

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И
СТРОИТЕЛЬСТВА»

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Согласовано:

Гл. специалист предприятия

_____ подпись, инициалы, фамилия

“.....”20 г.

Утверждаю:

Зав. кафедрой

Ласьков Н.Н.

_____ подпись, инициалы, фамилия

“.....”20 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО» НАПРАВЛЕННОСТЬ
«ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Тема ВКР _____ Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м²

Автор ВКР _____ Забнев А.Ю

Обозначение ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017 Группа СТР1-44

Руководитель ВКР _____ Абрашитов В.С.

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный _____ Мигунов В.Н.

расчетно-конструктивный _____ Абрашитов В.С.

основания и фундаменты _____ Кузнецов А.А.

технологии и организации строительства _____ Карпова О.В.

экономики строительства _____ Сафьянов А.Н.

вопросы экологии и безопасность

жизнедеятельности _____ Разживина Г.П.

НИР _____ Абрашитов В.С.

Нормоконтроль _____ Абрашитов В.С.

ПЕНЗА 2017 г.

Лист

1

Оглавление	
1.1. Генеральный план	4
1.1.1. Генеральный план и благоустройство	5
1.1.2. Планировочная организация земельного участка	6
1.1.3. Инженерная подготовка территории	8
1.1.4. Объемно-планировочное решение	9
1.1.5. Архитектурно - строительные и конструктивные решения	11
1.1.6. Противопожарные мероприятия	15
1.2. Электротехническая часть	15
1.2.1. Электроснабжение	15
1.2.2. Внутренние системы связи и аварийное освещение	16
1.3. Сантехнический раздел	18
1.3.1. Отопление и вентиляция	18
1.3.2. Водоснабжение	19
1.3.3. Канализация	21
1.4. Конструктивная часть	22
1.5. Теплотехнический расчёт	22
2. Расчётно-конструктивный	25
раздел	25
2.1. Сбор нагрузок на поперечную раму	26
2.2. Определение усилий в элементах фермы	31
2.3. Конструкционный расчет фермы	37
2.3.1. Расчет элементов нижнего пояса фермы	38
2.3.2. Расчет элементов верхнего пояса фермы	41
2.3.3. Расчет элементов решетки	43
2.4. Расчет колонны	45
2.4.1. Статический расчет рамы	45
2.4.2. Подбор армирования надкрановой части колонны	52
2.4.2. Подбор армирования подкрановой части колонны	58
3. Основания и фундаменты	62
3.1. Расчет одиночного свайного фундамента колонны	63
3.2. Расчет осадки свайного фундамента колонны	65
4. Технология и организация строительства	69
4.1. Обоснование проектных решений	70
4.1.1. Характеристика объемно-планировочного решения здания	70

4.1.2. Выбор средств подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений и оснастки.	71
4.1.3. Выбор монтажного крана.....	73
4.1.4. Выбор транспортных средств для доставки конструкций.	78
4.2. Разработка проекта производства работ.....	79
4.2.1 Указания по подготовке объекта.....	79
4.2.6. Методы и последовательность производства работ	82
4.2.7 Потребность в материально-технических ресурсах	85
4.2.8 Техника безопасности и охрана труда	86
4.2.9. Техничко-экономические показатели	88
4.3 Календарное планирование	88
4.4.Стройгенплан на возведение надземной части здания.....	89
4.4.1 Внутрипостроечные дороги	90
4.4.2 Проектирование складских площадок	90
4.4.3 Определение потребности во временных зданиях и сооружениях..	92
4.4.4 Освещение строительной площадки	94
4.4.5 ТЭП стройгенплана.....	95
5.Экономика строительства	96
5.1 Определение сметной стоимости объекта.....	97
5.2 Локальная смета	97
5.3 Объектная смета.....	98
5.4 Сводный сметный расчет стоимости строительства.....	98
6.Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности	100
6.1.Основные термины и определения. Основные сокращения.....	101
6.2. Мероприятия по техническому обслуживанию зданий и сооружений, строительных конструкций, сетей и систем инженерно-технического обеспечения.....	104
7.Научно-исследовательская работа	122
7.1. Введение.....	123
7.2. Сбор нагрузок на поперечную раму.....	124
7.3. Определение усилий в элементах фермы	125
7.4. Основная часть	125
Вывод.....	143

1.Архитектурно-строительный раздел

1.1. Генеральный план

1.1.1. Генеральный план и благоустройство

Проектируемый участок расположен по адресу : Пензенская область, Кузнецкий район, с. Ясная Поляна, ул. Полевая, д 2.

Кадастровый номер земельного участка 58:14:0092001:387

Площадь земельного участка составляет 15 413 кв.м.

Участок находится в климатическом районе ПВ и входит в территорию производственной зоны ОАО "Яснополянские строительные материалы".

На момент проектирования на участке размещается неэксплуатируемое здание склада готовой продукции.

Здание прямоугольной формы в плане. Проектом предлагается Возведение цеха по производству сухих строительных смесей (см. графическую часть).

Вдоль западного фасада цеха, проходят железнодорожные пути производственной зоны. С юга и востока участок граничит с незастроенной территорией, которая относится к производственной зоне. Въезд на участок осуществляется с севера.

Рельеф участка спокойный, без значительных перепадов, имеет уклон в северном направлении.

Благоустройство территории проектируемого здания выполнено в соответствии с СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» и региональными нормативами градостроительного проектирования Пензенской области.

В комплекс работ по благоустройству территории производственного цеха входит строительство автомобильных проездов, тротуаров, озеленение.

Расчет парковочных мест.

Расчет автостоянок выполнен в соответствии с приложением 7 «Нормы расчета приобъектных стоянок автомобилей для временного хранения» «Норм градостроительного проектирования г.Пензы»

Согласно данному приложению норма стоянок для производственных зданий принимается из расчета 3м/м на 5 работников.

Необходимое количество парковочных мест составит:

$$12 \times 3/5 = 7 \text{ м/м}$$

Проектом предусмотрены открытые автостоянки на 7м/м на территории производственного цеха.

Въезд автотранспорта на территорию производственного цеха осуществляется с северной стороны проектируемого участка.

Вокруг здания предусмотрен круговой проезд шириной 7м.

Транспортная схема обеспечивает комфортный доступ транспорта ко всем элементам благоустройства.

1.1.2. Планировочная организация земельного участка

Планировочное решение генерального плана продиктовано конфигурацией отведенного земельного участка и планировочными ограничениями.

План земельного участка выполнен в соответствии с СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», региональными нормативами градостроительного проектирования Пензенской области, СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты», ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», СНиП 35-01-2001 "Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения", «Правилами землепользования и застройки г.Кузнецка».

В соответствии с градостроительным планом земельного участка и «Правилами землепользования и застройки г.Кузнецка» проектируемый участок располагается в пределах зоны П (зона производственно-коммунальных объектов).

Предельные параметры застройки участка составляют:

- коэффициент застройки территории – не более 75% от площади земельного участка;
- коэффициент озеленения территории – не менее 10% от площади земельного участка;
- площадь территорий, предназначенных для хранения транспортных средств – не менее 15% от площади земельного участка.

На территории участка в условиях реконструкции запроектирован производственный цех. При административной части здания предусмотрены автостоянки для работников.

Проектное решение организации рельефа разработано на основании чертежа генерального плана участка топографической съемки М 1:500 с сечением горизонталей через 0.5м.

При разработке проекта учтены вертикальные отметки существующих и ранее запроектированных покрытий, зданий, подземные и надземные коммуникации, а также гидрогеологические условия данной территории.

В проекте применен метод сплошной вертикальной планировки, позволяющий максимально сохранить рельеф местности с минимальными объемами земляных работ, обеспечить водоотвод с территории, создать оптимальные уклоны по проездам, площадкам и дорожкам. Проектное решение вертикальной планировки выполнено в проектных красных горизонталях с сечением рельефа через 0.1-0.5м.

Рельеф участка имеет падение с отметки 300.20 на отметку 299.20
Продольный уклон по проездам запроектирован от 0.4 % до 0.8 %

Поперечный уклон принят 2 % . Направление уклона показано на чертеже стрелками. Сток ливневых и талых вод за пределы участка осуществляется по спланированной поверхности и лоткам проезжей части.

1.1.3. Инженерная подготовка территории

Для проведения основных работ по благоустройству и озеленению участка необходимо выполнить мероприятия по инженерной подготовке территории.

Одним из основных мероприятий инженерной подготовки территории участка является вертикальная планировка, в задачу которой входит:

- обеспечение поверхностного стока дождевых и талых вод с поверхности участка;

- планировка проездов, тротуаров и площадок в соответствии с требованиями

 - безопасного, удобного движения транспорта и пешеходов;

- благоустройство территории с приданием спланированной поверхности

 - требуемых уклонов и архитектурно-композиционной выразительности.

Отвод поверхностных стоков с асфальтированных проездов, тротуаров осуществляется открытым типом, по уклону спланированной поверхности через лотки.

Согласно «Технического отчета об инженерно-геологических изысканиях под реконструкцию нежилого здания под производственный цех сухих строительных материалов в селе Ясная Поляна, ул. Полевая, д. 2 Кузнецкий район Пензенской области», выполненного ООО «Гео-Град» с марта по май 2014г физико-геологические процессы опасные для строительства на участке строительства проявляются в сезонном подтапливании участка грунтовыми водами, по потенциальной подтопляемости, с учетом глубины заложения фундамента (1,35 м), территория относится к сезонно подтапливаемой. Вредные физические воздействия не превышают ПДУ.

1.1.4. Объемно-планировочное решение

Здание прямоугольной формы в плане с размерами в осях 144x24 м.

Здание одноэтажное с высотой этажа 10,8 м. – до низа стропильной конструкции. Высота проектируемых помещений административно-бытовой части - 3,48м, высота проектируемого помещения цеха по производству сухих строительных смесей переменная. Общая высота здания в коньке кровли составляет 14,65 м. За относительную отметку 0.000 принята отметка пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 300,25. Часть бытовых помещений (помещение для обогрева и помещение кладовщика) расположены в восточной части здания в погрузочно-разгрузочной зоне склада.

Принятые объемно-планировочные решения обеспечивают выполнение противопожарных требований, предъявляемых к путям эвакуации по количеству эвакуационных и аварийных выходов, по расстоянию до эвакуационных выходов, по размерам проходов и проемов на путях эвакуации. Размеры зданий не нарушают требований по пожарным и санитарным разрывам между зданиями. Все помещения общественного назначения реконструируемого здания проектируются с естественным освещением через оконные проемы.

В помещениях кладовщика, помещениях для обогрева, электрощитовой, лаборатории, операторской окна приняты размером 1200(h)x1500мм. Тамбурная дверь, ведущая в административно-бытовой блок, устанавливается с фрамугой.

Для освещения производственного цеха предусмотрены оконные проемы 1200(h) x6000мм и 3000(h) x7500мм.

В складских помещениях предусмотрен световой проем длиной 60 м, высота проема переменная. В наружной лестничной клетке для естественного освещения также имеются окна. В техническом помещении над силосами -оконный проем размером 1000(h)x4800мм.

Таблица 1.1. - Техничко-экономические показатели земельного участка для размещения объекта капитального строительства.

№ п/п	Наименование	Ед. изм .	Территория по свидетельству о собственности	Дополнительно запрашиваемый участок	Примечание
1	Площадь участка	м ²	15413,00	14883,90	Всего 30331,90
2	Площадь застройки (проектируемые здания)	м ²	3712,96	55,87	3768,83
3	Площадь застройки (существующие здания)	м ²	3212,34	-	3212,34
4	Площадь однослойного асфальтобетонного покрытия h=5см (проезды)	м ²	4237,65	5662,63	9900,28
5	Площадь однослойного асфальтобетонного покрытия h=3см (площадка для отдыха)	м ²	-	66,25	66,25
6	Площадь асфальтового покрытия (отмостка)	м ²	455,13	-	455,13
7	Площадь озеленения	м ²	3794,92	9099,15	12894,07

1.1.5. Архитектурно - строительные и конструктивные решения

Несущий конструктив здания представляет собой рамно-связевой каркас с продольными рамами. Стойки представляют собой ступенчатые железобетонные колонны высотой над уровнем чистого пола 10,8 м: высота подкрановой части – 7,5 м. и сечением 400х380 мм, надкрановой части -3,3 м, сечением 400х600 мм. Колонны выполнены из тяжелого бетона В25 и армированы арматурой класса А-300 . В качестве ригеля используются железобетонные сегментные фермы пролетом 24 м., выполненные из легкого бетона класса прочности В 35 и плотностью 1800 кг/м³, армированные стержнями класса А-400 и преднапрягаемой арматурой в нижнем поясе А-600. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается вверху жестким диском покрытия, плитами ЗПГ6(5970х2980 мм) и отчасти тавровыми ж/б балками в подкрановой части колонн, а также крестовыми связями. Шаг поперечных рам – 6м. В пролете имеется мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн, который используется для перемещения поддонов с готовой продукцией по цеху. Для отделки фасадов административно-бытовой части и цеха по производству сухих строительных смесей применяются панели типа "сэндвич" - Термопанель производства ОАО «Термостепс-МТЛ» с утеплителем на основе базальтового волокна. Толщина стеновых панелей 100мм, цвет - RAL-3011.

Для внутренней отделки помещений используются материалы в соответствии с функциональным назначением помещений.

Стены. Отделка стен цеха по производству строительных сухих смесей представлена и электрощитовой для смесительной установки: кирпичных - штукатуркой и окраской, из керамзитобетонных стеновых панелей - затиркой швов, грунтовкой, окраской по бетону. Полы – наливные из полимерного покрытия. Электрощитовая смесительной установки имеет

подшивной потолок, оштукатуренные и окрашенные стены, керамогранитный пол.

В помещениях административно-бытовой части здания (тамбур, лаборатория, коридор, операторская, гардероб, помещение для обогрева, помещение кладовщика) отделка кирпичных стен и перегородок представлена штукатуркой и окраской. Отделка стен из керамзитобетонных стеновых панелей в этих помещениях представлена гипсокартоном, затиркой швов, грунтовкой, окраской.

Отделка стен в помещениях с влажным режимом работы (умывальная, санузел, душевая) и котельной представлена облицовкой керамической плиткой на высоту 1,8 м, выше этой отметки - штукатурка и окраска водостойкой краской.

Потолок. Потолок цеха по производству сухих смесей, котельной, электрощитовой представлен "сэндвич"-панелями.

Потолок электрощитовой смесительной установки подшивной по минераловатным плитам, помещений административно-бытовой части - подвесной со скрытыми направляющими «Армстронг», во влажных помещениях - подвесной металлический реечный.

Полы. Полы цеха - наливные из полимерного покрытия. Керамогранитная плитка в электрощитовых, котельной, административно-бытовых помещениях во влажных помещениях - керамическая плитка. Полы в складском помещении и компрессорной - бетонные.

Плинтуса в отделке цеха, электрощитовой и котельной выполняются керамогранитными. В помещениях с влажным режимом плинтус выполняется из керамической плитки. в компрессорной и складском помещении - бетонные. В остальных помещениях используется пластиковой плинтус.

Окна во всех отапливаемых помещениях запроектированы индивидуальные из ПВХ профиля с 2-х камерными стеклопакетами.

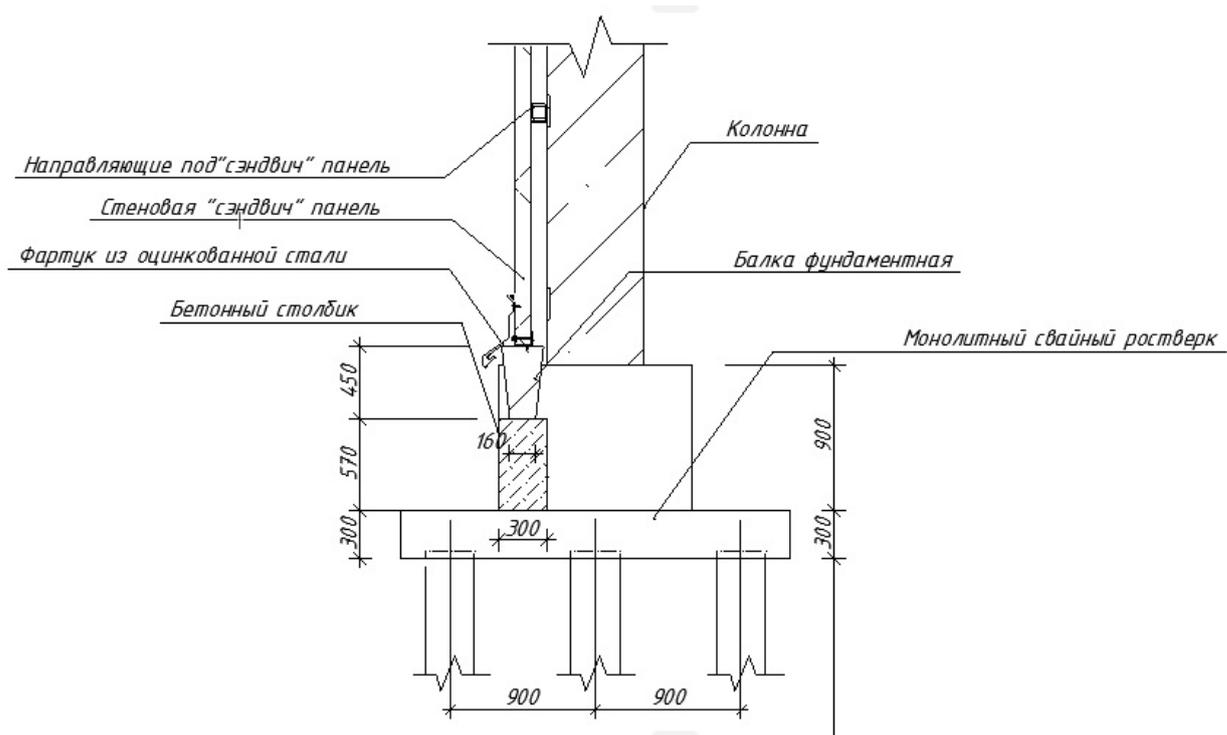
Внутренние двери административно-бытовых помещений выполнены из ПВХ профиля. Наружные входные двери металлические.

Противопожарные двери НПО «Пульс» с пределом огнестойкости EI30 запроектированы в электрощитовой смесительной установки, лаборатории, операторской, в цехе по производству сухих смесей, при выходе из административно-бытовой части в складское помещение.

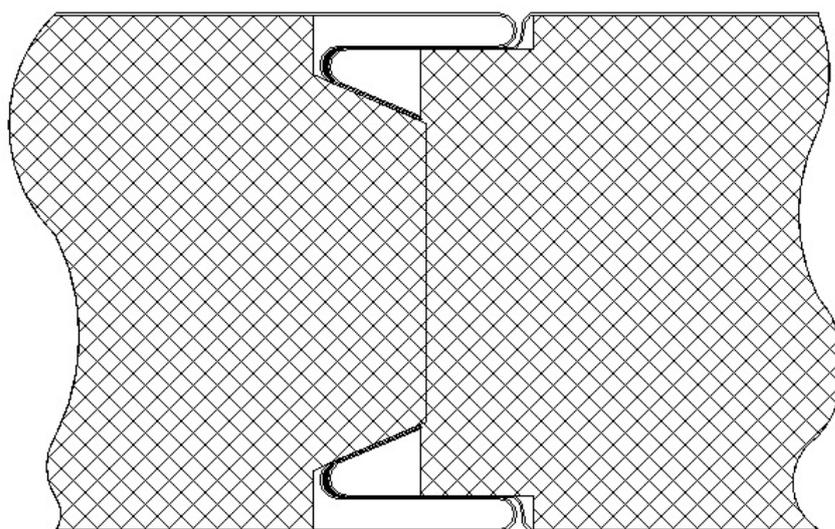
Табл. 1.2 Техничко-экономические показатели производственного здания

N п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Этажность	эт.	1
2	Количество этажей	эт.	1
3	Общая площадь реконструкции	кв.м.	2098,24
	Общая (полезная) площадь цеха	кв.м.	192,77
	Площадь складского помещения	кв.м.	830,80
	Общая площадь административно-бытовой части	кв.м.	210,7
4	Полезная площадь административно- бытовой части	кв.м.	194,0
5	Расчетная площадь административно- бытовой части	кв.м.	161,66
6	Строительный объем здания, в т.ч.	куб.м	44392,98
	- строительный объем ниже нуля		58,98
	- строительный объем пристраиваемой лестницы и силосов	куб.м	1796,75
7	Площадь застройки реконструируемого здания	кв.м.	3768,83

Узел 1



Узел сопряжения стеновых панелей типа «сэндвич»



1.1.6. Противопожарные мероприятия

Принятые объемно-планировочные решения обеспечивают выполнение противопожарных требований, предъявляемых к путям эвакуации по количеству эвакуационных и аварийных выходов, по расстоянию до эвакуационных выходов, по размерам проходов и проемов на путях эвакуации. Размеры зданий не нарушают требований по пожарным и санитарным разрывам между зданиями.

1.2. Электротехническая часть

1.2.1. Электроснабжение

Проект электроснабжения нежилого здания, расположенного по адресу:

Пензенская область, Кузнецкий район, с. Ясная Поляна, ул. Полевая, д.2 под производственный цех сухих строительных материалов выполнен на основании ТУ №365, выданных ОАО «ЯСМ». По степени надежности электроснабжения предприятие относится к III категории.

Общая нагрузка на шинах РУ 0,4кВ трансформаторной подстанции составляет:

$$P=164,2\text{кВт}$$

Электроснабжение выполнить по 2КЛ-1 кВ кабелем марки ААБл-(4x240) мм -1 кВ от ТП 1.

Сечения кабелей выбраны по длительно-допустимому току, проверены по потере напряжения и на действие защитных аппаратов при однофазном К.З.

Кабели проложить в земляной траншее на глубине не менее 0,7 м от уровня планировочной отметки земли на слое песка и просеянной земли. По всей трассе кабели защитить кирпичом.

При пересечении с существующими и проектируемыми инженерными коммуникациями кабель защитить асбестоцементными трубами.

Все электромонтажные работы вести в соответствии с действующими на территории РФ правилами и нормами, ПУЭ, ПТЭЭП, ПТБ, СН и СНиП.

1.2.2. Внутренние системы связи и аварийное освещение

В качестве источников света приняты светильники с люминесцентными лампами и лампами ДРЛ. Тип выбранных светильников соответствует назначению помещений, нормам освещенности.

Напряжение сети электроосвещения – 220 В.

Проектной документацией предусмотрены следующие виды освещения:

1. Рабочее - 220 В;
2. Аварийное - 220 В;
3. Эвакуационное (дежурное) - 220 В;
4. Ремонтное - 42В.

Эвакуационное освещение жилого дома предусматривается по путям эвакуации.

Аварийное и ремонтное (42В) освещения дома предусматривается в электрощитовой.

Для питания светильников ремонтного освещения 42В предусмотрена установка разделительных трансформаторов ОСО-0,25/42.

Управление освещением осуществляется групповыми автоматическими выключателями и однополюсными.

Проектом предусмотрено оборудование автоматической системой пожарной сигнализации производственного цеха сухих строительных материалов по ул. Полевой, 25с. Ясная Поляна Кузнецкого района Пензенской области.

Проект пожарной сигнализации дополнен на основании архитектурных планов и в соответствии с требованиями нормативной документации.

Система автоматической пожарной сигнализации состоит из прибора приемно-контрольного охранно-пожарного "гранд МАГИСТР 20", пожарных извещателей и комбинированных оповещателей.

Прибор предназначен для автономной и централизованной охраны объекта и контролирует 20 шлейфов сигнализации, в которые включены дымовые извещатели типа ИП212-41М и ручные типа ИПР-514-3.

Прибор устанавливается в помещении кладовщика на 1 этаже, оснащенный телефонной связью для передачи отдельных сигналов "НЕИСПРАВНОСТЬ" и "ПОЖАР" на ПЦН.

Используются точечные дымовые и ручные пожарные извещатели. Расположение и тип устанавливаемых пожарных извещателей определяются в соответствии с характеристикой помещений и СП5.13130.2009. В помещении устанавливаются не менее 2-х датчиков.

При срабатывании датчиков или нажатии кнопки ручного извещателя прибор пожарной сигнализации формирует сигнал "ПОЖАР", по которому осуществляется запуск системы оповещения, отключение общеобменной вентиляции, включение пожарных насосов и освещения указателей пожарных гидрантов, а также открытие задвижки.

В соответствии с требованиями СП3.13130.2009 проектом предусматривается система оповещения людей о пожаре II- типа производственные здания.

Система оповещения является составной частью АПС. Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), прежде всего, предназначена для оповещения людей о пожаре и других чрезвычайных обстоятельствах Согласно требованиям СП 3.13130.2009 здание должно быть оборудовано СОУЭ второго типа звуковое оповещение (оповещатели "Свирель") и световые указатели «Выход». Оповещение включается автоматически при срабатывании двух пожарных извещателей АПС. Оповещатели "Свирель" подключаются к прибору ППС. Установка и мощность технических средств

оповещения обеспечивают необходимую слышимость во всех местах постоянного или временного пребывания людей.

1.3. Сантехнический раздел

1.3.1. Отопление и вентиляция

Теплоснабжение здания осуществляется от собственной котельной.

Теплоносителем является горячая вода с параметрами 90-70°C.

Проект выполнен для расчетной температуры наружного воздуха $t_n = - 27^\circ \text{C}$.

Теплоснабжение здания осуществляется от собственной котельной.

Теплоносителем является горячая вода с параметрами 90-70°C.

Запроектировано три самостоятельные системы отопления (веток). Системы отопления двухтрубные, тупиковые. Распределительный коллектор установлен в помещении котельной. Трубопроводы систем отопления выполнены из стальной водогазопроводной трубы по ГОСТ 3262-80. В качестве отопительных приборов для систем отопления приняты алюминиевые секционные биметаллические радиаторы в бытовых помещениях Radena высотой 500мм, в производственном цехе - регистры из гладких труб. Помещения для кладовщиков (21) и для обогрева рабочих (22) отапливаются электрическими конвекторами Timberk TEC.PS1.

Подсоединение приборов отопления к трубопроводам производится при помощи арматуры RA-N фирмы Danfoss. Для выпуска воздуха из системы отопления на приборах отопления устанавливаются краны Маевского.

Гидравлическая увязка систем отопления осуществляется ручными балансировочными клапанами MSV-BD фирмы Danfoss. Крепление трубопроводов к ограждениям производить при помощи крепежных узлов ИНКА шагом согласно таб.2.1 СП 40-101-96. Трубопроводы систем отопления в местах пересечения перекрытий и перегородок должны проходить через гильзы, изготовленные из стальной трубы, концы которых должны выступать на 20-30 мм из пересекаемой поверхности. Зазор между трубопроводом и гильзой должен быть не менее 10 мм и тщательно

уплотнен несгораемым материалом, допускающим перемещение трубопровода вдоль его продольной оси.

В здании «Производственного цеха сухих строительных материалов» предусматривается общеобменная механическая приточно-вытяжная вентиляция в бытовых помещениях П1 и В1. В помещениях складирования готовой продукции предусматривается естественная вытяжная вентиляция. Воздухообмен в помещениях определен по нормам и сведен в таблицу воздухообмена по помещениям. Над воротами предусматривается установка электрических тепловых завес КЭП фирмы Теплош.

Бытовые помещения, лабораторию и операторскую обслуживают приточная система П1 и вытяжная система В1. В качестве вентоборудования системы П1 принята подвесная приточная установка «Компакт 21В32М», располагаемая под потолком в помещение коридора. В состав приточной установки входит воздухозаборный клапан с электроприводом, фильтры грубой очистки воздуха, водяной калорифер, приточный вентилятор. Канальный вентилятор VKV 500x250 4,3/380 системы В1 располагается под потолком входного тамбура

Воздуховоды системы запроектированы из оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80. Подача и удаление воздуха из помещения осуществляется вентиляционными решетками P150. Из помещений 21 и 22 предусматривается механическая вытяжная система В2. Канальный вентилятор VKVR 200 системы В2 устанавливается в погрузочно-разгрузочном отделении.

1.3.2. Водоснабжение

Проектом предусматриваются две отдельные системы водопровода: хозяйственно-производственный и противопожарный водопровод («сухотруб») тупиковое объединенное хозяйственно-питьевое и

противопожарное водоснабжение. Кольцевой противопожарный водопровод обеспечивается двумя вводами водопровода $\Phi 110$ мм.

Холодный водопровод используется также для приготовления горячего водоснабжения.

Расход воды на внутреннее пожаротушение производственного цеха (II степень огнестойкости, категория здания по пожарной опасности В, стр. объем 48894 м³) согласно табл. 2 СП 10.13130.2009 « Внутренний противопожарный водопровод » составляет 2 струи по 5 л/с. Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м от уровня чистого пола. Между пожарным клапаном и соединительной головкой следует предусматривать установку диафрагм, снижающих избыточное давление $\Phi 18$ мм.

Напор для системы хозяйственно-производственного водопровода производственного цеха определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + H_{\text{т}} + \Sigma H_{\text{втр}} - H_{\text{г}} = 7,75 + 3 + 5,83 = 16,58 \text{ м}$$

где:

$H_{\text{геом}}$ - геометрическая высота подачи воды (6,6 м)

$H_{\text{т}}$ - свободный напор, м, санитарно-технического прибора, принимаемый согласно обязательному приложению №2 СНиП 2.04.01-85*, принимаем 3 м

$\Sigma H_{\text{втр}}$ - суммарные потери напора во внутреннем трубопроводе, с учетом потерь напора на счетчике, равны $3,36 + 2,47 = 5,83$ м

Гарантированный напор 60 м. вод. ст. в хозяйственно-производственном водопроводе уменьшается до 20 м. вод. ст. с помощью регулятора давления РД 102 $\Phi 20$ мм, установленного в водомерном узле.

Напор для системы противопожарного водопровода производственного цеха определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + H_{\text{т}} + \Sigma H_{\text{втр}} = 7,5 + 19,9 + 3,60 = 31 \text{ м};$$

где:

$H_{\text{геом}}$ - геометрическая высота подачи воды (7,5 м)

H_t - свободный напор ,м, у пожарного крана с рукавами длиной 20м и диаметром spryska наконечника пожарного ствола 19мм, равен 19,9м

$\Sigma H_{\text{втр}}$ - суммарные потери напора во внутреннем трубопроводе равны 3,60м

Для уменьшения избыточного давления у пожарных кранов, между пожарным клапаном и соединительной головкой следует предусматривать установку диафрагм, снижающих избыточное давление $\varnothing 18\text{мм}$.

1.3.3. Канализация

Для канализования «Производственного цеха сухих строительных материалов по адресу Пензенской области Кузнецкого района, с. Ясная поляна, ул. Полевая д.№2" проектом предусматриваются сети хозяйственно-бытовой канализации. Хозяйственно-бытовая канализация предусмотрена для отвода сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников,душей).

Внутренние сети хозяйственно-бытовой канализации, прокладываемые выше отм.0.000 предусмотрены из полипропиленовых труб ED TESH фирмы "Wavin", ниже отм.0.000 из полипропиленовых труб класса «N» фирмы "Wavin".Соединение канализационных труб из полипропилена следует осуществлять согласно СП 40-107-2003 в раструб, стыковые соединения следует заделывать резиновыми уплотнительными кольцами и проклеивать, если трубы проходят под конструкцией пола.

1.4. Конструктивная часть

Все материалы и конструкции подобраны с учетом существующей материальной и сырьевой базы.

Фундаменты запроектированы на естественном основании из сборных железобетонных плит и фундаментных блоков.

Таблица 1.3. Фундаменты

№ п/п	Наименование	Обозначение	Кол-во шт.	Масса ед. кг.
1.	ГОСТ 19804.1-79	Сваи С 6-30	172	2025
2.	ГОСТ 19804.1-79	Свайные ростверки		
3.	-	ФМ-1	4	1300
4.	-	ФМ-2	10	640
5.	-	ФМ-3	46	470

Для устройства ростверков поверх свай устанавливают опалубку, внутри которой устанавливают в проектное положение арматуру, после чего в опалубку заливается бетон, который затем схватывается и достигает проектной прочности.

В качестве ограждающих конструкций кровли используют железобетонные ребристые плиты марки ЗПГ6 (5980x2980)

1.5. Теплотехнический расчёт

Стена

1. Требуемое сопротивление теплопередачи R_o^{mp} ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) отвечающих санитарно - гигиеническим и комфортным условиям, определяют по формуле:

$$R_{mp} = \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t_n - \alpha_e}$$

(1) [2]

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

t_n - расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-76 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений, $t_n = 21 \text{ } ^\circ C$;

t_H - расчётная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [1], $t_H = -27^\circ\text{C}$;

Δt_H - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности, ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 2[2], $\Delta t_H = 4^\circ\text{C}$; α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4*[2], $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$.

$$R_o^{mp} = \frac{21 - (-27)}{7 \cdot 8,7} = 0,788 \frac{\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$2. \text{ ГСОП} = (t_B - t_{от}) \cdot z_{от} = (21 + 4,1) \cdot 200 = 5020;$$

$\lambda_{шт} = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$ - сложный раствор, $X_o = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$

$\lambda_{ут} = 0,034 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$ - утеплитель на основе базальтового волокна (ГОСТ 15588-70*), $X_o = 40 \text{ кг}/\text{м}^3$. Расчёт из условий энергосбережения:

$$R_o = \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{кр}}{\lambda_{кр}} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot 0,8$$

$$\delta_{ут} \geq \left(R_o - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} - \frac{\delta_{кр}}{\lambda_{кр}} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_{ут}$$

$$\delta_{ут} \geq 0,034 \cdot \left(2,706 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0125}{0,15} - \frac{1}{23} \right) = 100 \text{ мм}$$

Окончательно принимаем в качестве утеплителя плиты из пенополистирола толщиной 100 мм.

1-наружный выравнивающий слой штукатурки

2-плиты пенополистирольные

3-кирпичная кладка

4- внутренний слой штукатурки

$\text{ГСОП} = (t_B - t_{от.пер.}) \alpha_{от.пер.}$, где t_B - то же, что в формуле (1)[2];

$t_{от.пер.}$, $\alpha_{от.пер.}$ - средняя температура, °С и продолжительность, сут., периода со средней суточной температурой воздуха $< 8^\circ\text{C}$ по [1].

$$\text{ГСОП} = (21 + 4,1) \cdot 200 = 5020 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

По таблице 15 [2] $R_o^{эк} = 2,706 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}/\text{Вт}$.

Принимаем $R_o = R_o^{эк} = 2,706 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}/\text{Вт}$.

Покрытие

Исходя из разряда производимых работ. Допустимая температура в помещении: $t_B = 15^\circ\text{C}$

Наружная: $t_H = -27^\circ\text{C}$

$$\Delta t_H = 7^\circ\text{C}$$

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \text{ °С)};$$

$$R_o^{mp} = \frac{15 - (-27)}{7 \cdot 8,7} = 0,69 \frac{\text{м}^2 \text{ °С}}{\text{Вт}};$$

$$\text{ГСОП} = (15 + 4,1) \times 200 = 3820 \text{ °С} \cdot \text{сут}$$

$$R_o^{mp} = 1,764 \frac{\text{м}^2 \text{ °С}}{\text{Вт}}$$

$$R_o = \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{um}}{\lambda_{um}} + \frac{\delta_{kp}}{\lambda_{kp}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot 0,8$$

$$R_o = \left(0,02 + \frac{1}{8,7} + \frac{0,110}{0,38} + \frac{0,0027}{0,17} + \frac{0,03}{1,92} + \frac{1}{23} \right) = 0,53 < 1,764$$

Условие не выполняется.

В таком случае заменим пенобетон на полистиролбетон на шлакопортландцементе с $\lambda = 0,06 \text{ Вт / (м °С)}$, в этом случае $R_o = 2,07 > 1,764$

Условие выполнено

2.Расчётно-конструктивный раздел

2.1. Сбор нагрузок на поперечную раму

На поперечную раму действуют постоянные и временные нагрузки. К постоянным нагрузкам относят нагрузки от собственного веса конструкций: стропильной фермы, плит покрытия, кровли. К временным - снеговые

Таблица 1.1 – Сбор нагрузок на 1 м^2 покрытия

	Нормативная $q^n, \text{кН/м}^2$	γ_f	Расчетная $q_i^n \cdot$ $\gamma_{fi}, \text{кН/м}^2$
Линокрот ТКП	0,046	1,3	0,0598
Цементная стяжка [$\delta = 25 \text{ мм}; \rho = 18 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	0,45	1,3	0,585
Утеплитель пенобетон [$\delta = 110 \text{ мм}; \rho = 5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	0,55	1,3	0,715
Линокрот ТПП	0,036	1,3	0,0468
Рёбристая плита покрытия 3×6 [$\delta = 86 \text{ мм}; \rho = 19,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	1,677	1,1	1,845
Стропильная ферма 2 ФС24-3АШв	0,778	1,1	0,856
Итого	3,537	-	4,1076

Усредненный коэффициент надежности по нагрузке

$$\gamma_{fm} = \frac{4,1076}{3,537} = 1,16$$

Класс ответственности здания II, поэтому $\gamma_n = 0,95$

Расчетная нагрузка на 1 м ригеля рамы: $G = 4,1076 \cdot 6 \cdot 0,95 = 23,413 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$

Нормативная нагрузка от 1 м^2 стеновых сэндвич – панелей: $0,21 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$

Нормативная нагрузка от 1 м^2 остекления $0,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$

Расчетная нагрузка от стеновых панелей и панелей остекления:

- между отметками 12.570 и +7.800

$$G1 = h_p \cdot l_p \cdot q_p^n \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 4,77 \cdot 6 \cdot 0,21 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 6,28 \text{ [кН]}$$

- между отметками 7.800 и 0.000 (в подкрановой части):

$$G2 = (1,2 + 3,6) \cdot 6 \cdot 0,21 \cdot 1,1 \cdot 0,95 + 3 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 15,725 \text{ [кН]}$$

Расчетная нагрузка от веса подкрановой части колонны (с учетом веса короткой консоли):

$$G_{41} = (H_{1c} + f \cdot e + 0,5 \cdot f^2) \cdot a \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 7,65 \cdot 0,6 + 0,45 \cdot 0,45 + 0,5 \cdot 0,45^2 \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 51,14 \text{ [кН]}$$

Расчетная нагрузка от веса надкрановой части колонны :

$$G_{42} = H_2 \cdot c \cdot a \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 3,3 \cdot 0,38 \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 13,1 \text{ [кН]}$$

Расчетная нагрузка от веса подкрановой и кранового рельса:

$$G_6 = (g_b^n + g_r^n \cdot l) \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = (35 + 1,5 \cdot 6) \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 45,98 \text{ [кН]}$$

Временные нагрузки

- Снеговая нагрузка на 1 м ригеля рамы:

$$\rho_{sn} = S_g \cdot l \cdot \gamma_n = 1,8 \cdot 6 \cdot 0,95 = 10,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Длительно действующая часть снеговой нагрузки:

$$\rho_{sn, l} = 0,5 \cdot \rho_{sn} = 0,5 \cdot 10,26 = 5,13 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

- Крановая нагрузка

В цеху используется кран грузоподъемностью $Q=5$ тонн [вес= $5 \cdot 9,81=49,05$ кН]

Ширина базы крана $B=4,694$ [м]

$$P_{max, n} = 41,4 \text{ [кН]}$$

Масса крана : 6 тонн [вес= $6 \cdot 9,81=58,86$ кН]

Минимальная нормативная нагрузка на колесо крана:

$$P_{max, n} = 0,5(Q + Q_k) - P_{max, n} = 0,5(49,05 + 58,86) - 41,4 = 12,555 \text{ [кН]}$$

Горизонтальная нагрузка на колесо от торможения крюка с грузом:

$$T_n = 0,5 \cdot k_T \cdot Q = 49,05 \cdot 0,1 \cdot 0,5 = 2,45 \text{ [кН]}$$

Расчетное максимальное давление на колонну от двух сближенных кранов, установленных в невыгодное положение:

$$D_{max} = 41,4 \cdot 1,1 \cdot 0,95(0,217 + 0,942 + 1 + 0,333) = 107,826 \text{ [кН]}$$

$$D_{min} = 12,555 \cdot 1,1 \cdot 0,95(0,217 + 0,942 + 1 + 0,333) = 107,826 \text{ [кН]}$$

Расчетная тормозная поперечная нагрузка:

$$T = T_n \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \sum y_i = 2,45 \cdot 1,1 \cdot 0,95(0,217 + 0,942 + 1 + 0,333) = 6,38 \text{ [кН]}$$

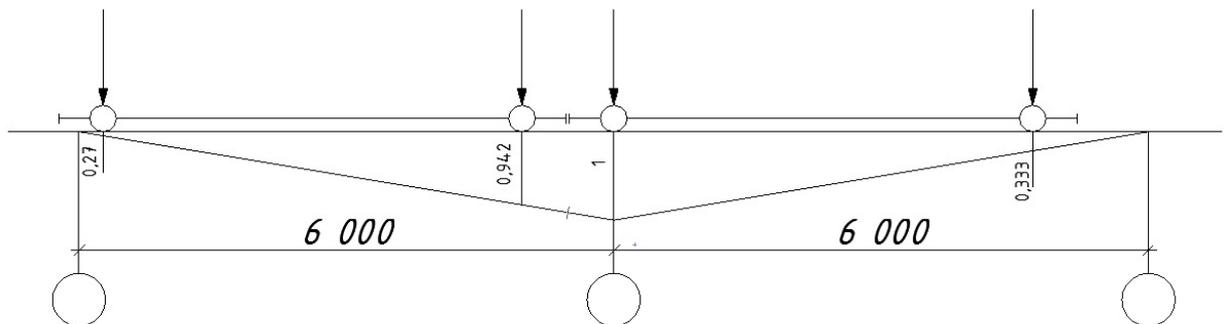


Рис. Линии влияния крана

- Ветровая нагрузка

Зона, в которой будет строиться объект расположена в III ветровом районе:

На высоте до 5 м (h_1) $\rightarrow \omega_{n1} = k \cdot \omega_0 = 0,75 \cdot 0,38 = 0,285$ кПа

На высоте 10 м (h_2) $\rightarrow \omega_{n2} = k \cdot \omega_0 = 1 \cdot 0,38 = 0,38$ кПа

На высоте 20 м (h_3) $\rightarrow \omega_{n3} = k \cdot \omega_0 = 1,25 \cdot 0,38 = 0,475$ кПа

Дополнительно необходимо вычислить ветровое давление на уровне низа стропильной конструкции +10.800 м (и в уровне верха покрытия 14.420 м

- На высоте +10.800 м. (h_4)

$$\omega_{n4} = \omega_2 + (\omega_{n3} - \omega_{n2}) \frac{h_4 - h_2}{h_3 - h_2} = 0,38 + (0,475 - 0,38) \frac{10,8 - 10}{20 - 10} = 0,388 \text{ кПа}$$

- На высоте +14.420 м (h_5)

$$\omega_{n5} = \omega_2 + (\omega_{n3} - \omega_{n2}) \frac{h_5 - h_2}{h_3 - h_2} = 0,38 + (0,475 - 0,38) \frac{14,42 - 10}{20 - 10} = 0,422 \text{ кПа}$$

Изгибающий момент в заделке колонны от скоростного ветра:

$$\begin{aligned}
M = & \omega_{n1} \cdot h_4 \left(\frac{h_4}{2} + d \right) + (\omega_{n2} - \omega_{n1})(h_4 - h_2) \left(\frac{h_4 + h_2}{2} + d \right) + \\
& \frac{(\omega_{n2} - \omega_{n1})(h_2 - h_1)}{2} \left(\frac{2h_2 + h_1}{3} + d \right) + \frac{(\omega_{n4} - \omega_{n2})(h_2 - h_1)}{2} \left(\frac{2 \cdot h_2 + h_1}{3} + d \right) + \\
& \frac{(\omega_{n4} - \omega_{n2})(h_4 - h_2)}{2} \left(\frac{2 \cdot h_4 + h_2}{3} + d \right) = 0,285 \cdot 10,8 \left(\frac{10,8}{2} + 0,15 \right) + (0,38 - 0,285)(10,8 - \\
& 10) \left(\frac{10,8 + 10}{2} + 0,15 \right) + \frac{(0,38 - 0,285)(10 - 5)}{2} \left(\frac{2 \cdot 10 + 5}{3} + 0,15 \right) + \\
& \frac{(0,388 - 0,38)(10,8 - 10)}{2} \left(\frac{2 \cdot 10,8 + 10}{3} + 0,15 \right) = 19,934 \text{ [кН} \cdot \text{м]}
\end{aligned}$$

Аэродинамический коэффициент с подветренной стороны, поскольку $\frac{b}{l} = \frac{144}{24} = 6$, а $\frac{h_1}{l} = \frac{10,8}{24} = 0,45 < 0,5$, поэтому принимаем $c_{e3} = -0,5$

Эквивалентный скоростной напор ветра:

$$\omega_n = \frac{2M}{(h_4 + d)^2} = 0,333 \text{ кПа}$$

Расчетная равномерно распределенная нагрузка на колонну с наветренной стороны:

$$\omega_1 = \omega_n \cdot b \cdot c_e \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0,333 \cdot 6 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 2,126 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$$

Расчетная равномерно распределенная нагрузка на колонну рамы с подветренной стороны:

$$\omega_2 = \omega_n \cdot b \cdot c_{e3} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0,333 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 1,328 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$$

Ветровое давление, действующее на здание выше верха колонны, заменяем эквивалентной сосредоточенной силой:

$$\begin{aligned}
W = & \frac{\omega_{n4} + \omega_{n5}}{2} (h_5 - h_4) \cdot (c_e - c_{e3}) \cdot b \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \\
= & \frac{0,388 + 0,422}{2} (14,42 - 10,8) \cdot (0,8 + 0,425) \cdot 6 \cdot 1,4 \\
& \cdot 0,95 = 14,322 \text{ [кН]}
\end{aligned}$$

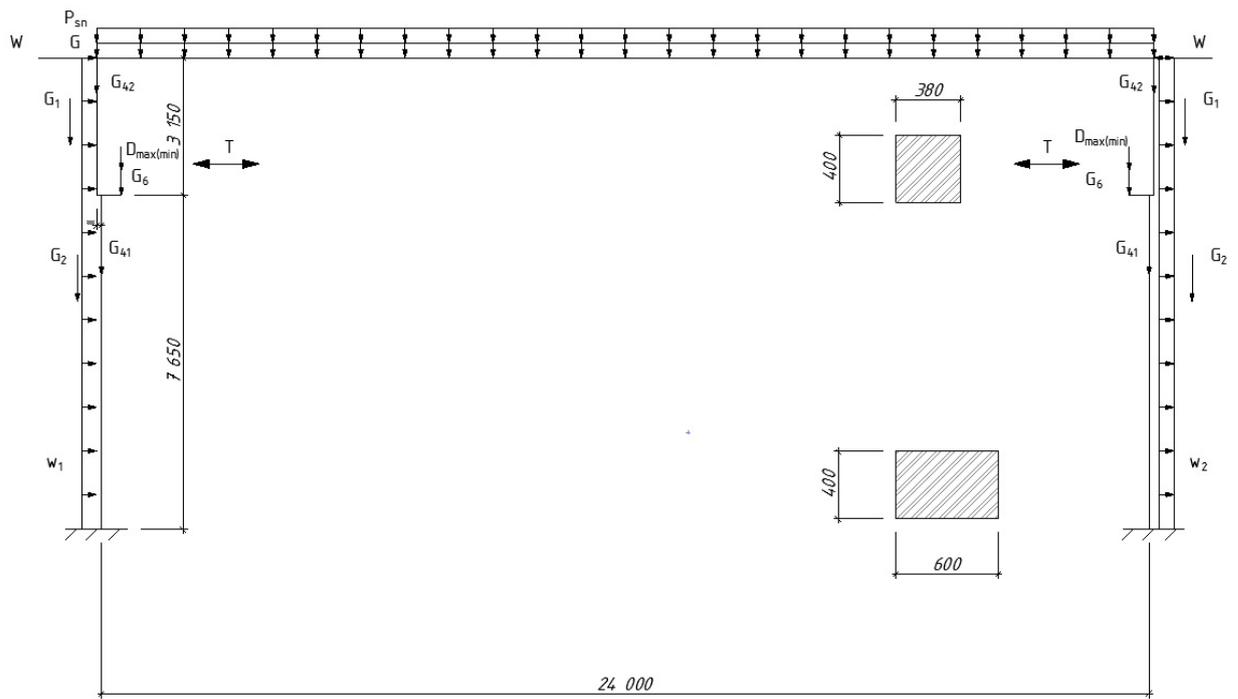


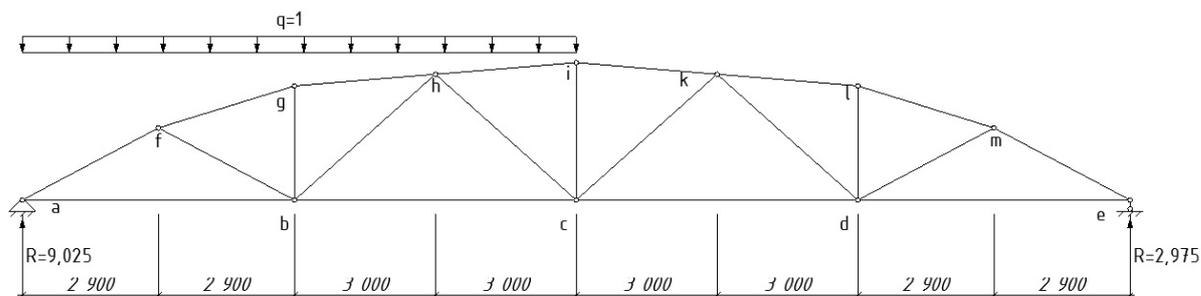
Рис. Схема приложения нагрузок к поперечной раме каркаса

2.2 Определение усилий в элементах фермы

При расчете фермы необходимо рассмотреть следующие варианты загрузки:

- 1) постоянная нагрузка (собственный вес фермы и покрытия)
- 2) первый вариант загрузки снеговой нагрузкой (равномерно распределенная нагрузка по всему пролету).
- 3) второй вариант загрузки снеговой нагрузкой (равномерно распределенная нагрузка на половине пролета)
- 4) третий вариант загрузки снеговой нагрузкой (неравномерно распределенная нагрузка по всему пролету)
- 5) четвертый вариант загрузки снеговой нагрузкой (неравномерно распределенная нагрузка на половине пролета)

Для сокращения вычислительной работы достаточно выполнить статический расчет фермы (учитывая ее симметричность) на два варианта загрузки: равномерно распределенная нагрузка на половине пролета и одностороннее загрузку. Остальные варианты загрузок можно получить как комбинации двух вышеуказанных. Определение внутренних усилий можно осуществлять по таблицам, разработанным Н.А. Бородачевым. Учитывая, что в сегментных стропильных железобетонных фермах с треугольной решеткой влияние жесткости узлов незначительно, можно такие фермы рассматривать как шарнирно-стержневые системы. В таком случае они являются статически определимыми и легко поддаются ручному расчету. Задача значительно упрощается, если предположить, что нагрузка приложена в узлах, что вполне можно принять при использовании плит покрытия шириной 3 м. В этом случае все элементы фермы будут испытывать только осевые воздействия.



В случае равномерно распределенной нагрузки опорные реакции находятся из условия равновесия $\sum M_e = 0$ и $\sum M_a = 0$

$$R_1 = \frac{P_2(23,6 + 11,8) + P_1(20,7 + 17,8 + 14,8)}{23,6} = \frac{1,5(23,6 + 11,8) + 3 \cdot (20,7 + 17,8 + 14,8)}{23,6} = 9,025 \text{ м}$$

$$R_2 = \frac{P_2 \cdot 11,8 + P_1(2,9 + 5,8 + 8,8)}{23,6} = \frac{1,5 \cdot 11,8 + 3 \cdot (2,9 + 5,8 + 8,8)}{23,6} = 2,975 \text{ м.}$$

Обозначение усилия	Усилие от единичных загрузений, м		Усилие от постоянной нагрузки, кН	Усилие от снеговой нагрузки, кН				Расчетное сочетание усилий, кН
				1 вар.	2 вар.	3 вар.	4 вар.	
a-f	-15,89	-7,726	-594,92	-227,8	-163	-144,6	-127,3	-822,72
f-g	-14,94	-6,23	-597,82	-229	-153,3	-122,8	-106,7	-826,82
g-h	-14,31	-5,969	-572,7	-219,3	-146,8	-117,7	-98,37	-792
h-i	-11,94	-3,964	-639,745	-245	-122,5	-97,99	-65,33	-884,745
i-k	-11,94	-3,964	-639,745	-245	-122,5	-97,99	-65,33	-884,745
k-l	-7,067	-2,345	-572,7	-219,3	-72,51	-87,83	-38,65	-792
l-m	-7,375	-2,447	-597,82	-245	-75,67	-91,66	-40,33	-826,82
m-e	-6,317	-2,096	-594,92	-245	-64,81	-98,2	-34,54	-822,72
a-b	14,10	6,816	527,04	-219,3	144,7	127,6	112,3	728,84
b-c	14,64	5,274	652	-229	150,2	113,4	86,92	901,7
c-d	9,695	3,217	652	-227,8	99,47	96,47	53,02	901,7
d-e	5,573	1,849	527,04	201,8	57,18	86,64	30,47	728,84
b-f	0,189	-0,983	49,7	249,7	1,939	-11,65	-16,2	68,73
b-g	0,247	-0,145	49,6	249,7	2,534	1,994	-2,39	61,71
b-h	-0,503	0,908	-109,115	201,8	-5,161	5,208	14,96	-150,905
c-h	-3,686	-1,781	-19,315	19,03	-37,82	-21,25	-29,35	-57,135
c-i	0,482	0,533	25,825	12,11	4,945	13,18	8,784	39
c-k	2,965	0,983	-19,315	-7,397	30,42	1,524	16,2	-26,712
d-k	-3,57	-1,184	-109,115	-41,79	-36,63	-12,03	-19,51	-150,9
d-l	1,604	0,532	49,6	12,11	16,46	7,573	8,767	66,06
d-m	1,666	0,552	49,7	19,03	17,09	0,980	9,097	68,73

л/см

Пользуясь таблицей, найдем внутренние усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной, равномерно распределенной и длительной снеговой нагрузки.

Расчетная постоянная нагрузка на ригель:

$$G = 4,7 \cdot 6 \cdot 0,95 = 26,79 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$$

$$N_{af} = N_{me} = G(N_{af} + N_{me}) = 26,79(-15,89 - 6,317) = -594,92 \text{ [кН]}$$

$$N_{fg} = N_{lm} = G(N_{fg} + N_{lm}) = 26,79(-14,94 - 7,375) = 597,82 \text{ [кН]}$$

$$N_{gh} = N_{kl} = G(N_{gh} + N_{kl}) = 26,79(-14,31 - 7,067) = 572,7 \text{ [кН]}$$

$$N_{hi} = N_{ik} = G(N_{hi} + N_{ik}) = 26,79(-11,94 - 11,94) = 639,745 \text{ [кН]}$$

$$N_{ab} = N_{de} = G(N_{ab} + N_{de}) = 26,79(14,1 + 5,573) = 527,04 \text{ [кН]}$$

$$N_{bc} = N_{cd} = G(N_{bc} + N_{cd}) = 26,79(14,64 + 9,695) = 652 \text{ [кН]}$$

$$N_{bf} = N_{dm} = G(N_{bf} + N_{dm}) = 26,79(0,189 + 1,666) = 49,7 \text{ [кН]}$$

$$N_{bg} = N_{dl} = G(N_{bg} + N_{dl}) = 26,79(0,247 + 1,604) = 49,6 \text{ [кН]}$$

$$N_{bh} = N_{dk} = G(N_{bh} + N_{dk}) = 26,79(-0,503 - 3,57) = -109,115 \text{ [кН]}$$

$$N_{ch} = N_{ck} = G(N_{ch} + N_{ck}) = 26,79(-3,686 + 2,695) = -19,315 \text{ [кН]}$$

$$N_{ci} = 2GN_{ci} = 2 \cdot 26,79 \cdot 0,482 = 25,825 \text{ [кН]}$$

Равномерно распределенная снеговая нагрузка по всему пролету:

$$p_{sn} = 10,26 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$$

$$N_{af} = N_{me} = p_{sn}(N_{af} + N_{me}) = 10,26(-15,89 - 6,317) = -227,8 \text{ [кН]}$$

$$N_{fg} = N_{lm} = p_{sn}(N_{fg} + N_{lm}) = 10,26(-14,94 - 7,375) = -229 \text{ [кН]}$$

$$N_{gh} = N_{kl} = p_{sn}(N_{gh} + N_{kl}) = 10,26(-14,31 - 7,067) = -219,3 \text{ [кН]}$$

$$N_{hi} = N_{ik} = p_{sn}(N_{hi} + N_{ik}) = 10,26(-11,94 - 11,94) = -245 \text{ [кН]}$$

$$N_{ab} = N_{de} = p_{sn}(N_{ab} + N_{de}) = 10,26(14,1 + 5,573) = 201,8[\text{кН}]$$

$$N_{bc} = N_{cd} = p_{sn}(N_{bc} + N_{cd}) = 10,26(14,64 + 9,695) = 249,7[\text{кН}]$$

$$N_{bf} = N_{dm} = p_{sn}(N_{bf} + N_{dm}) = 10,26(0,189 + 1,666) = 19,03[\text{кН}]$$

$$N_{bg} = N_{dl} = p_{sn}(N_{bg} + N_{dl}) = 10,26(0,247 + 1,604) = 12,11[\text{кН}]$$

$$N_{bh} = N_{dk} = p_{sn}(N_{bh} + N_{dk}) = 10,26(-0,503 - 3,57) = -41,79[\text{кН}]$$

$$N_{ch} = N_{ck} = p_{sn}(N_{ch} + N_{ck}) = 10,26(-3,686 + 2,695) = -7,397[\text{кН}]$$

$$N_{ci} = 2p_{sn}N_{ci} = 2 \cdot 10,26 \cdot 0,482 = 9,891[\text{кН}]$$

Третий вариант загрузки снеговой нагрузкой предусматривает распределенную нагрузку по следующим схемам:

$p_{sn1} = p_{sn} \mu_2 = 16,48 \text{ кН/м}$



$p_{sn2} = 0,5p_{sn} \mu_2 = 8,24 \text{ кН/м}$

$p_{sn1} = p_{sn} \mu_2 = 16,48 \text{ кН/м}$



В силу того, что угол наклона кровли не превышает 30° , снеговая нагрузка распространяется на всю длину пролета ригеля. Коэффициент μ_2 должен находиться в пределах $\mu_2 \leq 2,4 \sin 1,4\alpha = 2,4 \sin 42^\circ = 1,606$

Максимальное значение снеговой нагрузки на левом конце фермы

$$p_{sn1} = p_{sn} \cdot \mu_2 = 10,26 \cdot 1,606 = 16,48 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Максимальное значение снеговой нагрузки на правом конце фермы:

$$p_{sn1} = 0,5p_{sn} \cdot \mu_2 = 0,5 \cdot 10,26 \cdot 1,606 = 8,24 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Учитывая симметричность расчетной схемы для определения усилий в стержнях от третьего варианта загрузки снеговой нагрузкой, можно воспользоваться результатами расчета на единичную нагрузку.

$$N_{af}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{af} + p_{sn2} \cdot N_{me} = -16,48 \cdot 7,726 - 8,24 \cdot 2,096 = -144,6 \text{ [кН]}$$

$$N_{fg}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{fg} + p_{sn2} \cdot N_{tm} = -16,48 \cdot 6,23 - 8,24 \cdot 2,447 = -122,8 \text{ [кН]}$$

$$N_{gh}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{gh} + p_{sn2} \cdot N_{kl} = -16,48 \cdot 5,969 - 8,24 \cdot 2,345 = -117,7 \text{ [кН]}$$

$$N_{hi}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{hi} + p_{sn2} \cdot N_{ik} = -16,48 \cdot 3,964 - 8,24 \cdot 3,964 = -97,99 \text{ [кН]}$$

$$N_{ik}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{ik} + p_{sn2} \cdot N_{hi} = -16,48 \cdot 3,964 - 8,24 \cdot 3,964 = -97,99 \text{ [кН]}$$

$$N_{kl}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{kl} + p_{sn2} \cdot N_{gh} = -16,48 \cdot 2,345 - 8,24 \cdot 5,969 = -87,83 \text{ [кН]}$$

$$N_{lm}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{lm} + p_{sn2} \cdot N_{fg} = -16,48 \cdot 2,447 - 8,24 \cdot 6,23 = -91,66 \text{ [кН]}$$

$$N_{me}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{me} + p_{sn2} \cdot N_{af} = -16,48 \cdot 2,096 - 8,24 \cdot 7,726 = -98,2 \text{ [кН]}$$

$$N_{ab}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{ab} + p_{sn2} \cdot N_{de} = 16,48 \cdot 6,816 + 8,24 \cdot 1,849 = 127,6 \text{ [кН]}$$

$$N_{bc}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{bc} + p_{sn2} \cdot N_{cd} = 16,48 \cdot 5,274 + 8,24 \cdot 3,217 = 113,4 \text{ [кН]}$$

$$N_{cd}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{cd} + p_{sn2} \cdot N_{bc} = 16,48 \cdot 3,217 + 8,24 \cdot 5,274 = 96,47 \text{ [кН]}$$

$$N_{de}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{de} + p_{sn2} \cdot N_{ab} = 16,48 \cdot 1,849 + 8,24 \cdot 6,816 = 86,64 \text{ [кН]}$$

$$N_{bf}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{bf} + p_{sn2} \cdot N_{dm} = -16,48 \cdot 0,983 + 8,24 \cdot 0,552 = -11,65 \text{ [кН]}$$

$$N_{bg}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{bg} + p_{sn2} \cdot N_{dl} = -16,48 \cdot 0,145 + 8,24 \cdot 0,532 = 1,994 \text{ [кН]}$$

$$N_{bh}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{bh} + p_{sn2} \cdot N_{dk} = 16,48 \cdot 0,908 - 8,24 \cdot 1,184 = 5,208 \text{ [кН]}$$

$$N_{ch}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{ch} + p_{sn2} \cdot N_{ck} = -16,48 \cdot 1,781 + 8,24 \cdot 0,983 = -21,25 \text{ [кН]}$$

$$N_{ci}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{ci} + p_{sn2} \cdot N_{ci} = 16,48 \cdot 0,533 + 8,24 \cdot 0,533 = 13,18 \text{ [кН]}$$

$$N_{ck}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{ck} + p_{sn2} \cdot N_{ch} = 16,48 \cdot 0,983 - 8,24 \cdot 1,781 = 1,524[\text{кН}]$$

$$N_{dk}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{dk} + p_{sn2} \cdot N_{bh} = -16,48 \cdot 1,184 + 8,24 \cdot 0,908 = -12,03[\text{кН}]$$

$$N_{dl}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{dl} + p_{sn2} \cdot N_{bg} = 16,48 \cdot 0,532 - 8,24 \cdot 0,145 = 7,573[\text{кН}]$$

$$N_{dm}^{p3} = p_{sn1} \cdot N_{dm} + p_{sn2} \cdot N_{bf} = 16,48 \cdot 0,552 - 8,24 \cdot 0,983 = 0,98[\text{кН}]$$

Четвертый вариант загрузки снеговой нагрузкой предусматривает распределенную нагрузку на половине пролета. Усилия в стержнях от такого нагружения определяются по формуле

$$N^{p4} = p_{sn1} \cdot N, \text{ где } N\text{-единичное нагружение}$$

$$N_{af}^{p4} = 16,48 \cdot (-7,726) = -127,3[\text{кН}]$$

$$N_{fg}^{p4} = 16,48 \cdot (-6,23) = -106,7[\text{кН}]$$

$$N_{gh}^{p4} = 16,48 \cdot (-5,969) = -98,37[\text{кН}]$$

$$N_{hi}^{p4} = 16,48 \cdot (-3,964) = -65,33[\text{кН}]$$

$$N_{ik}^{p4} = 16,48 \cdot (-3,964) = -65,33[\text{кН}]$$

$$N_{kl}^{p4} = 16,48 \cdot (-2,345) = -38,65[\text{кН}]$$

$$N_{lm}^{p4} = 16,48 \cdot (-2,447) = -40,33[\text{кН}]$$

$$N_{me}^{p4} = 16,48 \cdot (-2,096) = -34,54[\text{кН}]$$

$$N_{ab}^{p4} = 16,48 \cdot (6,816) = 112,3[\text{кН}]$$

$$N_{bc}^{p4} = 16,48 \cdot (5,274) = 86,92[\text{кН}]$$

$$N_{cd}^{p4} = 16,48 \cdot (3,217) = 53,02[\text{кН}]$$

$$N_{de}^{p4} = 16,48 \cdot (1,849) = 30,47[\text{кН}]$$

$$N_{bf}^{p4} = 16,48 \cdot (-0,983) = -16,2[\text{кН}]$$

$$N_{bg}^{p4} = 16,48 \cdot (-0,145) = -2,39[\text{кН}]$$

$$N_{bh}^{p4} = 16,48 \cdot (0,908) = 14,96[\text{кН}]$$

$$N_{ch}^{p4} = 16,48 \cdot (-1,781) = -29,35[\text{кН}]$$

$$N_{ci}^{p4} = 16,48 \cdot (0,533) = 8,784[\text{кН}]$$

$$N_{ck}^{p4} = 16,48 \cdot (0,983) = 16,2[\text{кН}]$$

$$N_{dk}^{p4} = 16,48 \cdot (-1,184) = -19,51[\text{кН}]$$

$$N_{dl}^{p4} = 16,48 \cdot (0,532) = 8,767[\text{кН}]$$

$$N_{dm}^{p4} = 16,48 \cdot (0,552) = 9,097[\text{кН}]$$

2.3 Конструкционный расчет фермы

Ферма изготовлена из легкого бетона класса по прочности В30, твердеющего в условиях тепловой обработки при атмосферном давлении. При эксплуатации влажность окружающего воздуха 85 %.

Бетон имеет следующие характеристики:

$$R_b = 17 \text{ МПа} \quad R_{bn} = R_{b,ser} = 22$$

$$R_{bt} = 1,2 \text{ МПа} \quad E_b = 19500 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9 \quad R_{bp} = 20 \text{ МПа}$$

В качестве продольной напрягаемой арматуры принимаем арматуру класса А600 со следующими характеристиками:

$$E_s = 190000 \text{ МПа}$$

$$R_s = 510 \text{ МПа}$$

$$R_{sn} = 590 \text{ МПа}$$

Продольная рабочая арматура – А400 с характеристиками:

$$E_s = 200000 \text{ МПа}$$

$$R_s = 365 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} \leq \frac{R_{s,ser}}{1,05} = \frac{590}{1,05} = 562 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} \geq \frac{0,3R_{s,ser}}{0,95} = \frac{0,3 \cdot 590}{0,95} = 186,31 \text{ МПа}$$

Принимаем

$$\sigma_{sp} = 550 \text{ МПа}$$

2.3.1 Расчет элементов нижнего пояса фермы

Наиболее нагруженными элементами нижнего пояса фермы являются элементы b-c и c-d. Продольная сила в элементе от расчетных нагрузок $N=901,7$ кН, при этом усилие от постоянной нагрузки $N_g = 652$ кН, усилие от снеговой нагрузки $N_s = 249,7$ кН

$$A_{sp,tot} \geq \frac{N}{\gamma_{s6} \cdot R_s} = \frac{901700}{1,2 \cdot 510} = 1477,366 \text{ мм}^2$$

Такой площади соответствует арматура 6 \emptyset 18 А600 с $A_{sp,tot} = 1527 \text{ мм}^2$

Усилие от постоянной нормативной нагрузки:

$$N = \frac{652}{1,16} = 562,07 \text{ кН}$$

Усилие в элементе b-c от действия снеговой нормативной нагрузки:

$$N_{sn} = 0,7 \cdot N_s = 0,7 \cdot 249,7 = 174,8 \text{ кН}$$

Усилие в элементе b-c от действия снеговой нормативной нагрузки с пониженным значением:

$$N_{snl} = 0,5 \cdot N_{sn} = 0,5 \cdot 174,8 = 87,4 \text{ кН}$$

Усилие в элементе b-c от действия постоянной и временной нормативной нагрузки:

$$N = N_{gn} + N_{sn} = 562,07 + 174,8 = 736,86 \text{ кН}$$

Усилие от постоянной и временной длительно действующей нормативной нагрузки:

$$N_l = N_{gn} + N_{snl} = 562,07 + 87,4 = 649,47 \text{ кН}$$

Площадь приведенного сечения:

$$A_{red} = b \cdot h + \alpha A_{sp,tot} = 250 \cdot 300 + 9,743 \cdot 1477,366 = 89394 \text{ мм}^2$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{190000}{19500} = 9,743$$

Допустимая ширина раскрытия:

$$a_{crc1} = 0,4 \text{ мм} ; a_{crc2} = 0,3 \text{ мм}$$

Потери предварительного напряжения:

$$\sigma_1 = 0,1\sigma_{sp} - 20 = 35 \text{ МПа}$$

Потери температурного перепада:

$$\sigma_2 = 81,25 \text{ МПа}$$

Смещение:

$$\Delta l = 1,25 + 0,15d = 1,25 + 0,15 \cdot 14 = 3,35 \text{ мм};$$

Потери от деформации анкеров:

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{3,95}{25000} \cdot 190000 = 30,02 \text{ МПа}$$

Потери от деформации стальной формы:

$$\sigma_5 = 30 \text{ МПа}$$

Для определения потерь от быстроснатекающей ползучести находим напряжения сжатия в бетоне при передаче усилия предварительного напряжения:

$$\begin{aligned} \sigma_{bp} &= \frac{A_{sp,tot}(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_5)}{A} \\ &= \frac{1527(550 - 35 - 81,25 - 30,02 - 30)}{250 \cdot 300} = 7,61 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Коэффициент $\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 20 = 0,75$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{7,61}{20} = 0,3805 < 0,75$$

$$\sigma_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,3805 = 12,937 \text{ МПа}$$

Первые потери:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_5 + \sigma_6 = 35 + 81,25 + 30,02 + 30 + 12,937 \\ = 189,207 \text{ МПа}$$

Усилие обжатия с учетом предварительных потерь:

$$P_1 = (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}) \cdot A_{sp,tot} = (550 - 189,207) \cdot 1527 = 550930,911 \text{ Н}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A} = 7,346 \text{ Мпа}, \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,7$$

$$\sigma_g = 150\alpha \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0,75 \cdot 0,3805 = 42,8 \text{ Мпа}$$

Вторые потери:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 87,8 \text{ МПа}$$

Полные потери:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 277,01 \text{ МПа}$$

Напряжения в арматуре с учетом полных потерь:

$$\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_{los2} = 550 - 277,01 = 273 \text{ МПа}$$

$$P_2 = \sigma_{sp2} \cdot A_{sp,tot} = 273 \cdot 1527 = 416871 \text{ Н}$$

$$N = 736,86 \text{ кН} > N_{crc} = R_{bt,ser} (A + 2 \cdot \alpha A_{sp,tot}) + P_2 = 1,8(250 \cdot 300 + 2 \cdot 9,743 \cdot 1527) + 416,871 = 605,43 \text{ кН}$$

Невыполнение равенства выше, означает, что трещины образуются и необходимо определить ширину их раскрытия.

Для определения ширины раскрытия трещин, предварительно определяем параметры:

- Коэффициент армирования $\mu = \frac{A_{sp,tot}}{b \cdot h} = \frac{1527}{250 \cdot 300} = 0,02036$
- Приращение напряжений в продольной арматуре при действии постоянной и длительно действующей временной нагрузки:

$$\sigma_{sl} = \frac{N_l - P_2}{A_{sp,tot}} = \frac{649,47 - 416,871}{1527} = 152,32 \text{ МПа}$$

- Приращение напряжений в продольной арматуре при действии полной нагрузки:

$$\sigma_s = \frac{N - P_2}{A_{sp,tot}} = \frac{736,860 - 416,871}{1527} = 209,55 \text{ МПа}$$

Ширину продолжительного раскрытия трещин(при действии постоянной и временной длительно действующей нагрузки) рассчитываем по формуле:

$$\begin{aligned}
 a_3 &= 1,2 \cdot \varphi_1 \cdot n \frac{\sigma_{sl}}{E_s} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot \mu) \sqrt[3]{d} \\
 &= 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot \frac{152,32}{190000} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot 0,02036) \cdot \sqrt[3]{18} \\
 &= 0,0864 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Ширину раскрытия трещин при кратковременном действии постоянной и временной длительно действующей нагрузки определим по формуле:

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 1,2 \cdot \varphi_1 \cdot n \frac{\sigma_{sl}}{E_s} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot \mu) \sqrt[3]{d} \\
 &= 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{152,32}{190000} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot 0,02036) \cdot \sqrt[3]{18} \\
 &= 0,058
 \end{aligned}$$

Ширину раскрытия трещин при кратковременном действии полной нагрузки вычислим по формуле:

$$\begin{aligned}
 a_3 &= 1,2 \cdot \varphi_1 \cdot n \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot \mu) \sqrt[3]{d} \\
 &= 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{152,32}{190000} \cdot 20(3,5 - 100 \cdot 0,02036) \cdot \sqrt[3]{18} \\
 &= 0,08 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Ширина непродолжительного раскрытия трещин:

$$a = a_1 - a_2 + a_3 = 0,08 - 0,058 + 0,0864 = 0,1084 \text{ мм} < a_{crc} = 0,4 \text{ мм}$$

Оставляем принятые размеры сечения, бетон и арматуру без изменений.

2.3.2 Расчет элементов верхнего пояса фермы

Наиболее нагруженными элементами верхнего пояса фермы являются элементы h-i и i-k. Продольна сила в элементе от расчетных нагрузок:

$$N = -884,745 \text{ кН}$$

Усилие от постоянной нагрузки:

$$N_g = -639,745 \text{ кН}$$

Усилие от снеговой нагрузки

$$N_s = -245 \text{ кН}$$

Усилие от снеговой нагрузки с пониженным значением

$$N_{sl} = -122,5 \text{ кН}$$

Усилие от постоянной и временной длительно действующей расчетной нагрузки:

$$N_l = N_g + N_{sl} = 639,745 + 122,5 = 762,245 \text{ кН}$$

Сечение верхнего пояса $b \times h = 250 \times 280 \text{ мм}$

$$e_a \geq \frac{l}{600} = \frac{3010}{600} = 5,02 \text{ мм}$$

$$e_a \geq \frac{h}{30} = \frac{280}{30} = 9,33 \text{ мм}$$

$$e_a \geq 10 \text{ мм, так как } e_o = 10 \text{ мм} < \frac{h}{8} = \frac{280}{8} = 35$$

$$l_o = 0,9 \cdot l = 2709 \text{ мм}$$

Сечение армируем симметрично:

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{884745}{17 \cdot 250 \cdot 240} = 0,85$$

$$\xi_R = 0,488$$

Предварительно определим критическую силу, для этого найдем следующие параметры:

$$\lambda_h = \frac{l_o}{h} = \frac{2709}{280} = 9,675 < 10$$

$$N_{cr} = 0,15 \cdot \frac{E_b \cdot A}{\left(\frac{l_o}{h}\right)^2} = 0,15 \cdot \frac{19500 \cdot 250 \cdot 280}{9,675^2} = 2187500 \text{ Н}$$

$$2187,5 \text{ кН} > 884,745 \text{ кН}$$

При симметричном армировании получим:

$$A_s = A'_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_o}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi(1 - 0,5 \cdot \xi)}{1 - \delta} =$$

$$\alpha_{m1} = \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{884745 \cdot 110}{17 \cdot 250 \cdot 240^2} = 0,307$$

$$e = e_o + \frac{h_o - a'}{2} = 10 + \frac{240 - 40}{2} = 110 \text{ мм}$$

$$\xi = \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n(1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta} = \frac{0,85 \cdot 0,512 + 2(-0,105) \cdot 0,488}{1 - 0,488 + 2 \cdot (-0,105)} = 1,1016$$

$$\delta = \frac{a'}{h_o} = \frac{40}{240} = 0,166$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n(1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta} = \frac{0,399 - 0,489}{1 - 0,166} = -0,108$$

$$A_s = A'_s = \frac{17 \cdot 250 \cdot 240}{365} \cdot \frac{0,399 - 1,1016(1 - 0,5508)}{1 - 0,143} = -325 \text{ мм}^2$$

Конструктивно принимаю арматуру 2 \emptyset 10 A400 с $A_{sp,tot} = 157 \text{ мм}^2$

2.3.3. Расчет элементов решетки

Наиболее нагруженными элементами решетки являются элементы b-f и d-m(растяжение) $N=68,73 \text{ [кН]}$ и b-h, d-k с $N = 687,3 \text{ [кН]}$ (сжатие).

$$A_{sp,tot} \geq \frac{N}{R_s} = \frac{68730}{365} = 188,3 \text{ мм}^2$$

Принимаю 4 стержня \emptyset 10 A400 с $A_{s,tot} = 314 \text{ мм}^2$

Поперечная арматура: Вр1 \emptyset 3: Шаг- $S=20d=20 \cdot 10 = 200 \text{ мм}$

Сжимающая сила: $N=150,9 \text{ [кН]}$

Усилие от постоянной нагрузки:

$$N_g = 109,115 \text{ кН}$$

Усилие от снеговой нагрузки

$$N_s = 41,79 \text{ кН}$$

Усилие от снеговой нагрузки с пониженным значением

$$N_{sl} = 0,5 \cdot N_s = 0,5 \cdot 41,79 = 20,895 \text{ кН}$$

Усилие от постоянной и временной длительно действующей расчетной нагрузки:

$$N_l = N_g + N_{sl} = 109,115 + 20,895 = 130,01 \text{ кН}$$

Сечение элементов решетки $b \times h = 150 \times 150$

$$e_a \geq \frac{l}{600} = \frac{4036}{600} = 6,73 \text{ мм}$$

$$e_a \geq \frac{h}{30} = \frac{150}{30} = 5 \text{ мм}$$

Ввиду малой трещиностойкости сечения, увеличим класс бетона до В35:

$$x = \frac{N}{R_b \cdot b} = \frac{150900}{19,5 \cdot 150} = 51,6 \text{ [мм]}$$

$$x < \xi_R \cdot h_o = 0,467 \cdot 115 = 53,705 \text{ мм}$$

$$\lambda_h = \frac{l_o}{h} = \frac{3229}{150} = 21,5 > 10$$

Для определения N_{cr} рассчитаем следующие параметры:

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{II}}{M_I} = 1 + 1 \cdot \frac{6,5}{7,545} = 1,86$$

$$M_I = N \left(\frac{h}{2} - a + e_o \right) = 150,9 \left(\frac{0,15}{2} - 0,035 + 0,01 \right) = 7,545 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II} = N_l \left(\frac{h}{2} - a + e_o \right) = 130,01 \left(\frac{0,15}{2} - 0,035 + 0,01 \right) = 6,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- Коэффициент

$$\delta_e = \frac{e_o}{h} = \frac{10}{150} = 0,067$$

- Коэффициент

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_o}{h} - 0,01 R_b = 0,5 - 0,01 \frac{3229}{150} - 0,01 \cdot 19,5 = 0,09$$

- Коэффициент

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{22000} = 9,09$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b \cdot h} = \frac{314}{150 \cdot 150} = 0,014$$

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{\left(\frac{l_0}{h}\right)^2} \left[\frac{0,11}{3 \cdot \varphi_l} + 0,1 + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right)^2 \right]$$

$$= \frac{1,6 \cdot 22000 \cdot 150 \cdot 150}{\left(\frac{3229}{150}\right)^2} \left[\frac{0,11}{3 \cdot 1,861} + 0,1 + 0,014 \cdot 9,09 \left(\frac{115 - 35}{150} \right)^2 \right] = 269703,645 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{150,9}{269,704}} = 2,273$$

$$e = e_o \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2} = 10 \cdot 2,273 + \frac{115 - 35}{2} = 62,75 \text{ мм}$$

Проверка прочности:

$$N \cdot e = 150,9 \cdot 0,0627 = 9,46 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$< R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a')$$

$$= 19,5 \cdot 150 \cdot 53,705 (115 - 0,5 \cdot 53,705) + 365 \cdot 157 (115 - 35)$$

$$= 18431237,357 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 18,431 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Условие выполняется, оставляем армирование в виде 4 стержней

$$\emptyset 10 \text{ A400 с } A_{s,tot} = 314 \text{ мм}^2$$

2.4. Расчет колонны

2.4.1 Статический расчет рамы

Для определения усилий в колонне необходимо произвести статический расчет поперечной рамы каркаса здания. При расчете необходимо рассмотреть следующие варианты нагрузок:

- 1) постоянная нагрузка (собственный вес фермы, покрытия, колонны, стенового ограждения, подкрановой балки);
- 2) снеговая нагрузка;
- 3) крановая нагрузка(вертикальное воздействие кранов);
- 4) крановая нагрузка(горизонтальное тормозное воздействие);
- 5) ветровая нагрузка

Статические расчеты рамы на каждый вид загрузок методом перемещений выполним с помощью программного комплекса «Лири САПР».

- На постоянную нагрузку от веса покрытия:

$$P_1 = 0,5 \cdot G \cdot L = 0,5 \cdot 26,79 \cdot 24 = 321,48 \text{ кН}$$

Эксцентриситет относительно надкрановой части колонны:

$$e_1 = 200 - 0,5 \cdot 380 = 10 \text{ мм}$$

Эксцентриситет равнодействующей веса стеновых панелей относительно оси надкрановой части колонны:

$$e_2 = 0,5(t + h_2) = 0,5(240 + 380) = 310 \text{ мм}$$

t-толщина панели

h_2 - высота сечения надкрановой части

Эксцентриситет приложения этой же нагрузки относительно подкрановой части составит:

$$e_3 = 350 \text{ мм}$$

Расстояние между осями надкрановой и подкрановой частей колонны:

$$e_4 = 0,5(h_1 - h_2) = 0,5(600 - 380) = 110 \text{ мм}$$

1) постоянная нагрузка

Постоянная нагрузка от веса покрытия, передаваемая на колонну:

$$P_l = 0,5 \cdot G \cdot L = 0,5 \cdot 26,79 \cdot 24 = 321,48 \text{ [кН]}$$

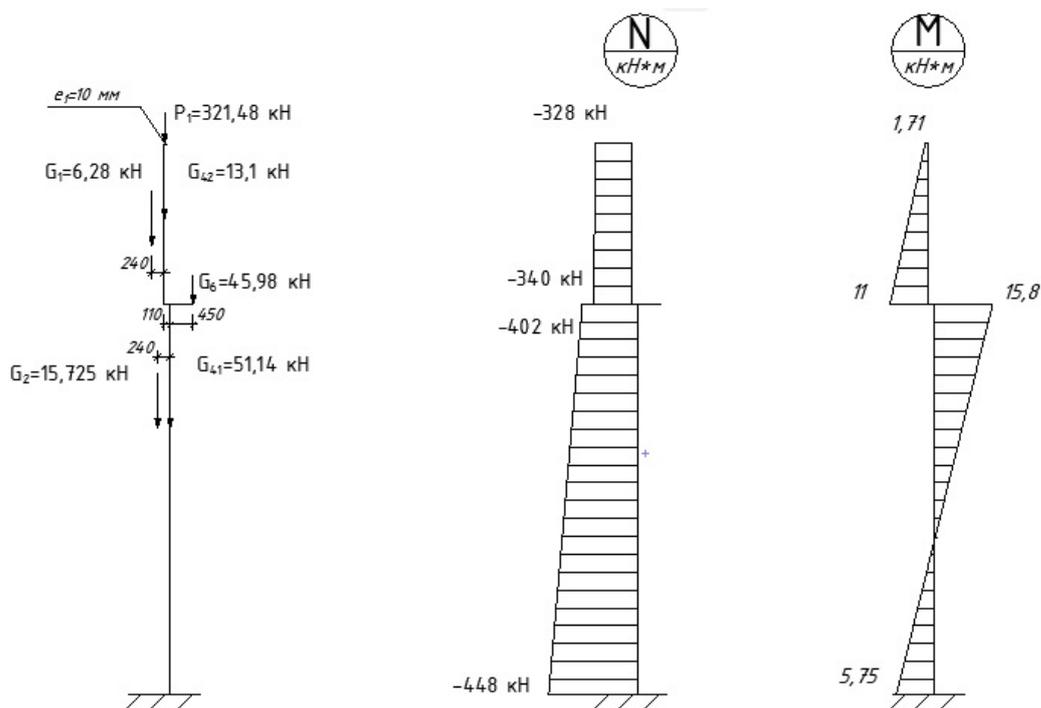


Рис. Схема приложения нагрузок и эпюры от постоянной нагрузки

2) снеговая нагрузка

$$P_{сн} = 0,5 \cdot p_{sn} \cdot L = 0,5 \cdot 10,26 \cdot 24 = 123,12 \text{ [кН]}$$

Изгибающий момент в верхнем сечении колонны:

$$M_u = P_{сн} \cdot e_1 = 123,12 \cdot 0,01 = 1,23 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Изгибающий момент в уровне подкрановой части:

$$M_u = -P_{сн} \cdot e_4 = -123,12 \cdot 0,11 = -15,543 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

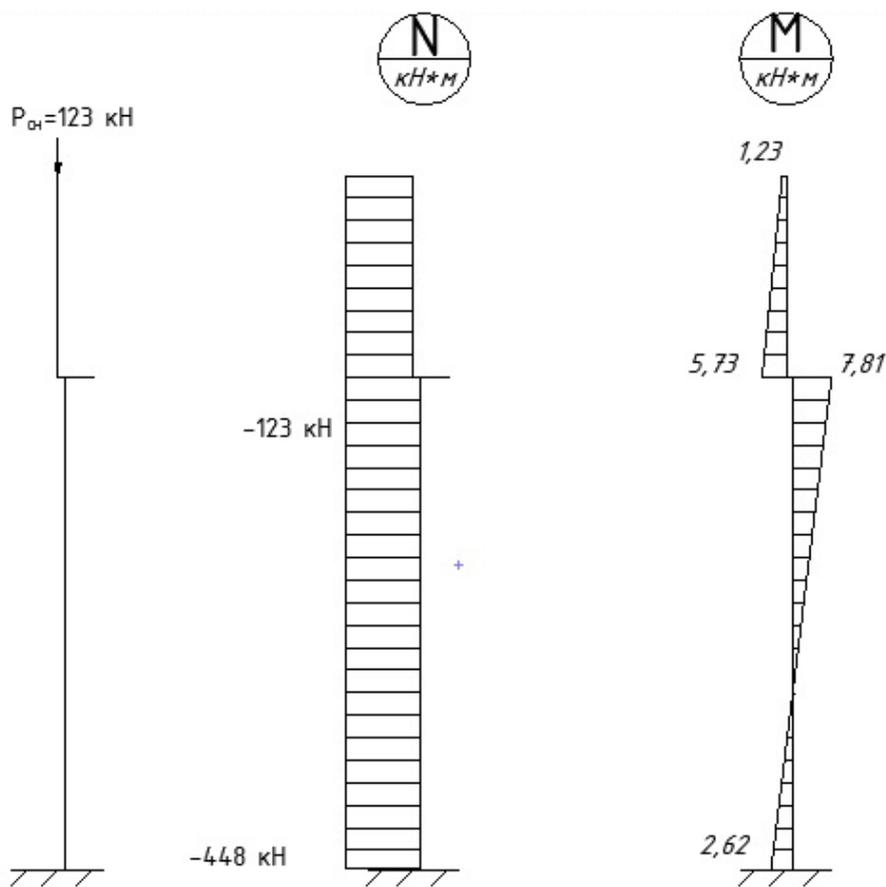


Рис. Схема приложения нагрузок и эпюры от снеговой нагрузки

3) крановая нагрузка

Крановая нагрузка предусматривает одновременную работу двух мостовых кранов в одном пролете. При этом краны устанавливаются в невыгодное положение.

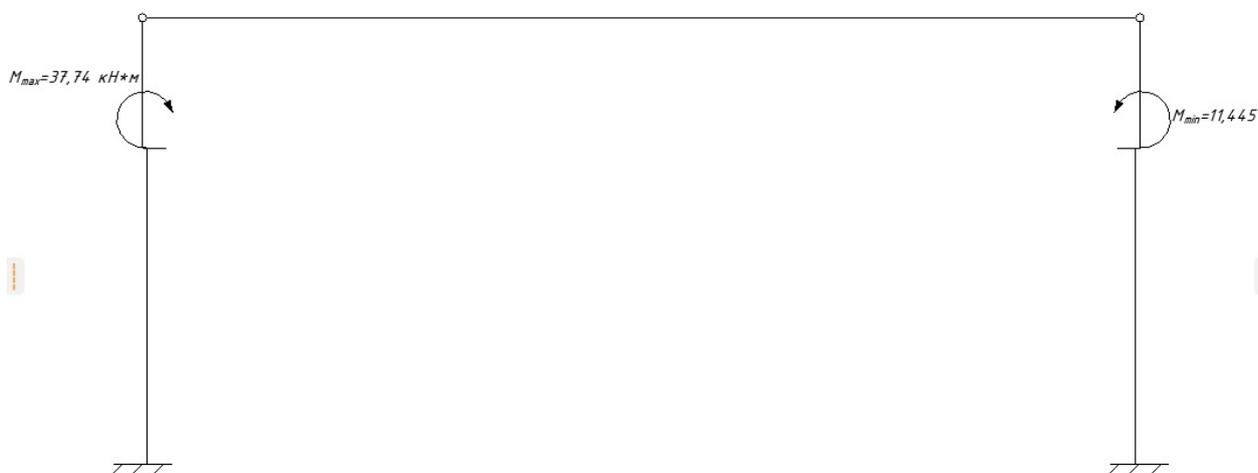


Рис. Схема приложения крановой нагрузки

$$M_{max} = D_{max} \cdot e_3 = 107,826 \cdot 0,35 = 37,74 \text{ [кН} \cdot \text{м]}$$

$$M_{min} = D_{min} \cdot e_3 = 32,7 \cdot 0,35 = 11,445 \text{ [кН} \cdot \text{м]}$$

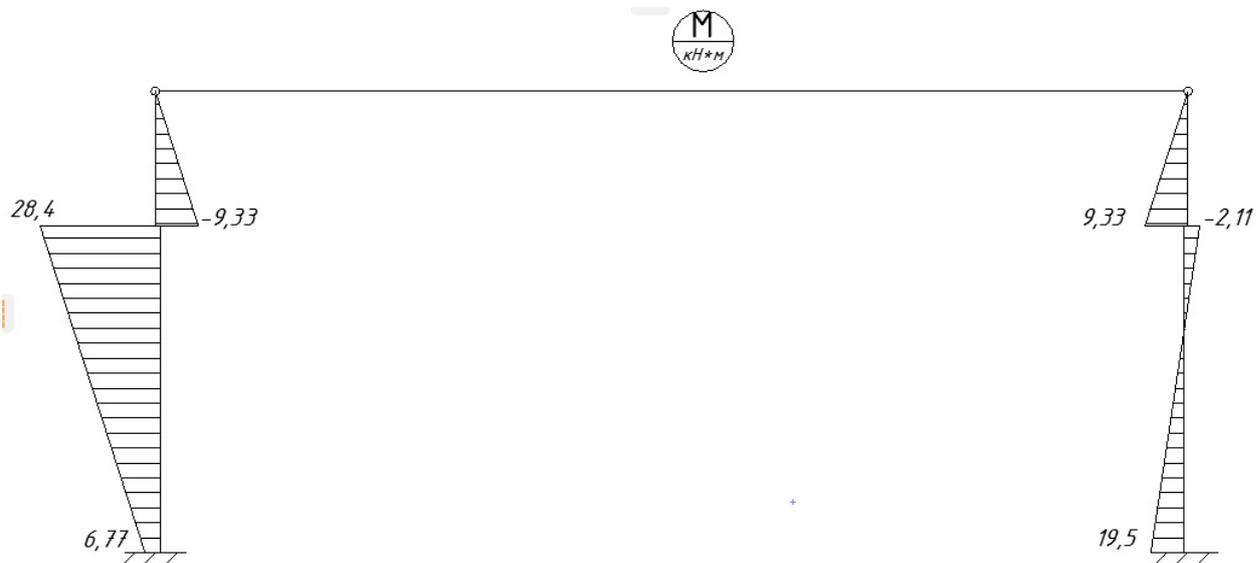


Рис. Эпюра от действия крановой вертикальной нагрузки

4) Тормозная нагрузка

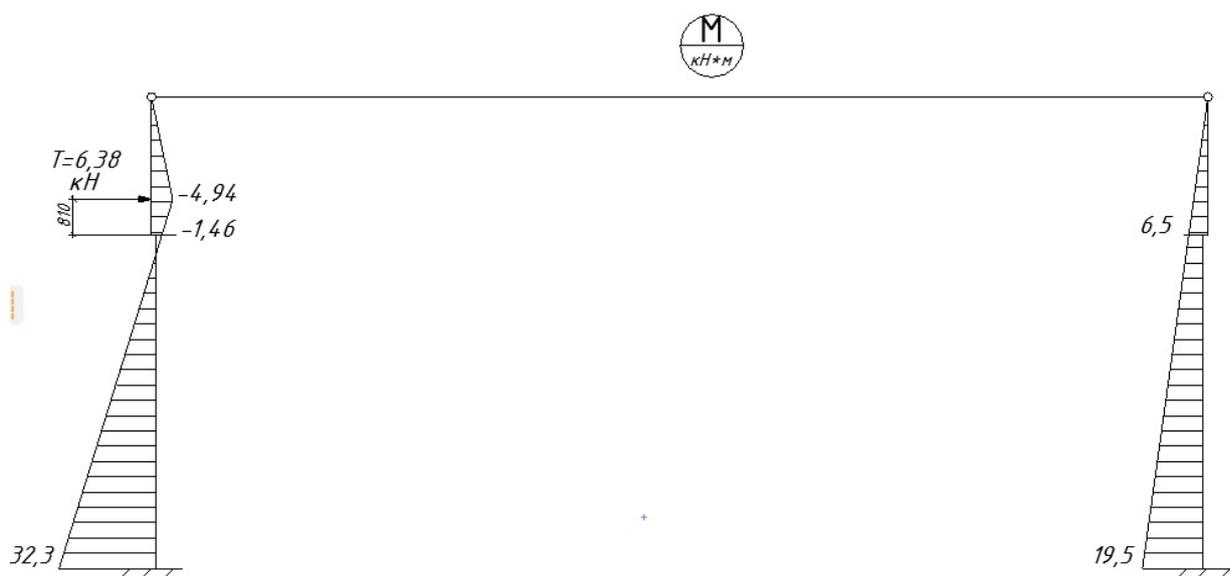


Рис. Эпюра от торможения тележки крана

5) ветровая нагрузка

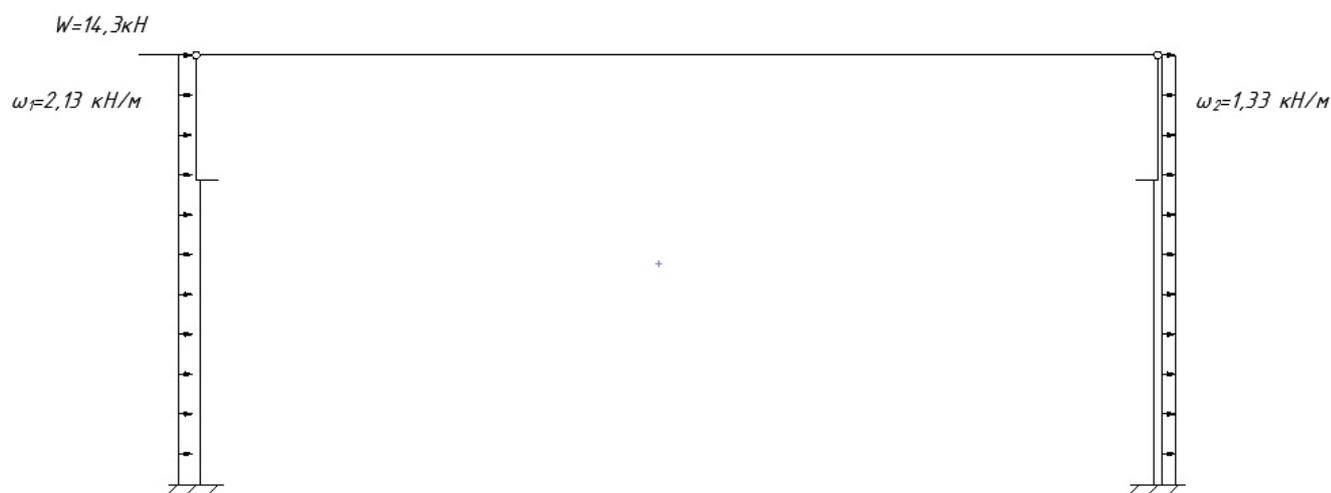


Рис. Схема приложения ветровой нагрузки

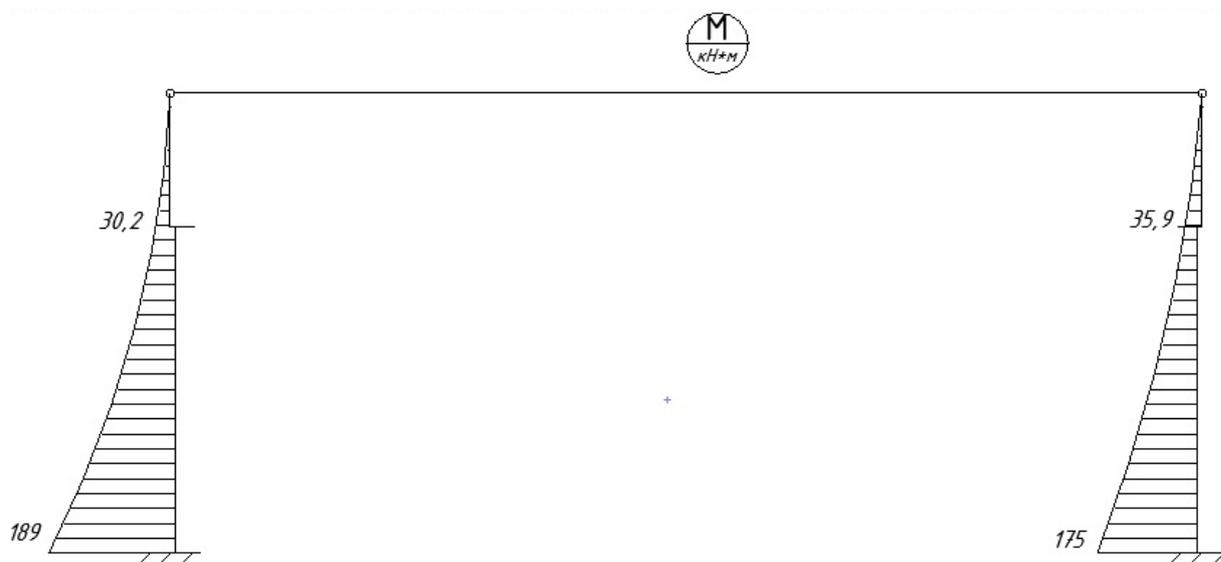


Рис. Эпюра от ветровой нагрузки

Значения с эпюр продольных сил и изгибающих моментов сводим в таблицу.

Табл. Результаты статического расчета поперечной рамы

Нагрузка	Сечение 1		Сечение 2		Сечение 3		Сечение 4		
	N, кН	M, кН·м	Q, кН						
1. Постоянная	340	-11	402	15,8	448	-5,75	448	-5,75	2,82
2. Снеговая	123	-5,73	123	7,81	123	-2,62	123	-2,62	1,36
3. Крановая D_{max}	0	9,33	107,826	-28,4	107,826	-6,77	107,826	6,77	2,83
4. Крановая D_{min}	0	9,33	32,7	-2,11	32,7	19,5	32,7	19,5	2,83
5. Крановая ± Т слева	0	1,46	0	1,46	0	32,3	0	32,3	4,41
6. Крановая ± Т справа	0	6,5	0	6,5	0	21,6	0	21,6	1,97
7. Ветер слева	0	-30,2	0	-30,2	0	-189	0	-189	28,9
8. Ветер справа	0	35,9	0	35,9	0	175	0	175	23,2

Проанализировав таблицу и выбрав оттуда наиболее невыгодные комбинации загрузений, составим таблицу расчетных сочетаний усилий

Табл. Расчетные сочетания усилий

Нагрузка	Ψ_2	Сечение 1		Сечение 2		Сечение 3		Сечение 4		
		N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кН·м	Q, кН
M_{max} + $N_{соотв.}$	1	1,8		1,8		1,8		1,8		
		340	24,9	402	48,11	448	169,52	448	169,52	26,02
	0,9	1,3,6,8		1,2,4,6,8		1,4,5,8		1,4,5,8		
		340	33,42	537,715	58,5	475,8	191,4	475,8	191,4	33,26
M_{min} + $N_{соотв.}$	1	1,7		1,3,6		1,7		1,7		
		340	-41,2	509,83	-19,5	448	-194,75	448	-194,75	31,72
	0,9	1,2,7		1,3,6,7		1,2,3,5,7		1,2,3,5,7		
		450,7	-43,34	493,65	-38,078	539,65	-205,74	539,65	-205,74	40,32
N_{max} + $M_{соотв.}$	1	1,2		1,2,7		1,2		1,2		
		463	-16,73	525	-6,59	571	-8,37	571	-8,37	4,18
	0,9	1,2,7		1,2,3,6,7		1,2,3,5,7		1,2,3,5,7		
		450,7	-43,34	595,2	-31,05	641,2	-208,1	641,2	-208,1	40,32

2.4.2. Подбор армирования надкрановой части колонны

Самым опасным сечением надкрановой части является сечение 1-1.

Подобранная арматура должна обеспечивать прочность надкрановой части при всех трех сочетаниях нагрузок:

1. $N = 340 \text{ кН}$; $M = 33,42 \text{ кН*м}$
2. $N = 450,7 \text{ кН}$; $M = -43,34 \text{ кН*м}$
3. $N = 463 \text{ кН}$; $M = -16,73 \text{ кН*м}$

При $N = 340 \text{ кН}$; $M = 33,42 \text{ кН*м}$

Ввиду трудоемкости и большого количества приближений при первых расчетах в дальнейшем прибегнем к помощи математического пакета

MathCad 2014. Листинг программы при данном значении нагрузок имеет вид:

$$E := 30 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$b := 400 \text{ mm}$$

$$h := 380 \text{ mm}$$

$$\mu := 0.0095$$

$$\alpha := 7$$

$$h_o := 340 \text{ mm}$$

$$a := 40 \text{ mm}$$

$$l_o := 6600 \text{ mm}$$

Начало расчета в сечении

$$\psi := 0.9$$

$$N_1 := 340 \text{ kN}$$

$$N_2 := 123 \text{ kN}$$

$$N_3 := 0 \text{ kN}$$

$$M_1 := 11 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 := 2.62 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_3 := 6.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N := 340 \text{ kN}$$

$$M := 33.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_f := N_1 = 3.4 \times 10^5 \text{ N}$$

$$M_f := M_1 = 1.1 \times 10^4 \text{ J}$$

$$F_1 := N_f \cdot (h_o - 0.5 \cdot h) + M_f = 6.2 \times 10^4 \text{ J}$$

$$F_2 := N \cdot (h_o - 0.5 \cdot h) + M = 8.442 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\gamma := 0.9 \cdot \frac{F_2}{F_1} = 1.225$$

$$\lambda := \frac{10}{h} = 17.368$$

$$N1 := N1 + \psi \cdot (0.5 \cdot N3 \cdot 0.85) = 3.4 \times 10^5 \text{ N}$$

$$M1 := M1 + \psi \cdot (0.5 \cdot M3 \cdot 0.85) = 1.359 \times 10^4 \text{ J}$$

$$Mi := N \cdot (ho - 0.5 \cdot h) + M = 8.442 \times 10^4 \text{ J}$$

$$Mii := N1 \cdot (ho - 0.5 \cdot h) + M1 = 6.459 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\varphi := 1 + \frac{Mii}{Mi} = 1.765$$

$$e0 := \frac{M}{N} = 0.098 \text{ m}$$

$$\varepsilon e := \frac{e0}{h} = 0.259$$

$$Rb := 15.95 \text{ MPa}$$

$$Ncr := \frac{h \cdot b \cdot E \cdot 1.6}{\left(\frac{10}{h}\right)^2} \cdot \left[\mu \cdot \alpha \cdot \left(\frac{ho - a}{h}\right)^2 + \frac{\left(0.1 + \frac{0.11}{0.1 + \varepsilon e}\right)}{3 \cdot \varphi} \right] = 2.86 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\eta := \frac{1}{1 - \frac{N}{Ncr}} = 1.135$$

$$e_w := e0 \cdot \eta + \frac{ho - a}{2} = 0.262 \text{ m}$$

$$\varepsilon r := 0.55$$

$$Rb := 15.95 \text{ MPa}$$

$$R_{sc} := 280 \text{ MPa}$$

$$A' := \frac{N \cdot e - \xi \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi) \cdot R_b \cdot b \cdot (h_0)^2}{R_{sc} \cdot (h_0 - a)} = -2.442 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\alpha_m := \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0.121$$

$$\xi := 0.13$$

$$R_s := 280 \text{ MPa}$$

$$A_s := \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 - N}{R_s} = -2.072 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Отрицательное значение у A_s свидетельствует о том, что арматура по расчету не требуется и необходимо установить ее исходя из минимального коэффициента армирования

$$A_{s,min} = b \cdot h_0 \cdot \mu_{min} = 400 \cdot 340 \cdot 0,002 = 272 \text{ мм}^2$$

Этой площади соответствует армирование двумя стержнями

$$\emptyset 14 \text{ A300 с } A_{s,tot} = 314 \text{ мм}^2$$

Устанавливаем по два стержня у левой и правой грани сечения.

При $N=450,7 \text{ кН}$; $M= -43,34 \text{ кН*м}$

- Расчетные усилия от действия постоянной и длительно действующей временных нагрузок без учета крановых и ветровых нагрузок (снеговая входит с коэф. 0,5) будут равны:

$$N_f = N_1 + \psi_2 [0,5 \cdot N_2] = 450,7 + 0,9 [0,5 \cdot 123] = 506,05 \text{ кН}$$

$$M_f = M_1 + \psi_2 [0,5 \cdot M_2] = 11 + 0,9 [0,5 \cdot 5,73] = 13,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- Изгибающий момент относительно центра тяжести наименее сжатой арматуры от действия постоянной и длительно действующих временных нагрузок (без учета крановых и ветровых):

$$F_I = N_f(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_f = 72,88 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$F_2 = N (h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 110,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9 \frac{F_{II}}{F_I} = 0,9 \cdot \frac{110,9}{72,88} = 1,37 > 1,1$$

$$\gamma_{b2} = 1,1$$

$$R_b = 15,95 \text{ МПа}$$

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{8250}{380} = 21,7 > 10$$

- Расчетные усилия от продолжительного воздействия нагрузок (постоянная нагрузка, 50% снеговой)

$$N_l = N_1 + \psi_2[0,5 \cdot N_2] = 340 + 0,9[0,5 \cdot 123] = 506,05 \text{ кН}$$

$$M_l = M_1 + \psi_2[0,5 \cdot M_2] = 11 + 0,9[0,5 \cdot 5,73] = 13,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{II}}{M_I} = 1,657$$

$$M_I = N(h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 450,7(0,34 - 0,5 \cdot 0,38) + 43,34 \\ = 110,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II} = N_l(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_l = 450,7(0,34 - 0,5 \cdot 0,38) + 13,58 \\ = 72,88 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = 0,096 \text{ м};$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = 0,253;$$

$$\delta_{e,min} = 0,123;$$

$\mu_{min} = 0,002$; При таком же армировании, как и в предыдущем сочетании

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b \cdot h} = \frac{308 \cdot 2}{400 \cdot 380} = 0,004$$

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{(l_0 \setminus h)^2} \left[\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right] + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right)^2 = 1552 \text{ кН}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{кр}}} = \frac{1}{1 - \frac{450,7}{1552}} = 1,409$$

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2} = 0,286$$

$$A'_s = \frac{N \cdot e - \xi_R \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi_R) \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc}(h_0 - a)} = -1969 \text{ мм}^2$$

$$\alpha_m = \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0,174 \rightarrow \xi = 0,19$$

$$A_s = \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 - N}{R_s} = \frac{0,19 \cdot 15,95 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,34 - 450,7}{280} = -137,7 \text{ мм}^2$$

Как и в предыдущем случае устанавливаем

$$4 \text{ } \emptyset 14 \text{ A300 с } A_{s,tot} = 314 \text{ мм}^2$$

При $N=463 \text{ кН}$; $M= -16,73 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Проверим достаточность армирования выбранного ранее:

$$x = \frac{N}{R_b \cdot b} = \frac{463}{14,5 \cdot 400} = 80 \text{ мм} \leq \xi_R \cdot h_0 = 0,593 \cdot 340 = 201,6 \text{ мм}$$

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{8250}{380} = 21,7 > 10$$

$$N_l = N_1 + \psi_2 [0,5 \cdot N_2] = 395,4 \text{ кН}$$

$$M_l = M_1 + \psi_2 [0,5 \cdot M_2] = 13,58 \text{ кН}$$

$$M_I = N(h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 86,18 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{II} = N_l(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_l = 72,88 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{16,73}{463} = 0,036 \text{ м};$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = 0,095;$$

$$\delta_{e,min} = 0,138;$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b \cdot h} = \frac{308 \cdot 2}{400 \cdot 380} = 0,004$$

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2} = 0,196$$

$$N \cdot e = 90,84 \text{ кН} < R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a') \\ = 170,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2.4.2. Подбор армирования подкрановой части колонны

Самым опасным сечением подкрановой части является сечение 3-3 и 4-4.

Подобранная арматура должна обеспечивать прочность подкрановой части при всех трех сочетаниях нагрузок:

1. $N = 475,8 \text{ кН}$; $M = 191,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$
2. $N = 539,65 \text{ кН}$; $M = -205,74 \text{ кН} \cdot \text{м}$
3. $N = 641,2 \text{ кН}$; $M = -208,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Сечение 1 не рассматриваем ввиду того, что оно заведомо наименее опасно.

При $N = 539,65 \text{ кН}$; $M = -205,74 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Расчетные усилия от действия постоянной и длительно действующих временных нагрузок без учета крановых и ветровых нагрузок

$$N_f = N_1 = 503,4 \text{ кН}$$

$$M_f = M_1 = 6,929 \text{ кН}$$

$$F_1 = N_f(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_f = 137,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$F_2 = N (h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 346 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9 \frac{F_{II}}{F_I} = 0,9 \cdot \frac{346}{137,8} = 2,26 > 1,1$$

$$N_l = N_1 = 503,4 \text{ кН}$$

$$M_l = M_1 = 6,92 \text{ кН}$$

$$M_I = N(h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 346 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II} = N_l(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_l = 137,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{II}}{M_I} = 1,398$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{205,74}{539,65} = 0,381 \text{ м}$$

Поскольку $24 < \lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{16425}{600} = 27,4$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = 0,635$$

$$A_{s,min} = b \cdot h_0 \cdot \mu_{min} = 400 \cdot 560 \cdot 0,0025 = 560 \text{ мм}^2$$

Принимаем 2Ø 20 А300 с $A_{s,tot} = 628 \text{ мм}^2$

$$\mu = 0,0052,$$

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{(l_0 \setminus h)^2} \left[\frac{\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1}{3 \cdot \varphi_l} + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right)^2 \right] = 1335 \text{ кН}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{кр}}} = \frac{1}{1 - \frac{539,65}{1335}} = 1,679$$

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2} = 0,9$$

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_0} = 0,151 < \xi_R = 0,593$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n(1 - 0,5\alpha_n)}{1 - \delta}$$

$$= \frac{15,95 \cdot 400 \cdot 560}{280} \cdot \frac{0,212 - 0,133(1 - 0,5 \cdot 0,133)}{1 - 0,071}$$

$$= 1417 \text{ мм}^2$$

$\mu = 0,0118$ значительно отличается от ранее принятого требуется перерасчет

$$\alpha_{m1} = \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0,243$$

При $\mu = 0,0088$

$$N_{cr} = 1682 \text{ кН}$$

$$\eta = 1,472$$

$$e = 0,821 \text{ м}$$

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_0} = 0,151 < \xi_R = 0,593$$

$$A_s = A'_s = 1125 \text{ мм}^2, \text{ что соответствует } 3\emptyset 22 \text{ А300 с } A_{s,tot} = 1140 \text{ мм}^2$$

При этом $\mu = 0,0095$

При $N=641,2 \text{ кН}$; $M= -208,1 \text{ кН*м}$

$$N_f = N_1 = 503,4 \text{ кН}$$

$$M_f = M_1 = 6,929 \text{ кН}$$

$$F_I = N_f(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_f = 137,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$F_2 = N (h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 374,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9 \frac{F_{II}}{F_I} = 0,9 \cdot \frac{346}{137,8} = 2,26 > 1,1$$

$$N_l = N_1 = 544,6 \text{ кН}$$

$$M_l = M_1 = 9,519 \text{ кН}$$

$$x = \frac{N}{R_b \cdot b} = \frac{463}{14,5 \cdot 400} = 73 \text{ мм} \leq \xi_R \cdot h_0 = 0,593 \cdot 560 = 332 \text{ мм}$$

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{11475}{600} = 19,125$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{II}}{M_I} = 1,403$$

$$M_I = N(h_0 - 0,5 \cdot h) + M = 374,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II} = N_l(h_0 - 0,5 \cdot h) + M_l = 151,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{208,1}{641,2} = 0,325 \text{ м}$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = 0,635$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b \cdot h} = 0,0095$$

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{(l_0 \setminus h)^2} \left[\frac{\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1}{3 \cdot \varphi_l} + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right)^2 \right] = 3606 \text{ кН}$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n(1 - 0,5\alpha_n)}{1 - \delta} = 638,6 \text{ мм}^2 \rightarrow \mu = 0,00635$$

Коэффициент μ значительно отличается от ранее принятого, требуется пересчет.

Примем арматуру 2 \emptyset 22 А300 с $A_{s,tot} = 760 \text{ мм}^2$ и проверим сечение:

$$\begin{aligned} N \cdot e &= 303,1 \text{ кН} < R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a') \\ &= 335,5 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Прочность сечения обеспечена.

Анализируя все прошлые расчеты окончательно принимаем армирование 3 \emptyset 22 А300 с $A_{s,tot} = 1140 \text{ мм}^2$ с каждой стороны.

3.Основания и фундаменты

3.1. Расчет одиночного свайного фундамента колонны

Поскольку нагрузки были собраны на стадии расчета проектирования колонны, то сразу можно приступить к расчету свайного фундамента под отдельно стоящие колонны, пользуясь ранее собранными нагрузками.

Сначала необходимо определить несущую способность одной сваи.

Поскольку данные многолетних наблюдений отсутствуют, нормативную глубину сезонного промерзания грунта вычислим по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} = 0,23 \cdot \sqrt{9,1} = 0,694 = 0,7 \text{ м}$$

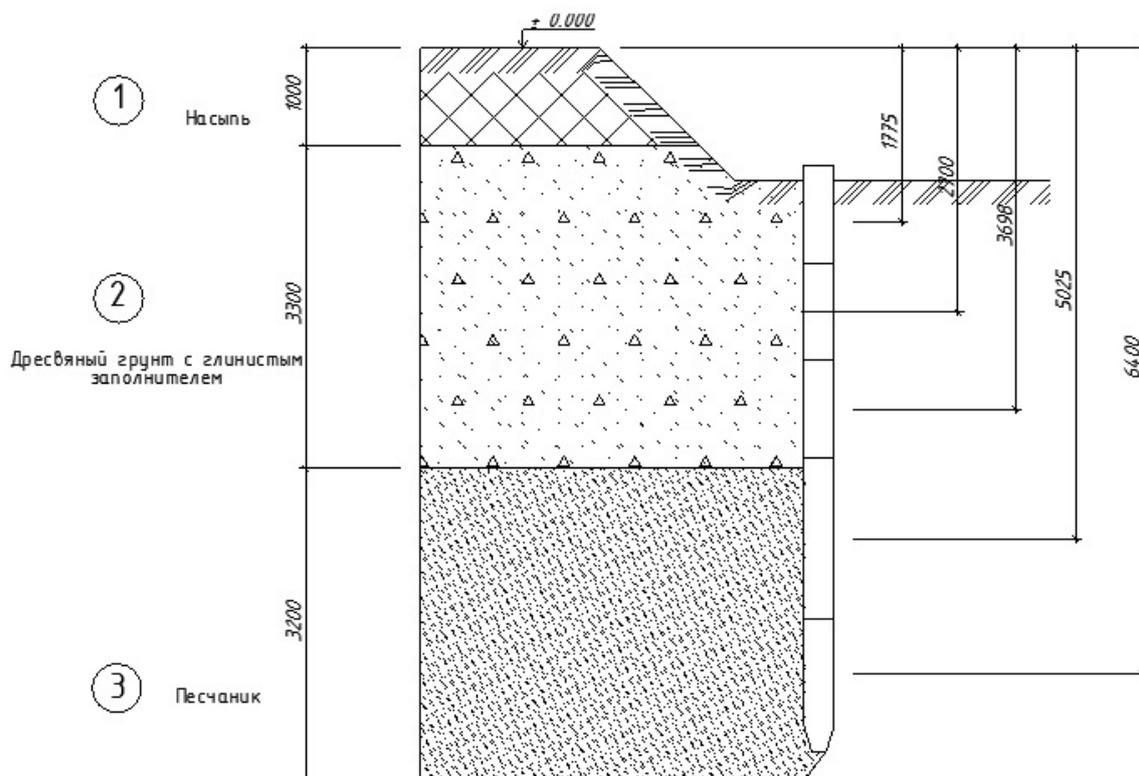
Применяем шестиметровые сваи марки С 60-30-6 сечением 300х300 мм

Нижний конец сваи упрется в слой серого песчаника на глинистом цементе с $R=2200$ Кпа

Найдем необходимую высоту ростверка:

$$h_p = -\frac{b}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{b^2 + \frac{N}{k \cdot R_{bt}}} = -\frac{0,3}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,3^2 + \frac{641,1}{1 \cdot 0,9}} = 0,3 \text{ м}$$

Исходя из конструктивных требований глубина заложения фундамента составит $0,7+0,3+0,2+0,15 = 1,35$ м



Силы сопротивления вдоль боковой поверхности по всей длине сваи имеют следующие значения:

$$f_1 = 40 \text{ кПа} - 1,775 \text{ м}$$

$$f_2 = 46 \text{ кПа} - 2,700 \text{ м}$$

$$f_3 = 51 \text{ кПа} - 3,700 \text{ м}$$

$$f_4 = 40 \text{ кПа} - 5,025 \text{ м}$$

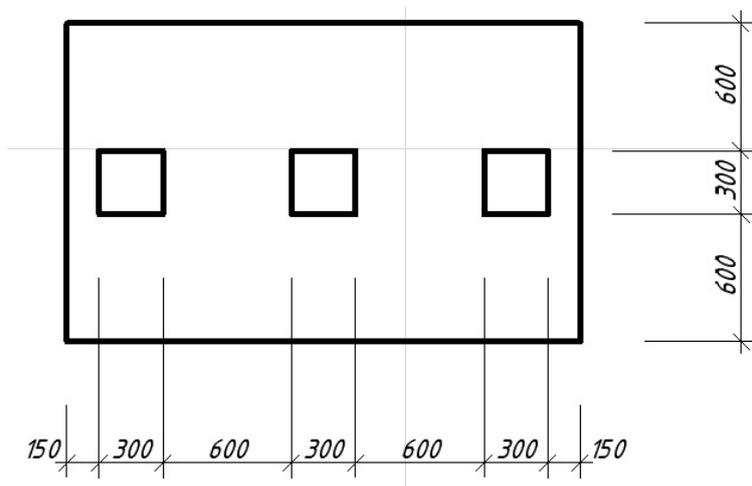
$$f_5 = 59,45 \text{ кПа} - 6,4 \text{ м}$$

$$F = \gamma_c (R \cdot A \cdot \gamma_{cR} + \cup \sum_{i=1}^n f_i \cdot h_i \cdot \gamma_{cf}) = 1(2200 \cdot 0,09 \cdot 1 + 1,2(1 \cdot 40 + 1 \cdot 46 + 1 \cdot 51 + 1,65 \cdot 40 + 1,35 \cdot 59,45)) = 537,91 \text{ кН}$$

$$N_{p,d} = \frac{F}{\gamma_n} = \frac{537,91}{1,4} = 384,22 \text{ кН}$$

$$n = \frac{N_I}{N_{p,d}} \cdot \mu = \frac{641,2}{384,22} \cdot 1,2 = 2$$

Дальнейший расчет показывает, что двух свай недостаточно, поэтому принимаем 3 сваи в ростверке.



Вес ростверка: $Q_p = 2,5 \cdot 1,5 \cdot 20 = 86,4 \text{ кН}$

$$N_{min}^{max} = \frac{641,2 + 86,4}{3} \pm \frac{311,7 \cdot 0,9}{\sum 0,9^2 \cdot 2}$$

$$N_{max} = 415,744 \text{ кН} < 1,2 \cdot N_{p,d} = 384,22 \cdot 1,2 = 461,064$$

$$N_{min} = 69,289 \text{ кН} > 0$$

Условия выполняются

$$p_{min}^{max} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W_f} = \frac{641,2}{1,5 \cdot 2,4} + \frac{208,1}{1,44}$$

$$p_{max} = 322,624 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$p_{min} = 33,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

3.2. Расчет осадки свайного фундамента колонны

Расчет осадки свайного фундамента сводится к расчету осадки некоторого условного фундамента, подошва которого проходит через начало заострения свай, а боковые грани через точку пересечения плоскости подошвы и линии, расположенной под углом $\varphi_{cp}/4$, где среднее значение угла внутреннего трения грунтов, прорезаемых сваями определяется:

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_2 * h_2 + \varphi_{13} * h_{13} + \varphi_{10} * h_{10}}{h_2 + h_{13} + h_{10}}$$

$$\varphi_{cp} = \frac{11 * 5,8 + 22 * 4 + 11 * 1,8}{5,8 + 4 + 1,8} = 14,79 \approx 15^\circ$$

Ширина и длина условного фундамента соответственно будут равны:

$$a = l_0 \operatorname{tg} \alpha, \text{ где}$$

$$l_0 = 6 - 0,4 = 5,6 \text{ м} - \text{приведенная длина свай.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\varphi_{cp}}{4} = 0,066$$

$$B_y = 2 * 0,9 + d + 2a = 2 * 0,9 + 0,3 + 2 * (5,6 * 0,066) = 2,84 \text{ м}$$

$$L_y = 3 * 0,9 + d + 2a = 3 * 0,9 + 0,3 + 2 * (5,6 * 0,066) = 3,74 \text{ м}$$

$$\text{Площадь подошвы условного фундамента: } A_y = B_y * L_y = 2,84 * 3,74 = 10,62 \text{ м}^2$$

Определяем вес условного фундамента:

$$Q_{ф.р.} = A_y * H_y * 20 \text{ кН} / \text{м}^3 = 10,62 * 7,2 * 20 = 1529,3 \text{ кН}$$

Дальнейший расчет осадки свайных фундаментов аналогичен расчету осадки фундаментов мелкого заложения.

Среднее давление условного фундамента:

$$P = \frac{N_{II} + Q_{ф.зр.}}{A_y} = \frac{583 + 1529,3}{10,62} = 198,9 \text{ кПа}$$

Таким образом требуется определить осадку условного фундамента с давлением под подошвой $P = 198,9 \text{ кПа}$ (рис. 7). Расчет осадки ведем методом послойного суммирования с использованием расчетной схемы грунтового основания в виде линейно-деформируемого полупространства. Эта схема применяется в случае, если выполняется условие $P \leq R$.

Проверим это условие:

$$R = \frac{\gamma_{c1} * \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma * b * k_H * \gamma_{II} + M_q * d_1 * \gamma'_{II} + M_c * c_{II}] =$$

$$= \frac{1,2 * 1,06}{1} [0,29 * 3,7 * 1 * 18,2 + 2,17 * 14 * 17 + 4,69 * 10] = 727 \text{ кПа}$$

$$P = 198,9 \text{ кПа} < R = 727 \text{ кПа} - \text{условие выполняется.}$$

Вся толща грунта ниже подошвы условного фундамента разбивается послойно на слои толщиной $h_i \leq 0,4b$. В нашем случае $h_i \leq 0,4 * 2,84 = 1,1 \text{ м}$ примем слой толщиной 1,2 м. Граница слоя грунта также является и границей i -того элементарного слоя.

Для полученных точек определяем природное давление грунта:

$$\sigma_{zq,i} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} * h_i$$

σ_{zq0} - среднее давление от собственного веса грунта в уровне подошвы фундамента.

$$\sigma_{zq0} = 15 * 0,8 + 18,2 * 3,2 + 10,0 * 3,8 + 10,0 * 4,0 + 10,0 * 1,8 = 170 \text{ кПа};$$

Определяем дополнительное давление в уровне подошвы фундамента

$$P_0 = P - \sigma_{zq0},$$

где $P = 473 \text{ кПа}$;

$$P_0 = 473 - 170 = 303 \text{ кПа}$$

Находим дополнительное давление в характерных точках:

$$\sigma_{zp} = P_0 * \alpha$$

Расчет осадки ведем в пределах сжимаемой толщи, нижняя граница которой определяется из условий:

$$\text{при } E \geq 5 \text{ МПа } \sigma_{zp} \leq 0,2 \sigma_{zq}$$

$$\text{при } E < 5 \text{ МПа } \sigma_{zp} \leq 0,1 \sigma_{zq}$$

Расчет осадки сводится к проверке условия:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i * h_i}{E_i} \leq S_u = 100 \text{ мм} \quad (S_u - \text{предельно допустимая осадки}).$$

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1}}{2}; \quad \beta = 0,8$$

Весь расчет сводим в таблицу.

Таблица 6. Расчет осадки фундаментов мелкого заложения

№ точки	z, м	$\xi = \frac{2z}{b}$	α	$\sigma_{zq}, \text{кПа}$	$\sigma_{zp}, \text{кПа}$	$\sigma_i, \text{кПа}$	E, МПа	h _i , м
0	0	0	1,00	170	429	401	15,0	1,2
1	1,2	0,65	0,873		374	315		1,2
2	2,4	1,3	0,597		256	209		1,2
3	3,6	1,95	0,380		163	137		1,2
4	4,8	2,6	0,263		112	93		0,8
5	5,6	3,25	0,175	230	75			

$$S = 0,8 \left[\frac{(401 + 315 + 209 + 137 + 93) * 1,2}{15000} \right] = 0,076 м = 76 мм \leq S_u = 100 мм$$

Условие выполняется.

4.Технология и организация строительства

4.1. Обоснование проектных решений

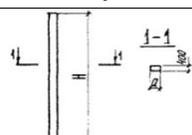
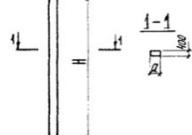
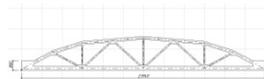
4.1.1. Характеристика объемно-планировочного решения здания

Здание имеет прямоугольную форму с размерами в плане 144x24 м.

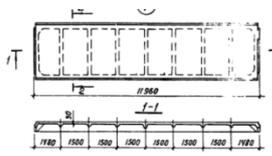
Технологически объект представляет собой одноэтажное промышленное здание, состоящее из одного пролета 24 м, с поперечными несущими рамами соединенными воедино жестким диском покрытия.

Стены выполнены из «сэндвич» панелей марки «Teplant», а торцевые из силикатного кирпича. В каждом пролете в торцевых стенах предусмотрены металлические ворота 4,2 x 4,2 м. с каждой стороны. Поперечная рама выполнена из сборных железобетонных элементов, где в качестве стоек используются железобетонные колонны, а в качестве ригеля - железобетонная сегментная ферма. Несущие конструкции покрытия - железобетонные ребристые плиты.

Таблица 1. Спецификация сборных конструкций.

Наименование сборных конструкций	Марка	Размеры, мм			Масса элемента, тонн.	Количество, шт.	Объем всех элементов, м ³	Эскиз
		Длина	Ширина	Высота				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Колонны крайних рядов	К-1	400	380	11700	8,5	50	50,83	
Колонны фахверка	К-2	300	300	11700	4,2	10	65,04	
Ферма стропильная	ФС-1	23940	240	3300	10,5	25	130,68	
Стеновая «сэндвич» панель	ПС-1	12485	250	1180	5,3	336	197,75	

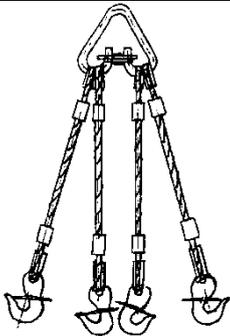
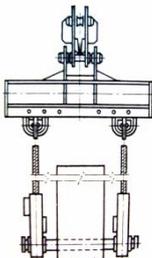
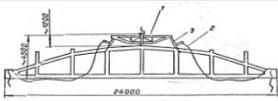
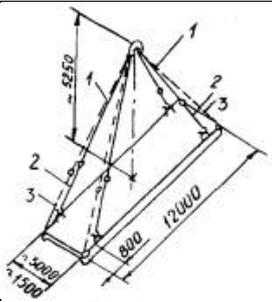
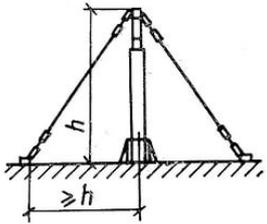
Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плита покрытия	ЗПГ6	5980	2980	455	6,5	192	480	

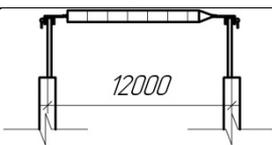
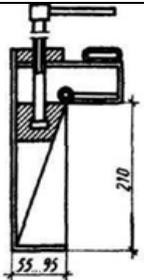
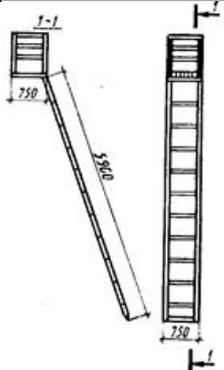
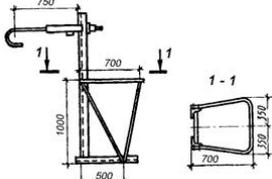
4.1.2. Выбор средств подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений и оснастки.

С целью организации рабочих мест при установке и закреплении элементов в проектное положение на высоте при возведении промышленного здания принимаем средства подмащивания (леса, подмости, лестницы, монтажные площадки). Для подъема, перемещения и установки конструкций используем такелажное оборудование, оно включает: стропы, траверсы, захваты. Временное закрепление и выверка монтируемых элементов производится с помощью монтажных приспособлений, к которым относятся клинья, клиновые вкладыши, фиксаторы и кондукторы, расчалки подкосы и распорки. Грузозахватные и монтажные приспособления выбираем с учетом массы и геометрических размеров монтируемых элементов.

Таблица 3. Ведомость средств подмащивания, грузозахватных приспособлений, инвентаря

Наименование приспособления	Эскиз	Кол-во	Грузоподъемность, тонн	Масса приспособления, кг	Расчетная высота строп, м.	Назначение
1	2	3	4	5	6	7
Строп четырехветвевой 29700-101			5	45,1	6,3	Разгрузка конструкций. Монтаж плит покрытий, панелей стен и перегородок
Траверса унифицированная РЧ-455-69			16	316	1,5	Установка колонн, имеющих строповочное отверстие.
Траверса для монтажа ферм Тр-20-5			20	1326	3,9	Монтаж стропильных балок и ферм
Строп четырехветвевой 29700-45			10	152,7	6,5	Монтаж плит покрытий длиной до 12 м и массой до 10 т.
Расчалка с карабином и винтовой стяжкой 1798М-10			-	13	-	Временное крепление стропильных ферм и колонн

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Инвентарная распорка			-	89	-	Временное крепление стропильных ферм при шаге 12 м.
Клиновой вкладыш ЦНИИОМТП №7			-	10	-	
Приставная лестница с площадкой. ПК Главстальконструкция.220			-	110	-	
Навесная люлька.Промстальконструкция, 21059М.			0,1	6	-	
Вакуумный захват ARlift				650		Монтаж сэндвич-панелей

4.1.3. Выбор монтажного крана

Для монтажа элементов покрытия и основного несущего каркаса необходим самоходный кран. Подбор крана осуществляем по основным техническим параметрам:

- требуемая грузоподъемность - $Q_{кр.тр}$, тонн.
- требуемая высота подъема крюка - $H_{кр.тр}$, м.
- требуемый вылет крюка - $L_{кр.тр}$, м.

1. Грузоподъемность должна быть больше или равна сумме монтажной массы монтируемого элемента $Q_{эл}$ и массы грузозахватного приспособления Q_0 , т.е.

$$Q_{кр.тр.} = Q_{эл} + Q_0,$$

где $Q_{эл}$ -масса монтируемого элемента, тонн.

Q_0 - масса оснастки монтируемого элемента, тонн.

2. Высота подъема

$$H_{кр.тр} = h_0 + h_з + h_{эл} + h_{ст}$$

где h_0 - высота опоры монтируемого элемента от уровня стоянки крана, м.

$h_з$ - запас по высоте между опорой и монтируемым элементом (0,5-2 м);

$h_{эл}$ - высота монтируемого элемента, м.

3. Длина стрелы

$$L_c = \frac{H_k + h_{п} - h_c}{\sin \alpha}$$

,где H_k -высота подъема крюка, м.

$h_{п}$ - длина грузового полиспаста крана, м.

h_c -расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана, м.

4.Вылет крюка

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d$$

d - расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (около 1,5 м)

Выполняем подсчет параметров для выбора крана:

1) Колонна

$$Q_{кр.тр.} = 6,7[\text{т}]$$

$$tg\alpha = \frac{2(h_{CT} + h_{II})}{b_1 + 2 \cdot S} = \frac{2(1,5 + 2)}{0,1 + 2 \cdot 1,5} = 1,613 \rightarrow 58,2^\circ$$

$$L_c = \frac{14,2 + 2 - 1}{0,85} = 17,89 \text{ [м]}$$

$$L_k = 17,89 \cdot 0,527 + 1,5 = 11 \text{ [м]}$$

2) Ферма

$$Q_{кр.тр.} = 11,826 \text{ [Т]}$$

$$tg\alpha = \frac{2(3,9 + 2)}{0,24 + 2 \cdot 1,5} = 3,64 \rightarrow 74,64^\circ$$

$$L_c = \frac{15,7 + 2 - 1}{0,964} = 16,7 \text{ [м]}$$

$$L_k = 7,65 \text{ [м]}$$

3) Плита покрытия

$$Q_{кр.тр.} = 2,46 \text{ [Т]}$$

$$tg\alpha = \frac{2(6,5 + 2)}{2,98 + 2 \cdot 1,5} = 2,843 \rightarrow 70,62^\circ$$

$$L_c = \frac{16,455 + 2 - 1}{0,943} = 18,51 \text{ [м]}$$

$$L_k = 10,46 \text{ [м]}$$

4) Стеновая панель сэндвич 12,485 м

$$Q_{кр.тр.} = 0,26 \text{ [Т]}$$

$$tg\alpha = \frac{2(1,3 + 2)}{0,1 + 2 \cdot 1,5} = 2,13 \rightarrow 64,85^\circ$$

$$L_c = \frac{12,485 + 2 - 1}{0,905} = 14,9 \text{ [м]}$$

$$L_k = 7,83 \text{ [м]}$$

6) Подкрановая балка

$$Q_{кр.тр.} = 3,5 \text{ [Т]}$$

$$tg\alpha = \frac{2(1,3 + 2,8)}{0,6 + 2 \cdot 1,5} = 2,3 \rightarrow 66,5^\circ$$

$$L_c = \frac{7,5 + 2 - 1}{0,917} = 9,27 \text{ [м]}$$

$$L_k = 5,2 \text{ [м]}$$

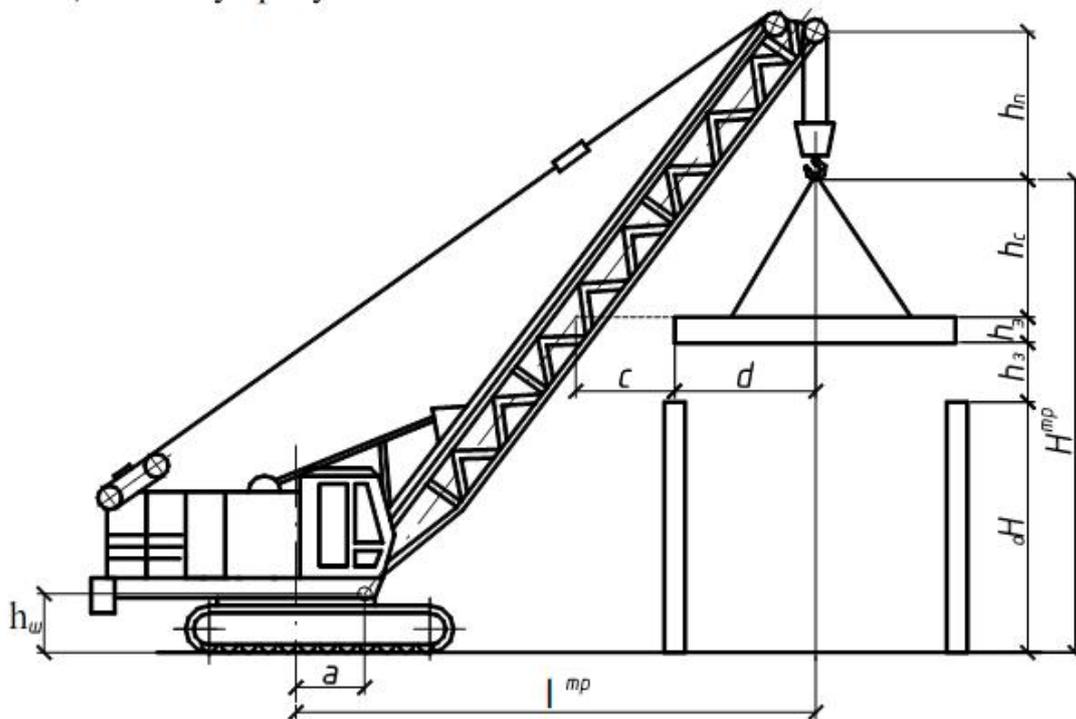


Таблица 4. Параметры для выбора монтажного крана.

Наименование и марка	Грузоподъемность $Q_{кр}$, Т	Высота подъема крюка $H_{кр}^{тр}$	Вылет крюка $L_{кр}^{тр}$	Длина стрелы $l_{стр}^{тр}$
1. Колонна К1	11,716	16,1	11	17,89
2. Стропильная ферма ФС-1	11,826	16,1	7,65	16,7
3. Плита покрытия ЗПГ-6	6,653	17,5	10,46	18,51
4. Стеновая панель «сэндвич»	2,045	15,5	7,83	14,9
5. Подкрановая балка	3,5	11,3	5,2	9,27

Исходя из вычисленных параметров выбираем гусеничный кран ДЭК-251(25 тонн).



Рис. Гусеничный кран ДЭК-251 (25 тонн) и его грузовые характеристики

4.1.4. Выбор транспортных средств для доставки конструкций.

Перевозку материальных ресурсов на строительный объект производят на автомашинах без прицепов, на прицепах и полуприцепах, транспортируемых автотягачами и отцепляемых на стройплощадке (заводе, складе). Наибольшее распространение для доставки конструкций получили автопоезда, состоящие из седельного тягача и специализированного полуприцепа.

Таблица 5. Ведомость потребности в автотранспорте.

Наименование и марка элемента	Наименование и тип транспорта	Грузоподъемность, тонн	Кол-во перевозимых элементов	Кол-во единиц автотранспорта
Колонны крайних и средних рядов К-1 и К-2	Полуприцеп-балковоз ЦП :ПЛ1821(ПК1821)	18	60	1
Стеновые панели «сэндвич»	Полуприцеп-панелевоз ЦП: ПП 2912 (УПЛ 2012)	20	336	1
Стропильная ферма ФС-1	Полуприцеп-фермовоз-тяжеловоз 65: ПФ2124	21	25	1
Плита покрытия ЗПГ-6	Полуприцеп-плитовоз ЦП: ПЛ 1212 (УПЛ 1412)	12	192	1
Кирпич	МАЗ-525	25	-	-

4.2. Разработка проекта производства работ

4.2.1 Указания по подготовке объекта

Перед началом строительства необходимо выполнить комплекс работ по подготовке строительной площадки. Состав работ зависит от местных условий строительной площадки, ее расположения, времени года и вида строительства. Подготовительные работы подразделяются на внеплощадочные и внутриплощадочные.

К внеплощадочным можно отнести: строительство подъездных дорог, инженерные сети и сооружения на них; вскрышные работы в карьерах, отвалах, резервах; создание строительной инфраструктуры (предприятия стройиндустрии, городок строителей, база механизации, склады и т.д.).

Внутриплощадочные работы: устройство геодезической разбивочной основы; расчистка территории; предварительная вертикальная планировка; водопонижение и водоотвод, перенос транзитных коммуникаций и устройство основных внутриплощадочных инженерных сетей, установка инвентарных зданий и технологических сооружений; мероприятия по охране окружающей среды; ограждение и освещение строительной площадки.

4.2.2. Устройство геодезической основы.

На строительной площадке выполняется совмещенная плановая и нивелирная строительная сетка, закрепленная постоянными или временными геодезическими знаками. По периметру и внутри здания создаются внешняя и внутренняя разбивочные сетки с закреплением основных или главных осей здания. Разбивка осей здания производится по обноске, по бровке и непосредственно по дну котлована. По окончании разбивочных работ составляется акт с приложением исполнительной схемы разбивки.

4.2.3. Расчистка территории строительной площадки

Расчистка территории от ненужных деревьев производится в соответствии с проектом. Валка деревьев осуществляется вручную электрическими или механическими пилами или механизированным способом при помощи тракторов с трелёвочно-корчевальными лебедками, бульдозеров с высоко

поднятыми отвалами. Оставшиеся после валки деревьев пни выкорчевываются корчевателями, бульдозерами или тракторами с лебедками.

Со строительной площадки должны быть убраны валуны. Мелкие валуны, если помещаются в ковш, загружаются в транспортные средства экскаватором, более крупные перемещаются бульдозерами за пределы зоны работ. Валуны могут быть раздроблены на месте взрывным способом с помощью накладных и шпуровых зарядов. Если при геологических изысканиях обнаружен плодородный слой почвы толщиной 20 – 50 см, то он подлежит снятию и последующему использованию при рекультивации земель строительной площадки. Грунт срезается бульдозерами и автогрейдерами и перемещается в специально выделенные места, где складывается. При работе с плодородным слоем следует предохранять его от смешивания с нижележащим слоем, загрязнения, размыва и выветривания.

Снос зданий и сооружений, попадающих в зону застройки выполняется путем обрушения или членением на части с последующей разборкой. Каркасные деревянные и металлические строения разбирают, отбраковывая элементы для вторичного использования. Сборные железобетонные объекты разбирают по схеме сноса, обратной схеме монтажа. Снос зданий и сооружений, в том числе каменных, осуществляют обрушением экскаваторами с различным навесным оборудованием – шар-молотами, клин-бабами, отбойными молотками. Обломки сдвигают в сторону бульдозерами или загружают в транспортные средства. Отсоединение и перенос с площадки существующих инженерных сетей является влажным и обязательным элементом подготовки строительной площадки. На подготавливаемой строительной площадке могут быть расположены не только локальные, но и магистральные сети электроснабжения, водопровода, канализации, газопровода, теплосети, связи. В этих случаях до начала строительства все сети должны быть вынесены с пятна застройки и проложены за пределами площадки, чтобы обеспечить их бесперебойное функционирование.

4.2.4. Водоотвод и водопонижение

Водоотвод – удаление поверхностных вод с территории строительной площадки. Территория строительной площадки должна быть защищена и от поверхностных вод, поступающих с более высоких участков рельефа и от вод скапливающихся непосредственно на самой площадке. Для удаления воды ее перехватывают и уводят за пределы строительной площадки. Для перехвата вод устраивают нагорные и водоотводные канавы или обваловывание вдоль границ строительной площадки в повышенной ее части.

Поверхностные воды, скапливающиеся на площадке удаляются приданием соответствующих уклонов при предварительной вертикальной планировке или устройством накопительных бассейнов(зумпфов) с последующей откачкой насосами.

Водопонижение – снижение уровня горизонта грунтовых вод (УГВ). Осуществляется при помощи отсечных дренажей или водопонижительных систем(скважин), с установкой в них насосов и отводом воды.

Для водопонижения строительной площадки используются следующие технологии: устройство водопонижительных скважин (открытых и вакуумных), оборудованных насосами; бурение самоизливающихся и водопоглощающих скважин; устройство сквозных фильтров; устройство иглофильтровальных систем.

4.2.5 Обустройство строительной площадки

Подготовка и обустройство строительной площадки включают:

- сооружение временных дорог и подъездов с максимальным использованием существующей дорожной сети;
- прокладку временных коммуникаций (водоснабжение, электроснабжение, теплоснабжение, связь);
- устройство площадок для стоянки и ремонта строительных машин;
- ограждение и освещение строительной площадки;
- установка временных бытовых производственных помещений;

- производственное благоустройство строительной площадки(выполнение решений по охране труда, производственной санитарии и технике безопасности, заложенных ППР).

Обустройство строительной площадки производится на основании решений стройгенплана соответствующего проекта производства работ.

4.2.6. Методы и последовательность производства работ

После выполнения всех подготовительных работ приступают к возведению подземной части, которые включают в себя ряд строительных технологических комплексов.

В состав работ по возведению подземной части зданий и сооружений входят: отрывка котлованов и траншей, подготовка оснований, устройство дренажей, возведение фундаментов и стен, тоннелей,

Перекрытий, каналов и выполнение обратной засыпки пазух фундаментов.

Поставка железобетонных элементов осуществляется в соответствии с графиком поставки, разработанным ППР. Перевозку и раскладку этих конструкций в зоне монтажа выполняют в соответствии с требованиями ГОСТов или технических условий на эти конструкции и в порядке очередности монтажа. Для прохода крана и доставки автотранспортом сборных железобетонных конструкций к месту монтажа в пролете выделяют монтажную зону, которая должна быть размечена хорошо видимыми знаками. Монтаж конструкций каркаса здания производим отдельными конструктивными элементами смешанным методом, монтируя сначала все колонны, а затем стропильные фермы и плиты покрытия – комплексно, а стеновые панели – отдельно.

К монтажу колонн приступают только после подготовки дна стакана и инструментальной проверки проектного положения фундамента в плане и по высоте, согласно исполнительной схеме фундаментов. Их установку осуществляют сразу в проектное положение по рискам на армобетонные подкладки размером 100x100 мм и толщиной 20 и 30 мм. Для обеспечения

проектного положения колонны в плане и фиксации при дальнейшей выверке ее по вертикали используют инвентарный фиксатор, а для временного закрепления колонны в стакане фундамента используют клиновые вкладыши и расчалки. Клиновые вкладыши устанавливают в зазоры между гранями колонны и стенками стакана фундамента. При зазорах более 90 мм применяют дополнительные приставки. После временного закрепления колонны осуществляют ее расстроповку. Перед заделкой стыка между колонной и фундаментом бетонной смесью на клиновой вкладыш устанавливают ограждение, которое извлекают из стакана сразу же после уплотнения смеси (при жестких бетонных смесях) или после начала ее схватывания. Клиновые вкладыши извлекают только после достижения бетоном, уложенным в стык, не менее 70 % проектной прочности.

К монтажу ферм можно приступать только после того как бетон в замоноличенных стыках смонтированных конструкций достигнет не менее 70% проектной прочности. Для обеспечения устойчивости конструкций в процессе их монтажа и создания безопасных условий при выполнении монтажных работ на высоте применяют монтажные подмости и лестницы. Их устанавливают в местах соединения стропильных и подстропильных ферм с колоннами. Установку стропильной фермы производят в следующем порядке:

- строят ферму и прикрепляют к ней оттяжки
- поднимают ферму краном
- устанавливают ее на колонны
- закрепляют ферму временными распорками
- выверяют положение фермы
- сваривают закладные детали колонн с закладными деталями фермы
- расстроповывают ферму

Плиты покрытия при бесфонарной кровле монтируют от одного конца фермы к другому, начиная со стороны ранее смонтированного пролета.

После укладки каждой плиты ее закладные детали должны быть приварены к закладным деталям верхнего пояса фермы или балки не менее чем в трех точках.

Кирпичная кладка наружных и внутренних стен предполагает выполнение следующих основных процессов:

- натяжка (перестановка) причального шнура;
- устройство растворной постели;
- укладка кирпича;
- рубка и теска кирпичей (по мере надобности)

В состав звена должен входить 1 каменщик 4-го разряда и 1 каменщик 2-го разряда. Далее этаж делят на участки (захватки). Количество участков должно соответствовать количеству звеньев. За каждым участком (захваткой) закреплено звено из двух рабочих-каменщиков. Звено должно быть закреплено за выделенным ему участком на весь период каменной кладки. Затем, на каждом из участков рабочие подготавливают и размещают в зоне работ необходимую оснастку и инструмент, устанавливают в зоне работ подмости.

Установку стеновых панелей начинают после проектного закрепления несущих конструкций здания.

До начала монтажа выполняют разбивку становочных рисков, определяющих проектное положение панелей в продольном и поперечном направлениях и по высоте. Риски для установки элементов по высоте разбивают от монтажного горизонта. В плане панель выверяют в поперечном направлении и по высоте в двух точках, расположенных вблизи ее торцов. Выверку панелей по вертикали при ее установке выполняют по рейке-отвесу. Толщину горизонтального шва фиксируют установкой армо- или асбестоцементных прокладок. Каждую панель закрепляют в проектном положении сразу после установки.

4.2.7 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность в материально-технических ресурсах определяется на основании ГЭСН и приведена в ведомости затрат труда, машинного времени, потребности в материалах [Таблица 8].

№ п/п	Наименование машин,оборудования, инструмента	Тип	Марка	Ко-во	Техническая хар-ка	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1	Монтажный кран	Гусеничный	ДЭК-251	1		Для монтажа колонн
2	Автомобиль КамАЗ с прицепом		КамАЗ 5320	1		Для перевозки колонн
3	Траверса унифицированная		РЧ-455-69	1		Для подъема колонн
4	Клиновой вкладыш		ЦНИИОМТ П №7	4		Выверка и временное крепление колонн
5	Вибратор	Глубинный	ИБ-116			
6	Теодолит, нивелир	Т-15, Н-10	ГОСТ 105-29-79	2;1		Выверка вертикальность и колонн
7	Рейка нивелирная	РНТ	ГОСТ 11158-76	1		Для выверки колонн
8	Отвес стальной строительный	0-600	ГОСТ 7948-80	2	m=0,6 кг	
9	Рулетка измерительная металлическая	РС5	ГОСТ 7502-80	2	Длина-15м.	
10	Метр складной металлический			3		
11	Лом монтажный	ЛМ-24	ГОСТ 1405-72	2	m=5-10 кг.	
12	Кувалда кузнечная		ГОСТ 11402-75	1	m=5 кг.	
13	Молоток стальной строительный	МКМ	ГОСТ11042-72	1	m=0,8 кг.	
14	Лопата растворная	ЛР	ГОСТ3620-76	2		
15	Щетка стальная		ТУ36-2460-82	2		
16	Терка деревянная		ТУ22-39-48-77	2		
17	Бетономешалка	СБ-27			Вместимость-65л	
18	Передвижной бункер				Вместимость-0,15 м ³	

4.2.8 Техника безопасности и охрана труда

При производстве работ руководствоваться «Техника безопасности в строительстве».

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной секции (захватке, участке) на этажах (ярусах) над которыми производится перемещение, установка и временное закрепление элементов, сборных конструкций или оборудования. При возведении одноэтажных зданий или сооружений одновременное выполнение монтажных и других строительных работ на разных этажах (ярусах) допускается при наличии между ними надежных (обоснованных соответствующим расчетом на действие ударных нагрузок) междуэтажных перекрытий по письменному распоряжению главного инженера после осуществления мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работ, и при условии пребывания непосредственно на месте работ специально назначенных лиц, ответственных за безопасное производство монтажа и перемещения грузов кранами, а также за осуществление контроля за выполнением крановщиком, стропальщиком и сигнальщиком производственных инструкций по охране труда.

Способы строповки элементов конструкций и оборудования должны обеспечивать их подачу к месту установки в положении, близком к проектному.

Запрещается подъем сборных железобетонных конструкций, не имеющих монтажных петель или моток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж.

Очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи и наледи следует производить до их подъема.

Строповку конструкций и оборудования следует производить грузозахватными средствами, удовлетворяющими требованиям и обеспечивающим возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватного средства превышает 2м.

Во время перерывов в работе не допускается оставить поднятые элементы конструкций и оборудования на весу.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять инвентарные лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения. Не допускается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и т.п.), на которых невозможно установить ограждение, обеспечивающее ширину прохода без применения специальных предохранительных приспособлений (надежно натянутого вдоль фермы или ригеля каната для закрепления карабина предохранительного пояса и др.)

Не допускается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе или тумане исключающем видимость в пределах работ. Работы по перемещению и установке вертикальных панелей и подобных им конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение и закрепления.

При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием (конструкциями), а также на оборудовании (конструкциях

должны осуществляться специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

На участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение лиц.

4.2.9. Техничко-экономические показатели

1. Затраты труда, чел.-см.:

- на весь объем работ- 1849,36

- на 1 м³ сборного железобетона-0,37

2. Затраты машинного времени, маш-см. -205

3. Выработка на одного рабочего в смену, м³ сборного железобетона –2,7

4.3 Календарное планирование

Календарным планом называют документ по планированию, в котором на основе объемов строительно-монтажных работ и принятых организационных и технологических решений определены последовательность и сроки осуществления строительства. Календарный план является основным документом в составе ПОС и ППР.

В соответствии с календарным планом строительства разрабатываются календарные планы обеспечения строительства рабочими кадрами, механизмами и материально-техническими ресурсами.

Календарный план строительства разрабатывается в следующей последовательности;

А) на основе рабочих чертежей и локальной сметы была составлена ведомость требуемых ресурсов;

Б) за тем, на основе указанной ведомости была составлена ведомость укрупненной номенклатуры работ; группа работ выполняется одними и теми же механизмами или работы выполняются одним составом рабочих и работы по конструктивным особенностям одинаковы или близки – составляется достаточно необходимый перечень работ для гафика;

- В) на основе ЕНиР определяем трудоемкость работ в чел.ч;
- Г) исходя из фронта работ определяем численный состав бригады;
- Д) определяем продолжительность выполнения работ в днях;
- Е) определяем потребность в механизмах, маш.-ч.

Затем в технологической последовательности выполнения работ заполняем правую , графическую часть календарного плана, используя данные о продолжительности работ и изображая их в масштабе времени.

4.4.Стройгенплан на возведение надземной части здания

Строительным генеральным планом называют план площадки строительства, на котором показано расположение грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, возводимых и используемых в период строительство.

Порядок разработки СГП:

- наносят строящееся здание;
- осуществляют привязку монтажного крана
- намечают расположение временных дорог для подвоза материалов и ширину проезжей части дороги;
- за пределами опасной зоны крана располагаем временные здания для обслуживания рабочих и ИТР;
- наносят границу строительной площадки;
- указывают расположение временных водопроводов, электролиний, канализации и прочих коммуникаций;
- наносят пути перемещения рабочих от бытовок до строящегося здания с соблюдением условий охраны труда и техники безопасности.

Строительный генеральный план является одним из важнейших документов в ПОС и ППР. Он определяет организацию стройплощадки и положительно решает вопросы охраны труда и техники безопасности для всех участников строительства.

4.4.1 Внутрипостроечные дороги

При разработке стройгенплана следует проанализировать возможность использования существующих постоянных дорог. При невозможности их использования необходимо запроектировать временные дороги, которые, по возможности, должны быть кольцевыми.

При трассировке дорог принимаем следующие расстояния:

- между дорогой и бровкой траншеи(котлована) - 4 м;
- между дорогой и складской площадкой – 1 м;
- между дорогой и защитными ограждениями строительной площадки – не менее 1,5 м.

Не допускается размещение временных дорог над подземными сетями или в непосредственной близости от них.

Ширину проезжей части временной дороги для выбранного крана ДЭК-251 с грузоподъемностью 25 тонн принимаем – 3,5 м, а радиусы закругления дорог 12 м.

4.4.2 Проектирование складских площадок

Площадки приобъектных складов рассчитываем по фактическому объему складироваемых ресурсов. При этом учитываем коэффициент использования складской площади: обеспечение возможности проходов, проездов, соблюдение требований техники безопасности и противопожарных норм.

Площадь склада для каждого вида ресурсов:

$$S_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{\alpha \cdot K_{\text{и}}},$$

где $Q_{\text{зап}}$ - производственный запас каждого вида материалов и конструкций;

α – количество ресурсов, складироваемых на 1 м² полезной площади склада;

$K_{и}$ -коэффициент использования склада, равный 0,5-0,7 для закрытых складских площадок и 0,5-0,6 для навесов.

Производственный запас рассчитывается в зависимости от среднесуточной потребности того или иного ресурса и нормы запаса:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{t} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2,$$

Где $Q_{\text{общ}}$ - общая потребность данного ресурса на весь период возведения объекта;

t - длительность периода потребления, принимаемая по календарному плану;

n - норма запаса материала

$$K_1 - 1,1$$

$$K_2 - 1,3$$

1. Железобетонные колонны

$$Q_{\text{зап}} = \frac{40}{4,5} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 64 \rightarrow 40$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{40}{0,8 \cdot 0,5} = 100 \text{ м}^2$$

2. Железобетонные сегментные фермы

$$Q_{\text{зап}} = \frac{27}{3} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 64,35 \rightarrow 27$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{27}{0,3 \cdot 0,5} = 180 \text{ м}^2$$

3. Плиты покрытия ребристые П- образные

$$Q_{\text{зап}} = \frac{192}{5} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 274 \rightarrow 192$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{192}{1 \cdot 0,5} = 384 \text{ м}^2$$

4. Стеновые панели

$$Q_{\text{зап}} = \frac{100}{5,5} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 130 \rightarrow 100$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{100}{0,5 \cdot 0,5} = 400 \text{ м}^2$$

5. Кирпич

$$Q_{\text{зап}} = \frac{74892}{28} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 38247 \text{ шт.}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{38247}{400 \cdot 0,5} = 191,24 \text{ м}^2$$

4.4.3 Определение потребности во временных зданиях и сооружениях

Определение номенклатуры и площадей временных зданий производится на основании расчетной численности работающих на строительной площадке и норм площади на одного человека. Расчетное число работающих принимается по времени нахождения на строительстве объекта максимального состава исполнителей согласно календарному плану производства работ и графику движения рабочих.

1. Число работающих мужчин и женщин:

$$N_p^M = 0,7 \cdot N_p = 12$$

$$N_p^Ж = 0,3 \cdot N_p = 5$$

2. Общая численность работающих на строительстве объекта:

$$N = \frac{N_p}{K_p} = \frac{17}{0,83} = 20 \text{ ч.}$$

K_p – нормативный коэффициент, учитывающий долю рабочих в общем количестве работающих на возводимом объекте.

3. Количество инженерно-технических работников с учетом нормативных коэффициентов категорий работников:

$$N_{\text{итр}} = N \cdot K_{\text{и}} = 20 \cdot 0,12 = 3 \text{ ч.}$$

4. Количество служащих:

$$N_c = N \cdot K_c = 20 \cdot 0,041 = 1 \text{ ч.}$$

5. Численность младшего обслуживающего персонала:

$$N_{\text{МОП}} = N \cdot K_m = 20 \cdot 0,009 = 1 \text{ ч.}$$

Расчет требуемых площадей и оборудования бытовых помещений производится отдельно для мужчин и женщин:

$$A_i = K_i \cdot N_p$$

Таблица 12. Экспликация временных зданий и сооружений

Экспликация помещений	Площадь помещений(для мужчин)	Площадь помещений (для женщин)
1	2	3
Прорабская	18 м ²	18 м ²
Гардеробная	18 м ²	18 м ²
Душевая	18 м ²	18 м ²
Туалет	1 м ²	1 м ²
Помещение для обогрева и отдыха и приема пищи	18 м ²	18 м ²

4.4.4 Освещение строительной площадки

Основные задачи проектирования производственного освещения: выбор системы и вида освещения, светильников и источников света; определение их рационального количества, мощности и размещения на стройплощадке.

Электрическое освещение осуществляется установками общего равномерного или локального освещения. Общее равномерное освещение строительных площадок должно быть не менее 2 лк.

Для строительных площадок и участков, где работы, согласно календарному плану, выполняются в темное время суток, предусматривают устройство рабочего освещения.

Эвакуационное освещение предусматривается в местах основных путей эвакуации, а также в местах прохода, связанных с опасностью травматизма. При этом эвакуационная освещенность внутри строящегося здания составляет не менее 0,5 лк, а вне – 2лк.

Количество прожекторов для стройки:

$$N = \frac{m \cdot E_n \cdot K \cdot A}{P_l} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 19301,15}{1000} = 15$$

где m -коэффициент, учитывающий световую отдачу источника света, КПД прожекторов и коэффициент использования светового потока;

E_n – нормируемая освещенность;

K - коэффициент запаса;

A -освещаемая площадь;

P_l – мощность лампы

Минимальная высота установки прожекторов над освещаемой поверхностью:

$$h_{min} = \sqrt{\frac{l_{max}}{300}} = \sqrt{\frac{120000}{300}} = 20 \text{ м,}$$

I_{max} – максимальная сила света.

Расстояние между стойками принимаем с учетом отношения:

$$l = 10 \cdot h_{min} = 10 \cdot 20 = 200 \text{ м}$$

4.4.5 ТЭП стройгенплана

1. Площадь строительной площадки, м²- 19332,5
2. Площадь застройки постоянными зданиями и сооружениями, м²- 3456
3. Площадь застройки временными зданиями и сооружениями, м²- 94
4. Площадь складов, м²-3186
5. Общая протяженность дорог, м – 550
6. Общая протяженность электрокоммуникаций, м -572
7. Общая протяженность канализационных труб, м - 130

5.Экономика строительства

5.1 Определение сметной стоимости объекта

Показатель сметной стоимости (цены) - один из важных, характеризующих экономичность проектного решения и определяющих сумму средств (инвестиций) на реализацию проекта. Цена строительства является предметом проведения подрядных торгов (тендеров), переговоров заказчика с подрядчиком, инвестиционных конкурсов, является основой при заключении контракта, финансировании, расчетах и т. д. Таким образом, достоверность определения сметной стоимости приобретает первостепенное значение для всех сторон, участвующих в строительстве.

Из состава сметной документации в данном дипломном проекте рассчитываются локальная смета на общестроительные работы, объектная смета и сводный сметный расчет стоимости строительства. Стоимостные показатели даны в базисных ценах на 01.01.2001г. для районов I зоны строительства (г. Пенза), при строительстве в других районах Пензенской области применять поправочные коэффициенты по сборнику ТСЦм-2001.

5.2 Локальная смета

Локальные сметы - это сметы на отдельные виды работ. Они составляются по ТЕРам-2001 года на основе ведомости подсчета объемов работ по каждому виду СМР и отдельным элементам зданий и сооружений. Из ТЕРов выбираются составляющие прямых затрат и группируются по следующим графам: всего прямые затраты, основная зарплата, эксплуатация машин и механизмов, в том числе зарплата машинистов и трудозатраты на единицу измерения. Умножением соответствующих граф на объем СМР получают соответствующие затраты на весь объем выполняемых работ. Далее осуществляют суммирование всех затрат и определение накладных расходов, сметной прибыли и сметной стоимости в ценах 2001 года. Перевод в текущие цены 2016 года осуществляется путем умножения на коэффициент удорожания $K=5,6$.

5.3 Объектная смета

Объектная смета составляется по проектным материалам на отдельные объекты. Ее основой служат локальные сметы и расчеты на отдельные виды работ, конструктивные элементы и лимитированные затраты. При наличии в здании основной и обслуживающей части их сметные стоимости выделяются отдельно. Отдельными строками в объектной смете показываются все виды работ и затрат, осуществляемых при возведении объекта, на которые составлены соответствующие локальные сметы и расчеты. Например, общестроительные работы, отопление, водоснабжение и т. д. по всему комплексу специальных строительных работ (инженерного оборудования объекта). Затраты на технологическое оборудование и его монтаж определяются в % к сметной стоимости СМР.

Кроме того, в объектных сметах начисляются: средства на временные здания и сооружения (в % к сметной стоимости СМР); зимнее удорожание (в % к сметной стоимости СМР); резерв средств на непредвиденные работы и затраты (в % от суммарного итога предыдущих расчетов); показатель единичной стоимости.

5.4 Сводный сметный расчет стоимости строительства

Сводный сметный расчет стоимости строительства является итоговым документом, определяющим цену строительства. Все затраты, связанные с осуществлением строительства, по своему экономическому содержанию и целевому назначению сгруппированы в отдельные главы.

В этом сметном документе показываются итоги по каждой главе и суммарные по главам 1-7, 1-8, 1-9, 1-12

После начисления резерва средств на непредвиденные работы и затраты подсчитывается общий итог в следующей записи: «Всего по сводному сметному расчету». Итоговая сумма по главам сводного сметного расчета определяет величину капитальных вложений на строительство

проектируемого объекта. После итога сводного сметного расчета указываются возвратные суммы, получаемые от разборки временных зданий и сооружений в размере 15 % их

сметной стоимости по гл. 8, а также материалов, полученных от разборки сносимых и переносимых зданий и сооружений – в размере, определяемом по расчету. На основе данных сводного сметного расчета определяются показатели сметной стоимости строительства.

Расчет отдельных глав сводного сметного расчета ведется по укрупненным сметным нормативам. Главное внимание необходимо уделить определению затрат по главе 2 «Основные объекты строительства». Для этой цели используются данные титульного списка стройки и укрупненные нормативы сметной стоимости. Затраты по главе 3 «Объекты подсобного и обслуживающего назначения» определяются сметными расчетами в соответствии с проектными данными. Главы 4-6. Определение сметной стоимости здесь требует специального расчета. Определяется количество инженерных коммуникаций в натуральных показателях, а затем – сметная стоимость. Затраты по главе 7. «Благоустройство и озеленение территорий» рассчитываются аналогично главе 6 по нормативам. Главы 8, 9, 10 принимаются по нормативам. Главы 11 и 12 принимаются по нормативам.

В сводном сметном расчете показываются итоги по каждой главе и суммарно по главам 1-7, 1-8, 1-9, 1-12.

За итогом 12 глав начисляется резерв средств на непредвиденные работы и затраты. Величина резерва для объектов жилищно-гражданского назначения принимается в размере 2 % , производственных зданий – 3 % от итога по 12-м главам. Общая сумма выносится в титул сводного сметного расчета. После итога сметы указываются возвратные суммы от реализации или дальнейшего использования материалов, получаемых при разборке временных зданий и сооружений. Эта величина составляет 15% от суммы главы 8.

6. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности

6.1. Основные термины и определения. Основные сокращения.

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде (по ГОСТ Р 22.0.05).

Инженерная защита – комплекс сооружений, направленных на защиту людей, здания или сооружения, территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения, от воздействия опасных природных процессов и явлений и (или) техногенного воздействия, угроз террористического характера, а также на предупреждение и (или) уменьшение последствий воздействия опасных природных процессов и явлений и (или) техногенного воздействия, угроз террористического характера;

Комплексное обследование технического состояния здания (сооружения) – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров грунтов основания, строительных конструкций, инженерного обеспечения (оборудования, трубопроводов, электрических сетей и др.), характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование технического состояния здания (сооружения), теплотехнических и акустических свойств конструкций, систем инженерного обеспечения объекта, за исключением технологического оборудования.

Обследование технического состояния здания (сооружения) – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

Механическая безопасность – состояние строительных конструкций и основания здания или сооружения, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений

вследствие разрушения или потери устойчивости здания, сооружения или их части;

Нагрузка – механическая сила, прилагаемая к строительным конструкциям и (или) основанию здания или сооружения и определяющая их напряженно-деформированное состояние;

Основание здания или сооружения (далее также - основание) – массив грунта, воспринимающий нагрузки и воздействия от здания или сооружения и передающий на здание или сооружение воздействия от природных и техногенных процессов, происходящих в массиве грунта;

Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений – система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком, для выявления объектов, на которых произошли значительные изменения напряженно-деформационного состояния несущих конструкций или крена, и для которых необходимо обследование их технического состояния.

Система мониторинга технического состояния несущих конструкций – совокупность технических и программных средств, позволяющих осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах строительных конструкций с целью оценки технического состояния зданий и сооружений.

Система мониторинга инженерно-технического обеспечения – совокупность технических и программных средств, позволяющих осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах работы системы инженерно-технического обеспечения здания (сооружения) с целью контроля возникновения в ней дестабилизирующих факторов и передачи сообщений о возникновении или прогнозе аварийных ситуаций в единую систему оперативно-диспетчерского управления города.

Предельное состояние строительных конструкций – состояние строительных конструкций здания или сооружения, за пределами которого дальнейшая эксплуатация здания или сооружения опасна, недопустима, затруднена или нецелесообразна либо восстановление работоспособного состояния здания или сооружения невозможно или нецелесообразно;

Противоаварийная защита систем инженерно-технического обеспечения – комплекс устройств, обеспечивающих защиту, предупреждение и (или) уменьшение опасных последствий аварийных ситуаций при эксплуатации систем инженерно-технического обеспечения и увеличение ресурса работы (срока службы) указанных систем;

Система инженерно-технического обеспечения – одна из систем здания или сооружения, предназначенная для выполнения функций водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения, электроснабжения, связи, информатизации, диспетчеризации, мусороудаления, вертикального транспорта (лифты, эскалаторы) или функций обеспечения безопасности;

Строительная конструкция – часть здания или сооружения, выполняющая определенные несущие, ограждающие и (или) эстетические функции;

Характеристики безопасности здания или сооружения – количественные и качественные показатели свойств строительных конструкций, основания, материалов, элементов сетей инженерно-технического обеспечения и систем инженерно-технического обеспечения, посредством соблюдения которых обеспечивается соответствие здания или сооружения требованиям безопасности.

В целях обеспечения безопасности зданий и сооружений в процессе их эксплуатации, должны обеспечиваться техническое обслуживание, эксплуатационный контроль, текущий ремонт. Для более успешного и точного исполнения этих задач, Федеральным законом №337 от 28.11.2011г. (статья 17) было принято в дополнение к градостроительному кодексу Российской Федерации от 29.12.2004г. статья 48, пункт 12, подпункт 10.1 решение о необходимости разработки в рамках проектной документации на здания и сооружения раздела «Требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов капитального строительства».

Проектом предусмотрена реконструкция нежилого здания, расположенного по адресу: Пензенская область, Кузнецкий район, с. Ясная Поляна, ул. Полевая, д.2 под производственный цех сухих строительных материалов. Проект реконструкции разработан на основании договора №А-01-14 от 26.02. 2014г.

Характеристика здания:

- уровень ответственности здания – II
- степень огнестойкости здания – II
- класс конструктивной пожарной опасности здания – С0
- класс функциональной пожарной опасности здания – Ф5.1, Ф5.2
- класс пожарной опасности строительных конструкций здания не ниже классификации представленной в таблице 1.

класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже:

Таблица 1

Несущие стержневые элементы (колонны, ригели и др.)	Стены наружные с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и безчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и Площадки лестниц В лестничных клетках
К0	К0	К0	К0	К0

6.2. Мероприятия по техническому обслуживанию зданий и сооружений, строительных конструкций, сетей и систем инженерно-технического обеспечения.

В организации должны быть разработаны инструкции для работников, а также организационные и другие документы по обеспечению безопасности, сохранности и эксплуатационной надежности производственного здания цеха путем организации надлежащего ухода за ним, своевременного и качественного ремонта и постоянного технического надзора за его состоянием.

Общее руководство комплексом работ по обеспечению надлежащего технического состояния промышленных зданий и сооружений возлагается на главного инженера (технического директора) организации.

Ответственность за техническое состояние и условия эксплуатации промышленных зданий и сооружений возлагается на руководителей цехов и других структурных подразделений, на балансе или в ведении которых находятся эти здания и сооружения.

Безопасность здания в процессе эксплуатации должна обеспечиваться посредством технического обслуживания, периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, а также посредством текущих ремонтов здания или сооружения.

Параметры и другие характеристики строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе эксплуатации

здания производственного цеха, должны соответствовать требованиям проектной документации. Указанное соответствие должно поддерживаться посредством технического обслуживания и подтверждаться в ходе периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, проводимых в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Техническая эксплуатация здания – это комплекс мероприятий, которые обеспечивают безотказную работу всех элементов и систем здания в течение не менее нормативного срока службы, функционирования здания по назначению.

Функционирование здания – непосредственное использование здания по назначению, выполнение им заданных функций.

Функционирование здания включает в себя период от окончания строительства до начала эксплуатации, период ремонта.

Техническая эксплуатация здания включает в себя техническое обслуживание, систему ремонтов, санитарное содержание.

Система технического обслуживания зданий включает в себя обеспечение нормативных режимов и параметров, наладку инженерного оборудования, технические осмотры несущих и ограждающих конструкций здания.

Техническое обслуживание зданий включает работы по контролю технического состояния, поддержания исправности, подготовке к сезонной эксплуатации в целом, а также его элементов (строительных конструкций).

Контроль за техническим состоянием здания осуществляется путем проведения систематических плановых и внеплановых осмотров с использованием современных средств технической диагностики.

Плановые осмотры подразделяются на общие и частичные. При общих осмотрах необходимо контролировать техническое состояние здания в целом, при проведении частичных осмотров, осмотры подвергаются отдельные конструкции здания.

Общие осмотры проводятся два раза в год: весной и осенью.

При весеннем осмотре проверяют готовность здания к эксплуатации в весенне-летний период, после действия снеговых нагрузок, устанавливают объемы работ по подготовке к эксплуатации в осенне-

зимний период, уточняют объемы ремонтных работ по зданию, включенном в план текущего ремонта.

При подготовке здания к эксплуатации в весенне-летний период, выполняют следующие виды работ: укрепление водосточных труб, колен, воронок; расконсервирование и ремонт поливочной системы; ремонт оборудования площадок, отмосток, тротуаров, пешеходных дорожек; осматривают кровлю, фасады и т.д.

При осеннем осмотре следует проверять готовность здания к эксплуатации в осенне-зимний период, уточнить объемы ремонтных работ по зданию, включенном в план текущего ремонта.

В перечень работ по подготовки здания к эксплуатации в осенне-зимний период необходимо включать: замену разбитых стекол окон; ремонт и утепление чердачных перекрытий; консервацию поливочной системы, ремонт и укрепление входных дверей и т.д.

Для обеспечения безопасной эксплуатации строительных конструкций здания необходимо выполнять следующие указания:

1. Фундаменты.

Существующие фундаменты основного здания - свайные с монолитными ж/б ростверками под каждую колонну. Не допускается скопление воды у фундаментов от стоков с кровли, утечек из водопровода, канализации и др.

Нельзя допускать пролива агрессивных жидкостей из технологических аппаратов, емкостей, трубопроводов и утечки этих жидкостей под полы первого этажа к фундаментам и в грунт оснований.

При появлении трещин в фундаментах, при раскрытии швов между отдельными блоками в сборных фундаментах, должно быть организовано регулярное наблюдение с установкой маяков. При интенсивном процессе расширения трещин необходимо принять меры к выявлению причин, их локализации и устранению, укреплению фундаментов.

В целях предохранения здания от неравномерных осадок запрещается производить без согласования в установленном порядке:

- земляные работы (кроме поверхностной планировки) на расстоянии менее 2 метров от фундаментов здания;
- срезку земли вокруг здания цеха;

- складирование на полу первого этажа или около колонн здания материалов, изделий и т.п. сверх нагрузки, установленной проектной документацией;

- вскрытие фундаментов без обратной засыпки прилегающих участков отмостки и пола.

2. Колонны.

Текущие осмотры колонн должны производиться один раз в месяц. Замеченные повреждения должны фиксироваться в акте осмотра и должны устраняться при ближайшем ремонте.

При осмотре колонн особое внимание следует обращать на повреждения в виде:

- местных деформаций от перегрузки отдельных элементов колонн дополнительными коммуникациями, площадками и др., устанавливаемыми в процессе эксплуатации и ремонта;

- срезы отдельных элементов колонн, мешающих прокладке различных коммуникаций;

- трещин в колоннах и расшатывания соединений от больших продольных сил при недостаточно четкой конструкции крепления вертикальных связей;

Не допускается обнажение арматуры железобетонных конструкций и крепления к ней каких-либо деталей. При передаче на колонны дополнительных нагрузок должны производиться проверочные расчеты и разрабатываться чертежи узлов крепления и усиления.

В случае обнаружения коррозии арматуры железобетонных колонн, эксплуатируемых в помещении с повышенной влажностью, необходимо сбить защитный слой бетона, очистить арматуру стальными щетками от ржавчины, промыть грань колонны струей воды под напором, пораженный участок заделать при помощи торкретирования цементным раствором в 2 слоя по 15 мм каждый.

3. Перекрытия.

При осмотрах перекрытий особое внимание следует обращать на нагрузки, провисание и зыбкость перекрытий, трещины в местах примыкания к смежным конструкциям и в штукатурке, а также на достаточность звукоизоляции.

При обнаружении намокания перекрытий из-за нарушений, например, нормальной работы систем водопровода и канализации, их причины должны быть выявлены и устранены, разрушившийся слой должен быть удален и заменен.

Повышенная влажность в помещениях может свидетельствовать о нарушении герметичности перекрытия. В этих случаях перекрытия необходимо вскрыть и восстановить их герметичность.

В процессе эксплуатации нельзя допускать превышения величины установленной проектом предельной нагрузки на перекрытия.

Не допускается прокладывать по перекрытиям временные трубопроводы, устанавливать на перекрытиях не предусмотренные проектом вентиляционные установки, стойки осветительной или иной проводки и т.п., складировать строительные и другие материалы и изделия, устраивать различные вспомогательные помещения, не предусмотренные проектом.

Работы по прокладке или ремонту инженерных коммуникаций, связанные с нарушением целостности несущих конструкций перекрытий, должны быть согласованы с генеральной проектной организацией.

Сверление отверстий в перекрытиях для пропуска коммуникаций допускается по согласованию со службой технического надзора.

4.Покрытия.

Покрытие здания несет нагрузки от скопления на кровле снега, пыли, от подвешенных трубопроводов. При обследовании основных несущих конструкций покрытий необходимо проверять соответствие фактических нагрузок расчетным и не превышение предельно допустимых величин.

Обязательным для покрытия является наличие исправного гидроизоляционного ковра, за состоянием которого надлежит осуществлять постоянный контроль.

Дефекты и повреждения заклепочных и болтовых соединений должны устраняться при очередном текущем ремонте металлоконструкций.

При обследовании основных несущих конструкций покрытий необходимо проверять:

- соответствие фактических нагрузок расчетным и не превышение предельно допустимых величин;
- состояние элементов, работающих на сжатие и изгиб, отсутствие прогибов, правильность и достаточность раскрепления верхнего пояса ферм;
- состояние элементов нижнего пояса ферм, отсутствие полных или частичных разрывов.

5.Кровля.

Пребывание работников на кровле, за исключением случаев очистки кровли от снега, пыли и грязи, ремонта покрытий кровли, производства монтажных работ и т.п., не допускается. Бригады работников по уходу за кровлей должны пройти специальный инструктаж по безопасным приемам выполнения работ на кровле.

Засорения или неисправности желобов, труб внешних водостоков должны устраняться немедленно.

Установка подпорок с опиранием их на кровлю не допускается.

Для повышения срока службы кровель необходимо:

- своевременно выявлять и устранять дефекты;
- выполнять профилактические работы по устройству защитных слоев;
- содержать кровли в чистоте.

Общий технический осмотр кровли должен проводиться ежегодно два раза - весной и осенью.

При весеннем общем осмотре необходимо руководствоваться следующим порядком:

- осмотреть помещения, расположенные под крышей;
- обмести после снеготаяния поверхность кровли и удалить скопившийся за зиму мусор;

- детально проверить техническое состояние покрытия кровли в наиболее ответственных местах: ендовах, разжелобках, сопряжениях различных плоскостей;

- проверить состояние поперечных и продольных швов наружного слоя кровли, деформационных швов, наличие механических повреждений;

- определить объем работ по профилактическому текущему ремонту покрытия и кровли в летнее время и работ по выборочному капитальному ремонту на ближайший год;

- установить порядок и сроки устранения обнаруженных дефектов и неисправностей с расчетом завершения работ в летние месяцы.

Общий технический осмотр кровли должен проводиться ежегодно два раза - весной и осенью.

Осенний общий осмотр должен быть проведен до дождливого периода с целью проверки полноты выполнения летнего профилактического ремонта и готовности кровли к эксплуатации в осенне-зимний период.

С наступлением осеннего периода с водонаполненной кровли должна быть спущена вода, убраны отложения пыли и грязи и удалена растительность, если таковая появилась на кровле за летний период.

К наступлению осеннего периода должны быть закончены все работы по ремонту кровель.

Осенью кровли и водоприемные устройства необходимо очистить от технологической пыли и мусора. Запрещается сметать пыль и мусор в водостоки.

Летом кровли должны обследоваться раз в месяц с тщательным осмотром водосточных устройств, различных примыканий металлических листов защитного кровельного слоя. Скопившийся мусор должен убираться.

Для подхода обслуживающих работников к инженерному оборудованию, установленному на кровле, должны укладываться деревянные щиты или выполняться дополнительные защитные слои кровли.

В зимнее время должны приниматься меры против обледенения и заноса снега в вентиляционные каналы, щели, вентилирующий подкровельный слой покрытия.

Кровлю надлежит систематически очищать от снега и сосулек.

Очистка кровли от снега должна проводиться для устранения возможной перегрузки несущих конструкций покрытий от снегового покрова. При этом следует принимать меры по исключению повреждения кровли: для очистки кровли должны применяться деревянные лопаты или скребковые устройства.

Частичный осмотр отдельных конструкций покрытия с установленным на нем оборудованием должен выполняться при обнаружении опасных деформаций в конструкциях покрытия.

Внеочередные осмотры проводятся для выявления повреждений после воздействия ураганного ветра, обильного снегопада, резкой оттепели или жары с принятием срочных мер по устранению выявленных дефектов и в первоочередном порядке для устранения угрозы жизни людей и сохранности здания.

Все виды технических осмотров покрытия должны производиться не попутно при осмотре здания в целом, а специально.

Результаты всех видов осмотров (покрытий, кровли) и объемы необходимых ремонтно-строительных работ должны заноситься в журнал технической эксплуатации здания в раздел «Покрытия и кровли». Записи, сделанные в журнале, являются основой для составления планов текущего и капитального ремонтов покрытия, кровли и водостоков.

6. Фасады.

Ограждающие конструкции стен представлены существующими железобетонными панелями, с обшивкой профлистом. Здание имеет единые членения, фактуру и цвет наружных поверхностей по фасадам. Фасады надлежит периодически очищать и восстанавливать покрытия стен.

Осмотру с особой тщательностью подлежат участки стен, расположенные вблизи водосточных труб, лотков и мест наиболее обильного стока ливневых и талых вод, а также приемные воронки и водосточные трубы, необлицованные цокольные блоки и панели.

На фасадах зданий облицованных трехслойными панелями типа "сэндвич" (100 мм) следует обращать особое внимание на места, где наблюдается вспучивание наружного слоя, ржавые подтеки из швов. В этих случаях необходимо произвести замену панелей по проекту. При разрушении и трещинах штукатурки (в отделке цоколя), необходимо

удалить все отпадающие фрагменты, заменить армирующую сетку и нанести новый слой штукатурки.

При решении интерьеров производственного цеха сухих строительных материалов должны быть обеспечены комфортные условия для выполнения

производственных операций, высокие эстетические качества интерьера и производственной среды.

При обнаружении дефектов все поврежденные участки отделочного слоя следует демонтировать и после выявления и устранения причин повреждения отдельного слоя произвести восстановление его поврежденных участков.

7. Стены.

Каркас проектируемого цеха - металлический. Ограждающие конструкции цеха - панели типа "сэндвич", кирпичные стены, 250 мм. Стены и перегородки административно - бытовой части - кирпичные, 250мм, 120мм.

Для внутренней отделки помещений используются материалы в соответствии с функциональным назначением помещений.

Отделка стен цеха по производству строительных сухих смесей и электрощитовой для смесительной установки: кирпичных - штукатуркой и окраской, из керамзитобетонных стеновых панелей - затиркой швов, грунтовкой, окраской по бетону.

При осмотре стен производственного цеха необходимо особое внимание обращать:

- на наличие и характер трещин, особенно в наиболее нагруженных местах;
- на наличие сырых пятен;
- на состояние карнизов, навесных деталей на фасадах, включая покрытия всех выступающих частей;
- на состояние участков опирания прогонов на стены, осадочных и температурных швов, защитных покрытий (штукатурки, облицовки и пр.);
- на отсутствие отклонений от вертикали (кренов);
- на наличие высолов, плесени, инея и т.п.;
- на проницаемость швов;

- на состояние стыков и сопряжений, а также участков, вблизи которых размещено технологическое и другое оборудование;

- на состояние гидроизоляции между стеной и цоколем, водоотводящих элементов, устройств и их крепления (сливов, подоконников, карнизов, желобов, водосточных труб и т.п.), а также участков сопряжения стен с отмосткой, тротуаром и т.п.

- на состояние гидроизоляции между стеной и цоколем.

Осмотры наружных стен следует производить с телескопических вышек, подвесных люлек и подобных устройств.

При появлении в стенах трещин необходимо установить регулярное наблюдение за ними для определения причин их возникновения. При выявлении дальнейшего развития трещин необходимо принять меры по устранению причин, вызывающих появление деформаций (усиление фундаментов, устройство дренажа, устранение утечки воды под фундаментами из сетей водопровода, канализации и т.п.). После этого трещины должны быть очищены от пыли, промыты, разделаны и заполнены цементным раствором под давлением.

Внутри производственных помещений должен поддерживаться режим отопления и вентиляции. Нельзя допускать появления сырости на стенах здания. Для этого необходимо тщательно проверять состояние гидроизоляции стен и своевременно устранять ее повреждения.

Необходимо вести наблюдение за состоянием и действием водоотводящих устройств во время и после сильных дождей и оттепелей, принимать меры по защите стен от сырости и увлажнения атмосферными осадками.

Запрещается производить пробивку отверстий и проемов в стенах здания, крепление к стенам санитарно-технических коммуникаций, разного рода оттяжек, электрокабелей без письменного разрешения служб надзора и контроля.

Не допускается складирование материалов, отходов, навалов грунта, устройство цветников и газонов непосредственно у стен зданий и сооружений.

8. Перегородки.

В помещениях административно-бытовой части здания отделка кирпичных стен и перегородок представлена штукатуркой и окраской.

Отделка стен из керамзитобетонных стеновых панелей в этих помещениях представлена гипсокартоном, затиркой швов, грунтовкой, окраской.

Отделка стен в помещениях с влажным режимом работы (умывальная, санузел, душевая) и котельной представлена облицовкой керамической плиткой на высоту 1,8 м, выше этой отметки - штукатурка и окраска водостойкой краской.

При осмотре перегородок особое внимание следует обращать на зыбкость, вспучивание и местные повреждения отделочного слоя, наличие трещин в теле перегородок и в местах сопряжения между собой и с капитальными стенами, перекрытиями, отопительными панелями, дверными коробками, в местах установки санитарно-технических приборов и прохождения различных трубопроводов.

В зоне обнаружения трещин и в местах повреждений на поверхности перегородок следует выявить и устранить причину их появления.

При вспучивании по вертикали перегородки с появлением трещин необходимо осмотреть перегородку и смежные конструкции, выявить причины вспучивания, усилить конструкцию и перебрать или заменить перегородку.

При незначительном отходе верха перегородки от перекрытия необходимо установить причину деформации, образовавшиеся трещины на границе между перегородкой, потолком и стенами и устранить неисправность конструкции.

9.Окна и витражи.

Окна во всех отапливаемых помещениях запроектированы индивидуальные из ПВХ профиля с 2-х камерными стеклопакетами.

В котельной в соответствии с требованиями п. 6.9.16 СП 4.13130.2013 предусмотрены легкобрасываемые ограждающие конструкции (окна) площадь которых не менее 0,05 м². Оконные стекла в помещении котельной предусмотрены одинарными и располагаются в одной плоскости с внутренней поверхности стен.

При эксплуатации здания к окнам должны предъявляться следующие требования:

- створки переплетов при открывании окон должны ставиться на ветровые крючки или другие фиксирующие устройства, исключаящие поломку переплетов, выпадение стекол от ветровой нагрузки;

- при закрывании створок следует плотно притягивать переплеты к фальцам-четвертям оконных коробок;
- задвижки и другие запоры должны закрываться до упора во избежание перекоса переплетов;
- оконные переплеты должны быть остеклены целыми стеклами и листами поликарбоната;
- оконные переплеты на лестничных клетках должны плотно закрываться и быть полностью остекленными.

Ревизия технического состояния оконных заполнений должна производиться ежегодно весной при раскрытии окон.

При этом особое внимание следует обращать:

- на состояние крепления оконных коробок к стенам;
- на повреждения остекления, уплотняющих прокладок, герметизирующих мастик и т.п.;
- на состояние систем отвода конденсата из межрамного пространства и с подоконников;
- на места и характер осаждения конденсата на остеклении;
- на загрязнение остекления.

К витражам из поликарбоната, при эксплуатации предъявляются следующие требования:

- отсутствие механических повреждений и повреждений от коррозии на раме крепления, значительно ослабляющих их защитные свойства (перепиливание, вылом закладных изделий и т.д.);
- своевременная окраска конструкций рамы;
- наличие и исправность запорных устройств на распашных, складывающихся решетках;

10. Ворота и двери

Внутренние двери административно - бытовых помещений производственного цеха выполнены из ПВХ профиля. Наружные входные двери металлические.

Противопожарные двери НПО «Пульс» с пределом огнестойкости EI30 запроектированы в электрощитовой смесительной установке, лаборатории, операторской, в цехе по производству сухих смесей, при выходе из административно-бытовой части в складское помещение.

Причиной неудовлетворительного технического состояния и преждевременного выхода из строя цеховых ворот является

неправильная эксплуатация: небрежное обращение с воротами при открытии и закрытии, удары внутризаводского транспорта, несвоевременный ремонт.

Ворота, которыми пользуются в зимний период, должны ежедневно осматриваться работниками цеховой службы технического надзора.

Все запоры ворот в целях безопасности должны навешиваться только с наружной стороны.

При осмотре дверей производственного здания следует обращать внимание на наиболее типичные для них дефекты:

- коробление, перекося и провисание дверных полотен;
- неплотность притвора;
- неудовлетворительную работу устройств фиксации и запираания дверей.

Проверка технического состояния дверей должна производиться 1-2 раза в год, и обнаруженные при этом неисправности должны незамедлительно устраняться.

Пришедшие в негодность дверные приборы (скобы, задвижки, петли, замки и т.п.) следует заменять в порядке планово-предупредительного ремонта.

К усиленным наружным, внутренним дверям, установленным в дверных проемах зданий и помещений, при эксплуатации предъявляются следующие требования:

- отсутствие механических повреждений и повреждений от коррозии, значительно ослабляющих их защитные свойства (перепиливание, пролом дверных полотен и коробок, вылом закладных изделий и т.д.);
- своевременная окраска;
- исправность запорных устройств дверей;
- исправность петель, противосъемных устройств, фиксаторов и доводчиков дверей.

Проверка технического состояния дверей должна производиться 1-2 раза в год (для дверей обычного исполнения) и ежедневно (для специальных дверей), а обнаруженные при этом неисправности должны незамедлительно устраняться.

Расшатанные и перекошенные дверные полотна должны быть подвергнуты полной переборке.

Пришедшие в негодность дверные приборы (скобы, задвижки, петли, замки и т.п.) следует заменять в порядке планово-предупредительного ремонта для дверей обычного исполнения и незамедлительно для специальных дверей.

Дверные коробки должны быть прочно укреплены в проемах, хорошо заделаны монтажной пеной и отделаны штукатуркой.

Нельзя допускать хлопанье дверными полотнами при закрытии, так как при этом расшатываются дверные коробки, полотна и петли.

11.Полы.

Полы – наливные из полимерного покрытия. Электрощитовая смесительной установки имеет подшивной потолок, оштукатуренные и окрашенные стены, керамогранитный пол.

Эксплуатация полов производственного цеха сухих строительных материалов как конструктивного элемента, подверженного весьма интенсивному физическому износу, должна находиться под постоянным контролем специалистов службы технического надзора зданий и сооружений.

Осмотр полов должен производиться 2 раза в год. С периодичностью 2-3 раза в месяц следует осматривать участки, наиболее подверженные износу и повреждениям, как-то:

проезды внутрицехового и межцехового транспорта;

места разгрузки и складирования заготовок и готовой продукции;

места сопряжения различных видов полов;

Запрещается сбрасывать на полы тяжелые предметы и ставить тяжелое оборудование без подкладок из досок и брусьев.

Нельзя допускать перегрузки полов. С этой целью следует установить указатели предельно допустимых величин нагрузок на полы по отдельным их зонам.

Запрещается перетаскивать по полу тяжелые предметы волоком и другими способами, при которых покрытиям полов могут быть причинены повреждения.

Разгрузка, погрузка и складирование материалов, полуфабрикатов и изделий должны производиться только на предусмотренных проектом участках.

Способ уборки полов должен отвечать санитарно-гигиеническим условиям, требованиям технологического процесса, правилам пожарной безопасности и соответствовать материалам и устройству пола.

Очистка и другие работы по содержанию полов должны производиться в сроки, установленные технологическим подразделением и санитарно-гигиенической службой в зависимости от назначения помещений, характера их эксплуатации, а также от материала и конструкции полов.

Полы из цементно-песчаной плитки необходимо оберегать от ударов.

Настил обслуживающей площадки разгрузочной рампы спроектированы с таким расчетом, чтобы исключить скольжение при ходьбе и обеспечивался сток дождевой воды.

12.Лестницы.

Технический осмотр лестниц должен производиться не реже двух раз в год (весной и осенью).

При осмотре лестниц и их конструктивных элементов необходимо обращать внимание:

- на состояние и прочность заделки лестничных площадок в стены лестничных клеток (по внешнему виду);
- на сопряжение лестничных маршей с лестничными площадками;
- на состояние ступеней и опор лестничных маршей и металлических деталей в местах их сварки с определением надежности их крепления и степени повреждения их коррозией;
- на наличие трещин и повреждений в лестничных площадках, маршах и накладных проступях;
- на состояние и надежность крепления ограждения лестницы;
- на состояние несущих поперечных стен в местах опирания лестничных площадок и маршей;
- на появление трещин в углах, в местах сопряжения поперечных несущих стен с наружными стенами;
- на состояние несущих конструкций ступеней, сопряжение косоура с металлической балкой лестничной площадки, на состояние и надежность крепления ограждений при лестницах на металлических косоурах;

- на состояние лестничных площадок, ступеней и подступенков, прочность крепления к балкам, поддерживающим лестничные площадки, на надежность крепления лестничных перил и поручней.

Все обнаруженные при осмотрах дефекты должны включаться в план текущего или капитального ремонта, неисправности в ограждениях лестниц должны устраняться немедленно.

Запрещается перемещать тяжелые крупногабаритные предметы по лестничным клеткам без предварительного принятия мер по предохранению ступеней, площадок, поручней и стен от повреждений.

Лестницы должны мыться теплой водой не реже одного раза в неделю. Освещение лестницы следует включать с одного пункта.

Запрещается размещать на лестничных клетках, даже на короткий срок, оборудование, инвентарь и т.п.

13. Силосы

Силосные склады для хранения сыпучих материалов решены в виде группы силосов расположенной в северной части здания в габаритах осей « Г/1 – Ж». Форма силосов, их размеры, расположение в плане и количество определены исходя из требований технологического процесса, грунтовыми и температурными условиями с учетом архитектурно-композиционных требований и технико-экономических обоснований.

В проекте предусматриваются мероприятия, обеспечивающие защиту стыков от проникновения атмосферных осадков и пыления мелкодисперсных хранимых материалов (раздел ТХ).

Конструкции силосов рассчитаны на нагрузки и воздействия в соответствии с требованиями СП 20.13330. При расчете силосов также должны быть учтены нагрузки и воздействия: временные – от веса сыпучих материалов, части горизонтального давления и трения сыпучих материалов о стены силосов, веса технологического оборудования, усадки и ползучести бетона, крена и неравномерных осадков; и кратковременные – возникающие при изготовлении, перевозке и монтаже сборных конструкций, при изменении температур наружного воздуха, от части горизонтального неравномерного давления сыпучих материалов, от давления воздуха, нагнетаемого в силос, при активной вентиляции и гомогенизации.

14. Защита строительных конструкций

В комплекс мероприятий по обеспечению условий эксплуатации строительных конструкций производственного цеха входят:

Предохранения строительных конструкций здания от механических повреждений и ударов;

Своевременная уборка отходов производства в предназначенные для этого места;

Запрещение загромождения прилегающей к зданиям и сооружениям территории материалами, готовой продукцией, отходами производства и другими предметами;

Содержание в чистоте поверхностей всех несущих и ограждающих конструкций, частей здания цеха и инженерного оборудования внутри здания;

Строгое соблюдение правил противопожарной безопасности.

Поддержание в производственных помещениях проектного температурно-влажностного режима должно обеспечивать климатические условия надежной долговременной безаварийной эксплуатации несущих строительных конструкций производственного цеха.

Для защиты металлических конструкций от коррозии необходимо:

- периодически производить общие и частичные осмотры конструкций;
- содержать строительные конструкции в чистоте;
- выявлять и своевременно ликвидировать участки с преждевременной коррозией;
- обновлять общую окраску металлических конструкций.

Периодические общие осмотры металлических конструкций (с акцентом на выявление очагов коррозии) должны производиться не реже двух раз в год (весной и осенью).

Ускоренной коррозии подвергаются металлические конструкции в местах непосредственного воздействия на них влаги, паров или агрессивных газов,

Не реже двух раз в год металлические конструкции должны очищаться от пыли и загрязнений с помощью сжатого воздуха и мягких щеток.

Для надежной защиты металлических конструкций от коррозии обновление общей покраски всех конструкций должно производиться

через 3-6 лет эксплуатации зданий. Срок службы покраски зависит от внешней среды, типа лакокрасочного покрытия и качества его нанесения.

При производстве работ по общей покраске необходимо:

- поверхности подготавливаемой под окраску конструкции тщательно очистить от пыли, грязи, жирных пятен, окалины и старой краски;

- грунт и покрытие нанести в соответствии с технологическими условиями и инструкцией по производству окрасочных работ.

15. Правила содержания территории производственного цеха

Необходимо установить надзор и контроль за территорией предприятия, а также за техническим состоянием ограждения и ворот и содержать их в исправном состоянии.

Отмостки, тротуары и проезды вокруг здания производственного цеха сухих строительных смесей необходимо содержать в исправности, обеспечивая уклон 0,01 от стен здания. Щели между отмосткой и стенами здания необходимо расчищать и заделывать горячим битумом.

Весной перед таянием снега необходимо очищать от снега и мусора все водоотводные кюветы и ливнестоки у мостов и ливневой канализации.

Планировка участка и посадка зеленых насаждений должны исключать возможность его заболачивания, застоя или повышения уровня грунтовых вод. Необходимо своевременно поливать и производить подкормку зеленых насаждений, скашивать травы на газонах, обрезать деревья и кустарники.

Необходимо регулярно производить уборку территории, вывозку мусора и отходов производства.

7. Научно-исследовательская работа

7.1. Введение

В практике строительства довольно часто приходится сталкиваться с проблемой выбора конструктивного решения того или иного элемента. Для того чтобы наиболее рационально выбрать конструкции прибегают к технико-экономическому обоснованию и анализу работы конструкции под нагрузкой, выявляют наиболее существенные отличия в работе этих конструкций, устанавливают какая из них лучше подходит в данных обстоятельствах. При выборе конструкции учитывают пролет здания, величины нагрузок, наличие подвешенного транспорта, не последнюю роль играет ресурсная специализация региона строительства: целесообразно ли доставлять конструкции издалека или воспользоваться материалами местного производства? По-моему мнению, наиболее интересным и сложным вопросом является выбор несущих конструкций покрытия. В ходе данной работы были произведены расчеты железобетонной и металлической ферм в программном комплексе ЛИРА САПР для того, чтобы наиболее полно оценить критерии, по которым проектировщик отдает предпочтение тому или другому материалу, а также увидеть различия в напряженно-деформированном состоянии элементов двух различных ферм при одинаковых нагрузках и пролете.

7.2. Сбор нагрузок на поперечную раму

На поперечную раму действуют постоянные и временные нагрузки. К постоянным нагрузкам относят нагрузки от собственного веса конструкций: стропильной фермы, плит покрытия, кровли. К временным - снеговые

Таблица 1.1 – Сбор нагрузок на 1 м² покрытия

	Нормативная q ⁿ , кН/м ²	γ_f	Расчетная $q_i^n \cdot \gamma_{fi}$, кН/м ²
Линокрот ТКП	0,046	<u>1,3</u>	0,0598
Цементная стяжка [$\delta = 25$ мм; $\rho = 18 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	0,45	<u>1,3</u>	0,585
Утеплитель пенобетон [$\delta = 110$ мм; $\rho = 5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	0,55	1,3	0,715
Линокрот ТПП	0,036	1,3	0,0468
Рибристая плита покрытия 3х6 [$\delta = 86$ мм; $\rho = 19,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$]	1,677	1,1	1,845
Стропильная ферма 2 ФС24-3АШв	0,778	1,1	0,856
Итого	3,537	-	4,1076

Снеговая нагрузка:

$$p_{sn} = S_g \cdot l \cdot \gamma_n = 1,8 \cdot 6 \cdot 0,95 = 10,26 \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}} \right]$$

7.3. Определение усилий в элементах фермы

При расчете фермы необходимо рассмотреть следующие варианты загрузки:

- 1) постоянная нагрузка(собственный вес фермы и покрытия);
- 2) первый вариант загрузки снеговой нагрузкой(равномерно распределенная нагрузка по всему пролету);
- 3) второй вариант загрузки снеговой нагрузкой(равномерно распределенная нагрузка на половине пролета);
- 4)третий вариант загрузки снеговой нагрузкой (нагрузка, неравномерно распределенная по всему пролету, в середине сходящая в ноль);
- 5) четвертый вариант загрузки снеговой нагрузкой(нагрузка, распределенная по треугольнику, в середине обращаясь в ноль).

7.4. Основная часть

Ферма из ЖБ

Статический и конструкционный расчет фермы выполним в программном комплексе ЛИРА.

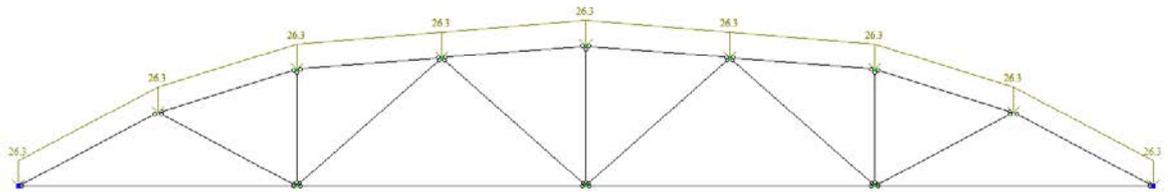
Примем следующие исходные данные для проектирования:

Бетон класса В-35

Напрягаемая арматура нижнего пояса - А600

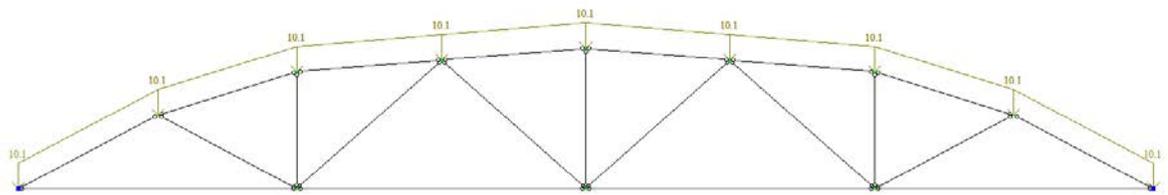
Продольная рабочая арматура - А400

Загрузка 1 - Постоянная по всей ширине



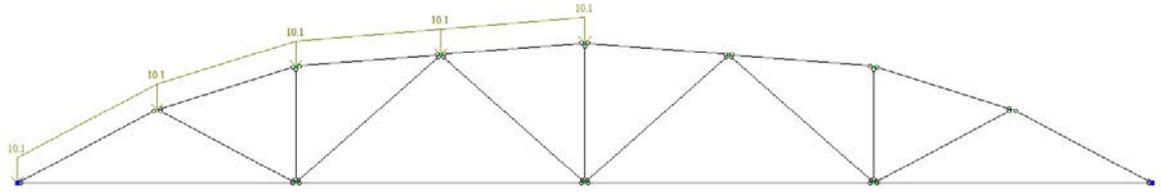
Zy
X

Загрузка 2 - Снеговая по всей ширине



Zy
X

Загружение 3 - Снеговая на половине



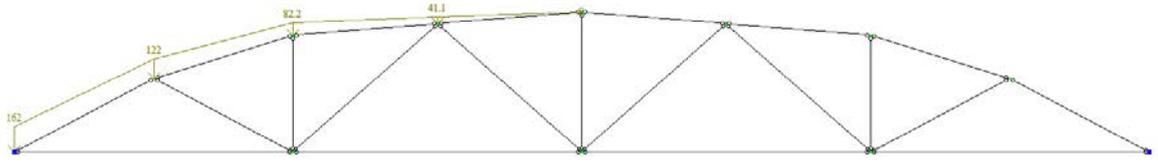
Zy
X

Загружение 4 - Снеговая равномерная по всей



Zy
X

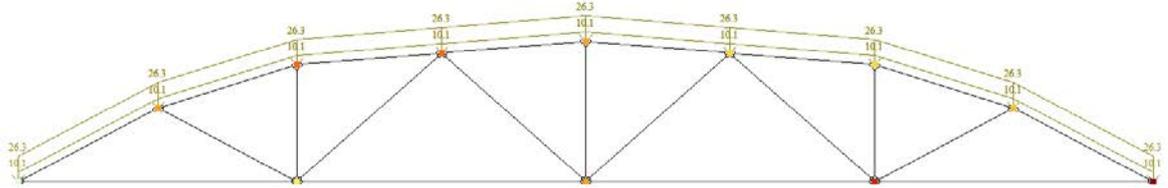
Заружение 5 - Сетчатая конструкция на половине



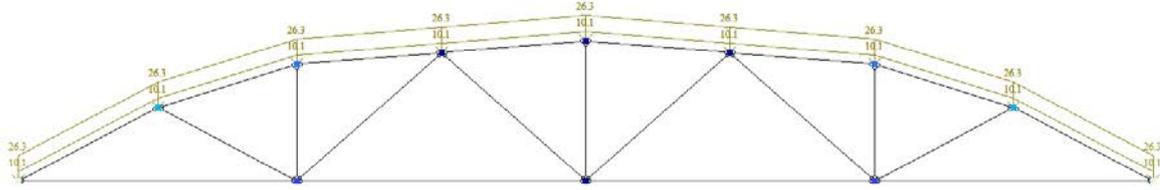
Zy
X



1
Мозаика пересечений по X(G)
Единица измерения - км



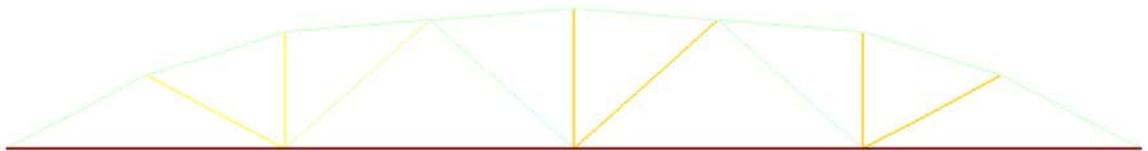
Zy
X



Zy
X

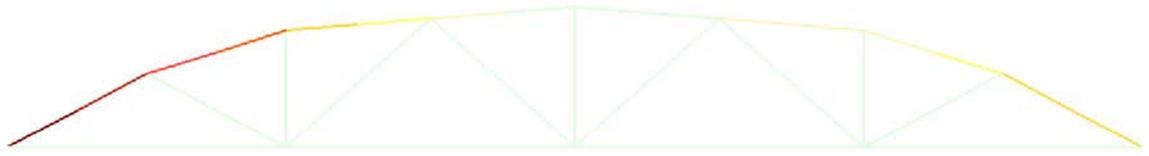
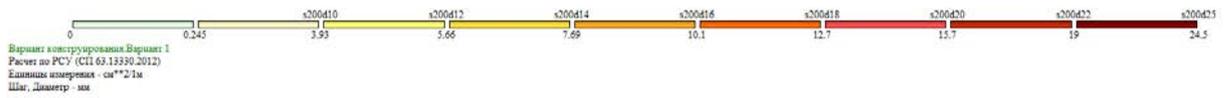


Вариант конструирования: Вариант 1
Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
Единицы измерения - см**2
Шаг, Диаметр - мм

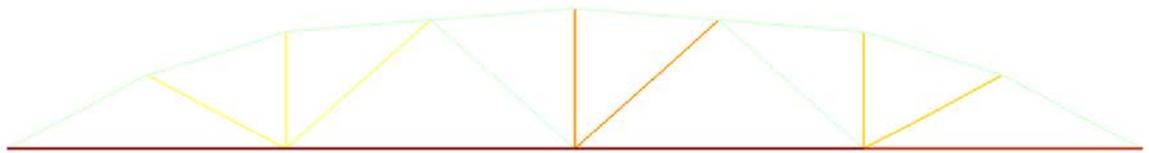


Zy
X

Площадь арматуры AU1 AU2 AU3 AU4 - Симметричное армирование - Максимум 12.57 в элементе 1.



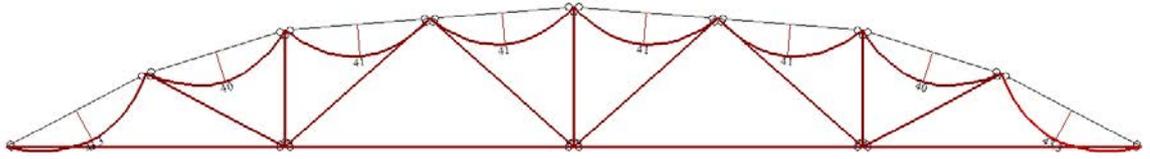
Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСУ (СП 63.13330.2012)



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСУ (СП 63.13330.2012)

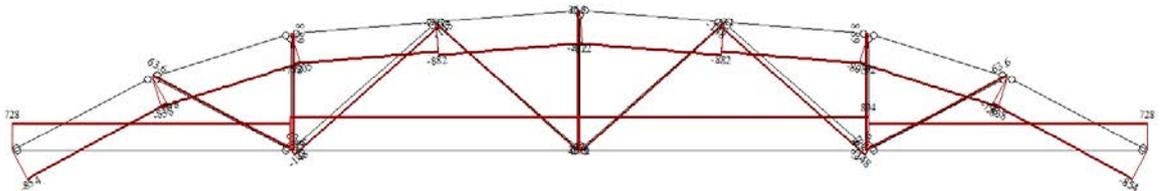


1
Элемент My
Единица измерения - кН*м

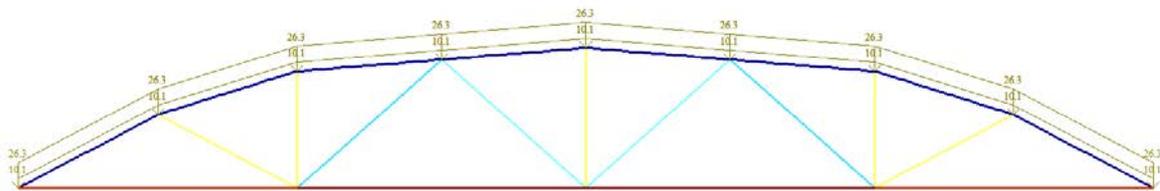


Zy
X
Максимальное значение 43.2668

1
Элемент N
Единица измерения - кН

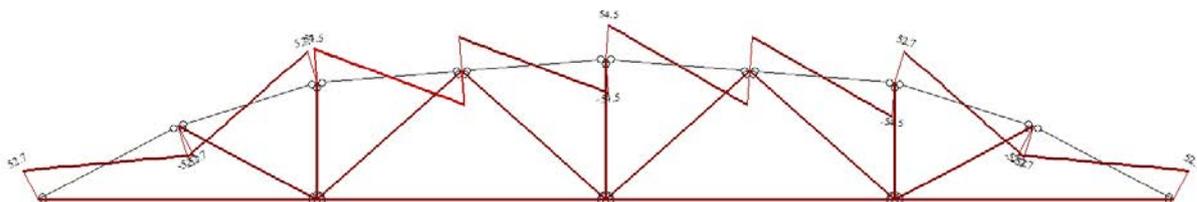


Zy
X
Максимальное значение 881.143



Zy
X

1
Экстр Qz
Единицы измерения - кН



Zy
X

Максимальное значение 34.9003
Минимальное значение -34.9003

Наиболее нагруженным является нижний пояс железобетонной фермы сечением 300x360 мм, согласно расчету размещаем в нижнем поясе четыре арматурных стержня из стали А600 диаметром 20 мм.

(4Ø20 с площадью $A=1256 \text{ мм}^2$)

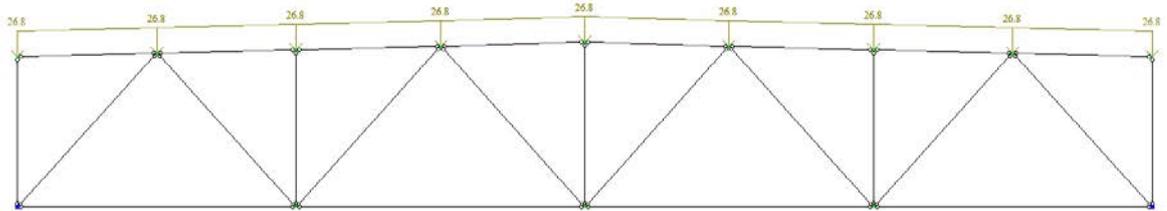
Треугольная решетка справа и слева от центральной стойки испытывают значительные сжимающие усилия, ближайшая к рассчитанному значению арматура согласно сортаменту является А-400 4Ø14 с $A=616 \text{ мм}^2$.

Все усилия, возникающие в верхнем сжатом поясе, согласно расчету, могут быть восприняты бетоном, поэтому арматуру назначаем исходя из минимального процента армирования железобетонных элементов. По конструктивным требованиям не рекомендуется применять арматуру диаметром меньше 10 мм, поэтому армируем верхний пояс 4Ø10 с $A=314 \text{ мм}^2$

Стальная ферма

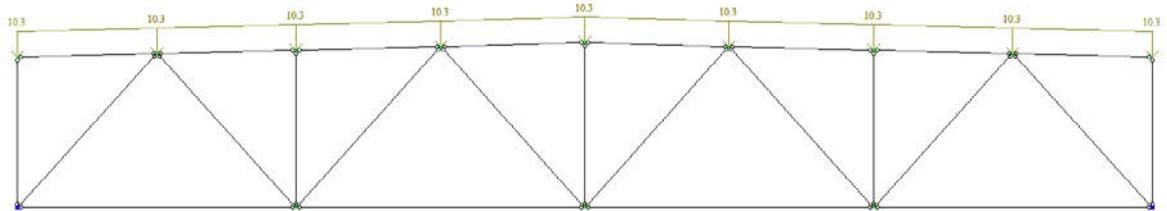
Запроектируем стальную ферму из стали марки С-245. Поскольку полигональное очертание требует высоту опорных стоек не ниже 3150 мм, а наличие значительного уклона сильно увеличивает строительную высоту фермы в центральной части, примем ферму трапециевидального очертания с решеткой и поясами из парных уголков. В первом приближении назначим следующие основные размеры профилей, расположение которых в расчетной схеме продемонстрируют нижеследующие рисунки. Пользуясь встроенным модулем СТК-САПР автоматически подберем наиболее рациональные размеры сечений.

Загрузка 1. Постоянная
Вариант конструирования: Вариант 1



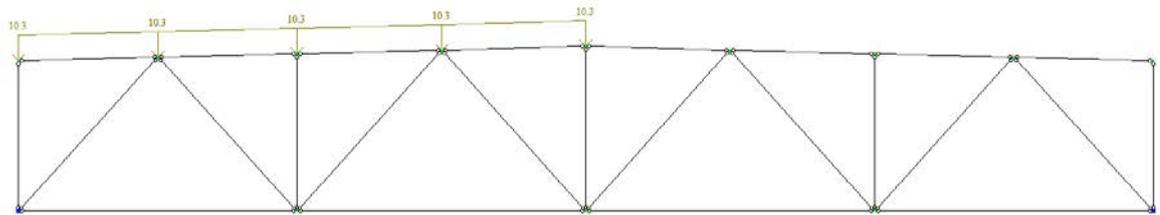
Zy
X

Загрузка 2. Снег
Вариант конструирования: Вариант 1



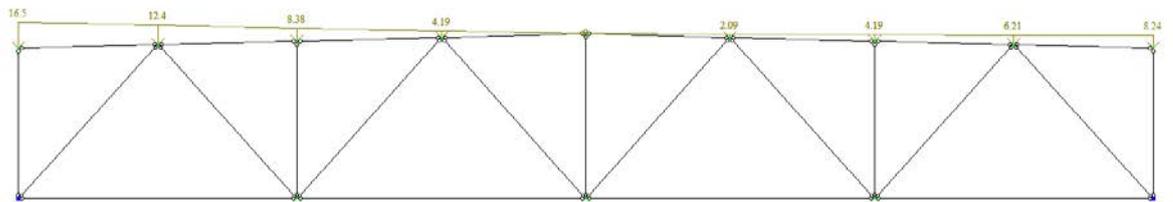
Zy
X

Заруэание 3 Сет пав
Вариант конструирования Вариант 1

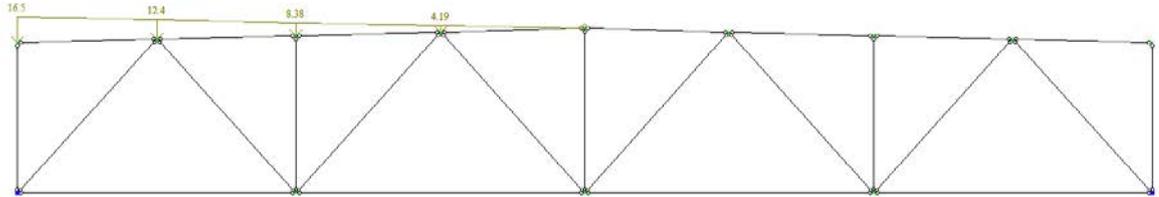


Zy
X

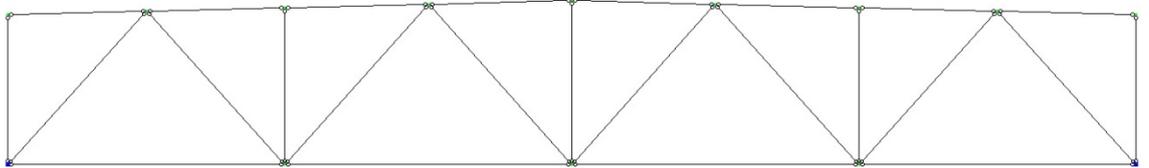
Заруэание 4 Сет лераносерный
Вариант конструирования Вариант 1



Zy
X



Вариант конструирования: Вариант 1



Подобранные сечения (Сталь)

Схема: Основная схема

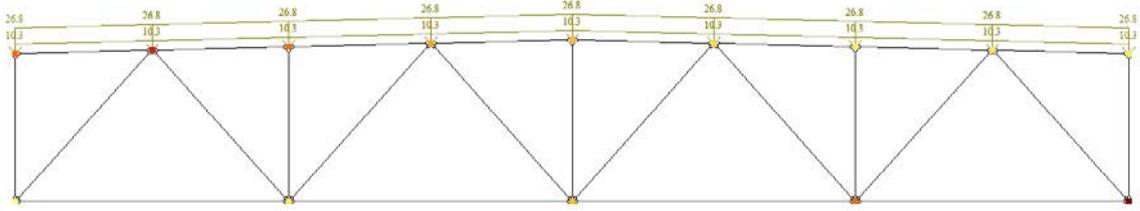
Текущие сечения:

- 1. Два уголка 120 x 120 x 10
- 2. Два уголка 80 x 80 x 7

#	Профиль	Сталь	*
1	2.120 x 120 x 8	C245	с..
2	2.125 x 125 x 9	C245	с..
3	2.20 x 20 x 3	C245	с..
4	2.90 x 90 x 9	C245	с..
5	2.100 x 100 x 10	C245	с..
6	2.125 x 125 x 9	C245	с..
7	2.25 x 25 x 3	C245	с..
8	2.35 x 35 x 4	C245	с..
9	2.75 x 75 x 8	C245	с..
10	2.80 x 80 x 6	C245	с..



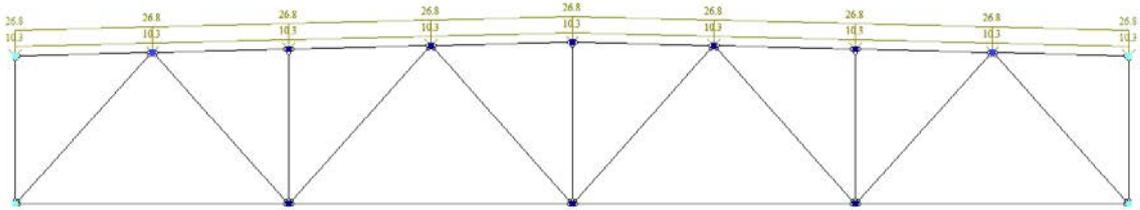
1
Мозаика перемещений по X(G)
Единицы измерения - мм



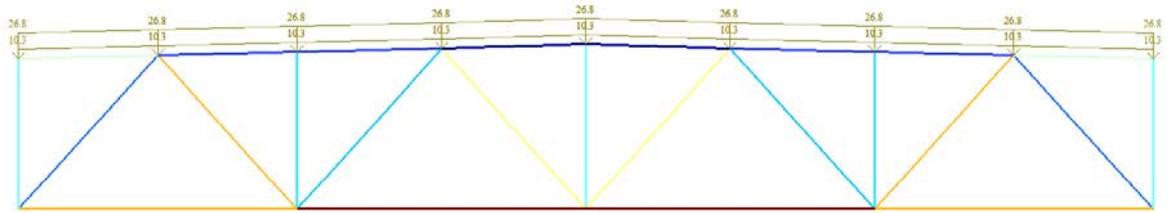
Zy
X



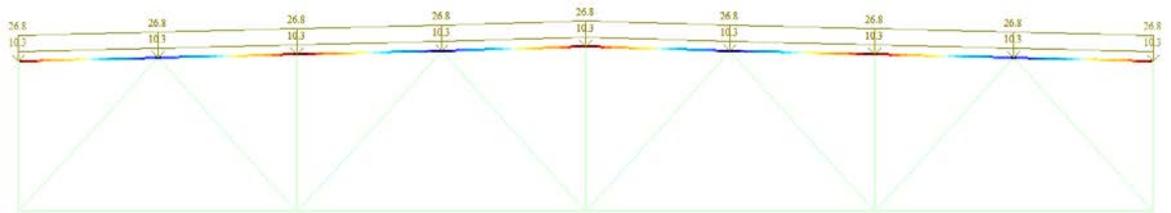
1
Мозаика перемещений по Z(G)
Единицы измерения - мм



Zy
X



Zy
X



Zy
X

Сравнивая НДС стальной и железобетонной ферм следует сделать несколько замечаний.

Несмотря на внешнюю похожесть конфигурации решетки обеих ферм нисходящие раскосы идущие от центральной стойки, а также примыкающие к ним восходящие раскосы ж/б фермы испытывают сжатие, а все стойки испытывают растяжение, в то время как в стальной ферме все стойки и восходящие раскосы испытывают сжатие, в итоге у ж/б ферм при данном сочетании нагрузок растянутых элементов решетки больше, чем сжатых, что, принимая во внимание анизотропию железобетона может быть засчитано как отрицательный момент. Растянутые элементы в этом случае могут не пройти проверку по трещиностойкости, из-за чего придется увеличивать размеры сечений, а вместе с ними возрастет и общий вес фермы. Однако сжатые крайние раскосы стальной фермы напряжены гораздо сильнее, чем в железобетоне, что в случае с металлом может привести к продольному изгибу.

Нижний пояс обеих ферм испытывает растяжение, причем у ж/б фермы он испытывает большие усилия, чем в стальной, поэтому сечение нижнего пояса в железобетоне является самым массивным. В фермах из металла эти усилия влияют на размеры сечений менее заметно, в особенности у нижних стержней крайних панелей. Возможность появления трещин в бетоне и быстрое исчерпание несущей способности привела к необходимости постановки преднапрягаемой арматуры в нижнем поясе, что позволяет минимизировать отрицательные эффекты, вызванные растяжением.

Верхний пояс обеих ферм испытывает сжатие, но в ферме из железобетона распределение усилий однородно, за счет полигонального очертания верхнего пояса, близкого по своей форме к кривой давлений. В стальной ферме сжимающие усилия уменьшаются от центра фермы к краям, где достигают минимальных значений.

В железобетонных фермах в сравнении со стальными расход стали вдвое ниже, но трудоемкость и стоимость изготовления немного выше, а масса как правило больше. Снижение общей массы можно достигнуть использованием бетонов высокого класса и назначением высоких процентов армирования. При покрытии цехов с сухими строительными смесями при повышенных температурах, в связи с происходящими там технологическими процессами из соображений пожарной безопасности и при пролете 24 м рациональнее будет выбрать ферму из железобетона.

Вывод

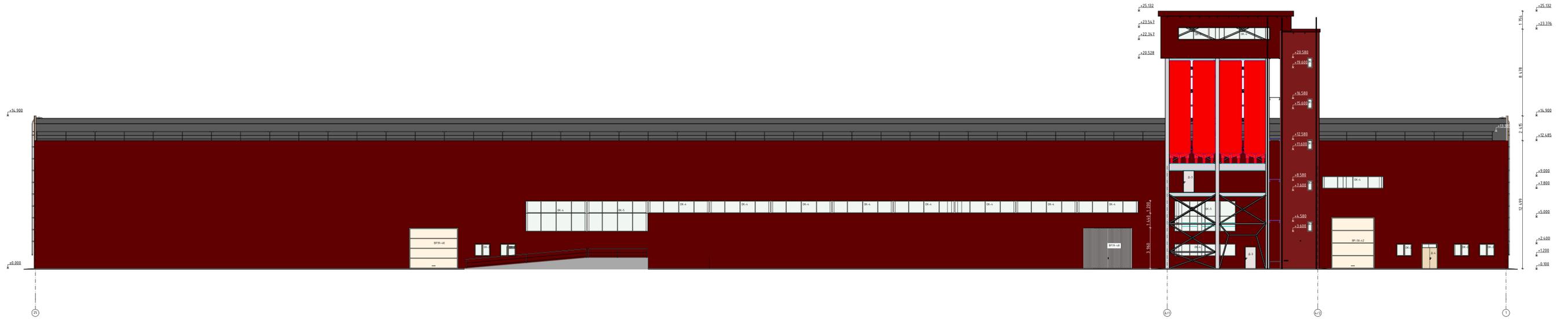
Таким образом, на основе всего вышеизложенного делаем вывод о том, что в данных обстоятельствах в качестве стропильной конструкции рациональнее железобетонную ферму сегментного очертания из бетона класса В35.

Список используемой литературы

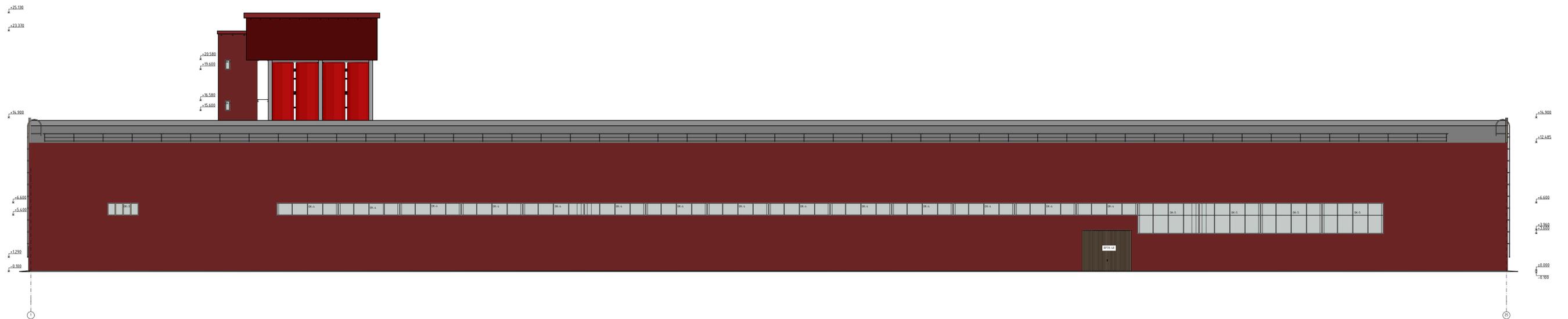
1. Шевцов К.К. «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Том III «Жилые здания».
2. Барщ М.О., Симонов Г.А., Тургенев С.П. «Архитектурное проектирование жилых зданий».
3. Туполев М.С. «Конструкции гражданских зданий».
4. СНиП-II-3-79 «Нормы проектирования. Строительная теплотехника». – М.: Стройиздат, 1980 г.
5. Общесоюзный каталог типовых конструкций и изделий. Сборник 3.01.П-1.89. Том 1-3 «Железобетонные конструкции и изделия кирпичных жилых зданий». – М.: Госстрой СССР. 1989 г.
6. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»
7. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»
8. Байков А.П. «Железобетонные конструкции»
9. Мандриков А.П. «Примеры расчета железобетонных конструкций»
10. Берлинов М.В. «Основания и фундаменты».
11. Сороган Е.А., Трофименков Ю.Г. «Справочник проектировщика. Основание, фундаменты и подземные сооружения» - М.: Стройиздат, 1985 г.
- Гольдштейн М.Н. «Расчет осадок и прочности оснований зданий и сооружений».
12. СНиП 2.02.01-83 «Основание зданий и сооружений» - М.: Стройиздат, 1985.
13. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» - М.: Стройиздат, 1986 г.
14. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» - М.: Стройиздат – 1986 г.
15. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83).
16. Литвинов О.О.»Технология строительного производства»
17. Дикман Л.Г. « Организация строительного производства»
18. Хамзин С.К., Карасев А.К. « Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование». Учебное пособие для строительных вузов.-М.:Высшая школа- 1989-216с.: ил.
19. « Справочник мастера строителя» Котов А.П,Новак А.П. под ред: Коротеева Д.В.-2-у изд. Перераб.идо.- Мб Стройиздат, 1989г
20. Григорьев А.В., Комаров В.А.Вдовина В.П.»Выбор монтажных механизмов» Учебное пособие.-Пенза. Гос.строит.институт.-88с.
21. ЕНиР сборник 2.выпуск 1 « Земляные работы»
22. ЕНиР сборник 4.выпуск 1 « Монтаж сборных и устройство монтажных железобетонных конструкций»
23. ЕНиР сборник 12 « Свайные работы»
24. ЕНиР сборник Е3. « Каменные работы»
25. ЕНиР сборник Е8. « Отделочные работы»
26. ЕНиР сборник Е7. « Кровельные работы»
27. ЕНиР сборник Е6. « Плотничные и столярные работы»

28. СНиП 3.03.01-87 « Несущие и ограждающие конструкции» Госстрой СССР,1989 г.
- 29.СНиП 3.01.01-85* « Организация строительного производства» Госстрой СССР,1985 г.
- 30.СНиП 2.11.01-85 « Складские помещения» - М.: Стройиздат, 1985г.
31. СНиП 2.09.04-87 « Административные и бытовые здания » - М.: Стройиздат, 1987г.
32. СНиП 12.03-2001 « Безопасность труда в строительстве»часть1.Общие требования – М.:ЦИТП 2001 г
- 33.СНиП 12.03-2001 « Строительное производство»часть2.– М.:ЦИТП 2001 г
- 34.Сафьянов А.Н., Абрамова В.Н., Щербакова Л.В. «Методические указания к выполнению курсовой работы экономика строительства». – Пенза: ПГАСА, 2001 г.
- 35.Карасев В.И. «Технико-экономическая оценка проектных решений объектов строительства». Учебное пособие – Пенза: ПГАСА, 1998 г.
36. Багдоев С.Г. «Проектирование поперечной рамы одноэтажного промышленного здания». Учебное пособие / Пенза: ПГУАС,2010.-179 с.

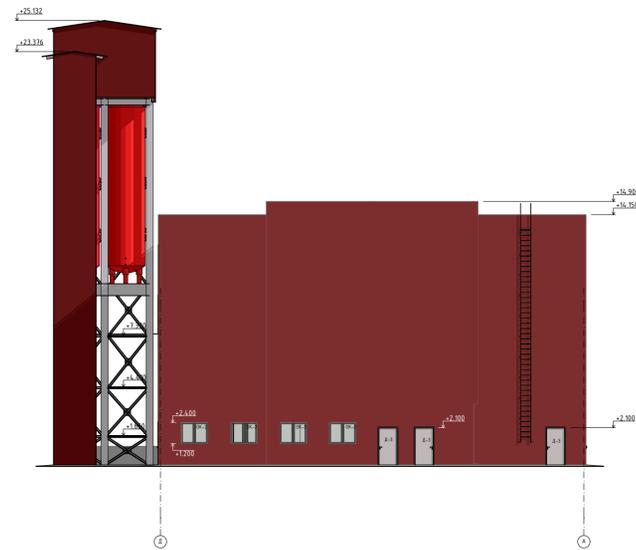
Фасад в осях 25-1 1:200



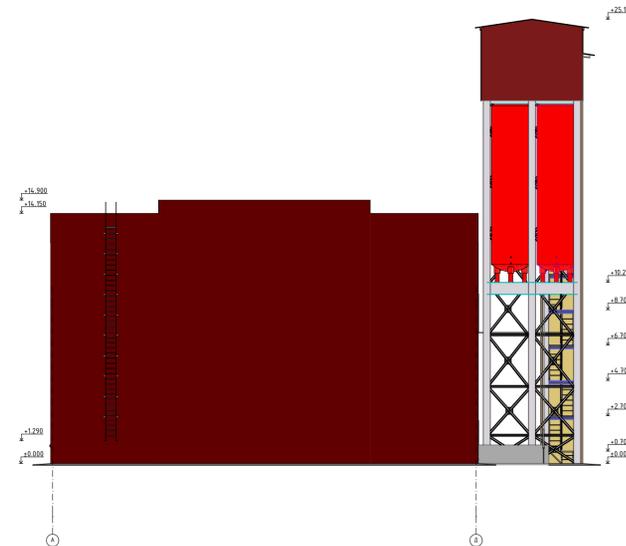
Фасад в осях 1-25 1:200



Фасад в осях А-Д 1:200



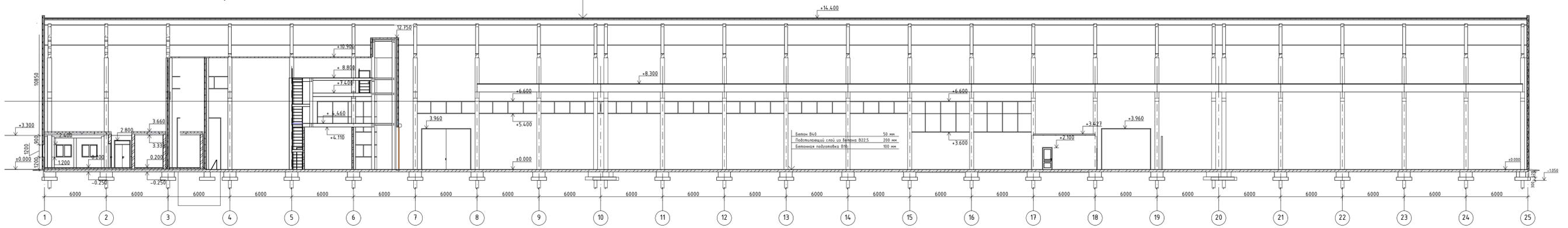
Фасад в осях Д-А 1:200



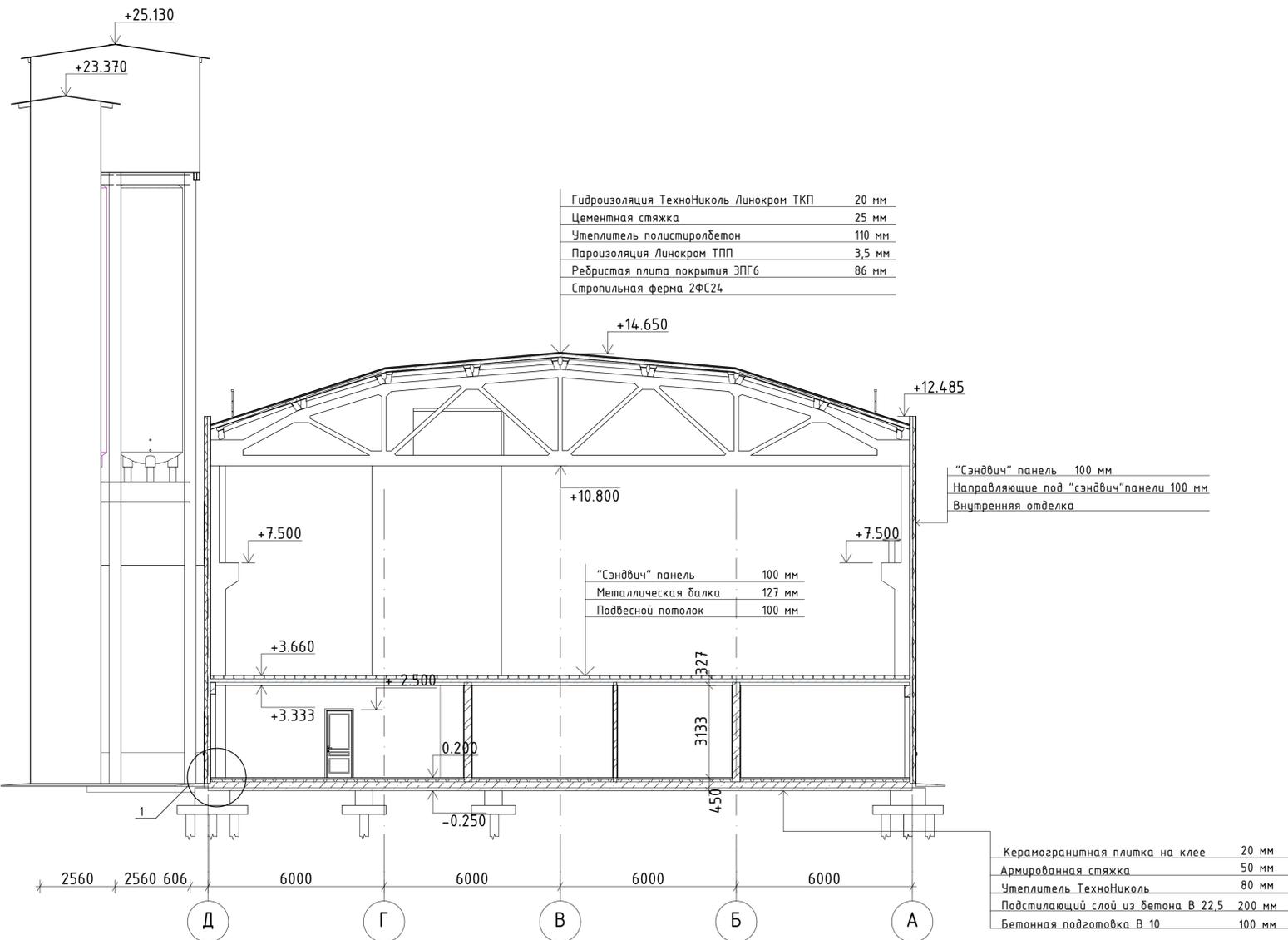
Зав. кафедр.	Ласько Н.Н.			ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017		
Руководит.	Абраштов В.С.			Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м ²		
Архитект.	Мизунов В.Н.			Производственное здание		
Расч.-конст.	Абраштов В.С.			Стация	Лист	Листов
ДиФ	Кузнецов А.А.			ВКР	02	10
ТиОС	Карпова О.В.			Фасады		
Экономика	Сарыгина А.Н.			ПГУАС кафедра СК		
ЭБЖД	Раздвина Г.П.			группа СТР1-44		
НИР	Абраштов В.С.					
Нормоконтр.	Абраштов В.С.					
Студент	Забыв А.Ю.					

Гидроизоляция ТехноНиколь Линокрим ТКП	20 мм
Цементная стяжка	25 мм
Утеплитель пенобетон	110 мм
Пароизоляция Линокрим ТПП	3,5 мм
Рёбристая плита покрытия ЭПГ 6	86 мм
Стропильная ферма 2ФС24	

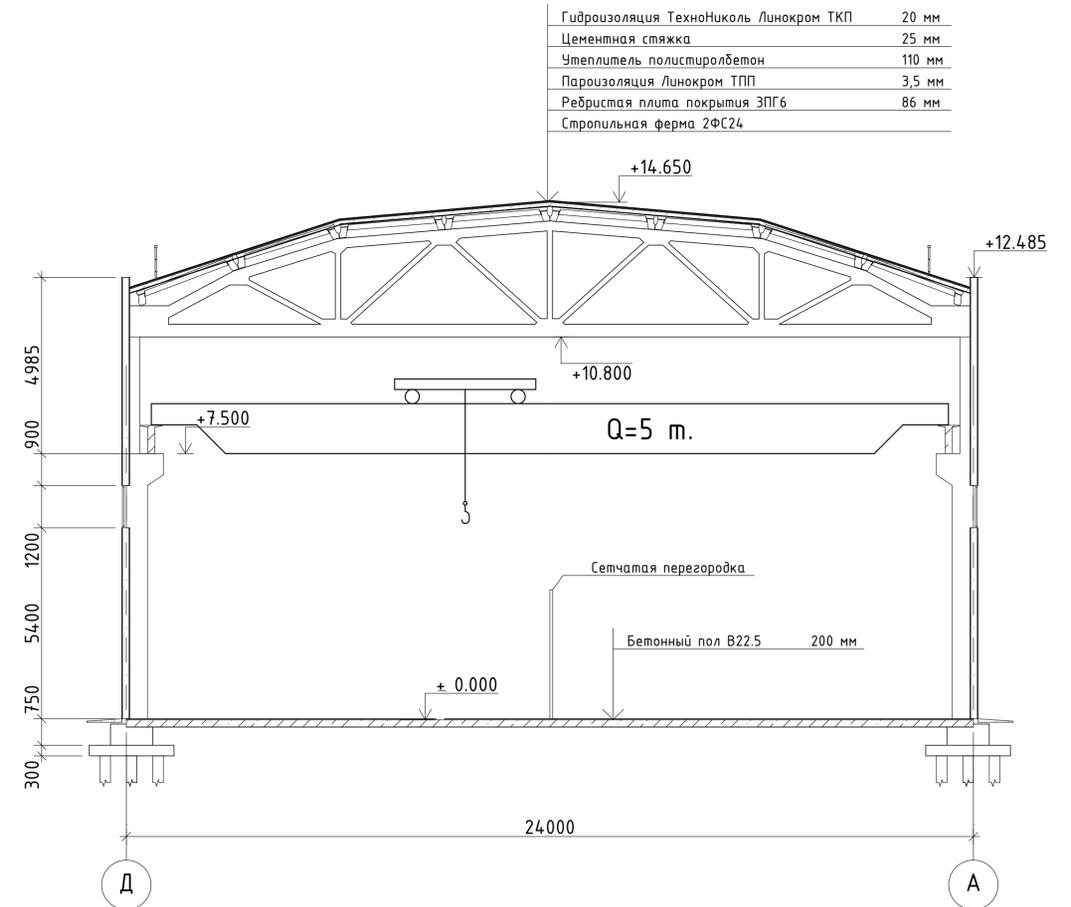
Разрез 1-1 1:200



Разрез 1-1 1:100



Разрез 3-3 1:100

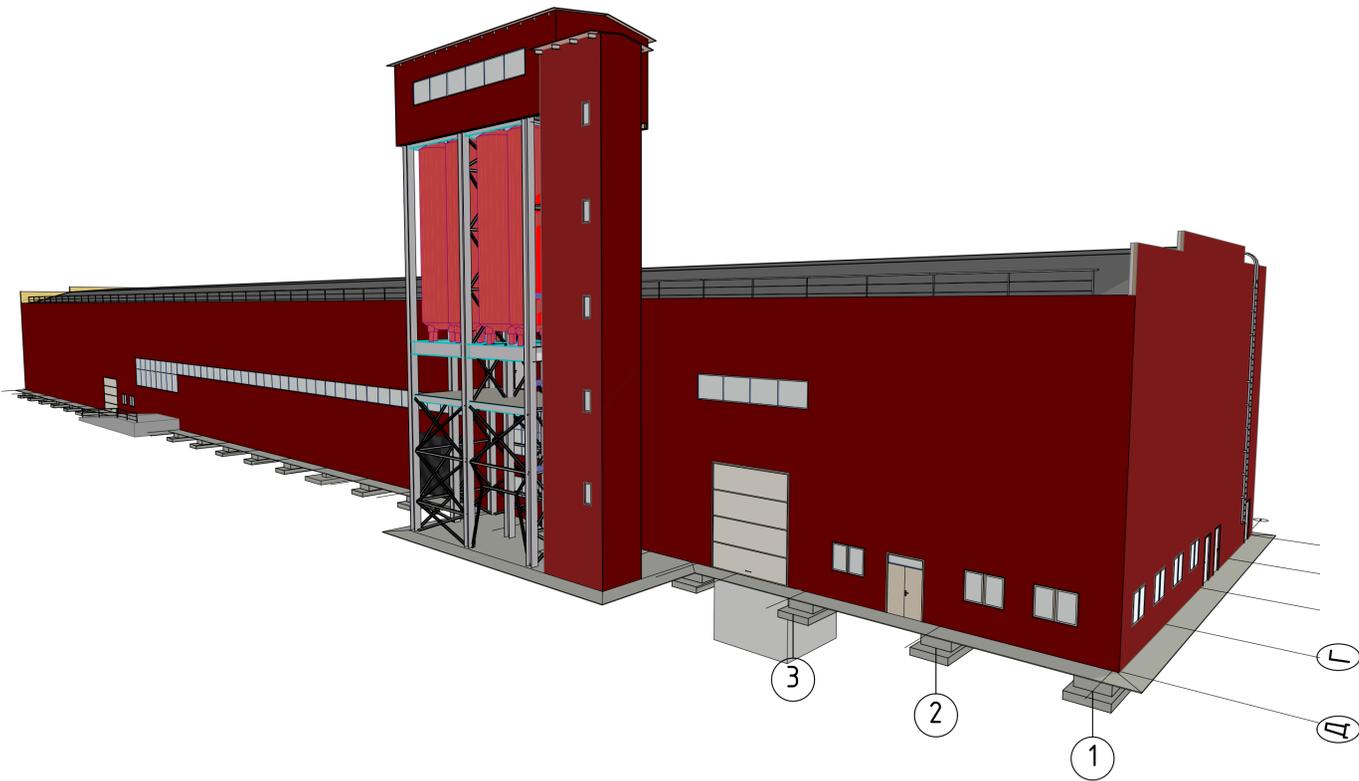


Зав. кафедр.	Ласский Н.Н.			ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017		
Руководит.	Абрашова В.С.			Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м ²		
Архитект.	Мызнов В.Н.			Производственное здание		
Расч.-конст.	Абрашова В.С.			Стадия	Лист	Листов
ОИФ	Кузнецов А.А.			ВКР	04	10
ГИОС	Карлова О.В.			Разрезы		
Экономика	Сарыгина А.Н.			ПГУАС кафедра СК		
ЭБЖД	Раздобина Г.П.			группа СТР1-44		
НИР	Абрашова В.С.					
Нормоконтр.	Абрашова В.С.					
Студент	Зыбин А.Ю.					

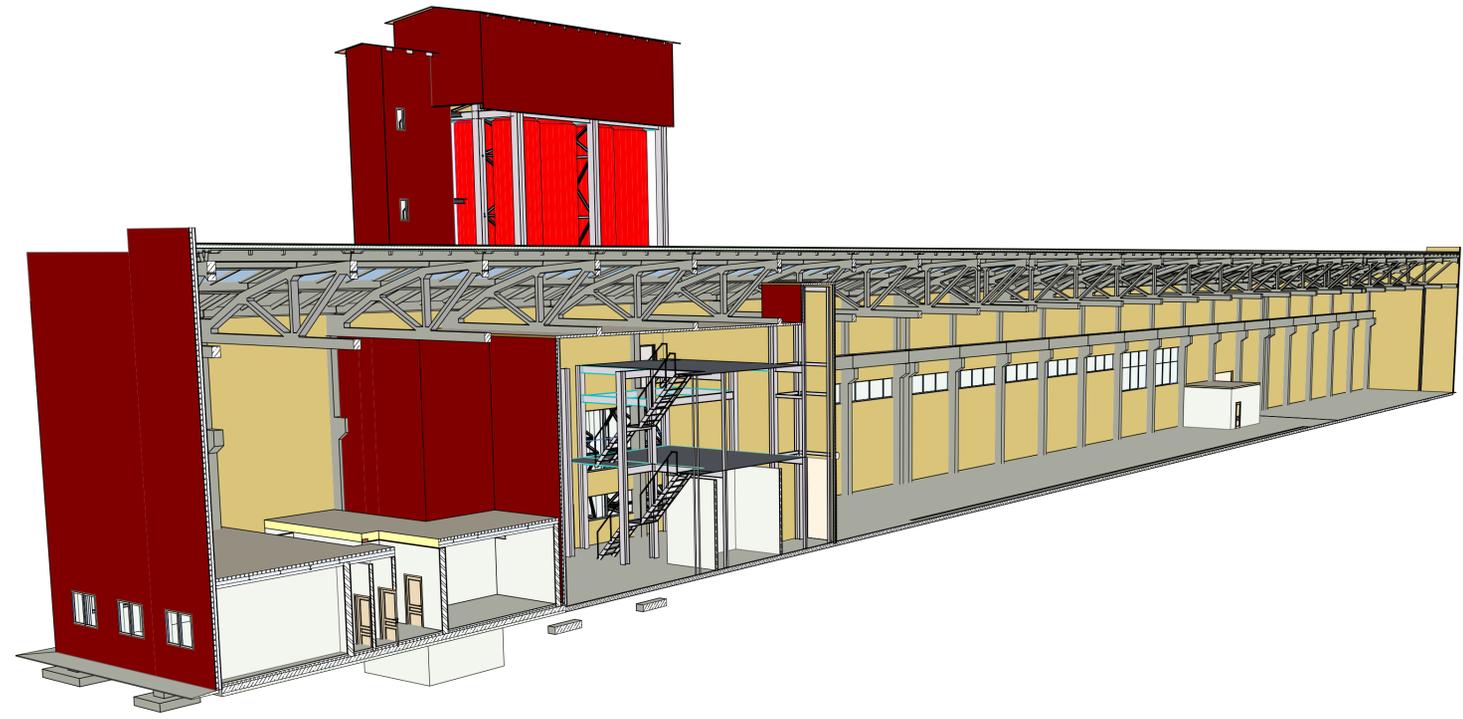
Прим.

1. Детали узла 1 см. Пояснительная записка, Архитек.-стр. часть.

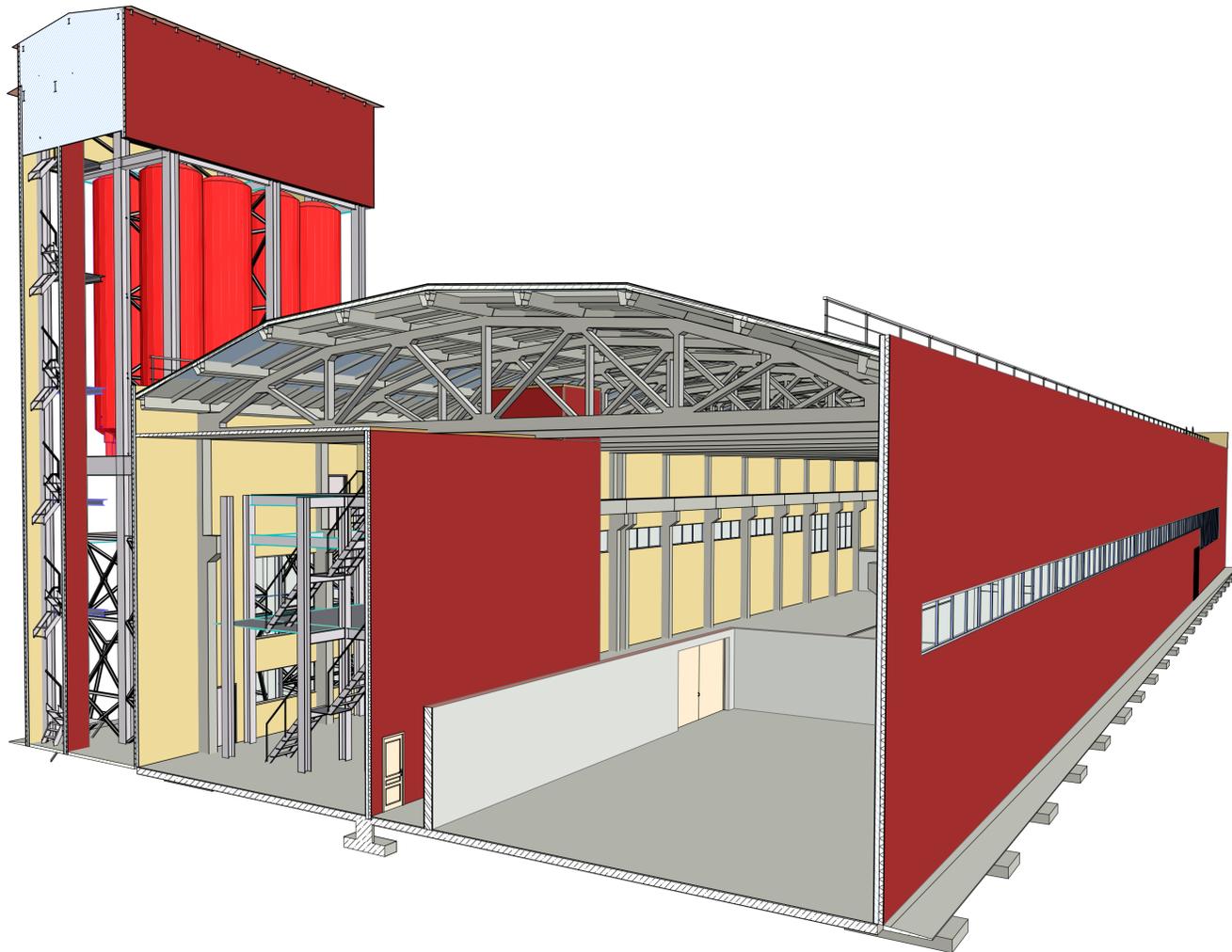
3D-вид 1



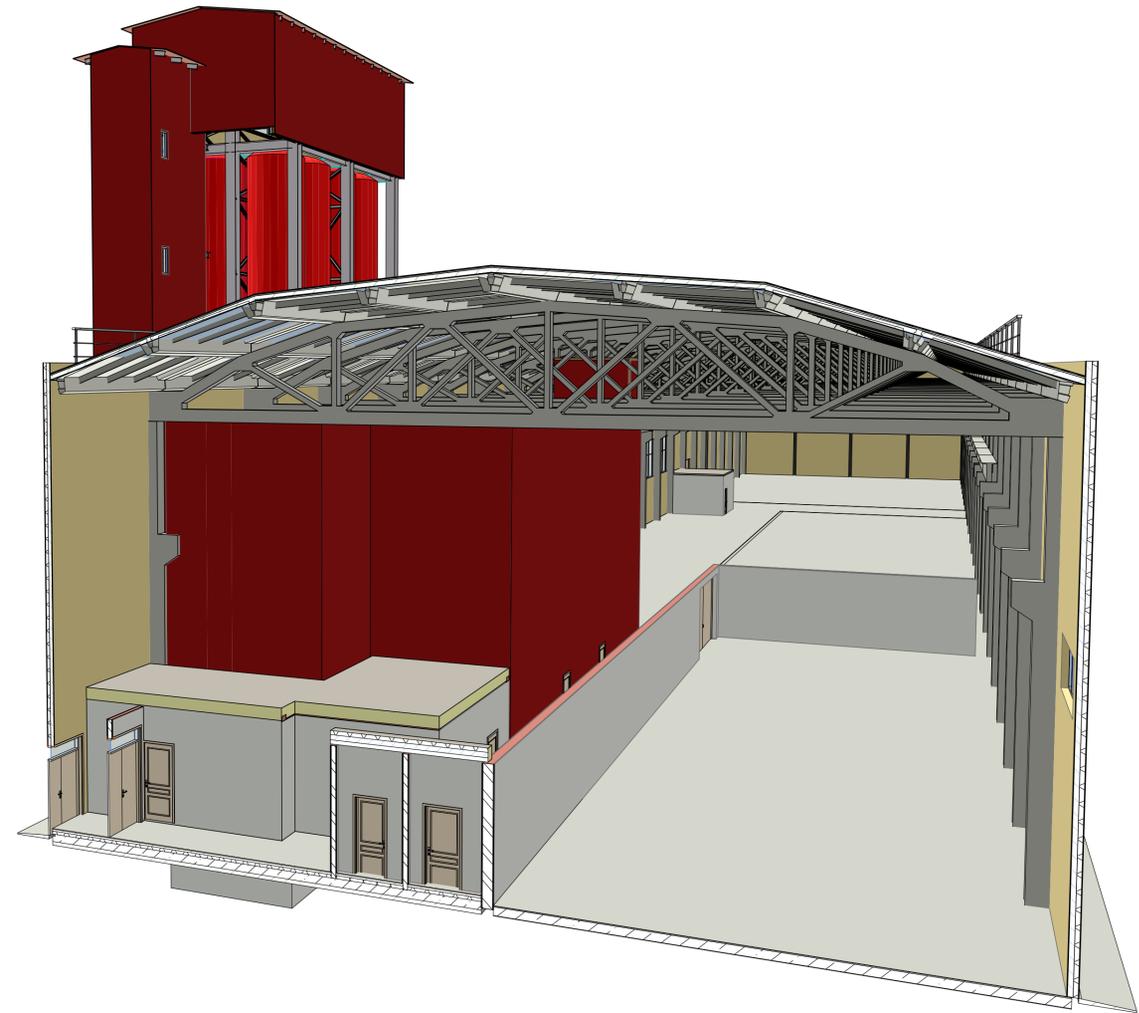
3D-разрез 2



3D-разрез 3



3D-разрез 4

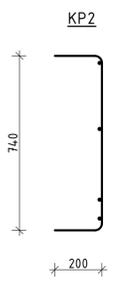
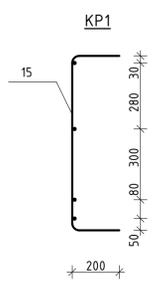
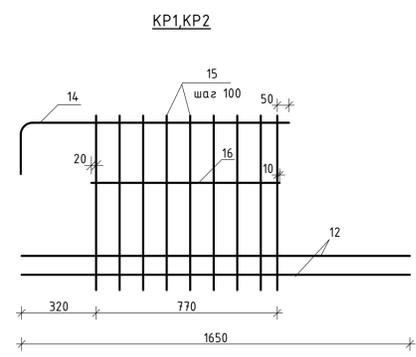
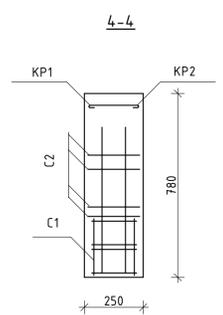
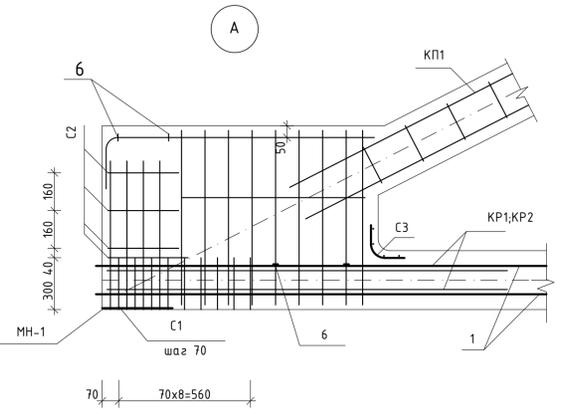
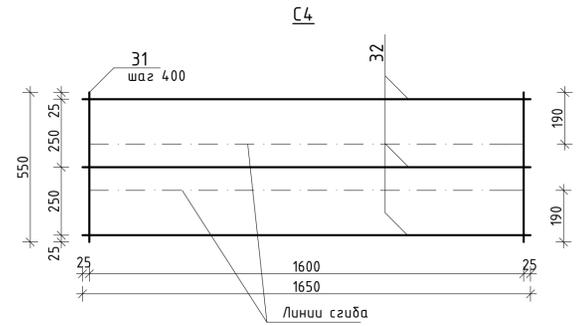
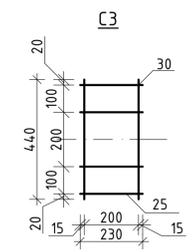
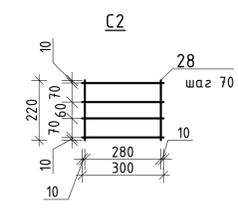
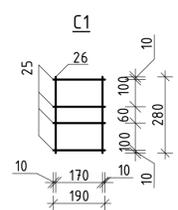
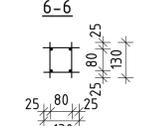
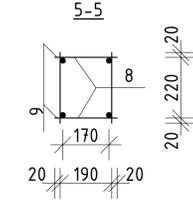
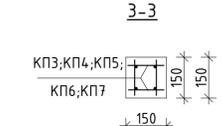
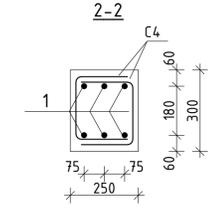
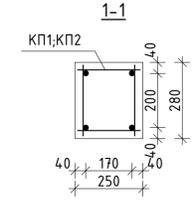
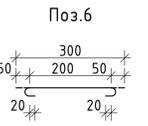
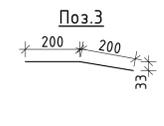
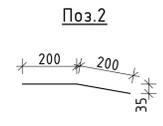
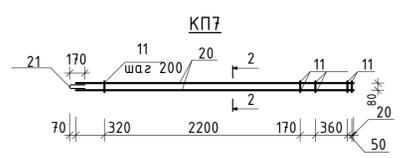
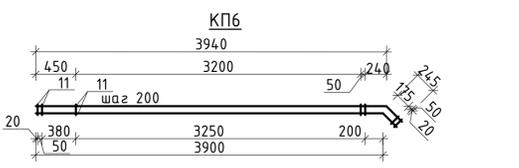
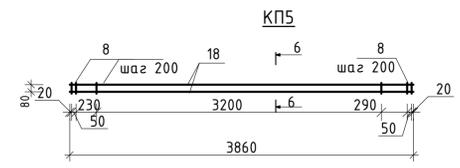
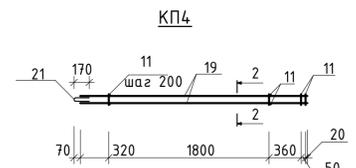
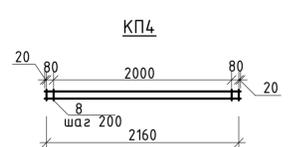
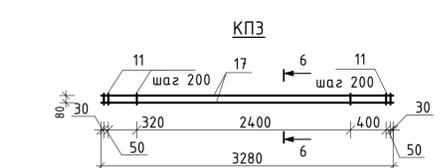
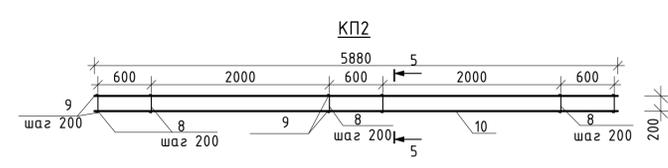
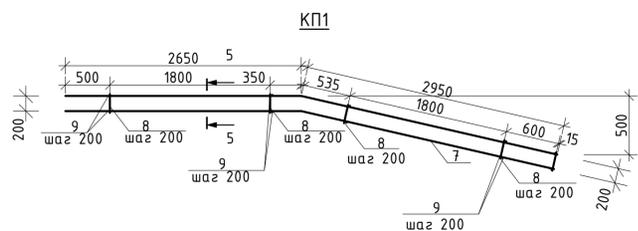
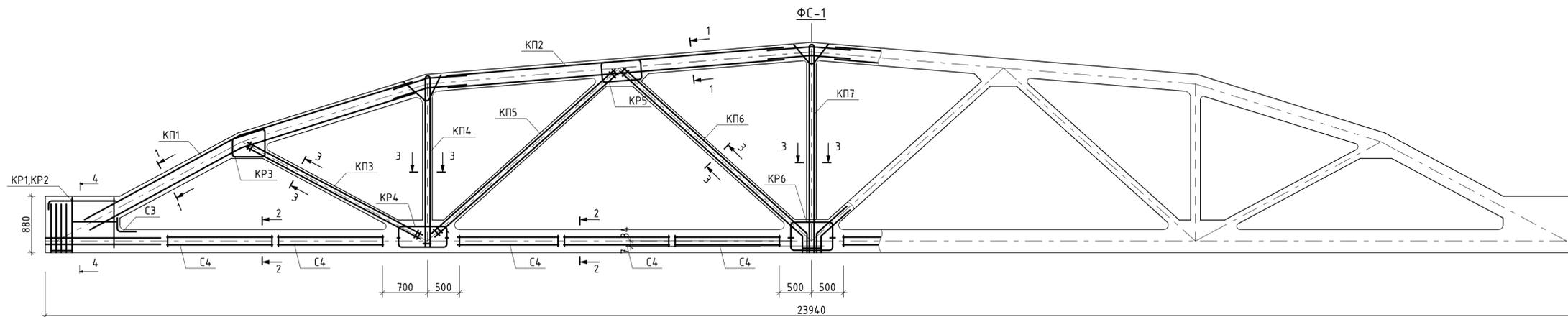


Прим.

1. Данный лист см. совместно с листами 2 и 3

Зав. кафедр.	Ласский Н.Н.				ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017			
Руководит.	Абраштов В.С.				Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м ²			
Архитект.	Мызин В.Н.				Производственное здание	Стадия	Лист	Листов
Расч.-конст.	Абраштов В.С.					ВКР	05	10
ОиФ	Кузнецов А.А.				3 D виды и разрезы.	ПГУАС кафедра СК группа СТР1-44		
ТиОС	Карлова О.В.							
Экономика	Сарычева А.Н.							
ЭбЖД	Раздвина Г.П.							
НИР	Абраштов В.С.							
Нормоконтр.	Абраштов В.С.							
Студент	Зыбин А.Ю.							

Спецификация арматуры и бетона на стропильную ферму покрытия ФС-1



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса кг.	Примеч.
		ФС-1			
		КП1	2		
		КП2	2		
		КП3	2		
		КП4	2		
		КП5	2		
		КП6	2		
		КП7	1		
		КР1	2		
		КР2	2		
		С1	16	3,2	
		С2	8	3,2	
		С3	2	0,6	
		С4	20	16	
1	ГОСТ 10884-81	Ø18 А600 L=25000	6	181,2	
2	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А300 L=400	8	2	гнуть
3	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А300 L=400	4	1	гнуть
6	ГОСТ 5781-82*	Ø6 А300 L=300	28	1,9	гнуть
		Итого		311,2	
		КП1			
7	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=5600	4	13,9	гнуть
8	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=230	48	0,6	
9	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=260	48	0,8	
		Итого		19,8	
		КП2			
8	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=230	60	0,6	
9	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=260	60	0,8	
10	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=5600	4	14,5	
		Итого		15,9	
		КП3			
11	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=100	60	0,48	
17	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=3260	4	9,6	
		Итого		10,08	
		КП4			
11	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=100	44	0,3	
19	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=2550	4	9,263	
21	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=275	2	0,46	
		Итого		10,023	
		КП5			
11	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=100	76	0,6	
18	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=3860	4	14,3	
		Итого		14,9	
		КП6			
11	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=100	76	0,6	
21	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=4185	2	5,7	гнуть
22	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=4140	2	5,68	гнуть
		Итого		12	
		КП7			
11	ГОСТ 6727-80*	Ø3 Вр-1 L=100	56	0,4	
20	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=3050	4	7,7	
21	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А400 L=275	2	0,5	гнуть
		Итого		8,6	
		КР1,КР2			
12	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А300 L=1780	2	2,6	
14	ГОСТ 5781-82*	Ø10 А300 L=1365	1	1	гнуть
15	ГОСТ 5781-82*	Ø6 А300 L=1140	9	2,5	гнуть
16	ГОСТ 5781-82*	Ø6 А300 L=730	1	0,26	
		Итого		6,36	
		С1			
25	ГОСТ 6727-80*	Ø4 А300 L=280	4	0,1	
26	ГОСТ 6727-80*	Ø4 А300 L=190	1	0,1	
		Итого		0,2	
		С2			
27	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=300	4	0,2	
28	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=220	5	0,2	
		Итого		0,4	
		С3			
25	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=230	4	0,1	
30	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=440	3	0,2	гнуть
		Итого		0,3	
		С4			
31	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=550	5	0,3	гнуть
32	ГОСТ 6727-80*	Ø4 Вр-1 L=1650	3	0,5	
		Итого		0,8	
		Бетон			
Поз.	Обозначение	Наименование	Ед.изм.	Объем	
	СП 63.13330.2012	Бетон легкий В-35	м³	4,47	

Вав. кафед.	Ласковой Н.Н.				
Руководит.	Абраштов В.С.				
Архитект.	Мызникова В.Н.				
Расч.-конст.	Абраштов В.С.				
ОИФ	Кузнецов А.А.				
ТиОС	Карлова О.В.				
Экономика	Сарыгина А.Н.				
ЭБЖД	Раздобина Г.П.				
НИР	Абраштов В.С.				
Нормоконтр.	Абраштов В.С.				
Студент	Зыбин А.Ю.				

ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017

Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м²

Производственное здание

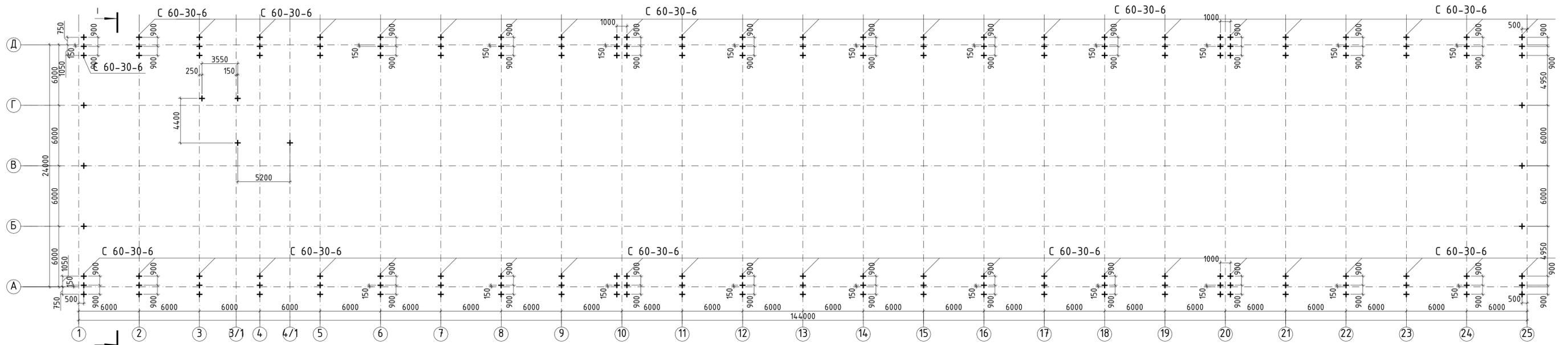
ФС 24. Армирование. Опалубка.

Стация Лист Листов

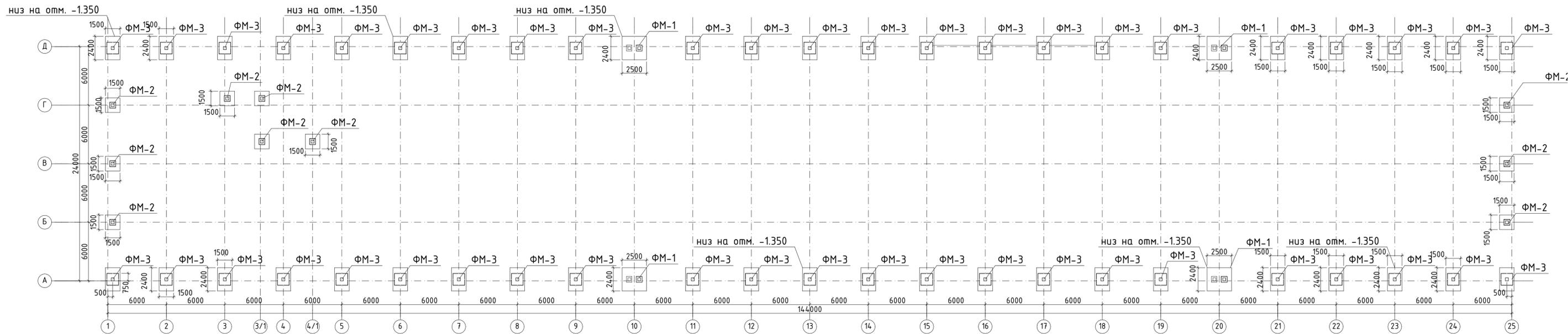
ВКР 07 10

ПГУАС кафедра СК группа СТР1-44

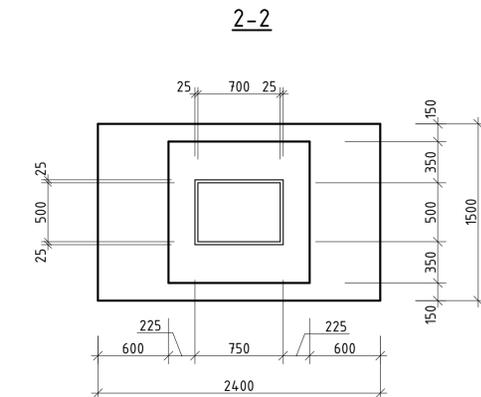
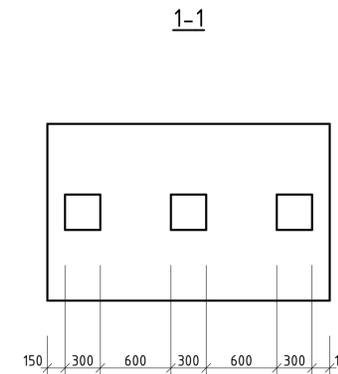
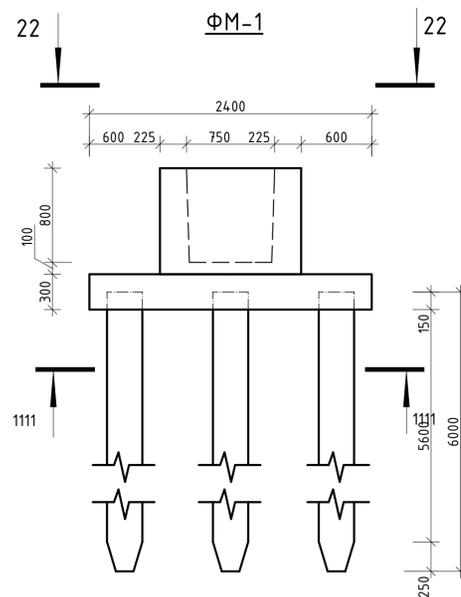
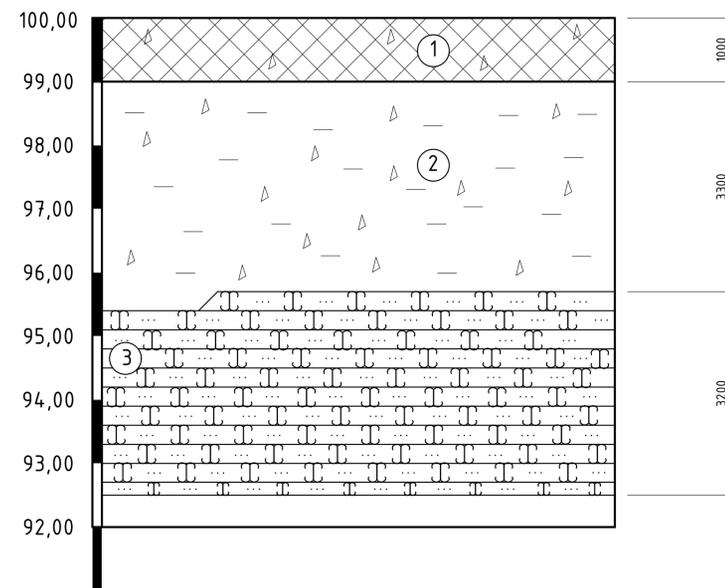
План свайного поля



План ростверков

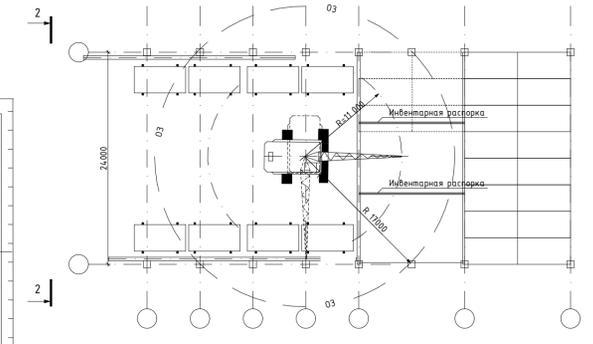
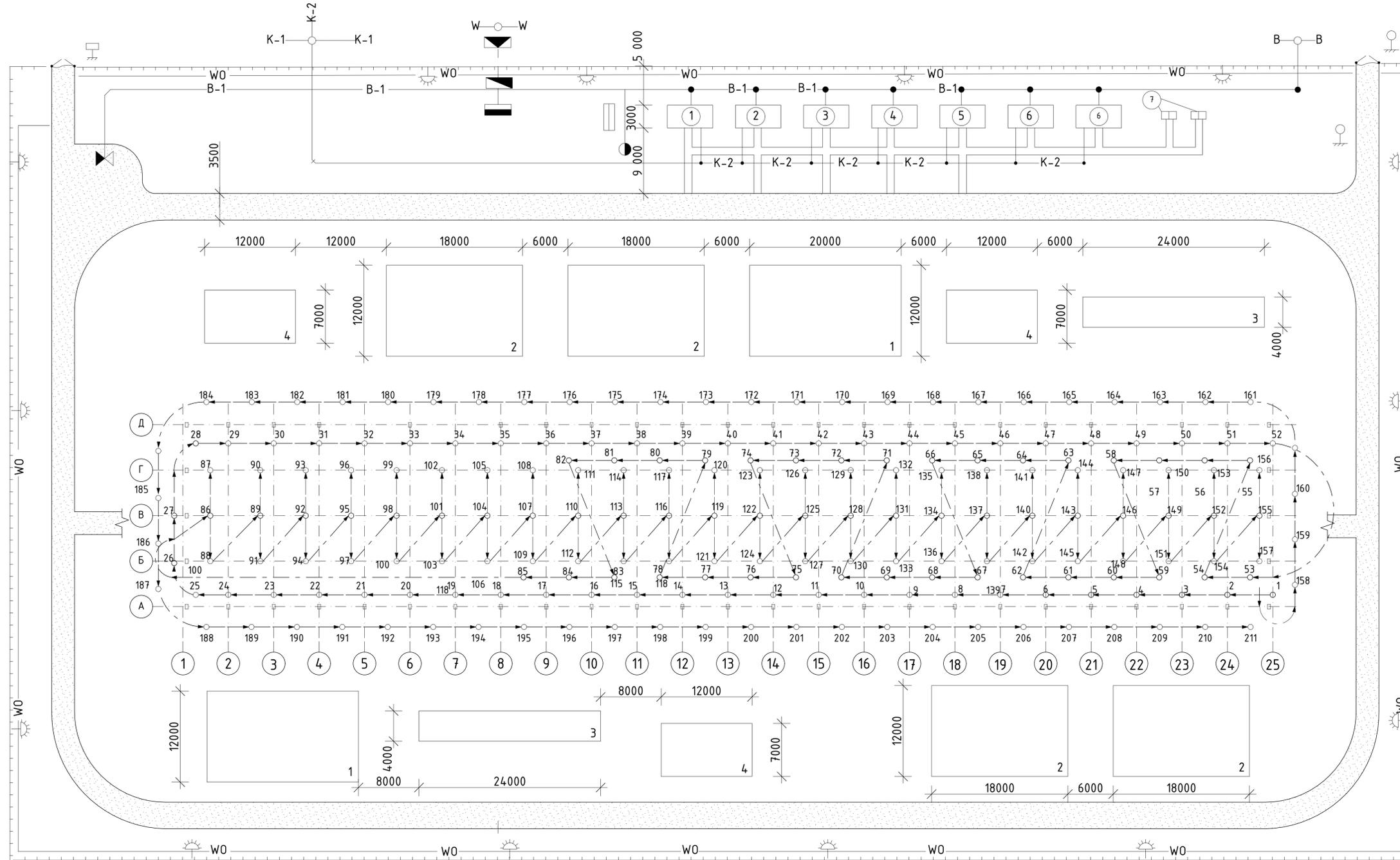


Разрез по линии I-I

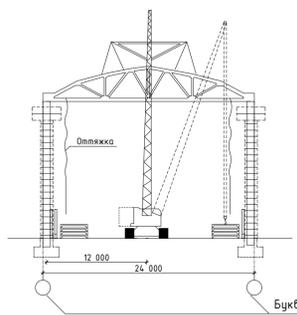


Взв. кафедр.	Ласкин Н.Н.			ВКР-2069059-08.03.01-131163-2017		
Руководит.	Абраштов В.С.			Цех сухих строительных смесей площадью 3400 м ²		
Архитект.	Мизунов В.Н.			Производственное здание		
Расч.-конст.	Абраштов В.С.			Стадия	Лист	Листов
ОИФ	Кузнецов А.А.			ВКР	08	10
ТиОС	Карлова О.В.			План ростверков; Свайное поле; Геологический разрез		
Экономист	Сарыгина А.Н.			ПГУАС кафедры СК группа СТР1-44		
ЭБЖД	Раздвина Г.Л.					
НИР	Абраштов В.С.					
Нормоконтр.	Абраштов В.С.					
Студент	Завьяев А.Ю.					

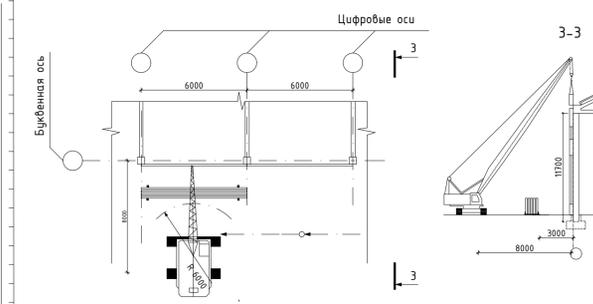
Строй генплан 1:300



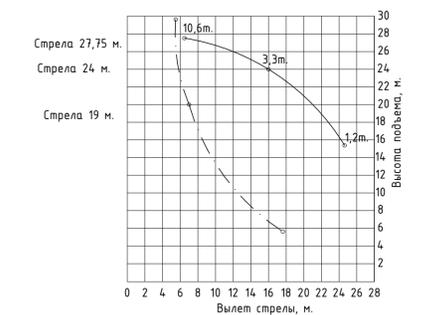
2-2



3-3



Характеристика крана ДЭК-251 (25 тонн)



Технико-экономические показатели СГП

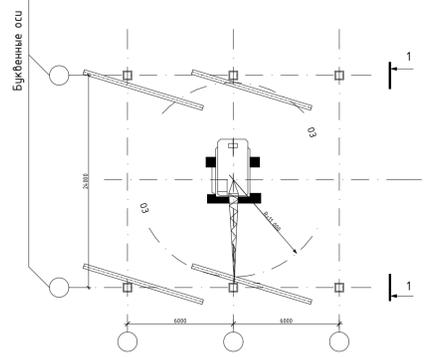
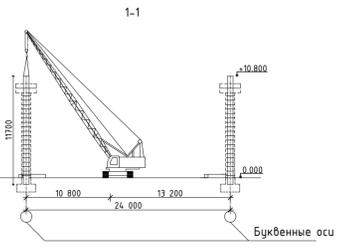
1. Продолжительность возведения надземной части здания, дн - 202
2. Трудоемкость 1 сборных ж/б конструкций чел.-см/м³ - 0,37
3. Среднесменная выработка одного рабочего на монтаж, м³ /чел.-см-2,7

Условные обозначения:

- 1 - 52 Монтаж колонн
- 53 - 85 Монтаж подкрановых балок
- 86 - 157 Монтаж ферм и плит покрытия
- 158 - 211 Монтаж стеновых панелей
- Временная дорога
- Временная дорога
- Направление движения транспорта

- Трансформаторная подстанция
- Электрощитовой распределительный пункт
- Рудильник
- Временная электросеть
- Постоянная электростанция
- Знак "Въезд запрещен"
- Знак "Въезд запрещен"
- Пржектор
- Противопожарный щит
- Склад
- Постоянный водопровод
- Временный водопровод
- Постоянная канализация
- Временная канализация
- Склад для хранения кирпичей
- Склад для хранения плит покрытия
- Склад для хранения стропильных ферм
- Склад для хранения ж/б колонн
- Пожарный гидрант
- Водопроводный кран

Схема монтажа колонн



Экспликация временных зданий и сооружений

№ п/п	Экспликация временных зданий и сооружений	Размеры	Площадь, м²
1	Прорывская	3x6	18
2	Гардеробная для мужчин	3x6	18
3	Душевая для мужчин	3x6	18
4	Гардеробная для женщин	3x6	18
5	Душевая для женщин	3x6	18
6	Помещение для обогрева и отсыла и приема пищи	3x6	18
7	Туалеты	1x1	1

Заб.кафед.	Лиськоб НН			КП-2069059-270800-131163-2017		
Руководит.	Абраштов В.С.			Цех сухих строительных смесей площадью 3400м²		
Архитект.	Мизинев В.Н.			Производственное здание	Стадия	Лист
Расч.-кост.	Абраштов В.С.				ВКР	09
ОуФ	Кузнецов А.А.			Стройгенплан.	ПГУАС, кафедра СК	
ТюОСП	Капцова О.В.				гр.СТР1-44	
Экономика	Сарынов А.Н.					
ЗубЖД	Разживина Г.П.					
Студент	Забнев А.Ю.					

