473,24}{2 \cdot 1,05 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 0,4 \cdot 1} = 5,49 \text{ см;} \quad (2.112)$$

Принимаем $l_w^{об} = 170$ мм, $l_w^{п} = 60$ мм.

Фасонки перекрываем вертикальными двухсторонними полосовыми накладками Н1 длиной $l_{H1} \geq 110 \cdot 2 = 220$ мм, толщина $l_{H1} = t_f = 10$ мм.

Принимаем длину накладок $l_{H1} = 240$ мм.

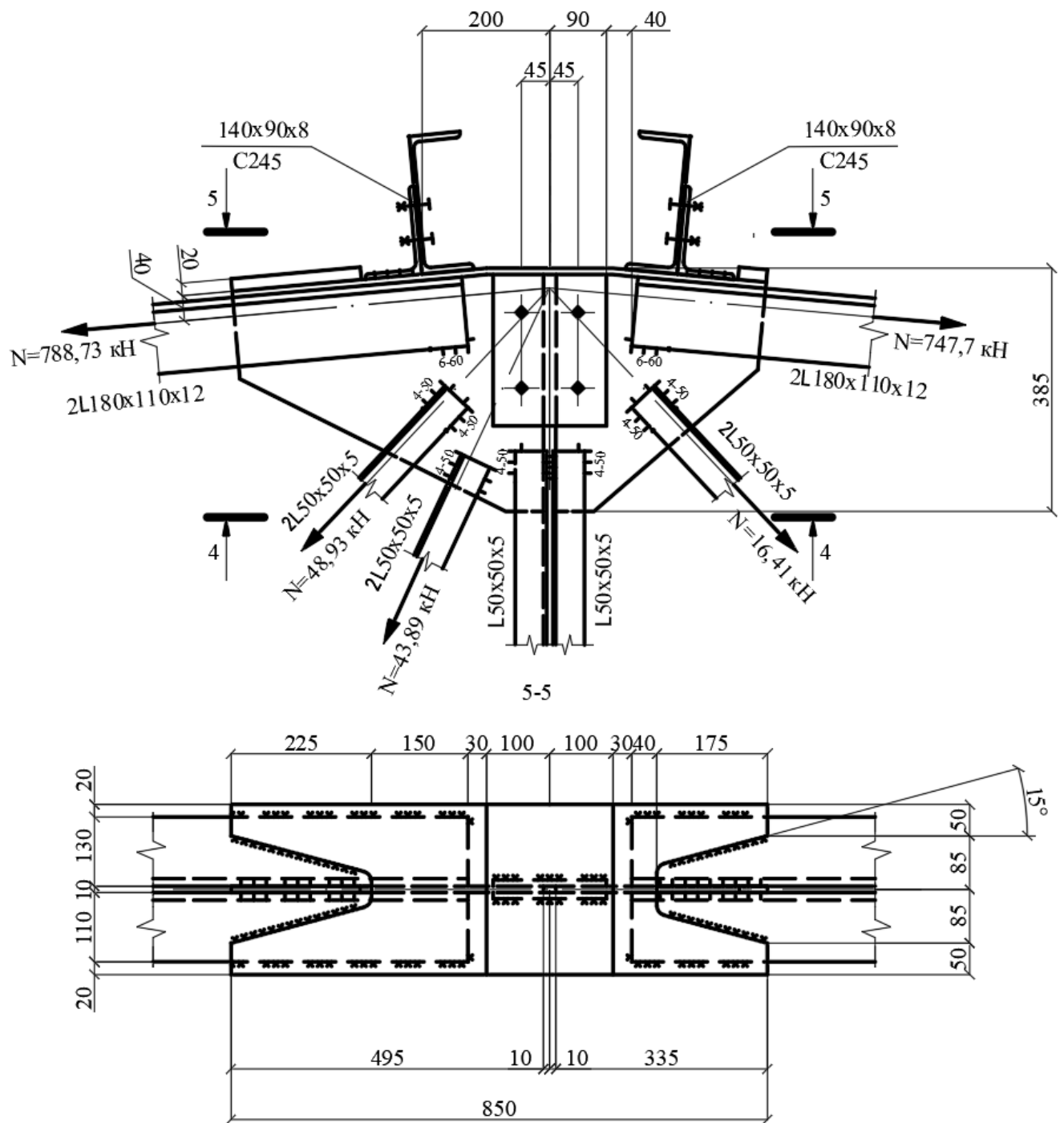


Рисунок 2.23 – Узел 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

3. Проектирование фундаментов

3.1 Определение физико-механических характеристик грунтов

Проектируемое здание – цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства.

Генеральные размеры в плане: 54x30м.

Пристроенная часть, прямоугольная в плане, расположена в осях А/1-А и 1-3/4 и имеет размеры 15,5x6 м.

Необходимо запроектировать фундамент под металлическую несущую колонну.

Уровень грунтовых вод -8,300.

Инженерно-геологическая колонка изображена на рисунке 3.1. За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа (что соответствует абсолютной отметке 139,65).

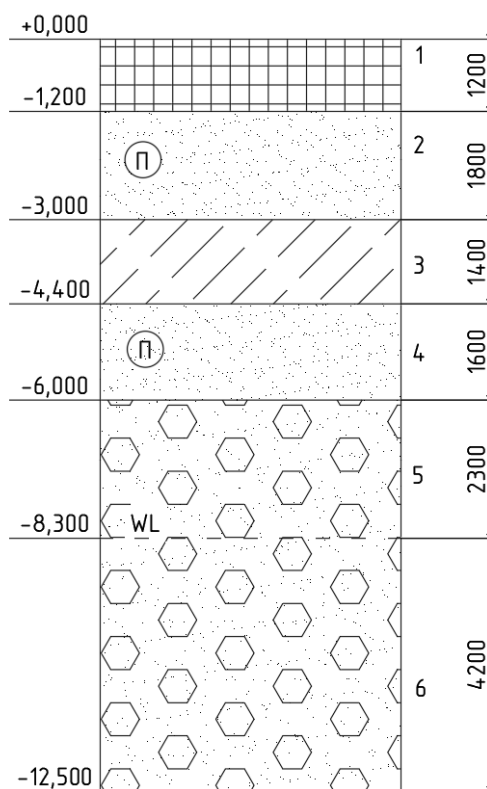


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологическая колонка

Фундамент рассчитывается на основе геологической колонки, который состоит из:

- 1 слой – плодородный слой;
- 2 слой – песок пылеватый;
- 3 слой – супесь твердая;
- 4 слой – песок пылеватый;
- 5 слой – галечниковый грунт с заполнителем из песка средней крупности.

Нормативная глубина сезонного промерзания $d_{fn} = 3,1$ м.

Физико-механические характеристики грунтов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Физико-механические характеристики грунтов

Наименование	h, м	Плотность, т/м ³			Удельный вес, кН/м ³	Влажность			e	S _r	I _L	I _p	c, кПа	φ, град	E, МПа	R ₀ , кПа
		ρ	ρ _d	ρ _s		γ	W	W _L								
Плодородный слой	1,2	1,5	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Песок пылеватый, рыхлый, маловлажный	1,8	1,53	1,46	2,66	15,3	0,05	–	–	0,82	0,16	–	–	2	26	11	250
Супесь твердая	1,4	1,7	1,49	2,7	17	0,14	0,29	0,23	0,81	0,47	<0	0,06	13	24	10	250
Песок пылеватый, рыхлый, маловлажный	1,8	1,53	1,46	2,66	15,3	0,05	–	–	0,82	0,16	–	–	2	26	11	250
Галечный грунт с песчаным заполнителем средней крупности, маловлажный	2,3	1,8	1,62	2,7	18	0,11	–	–	0,67	0,48	–	–	1,6	41,5	45	600
Галечный грунт с песчаным заполнителем средней крупности, насыщенный водой	4,2	2,23	1,86	2,7	11,72	0,20	–	–	0,45	1	–	–	2	43	50	600

3.2 Выбор варианта фундамента

Согласно заданию на бакалаврскую работу необходимо сравнить два варианта фундаментов:

- свайный фундамент на забивных сваях;
- свайный фундамент на буронабивных сваях.

3.3 Сбор нагрузок на фундамент

Исходные данные:

Нагрузки на обрезах фундамента для расчета по несущей способности:

$N_{max} = 355$ кН; $M_{max} = 137$ кН·м, $Q_{max} = 36$ кН.

Сечение колонны - двутавр 30К2.

3.4 Проектирование свайного фундамента на забивных сваях

3.4.1 Выбор высоты ростверка и длины свай

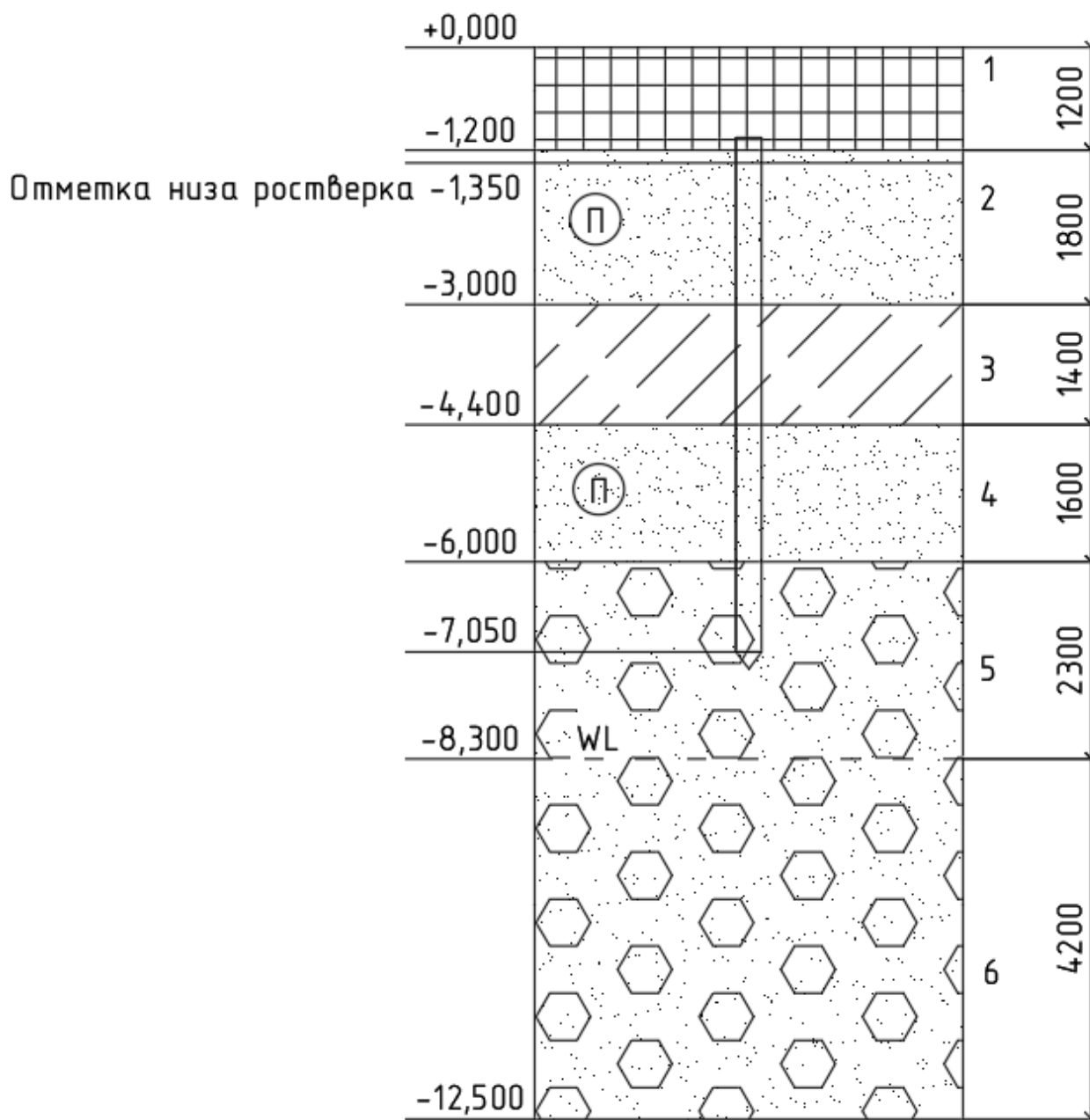


Рисунок 3.2 – Инженерно-геологическая колонка и отметки ростверка у свай

Глубину заложения ростверка d_p принимаем -1,350 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка -1,050 м. В качестве несущего слоя выбираем галечниковый грунт, залегающий с отметки -6,000 м. Принимаем сваи длиной 6 м (С60.30); отметка нижнего конца составит -7,050 м, а заглубление в галечниковый грунт -1,050 м.

Данные для расчета несущей способности сваи приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Данные для расчета несущей способности сваи.

Эскиз	Толщина слоя h_i , м	Расстояние от поверхности до середины слоя z_i , м	f_i , кПа	$f_i \times h_i$, кН
+0,000				
-1,200				
-3,000	1,65	2,175	21,7	35,81
-4,400	1,4	3,7	51,5	72,1
-6,000	1,6	5,2	29,4	47,04
-7,050	1,05	6,53	59,06	62,01
-8,300	$\sum f_i \times h_i = 216,96$ кН До острия -7,05 м; $R = 9713$ кПа			
-12,500				

3.4.2 Определение несущей способности сваи

Несущая способность сваи определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \sum (f_i \cdot h_i)), \quad (3.1)$$

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

Несущая способность сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 9713 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 216,96) = 1134,52 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле

$$N_{\text{св}} \leq F_d \gamma_0 / \gamma_n \gamma_k, \quad (3.2)$$

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

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4.

Допускаемая нагрузка на сваю, согласно расчету, составит:

$$N_{\text{св}} = 1134,52 \cdot 1,15 / 1,4 \cdot 1,15 = 810,37 \text{ кН.}$$

Принимаем ограничение допускаемой нагрузки 800 кН.

3.4.3 Определение количества свай и их размещение

Количество свай определяется по формуле

$$n = \frac{N_{\text{max}}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}}, \quad (3.3)$$

где γ_k – коэффициент надежности;

d_p – глубина заложения ростверка;

$\gamma_{\text{ср}}$ – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах;

$g_{\text{св}}$ – масса сваи.

Количество свай:

$$n = \frac{355}{800 - 0,9 \cdot 1,35 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,38} = 0,47 \text{ шт.}$$

Для несущей колонны принимаем 3 сваи. Для стоек фахверка по осям Б, А/1, 1 и 10, воспринимающих нагрузку только от стеновых панелей принимаем 2 сваи. Схема расположения свай представлена на рисунке 3.3.

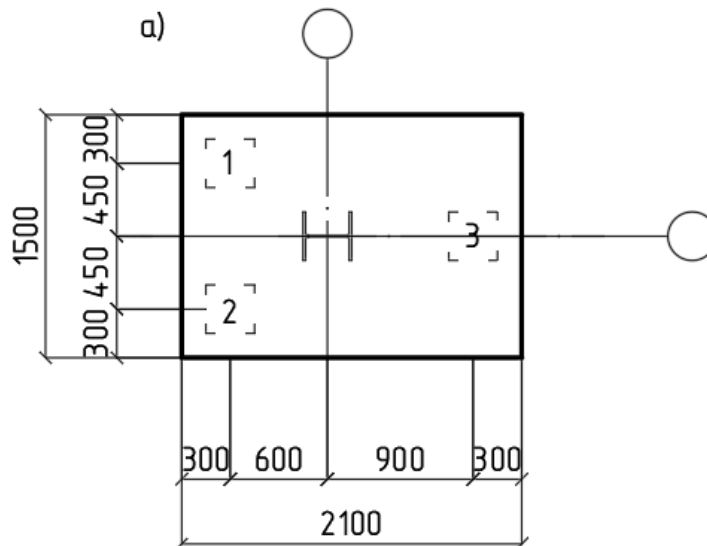


Рисунок 3.3 - Схема расположения свай

3.4.4 Расчёт ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости x ростверка, определяется по формуле

$$M_{xi} = \Sigma N_{св} \cdot x_i, \quad (3.4)$$

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

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

Момент, возникающий в плоскости y ростверка, определяется по формуле

$$M_{yi} = \Sigma N_{св} \cdot y_i, \quad (3.5)$$

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

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.6)$$

где M_i – величина момента в сечении;

ξ – коэффициент, зависящий от α_m ;

h_{0i} – рабочая высота каждого сечения;

R_s – расчетное сопротивление арматуры.

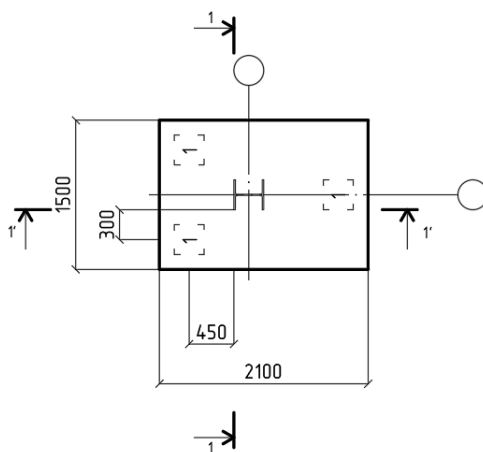


Рисунок 3.4 – Схема к расчету ростверка на изгиб

Коэффициент α_m определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (3.7)$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения.

Расчеты сводим в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчеты арматуры

Сечения	b_i , м	Расстояние x_i, y_i , м	Момент, кН·м	α_m	ξ	h_{0i} , м	A_s , см ²
1-1	1,5	0,45	360	0,034	0,98	0,7	14,78
1'-1'	2,1	0,3	240	0,016	0,991	0,7	9,75

Конструируем сетку С–1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т. е. сетка С–1 имеет в направлении l – 11 стержней, в направлении b – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем по сортаменту – 12 мм (для 11Ø12А400 – $A_s = 12,44$ см², что больше 9,75 см²), в направлении b – 16 мм (для 8Ø16А400 – $A_s = 16,09$ см², что больше 14,78 см²). Длины стержней принимаем, соответственно, 1400 мм и 2000 мм.

3.4.5 Подбор сваебойного оборудования и назначение контрольного отказа

Выбираем для забивки свай подвесной механический молот. Отношение массы ударной части молота m_4 к массе сваи m_2 ($m_2 = 1,38$ т) должно быть не менее 1,25 (как для плотных грунтов).

Принимаем дизель-молот трубчатый С-996: $m_4 = m_1 = 1,8$ т, $m_3 = 0,2$ т, $E_d = 45,4$ кДж.

Отказ в конце забивки сваи определяется по формуле

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (3.8)$$

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

Отказ в конце забивки сваи:

$$S_a = \frac{45,4 \cdot 1500 \cdot 0,09}{1134,52 \cdot (1134,52 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{1,8 + 0,2 \cdot (1,38 + 0,2)}{1,8 + 1,38 + 0,2} = 0,002 \text{ м.}$$

Отказ находится в пределах 0,002–0,01 м, поэтому сваебойный молот (С-996) выбран верно.

3.5 Проектирование фундамента на буронабивных сваях

3.5.1 Выбор высоты ростверка и длины свай

Глубину заложения ростверка d_p принимаем -1,350 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка -1,050 м. В качестве несущего слоя выбираем галечниковый грунт, залегающий с отметки -6,000 м. Принимаем сваи длиной 6 м (С60.30); отметка нижнего конца составит -7,050 м, а заглубление в галечниковый грунт -1,050 м.

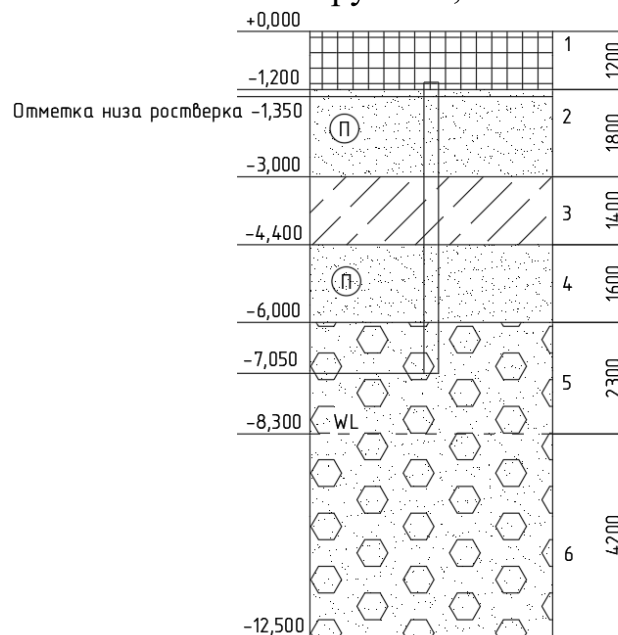


Рисунок 3.5 – Инженерно-геологическая колонка и отметки ростверка у буронабивных свай

Данные для расчета несущей способности буронабивной сваи приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Данные для расчета несущей способности буронабивной сваи

	Эскиз	Толщина слоя h_i , м	Расстояние от поверхности до середины слоя z_i , м	f_i , кПа	$f_i \times h_i$, кН
+0,000					
-1,200					
-3,000		1,65	2,175	21,7	35,81
-4,400		1,4	3,7	51,5	72,1
-6,000		1,6	5,2	29,4	47,04
-7,050	1,05	6,53	59,06	62,01	
-8,300	WL	$\Sigma f_i \times h_i = 216,96$ кН			
-12,500					

3.5.2 Определение несущей способности сваи

Несущая способность буронабивной сваи определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \Sigma (f_i \cdot h_i)), \quad (3.9)$$

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

Расчётное сопротивление R , кПа, грунта под нижним концом буронабивной сваи следует принимать по формуле 7.12 [31]

$$R = 0,75 \cdot \alpha_4 (\alpha_1 \cdot \gamma'_1 \cdot d + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma_1 \cdot h) \quad (3.10)$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 7.7 СП 24.13330.2011 в зависимости от расчётного значения угла внутреннего грунта основания;

γ_1 – расчётное значение удельного веса грунта в основании сваи, кН/м³;

γ'_1 – осреднённое (по слоям) расчётное значение удельного веса грунтов, расположенных выше нижнего конца сваи (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды), кН/м³;

d – диаметр буронабивной сваи, м;

h – глубина заложения нижнего конца сваи, м.

$$R = 0,75 \cdot \alpha_4 (\alpha_1 \cdot \gamma'_1 \cdot d + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma_1 \cdot h) = 0,75 \cdot 0,22 \cdot (163 \cdot 15,65 \cdot 0,3 + 260 \cdot 0,77 \cdot 18 \cdot 7,05) = 4318,16 \text{ кПа.}$$

Несущая способность сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 4318,16 \cdot 0,07 + 1,2 \cdot 0,94 \cdot 216,96) = 547 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле

$$N_{св} \leq F_d / \gamma_k, \quad (3.11)$$

где $N_{св}$ – расчетная нагрузка на сваю от здания;

F_d – несущая способность свай;

γ_k – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4.

Допускаемая нагрузка на сваю согласно расчету составит:

$$N_{св} = 547 / 1,4 = 390,71 \text{ кН.}$$

Несущая способность буронабивной сваи по материалу при армировании сваи 4Ø14 А400 и классе бетона по прочности В12,5 определяется по формуле:

$$F_{dm} = \gamma_{B3} \cdot \gamma_{B5} \cdot \gamma_{св} \cdot R_B \cdot A_B + \gamma_S \cdot R_S \cdot A_S, \quad (3.12)$$

где γ_{B3} – коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении. Принимаем равным 0,85;

γ_{B5} – коэффициент условий работы, принимаемый для свай Ø300 мм и более 1,0;

γ_{CB} - коэффициент, учитывающий влияние способа производства свайных работ. Принимаем равным 0,8;

R_B - расчётное сопротивление бетона сжатию, кПа;

A_B - площадь поперечного сечения сваи, м²;

R_S - расчётное сопротивление арматуры, кПа;

γ_S - коэффициент условий работы арматуры. Принимаем равным 1;

A_S - площадь поперечного сечения арматуры, м².

$$F_{dm} = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 6000 \cdot 0,07 + 1,0 \cdot 350000 \cdot 0,000452 = 443,8 \text{ кН.}$$

Допускаемая нагрузка на сваю согласно расчету составит:

$$N_{CB} = 443,8/1,4 = 317 \text{ кН.}$$

3.5.3 Определение количества свай и их размещение

Количество свай определяется по формуле

$$n = \frac{N_{max}}{\frac{F_d}{\gamma_k}}, \quad (3.13)$$

где γ_k – коэффициент надежности;

Количество свай:

$$n = \frac{355}{369,83} = 0,96 \text{ шт.}$$

Так как использовать 1 или 2 сваи в ростверке не целесообразно, то принимаем сваи в количестве 3.

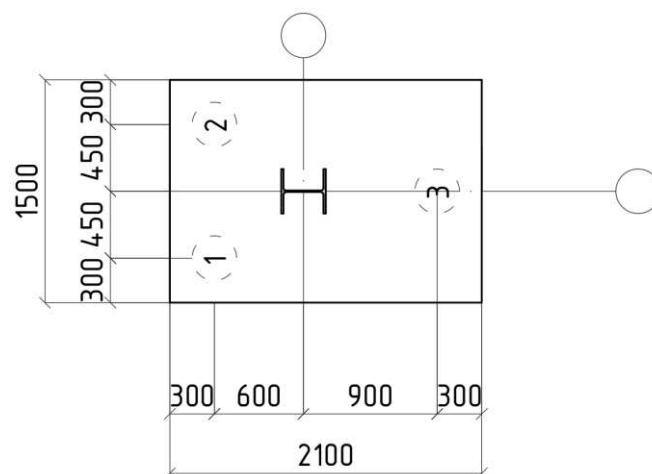


Рисунок 3.6 - Схема расположения свай

3.5.4 Расчёт ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости x ростверка, определяется по формуле

$$M_{xi} = \Sigma N_{св} \cdot x_i, \quad (3.14)$$

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

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

Момент, возникающий в плоскости y ростверка, определяется по формуле

$$M_{yi} = \Sigma N_{св} \cdot y_i, \quad (3.15)$$

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

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.16)$$

где M_i – величина момента в сечении;

ξ – коэффициент, зависящий от α_m ;

h_{0i} – рабочая высота каждого сечения;

R_s – расчетное сопротивление арматуры.

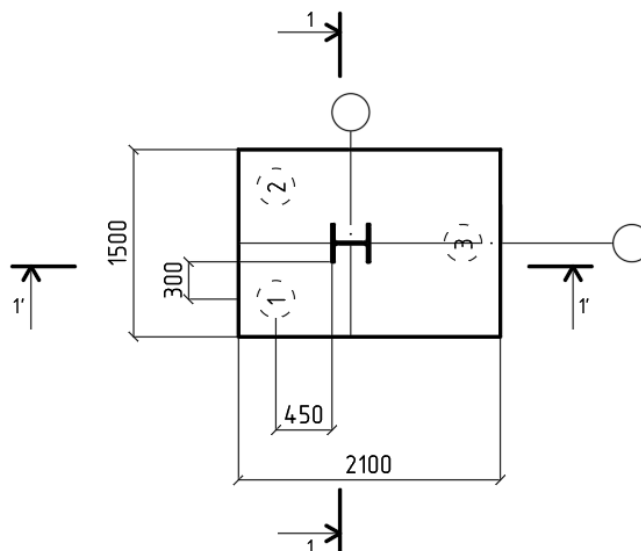


Рисунок 3.7 – Схема к расчету ростверка на изгиб

Коэффициент α_m определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (3.17)$$

где b_i – ширина сжатой зоны сечения;

Расчеты сводим в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчеты арматуры

Сечения	b_i , м	Расстояние x_i, y_i , м	Момент, кН·м	α_m	ξ	h_{0i} , м	A_s , см ²
1 – 1	1,5	0,45	285,3	0,031	0,984	0,65	12,57
1' – 1'	2,1	0,3	190,2	0,015	0,995	0,65	8,28

Конструируем сетку С–1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200 мм, т. е. сетка С–1 имеет в направлении l – 11 стержней, в направлении b – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем по сортаменту – 10 мм (для 11Ø10А400 – $A_s = 8,68$ см², что больше 8,28 см²), в направлении b – 16 мм (для 8Ø16А400 – $A_s = 16,09$ см², что больше 12,57 см²). Длины стержней принимаем, соответственно, 1400 мм и 2000 мм.

3.6 Определение объёмов работ и стоимости затрат

Таблица 3.6 - Объем работ и стоимость затрат на фундамент на забивных сваях

№ п/п	№ расц	Наименование работ	Объём		На ед-цу		На объём	
			Ед. изм.	Кол-во	Норма вр. чел-ч	Расценка, руб.	Трудоёмк., чел-ч	Сумма, руб.
1	-	Сваи ж/б С 90,30	м ³	51,3	-	7,48	-	383,72
2	5-12	Забивка свай в грунт	м ³	76,85	3,3	22,2	253,61	1706,07
3	5-22	Наращивание свай	стык	219	1,7	1,9	372,3	416,1
4	5-31	Срубка свай	свая	219	0,9	1,19	197,1	260,61
5	6-1	Устройство подготовки	м ³	0,06	4,5	29,37	0,27	1,76
6	6-22	Устройство ростверка	м ³	170,8	7,48	29,37	1277,6	5016,4
7	-	Арматура ростверка	т	3,41	-	240	-	818,4
Итого								8603,06

Таблица 3.7 - Объем работ и стоимость затрат на фундамент на буронабивных сваях

№ п/п	№ расц.	Наименование работ	Объём		На ед-цу		На объём	
			Ед. изм.	Кол-во	Норма вр. чел-ч	Расценка, руб.	Трудоёмк., чел-ч	Сумма, руб.
1	5-92а	Устройство буронабивных свай	м ³	85,6	-	7,48	-	640,29

Окончание таблицы 3.7

2	-	Арматура свай	т	10,87	-	240	-	2608,8
3	-	Стекло жидкое	т	1,2	-	76,6	-	91,92
4	-	Цементный раствор	т	6,87	-	44,74	-	307,36
5	-	Трубка полиэтиленовая	км	1,56	-	480	-	748,8
6	-	Нагнетание в скважину цементного р-ра	м ³	6,75	-	24,02	-	162,14
7	6-1	Устройство подготовки	м ³	0,39	4,5	29,37	1,76	11,45
8	6- 22	Устройство ростверка	м ³	2,36	7,48	29,37	17,65	69,31
9	-	Арматура ростверка	т	0,04		240	0,00	9,60
Итого								10164,67

Исходя из сравнения двух вариантов фундаментов можно сделать вывод о том, что фундамент на забивных сваях будет более экономически выгодным вариантов, нежели фундамент на забивных сваях. Соответственно принимаем фундамент на забивных сваях с характеристиками:

Принимаем свайный фундамент из забивных свай С60.30 по серии 1.011.1-10 с глубиной заложения на отметке -7,05 м, заходящей в несущий грунт (галечниковый грунт с заполнителем из песка) на 1,050 м.

Размеры ростверка принимаем 2100x1500 мм, высота – 750 мм, глубина заложения на отметке -1,350 м.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4 Технология строительного производства

4.1 Условия осуществления строительства

Природно-климатические условия строительства:

- климатическая зона – IV;
- температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 - минус 37°C [6];
- температура наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 - минус 39°C [6];
- нормативное значение веса снегового покрова 1,35 кН/м² [23, прил. К];
- нормативное значение ветрового давления для III района 0,38 кПа [23];
- зона влажности – 3 – сухая [7];
- степень огнестойкости здания III;
- класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Сейсмичность участка, используемого для проектирования, равна 7 баллам.

Опасных природных геологических и климатических условий, как: оползни, сели, лавины, карсты и т.п. на площадке строительства не выявлено.

Нормативный срок строительства:

Нормативную продолжительность строительства цеха по производству металлоконструкций определяем по СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», раздел 24* «Местная промышленность».

Полный расчёт представлен в разделе 5.

Сведения об условиях обеспечения материалами и конструкциями, о расстояниях для их доставки, видах транспорта, о необходимых запасах материалов:

Транспортная инфраструктура вокруг объекта хорошо развита. Схема доставки материалов базируется на существующей дорожной инфраструктуре города Красноярск и временных дорогах данного проекта.

Участок строительства объекта находится вблизи городских автодорог – улице 26 Бакинских Комиссаров. Данное расположение объекта позволяет выполнять полный перечень строительного-монтажных мероприятий и доставку всех необходимых материалов на объект.

Район строительства обеспечен инженерными сетями водо-, электроснабжения и канализации.

Обеспечение строительства строительными конструкциями, материалами и полуфабрикатами предусмотрено осуществлять централизованно с

предприятий строительной индустрии, а также сети строительных магазинов города Красноярск. Расположение строительных предприятий и предприятий торговли строительными материалами позволяет вести доставку строительных материалов автотранспортом общего назначения по улицам и дорогам города на расстояние не превышающем 50 км.

Источник обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, сжатым воздухом:

Проектируемый объект будет снабжаться водой и электроэнергией от красноярского жилищно-коммунального комплекса «Энергия Сибири».

Снабжение строительной площадки предусмотрено:

- сжатым воздухом – от передвижных компрессоров;
- кислородом и ацетиленом – в баллонах (емк. баллонов 5-6 тыс.л. растворенного или сжатого газа);
- размещение склада ГСМ на строительной площадке не предусмотрено.

Состав участников строительства:

Заказчиком может выступить общество с ограниченной ответственностью "Норникель-ЕРП", управляющей организации АО "Енисейское речное пароходство".

Подрядчиком общество с ограниченной ответственностью "СИБСТРОЙСЕРВИС-С".

Данные о потребности строительной площадки в инвентарных временных зданиях и сооружениях производственного и жилищно-бытового назначения:

Для складирования строительных требуются склады материально-технические неотапливаемые и навесы под стеновые сэндвич-панели, металлические конструкции, кирпич, дверные и оконные проёмы.

Требуемые на период строительства временные помещения:

- гардеробная с помещением для обогрева и отдыха;
- душевая и умывальная;
- туалет;
- прорабская;
- КПП.

Расчет площадей складов представлен в таблице 5.1.

4.2 Работы подготовительного периода

До начала строительства цеха по производству металлических конструкций необходимо провести подготовительные работы.

К ним относят:

- выполнение детальной геодезической разбивки;
- доставку сборных конструкций на строительную площадку;
- нанесение рисок установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне опорных поверхностей;
- доставка конструкций в зону монтажа;

Также сочетание прокладки временных коммуникаций с сооружением подъездов к участку и его ограждением с обустройством освещения входит в подготовительные работы на объекте строительства.

4.3 Технологическая карта

4.3.1 Область применения технологической карты на монтаж металлического каркаса

Технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса здания.

В технологической карте предусмотрены следующие виды работ:

- разгрузка металлических конструкций;
- монтаж стальных колонн;
- монтаж вертикальных связей по колоннам;
- монтаж балок покрытия и перекрытия;
- установка профилированного стального настила.

Работы по монтажу металлического каркаса здания производятся в 2 смены.

4.3.2 Общие положения

Технологическая карта разработана в соответствии

- МДС 12- 29.2006;
- СП 70.13330.2012;
- СНиП 12-04- 2002;
- СП 48.13330.2019.

4.4 Организация и технология выполнения работ

Основные работы по монтажу металлического каркаса здания склада относятся к основному периоду строительства и осуществляется в заданной проектом организации строительства технологической последовательности и делятся на подготовительные, основные и заключительные.

Основные работы:

- строповка и расстроповка конструкций;
- подъем, наводка и установка конструкций на опоры;
- выверка и временное закрепление конструкций;

- постоянное закрепление конструкций;
- антикоррозийная защита. Заключительные работы:
- уборка и восстановление обустройства территории.

В соответствии с СП 48.13330.2019 "Организация строительного производства" основанием для начала работ по монтажу металлоконструкций зданий служит «Акт технической готовности нулевого цикла (фундаментов) к монтажу». К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

Монтаж металлических конструкций осуществлять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-99, СП 53-101-98, рабочего проекта и инструкций заводов-изготовителей. Замена предусмотренных проектом конструкций и материалов допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

4.4.1 Подготовительные работы

До начала производства работ по монтажу металлических конструкций одноэтажных промышленных зданий должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- объект принят работниками монтажной организации по Акт технической готовности нулевого цикла к монтажу. К акту должны быть приложены исполнительные геодезические схемы с нанесением положения фундаментов в плане и по высоте;
- выполнить детальную геодезическую разбивку с выносом главных осей и осей устанавливаемых элементов на обноску, а также закрепление вертикальных отметок на временных реперах
- доставить сборные конструкции на строительную площадку с заводов-поставщиков, а также перевезти в пределах строительной площадки от складов к местам их установки;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания, прошедшие входной контроль;
- нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей. Риски наносятся карандашом или маркером. Недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхности конструкций
- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на

деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п.

Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки.

Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

Конструкции хранятся на открытых, спланированных площадках с покрытием из щебня или песка ($H=5...10\text{см}$) в штабелях с прокладками в том же положении, в каком они находились при перевозке.

Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышележащие конструкции не опирались на выступающие части нижележащих конструкций.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25,0 м в поперечном. Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не менее 0,2 м, чтобы избежать повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях.

Монтажные петли конструкций должны быть обращены вверх, а монтажные маркировки – в сторону прохода.

При подготовке колонн к монтажу на них наносят следующие риски: продольной оси колонны, на уровне низа колонны и верха фундамента.

Затем обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

Подготовка стропильных ферм и балок, прогонов к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- укрупнительная сборка стропильных ферм;
- прикрепление планок для опирания последующих конструкций, подлежащих монтажу;
- прикрепления по концам стропильных ферм, балок (прогонов) двух оттяжек из пенькового каната, для удержания стропильных ферм, балок (прогонов) от раскачивания при подъеме.

До начала монтажа стропильных ферм, балок и прогонов должны быть выполнены подготовительные работы по:

- монтажу, выверке и закреплению по проекту колонн и вертикальных связей по ним;
- расконсервированы метизы;
- разложены балки и прогоны в радиусе действия монтажного крана.

4.4.2 Основные работы

Комплексный процесс монтажа металлических конструкций состоит из следующих процессов и операций:

- геодезическая разбивка местоположения колонн на фундаментах;
- установка, выверка и закрепление готовых колонн на фундаментах;
- подготовка мест опирания стропильных ферм и балок;
- установка, выверка и закрепление готовых стропильных ферм и балок на опорных поверхностях;
- подготовка мест подстропильных ферм и опирания связей;
- установка, выверка и закрепление подстропильных ферм и связей на опорных поверхностях.

Стропуют колонны за верхний конец. В некоторых случаях для понижения 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 обрезаем 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. Дополнительного смещения колонны для выверки по осям и по высоте в этом случае не требуется.

Временное закрепление установленной колонны произвести с помощью монтажной оснастки (подкосов, связей, кондукторов и т.п.), типоразмер которой зависит от размеров и конструкции монтируемой колонны.

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

Колонны монтируют дифференцированным методом. Первыми монтируют пару колонн, между которыми расположены вертикальные связи, закрепляют их фундаментными болтами. Раскрепляют первую пару колонн связями, фермами и балками. Стропы снимают с колонны только после ее постоянного закрепления. Устанавливают после каждой очередной колонны стропильную ферму, балку, вертикальные связи, т.к. колонна должна быть быстро закреплена к смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Вертикальные связи должны быть установлены и закреплены согласно проекту, временное закрепление конструкции выполняют сварными и болтовыми соединениями. Сварные соединения металлоконструкций выполняются электродами типа Э42.

Геодезический контроль правильности установки колонн по вертикали осуществляют с помощью двух теодолитов, во взаимно-перпендикулярных

плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны.

После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их торцов, которые являются опорами для стропильных ферм и балок. По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки этих плоскостей. Выполняют это следующим образом. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от верха колонны или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование осуществляют по этому горизонту.

Подъем стропильной балки или фермы машинист крана начинает по команде звеньевых. При подъеме стропильной балки и фермы их положение в пространстве регулируют, удерживая стропильную балку и ферму от раскачивания, с помощью канатов-оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки стропильную балку и ферму разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника. На высоте около 0,6 м над местом опирания стропильную балку и ферму принимают двое других монтажников (находящиеся на монтажных площадках, прикрепленных к колоннам). Наводят их, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси стропильной балки и фермы, с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении стропильную балку и ферму при необходимости смещают ломом без их подъема, а для смещения стропильной балки и фермы в продольном направлении их предварительно поднимают. После монтажа очередной стропильной балки и фермы монтируют 3-4 прогона, необходимые для обеспечения устойчивости и их расстроповки. Оси подкрановых балок выверяют теодолитом, а высоты при помощи нивелира и рулетки.

После монтажа стропильных балок и ферм монтируют горизонтальные связи.

Далее проводятся сварочные и антикоррозионные работы.

4.4.3 Заключительные работы

После завершения основных работ очистить строительную площадку от строительного мусора, снять ограждения и предупредительные знаки опасных зон. Убрать с территории технологическое оборудование, оснастку и инструменты.

Передать подрядчику исполнительную и техническую документацию на выполненные работы.

4.5 Требование к качеству работ

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

- СП 48.13330.2019. Организация строительного производства;
- СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции;
- ГОСТ 26433.2-94 "Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений".

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажно-сборочные работы подвергнуть контролю 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.

1. Металлические конструкции, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

2. В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба, в соответствии со «Схемой операционного контроля качества монтажа конструкций».

3. По окончании монтажа конструкций производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

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

4. Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующего производство и качество работ, должны быть занесены в «Журнал работ по монтажу строительных конструкций» и фиксируются также в «Общем журнале работ». Вся приемо-сдаточная документация должна соответствовать требованиям СП 48.13330.2019.

Контроль качества монтажа ведут с момента поступления конструкций на строительную площадку и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию.

Сварные швы проверяют внешним осмотром, выявляя неровности по высоте и ширине. По внешнему виду сварные швы должны иметь гладкую или

мелкочешуйчатую поверхность, наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва.

Для контроля механических свойств наплавленного металла и прочности сварных соединений сваривают пробные соединения, из которых вырезают образцы для испытаний.

Дефекты в сварных швах устраняют следующими способами: перерывы швов и кратеры заваривают; швы с трещинами, непроварами и другими дефектами удаляют и заваривают вновь; подрезы основного металла зачищают и заваривают.

Таблица 4.1 – Операционный контроль качества

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	2	3
Колонны		
Отклонения отметок опорных поверхностей колонны и опор от проектных	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн и опор по ряду и в пролете	3	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Смещение осей колонн и опор относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Стрела прогиба (кривизна) колонны, опоры и связей по колоннам	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Односторонний зазор между фрезерованными поверхностями в стыках колонн	0,0007 поперечного размера сечения колонны; при этом площадь контакта должна составлять не менее 65 % площади поперечного сечения	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Балки, фермы		
Отмети опорных узлов	10	Измерительный; каждый узел; журнал работ
Смещение ферм, балок ригелей с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Расстояние между осями ферм, балок, ригелей, по верхним поясам между точками закрепления	15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Отклонение симметричности установки фермы, балки, ригеля, панели перекрытия и покрыт, при длине площадки опирания >50 мм	10	Измерительный; каждый элемент; журнал работ

4.6 Потребность в материально-технических ресурсах

Перечень элементов для производства монтажных работ:

- стальные колонны – 48 шт;
- металлические фермы – 9 шт;
- связи вертикальные – 70 шт;
- стальные прогоны – 114 шт ;
- профилированный настил – 1713 м²;
- горизонтальные связи – 157 шт.

4.7 Грузозахватные средства монтажа

Для подбора грузозахватных приспособлений пользуемся каталогом средств монтажа и ГОСТом 25573-82 «Стропы грузовые канатные для строительства». Для каждого монтируемого элемента выбран комплект однотипной монтажной оснастки, принятый по большей грузоподъемности.

Грузозахватные средства и схемы строповки конструкции представлены на листе 6 графической части.

4.8 Подбор крана для производства работ

Монтажные характеристики (монтажная масса M_m , монтажная высота крюка H_k , монтажный вылет крюка l_k и минимально необходимая длина стрелы L_s) определяются отдельно для каждой группы элементов (колонным, фермы, подкрановой балки и т.п.), причем для расчетов выбираются элементы с наибольшей массой, наиболее удаленные от крана и высокорасположенные.

Монтажная масса

$$M_m = M_э + M_г = 1,2 + 0,095 = 1,295 \text{ т} \quad (4.1)$$

где $M_э$ – масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$M_г$ – масса грузозахватных и вспомогательных устройств (траверсы, стропы, кондукторы, лестницы и т.д.), установленных на элементе до его подъема, т.

Монтажная высота подъема крюка:

$$H_k = h_0 + h_з + h_э + h_г = 0 + 0,5 + 11,6 + 1,5 = 13,6 \text{ м} , \quad (4.2)$$

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

$h_з$ – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности равным 0,3 – 0,5 м;

h_3 – высота элемента в положении подъема, м;
 h_r – высота грузозахватного устройства (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана), м

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_c^c = H_k + h_{\pi} = 13,6 + 2 = 15,6 \text{ м} \quad (4.3)$$

Монтажный вылет крюка:

$$l_k = \frac{(b+b_1+b_2)(H_c^c-h_{\text{ш}})}{h_r+h_{\pi}} + b_3 = \frac{(0,5+0,18+0,5)(15,6-2)}{2+1,5} + 2 = 8,99 \quad (4.4)$$

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

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;

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

$h_{\text{ш}}$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота (пяты) стрелы, м.

В расчетах следует предварительно задаваться размерами характеристик грузоподъемных механизмов ($h_{\pi} = 2,0\text{м}$, $b_2 = 0,5\text{м}$, $h_{\text{ш}} = 2,0\text{м}$, $b_3 = 2,0\text{м}$).

Необходимая наименьшая длина стрелы:

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{\text{ш}})^2} \quad (4.5)$$

$$L_c = \sqrt{(8,99 - 2)^2 + (15,6 - 2)^2} = 15,29\text{м}$$

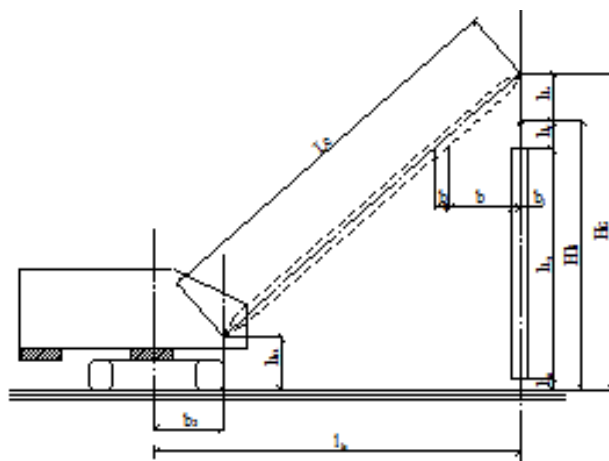


Рисунок 4.1 –Схема подбора крана для монтажа колонн

Принимаем кран гусеничный СКГ63/100 с характеристиками: $l_c=25,7$ м, $l_k=21$ м, $Q=7,4$ т, $H_c=17,3$ м.

Таблица 4.2 – Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Монтаж металлического каркаса здания	Кран СКГ-63	$Q = 7,4$ т.	1
Выверка конструкций	Нивелир НИ-3		2
Выверка конструкций	Теодолит ЗТКП2		2
Монтаж конструкций	Домкрат реечный ДР-5		2
Монтаж конструкций	Автогидроподъемник ВС 222-1		2
Монтаж конструкций	Дрель электрическая реверсная с регулировкой скорости оборотов		2
Монтаж конструкций	Дрель электрическая со сменными насадками		2
Монтаж конструкций	Гайковерт электрический		2
Сварочные работы	Сварочный выпрямитель ВД-306		2

Таблица 4.3–Перечень технологической оснастки и инвентаря

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Подача материалов	Строп УСК2-1,0 ХЛ/2500	$Q=16$ т	1
Подача материалов	Строп 4СК10-4	$Q=16$ т	2
Подача материалов	Строп 2СТ10-4	$Q=16$ т	2
Подача материалов	Подстропок ВК-4-1,6	$Q=16$ т	2
Подача материалов	Подстропок ВК-4-5	$Q=16$ т	2
Подача материалов	Подстропок ВК-4-3,4	$Q=16$ т	1
Подача материалов	Оттяжки из пенькового каната		2

Окончание таблицы 4.3

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Подача материалов	Зажимы пластинчатые		2
Выверка конструкций	Уровни строительные УС-2		2
Выверка конструкций	Рулетка металлическая измерительная		4
Выверка конструкций	Отвес стальной строительный		2
Выверка конструкций	Рейка	3м	2
Перемещение материалов	Переноски для электроинструмента		5
Монтаж конструкций	Леса строительные		1
Монтаж конструкций	Инвентарная винтовая стяжка		2
Монтаж конструкций	Лом стальной монтажный		4
Монтаж конструкций	Жилеты оранжевые		18
Монтаж конструкций	Каски строительные		18
Монтаж конструкций	Клещевое грузозахватное приспособление 1МВ1-1,0		2
Монтаж конструкций	Струбцина		2
Монтаж конструкций	Набор ключей		2
Сварочные работы	Кабель сварочный КГ1х25		150 м

4.9 Техника безопасности и охрана труда

В соответствии со СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве», часть 2, в участок выполнения работы, не допускается выполнение других работ и перемещения других лиц.

При строительстве зданий и сооружений запрещено:

- выполнение работ, связанных с нахождением людей в одной захватке на этажах, над которыми производится перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций;
- не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций до установки их в проектное положение;

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания гибкими оттяжками.

Строповку конструкций и оборудования необходимо производить средствами, допущенными СНиП 12-03-2001 («Безопасность труда в строительстве», часть 1. Общие требования).

Запрещается подъем строительных конструкций, не имеющих монтажных петель, отверстий, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж.

При перемещении конструкций расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали - не менее 0,5 м.

Во время перерывов в работе не допускается оставлять элементы конструкций на весу.

Расстроповку элементов конструкций, смонтированных в проектное положение, производить после постоянного или временного их закрепления согласно проекту производства работ.

До окончания выверки и надежного закрепления установленных элементов не допускается опирание на них вышерасположенных конструкций, если это не предусмотрено проектом производства работ.

Рабочие места и проходы к ним на высоте 1,3 м и более и расстояний менее 2 м от границы перепада по высоте должны быть ограждены временными ограждениями.

При невозможности устройства этих ограждений работы на высоте должны выполняться с использованием предохранительных поясов

Эксплуатация строительных машин, включая техническое обслуживание, должна осуществляться в соответствии с требованиями инструкций завода-изготовителя.

Эксплуатация грузоподъемных машин должна производиться с учётом требований "Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов", утвержденных Госгортехнадзором России. Средства подмащивания должны иметь ровные рабочие настилы с зазором между досками не более 5 мм, а при расположении настила на высоте 1,3 м и более - ограждения и бортовые элементы.

Грузовые крюки грузозахватных средств должны быть снабжены предохранительными замыкающими устройствами, предотвращающими самопроизвольное выпадение груза.

Стропы и траверсы в процессе эксплуатации должны подвергаться техническому осмотру лицом, ответственным за их исправное состояние, в сроки, установленные требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», утвержденных Госгортехнадзором России, а прочая технологическая оснастка - не реже чем через каждые 6 месяцев, если техническими условиями или инструкциями завода-изготовителя не предусмотрены другие сроки. При выполнении электросварочных и газопламенных работ необходимо выполнять требования санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов, утвержденных Минздравом.

Для подвода сварочного тока к электродержателям для дуговой сварки необходимо применять изолированные гибкие кабели, рассчитанные на

надежную работу при максимальных электрических нагрузках с учетом продолжительности цикла сварки.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки должны быть заземлены, а у сварочного трансформатора, кроме этого, необходимо соединить заземляющий болт корпуса с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод.

4.10 Техничко-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели технологической карты на общий объем работ – 1614,14 т:

- Продолжительность выполнения работ: $t_{п}=34$ дней
- Затраты труда рабочих: $T_{н.р.}=66,64$ чел.-смен

Калькуляцию составляем на основании действующих сборников ЕНиР.

Целью составления калькуляции является определение трудоемкости работ и затрат на заработную плату при монтаже отдельных элементов и комплекса работ по монтажу конструкций в целом.

Сметные расчеты затрат приведены в приложении Д.

График производства работ на монтаж каркаса здания приведён в графической части на листе 6.

Таблица 4.4 – Калькуляция трудовых затрат и машинного времени

Обоснование (ЕНиР и др. нормативные документы)	Объем работ				На ед. измерения		На объем работ	
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Состав звена	Норма времени, рабочих, чел.-час	Норма времени машин, маш.-час	Затрады труда рабочих, чел.-час	Затрады времени машин, маш.-час
§Е1-17, т.2	Выгрузка металлических конструкций	100 т	16,18	Машинист 5р-1, такелажники к 3р-2	5	2,5	80,71	40,35
§Е5-1-9, т.2	Монтаж стальных колонн	1 эл	47	Маш бр-1, констр 5р-1, 4р-1, 3р-1	3,5	0,7	164,5	32,9
§Е5-1-6, т.2	Монтаж вертикальных связей по колоннам	1 эл	70	Маш бр-1, констр 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,64	0,21	44,8	14,7

Окончание таблицы 4.4

Обоснование (ЕНиР и др. нормативные документы)	Объем работ				На ед. измерения		На объем работ	
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Состав звена	Норма времени, рабочих, чел.-час	Норма времени машин, маш.-час	Заграды труда рабочих, чел.-час	Заграды времени машин, маш.-час
§Е5-1-6, т.2	Монтаж главных и второстепенных балок	1 эл	124	Маш бр-1, констр 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	0,1	44,8	14,7
§Е5-1-6, т.2	Монтаж горизонтальных связей	1 эл	157	Маш бр-1, констр 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,64	0,21	100,48	32,97
§Е5-1-6, т.2	Установка профлиста	100 м ²	17,13	Маш бр-1, констр 5р-1, 4р-1, 3р-1	3,1	0,62	53,10	10,63
§Е2-1-6, т.2	Сварка в узлах	10 м	5,4	Электросварщик 5р-1	8,4	-	45,36	-
§Е4-1-22, т.4	Антикоррозионное покрытие сварных соединений	10 м	5,4	М. констр 4р-1	0,64	-	3,5	-
							529,61	143,94

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5 Организация строительного производства

5.1 Определение нормативной продолжительности строительства

Нормативную продолжительность строительства цеха по производству металлоконструкций определяем по СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», раздел 24* «Местная промышленность».

Согласно п.7 Общих положений СНиП 1.04.03-85*, принимается метод линейной интерполяции исходя из имеющихся в нормах мощностей 1100 м² и 4000 м² с нормами продолжительности строительства 14 и 15 месяцев.

Продолжительность строительства на единице прироста мощности равна

$$T = \frac{15-14}{4000-1100} = 0,0003 \text{ мес.} \quad (5.1)$$

Прирост мощности равен:

$$1760,9 - 1100 = 660,9 \text{ м}^2. \quad (5.2)$$

Продолжительность строительства с учетом интерполяции будет равна

$$T_p = 0,0003 \cdot 660,9 + 14 = 14,2 \text{ мес.} \quad (5.3)$$

В соответствии с п.15 Общих положений СНиП 1.04.03-85*, в районах сейсмичностью 7 баллов и выше для объектов производственного назначения применяется коэффициент $k_c = 1,05$

$$T_p = 14,2 \cdot 1,05 = 14,91 \approx 15 \text{ мес.} \quad (5.4)$$

Окончательно, продолжительность строительства цеха по производству металлоконструкций в городе Красноярске принимаем равной 15 месяцам, в том числе и подготовительный период 2 месяца.

5.2 Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания

5.2.1 Область применения стройгенплана

Объектный строительный генеральный план разработан на основной период строительства, согласно рекомендациям и требованиям СП 48.13330.2019 «Организация строительства».

Строительным генеральным планом (стройгенпланом) называют генеральный план площадки, на котором показана расстановка монтажных и

грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, возводимых и используемых в период строительства. Он предназначен для определения состава, объема и размещения объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности.

Принятые в СГП решения отвечают требованиям строительных нормативов, требованиям техники безопасности, пожарной безопасности и условиям охраны окружающей среды.

Данный строительный генеральный план разработан на период возведения надземной части здания.

5.2.2 Подбор грузоподъемных механизмов

На период возведения надземной части здания был выбран кран гусеничный СКГ63/100.

Расчет и подбор крана приведен разделе «Технология строительного производства» п.4.7.

5.2.3 Привязка грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию

Поперечную привязку самоходного крана, или минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания, определяем по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} = 4,65 + 1,0 = 5,65 \text{ м}, \quad (5.5)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус, поворотной части крана (принимают по паспортным данным крана или по справочникам);

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

5.2.4 Определение зон действия грузоподъемных механизмов

При работе грузоподъемных машин на строительной площадке, согласно РД-11-06-2007 необходимо выделить следующие зоны действия крана, опасные для людей: рабочая зона крана (зона обслуживания краном), зона перемещения груза, опасная зона работы крана.

Рабочая зона крана определяется максимальным рабочим вылетом стрелы

$$R_{\text{рз}} = l_{\text{к}} = 21,0 \text{ м}. \quad (5.6)$$

Зоной перемещения груза является пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана, и определяется как

$$R_{\Pi} = R_{max} + 0,5L_{\Gamma} = 21,0 + 0,5 \cdot 6,0 = 24,0 \text{ м}, \quad (5.7)$$

где R_{Π} – радиус зоны перемещения груза, м;
 R_{max} – максимальный рабочий вылет крюка крана, м;
 L_{Γ} – длина самой габаритной конструкции в положении подъема, ($L_{\Gamma} = 6$ м – длина сэндвич-панели).

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

Величину границы опасной зоны в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными кранами (опасная зона действия крана) 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.

$$R_{оп} = R_{рз} + 0,5B_{\Gamma} + L_{\Gamma} + X, \quad (5.8)$$

где $R_{рз}$ – рабочая зона крана, м;
 B_{Γ} – наименьший габарит перемещаемого груза, м;
 L_{Γ} – длина самой габаритной конструкции в положении подъема, м;
 X – величина отлета падающего груза с крана [34], найденная по интерполяции для высоты перемещения груза $h_0 + h_3 = 13,5 + 2,3 = 15,8$ м.

$$R_{оп} = 21,0 + 0,5 \cdot 1,19 + 6,0 + 5,74 = 33,34 \text{ м}.$$

5.2.5 Определение размера монтажной зоны

Величину границы опасной зоны вблизи строящегося здания (монтажная зона), принимают от крайней точки стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера падающего груза и минимального расстояния отлета груза при его падении согласно РД-11-06-2007

$$R_{монт} = L_{\Gamma} + X = 6 + 4,16 = 10,16 \text{ м}. \quad (5.9)$$

где L_{Γ} – наибольший габарит груза, падение которого возможно со здания, м;
 X – минимальное расстояние отлета падающего груза со здания [34], найденная по интерполяции для высоты здания 13,5 м.

5.2.6 Проектирование временных дорог и проездов

Проектирование построечных автодорог в составе стройгенплана включает разработку схем движения транспорта и расположение дорог в плане, установление опасных зон.

Для внутрипостроечных перевозок пользуются в основном автомобильным транспортом.

Так как постоянные проезды не соответствуют трассировке и габаритам, для этого устраивают временные дороги. Временные дороги – самая дорогая часть временных сооружений, стоимость временных дорог составляет 1-2 % от полной сметной стоимости строительства.

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

При трассировке дорог соблюдаться минимальные расстояния:

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

На стройгенплане условными знаками обозначены въезды (выезды) транспорта, стоянки при разгрузке, а также места установки знаков. Ширина проезжей части однополосных дорог – 3,5 м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6,5 м, длина участка уширения 18-24 м. Дорога планируется быть грунтовой профилированная. Радиус поворота дороги равен 12 м.

5.2.7 Расчет требуемых площадей складов и организации складского хозяйства

Величина норматива производственных запасов материалов, подлежащих хранению на складе, рассчитывают по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.10)$$

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

T – продолжительность расчетного периода;

$T_{\text{н}}$ – норма запаса материала, дн.;

K_1 – коэф. неравномерности поступления материала на склад (1,1);

K_2 – коэф. неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода (1,3).

Полезная площадь склада

$$F = \frac{P_{\text{скл}}}{V}, \quad (5.11)$$

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

Общая площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.12)$$

где β – коэффициент использования склада.

Склады для стеновых панелей – открытые с коэффициентом использования склада $\beta = 0,7$; склады для дверных и оконных блоков – закрытые с коэффициентом использования склада $\beta = 0,7$; стальные конструкции – открытые с коэффициентом использования склада $\beta = 0,6$.

Расчет площадей складов приведен в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Расчет площадей складов

Материалы и изделия	Ед. изм.	Количество материала, укладываемого на 1 м ² площади склада V	Продолжительность расчетного периода T, дн.	Норма запаса материала T _н , дн.	Общее кол-во материала P _{общ}	Необходимый запас материала P _{скл}	Полезная площадь склада F, м ²	Общая полезная площадь склада S, м ²
Сэндвич-панели, стеновые панели (о)	м ³	0,7	16	5	330,35	147,63	210,89	301,28
Металлические балки, колонны, связи, фермы(о)	т	1	16	8	86,3	61,70	61,70	102,84
Кирпич (о)	тыс. шт.	0,75	16	5	24,91	11,13	14,84	21,20
Дверные и оконные блоки (з)	м ²	25	16	8	198,96	142,26	5,69	8,13

Итого, для возведения надземной части цеха потребуется:

- площадь открытых складов: $S_0 = 425,32 \text{ м}^2$;
- площадь закрытых складов: $S_3 = 8,13 \text{ м}^2$.

Металлоконструкции складываются согласно технологической карте. Для стеновых панелей устраиваем открытый склад. Для хранения оконных и дверных блоков, склад располагаем в строящемся здании.

5.2.8 Потребность строительства в кадрах. Расчет потребности и подбор временных административных, жилых, хозяйственных и культурно-бытовых зданий

Число работников определяем исходя из данных технологической карты на возведение надземной части и графика движения рабочих кадров.

Согласно графику движения рабочих кадров, максимальное число рабочих составляет 36 человек.

Удельный вес различных категорий работающих (рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих, пожарно-сторожевой охраны (ПСО)) зависит от показателей конкретной строительной отрасли.

Ориентировочно можно пользоваться следующими данными: рабочие – 83,9%; ИТР и служащие – 14,6%; ПСО – 1,5%; в том числе в первую смену рабочих – 70%, остальных категорий – 80%. Согласно графику движения рабочих кадров, составим таблицу потребности в рабочих кадрах.

Таблица 5.2 – Потребность в рабочих кадрах

№	Категория работающих	Удельный процент работающих	Всего работающих	Работающих в 1 смену	Работающих во 2 смену
1	Рабочие	83,9%	36	25	11
2	ИТР и служащие	14,6%	6	4	2
3	ПСО и охрана	1,5%	1	1	
ИТОГО:			43	30	14

Площадь бытового помещения определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = N \cdot F_{\text{н}}, \quad (5.13)$$

где N – численность рабочих (работающих), чел.;

$F_{\text{н}}$ – норма площади на одного рабочего (работающего), м.

Таблица 5.3 – Требуемые площади временных помещений

Наименование здания	Кол-во чел.	Площадь, м ²		Тип помещения	Площадь, м ²		Кол-во зданий
		На 1 чел.	Расчетная		Одного	Всех	
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная	36	0,7	25,2	Д-06-К	18,0	36,0	2
Помещения для обогрева и отдыха	30	0,1	3,0	Совмещена с гардеробной			
Умывальная	30	0,2	6,0	ГД-15	18,0	18,0	1
Туалет	30	0,07	2,1				
Душевая	30	0,54	16,2	ГД-15	18,0	18,0	1
Сушильная	30	0,2	6,0	Совмещена с гардеробной			
Служебные помещения							
Прорабская	4	4,8	19,2	420-130	27,0	27,0	1
КПП	1	-	-	3,0x3,0	9,0	9,0	1
ИТОГО:						108,0	6

5.2.9 Расчет потребности в электроснабжении строительной площадки

Расчет мощности, необходимой для обеспечения строительной площадки электроэнергией, производят по формуле

$$P = \alpha \cdot \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_{\text{т}}}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{\text{ов}} + \sum K_4 \cdot P_{\text{н}} \right), \quad (5.14)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

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

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

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_T – мощности, требуемые для технологических нужд, кВт;

$P_{об}$ – мощности, требуемые для наружного освещения, кВт;

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

Результаты расчета для каждого потребителя электроэнергии сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет электроэнергии

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Коэф. спроса K_c	Требуемая мощность, кВт
Силовые потребители					
Сварочный аппарат	шт.	2	20	0,35	14,0
Компрессор	шт.	2	4,5	0,7	6,3
Внутреннее освещение					
Канторские и бытовые помещения	м ²	72,0	0,015	0,8	0,86
Душевые и уборные	м ²	36,0	0,003	0,8	0,09
Закрытые склады	м ²	8,13	0,015	0,8	0,10
Открытые склады	м ²	425,32	0,003	0,8	1,02
Наружное освещение					
Территория строительства	м ²	11235	0,0002	1	2,25
Освещение главных проходов и проездов	км	0,390	5	1	1,95
ИТОГО:					26,57

Мощность, необходимая для обеспечения строительной площадки электроэнергией

$$P = 1,1 \cdot 26,57 = 29,23 \text{ кВт.} \quad (5.15)$$

Согласно расчетам, выбираем комплектную трансформаторную подстанцию СКТП-100 – мощностью 100 кВт и размерами в плане 3,05x1,55 м.

Электроснабжение строительной площадки, расчет освещения:

Расстановка источников освещения производится с учетом особенностей территории. Число прожекторов определяют по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_d} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 11235}{500} = 11,24 \approx 12, \quad (5.16)$$

где P – удельная мощность, Вт/м² (для освещения используются прожекторы типа ПЗС-35 $P = 0,25 - 0,4$ Вт/м²лк);

E – освещенность, лк;

S – площадь, подлежащая освещению, м²;

$P_{л}$ – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35, $P_{л} = 500$ Вт).

Таким образом, для освещения строительной площадки требуется 12 прожекторов типа ПЗС-35.

5.2.10 Расчет потребности во временном водоснабжении строительства

Суммарный расход воды, л/с, определяем по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз.-быт.}} + Q_{\text{пож}}, \quad (5.17)$$

где $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{хоз.-быт.}}$, $Q_{\text{пож}}$ – расход воды, л/с, соответственно на производство, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды.

Расход воды на производственные нужды находим по формуле

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \cdot \frac{q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{t \cdot 3600} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 1 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,03 \text{ л/с}, \quad (5.18)$$

где $q_{\text{п}} = 500$ л – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

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

$K_{\text{ч}} = 1,5$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей;

$t = 8$ – количество часов потребления в смену (сутки);

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

Расход воды на хозяйственно бытовые нужды складывается из затрат на хозяйственно-питьевые потребности и на душевые установки

$$Q_{\text{хоз.-быт.}} = Q_{\text{х-п.}} + Q_{\text{душ.}}, \quad (5.19)$$

$$Q_{\text{х-п.}} = \frac{N_{\text{Макс}}^{\text{см}} \cdot q_{\text{з}} \cdot K_{\text{ч}}}{8 \cdot 3600} = \frac{30 \cdot 2,5 \cdot 2,0}{8 \cdot 3600} = 0,05 \text{ л/с}, \quad (5.20)$$

где $N_{\text{Макс}}^{\text{см}}$ – максимальное количество рабочих в смену, чел., принимаемое по графику движения рабочих;

$K_{\text{ч}} = 2,0$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей;

q_3 – норма потребления воды на 1 человека в смену, л. Для неканализованных площадок $q_3 = 10 - 15$ л, для канализованных $q_3 = 25 - 30$ л.

$$Q_{\text{душ.}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot q_4}{t_{\text{душ}} \cdot 3600} = \frac{(30 \cdot 0,8) \cdot 30}{0,75 \cdot 3600} = 0,26 \text{ л/с}, \quad (5.21)$$

где q_4 – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем, равная 30 л;

$N_{\text{д}}$ – численность рабочих, пользующихся душем (до 80% $N_{\text{макс.}}^{\text{см}}$);

$t_{\text{душ}}$ – продолжительность пользования душем, принимаем 45 мин.

$$Q_{\text{хоз.-быт.}} = 0,05 + 0,26 = 0,31 \text{ л/с}.$$

Расход воды на пожарные нужды примем 20 л/с, опираясь на то, что площадь строительной площадки до 10 Га.

Ввиду того, что во время пожара резко сокращается или приостанавливается полностью использование воды на производственные и хозяйственные нужды, ее расчетный расход принимают равным:

$$Q_{\text{расч.}} = Q_{\text{пож}} + 0,5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз.-быт.}}) = 20 + 0,5 \cdot (0,03 + 0,31) = 20,17 \text{ л/с}, \quad (5.22)$$

По расчетному расходу воды определим диаметр магистрального ввода временного водопровода

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{расч.}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20,17 \cdot 1000}{\pi \cdot 1,5}} = 130,85 \text{ мм}, \quad (5.23)$$

где $Q_{\text{расч.}}$ – расчетный расход воды, л/с;

v – скорость движения воды по трубам, принимаем $v = 1,5$ м/с.

По ГОСТ 32415-2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» принимаем диаметр магистрального ввода $D = 140$ мм.

5.2.11 Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене

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

$$Q_{\text{сж}} = 1,1 \cdot \sum q_i \cdot n_i \cdot K_i, \quad (5.24)$$

где 1,1- коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах;
 q_i – расход сжатого воздуха соответствующим механизмом, м³/мин;
 n_i – количество однородных механизмов;
 K_i – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов.

Таблица 5.5 – Потребность в сжатом воздухе

Работа, аппаратура и инструменты	Ед. изм.	Кол-во	Расход сжатого воздуха на ед. изм. q_i , м ³ /мин	Коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов, K_i	Расход воздуха на весь объем, м ³ /мин
Сварочная горелка	шт.	7	1	0,8	5,6

$$Q_{сж} = 1,1 \cdot 5,6 = 6,16 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Применяем стационарные компрессорные установки.

Кислород и ацетилен поставляют на объекты в стальных баллонах и хранят в закрытых складах, обеспечивая защиту баллонов от перегрева.

5.2.12 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

При производстве работ необходимо руководствоваться СП 12-136-2002 «Безопасность труда в строительстве», «Правилам пожарной безопасности в Российской Федерации» утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года N 1479 и другими правилами и нормативными документами по охране труда и технике безопасности, утвержденными и согласованными в установленном порядке органами государственного управления и надзора, в том числе Минстроем России.

Грузоподъемные работы выполнять в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

На территории строительной площадки находятся только временные здания и сооружения.

Монтаж временных сетей электроснабжения должен выполняться с соблюдением требований «Правил устройства электроустановок», СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства» и инструкциями по отдельным видам работ.

Работы по выносу водопровода выполнить с соблюдением требований СП 129.13330.2019 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».

Внутриплощадочные проходы и проезды, размещение и складирование конструкций, материалов, изделий, а также временных зданий (помещений) и сооружений, инженерных сетей, путей транспортирования оборудования и конструкций следует выполнять в соответствии стройгенплану с соблюдением

требований) СП 12-136-2002 «Безопасность труда в строительстве». Решения по охране труда и промышленной безопасности в ПОС и ППР».

На территории строительства опасные для движения зоны следует ограждать или выставлять на их границах предупредительные знаки, должны быть установлены указатели проездов и проходов по ОДМ 218.6.019-2016 Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ. Скорость движения автотранспорта на строящемся объекте не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах в рабочих зонах кранов 5 км/ч.

Необходимо обеспечить строительную площадку освещением по ГОСТ 12.1.046-2014 «Нормы освещения строительных площадок» (не менее 10лк), санитарно-бытовыми помещениями инвентарного типа с привозной питьевой водой в емкостях, соответствующих всем санитарным нормам.

Для обеспечения создания оптимальных условий труда и трудового процесса при организации и проведении строительных работ, снижения риска нарушения здоровья работающих, а также населения, проживающего в зоне влияния строительного производства необходимо соблюдать требования СанПин 2.2.3.1984-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства».

Для оказания первой медицинской помощи строительные бригады должны быть снабжены на местах аптечками с набором необходимых медикаментов. Строительную площадку обеспечить мобильной связью.

Все лица, находящиеся на строительной площадке и на рабочих местах при строительстве должны быть обеспечены защитными средствами в соответствии с отраслевыми нормами.

5.2.13 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов

При строительстве учитывать требования СанПин 2.1.6.575-96 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест. Санитарные правила и нормы».

Основным мероприятием, ограничивающим отрицательное воздействие на окружающую среду, является применение только технически исправной техники с отрегулированной топливной аппаратурой, обеспечивающей минимально возможный выброс углеводородных соединений, а также применение новой техники, более совершенной в экологическом отношении и снабженной катализаторами выхлопных газов. Кроме того, для максимального сокращения выбросов пылящих материалов (при производстве земляных работ) производится их регулярный полив технической водой.

При выполнении работ предусматривается выполнение мероприятий по охране окружающей природной среды на всех этапах производства работ:

- строительство ведется частично по методу «с колес»;
- проектом предусмотрено кратковременное складирование материалов и конструкций на территории строительной площадки;

- не предусмотрена стоянка строительных машин, по окончании смены строительные машины возвращаются к месту постоянной дислокации, в гаражи предприятия подрядчика, где производится их мойка, ремонт и отстой;
 - проектом не предусмотрен выпуск воды со стройплощадки непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва;
 - оборудование под стационарными механизмами (электростанция, компрессорная и т.п.) специальных поддонов, исключающих попадание топлива и масел в грунт;
 - применение на стройплощадке контейнеров для сбора строительного мусора, а также биотуалетов, с регулярным вывозом стоков в очистные сооружения;
 - проезд строительной техники только по установленным проездам;
 - заправка строительной техники из автозаправщиков, оборудованных исправными заправочными пистолетами или на ближайших действующих АЗС;
 - вывоз контейнеров с бытовым мусором по мере их наполнения производится в места, специально отведенные для этих целей местным – ПТБО;
 - полив территории в летний период технической водой, для исключения образования пыли;
 - по завершении работ предусмотрена разборка всех временных сооружений;
 - использование на строительстве исправных механизмов, исключающих загрязнение окружающей природной среды выхлопными газами (в объеме превышающим предельно-допустимые концентрации) и горюче-смазочными материалами, все машины и механизмы проходят регулярный контроль.
- Для вывоза строительного мусора проектом организации строительства, предусмотрено, использование мощностей полигона вторичных ресурсов (ПТБО).

5.2.14 Расчет технико-экономических показателей стройгенплана

Таблица 5.6 – Техничко-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь территории строительной площадки	м ²	11235,0
2	Площадь под постоянными сооружениями	м ²	1818,5
3	Площадь под временными сооружениями	м ²	129,0
4	Площадь складов, в том числе:	м ²	433,45
5	- открытых складов	м ²	425,32
6	- закрытых складов	м ²	8,13
7	Протяженность временных автодорог	км	0,390
8	Протяженность электросетей	м	89,8
9	Протяженность линий водоснабжения	м	149,6
10	Протяженность канализации	м	109,4
11	Протяженность ограждения строительной площадки	м	424,0

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

6 Экономика строительства

6.1 Технико-экономическое обоснование строительства объекта

Красноярский край является одним из наиболее индустриально развитых регионов России. Благодаря уникальным природным ресурсам в регионе развиты многие виды промышленной деятельности.

Он устойчиво входит в первую десятку субъектов Российской Федерации по производству валового регионального продукта (ВРП). Подавляющую часть ВРП края даёт именно промышленность, в частности, такие отрасли, как цветная металлургия, электроэнергетика, горнодобывающая и химическая промышленность, лесодобыча и лесопереработка.

Данные по объёму выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий» по Красноярскому краю представлены в таблице 6.1 и на рисунке 6.1.

Таблица 6.1 - Объём выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий» по Красноярскому краю

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Период		
			2017	2018	2019
1	Производство металлургическое	млн. руб.	715933,8	886958,0	1211115,0
2	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	млн. руб.	22469,7	22144,1	20005,2

Проанализировав данные, можно сделать вывод о том, что металлургическое производство в Красноярском крае стремительно развивается. За последние 3 года его объем увеличился от 715933,8 до 1211115,0 млн. руб. В то время как объём производства готовых металлических конструкций по сравнению с 2017 годом снизился с 22469,7 до 20005,2 млн. руб.

Поэтому создание новых производственных мощностей при постоянно растущих показателях добычи металла и стремительном развитии металлургического производства будет актуально и экономически выгодно.

Металлические конструкции обладают рядом неоспоримых преимуществ: надёжность, прочность, лёгкость, непроницаемость, удобство транспортировки и монтажа, удобство в эксплуатации и ремонте. Их изготавливают на специализированных заводах и цехах, возведенных в соответствии с требованиями действующих технических регламентов, нормативных документов и оснащенных современным оборудованием.

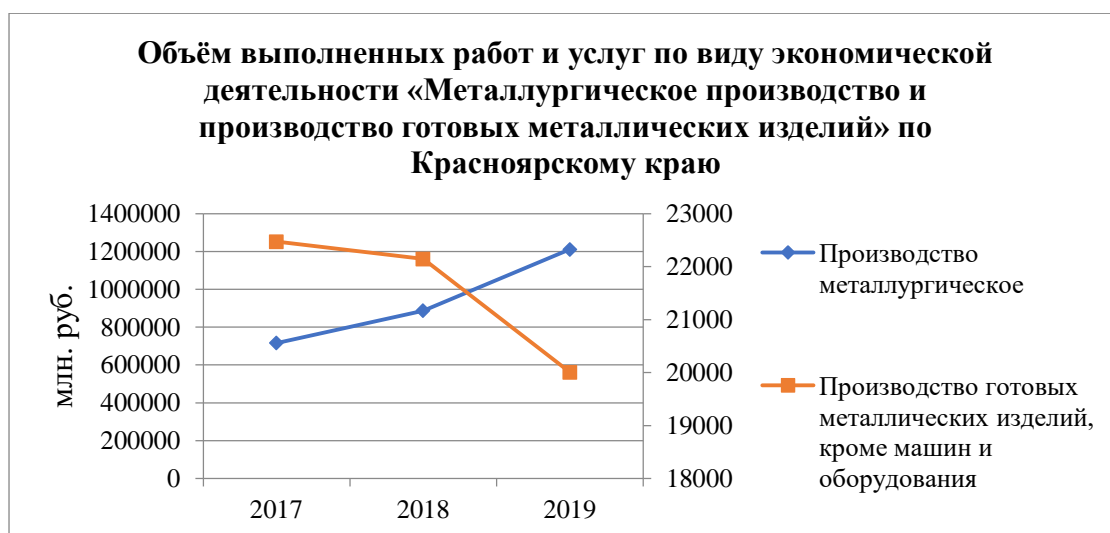


Рисунок 6.1 – График объёма выполненных работ и услуг по виду экономической деятельности «Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий» по Красноярскому краю

Основным объектом данного проекта является цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства, в роли главного потребителя продукции которого сможет выступить ОАО «Красноярский судоремонтный центр» - предприятие, специализирующееся на техническом и хозяйственном обслуживании речных судов и являющееся филиалом АО «Енисейское речное пароходство».

Енисейское пароходство обладает самым мощным в регионе буксирным, сухогрузным, танкерным флотом и парком несамоходных судов. На судоремонтных предприятиях Енисейского речного пароходства (дочерняя компания Норникеля) ежегодно проходит ремонтная кампания. Весь флот рабочего ядра предприятия проходит текущий и средний ремонт. Объем финансовых средств на подготовку флота к навигационному сезону 2021 года составит порядка 400 млн. рублей. Это свидетельствует о постоянной потребности в продукции цехов по производству металлоконструкций.

Самым выгодным местоположением для данного объекта является ул. Бакинских Комиссаров, ст. 9 в г. Красноярске.

Согласно Правилам землепользования и застройки населенного пункта земельный участок относится к производственной зоне «П-2» предприятий III класса опасности [прил. А].

Территория участка имеет связь с уличной дорожной сетью посредством примыкания главных улиц города к проездам промышленной зоны. Основной вид внешнего и внутриплощадочного транспорта - автомобильный. Подъезд к проектируемому цеху по производству металлоконструкций осуществляется по внутриквартальным проездам квартала на рисунке 2 изображена схема местоположения объекта.

6.2 Составление и анализ локально сметного расчета на общестроительные работы

Локальный сметный расчет составлен на основании приказа Минстроя РФ от 4 августа 2020 г. № 421/пр.

В смете используются сборники ФЕР, а именно сборник 9 «Металлические конструкции», сборник 8 «Конструкции из кирпича и блоков» и сборник 7 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные», сборник 10 «деревянные конструкции», сборник 11 «Полы», сборник 12 «Кровли», сборник 13 «Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии».

Также применяются ФССЦ книга 01, книга 04, книга 05, книга 06, книга 07, книга 08, книга 9, книга 11, книга 12.

Расчет сметной стоимости произведен базисно - индексным методом.

Размеры накладных расходов приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда в соответствии с МДС 81-33-2004, и составляют:

- 90% для строительных металлических конструкций;
- 122% для конструкций из кирпича и блоков;
- 130% для бетонных и железобетонных сборных конструкций в промышленном строительстве;
- 120% для кровли;
- 118% для деревянных конструкций;
- 123 % для полов;
- 105 % для отделочных работ;

Размер сметной прибыли принят по видам строительных и монтажных работ по Письму № АП-5536-06 к МДС 81-25.20001 и составляет:

- 85% для строительных металлических конструкций;
- 80% для конструкций из кирпича и блоков;
- 85% бетонных и железобетонных сборных конструкций в промышленном строительстве;
- 65% для кровли;
- 63% для деревянных конструкций;
- 75 % для полов;
- 55 % для отделочных работ.

К категории лимитированных затрат относят: – средства на возведение временных зданий и сооружений – 3,4% (Приказ от 19.06.2020 №332/пр, прил.1, п. 1);

– дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время - 2,7% (ГСН 81-05-02-2007, табл. 4, п. 1.5);

– резерв на непредвиденные расходы (Приказ от 4.08.2020 №421/пр, п. 1796.) - 3%.

– ставка НДС составляет – 20% (Налоговый кодекс РФ часть 2, гл. 21).

Локальный сметный расчет приведен в приложении Б.

Проведем анализ структуры сметной стоимости устройства надземной части здания по разделам локального сметного расчета.

Стоимость общестроительных работ согласно локальному сметному расчету составила в текущих ценах 41 889 629,51 руб. Она показывает предварительную сумму денежных средств, необходимых для монтажа металлокаркаса, устройства стен, кровли, установки дверных и оконных проёмов, устройства полов и отделки в соответствии с проектными решениями. Средства на оплату труда составили 1 458 971,58 руб.

Анализ локальных сметного расчета на общестроительные работы производим путем составления диаграмм по экономическим элементам и разделам локальной сметы.

Анализ структуры сметной стоимости строительных работ по разделам локального сметного расчета приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по разделам

Разделы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Раздел 1. Металлокаркас	616 613,62	5 420 033,72	12,94%
Раздел 2. Стены	1 067 156,26	9 380 303,57	22,39%
Раздел 3. Кровля	756 347,16	6 648 291,53	15,87%
Раздел 4. Дверные проёмы	86 348,64	759 004,51	1,81%
Раздел 5. Оконные проёмы	314 728,60	2 766 464,37	6,60%
Раздел 6. Полы	463 124,24	4 070 862,07	9,72%
Раздел 7. Отделка	326 530,51	2 870 203,18	6,85%
Лимитированные затраты, всего	340 484,83	2 992 861,64	7,14%
НДС	794 266,77	6 981 604,92	16,67%
ИТОГО	4 765 600,63	41 889 629,51	100,00%

Для определения текущего уровня цен необходимо базисный уровень цен умножить на индекс изменения сметной стоимости, который приведен в письме Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09. Для прочих объектов (объектов промышленности) в Красноярском крае 1 зоне индекс изменения сметной стоимости равен 8,79.

На основании таблицы 6.2 строим диаграммы структуры локального сметного расчета по типовому распределению затрат по разделам расчета.

Из таблицы 6.2 и рисунка 6.2 видно, что наибольшая стоимость приходится на устройство стен 22,39%, а наименьшая стоимость приходится на дверные проёмы – 1,81% от общей стоимости работ по разделам.

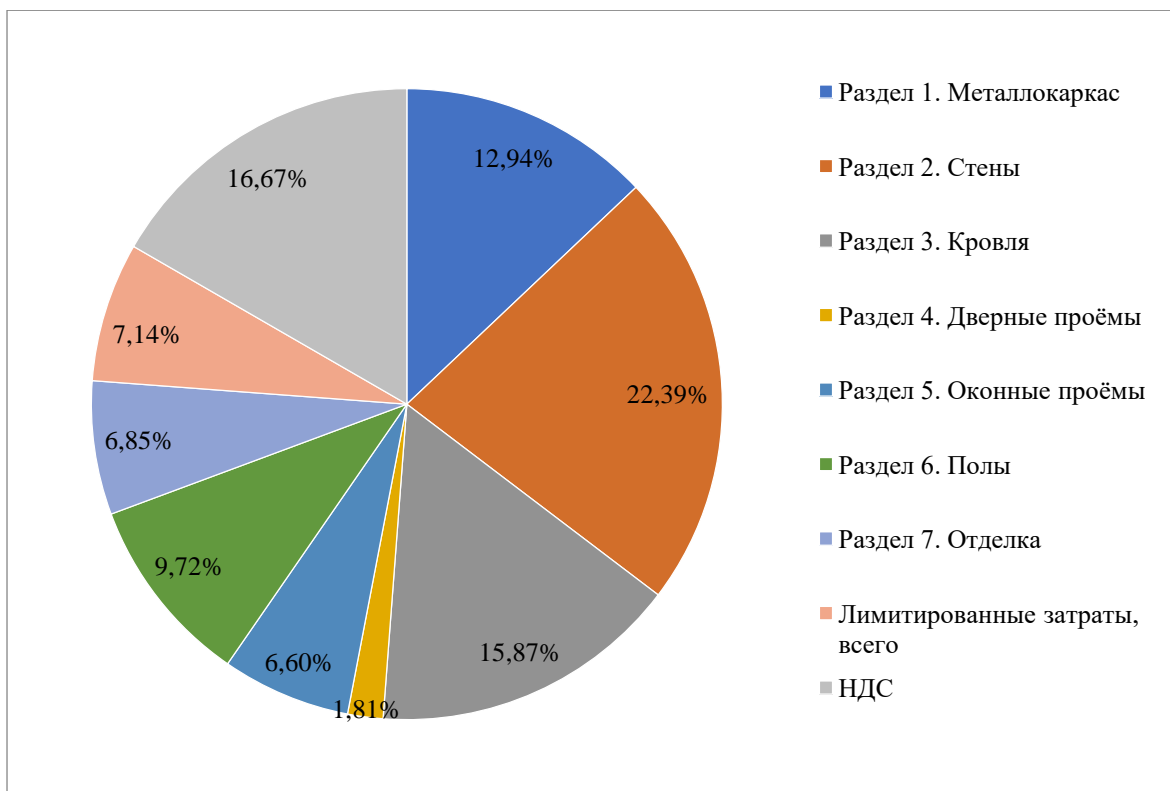


Рисунок 6.2 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по разделам, %

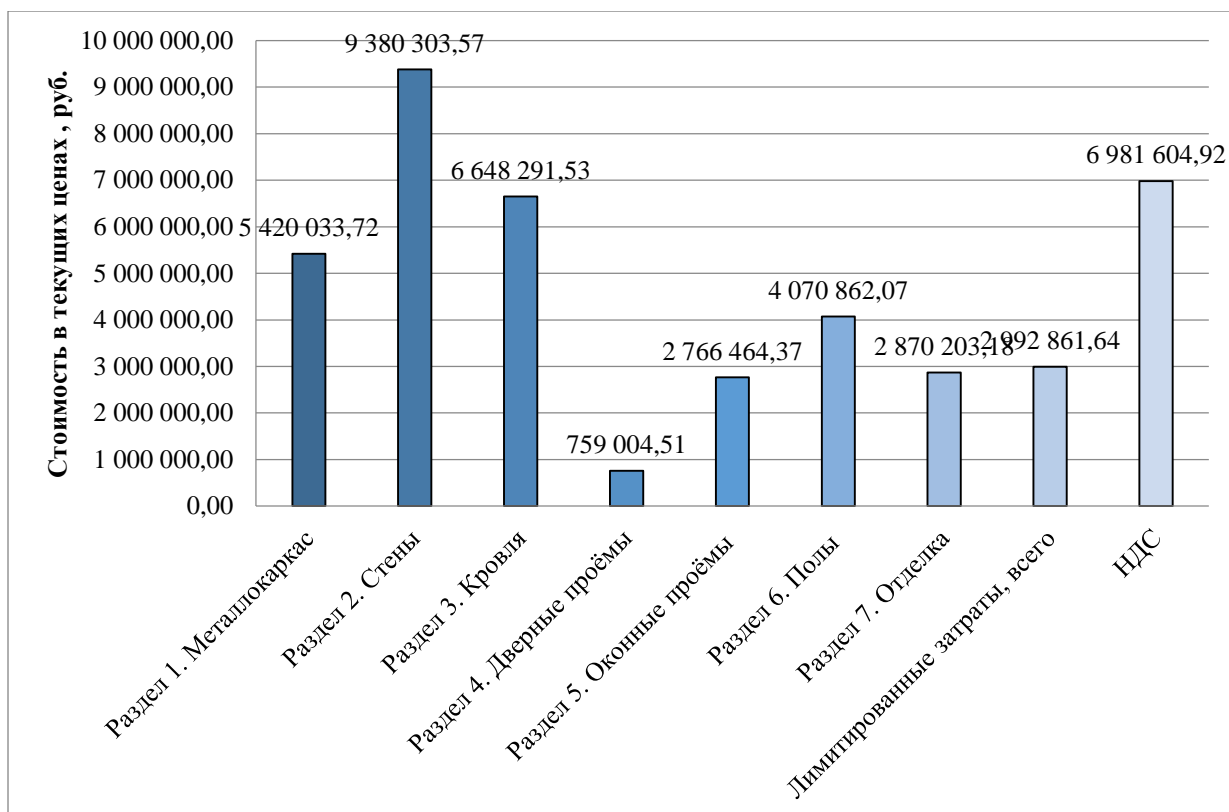


Рисунок 6.3 – Гистограмма отображения уровня сметной стоимости различных разделов

Анализируя таблицу 6.2 и гистограмму на рисунке 6.3, делаем вывод, что наибольшую долю в стоимости локального сметного расчета занимает раздел «Стены» - 9 380 303,57 руб., наименьшую долю «Дверные проемы» - 759 004,51руб.

Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам приведена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам

Разделы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты, всего	3 380 948,67	29 718 538,79	70,94%
в том числе:			
- материалы	3 019 530,85	26 541 676,15	63,36%
- эксплуатация машин	195 436,98	1 717 891,05	4,10%
- оплата труда рабочих	165 980,84	1 458 971,58	3,48%
Накладные расходы	138 721,58	1 219 362,69	2,91%
Сметная прибыль	111 178,78	977 261,48	2,33%
Лимитированные затраты, всего	340 484,83	2 992 861,64	7,14%
НДС	794 266,77	6 981 604,92	16,67%
ИТОГО	4 765 600,63	41 889 629,51	100,00%

На основе таблицы 6.3 построим диаграммы структуры сметной стоимости общестроительных работ по типовому распределению затрат и составных элементов.

По диаграмме (рис. 6.4) делаем вывод, что основные средства от стоимости работ приходятся на материалы 63,36 %, на сметную прибыль приходится наименьшее количество денежных средств 2,33% от общей стоимости работ.

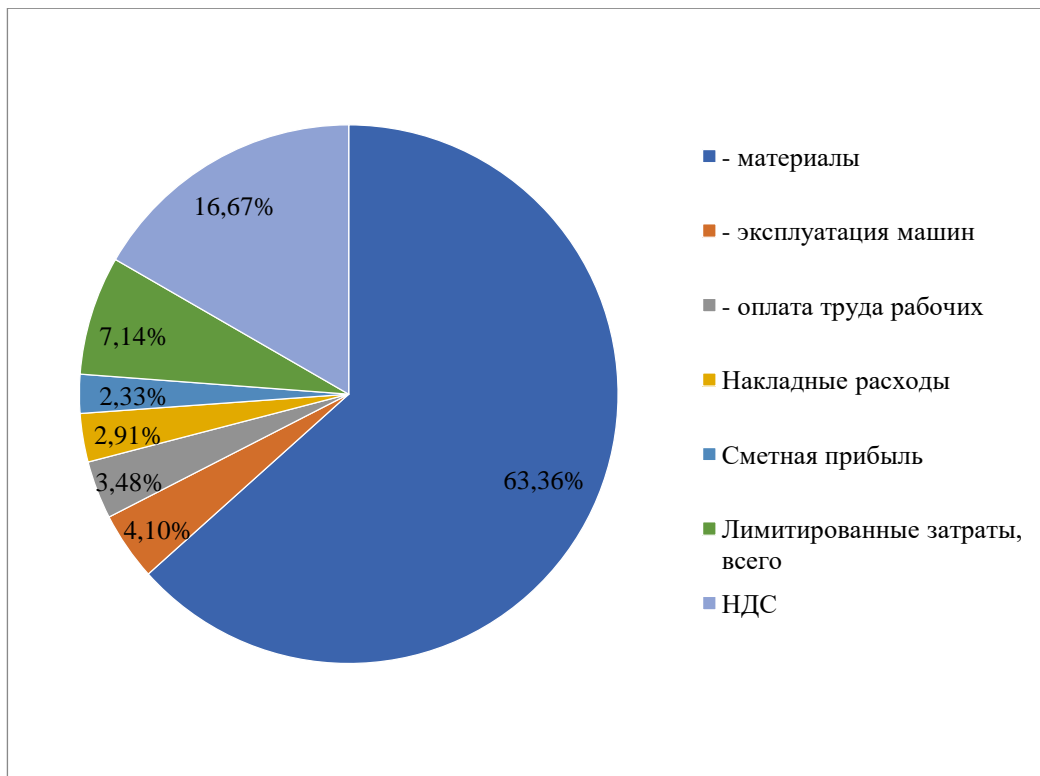


Рисунок 6.4 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам, %

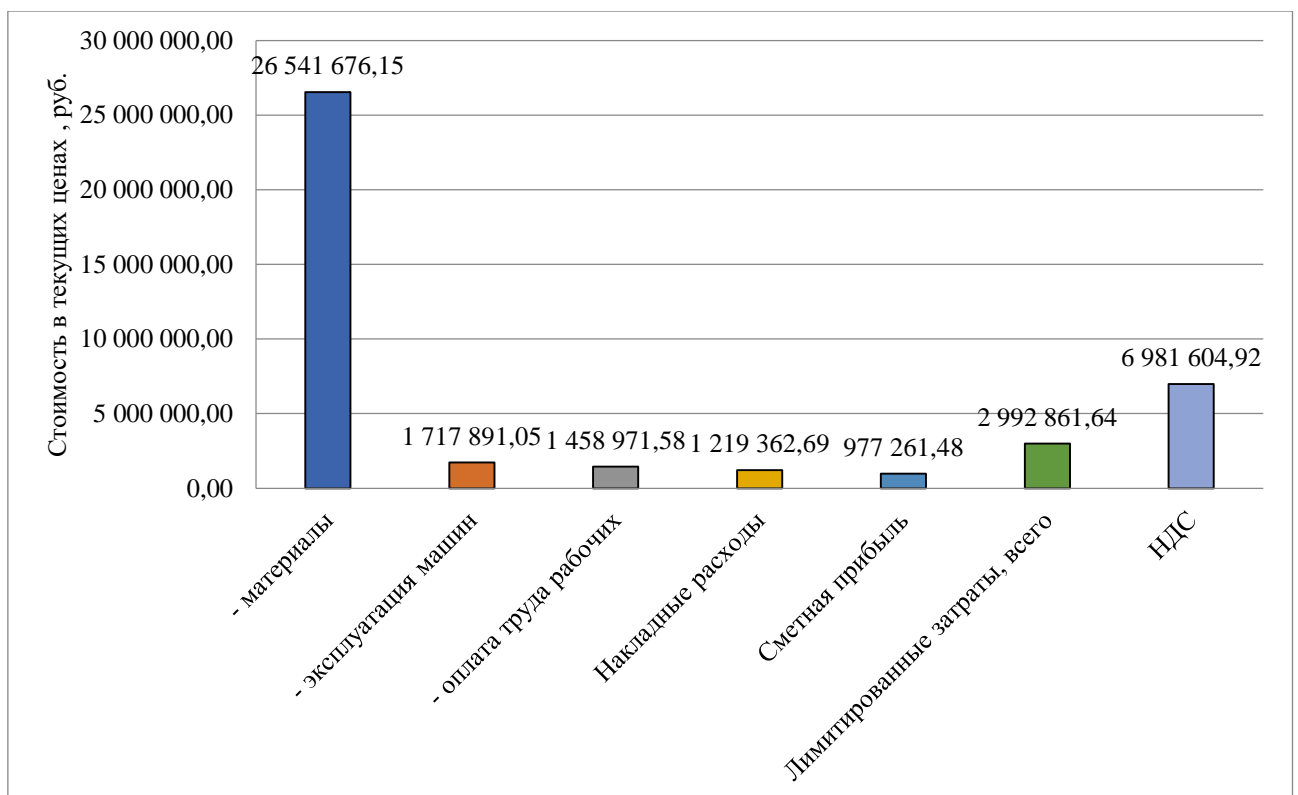


Рисунок 6.5 – Гистограмма отображения уровня сметной стоимости по составным элементам

Анализируя диаграмму (рис. 6.5) делаем вывод, что большая доля прямых затрат приходится на стоимость материалов – 26 541 676,15 руб., а меньшая доля приходится на сметную прибыль – 977 261,48 руб.

6.3 Техничко-экономические показатели проекта

Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу проекта.

Площади здания и его помещений, площади застройки, этажности и строительного объема определены согласно СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001».

Определение объемно-планировочных показателей осуществлялось согласно следующим правилам:

1. Общая площадь здания определяется как сумма площадей всех этажей (надземных, включая технические, цокольного и подвальных), измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен (или осей крайних колонн, где нет наружных стен).

В общую площадь здания не включаются площади технического подполья высотой менее 1,8 м до низа выступающих конструкций (в котором не требуются проходы для обслуживания коммуникаций), над подвесными потолками, проектируемыми согласно 5.5, а также площадок для обслуживания подкрановых путей, кранов, конвейеров, монорельсов и светильников.

Площадь помещений, занимающих по высоте два этажа и более в пределах многоэтажного здания (двухсветных и многосветных), следует включать в общую площадь в пределах одного этажа.

2. При определении этажности здания учитываются площадки, ярусы этажерок и антресоли, площадь которых на любой отметке составляет более 40% площади этажа здания.

3. Площадь застройки определяется по внешнему периметру здания на уровне цоколя, включая выступающие части, проезды под зданием, части здания без наружных ограждающих конструкций.

4. Строительный объем здания определяется как сумма строительного объема надземной части от отметки ± 0.00 и подземной части от отметки чистого пола до отметки ± 0.00 .

Строительный объем надземной и подземной частей здания определяется в пределах наружных поверхностей ограждающих конструкций, включая световые и аэрационные фонари, каждой из частей здания.

5. Стоимостные показатели по производственным зданиям ввиду невозможности выполнения расчета по УНЦС в таблице ТЭП отсутствуют.

6. Объемный коэффициент определяем отношением объема здания к полезной площади по формуле:

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{общ}} = \frac{22343,8}{1760,9} = 12,68, \quad (6.1)$$

где $V_{стр}$ – строительный объем, м³;
 $S_{общ}$ – общая площадь здания, м².

Нормативная продолжительность строительства принимается по СНиП 1.04.03-85* [20].

Сводим все вышеприведённые показатели в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Техничко-экономические показатели проекта строительства цеха по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства в г. Красноярске

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Общая площадь здания	м ²	1760,9
Площадь застройки	м ²	1818,5
Этажность	эт.	1
Материал стен		Металлические трехслойные сэндвич - панели
Высота этажа	м	9,2
Строительный объем, всего, в том числе	м ³	22343,8
надземной части	м ³	22343,8
подземной части	м ³	
Объемный коэффициент		12,69
2. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	16

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задание бакалаврской работы на тему «Цех по производству металлических конструкций для ремонта судов речного пароходства» выполнено в полном объеме в соответствии с учебной программой.

В результате дипломного проектирования были достигнуты следующие результаты:

- в архитектурно-строительном разделе были приняты объемно планировочные решения здания, его архитектурно-конструктивное решение. Согласно требованиям [2] разработаны планы этажей, фасады, разрезы здания и основные архитектурные узлы, представленные на листах 1 и 2 графической части [БР-08.03.01.01-2021-АР-1,2]. Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций;

- в расчетно-конструктивном разделе были выполнены расчет и конструирование несущих конструкций покрытия: прогона и стропильной фермы. В соответствии с требованиями [26] разработаны рабочие чертежи, представленные на листах 3 и 4 графической части [БР-08.03.01.01-2021-КР-3,4], в составе которых схема расположения колонн и стоек фахверка на отметке 0,000, схема расположения стропильных ферм, связей по нижним поясам и путей подвешенного транспорта, разрезы здания и основные узлы, монтажная и геометрическая схемы фермы ФС1, ФС1, узлы стропильной фермы;

- в разделе конструирования фундаментов были рассчитаны и сконструированы свайные фундаменты на забивных и буронабивных сваях, а также для наиболее оптимального фундамента были разработаны рабочие чертежи, представленные на листе 5 [БР-08.03.01.01-2021-КЖ-5];

- в разделе технологии строительного производства была разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса, а также рабочий чертеж, представленный на листе 6 графической части [БР-08.03.01.01-2021-ТК-6], в составе которого схема производства работ, график производства работ, разрезы здания и схемы строповок основных конструкций;

- в разделе организации строительного производства был разработан объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части здания, представленный на листе 7 графической части [БР-08.03.01.01-2021-ОС-7]. Установлены мероприятия по обеспечению соблюдения всех требований охраны труда и техники безопасности в соответствии с нормативными документами;

- в разделе экономика строительства был составлен и проанализирован локальный сметный расчет на общестроительные работы надземной части здания в ценах по состоянию на I квартал 2021 г. Сметная стоимость составила 41 889 629,51 руб.

Таким образом, в процессе выполнения бакалаврской работы были решены все поставленные задачи.

Список используемых источников

1. СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; Введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60с.
2. ГОСТ 21.501-2018 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 2011; введ. С 1.06.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.
3. ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101 – 2013; Введ. с 1.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 55с.
4. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76/ОАО "ЦНИИпромзданий", 2011
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – Взамен СП 52.13330.2011; введ. 08.05.2017. – М.: ОАО ЦПП, 2017. – 70 с.
6. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 01.01.2013. – Москва, 2012.
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.-2003. – Введ. 1.01.2012. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 96 с.
8. СП 56.13330.2011 Производственные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. – Введ. 04.06.2017. – Москва: Минрегион РФ, 2012. – 79 с.
9. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2013. – Взамен СП 51.13330.2010; Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 42 с.
10. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 19.09.2020. – Москва: ФГУ ВНИ- ИПО МЧС России, 2020. – 43 с.
11. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13- 88. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 64 с.
12. Федеральный закон №123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности – Введ. 11.07.2008.
13. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Взамен СП 2.13130.2012; Введ. 12.09.2020. – М.: Минрегион России, 2020.
14. ГОСТ 24699-2002 Блоки оконные деревянные со стеклами и стеклопакетами. – Введ. 1.03.2003. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 48 с.

15. ГОСТ 31173-2016 Блоки дверные стальные. – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартиформ, 2016. – 44 с.
16. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Инатьева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательский центр «Академия», 2006. - 688с.
17. Металлические конструкции: в 3 т. Т 2. Конструкции зданий: учеб. для строит. вузов/ В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева. – М.: Высшая школа, 1999. – 528 с.
18. Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы : учеб. пособие по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев, И. Я. Петухова ; рец. И. И. Кошин. - Москва : Изд-во АСВ, 1998. - 247 с.
19. Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы : учеб. пособие / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев, И. Я. Петухова ; Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : ИПК СФУ, 2010. - 247 с.
20. Металлические конструкции, включая сварку. Краткий курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: . Я. Петухова, А. В. Фроловская -. Красноярск : СФУ, 2018.
21. Металлические конструкции, включая сварку [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»/ сост. И.Я. Петухова, А.В. Фроловская, В.И. Палагушкин – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2018.
22. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Введ. 28.08.2017. Москва: Минстрой России, 2017. - 148 с.
23. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Введ. 06.04.2017. - Москва: Минстрой России, 2016. – 95 с.
24. Металлические конструкции: в 3 т. Т 1. Элементы конструкций: учеб. пособие для строит. вузов/ В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева. – М.: Высшая школа, 2004. – 551 с.
25. СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования. Введ. 01.01.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 167 с.
26. ГОСТ 21.502-2016. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. - Введ. 07.01.2017. - Москва: Стандартиформ, 2017. - 29 с.
27. ГОСТ 26047-2016 Конструкции строительные стальные. Условные обозначения (марки). – Введ. 01.07.84. – М.: Стандартиформ, 2016. – 11 с.
28. ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Буквенные обозначения. – Взамен ГОСТ 3452-59; введ. 01.01.85. – 2 с.

29. ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. - Взамен ГОСТ Р 21.1101-2009; введ. с 11.06.2013. - Москва: Стандартинформ, 2013. - 55 с.

30. Козаков, Ю.Н. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: метод. указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов. – Красноярск: КрасГАСА, 2003. - 54 с.

31. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. –Взамен СП 24.13330.2010; Введ. 20.05.2011. –М.: ОАО ЦПП, 2011. – 86 с.

32. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 25.06.2020. – М.: ОАО ЦПП, 2020.

33. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9с.

34. РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007.

35. МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. – Москва.: ЦНИИОМТП, 2009.

36. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит, вузов / Л.Г. Дикман. –М.: АСВ, 2002. – 512 с.

37. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Правила по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» от 11 декабря 2020 г. N 883н.

38. СП 12-136-2002. «Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ» введ. 2003-01- 01. - М.: Книга-сервис, 2003.

39. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. – Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.

40. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 3 августа 2018 года) (редакция, действующая с 1 января 2019 года). // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901919338>;

41. Налоговый кодекс Российской Федерации. В 2 ч. [Электронный ресурс] : федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ ред. от 18.07.2017. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;

42. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. //

Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;

43. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;

44. Письмо Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 18.11.2004 г. № АП-5536/06 «О порядке применения нормативов сметной прибыли в строительстве». // Справочная правовая система. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901916723>;

45. Письмо Минстроя России от 11.03.2021 № 9351-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ». // Сайт minstroyrf.ru. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/118296/>;

46. Федеральная сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки). Сайт minstroyrf.ru. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php>;

47. МДС 12 - 46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ.- М.: ЦНИИОМТП, 2009.

48. Баронин, С.А. Организация, планирование и управление строительством. учебник / С.А. Баронин, П.Г. Грабовый, С.А. Болотин. – М.: Изд-во «Проспект», 2012. – 528с.

49. Терехова, И.И. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования/ И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 40 с.

50. ГОСТ 8510-86. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные; введ. 01.07.87. – 11 с.

51. ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные; введ. 01.01.97. – Минск: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 11 с.

52. ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные; введ. 01.01.2002. – М.: Стандартиформ. – 11 с.

Приложение А

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

А.1 Теплотехнический расчёт стеновых конструкций

Исходные данные:

1. Зона влажности – сухая [7];
2. Влажностный режим – нормальный [7; табл. 1];
3. Материалы соответствуют условиям эксплуатации А [7; табл.2];
4. Температура воздуха внутри помещения: $t_{в} = +20$ °С;
5. Относительная влажность внутри помещения: $\varphi = 55\%$;
6. Климатический район строительства – IV [6; прил.А];
7. Температура наружного воздуха: $t_{н} = -37$ °С;
8. Средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода:
 $t_{от} = -6,5$ °С [6; табл. 3.1];
9. Продолжительность отопительного периода: $z_{от} = 235$ дней [6; табл. 3.1].

Теплофизические характеристики материалов наружной стены приведены в таблице А.1.

Таблица 1 – Теплофизические характеристики материалов наружной стены

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * °С)
1	Стальной профилированный настил Н60-845-0,7	0,007	7850	58
2	Клей на полиуретановой основе	0,001	В расчётах не учитывается	
3	Минераловатные плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	х	35	0,040
4	Стальной профилированный настил Н60-845-0,7	0,005	7850	58

Нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $R_0^{\text{норм}}$, (м² · °С)/Вт, следует определять по формуле [7; ф. 5.2]

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot m_p,$$

где $R_0^{\text{ТР}}$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче элементов покрытия, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$;

m_p - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчёте принимается $m_p = 1$.

$R_0^{\text{ТР}}$ следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП), $(\text{°C} \cdot \text{сут.})/\text{год}$, региона строительства и определять согласно [7; табл. 3].

Величину градусо-суток отопительного периода определяем по формуле [7; ф. 5.2]

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 - (-6,5)) \cdot 235 = 6227,5 \text{ °C} \cdot \text{сут.}/\text{год}.$$

Так как $\text{ГСОП} = 6221,1 \text{ °C} \cdot \text{сут.}/\text{год}$ отличается от табличных значений, нормируемое значение сопротивления теплопередаче элементов покрытия определяем по формуле

$$R_0^{\text{ТР}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где $a=0,0002$; $b=1,0$ [7; табл. 3].

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,0002 \cdot 6227,5 + 1,0 = 2,246 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{НОРМ}} = 2,246 \cdot 1 = 2,246 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

Необходимо выполнение условия $R_0^{\text{НОРМ}} \leq R_0^{\text{УСЛ}}$.

Условное сопротивление теплопередачи $R_0^{\text{УСЛ}}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания определяем согласно [7; прил. Е; ф. Е.6]

$$R_0^{\text{УСЛ}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

где $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{\text{н}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, $\frac{\text{м}^2}{\text{Вт} \cdot \text{°C}}$, которое определяется по формуле [7; прил. Е; ф. Е.7]

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s},$$

где δ_s – толщина слоя, мм;

λ_s – расчётная теплопроводность материала слоя, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$.

$$R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{x}{0,040} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{23}, \text{ откуда, выразив } x, \text{ получим:}$$

$$x \geq \left(2,246 - \frac{1}{23} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,007}{58} - \frac{0,007}{58} \right) \cdot 0,040 = 0,083 \text{ м} \approx 90 \text{ мм.}$$

Выполним проверку

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{0,090}{0,040} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{23} = 2,409 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт} \geq 2,246 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

Условие выполняется, следовательно, согласно данному расчёту для наружных стен здания принимаем панель с утеплителем из минераловатных плит ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА стандартной толщины 150 мм.

А.2 Теплотехнический расчет кровли

Теплофизические характеристики материалов покрытия приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Теплотехнические показатели материалов кровли

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м * °C)
1	Стальной профилированный настил Н60-845-0,7	0,007	7850	58
2	Ветрозащитная-пленка строительная	0,002	В расчётах не учитывается	
3	Минераловатные плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	x	35	0,040
4	Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ	0,00001	В расчётах не учитывается	
4	Стальной профилированный настил Н60-845-0,7	0,005	7850	58

Нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot m_p,$$

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 - (-6,5)) \cdot 235 = 6227,5 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут./год.}$$

Так как ГСОП = 6227,5 °С · сут./год отличается от табличных значений, нормируемое значение сопротивления теплопередаче элементов покрытия определяем по формуле

$$R_0^{\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где $a=0,00025$; $b=1,5$ [7; табл. 3].

$$R_0^{\text{тр}} = 0,00025 \cdot 6227,5 + 1,5 = 3,057 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{норм}} = 3,057 \cdot 1 = 3,057 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

Необходимо выполнение условия $R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{усл}}$.

Условное сопротивление теплопередачи $R_0^{\text{усл}}$, (м² · °С)/Вт, однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания определяем по согласно [7; прил. Е; ф. Е.6]

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

где $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{\text{н}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, $\frac{\text{м}^2}{\text{Вт} \cdot ^\circ\text{C}}$, которое определяется по формуле [7; прил. Е; ф. Е.7]

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s},$$

где δ_s – толщина слоя, мм;

λ_s – расчётная теплопроводность материала слоя, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

$$R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{x}{0,030} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{23}, \text{ откуда, выразив } x, \text{ получим}$$

$$x \geq \left(3,057 - \frac{1}{23} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,007}{58} - \frac{0,007}{58} \right) \cdot 0,040 = 0,116 \text{ м} \approx 120 \text{ мм};$$

Выполним проверку

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{0,12}{0,030} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{23} = 3159 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \geq R_0^{\text{норм}} = 3,057 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Условие выполняется, следовательно, согласно данному расчёту для элементов покрытия здания принимаем панель с утеплителем из минераловатных плит ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА стандартной толщины 150 мм.

А.3 Теплотехнический расчет окна

Нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{ТР}} \cdot m_p,$$

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 - (-6,5)) \cdot 235 = 6227,5 \text{ °C} \cdot \text{сут./год}.$$

Так как ГСОП = 6227,5 °C · сут./год отличается от табличных значений, нормируемое значение сопротивления теплопередаче элементов покрытия определяем по формуле

$$R_0^{\text{ТР}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где $a=0,000025$; $b=0,2$ [7; табл. 3].

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,000025 \cdot 6227,5 + 0,2 = 0,356 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{норм}} = 0,356 \cdot 1 = 0,356 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

Используя нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче для окна $R_0^{\text{норм}} = 0,356 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ выбираем заполнение светового проема по ГОСТ 21519-2003. Принимаем витражи и оконные блоки с двухкамерным стеклопакетом СПД 4М 1-10-4М_1-10-4М_1, который имеет коэффициент сопротивления теплопередаче $R = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, что больше нормируемого $R_0^{\text{норм}} = 0,356 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, следовательно, данная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Приложение Б

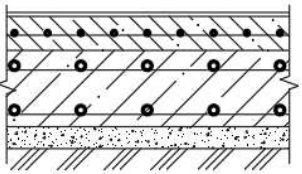
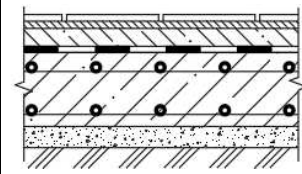
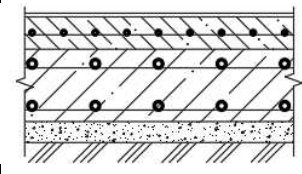
Таблица Б.1 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьеров				Примечание
	Потолок	Площадь	Стены и перегородки	Площадь	
1.1 1.8	-		Штукатурка (кирпич); Затирка (ж/б цоколь); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза	50 90 140	
1.2 1.7	-		Штукатурка (кирпич); Затирка (ж/б цоколь); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза	43 10 53	
1.3 1.4 1.5	Подвесной потолок реечного типа А 100АС с закрытыми стыками отм. низа +2,500	8,1	Штукатурка (кирпич); Затирка (ж/б цоколь); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза; Облицовка керамической глазурованной плиткой на 1800 мм от пола	32,2 3,5 10,6 28,6	
1.6	Подвесной потолок «ARMSTRONG» ULTIMA на металлических направляющих 600х600 мм, отм. низа +2,500	10,3	Штукатурка (кирпич); Затирка (ж/б цоколь); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза	24,5 4,8 29,3	
1.9 1.10			Затирка (ж/б цоколь); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза	30,1	
2.1 2.2			Штукатурка (кирпич); Окраска влагостойкой краской ВА за 2 раза	35,0 30,1	
Прямок в пом. 1.8			Затирка (ж/б цоколь); Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 311АС по ТУ 2257-056- 94613022-2017	44,2	

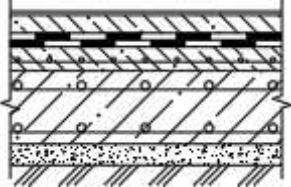
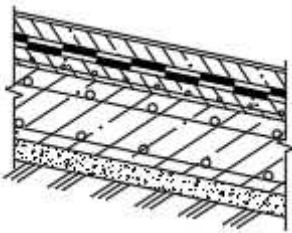
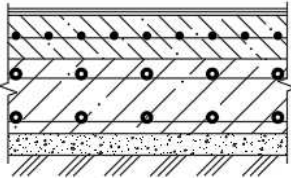
Приложение В

Экспликация полов

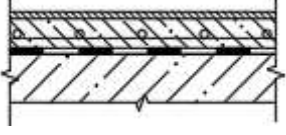
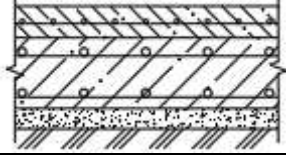
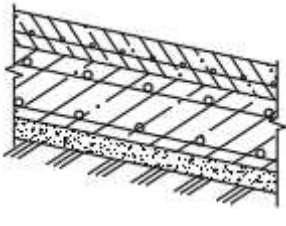
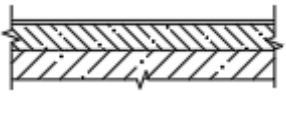

Таблица В.1 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
1-ый этаж				
1.1 1.8 1.10	1		<ul style="list-style-type: none"> - покрытие - Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 311AC по ТУ 2257-056-94613022-2017 - 2мм - стяжка - бетон В22.5, армированный сеткой (по ГОСТ 23279-2012) 4Ср5 500С - 100/5 В500С - 100 (ГОСТ Р 2544-2006) - 70мм - подстилающий слой - бетон В22.5, армированный двумя сетками (по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С - 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм - основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0.95 	980,0
1.3 1.4 1.5	2		<ul style="list-style-type: none"> - покрытие - керамическая плитка на клею - 15мм - стяжка - цементно-песчаный раствор М200 армированный стеклосеткой - 30мм гидроизоляция - наплавляемая из 2 слоёв Бикроста марки СКП 4,5 на прослойке из битумной мастики - подстилающий слой - бетон В22.5, армированный двумя сетками (по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С - 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм -основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0.95 	8,1
1.2	3		<ul style="list-style-type: none"> - покрытие - Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 311AC по ТУ 2257-056-94613022-2017 - 2 мм стяжка - бетон В22,5, армированный сеткой (по ГОСТ 23279-2012) 4Ср5 В500С - 100/5 В500С - 100 (ГОСТ Р 52544-2006) - 70 мм -подстилающий слой - бетон В22,5, армированный двумя сетками 	10,2

Продолжение таблицы В.1

			<p>(по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С – 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм</p> <p>- основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0,95</p>	
1.7 1.9	4		<p>- покрытие - Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 303 по ТУ 2257-006-94613022-06 - 2мм</p> <p>- стяжка - цементно-песчаный раствор М200 армированный стеклосеткой - 30мм</p> <p>- гидроизоляция - наплавляемая из 2 слоёв Бикроста марки СКП 4,5 на прослойке из битумной мастики</p>	5
	4а		<p>- стяжка - бетон В22,5, армированный сеткой (по ГОСТ 23279-2012) 4Ср5 500С - 100/5 В500С - 100 (ГОСТ Р 52544-2006) - 40 мм</p> <p>- подстилающий слой - бетон В22,5, армированный двумя сетками (по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С - 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм</p> <p>- основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0,95 для типа 4а - по уклону</p>	76,5
1.6	5		<p>- покрытие - коммерческий линолеум с тепло, звуко, изоляционными слоями - 7мм</p> <p>- стяжка - бетон В22.5, армированный сеткой (по ГОСТ 23279-2012) 4Ср5 В500С - 100/5 В500С - 100 (ГОСТ Р 52544-2006) - 70мм</p> <p>- подстилающий слой - бетон В22,5, армированный двумя сетками (по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С - 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм</p> <p>- основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0,95</p>	10,3

Окончание таблицы В.1

2.1 2.2	6		<p>- покрытие - Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 311AC по ТУ 2257-056-94613022-2017 - 2мм</p> <p>- стяжка - цементно-песчаный раствор М200, армированный сеткой - 4С Ф5-В500С-150/Ф5-В500С-150 ГОСТ 23279-2012 - 50 мм</p> <p>- гидроизоляция - наплавляемая из 2 слоёв Бикроста марки СКП 4,5 на прослойке из битумной мастики</p> <p>основание - железобетонная плита</p>	21,6
Крыльца	7		<p>- стяжка - бетон В22,5, армированный сеткой (по ГОСТ 23279-2012) 4Ср5 В500С - 100/5 В500С - 100 (ГОСТ Р 52544-2006) с железнением - 50мм</p> <p>-подстилающий слой - бетон В22,5, армированный двумя сетками (по ГОСТ 23279-2012) 2С12 А500С - 200/12 А500С - 200 (ГОСТ Р 52544-2006) на каркасах из Ø5 с шагом 1000мм - 200мм</p> <p>- основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0,95: тип 7 без уклона; тип 7а - по уклону</p>	4,7
Пандусы	7а		<p>- основание - ПГС укрепленная щебнем или гравием, уплотненным на глубину не менее 40мм, коэф. уплотнения 0,95: тип 7 без уклона; тип 7а - по уклону</p>	14,0
Приямок в помещении 1.8	8		<p>- покрытие - Эпоксидная двухкомпонентная композиция LEVL Coat 311AC по ТУ 2257-056-94613022-2017 - 2мм</p> <p>- стяжка - цементно-песчаный раствор М200 - 30 мм</p> <p>основание - ж/б приямок</p>	22,0
Площадка на отм. +3,000 (по ос В, в осях 1-3/4)	9		<p>- стяжка - цементно-песчаный раствор М200 - 30 мм</p> <p>- основание - железобетонная плита</p>	39,7

Приложение Г

Спецификация элементов заполнения проемов

Таблица Г.1 – Спецификация элементов заполнения оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед. кг	Примечание
В1	ГОСТ 21519-2003	Витраж 2960x4710h	6		
	ГОСТ 24866-2014	СПД 4М1-10-4М1-10-4М1			
В2	ГОСТ 21519-2003	Витраж 2960x2330h	6		
	ГОСТ 24866-2014	СПД 4М1-10-4М1-10-4М1			
ОК1	ГОСТ 30674-99	Оконный блок ОП Б1 1140x2960	18		
	ГОСТ 24866-2014	СПД 4М1-10-4М1-10-4М1			
ОК2	ГОСТ 56288-2014	Оконный блок ЛСКОС ПР-С 3820x1140	1		
	ГОСТ 24866-2014	СПД 4М1-10-4М1-10-4М1	1		
ОК3	ГОСТ 56288-2014	Оконный блок ЛСКОС ПР-С 2380x1450	1		
	ГОСТ 24866-2014	СПД 4М1-10-4М1-10-4М1	1		
	ГОСТ 8509-93	Уголок 50x4	17,0 мп	3,06 кг/мп	
ЖР1	ООО «Веза» «Пром Консалтинг» 660062, г. Красноярск, ул. Телевизорная 4, к. 2, э. 3, тел.: (391) 256-03-04	Декоративная жалюзийная решетка Р50 1000x1220h	1		

Приложение Д

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства в г. Красноярске
(наименование стройки)

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства в г. Красноярске
(наименование объекта капитального строительства)

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

на монтаж сборного металлокаркаса и устройство стен

(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен 1 кв. 2021

Основание: технологическая карта

Сметная стоимость 41889,630 тыс. руб.

Средства на оплату труда рабочих 1458,972 тыс. руб.

№ п.п.	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Кол.	Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
					на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Раздел 1. Металлокаркас									
Колонны									
1	ФЕР09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой до 25 м цельного сечения до 1,0 т	т	0,795					
		1 ОТ			85,83		68,23		
		2 ЭМ			257,59		204,78		

	3	в т.ч Отм			28,96		23,02		
	4	М			40,96		32,56		
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			384,38		305,57		
		ФОТ					91,25		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			82,13		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			77,56		
		Всего по позиции					465,26		
2	ФССЦ-08.3.01.02-0003	Двутавры с параллельными гранями полки колонные К, сталь: полуспокойная, № 20-24, 26-40	т	0,795	5 989,81		4 761,90		
3	ФЕР09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой до 25 м цельного сечения до 3,0 т	т	21					
	1	ОТ			59,12		1 241,52		
	2	ЭМ			158,24		3 323,04		
	3	в т.ч Отм			18,19		381,99		
	4	М			57,72		1 212,12		
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			275,08		5 776,68		
		ФОТ					1 623,51		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1 461,16		

	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			1 379,98		
		Всего по позиции					8 617,82		
4	ФССЦ- 08.3.01.02- 0003	Двутавры с параллельными гранями полки колонные К, сталь: полуспокойная, № 20-24, 26-40	т	28,045	5 989,81		167 984,22		
Балки									
5	ФЕР09-03- 003-04	Монтаж блоков подкрановых балок полной заводской готовности на отметке до 25 м пролётом до 12 м массой до 2,0 т	т	6,72					
	1	ОТ			165,06		1 109,20		
	2	ЭМ			625,67		4 204,50		
	3	в т.ч Отм			53,88		362,07		
	4	М			95,05		638,74		
	07.2.07.12	<i>Конструкции стальные</i>	т	1					
		Итого по расценке			885,78		5 952,44		
		ФОТ					1 471,27		
	МДС81- 33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1 324,14		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			1 250,58		
		Всего по позиции					8 527,16		

6	ФССЦ-07.2.03.06-0011	Балки подкрановые составного сечения со стенкой, укрепленной рёбрами пролётом до 12 м, масса 1м до 0,1 т	т	6,72	5 788,00		38 895,36		
Фермы									
7	ФЕР09-03-012-01	Монтаж стропильных ферм на высоте до 25 м пролётом до 24 м массой до 3,0 т	т	12,5					
	1	ОТ			206,31		2 578,88		
	2	ЭМ			548,89		6 861,13		
	3	в т.ч Отм			63,88		798,50		
	4	М			93,03		1 162,88		
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			848,23		10 602,89		
		ФОТ					3 377,38		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			3 039,64		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			2 870,77		
		Всего по позиции					16 513,30		
8	ФССЦ-07.2.07.07-0035	Конструкции покрытий производственных зданий с применением профилей замкнутых гнутосварных прямоугольного сечения, фермы стропильные ФС 18-2.4	шт	10	13 288,00		132 880,00		

Связи и распорки									
9	ФЕР09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночный и парных уголков, гнутосварных профилей для пролётов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	9,6					
		1 ОТ			345,67		3 318,43		
		2 ЭМ			473,47		4 545,31		
		3 в т.ч Отм			53,96		518,02		
	4 М			232,33		2 230,37			
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			1 051,47		10 094,11		
		ФОТ					3 836,45		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			3 452,81		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			3 260,98		
		Всего по позиции					16 807,90		
10	ФССЦ-07.2.03.06-0111	Связи по колоннам и стойкам фахверка (диагональные и распорки) применением профилей замкнутых гнутосварных прямоугольного сечения, фермы стропильные ФС 18-2.4	т	9,6	7 007,00		67 267,20		
Фахверк									
11	ФЕР09-04-006-01	Монтаж фахверка	т	4,51					
	1	ОТ			254,52		1 147,89		

	2	ЭМ			536,02		2 417,45		
	3	в т.ч Отм			41,45		186,94		
	4	М			225,64		1 017,64		
	07.2.03.06	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			1 016,18		4 582,98		
		ФОТ					1 334,83		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1 201,35		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			1 134,61		
		Всего по позиции					6 918,94		
12	ФССЦ-07.2.03.06-0121	Стойки фахверка	т	4,51	6 435,00		29 021,85		
Прогоны									
13	ФЕР09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания до 25 м	т	14,3					
	1	ОТ			123,23		1 762,19		
	2	ЭМ			280,93		4 017,30		
	3	в т.ч Отм			24,65		352,50		
	4	М			85,49		1 222,51		
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1					
		Итого по расценке			489,65		7 002,00		
		ФОТ					2 114,69		

	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1 903,22		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			1 797,49		
		Всего по позиции					10 702,71		
14	ФССЦ-07.2.03.06-0081	Прогоны дополнительные и кровельные из прокатных профилей	т	14,3	7 500,00		107 250,00		
Итого прямые затраты по разделу 1 «Металлокаркас» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							592 377,20		
<i>в том числе:</i>									
оплата труда							11 226,34		
эксплуатация машин и механизмов							25 573,51		
материальные ресурсы							555 577,35		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							13 849,38		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							12 464,45		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							11 771,97		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							616 613,62		
ВСЕГО по разделу 1 «Металлокаркас» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1зона							616 613,62	8,79	5 420 033,72
Раздел 2. Стены									
Наружные стены									

15	ФЕР09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м	100 м ²	18,75				
	1	ОТ			1 428,80		26 790,00	
	2	ЭМ			5 157,63		96 705,56	
	3	в т.ч Отм			453,43		8 501,81	
	4	М			427,44		8 014,50	
	07.2.07.13	<i>Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления</i>	т	0,273				
	07.2.05.02	<i>Панели многослойные стеновые с обшивкой из профильного настила</i>	м ²	П				
		Итого по расценке			7 013,87		131 510,06	
		ФОТ					35 291,81	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			31 762,63	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			29 998,04	
		Всего по позиции					193 270,73	
16	ФССЦ-07.2.07.13-0061	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления	т	5,12	10 898,65		55 787,46	

17	ФССЦ-07.2.05.05-0077	Сэндвич-панель трехслойная стеновая "Металл Профиль" с видимым креплением Z-LOCK, с наполнителем из минеральной ваты (НГ) плотностью 110кг/м3, марка МП ТСНЗ, толщина: 150 мм, тип покрытия PRISMA, толщина металлических облицовок 0,5 мм	м ²	1875	283,11		530 831,25		
Внутренние стены									
18	ФЕР09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м	100 м ²	4,91					
	1	ОТ			1 428,80		7 015,41		
	2	ЭМ			5 157,63		25 323,96		
	3	в т.ч Отм			453,43		2 226,34		
	4	М			427,44		2 098,73		
	07.2.07.13	<i>Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления</i>	т	0,273					
	07.2.05.02	<i>Панели многослойные стеновые с обшивкой из профильного настила</i>	м ²	П					
		Итого по расценке			7 013,87		34 438,10		
		ФОТ					9 241,75		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			8 317,58		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			7 855,49		
		Всего по позиции					50 611,17		

19	ФССЦ-07.2.07.13-0061	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления	т	1,3404	10 898,65		14 608,88		
20	ФССЦ-07.2.05.05-0069	Сэндвич-панель трехслойная стеновая "Металл Профиль" с видимым креплением Z-LOCK, с наполнителем из минеральной ваты (НГ) плотностью 110кг/м3 , марка МП ТСПЗ, толщина: 100 мм, тип покрытия PRISMA, толщина металлических облицовок 0,5 мм	м ²	491	249,55		122 529,05		
21	ФЕР08-02-001-07	Кладка стен кирпичных внутренних при высоте этажа до 4 м	м ³	43,44					
	1	ОТ			36,40		1 581,22		
	2	ЭМ			34,56		1 501,29		
	3	в т.ч Отм			5,40		234,58		
	4	М			1,60		69,50		
	04.3.01.12	<i>Растворы цементно-известковые</i>	м3	0,234					
	06.1.01.05	<i>Кирпич керамический или силикатный</i>	1000 шт.	0,38					
		Итого по расценке			72,56		3 152,01		
		ФОТ					1 815,80		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.8	Накладные расходы. Конструкции из кирпича и блоков	%	122			2 215,28		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.8	Сметная прибыль. Конструкции из кирпича и блоков	%	80			1 452,64		
		Всего по позиции					6 819,93		

22	ФССЦ-04.3.01.12-0003	Раствор кладочный, цементно-известковый, М50	м3	10,165	519,80		5 283,75		
23	ФССЦ-06.1.01.05-0056	Кирпич керамический полнотелый с технологическими пустотами одинарный, размер 250х120х65 мм, марка 125	1000 шт.	16,507	1 063,42		17 554,09		
24	ФЕР08-02-002-05	Кладка перегородок из кирпича неармированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа до 4 м	100 м ²	0,49					
	1	ОТ			1 032,13		44 835,73		
	2	ЭМ			355,10		15 425,54		
	3	в т.ч. Отм			55,49		2 410,49		
	4	М			31,40		1 364,02		
	04.3.01.12	<i>Растворы цементно-известковые</i>	м3	2,3					
	06.1.01.05	<i>Кирпич керамический или силикатный</i>	1000 шт.	5					
		Итого по расценке			1 418,63		61 625,29		
		ФОТ					47 246,22		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.8	Накладные расходы. Конструкции из кирпича и блоков	%	122			2 215,28		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.8	Сметная прибыль. Конструкции из кирпича и блоков	%	80			1 452,64		
		Всего по позиции					65 293,21		
25	ФССЦ-04.3.01.12-0003	Раствор кладочный, цементно-известковый, М50	м3	1,127	519,80		585,81		

26	ФССЦ-06.1.01.05-0054	Кирпич керамический полнотелый с технологическими пустотами одинарный, размер 250x120x65 мм, марка 75	1000 шт.	2,45	990,10		2 425,75		
Перемычки									
27	ФЕР07-05-007-10	Укладка перемычек массой до 0,3 т	100 шт	0,35					
	1	ОТ			129,35		45,27		
	2	ЭМ			784,51		274,58		
	3	в т.ч Отм			122,58		42,90		
	4	М			129,95		45,48		
	05.1.08.14	<i>Конструкции сборные железобетонные</i>	шт	100					
		Итого по расценке			1 043,81		365,33		
		ФОТ					88,17		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.7.1	Накладные расходы. Бетонные и железобетонные сборные конструкции в промышленном строительстве	%	130			114,62		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.8	Сметная прибыль. Бетонные и железобетонные сборные конструкции в промышленном строительстве	%	85			74,94		
		Всего по позиции					554,89		
28	ФССЦ-05.1.03.09-0010	Перемычка брусковая 2ПБ-13-1-п, бетон В15, объем 0,022 м3 , расход арматуры 0,57 кг	шт	35	28,58		1 000,30		
	Итого прямые затраты по разделу 2 «Стены» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						981 697,12		
	<i>в том числе:</i>								
	оплата труда						80 267,63		
	эксплуатация машин и механизмов						139 230,93		

	материальные ресурсы				762 198,56			
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)				93 683,75			
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)				44 625,39			
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)				40 833,75			
	Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)				1 067 156,26			
	ВСЕГО по разделу 2 «Стены» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1 зона				1 067 156,26	8,79	9 380 303,57	
Раздел 3. Кровля								
29	ФЕР09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия из профилированного листа при высоте здания до 25 м	100 м2	36,26				
	1	ОТ			277,06		10 046,20	
	2	ЭМ			469,17		17 012,10	
	3	в т.ч Отм			41,15		1 492,10	
	4	М			153,96		5 582,59	
	08.3.09.05	<i>Стальной гнутый профиль (профилированный настил)</i>	т	П				
	08.1.02.25	<i>Крепёжные детали для крепления профилированного настила к несущим конструкциям</i>	т	П				
		Итого по расценке			900,19		32 640,89	
		ФОТ					11 538,30	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			10 384,47	

	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			9 807,56		
		Всего по позиции					52 832,92		
30	ФССЦ- 08.3.09.02- 0009	Профилированный лист оцинкованный окрашенный Н60-845- 0,7	т	31,91	9 646,50		307 819,82		
31	ФССЦ- 08.1.02.25- 0012	Детали крепления массой до 0,001 т	т	0,12	10 100,00		1 212,00		
32	ФЕР12-01- 015-03	Устройство пароизоляции прокладочной в один слой	100 м2	36,26					
					1	ОТ	60,66	2 199,53	
					2	ЭМ	30,24	1 096,50	
					3	в т.ч Отм	2,69	97,54	
	4	М	851,50	30 875,39					
		Итого по расценке			942,40		34 171,42		
		ФОТ					2 297,07		
	МДС81- 33.2004 Прил.4 п.12	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	120			2 756,48		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.12	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	65			1 493,10		
		Всего по позиции					38 421,00		

33	ФЕР12-01-013-03	Утепление покрытия плитами из из минеральной ваты	100 м2	18,13				
	1	ОТ			383,25		6 948,32	
	2	ЭМ			126,92		2 301,06	
	3	в т.ч Отм			10,68		193,63	
	4	М			870,84		15 788,33	
	12.2.05.05	<i>Плиты теплоизоляционные</i>	м2	103				
		Итого по расценке			1 381,01		25 037,71	
		ФОТ					7 141,95	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.12	Накладные расходы. Кровли	%	120			8 570,34	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.12	Сметная прибыль. Кровли	%	65			4 642,27	
		Всего по позиции					38 250,32	
34	ФССЦ-12.2.05.02-0002	Плиты из минеральной ваты гидрофобизированные негорючие на основе каменных пород, плотностью 50 кг/м3	м3	1867,4	170,19		317 811,10	
	Итого прямые затраты по разделу 3 «Кровля» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						718 692,94	
	<i>в том числе:</i>							
	оплата труда						19 194,05	
	эксплуатация машин и механизмов						20 409,66	
	материальные ресурсы						679 089,23	
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						20 977,32	
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						21 711,29	

	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)			15 942,93				
	Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)			756 347,16				
	ВСЕГО по разделу 3 «Кровли» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1 зона			756 347,16	8,79			6 648 291,53
Раздел 4. Дверные проемы								
Двери								
35	ФЕР09-04-012-01	Установка металлических дверных блоков	м2	34,48				
	1	ОТ			23,81		820,97	
	2	ЭМ			14,41		496,86	
	3	в т.ч Отм			1,97		67,93	
	4	М			25,72		886,83	
	01.7.04.07	Скобяные изделия, компл.	т	П				
	07.1.01.03	Блоки дверные металлические	м2	1				
		Итого по расценке			63,94		2 204,66	
		ФОТ					888,90	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			800,01	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			755,57	
		Всего по позиции					3 760,24	
36	ФССЦ-01.7.01.03-0001	Блок дверной стальной внутренний однопольный ДСВ, площадь 2,1 м2	м2	18,10	1 799,14		32 564,43	

37	ФССЦ-01.7.04.07-0002	Блок дверной стальной наружный двупольный типа ДСН ДКН, площадь 2,73 м2	м2	16,38	1 465,11		23 998,50		
38	ФССЦ-08.1.02.25-0012	Детали крепления массой до 0,001 т	КОМП Л	15	94,68		1 420,20		
Ворота									
39	ФЕР09-04-011-01	Монтаж каркасов ворот большепролетных зданий, ангаров и др. без механизмов открывания	т	1,12					
	1	ОТ			416,48		466,46		
	2	ЭМ			2 416,02		2 705,94		
	3	в т.ч Отм			123,85		138,71		
	4	М			490,24		549,07		
	01.7.15.03-0042	<i>Болты с гайками и шайбами строительные</i>	кг	П					
	08.1.06.01	<i>Конструкции стальные</i>	т	1					
		Итого по расценке			3 322,74		3 721,47		
		ФОТ					605,17		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			544,65		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			514,39		
		Всего по позиции					4 780,51		
40	ФССЦ-01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	28,56	9,04		258,18		

41	ФССЦ-08.1.06.01-0001	Ворота раздвижные металлические глухие	т	1,12	17 470,15		19 566,57		
Итого прямые затраты по разделу 4 «Дверные проемы» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							83 734,02		
<i>в том числе:</i>									
оплата труда							1 287,43		
эксплуатация машин и механизмов							3 202,80		
материальные ресурсы							79 243,79		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							1 494,07		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							1 344,66		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							1 269,96		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							86 348,64		
ВСЕГО по разделу 4 «Дверные проемы» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1зона							86 348,64	8,79	759 004,51
Раздел 5. Оконные проёмы									
Окна									
42	ФЕР10-01-034-02	Установка оконных блоков из ПВХ профилей глухих с площадью проёма более 2м2	100 м2	0,685					
	1	ОТ			1 177,54		806,61		
	2	ЭМ			236,16		161,77		
	3	в т.ч Отм			46,96		32,17		
	4	М			5 756,87		3 943,46		
	11.3.02.03	Блоки оконные пластиковые	м2	100					
Итого по расценке							7 170,57	4 911,84	
ФОТ								838,78	
	МДС81-33.2004	Накладные расходы. Деревянные конструкции	%	118			989,76		

	Прил.4 п.10								
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.10	Сметная прибыль. Деревянные конструкции	%	63			528,43		
		Всего по позиции					6 430,03		
43	ФССЦ- 11.3.02.04- 0057	Блок оконный из ПВХ-профилей, трехстворчатый, с поворотной створкой, двухкамерным стеклопакетом (32 мм), площадью до 3,5 м2	т	68,5	2 513,34		172 163,79		
Витражи									
44	ФЕР09-04- 010-02	Монтаж витражей, витрин с одинарным остеклением в одноэтажных зданиях	т	5,63					
	1	ОТ			4 052,91		22 817,88		
	2	ЭМ			416,75		2 346,30		
	3	в т.ч Отм			3,82		21,51		
	4	М			225,29		1 268,38		
	01.7.15.03- 0042	<i>Болты с гайками и шайбами строительные</i>	кг	П					
	01.7.15.04- 0045	<i>Винты самонарезающиеся для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям</i>	т	П					
	09.1.01.01	<i>Витражи из алюминиевых сплавов с нащельниками и сливами</i>	м2						
		Итого по расценке			4 694,95		26 432,56		
		ФОТ					22 839,39		

	МДС81-33.2004 Прил.4 п.9	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			20 555,45		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.9	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			19 413,48		
		Всего по позиции					66 401,49		
45	ФССЦ-01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	14	9,04		126,56		
46	ФССЦ-01.7.15.04-0045	Винты самонарезающиеся для крепления профилированного настила и панелей к несущим конструкциям	т	0,01	35 011,00		350,11		
47	ФССЦ-09.1.01.01-001	Витражи для общественных, производственных и жилых зданий, спаренные из алюминиевого комбинированного профиля одинарной конструкции с одинарным остеклением, с нащельниками и сливами	м2	125,03	553,92		69 256,62		
	Итого прямые затраты по разделу 5 «Оконные проемы» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						273 241,48		
	<i>в том числе:</i> оплата труда						23 624,49		
	эксплуатация машин и механизмов						2 508,07		
	материальные ресурсы						247 108,92		
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						23 678,17		
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						21 545,21		
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						19 941,91		

	Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)				314 728,60			
	ВСЕГО по разделу 5 «Оконные проемы» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1зона				314 728,60	8,79	2 766 464,37	
Раздел 6. Полы								
1 тип								
48	ФЕР11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев бетонных	м3	196				
	1	ОТ			30,67		6 011,32	
	2	ЭМ			0,24		47,04	
	3	в т.ч Отм			3,82		748,72	
	4	М			225,29		44 156,84	
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	1,03				
		Итого по расценке			256,20		50 215,20	
		ФОТ					6 760,04	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			8 314,85	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			5 070,03	
		Всего по позиции					63 600,08	
49	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	201,88	700,00		141 316,00	
50	ФЕР11-01-011-03	Устройство стяжек бетонных толщиной 20 мм	100 м2	9,8				

	1	ОТ			229,32		2 247,34		
	2	ЭМ			41,73		408,95		
	3	в т.ч Отм			17,15		168,07		
	4	М			8,54		83,69		
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	2,04					
		Итого по расценке			279,59		2 739,98		
		ФОТ					2 415,41		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			2 970,95		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			1 811,56		
		Всего по позиции					7 522,49		
51	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	19,992	700,00		13 994,40		
52	ФЕР11-01-011-04	Устройство стяжек на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-03	100 м2	9,8					
		Коэф. к позиции: надбавка на 50 мм ОТ=10, ЭМ=10, в т.ч Отм=10, М=10							
	1	ОТ			34,30		336,14		
	2	ЭМ			75,60		740,88		
	3	в т.ч Отм			28,40		278,32		
4	М					0,00			

	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	0,51					
		Итого по расценке			109,90		1 077,02		
		ФОТ					614,46		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			755,79		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			460,85		
		Всего по позиции					2 293,66		
53	ФССЦ-04.1.02.05-0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	4,998	700,00		3 498,60		
54	ФЕР11-01-046-01	Устройство покрытий наливных составом на эпоксидной смоле толщиной 3 мм и грунтовкой толщиной 0,5 мм	100 м2	9,8					
	1	ОТ			931,67		9 130,37		
	2	ЭМ			57,33		561,83		
	3	в т.ч Отм			2,97		29,11		
	4	М			20 427,48		200 189,30		
		Итого по расценке			21 416,48		209 881,50		
		ФОТ					9 159,48		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			11 266,16		

	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			6 869,61		
		Всего по позиции					228 017,27		
2 тип									
55	ФЕР11-01- 002-09	Устройство подстилающих слоев бетонных	м3	1,62					
	1	ОТ			30,67		49,69		
	2	ЭМ			0,24		0,39		
	3	в т.ч Отм			3,82		6,19		
	4	М			225,29		364,97		
	04.1.02.05	<i>Смеси бетонные тяжелого бетона</i>	м3	1,03					
		Итого по расценке			256,20		415,05		
		ФОТ					55,88		
	МДС81- 33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	123			68,73		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	75			41,91		
		Всего по позиции					525,69		
56	ФССЦ- 04.1.02.05- 0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	1,6686	700,00		1 168,02		

57	ФЕР11-01-004-05	Устройство гидроизоляции обмазочной в один слой толщиной 2 мм	100м2	0,08				
	1	ОТ			207,86		16,63	
	2	ЭМ			157,21		12,58	
	3	в т.ч Отм			5,33		0,43	
	4	М			692,97		55,44	
		Итого по расценке			1 058,04		84,65	
		ФОТ					17,06	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			20,98	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			12,80	
		Всего по позиции					118,43	
58	ФЕР11-01-011-03	Устройство стяжек бетонных толщиной 20 мм	100 м2	0,08				
	1	ОТ			229,32		18,35	
	2	ЭМ			41,73		3,34	
	3	в т.ч Отм			17,15		1,37	
	4	М			8,54		0,68	
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	2,04				
		Итого по расценке			279,59		22,37	
		ФОТ					19,72	

	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			24,26		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			14,79		
		Всего по позиции					61,42		
59	ФССЦ- 04.1.02.05- 0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	0,1632	700,00		114,24		
60	ФЕР11-01- 011-04	Устройство стяжек на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-03	100 м2	0,08					
		Коэф. к позиции: надбавка на 10 мм ОТ=2, ЭМ=2, в т.ч Отм=2, М=2							
	1	ОТ				6,86		0,55	
	2	ЭМ				15,12		1,21	
	3	в т.ч Отм				5,68		0,45	
4	М						0,00		
	04.1.02.05	Смеси бетонные тяжелого бетона	м3	0,51					
		Итого по расценке				21,98		1,76	
		ФОТ						1,00	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			1,23		

	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			0,75		
		Всего по позиции					3,74		
61	ФССЦ- 04.1.02.05- 0008	Смеси бетонные тяжелого бетона, класс 22,5 (М300)	м3	0,0408	700,00		28,56		
62	ФЕР11-01- 027-03	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток керамических для полов одноцветных с красителем	100 м2	0,08					
					1	ОТ	926,44	74,12	
					2	ЭМ	122,70	9,82	
					3	в т.ч Отм	37,92	3,03	
					4	М	7 811,85	624,95	
		Итого по расценке			8 860,99		708,89		
		ФОТ					77,15		
	МДС81- 33.2004 Прил.4 п.13	Накладные расходы. Полы	%	123			94,89		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.11	Сметная прибыль. Полы	%	75			57,86		
		Всего по позиции					861,64		
Итого прямые затраты по разделу 6 «Полы» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							425 266,24		

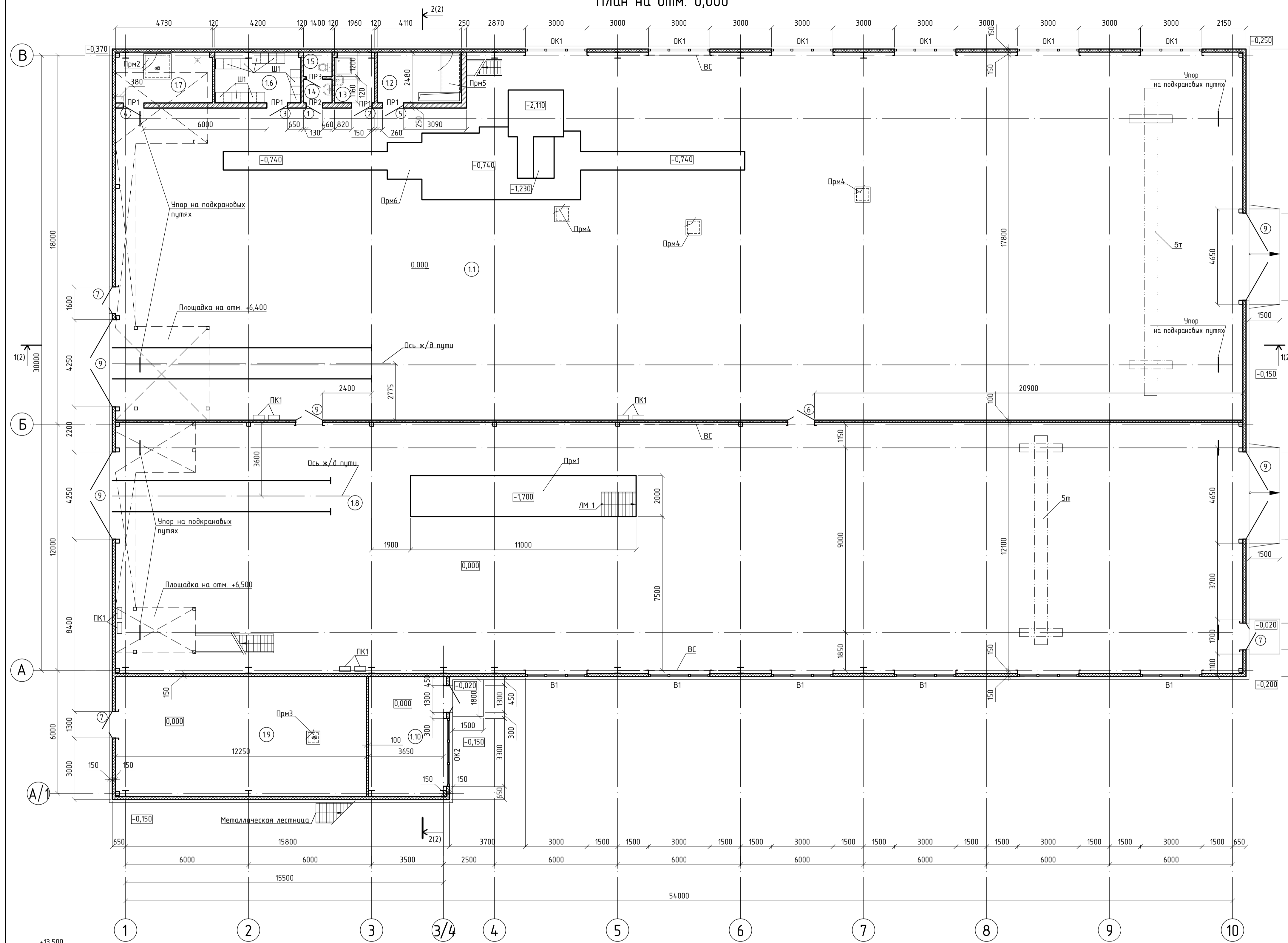
	<i>в том числе:</i>							
	оплата труда					17 884,51		
	эксплуатация машин и механизмов					1 786,04		
	материальные ресурсы					405 595,69		
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)					19 120,20		
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)					23 517,84		
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)					14 340,16		
	Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)					463 124,24		
	ВСЕГО по разделу 6 «Полы» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1 зона					463 124,24	8,79	4 070 862,07
Раздел 7. Отделочные работы								
63	ФЕР13-03-002-01	Огрунтовка металлических поверхностей за один раз грунтовкой ХС-068		100 м2	12,15			
		1	ОТ			42,88	520,99	
		2	ЭМ			9,87	119,92	
		3	в т.ч Отм			0,33	4,01	
		4	М			394,84	4 797,31	
		Итого по расценке				447,59	5 438,22	
		ФОТ					525,00	
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.15	Накладные расходы. Отделочные работы		%	105		551,25	
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.15	Сметная прибыль. Отделочные работы		%	55		288,75	

		Всего по позиции					6 278,22		
64	ФЕР13-03-004-24	Окраска металлических огрунтованных поверхностей пастой огнезащитной ВПМ-2	100 м2	12,15					
	1	ОТ			963,23		11 703,24		
	2	ЭМ			207,83		2 525,13		
	3	в т.ч Отм			30,03		364,86		
	4	М			23 038,20		279 914,13		
		Итого по расценке			24 209,26		294 142,50		
		ФОТ					12 068,10		
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.15	Накладные расходы. Отделочные работы	%	105			12 671,51		
	Письмо №АП-5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.15	Сметная прибыль. Отделочные работы	%	55			6 637,46		
		Всего по позиции					313 451,47		
65	ФЕР13-03-004-06	Окраска металлических огрунтованных поверхностей эмалью ХВ-124	100 м2	12,15					
	1	ОТ			22,40		272,16		
	2	ЭМ			6,66		80,92		
	3	в т.ч Отм			0,33		4,01		
	4	М			494,31		6 005,87		
		Итого по расценке			523,37		6 358,95		
		ФОТ					276,17		

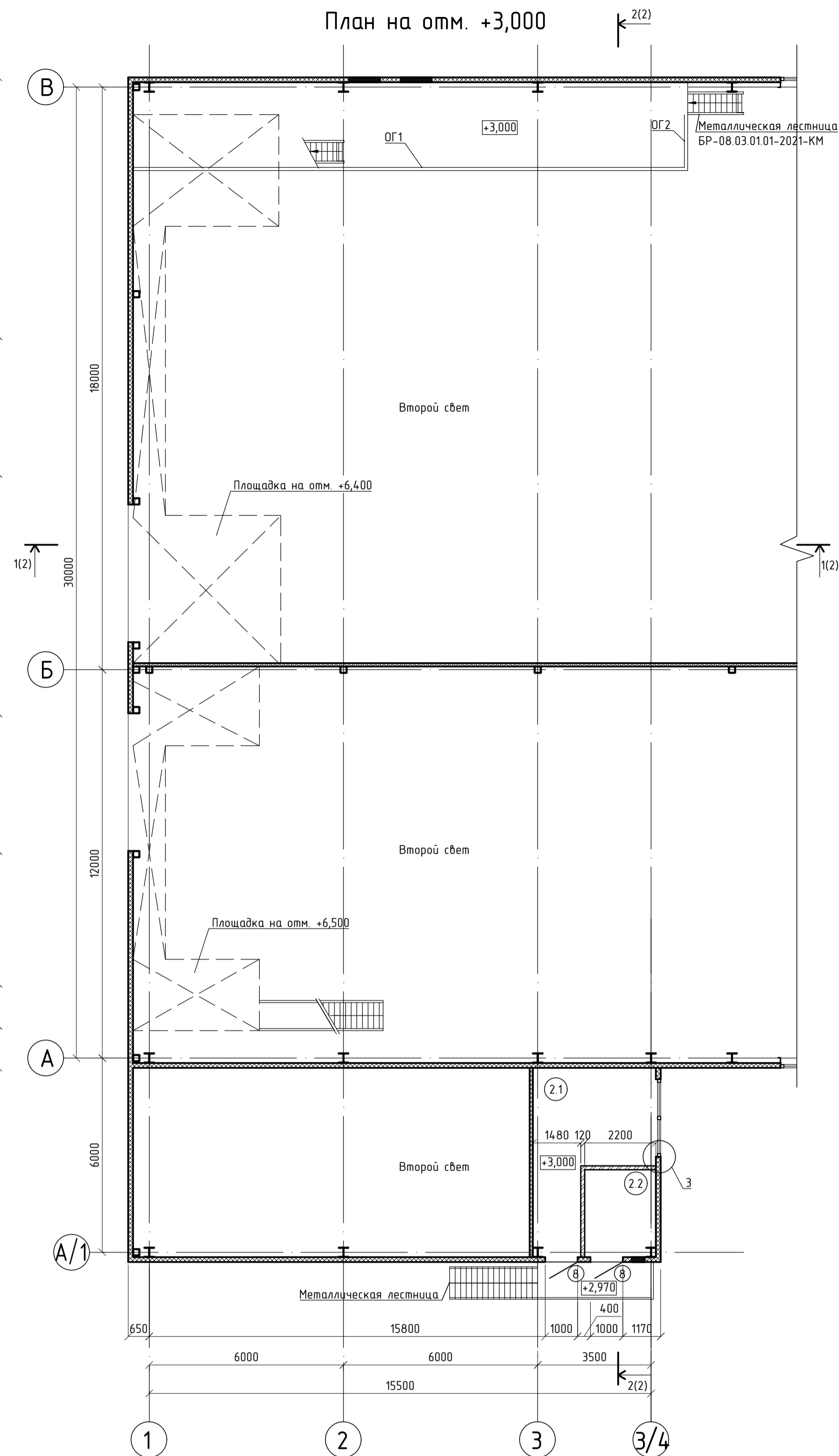
	МДС81-33.2004 Прил.4 п.15	Накладные расходы. Отделочные работы	%	105			289,98		
	Письмо №АП- 5536/06 от 18.11.04 Прил.1 п.15	Сметная прибыль. Отделочные работы	%	55			151,89		
		Всего по позиции					6 800,82		
	Итого прямые затраты по разделу 7 «Отделка» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						305 939,67		
	<i>в том числе:</i>								
	оплата труда						12 496,39		
	эксплуатация машин и механизмов						2 725,97		
	материальные ресурсы						290 717,31		
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						12 869,27		
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						13 512,74		
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						7 078,10		
	Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)						326 530,51		
	ВСЕГО по разделу 7 «Отделка» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1 зона						326 530,51	8,79	2 870 203,18
ИТОГО ПО СМЕТЕ									
	Итого прямые затраты по смете (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						3 380 948,67		
	<i>в том числе:</i>								
	оплата труда						165 980,84		
	эксплуатация машин и механизмов						195 436,98		
	материальные ресурсы						3 019 530,85		

Итого ФОТ (в базисном уровне цен)	185 672,16		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)	138 721,58		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)	111 178,78		
Итого по смете (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)	3 630 849,03		
ВСЕГО по смете (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) (ИСМР = 8,79) Письмо Минстроя от 11.03.2021 №9351-ИФ/09 Прочие объекты Красноярский край 1зона Красноярский край 1зона	3 630 849,03	8,79	31 915 162,95
Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 №332/пр прил.1 п.1) 3,4%	123 448,87		1 085 115,54
Итого с временными	3 754 297,89		33 000 278,50
Производство работ в зимнее время (ГСН-81-05-02-2007 табл. 4 п.1.5) 2,7%	101 366,04		891 007,52
Итого с зимним удорожанием	3 855 663,94		33 891 286,01
Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 №421/пр п.179 б.) 3%	115 669,92		1 016 738,58
Итого с непредвиденными	3 971 333,86		34 908 024,59
НДС (НК РФ) 20%	794 266,77		6 981 604,92
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	4 765 600,63		41 889 629,51

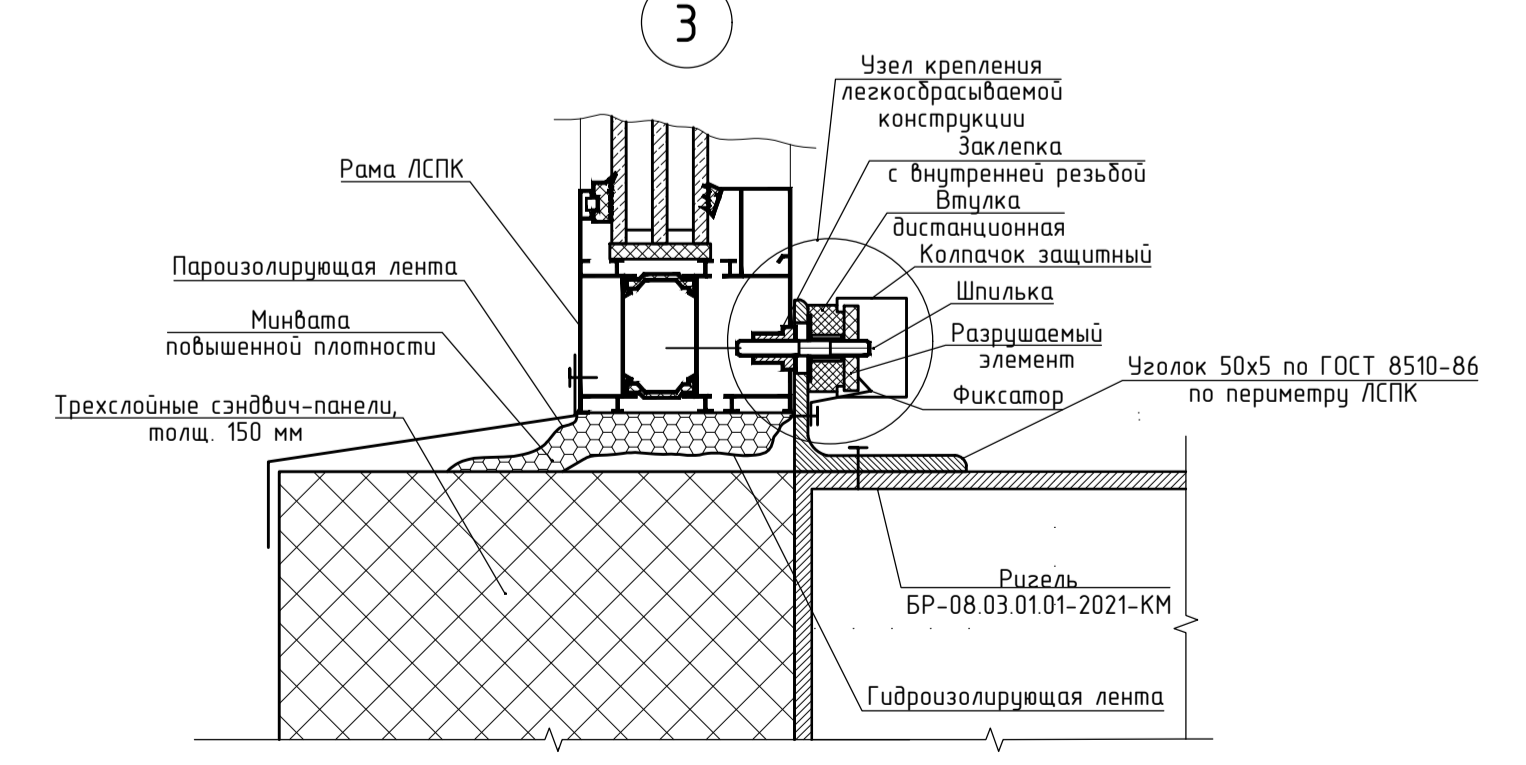
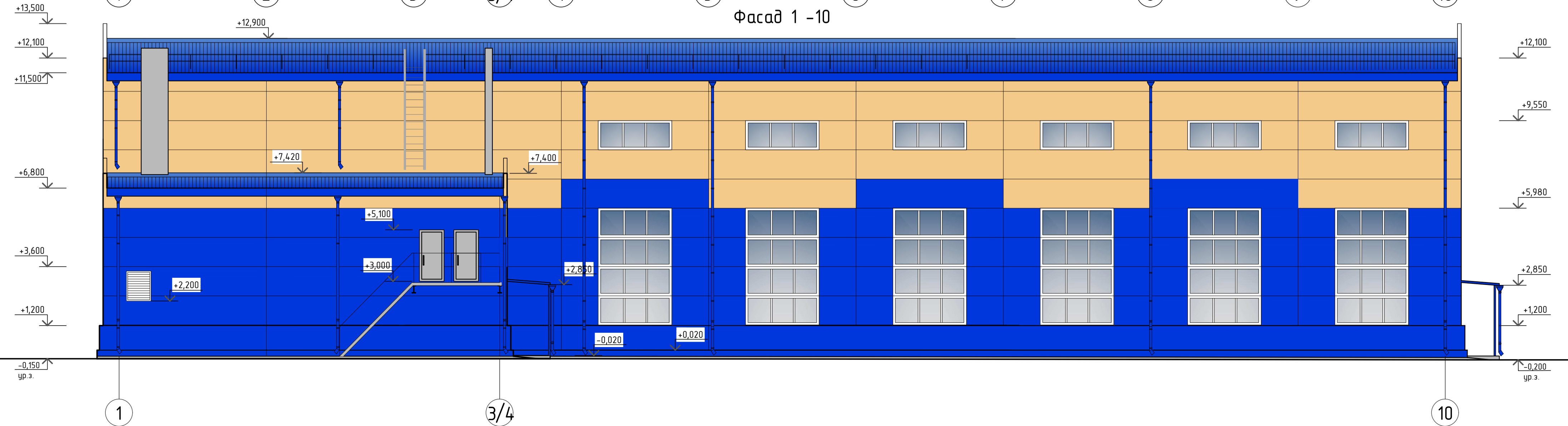
План на отм. 0,000



План на отм. +3,000



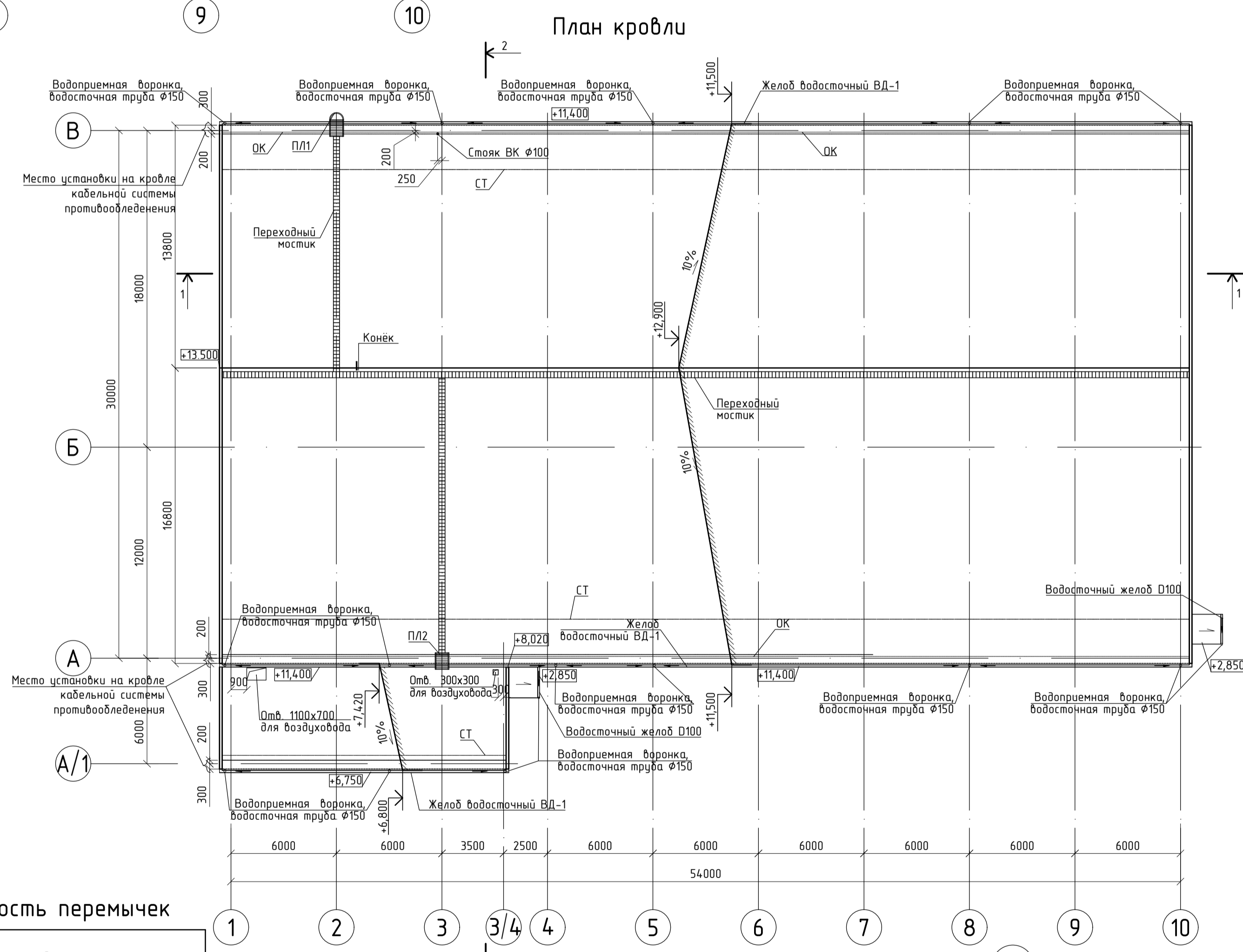
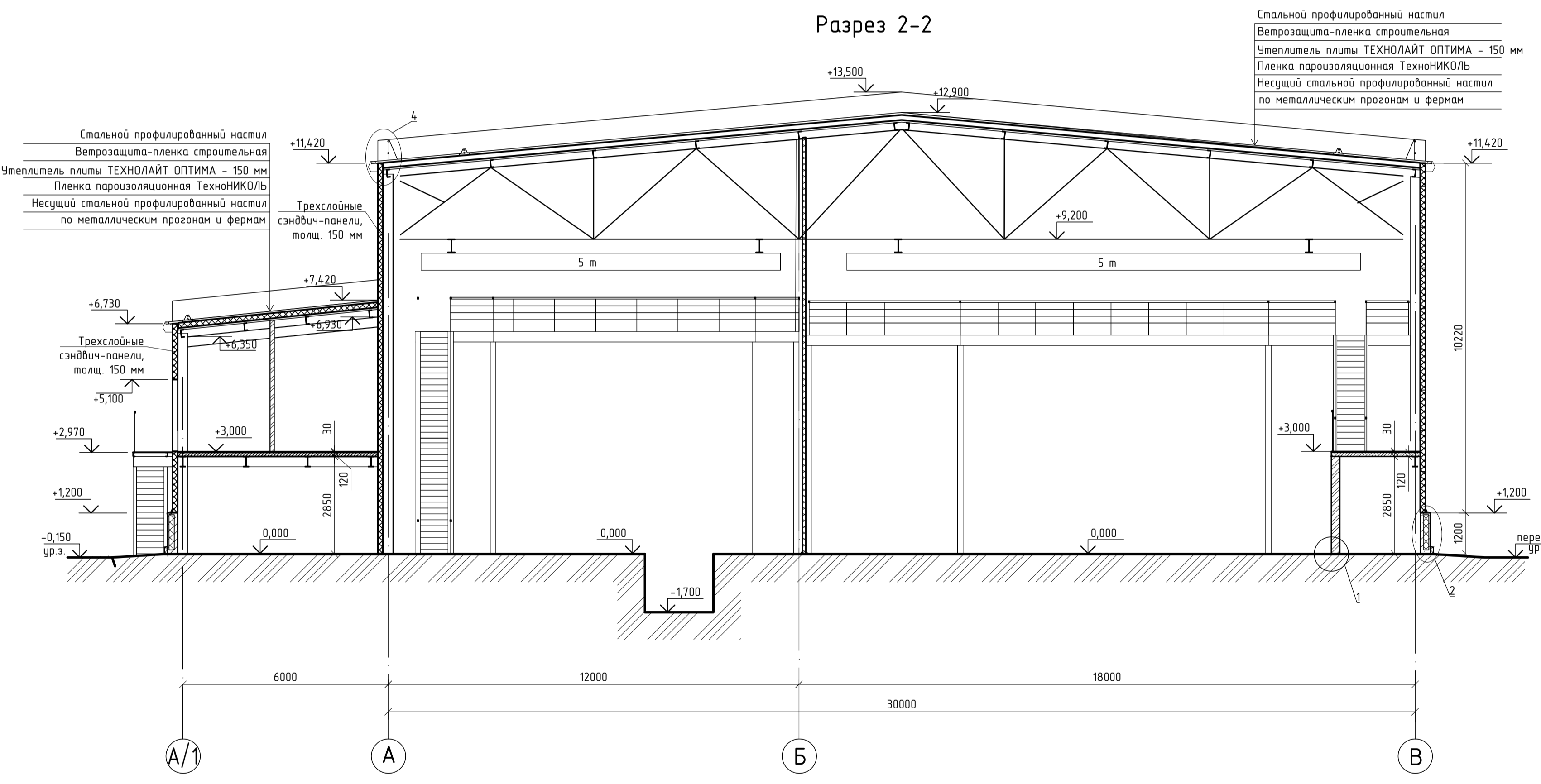
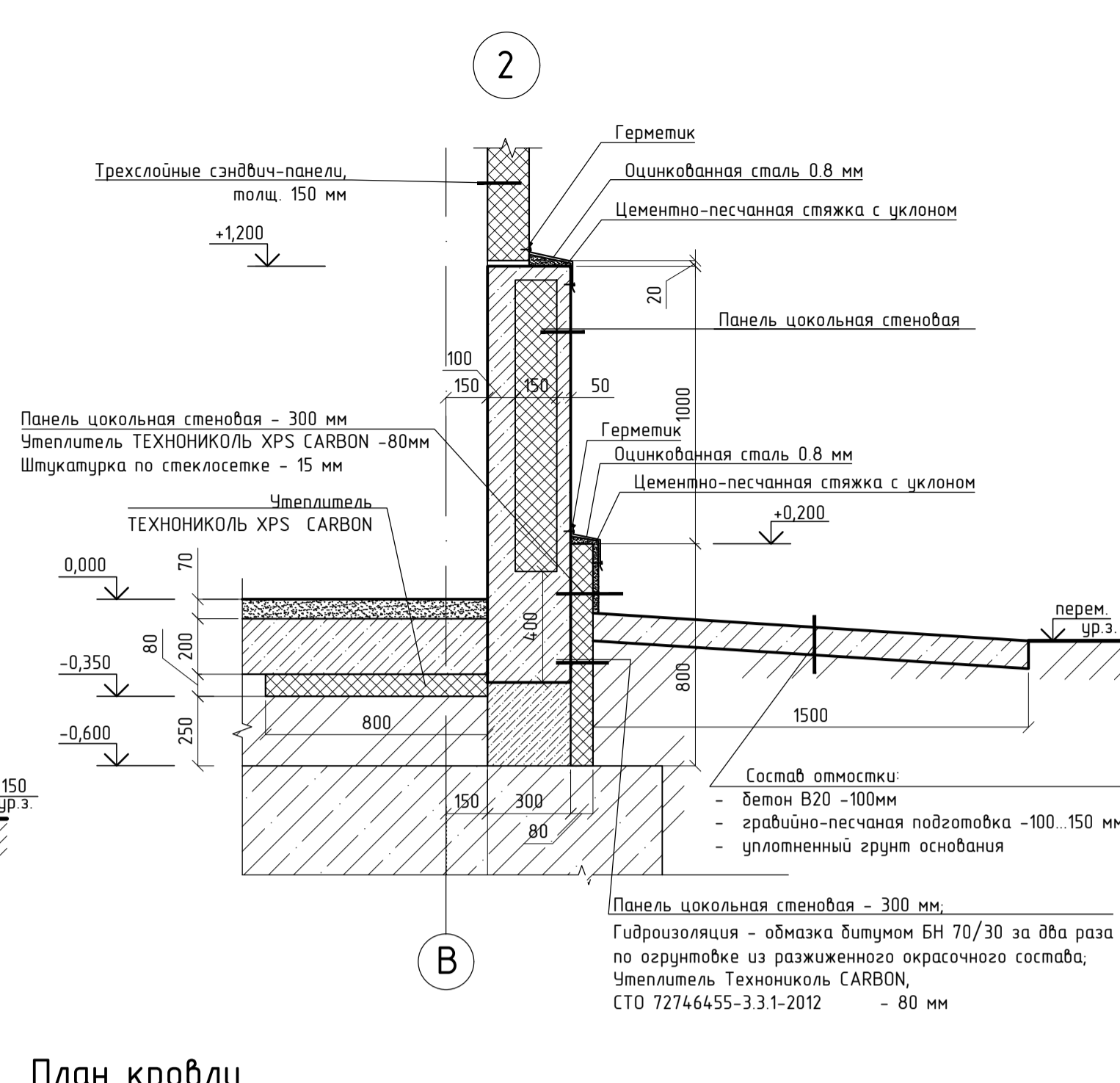
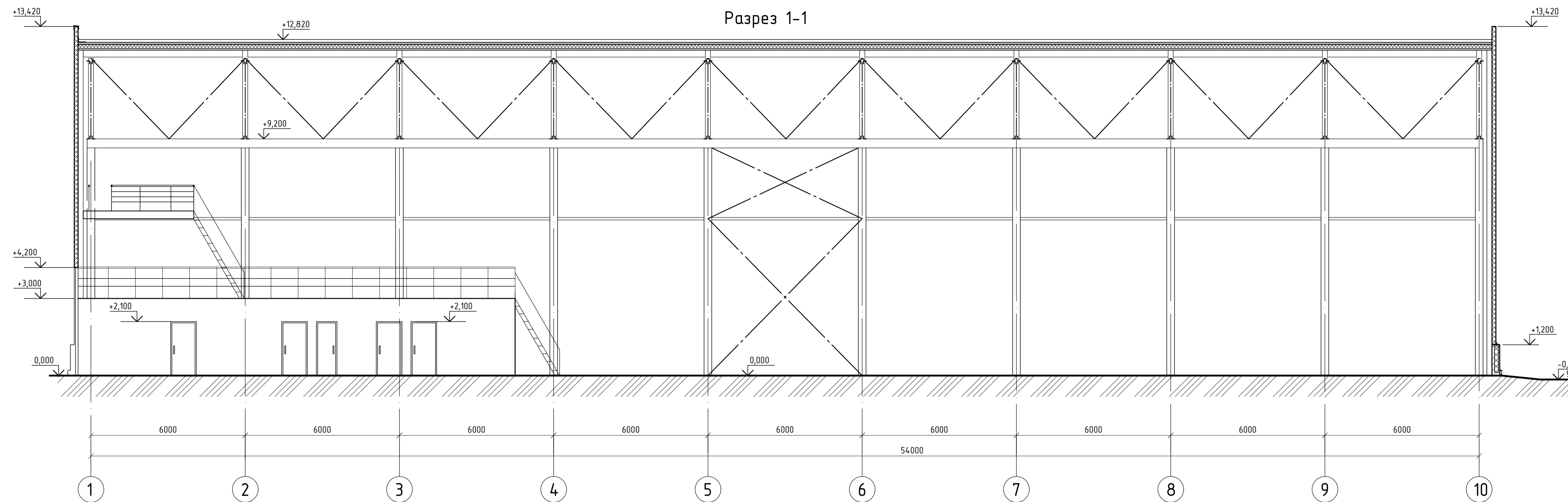
Фасад 1 - 10



БР-08.03.01.01-2021-АР							
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт							
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Повпись	Дата		
Разработал	Фалилеева Д.А.						
Консультант	Казачкова Е.В.						
Руководитель	Петухова И.Я.						
Н. контроль	Петухова И.Я.						
Вед. кафедр	Гордеев С.В.						
Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства					Статия	Лист	Листов
План на отм. +0,000. План на отм. +3,000 Фасад 1-10. Узел 3.					1		
					Кафедра СКИИС		

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. пом.
План на отм. 0,000			
1.1	Цех подготовки металла	616,8	Д
1.2	Электрощитовая	10,2	В4
1.3	Помещение уборочного инвентаря	4,8	
1.4	Тандур	1,6	
1.5	Санузел	1,7	
1.6	Гардероб для верхней рабочей одежды на 17 человек	10,3	Д
1.7	ИТП	11,6	В2
1.8	Окрасочный участок	34,0,9	В2
1.9	Венткамера	71,4	А
1.10	Склад лакокрасочных материалов	22,0	
План на отм. +3,000			
2.1	Венткамера вытяжная	15,7	А
2.2	Венткамера приточная	5,9	Д

Спецификация элементов заполнения проемов дверей и ворот

Поз.	Обозначение	Наименование	Количество		Масса ед., кг	Примечание
			1 эт.	2 эт.		
1	ГОСТ 475-2016	ДС 1 Рп 21x8 Г ПрБ	2	-	2	
2	-/-	ДС 1 Рп 21x10 Г ПрБ	1	-	1	
3	-/-	ДВ 1 Рп 21x10 Г ПрБ	2	-	2	
4		Дверь противопожарная однопанельная ДПМ-01/30 (Е130), левая, 1010x2100	1	-	1	
5	НПО пожарной безопасности "ПЧУЛЬС"	Дверь противопожарная однопанельная ДПМ-01/30 (Е130), правая, 1010x2100	1	-	1	
6		Дверь противопожарная двупанельная ДПМ-01/30 (Е130), 1300x2100	2	-	2	
7	ГОСТ 31173-2016	ДСН, А, Дп, Брз, Н, П2лс, О, МЗ 2100-1300	4	-	4	
8		ДСН, А, Оп, Брз, П, Н, П2лс, О, МЗ 2100-1000	-	2	2	
9	серия 1.435.9-17 вып.2	Ворота распашные, ручное открывание Габариты: 4200x4200(Н)	4	-	4	

Ведомость проемов дверей и ворот

Позиция	Размер проема, вхп мм	Марка	Схема сечения
1	810x2100		
2,3,4,5	1010x2100	ПР1 ПР2	1 - пр1 2 - пр2
6,7	1300x2100		
8	1000x2100		
9	4250x4200	ПР3	2 - пр3

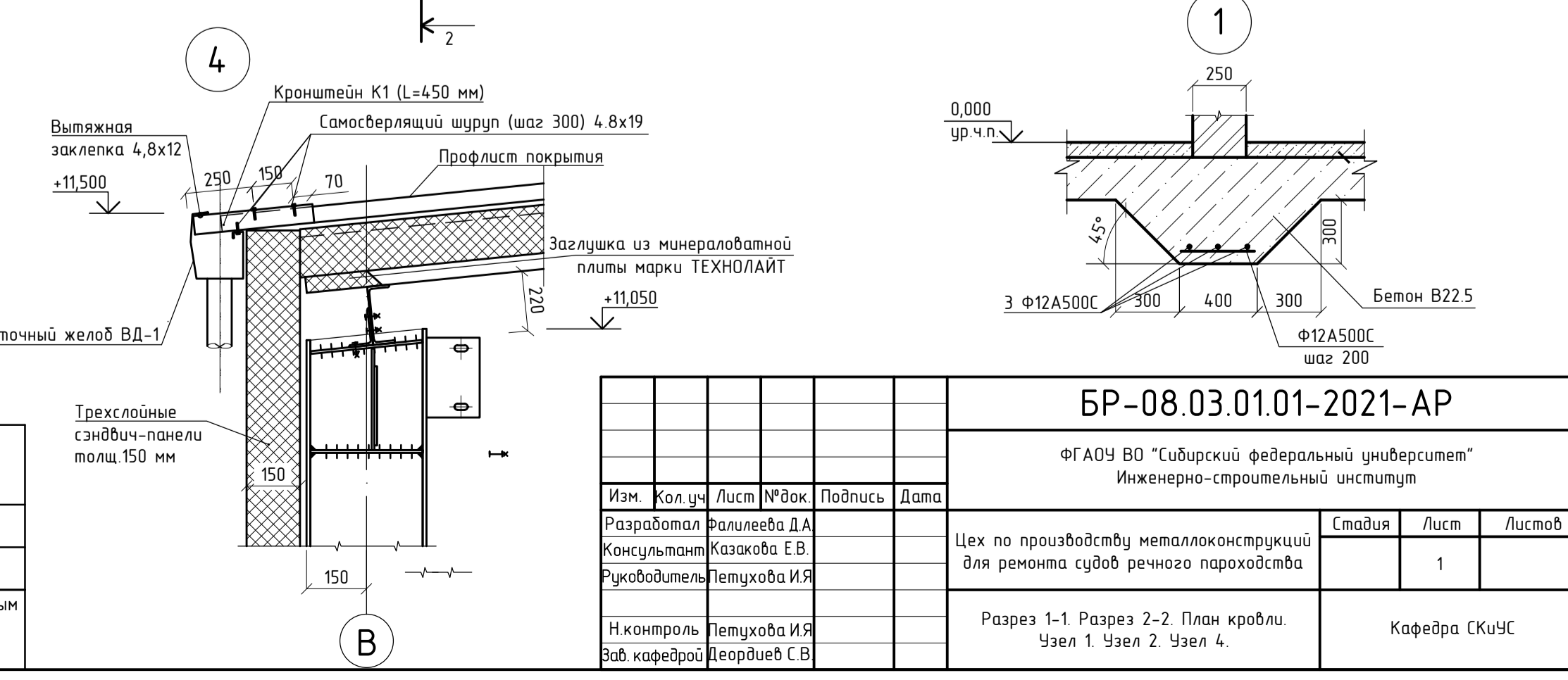
Ведомость перемычек

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во, шт	Масса ед., кг	Примечание
1	Серия 1.038.1-1 вып. 1	2 ПБ 13-1-п	8	54	
2	-/-	2 ПБ 10-1-п	3	43	

Спецификация перемычек

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во, шт	Масса ед., кг	Примечание
1	Серия 1.038.1-1 вып. 1	2 ПБ 13-1-п	8	54	
2	-/-	2 ПБ 10-1-п	3	43	

1. Ж/б перемычки устанавливать на свежесделанный раствор М25, заделывать строповочные отверстия кладочным раствором.



БР-08.03.01.01-2021-АР

ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Повпись	Дата
Разработал	Радилеева Д.А.				
Консультант	Казачева Е.В.				
Руководитель	Тетухова И.Я.				
Н. контроль	Тетухова И.Я.				
Вед. кафедрой	Леординов С.В.				

Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства

Стация Лист Листов

1 1

Разрез 1-1. Разрез 2-2. План кровли. Узел 1. Узел 2. Узел 4.

Кафедра СКИИС

Схема расположения колонн и стоек фахверка на отметке 0,000

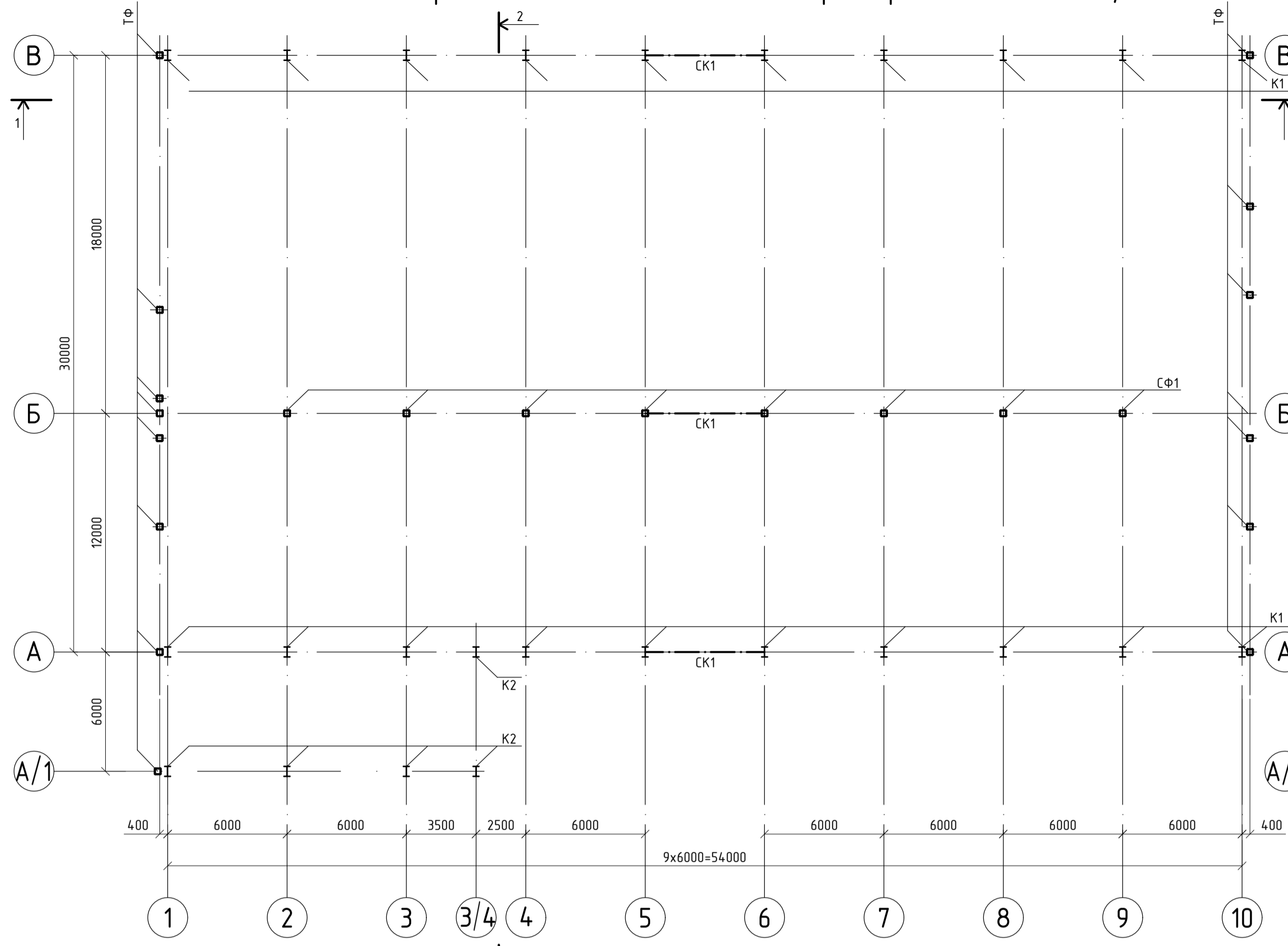
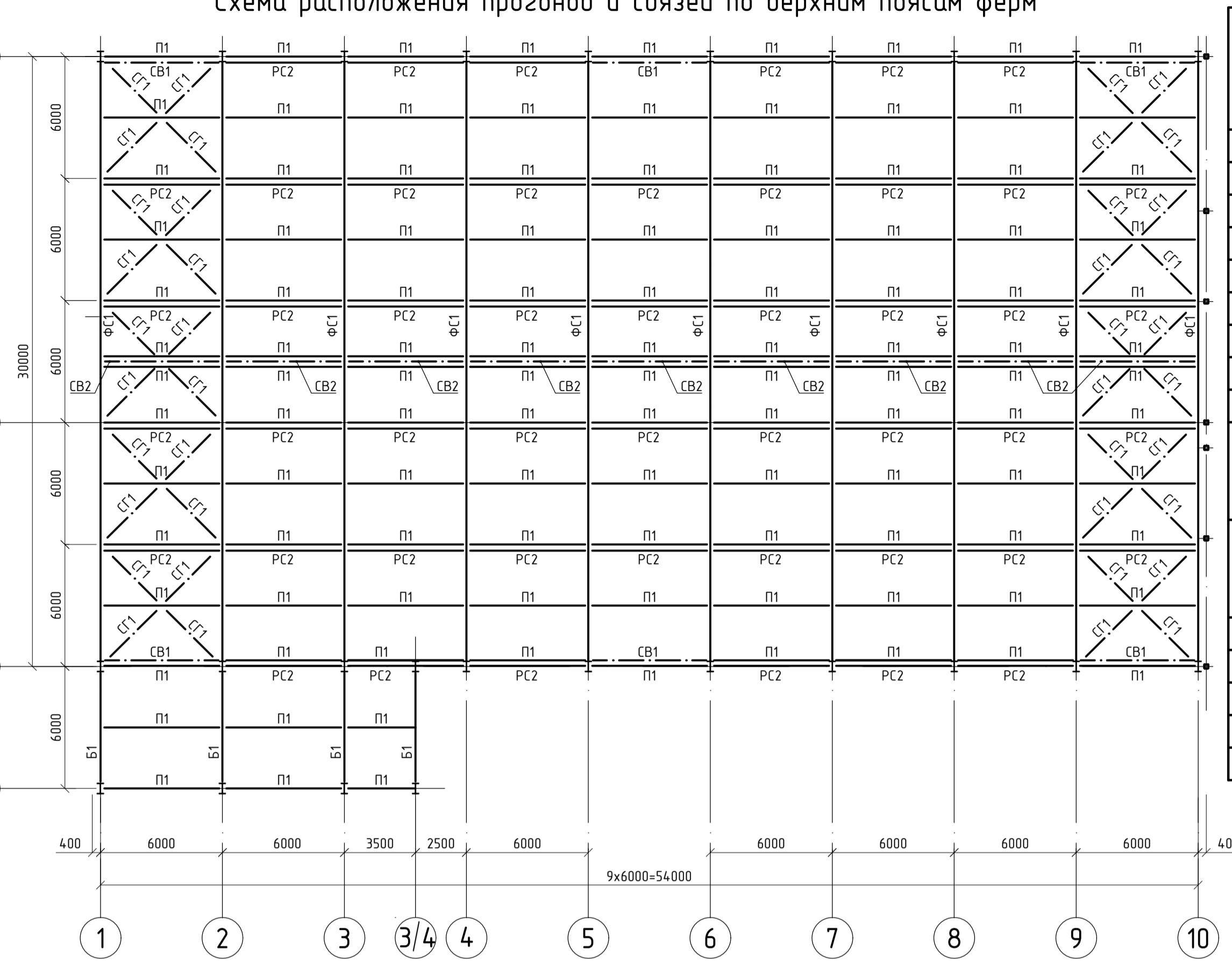


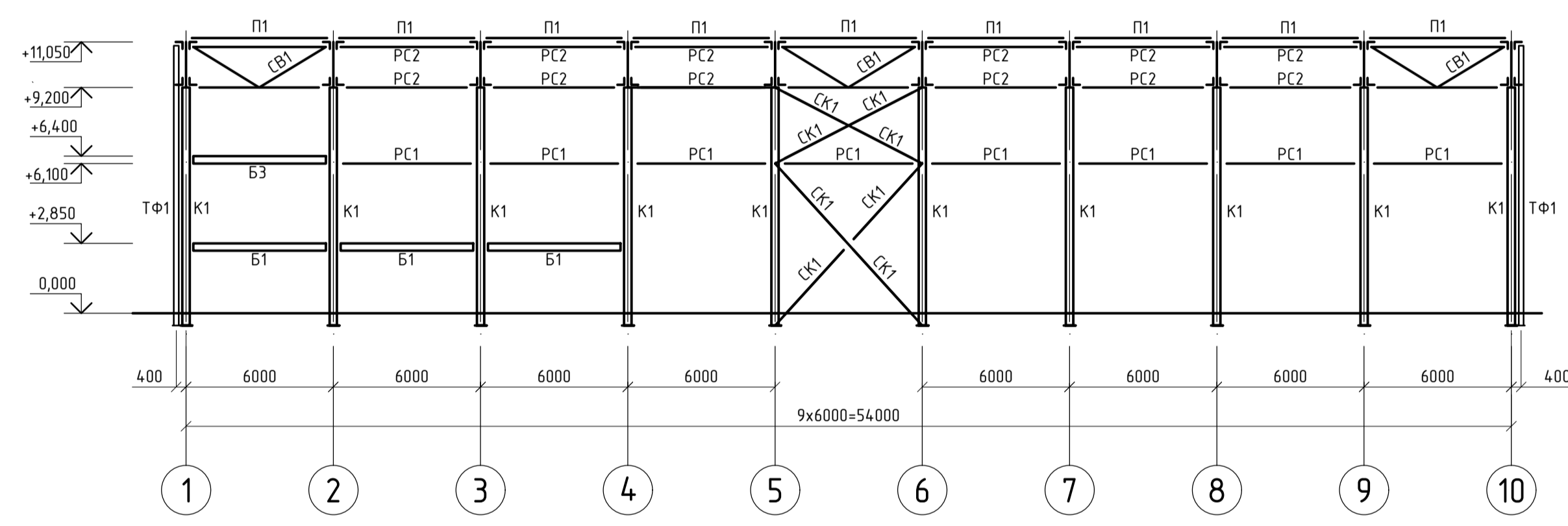
Схема расположения прогонов и связей по верхним поясам ферм



Ведомость элементов

Марка элемента	Сечение			Усилия для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание
	эскиз	поз	состав	Q, кН	N, кН	M, кН·м		
ФС1	Составное сечение см. лист 4							C255
K1			I30K2					C255
K2			I30K2					C255
ТФ			200x8					C255
СФ1			200x8					C245
СФ2			120x5					C245
Б1			I30Б2					255Б-1
П1			C18aП	20,56		30,54		C245
СК1			100x5					C245
СВ1		1	100x5					C245
		2	100x5					C245
		3	80x5					C245
СВ2		1	100x5					C245
		2	100x5					C245
		3	80x5					C245
СГ1			100x5				C245	
СГ2			120x5				C245	
СГ3			100x5				C245	
РС1			100x5					C245
РС2			100x5					C245

Разрез 1-1



Разрез 2-2

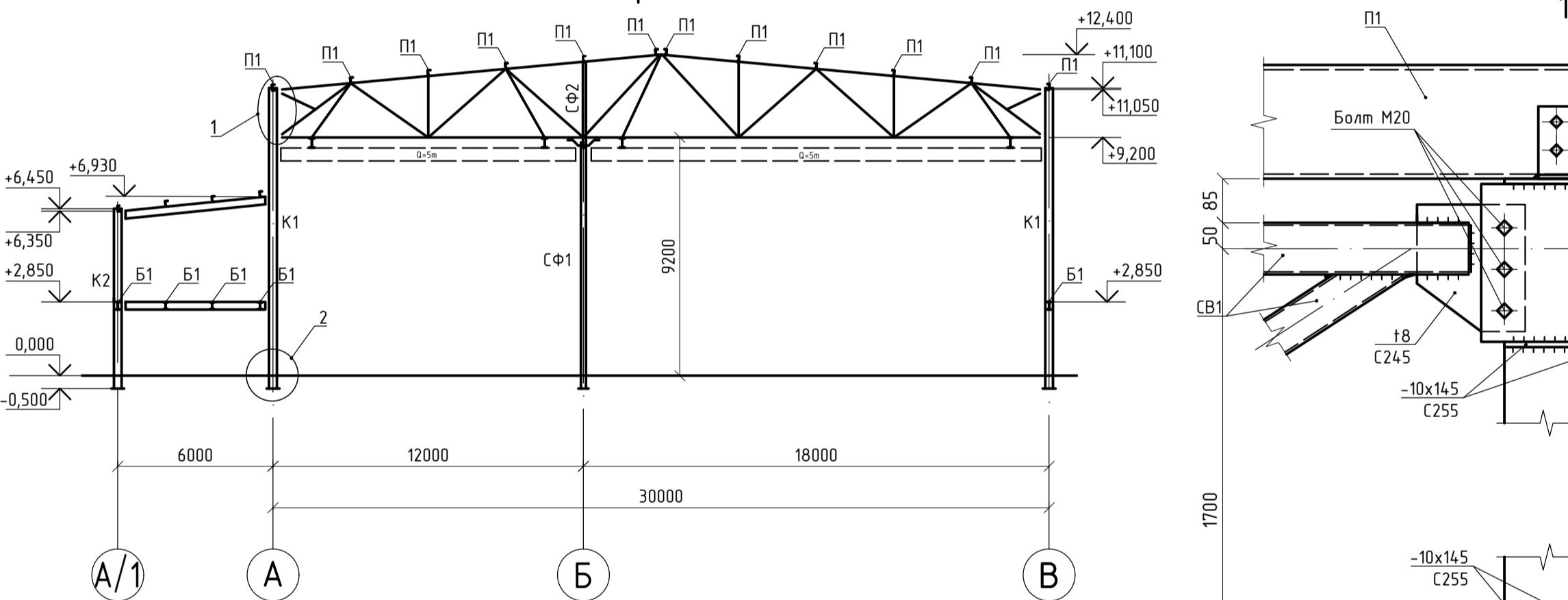
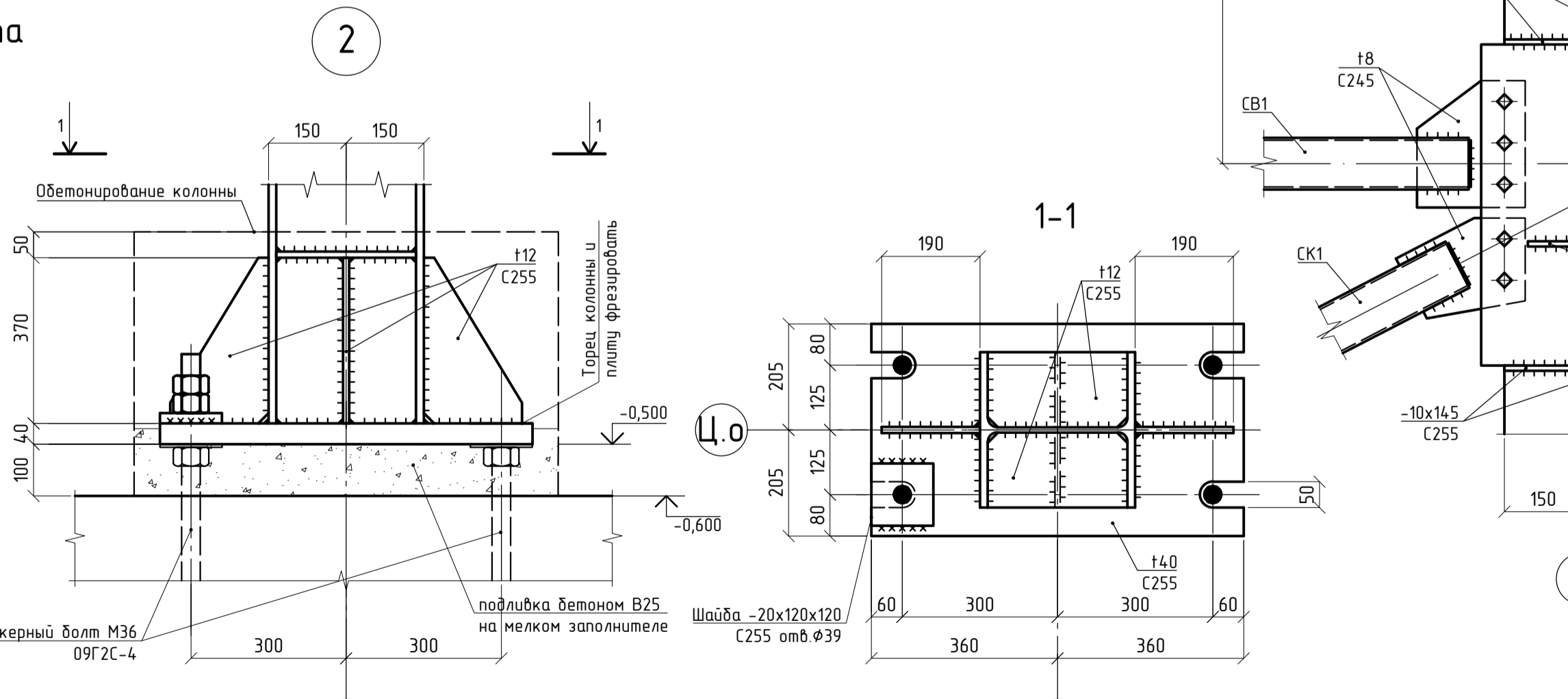
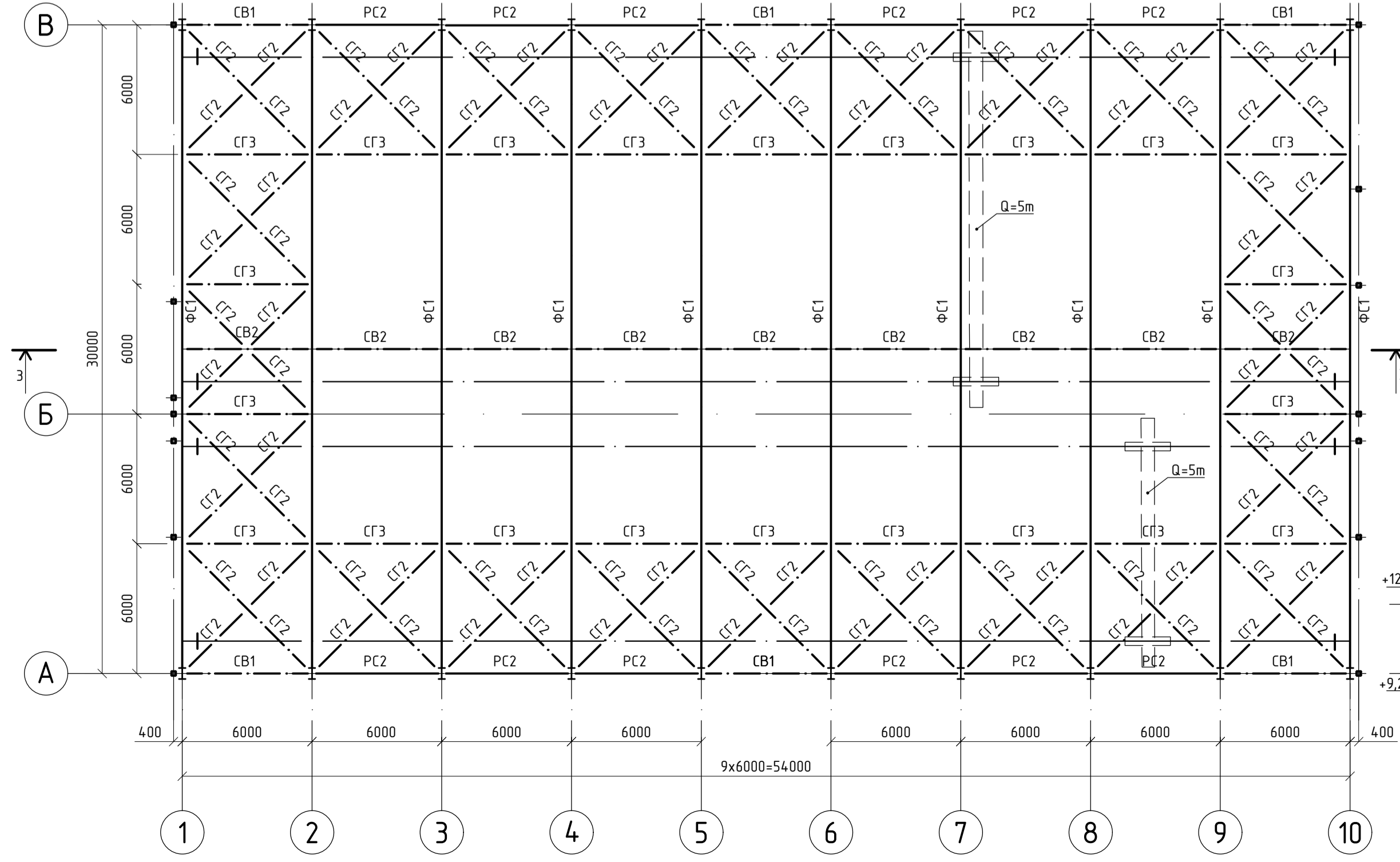
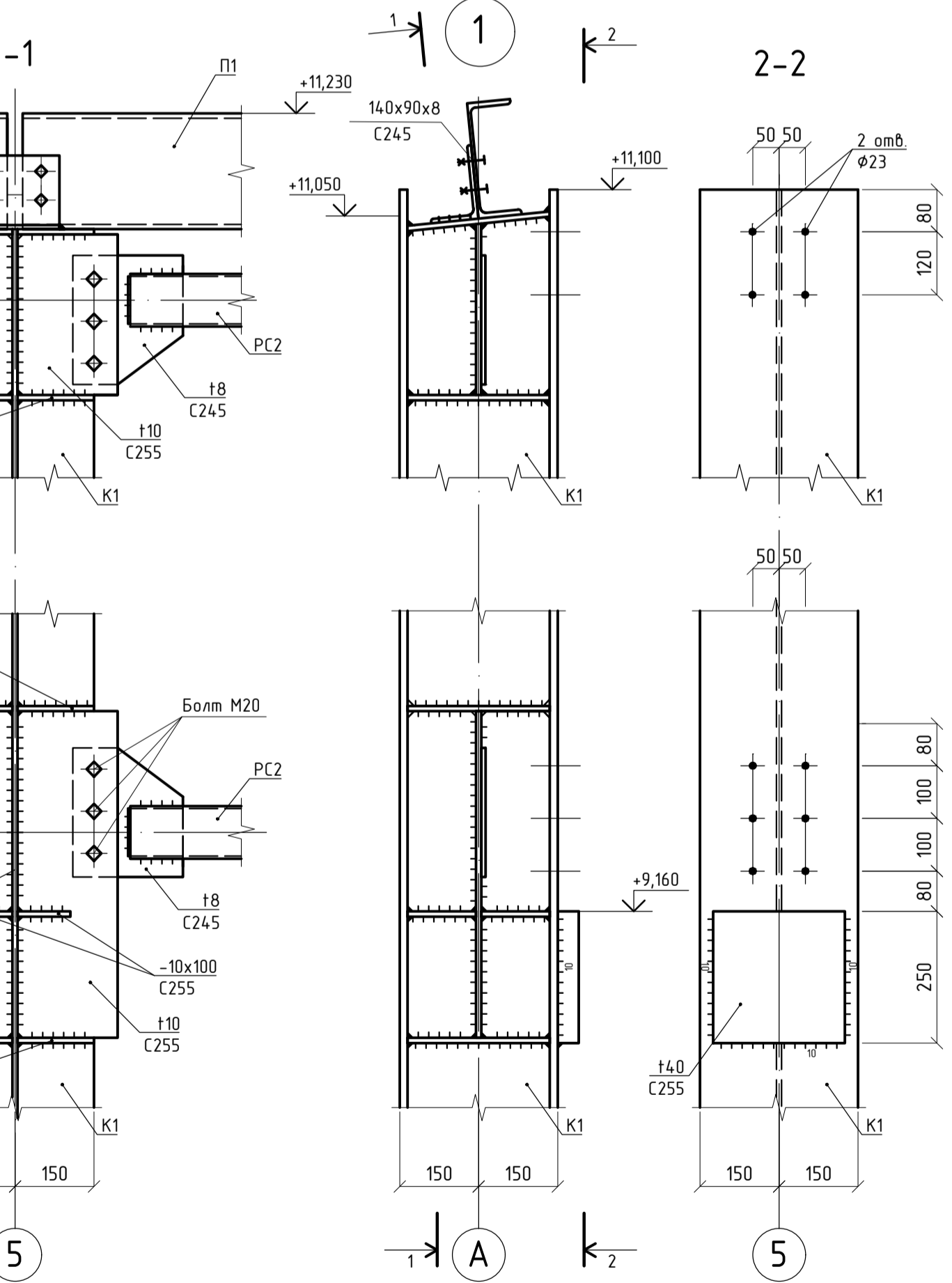
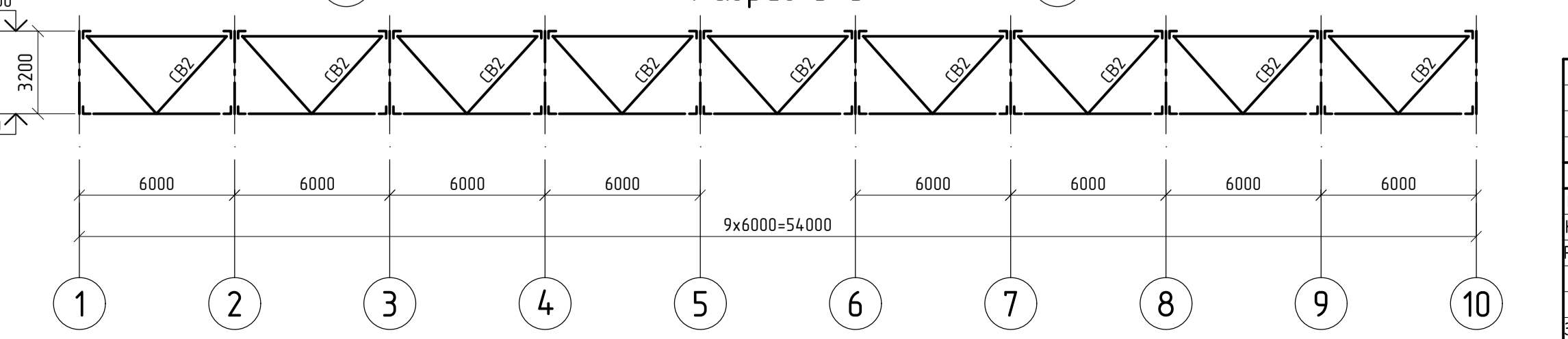


Схема расположения стропильных ферм, связей по нижним поясам и путей подвешенного транспорта



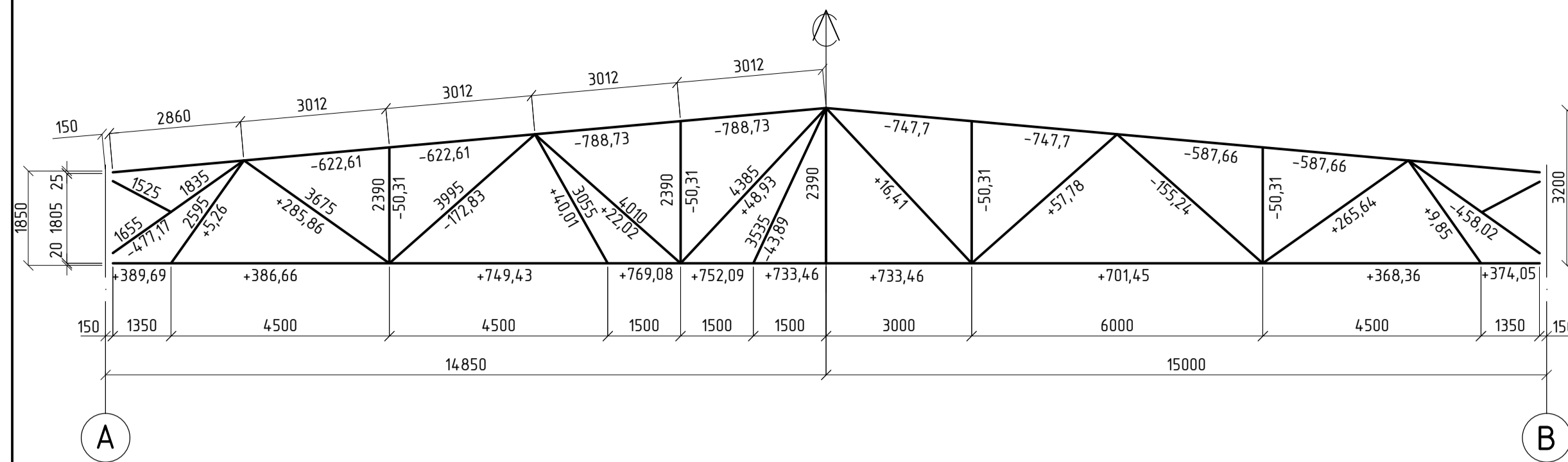
Разрез 3-3



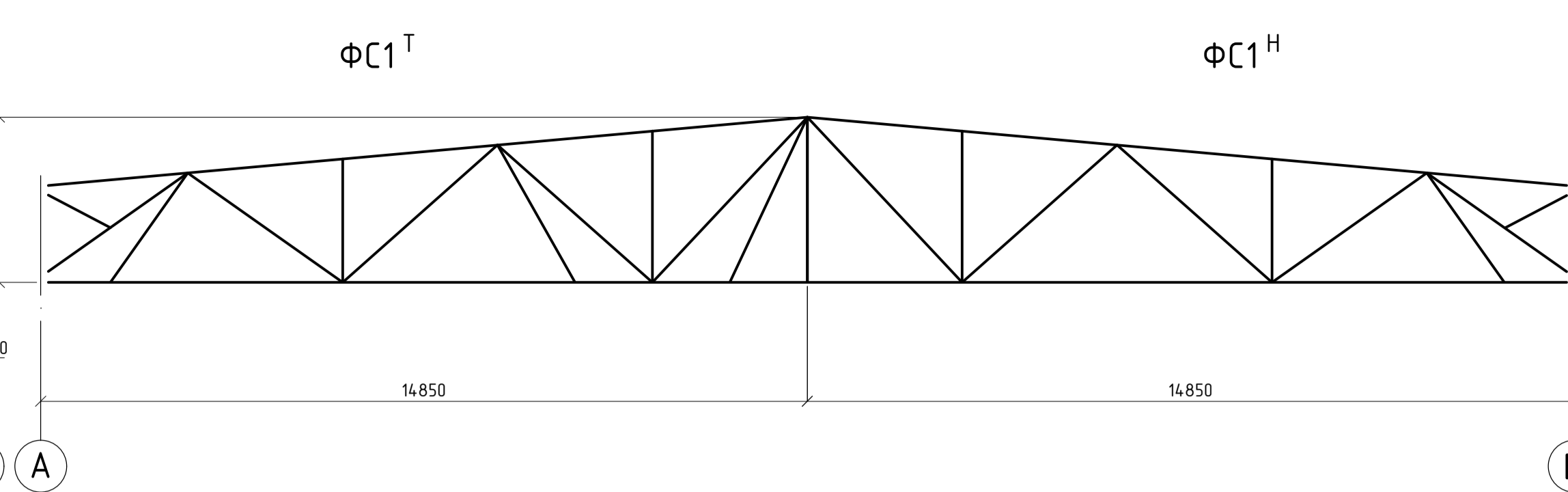
1. Все отверстия d=23
2. Все швы k1=6, кроме оголовных
3. Все сварные швы выполнять механизированной дуговой сваркой в среде CO₂ (МДС_{СО2}), сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70, положение швов нижнее
4. Монтаж Б1 выполнять на болтах М20 нормальной точности (класс точности В), диаметр 20 мм, класс прочности 5,6
5. Лист 3 читать совместно с листом 4

Изм.				Лист				№ док				Подпись				Дата					
<p align="center">БР-08.03.01.01-2021-КМ</p> <p align="center">ФГАУ ВУ "Сибирский федеральный университет"</p> <p align="center">Инженерно-строительный институт</p>																					
Разработал		Резникова Д.А.		Консультант		Тетухова И.Я.		Руководитель		Тетухова И.Я.		Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства				Стадия		Лист		Листов	
Н. контроль		Тетухова И.Я.		В.б. кафедры		Леордиев С.В.		Схема расположения колонн и стоек фахверка на отметке 0,000. Схема расположения стропильных ферм, связей по нижним поясам и путей подвешенного транспорта. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3. Четы 1, 2				КМ		3		Кафедра СКИИС					

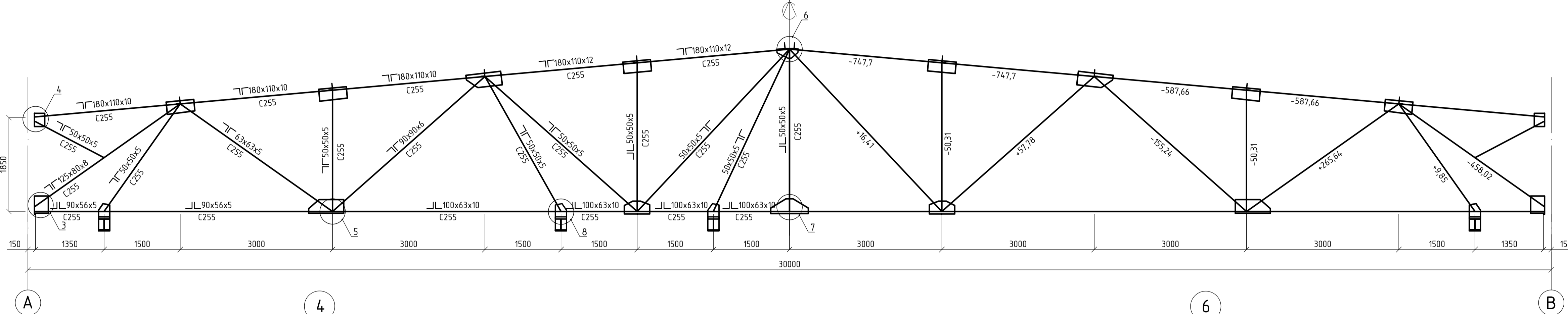
Геометрическая схема фермы ФС1



Монтажная схема фермы ФС1



Фасонки 110, С255, кроме оговоренных

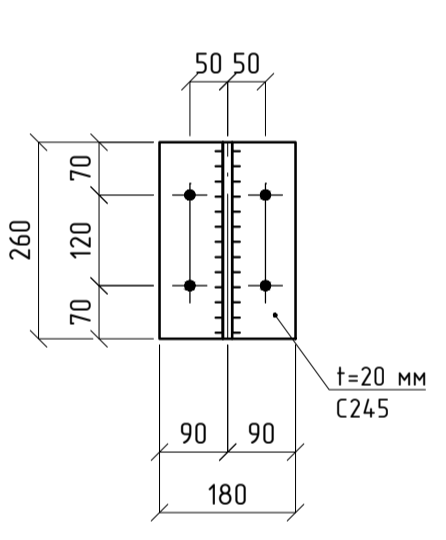


Марка	Поз	Кол. шт.	Сечение	Длина, мм	Масса, кг		Марка стали	Примечание
					шт. (одной детали)	общ. (всех) эле-мента		
ФС1	1	2	Л180х110х10	8884	197,6	395,2	С255	
	2	2	Л180х110х12	6024	159,3	318,6		
	3	2	Л90х56х5	5850	36,1	72,2		
	4	2	Л100х63х10	9000	109,3	218,6		
	5	2	Л50х5	1525	5,7	11,4		
	6	2	Л125х80х8	3490	4,37	87,4		
	7	2	Л50х5	2595	9,8	19,6		
	8	2	Л63х5	3675	17,7	35,4		
	9	2	Л50х5	2390	9,0	18,0		
	10	2	Л90х6	3995	33,3	66,6		
	11	1	Л50х5	3055	11,5	11,5		
	12	2	Л50х5	4010	15,1	30,2		
	13	2	Л50х5	2390	9,0	18,0		
	14	2	Л50х5	4385	16,5	33,0		
	15	1	Л50х5	3535	13,3	13,3		
	16	1	Л50х5	2930	11,0	11,0		

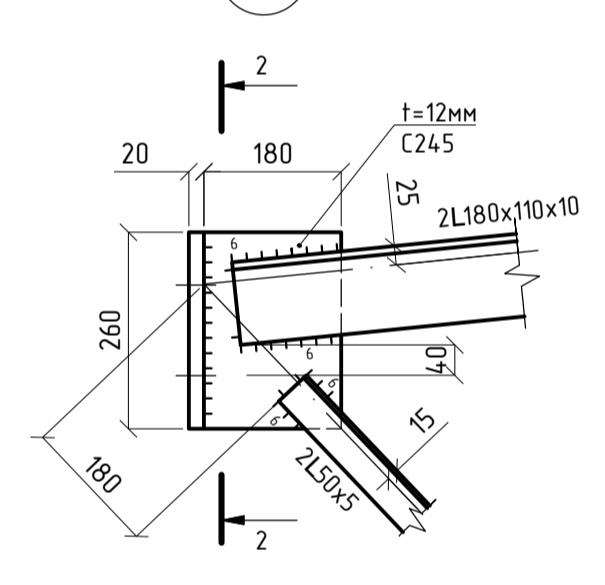
Масса наплавленного металла 1%

Требуется изготовить		Таблица заводских сварных швов на 1 марку в м						
Отпр. марка	Кол. шт.	Масса, кг		Отпр. марка	Катет, вид шва			
		шт.	общ.		4	5	6	7
ФС1	10	1249,6	1249,6	ФС1	4,35			
Общая масса		1249,6						

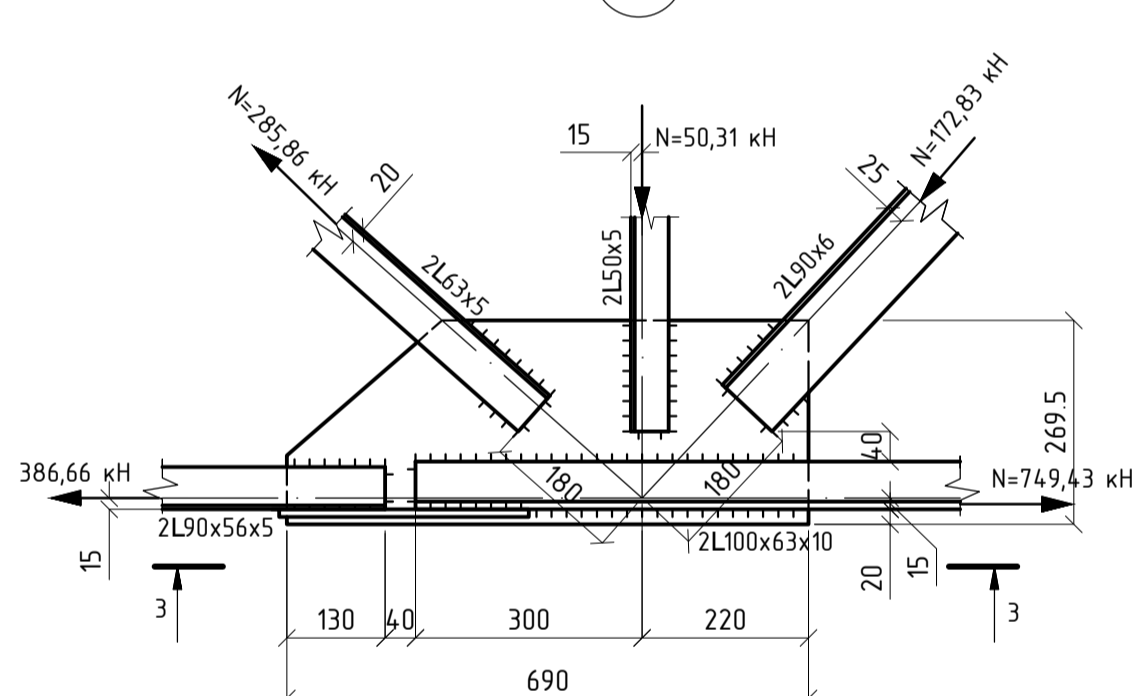
2-2



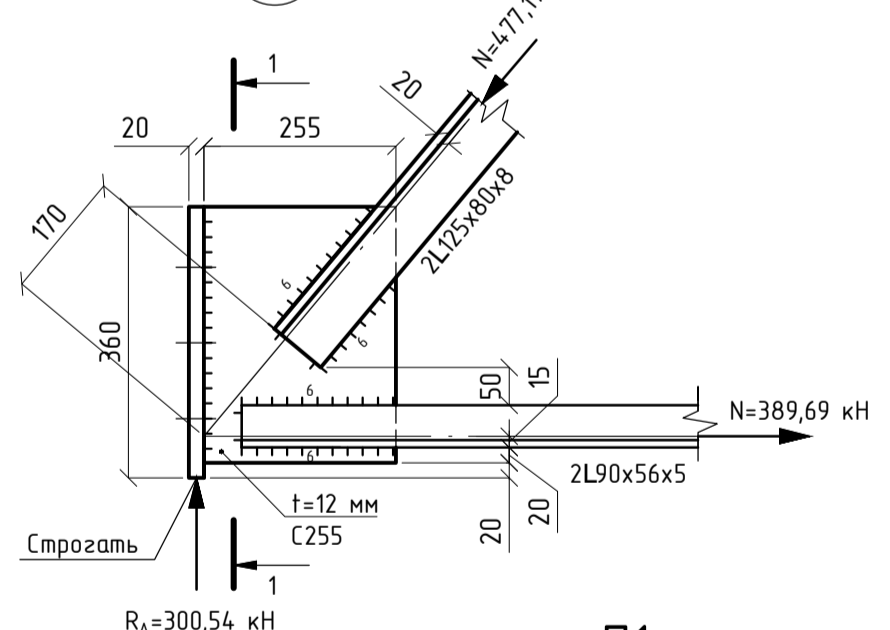
4



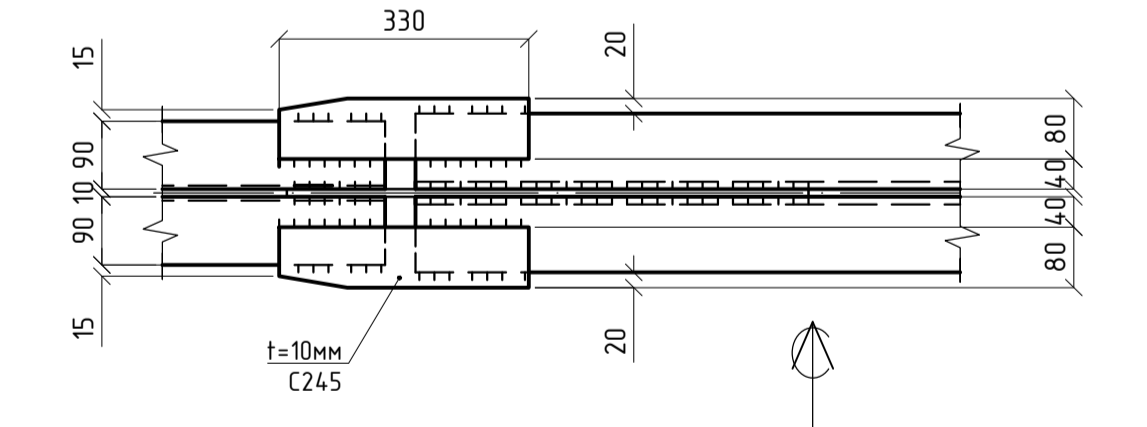
5



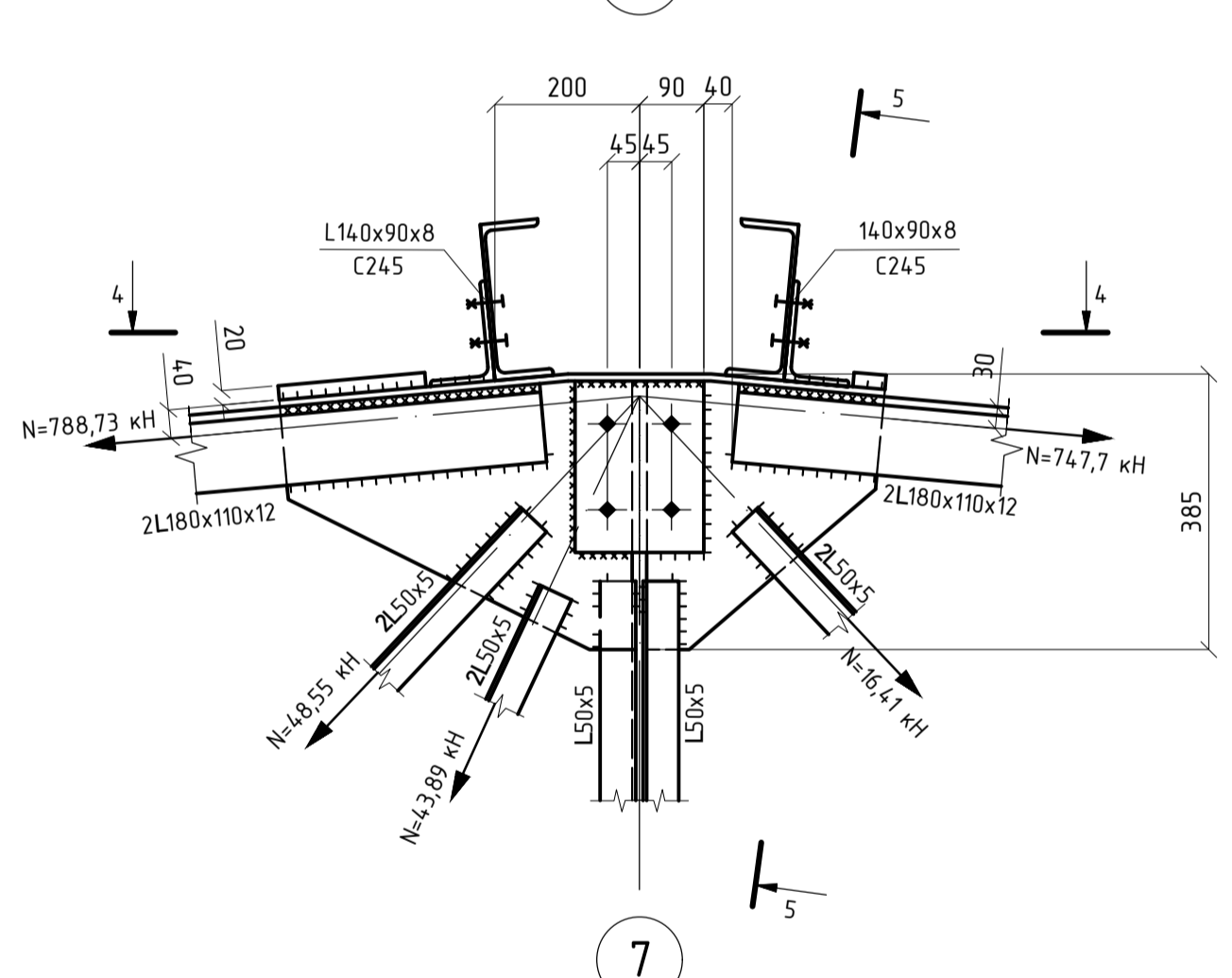
3



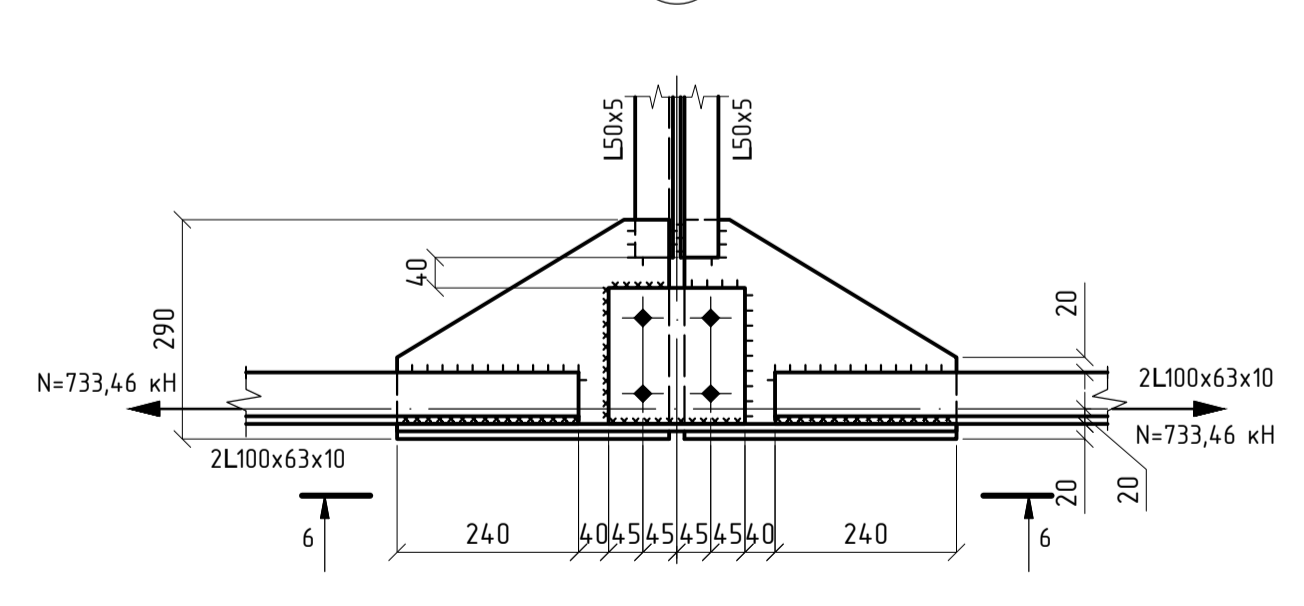
3-3



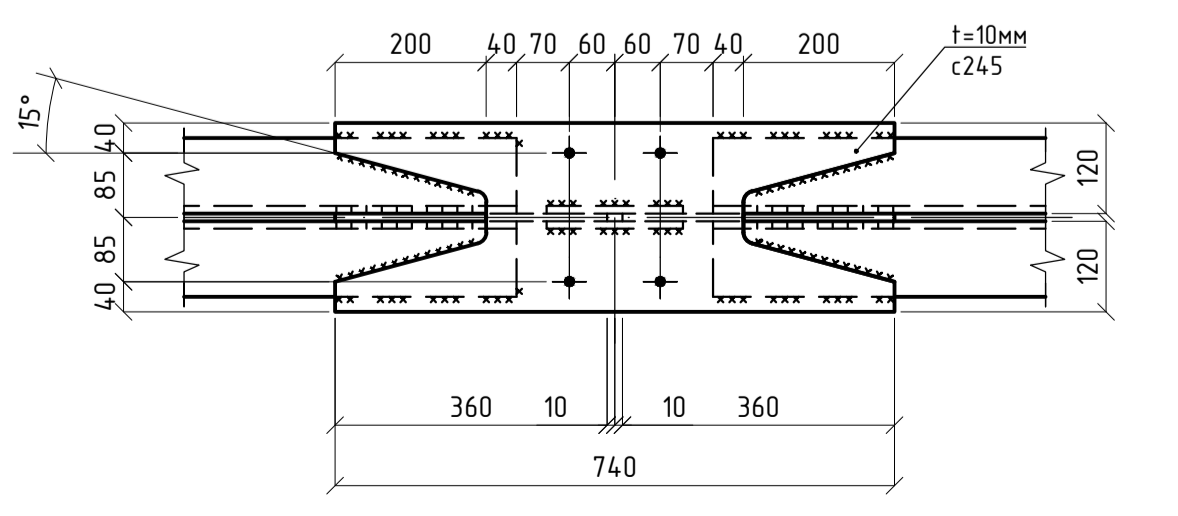
6



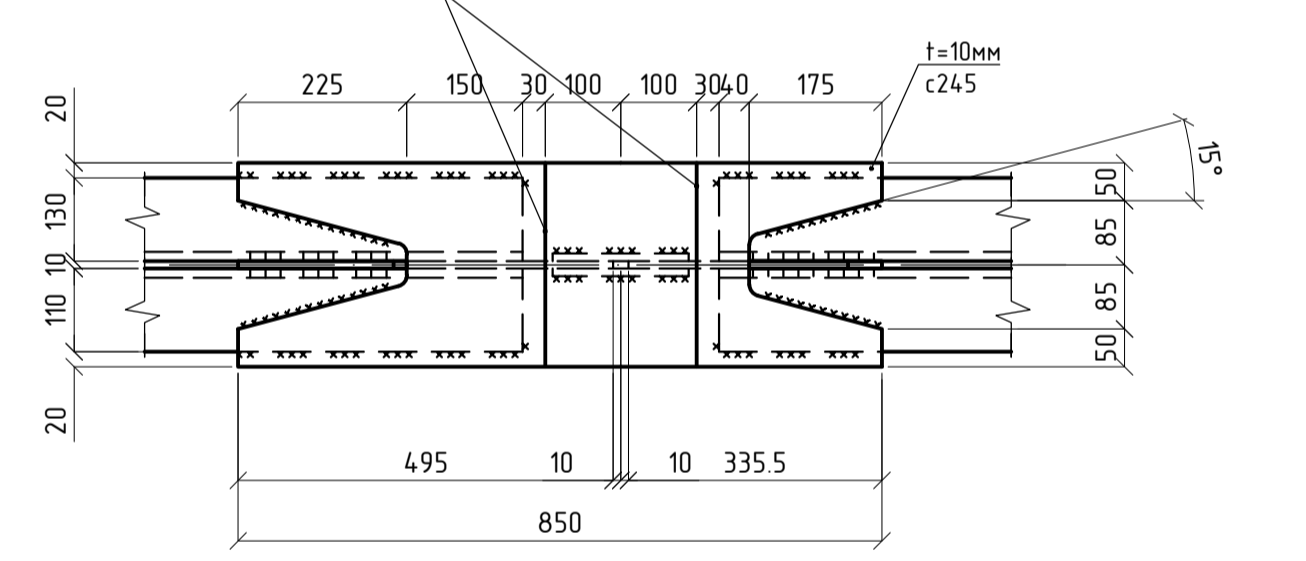
7



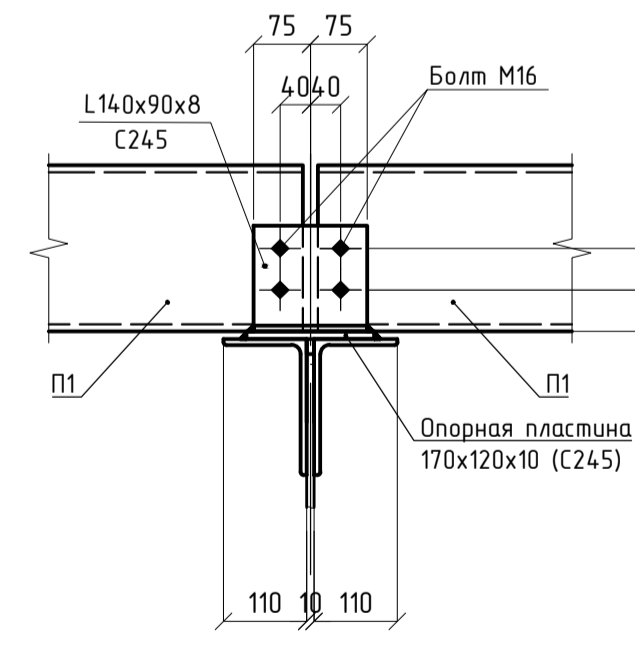
6-6



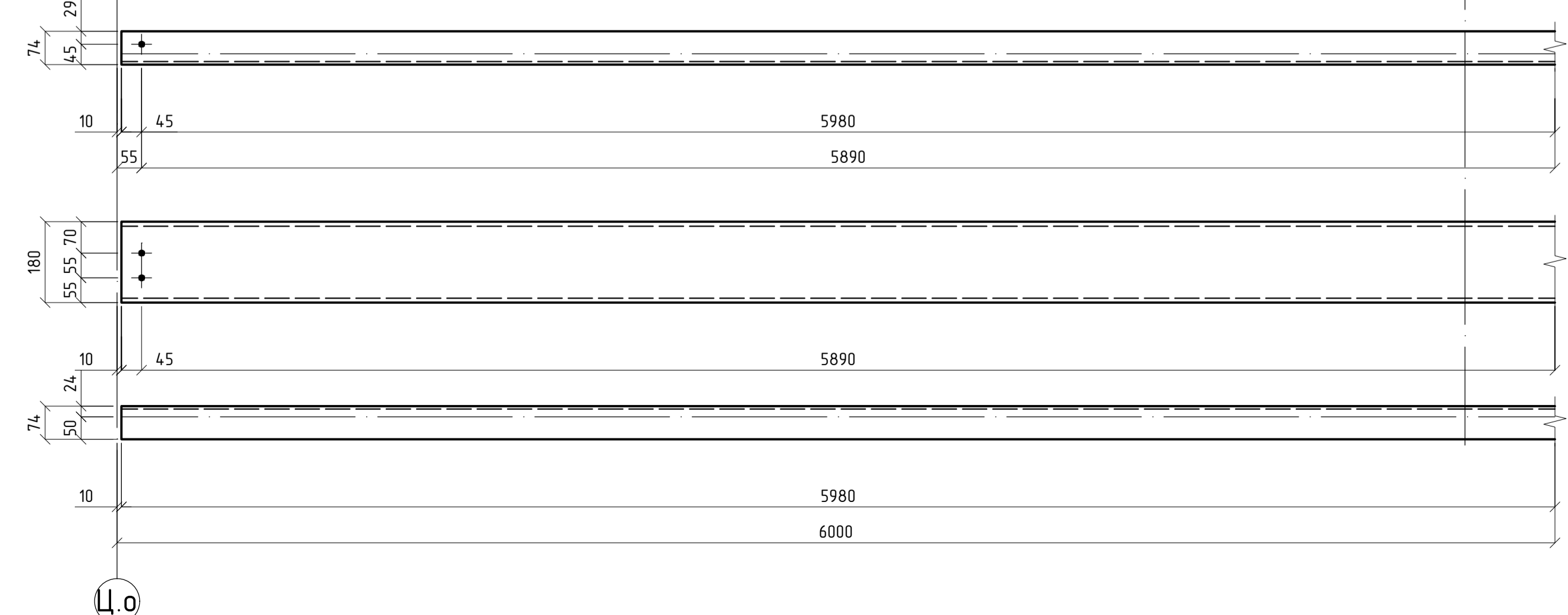
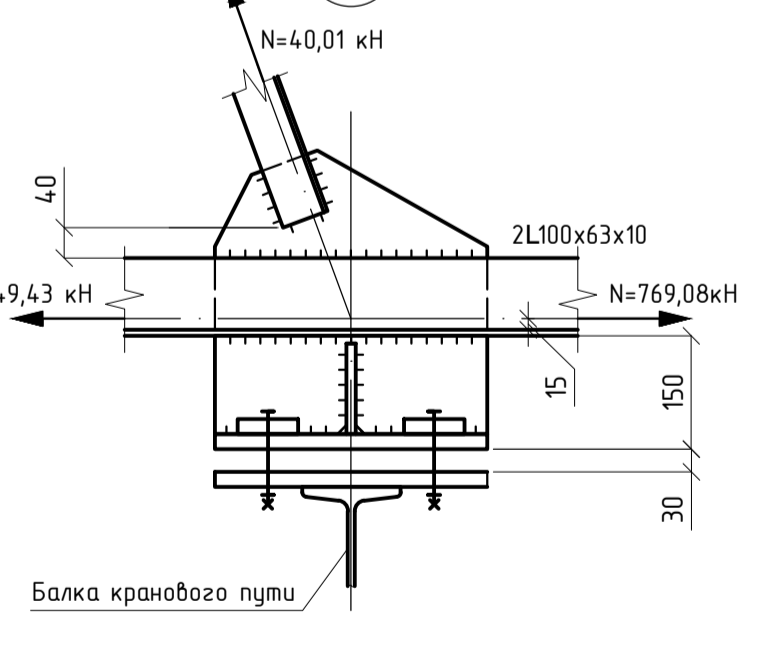
4-4



5-5



8



1. Все отверстия d=23, кроме оговоренных
2. Все сварные швы выполнять механизированной дуговой сваркой в среде CO₂ (МДС₀₂), сварочная проволока СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 k₁=4 мм
3. Все фланговые швы выводить на торцы элементов решетки на 20 мм
4. Лист 4 читать совместно с листом 3

БР-08.03.01.01-2021-КМ						
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"						
Инженерно-строительный институт						
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Повпись	Дата	
Разработал	Раллиева Д.А.					
Консультант	Тетухова И.Я.					
Руководитель	Тетухова И.Я.					
Н. контроль	Тетухова И.Я.					
Заб. кафедрой	Леоридов С.В.					
		Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства		Статья	Лист	Листов
				КМ	4	
		Геометрическая схема фермы ФС1 Монтажная схема фермы ФС1 Узлы 3, 4, 5, 6, 7, 8. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6		Кафедра СКИИС		

Схема расположения свай

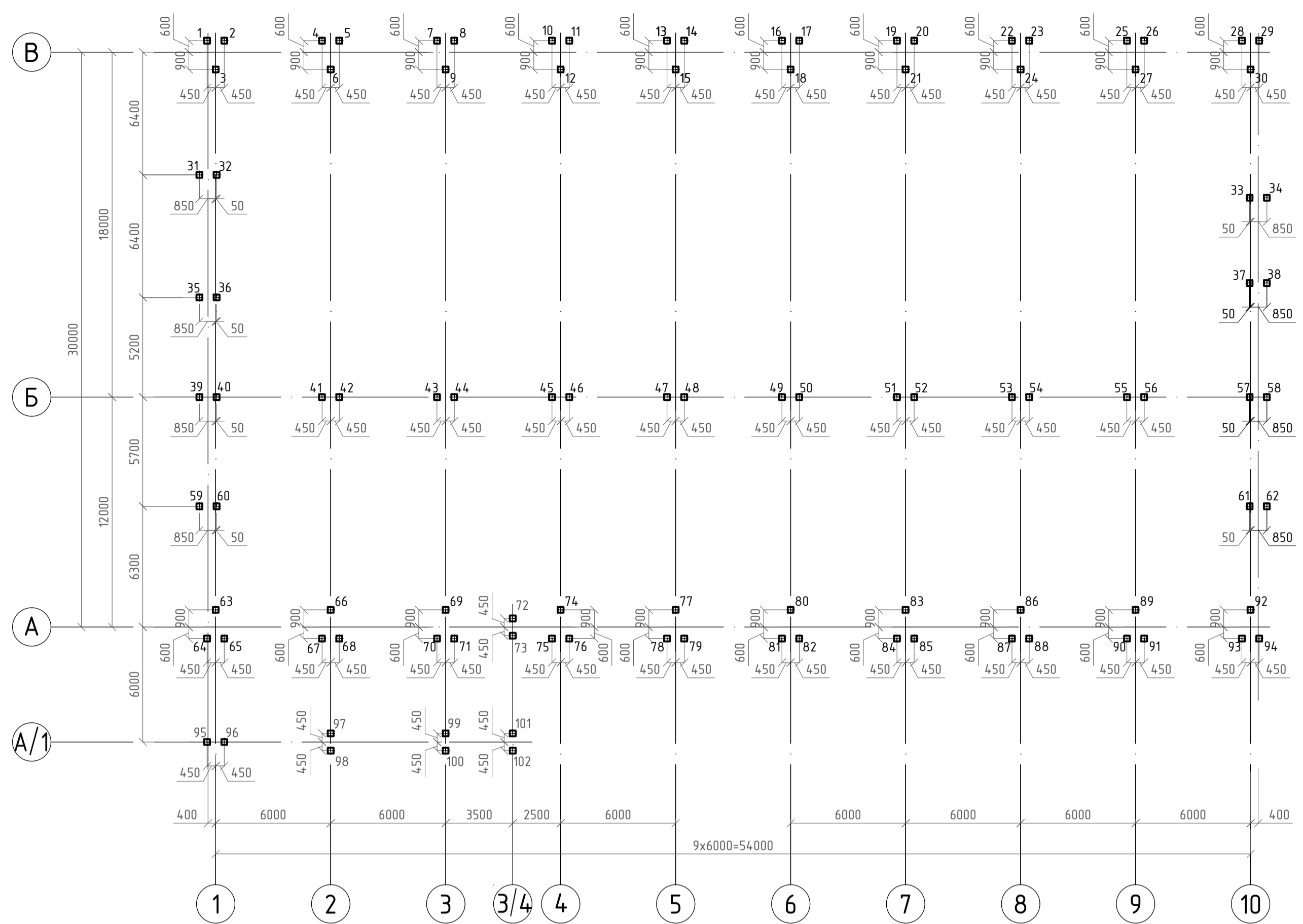
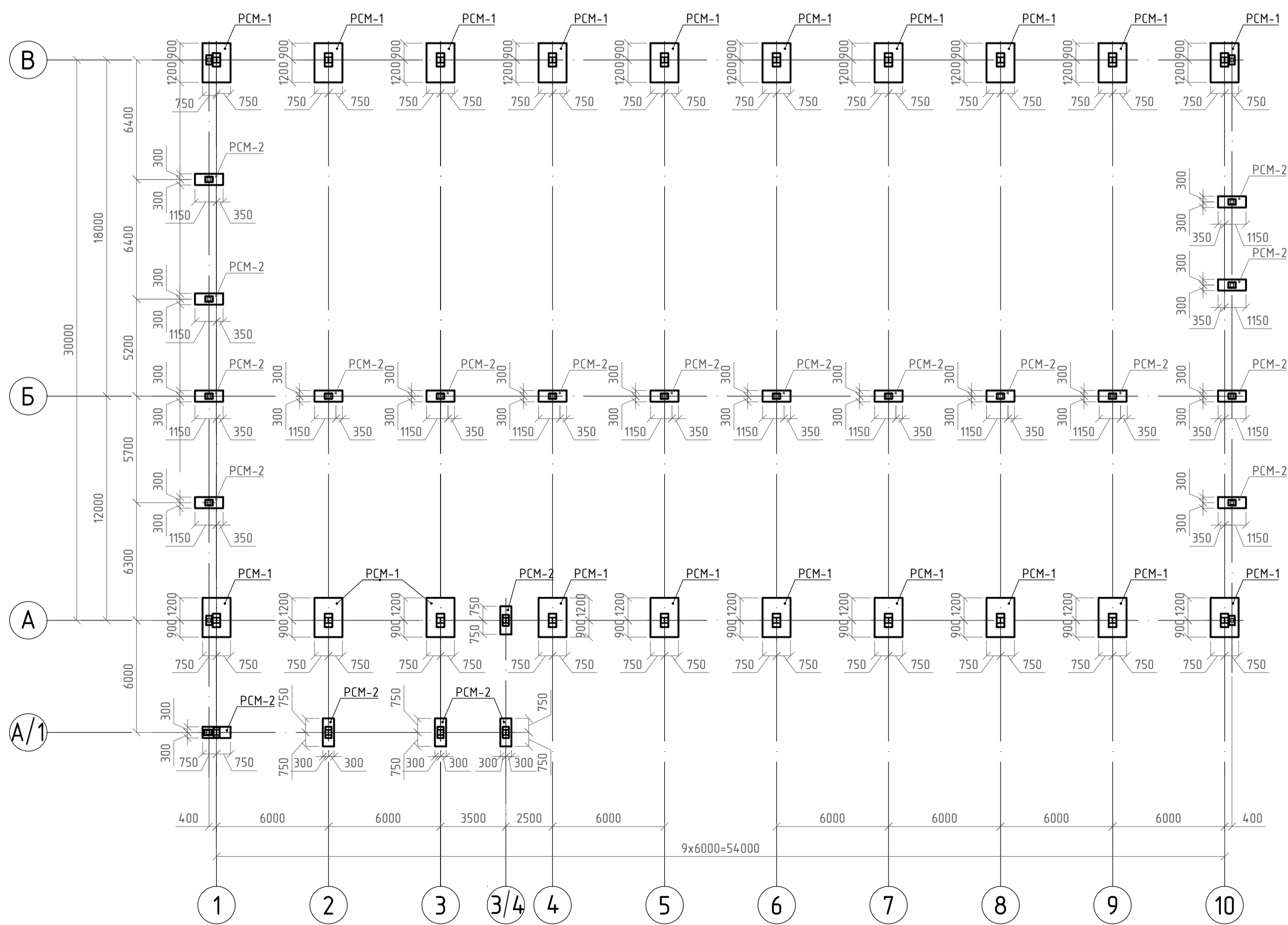
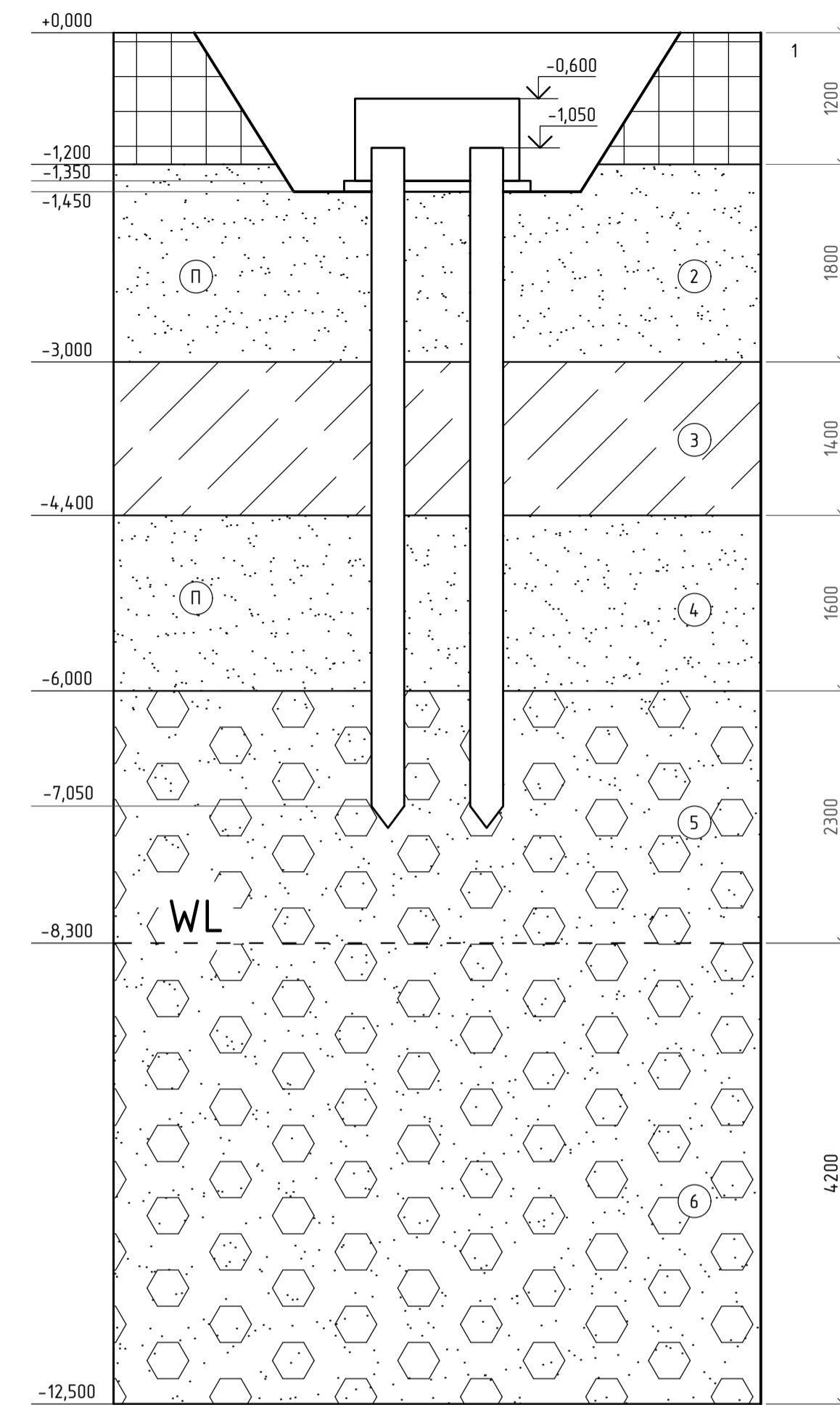


Схема расположения ростверков



Инженерно-геологическая колонка



Условные обозначения

- Почвенно-растительный слой
- Супесь твердая просадочная коричневатая
- Песок пылеватый рыхлый коричневатый малоблажный
- Галечниковый грунт с заполнителем из песка средней крупности, малоблажный
- Галечниковый грунт с заполнителем из песка средней крупности, водонасыщенный
- Уровень подземных вод

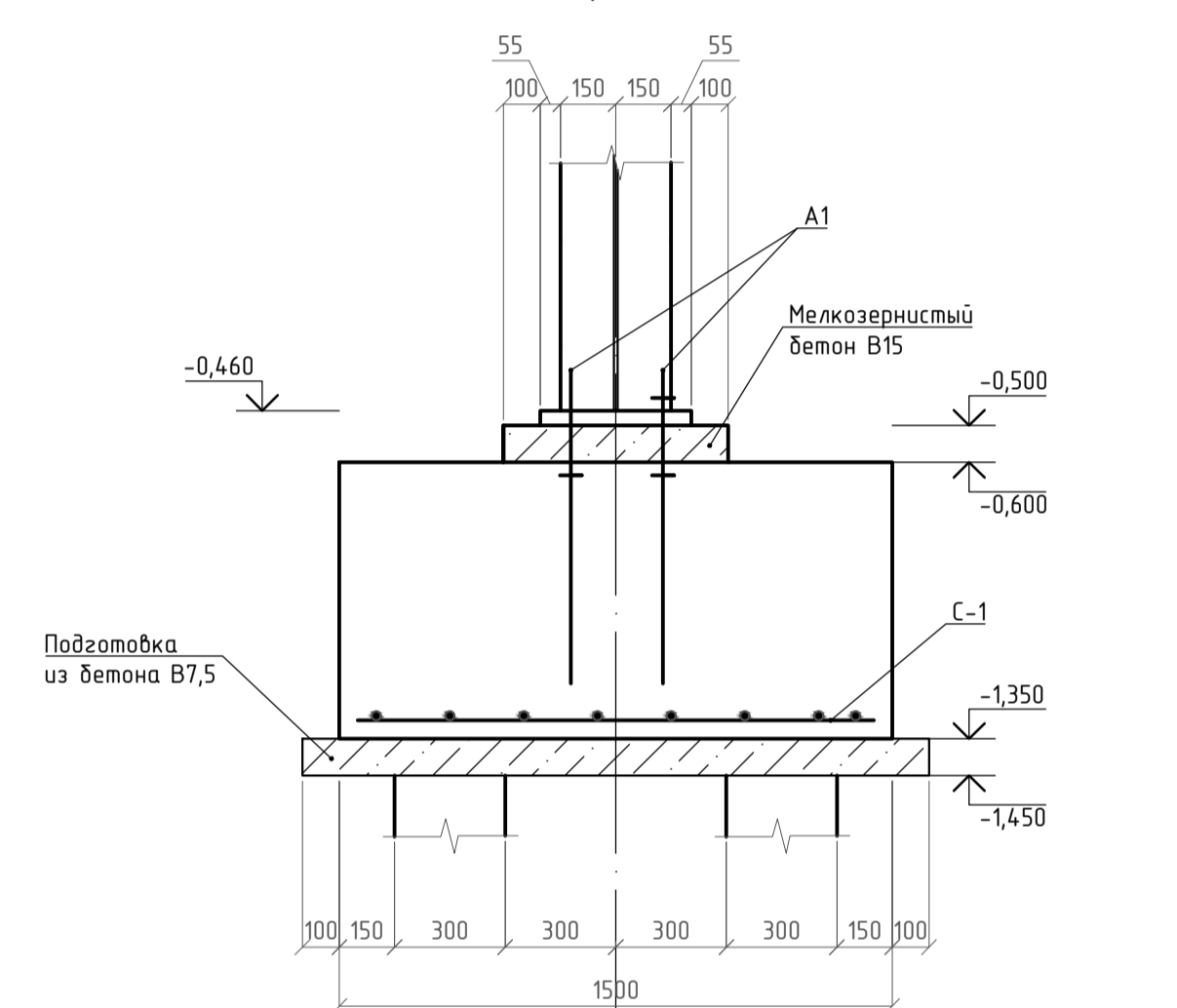
Спецификация арматурных изделий

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
Сваи железобетонные					
1-102	ГОСТ 19804-2012	С 60.30	1	1380	шт
РСМ-1		Ростверк монолитный РСМ-1	1		шт
С-1	ГОСТ 23279-2012	Сетка С-1	1	38,93	
A1		Блок фундаментных болтов БФБ1	1	75,4	
Детали					
1	ГОСТ 34028-2016	Ø12 А400, l=1400 мм	11	13,68	
2	ГОСТ 34028-2016	Ø16 А400, l=2000 мм	8	25,25	
Материалы					
		Бетон В7,5		0,39	
		Бетон В15		2,36	

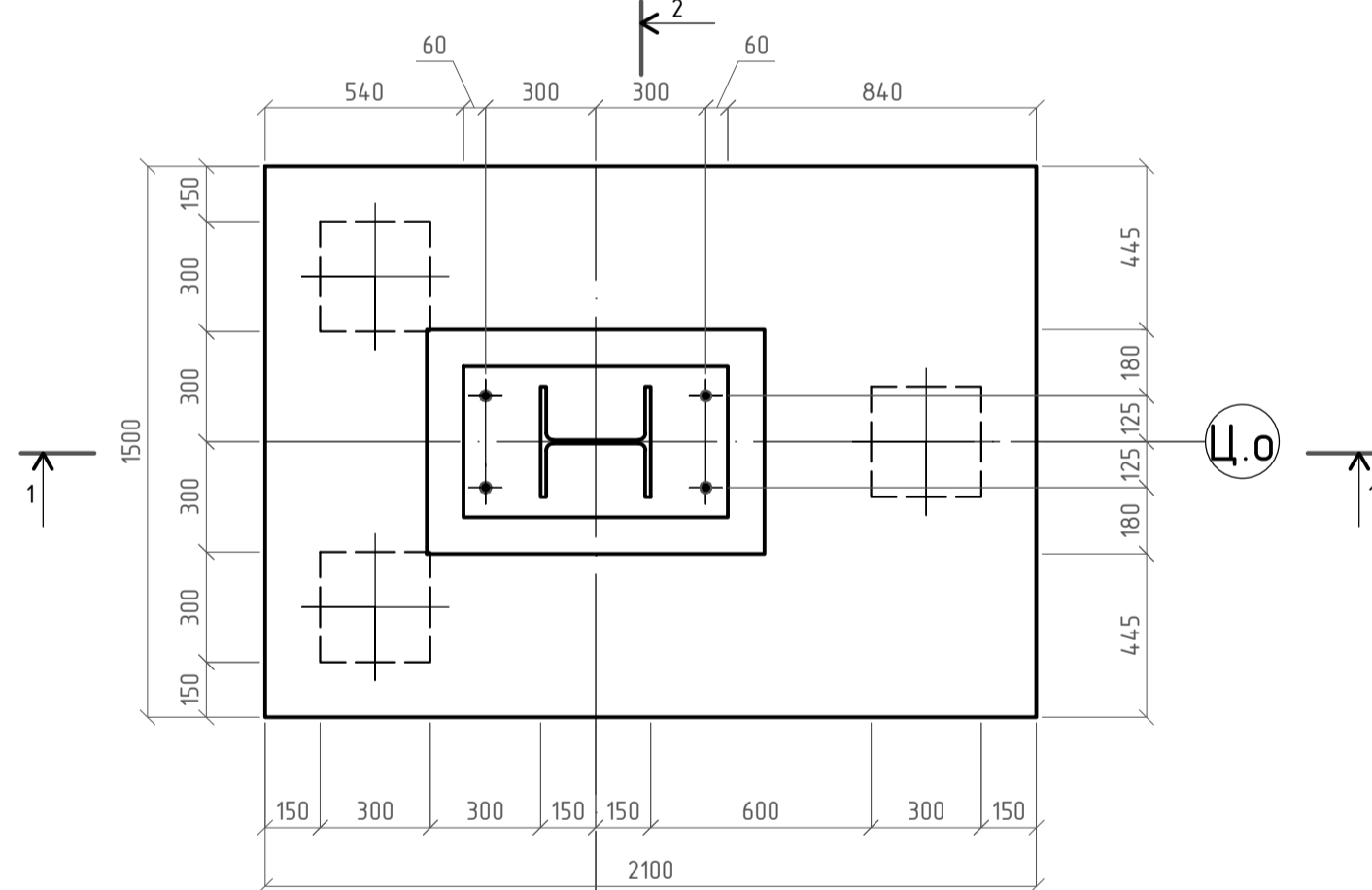
Ведомость расхода стали

Марка элемента	Расход арматуры, кг, класса				Всего, кг	Общий расход, кг
	A24.0	A4.00				
С-1	-	-	13,68	25,25	38,93	778,6
ИТОГО:						778,6

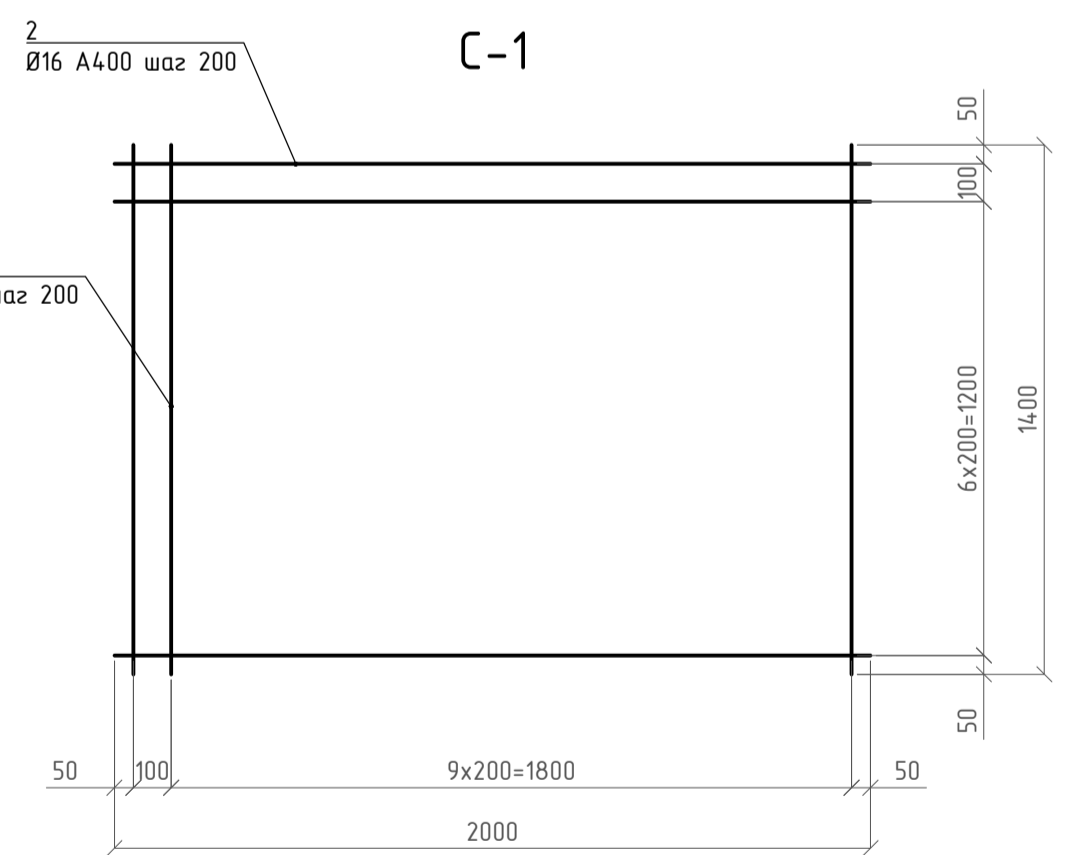
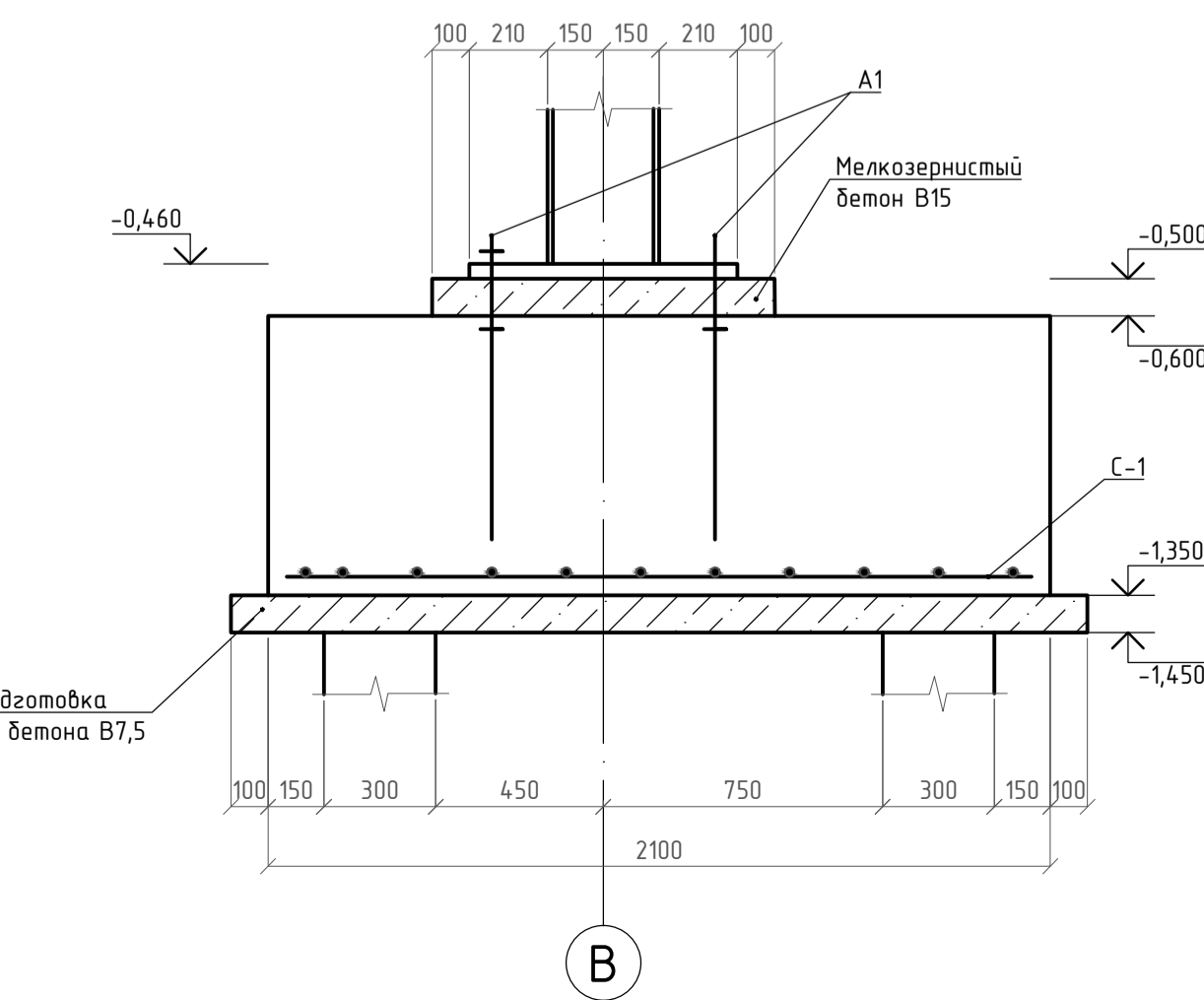
Разрез 2-2



РСМ-1



Разрез 1-1

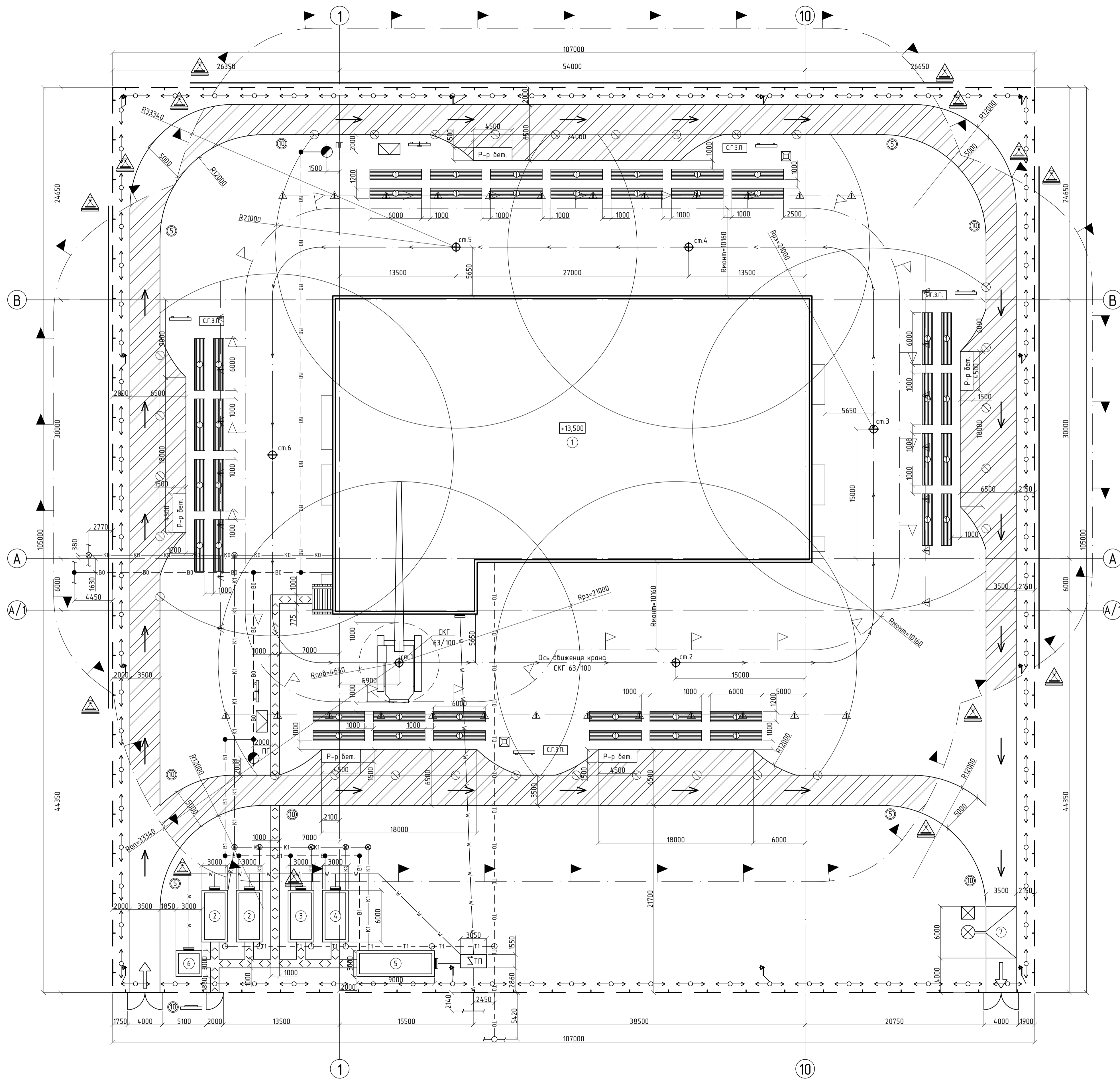


- За относительную отметку 0,000 принимаем отметку пола первого этажа, которая соответствует абсолютной отметке 139,65;
- Основанием служит галечниковый грунт с заполнителем из песка средней крупности с расчетными характеристиками;
- Допускаемая нагрузка на сваю составляет 800 кН;
- Заделка свай в ростверк-жесткая голова свай разбивается, а арматура заводится в ростверк на 250 мм;
- Свая забивается штанговым дизель-молотом С-996;
- Под ростверком устройте бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона класса В 7,5;
- Перед началом свайных работ выполнить пробную забивку свай в соответствии с СП 45.13330.2017;
- Обратную засыпку выполнять непучинистым грунтом с послойным трамбованием грунта;
- Грунты основания должны быть защищены от увлажнения поверхностными водами, а также от промерзания в период строительства.

БР-08.03.01.01-2021-КЖ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись
Разработал	Фалилеева Д.А.			
Консультант	Иванова О.А.			
Руководитель	Тетухова И.Я.			
Н. контроль	Тетухова И.Я.			
Вед. кафедры	Леоридов С.В.			
Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства			Станция	Лист
Схема расположения свай. Схема расположения ростверков. Инженерно-геологическая колонка. РСМ-1. Разрез 1-1. Разрез 2-2. С-1			5	Листов
			Кафедра СКИИС	

Объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части здания



Условные обозначения

- — — — — линия границы зоны действия крана
- ▲—▲— линия предупреждения об ограничении зоны действия крана
- линия ограничения зоны действия крана
- Р-р дем
- ▲—▲— линия границы опасной зоны крана
- ▲ (triangle) знак, предупреждающий о работе крана
- Σ ТП трансформаторная подстанция
- контур воздушного здания
- (2) контур временного здания
- ▲—▲— кран СКГ 63/100
- ⊕ см.1 стоянки кранов
- въезд и выезд на строительную площадку
- направление движения ТС
- — — — — электрический щиток
- место первичных средств пожаротушения
- стенид с противопожарным инвентарем
- въездной стенид с транспортной схемой
- стенид со схемами строповки и таблицей масс грузов
- (С.Г.З.П.) место хранения грузозахватных приспособлений
- Р-р дем
- ▲—▲— калитка и ворота
- ▨ временная дорога в опасной зоне крана
- ▲—▲— временная пешеходная дорожка
- ↑ проектор на опоре
- ⊕ ПГ пожарный гидрант
- ⊕ (10) знак ограничения скорости движения транспортных средств
- площадка для мойки колес оборудованная временным сетпиком
- мусоросборный контейнер
- ▨ временный защитный козырек
- — — — — временное ограждение строительной площадки без козырька
- — — — — временное ограждение строительной площадки с козырьком
- — — — — воздушная линия электропередачи
- W—W— проектируемая сеть электроснабжения
- В0—В0— постоянная сеть водоснабжения
- В1—В1— временная сеть водоснабжения
- К0—К0— постоянная сеть канализации
- К1—К1— временная сеть канализации
- Т0—Т0— постоянный теплопровод
- Т1—Т1— временный теплопровод

Экспликация временных зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Кол-во	Площадь	Размеры в плане	Тип, марка
1	Строящееся здание	1	1818,5	54,0x36,0	Строящееся
2	Гардеробная с сушильной и помещением для отдыха	2	36,0	6,0x3,0	Д-06-К
3	Учывальная и туалет	1	18,0	6,0x3,0	ГД-15
4	Душевая	1	18,0	6,0x3,0	ГД-15
5	Прорывская	1	27,0	9,0x3,0	420-130
6	КПП	1	9,0	3,0x3,0	Инв. проект
7	Площадка для мойки колес	1	21,0	6,0x3,5	Инв. проект
8	Открытый склад	1	425,32	-	Инв. проект
9	Закрытый склад	1	8,13	-	Инв. проект

Технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь территории строительной площадки	м²	11235,0
2	Площадь под постоянными сооружениями	м²	1818,5
3	Площадь под временными сооружениями	м²	129,0
4	Площадь складов, в том числе:	м²	433,45
5	открытых	м²	425,32
6	закрытых	м²	8,13
7	Протяженность временных дорог	км	0,390
8	Протяженность электросетей	м	89,8
9	Протяженность линий водоснабжения	м	149,6
10	Протяженность канализации	м	109,4
11	Протяженность ограждения строительной площадки	м	424,0

БР-08.03.01.01-2021-0С

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Подпись
Разработал	Фалеева Д.А.			
Консультант	Мищенко О.С.			
Руководитель	Тетухова И.Я.			
Н. контроль	Тетухова И.Я.			
Заб. кафедрой	Леордиев С.В.			
Цех по производству металлоконструкций для ремонта судов речного пароходства			Страницы	Лист
Объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части здания. Т.Э.П.			7	Листов
			Кафедра СКЧЭС	

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
« 23 » 06 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проектная
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»
код, наименование направления

тема
Цех по производству металлическая
конструкцией для рваного судав ревано паромодерне

Руководитель Тетуров 22.06.21 доцент, к.т.н. И.В. Тетуров
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник Фай 22.06.21 И.С. Фай
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2021 г.

Консультанты по разделам

Архитектурно-строительный:

Кузнецов - Е. В. Казакова, каф. ИЭиЭН, ст. преподаватель
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Расчетно-конструктивный:

Литвинов - В. А. Литвинов, МКУС, доцент
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Фундаменты:

Иванов, Р. А. Иванова, кафедра «АрхИЭ», ст. преподаватель
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Технология строительного производства:

Михайлов, В. С. Михайлов, каф. СМиТС, ст. преподаватель
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Организация строительного производства:

Михайлов, В. С. Михайлов, каф. СМиТС, ст. преподаватель
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Экономика строительства:

Кремляк, С. В. Кремляк, ст. преподаватель каф. ИЭиЭН
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

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
« 23 » 02 20.11.г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме бакалаврской работы

Студенту Фрагмеевой Дарье Александровне
фамилия, имя, отчество

Группа СБ 14-115 Направление (профиль) 08.03.01
(номер) (код)

«Строительство»

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Узел по производству
металлической конструкции для ремонта
судов речного пароходства

Утверждена приказом по университету № 4444/с от 18.02.2021

Руководитель ВКР И. Я. Петухова
инициалы, фамилия
доцент, к.т.н., канд. техн. наук
должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР бакалавра в виде проекта

Характеристика района строительства и строительной площадки

г. Красноярск, т° = 410, климатические районит:
1В; нормативное значение веса снегового покрова - 1,35 кг/м²;
нормативное значение ветрового давления для III р-на - 0,38 кПа.

Задания по разделам ВКР в виде проекта

Пояснительная записка

Архитектурно-строительный раздел:

объемно-планировочное решение постам. 87 от 16.02.2008 г.
р. 3,4

теплотехнический расчет стен, кровли, окна

конструктивное решение пост. 87 от 16.02.2008 г. р. 3,4.

Расчетно-конструктивный раздел:

расчет и конструирование несущих и ограждающих конструкций здания

столбовая ферма, прогоны;
компоновка конструктивной стены каркаса

расчет и конструирование фундаментов выполнить два варианта свайного
фундамента: свайной и буронабивной. выбрать принцип сравнения ТЭП.

Организация строительства:

расчеты по стройгенплану согласно действующим техничес-
ким регламентам и метрологическим указаниям

Технология строительного производства:

расчеты по технологической карте выбор крана, сравнение вари-
антов, определение потребности в материалах, определение
объемов работ, расчет ТЭП.
указания по производству СМР согласно МДС, СП, СНиП

Экономика строительства:

МЕР на общестроительные работы надземной
части здания; МЭТ

Графический материал с указанием основных чертежей

Архитектурно-строительный раздел (фасад, планы этажей; поперечный и
продольный разрезы, узлы): фасады, планы, разрезы,
план кровли, узлы 2-1 лист

Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. фундаменты (основные чертежи
рабочей документации конструктивных решений):

чертежи фундамента (кст); конструктивные
элементы. План сваевой поля, ростверков, и.ч. цоколя,
вероятность распада стали, спецификация элементов,
сечения, ростверка 2-3 листа

Организация строительства объективной строительный гене-
ральный план на основной период строительства

1-2 листа.

Технология строительного производства (технологическая карта)

ТК на монтаж каркаса

1 лист