

---

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
“Бино ва саноат иншоотлари қурилиши” кафедраси**

**БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ**

**Мавзу:** Проектирование главного ремонтного цеха Ташкентского  
тепловозо-ремонтного завода “Ўзтемирйўлмаштаъмир” в г.  
Ташкент

Битирувчи: Саидакбаров И.И.  
Илмий раҳбар: Ходжаев С.С.

ТОШКЕНТ-2018

<b>Введение</b>	3
<b>1. Архитектурно-строительный раздел</b>	5
1.1. Климатические и геофизические характеристики района строительства	5
1.2. Санитарно-гигиенические требования к промышленному зданию	6
1.3. Противопожарные требования	7
1.4. Генеральный план	7
1.5. Объемно-планировочное решение производственного здания	8
1.6. Обоснование привязок к разбивочным осям	9
1.7. Конструктивное решение производственного здания	
<b>1.7.1. Специальные мероприятия</b>	9
<b>2. Расчетно-конструктивный раздел</b>	13
2.1. Расчет и конструирование предварительно напряженной сегментная стропильная ферма для покрытия главного корпуса здания	13
2.1.1. Исходные данные	13
2.1.2. Конструкция фермы	14
2.1.3. Определение нагрузок на ферму	14
2.1.4. Определение усилий в элементах фермы.	15
2.2. Расчет элементов фермы	17
2.2.1. Расчет верхнего пояса фермы	17
2.2.2. Расчет нижнего пояса фермы	18
2.2.3. Расчет нижнего пояса фермы на трещиностойкость	18
2.3. Расчет элементов решетки фермы	20
2.3.1. Рассмотрим на прочность растянутого раскоса	20
2.3.2. Расчет на трещиностойкость	20
<b>3. Технология и организация строительства</b>	23
3.1. Технологическая карта на строительно-монтажные работы	23
3.1.1. Подсчет объемов дополнительных работ	24
3.1.2. Выбор и расчет грузозахватных приспособлений	25
3.1.3. Расчет параметров монтажных кранов	27
3.1.4. Техничко-экономические параметры выбора крана	30
3.1.5. Формирование и расчет калькуляции затрат труда и заработной платы монтажных работ	30
3.1.6. Формирование и расчет календарного плана	35
3.2. Разработка календарного плана производства работ одноэтажного промышленного здания	36
3.2.1. Определение номенклатуры и объемов работ	37
3.2.2. Определение трудоемкости работ и затрат машинного времени	39
3.2.3. Определение материально-технических ресурсов	40
3.3. Расчет и проектирование стройгенплана	42
3.3.1. Расчет складских помещений и площадок	41
3.3.2. Расчет временных сооружений	45
3.3.3. Расчет потребности строительства в воде	46

3.3.4. Обеспечение строительства электроэнергией	48
3.3.5. Методика проектирования строительного генерального плана	50
<b>4. Охрана окружающей среды и экологического объекта</b>	<b>54</b>
4.1. Загрязнение вод в процессе строительного производства	54
4.2. Охрана почв и рекультивация земель	55
4.3. Шумы и меры защиты от них	56
<b>5. Библиографический список</b>	<b>57</b>

АО «Ўзбекистон темир йўллари»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного  
транспорта

Строительный факультет

Кафедра «Строительство зданий и промышленных  
сооружений»

«           опустить к защите»

           зав. кафедрой

«19» 06 2018 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ РАБОТЕ

на тему: Проектирование главного  
ремонтного цеха Ташкентского тепловозо-  
ремонтного завода "Ўзтемирйулмаштавир"  
в г. Ташкент

Выпускник

Саodatбаров У.У.

Руководитель

Кожиков С.С.

Консультанты:

Кожиков С.С.

Уой В.М.

Абдолзимов Ш.Х.

Ташкент 2018 г.



г) Раздел «Охрана окружающей среды и экологичность объекта»

Безопасная организация труда при строительстве  
д) Библиографический список кром. задания КМК 2.03.03-02  
КМК 2.01.02-98, КМК 2.03.04-98

4. Список чертежей (5 листов ватмана формата А1)

а) Архитектурно-строительные чертежи

1-ый лист Фасад, План, ГЗП, разрез здания  
2-ый лист План фундаментов, план стропил,  
конструктивный  
3-ий лист Планы администрат. бытового комплекса

б) Конструктивные чертежи

4-ый лист железобетонная сегментная  
ферма пролетом 24 м.

в) Чертежи по технологии и организации строительства:

5-ый лист календарный план строительства

5. Консультанты по разделам выпускной работ г:

№	Наименование раздела	Сроки выполнения		Подпись	Ф.И.О консультантов
		начало	окончан я		
1	Архитектурно-строительный	20.01.18	10.04.18		Кожжаев С.С.
2	Расчетно-конструктивный	1.04.18	15.05.18		Кожжаев С.С.
3	«Технология и организация строительства»	15.05.18	15.06.18		Ушаев В.М.
4	«Охрана окружающей среды и экологичность объекта»	16.06.18	20.06.18		Абдураимов М.

6. Дата выдачи задания

20.01.2018г.

7. Срок сдачи законченной работы

20.06.2018г.

Руководитель

Кожжаев С.С.

Задание было принято для выполнения

20.01.2018г.

## Введение

Промышленное строительство играет большую роль в создании основы могущества государства, в подъеме благосостояния народа. В эту область народного хозяйства направляется основной объем капитальных вложений. Обеспечить выпуск продукции в соответствии с потребностями общества, народнохозяйственной необходимостью и экономической целесообразностью - главная цель строительства промышленных предприятий.

Возведению любого объекта предшествует установление технической возможности и экономической целесообразности его строительства. Эти задачи отражаются в специальном документе, который носит название «проект».

Проект — это система сформированных целей создаваемого инженерного сооружения или любого другого объекта промышленного или гражданского назначения, представленная в виде:

- графических материалов (чертежей), отражающих архитектурно-планировочные, конструктивно-компоновочные и технологические решения будущего сооружения;
- расчетно-пояснительных записок, обосновывающих техническую возможность его строительства, надежность и безопасность работы в конкретной природной среде;
- сметно-экономической части, определяющей стоимость строительства и обосновывающей экономическую целесообразность затрат финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов.

От уровня проектных решений в значительной степени зависит экономическая эффективность объекта строительства, характер его жизненного цикла и продолжительность функционирования, себестоимость выпускаемой продукции, условия эксплуатации и труда.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнять следующие условия:

1. Внедрять поточную организацию строительства, обеспечивающую высокую производительность труда, эффективное использование средств механизации, непрерывное и равномерное потребление ресурсов. При этом все отдельные специализированные потоки увязаны между собой по производительности и в своей совокупности представляют единый комплексный строительный поток.

2. Повышать уровень состояния механизации и автоматизации основных и вспомогательных производственных процессов.

3. Использовать для выполнения отдельных строительных работ специализированные комплекты машин рациональной структуры, в которых качественный и количественный состав машин определяется не только по производительности, но и по технико-экономическим показателям их работы.

4. Применять наиболее прогрессивные технологические схемы производства механизированных работ при строительстве автомобильной дороги. Детальная привязка к конкретным условиям каждого участка строительства и средствам механизации решающим образом влияет на качество, стоимость и темп производства работ.

5. Обеспечивать качество производства работ, базирующееся на территориальной комплексной системе управления качеством работ, которая включает:

инструкцию по проведению проверок качества; регламент независимого контроля качества; методику применения административно-финансовых санкций за нарушение качества.

6. Организация строительных работ должна быть направлена на индустриализацию строительства, которая создает благоприятные условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, повышения производительности труда и снижения сроков и стоимости строительства.

По заданию кафедры «Строительство зданий и промышленных сооружений» в выпускной квалификационной работе было разработано проектное решение главного корпуса Депо технического осмотра в г. Хива

# 1. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Климатические и геофизические характеристики района строительства

Климатические и геофизические характеристики района строительства представлены в табл. 1.1

Таблица 1.1

Наименование характеристики	Значение, размерность	Источник
Место строительства	Андижан	по заданию
Климатический район	I B	[ 1 ]
Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца	34,7 °С	[ 1 ]
Средняя максимальная температура наиболее холодного месяца	-8 °С	[ 1 ]
Грунты основания	Супесь	по заданию
Нормативная глубина промерзания грунта	Менее 80см	[ 1 ]
Уровень и степень агрессивности грунтовых вод	Неагрессивные, менее 3м	по заданию
Нормативное значение веса снегового покрова	0,5 кПа	[ 2 ]
Нормативное значение ветрового давления	0,38 кПа	[ 2 ]
Сейсмичность района строительства	7 <sub>3</sub>	[ 3 ]
Сейсмичность площади строительства	7 <sub>3</sub>	[ 3 ]

Данные для построения розы ветров представлены в табл. 1.2

Таблица 1.2

Месяц	Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Направление по румбам								
Повторяемость %	10	32	18	10	8	4	6	12
Скорость М/с	1,5	2,6	2,2	1,6	1,5	1,5	2,1	2,5

Роза ветров приведена на рис. 1.1

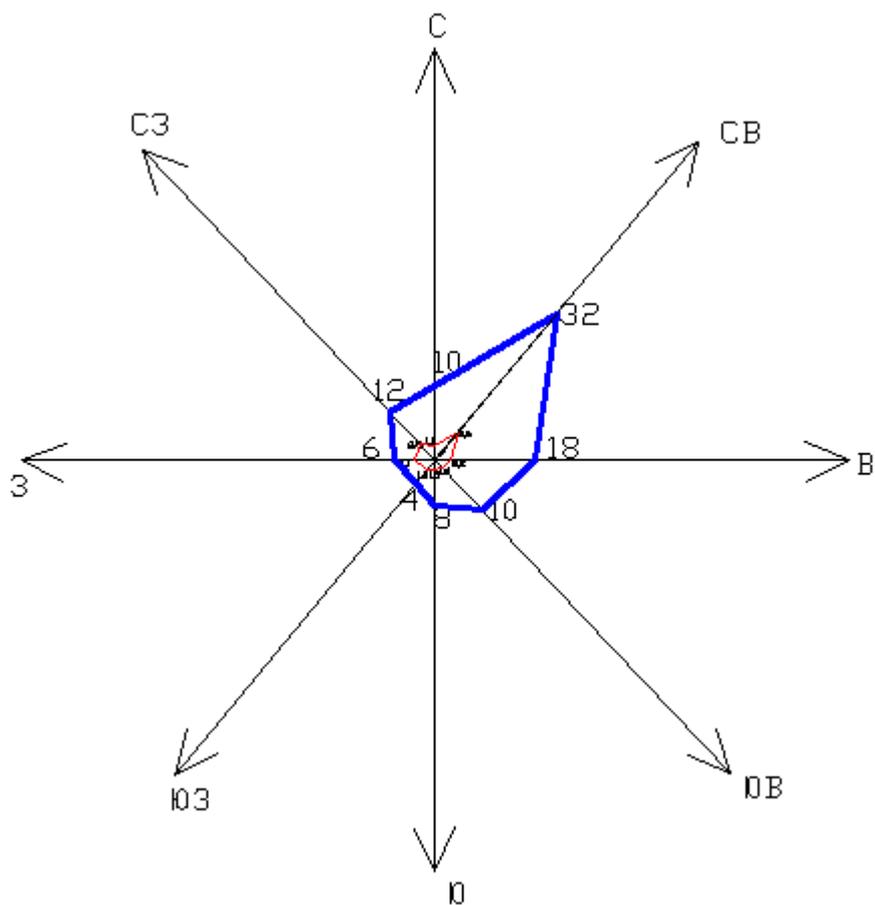


Рисунок 1.1 Роза ветров за месяц июнь

## 1.2. Санитарно-гигиенические требования к промышленному зданию

Санитарно-гигиенические требования к промышленному зданию представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Наименование требования	Значение, размерность	Источник
Санитарный класс	II	[8]
Ширина защитной полосы	500м	[8]
Категория производственных процессов по тяжести работ	Средняя тяжесть	[8]
Разряд зрительной работы	IV	[7]
Допускаемая ориентация по сторонам света	Продольные оси следует ориентировать в пределах $45^{\circ}$ - $110^{\circ}$ к медиану	[5]

### 1.3. Противопожарные требования

Противопожарные требования представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Наименование требования	Значение, размерность	Источник
1. Класс ответственности здания	II	[4]
2. Категории помещений по взрывоопасной и пожарной опасности а) отделения очистки стальным песком б) винипласта в) отделение гуммирования г) ремонтно-механический участок д) участок изготовления минераловатных матов е) малярное отделения	В Г Г Г Д Д	[4]
3. Категория здания по взрывопожарной опасности	В	[4]
4. Требуемая степень огнестойкости	IIIб	[4]
5. Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций: а) колонны б) стеновые панели в) стропильные конструкции г) плиты покрытий	1 ч 0,25 ч 0,75 ч 0,25 ч	[4]
6. Необходимое количество эвакуационных выходов из здания	Не менее 2	[4]
7. Предельное расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода	95 м	[4]
8. Ширина путей эвакуации в свету	Не менее 1 м	[4]
9. Ширина дверей	Не менее 0,8 м	[4]

### 1.4. Генеральный план

Участок строительства принят прямоугольной формы размерами в плане 211x180 м. Общая площадь территории составляет 3,798 Га.

На территории предусмотрены следующие объекты: производственное здание, АБК, здание управления, склады, гараж, очистные сооружения, склад горюче смазочных материалов, контрольно пропускной пункт, водоем, разворотная площадка, автостоянка .

Вход на территорию предусмотрен через пропускной пункт. На площади перед АБК расположены цветники и фонтаны.

Все свободные участки территории озеленены. За зданием управления размещен водоем, служащий для организации микроклимата в зоне отдыха, а также для противопожарных целей.

## 1.5. Объёмно-планировочное решение производственного здания

Здание производственной базы теплотехнических работ, теплоизоляции и хим защиты принято одноэтажным, однопролетным. Пролет шириной 24 м. Размеры здания в плане: в осях - 24x48м; общие габаритные – 24,6x48,6 м.

Шаг колонн крайних и средних рядов принят 6 м.

Высота до низа стропильных конструкций составляет – 10,8 м. Пролет шириной 24 м оборудован опорным мостовым краном грузоподъемностью 10 т. Высота до головки кранового рельса составляет 8,15 м.

Основной участок – отделение очистки гуммирования, очистки стальным песком, винипластика, ремонта механического участка, участок изготовления минеральных матов и молярное отделение.

Всего из здания депо предусмотрено 6 выходов на улицу. По периметру здания с интервалом менее 100 м размещены пожарные лестницы: маршевые ЛП-1 и ЛП-2.

Кровля имеет ограждение по длинным сторонам за счет более высоких парапетных панелей и металлической решетки.

Фасад здания базы определен ленточной разрезкой на стеновые панели и двухъярусным ленточным остеклением. Высота первого яруса составляет 5,4 м , а второго 1,8 м.

Принята следующая наружная отделка здания. Наружные поверхности стеновых панелей затираются цементным раствором с расшивкой швов и выкладываются плиткой. Оконные переплеты окрашиваются масляной краской светло-зеленого цвета, ворота – светло-коричневого цвета.

Внутренняя отделка помещений здания депо принята следующая:

- потолок – затирка и известковая покраска;
- стены и перегородки – затирка и клеевая побелка светло-голубого цвета;
- низ стен и перегородок – окраска масляной краской в серо-голубой цвет;
- колонны – затирка и покраска силикатной краской светло-голубого цвета;
- подкрановые балки и связи – окраска масляной краской в серо-голубой цвет.

Конструкция полов принята одинаковой для всех производственных помещений. Она состоит из следующих слоев: основание – уплотненный грунт, подстилающий слой – бетон класса В15 толщиной 200 мм, прослойка – цементно-песчаный раствор марки М200 толщиной 40 мм, покрытие – бетон мозаичного состава толщиной 25 мм.

### ТЭП по производственному зданию

- Площадь застройки – 1785,9 м<sup>2</sup>
- Общая площадь – 1785,9 м<sup>2</sup>
- Строительный объём – 21431,5 м<sup>3</sup>
- К<sub>1</sub>=1

## 1.6. Обоснование привязок к разбивочным осям

Привязка колонн крайних рядов и наружных стен к продольным осям принята «нулевая», так как здания выполнено в полном железобетонном каркасе, оборудовано мостовым краном грузоподъемностью 10 тонн, шаг колонн 6 метров и общая высота составляет менее 12 метров.

Привязка колонн основного каркаса торцевых стен к поперечным разбивочным осям принята «500».

## 1.7. Конструктивное решение производственного здания

Здание базы теплотехнических работ, теплоизоляции и химзащиты принято одноэтажным, однопролетным. Шаг колонн принят 6 м. Устойчивость здания в поперечном направлении обеспечивается однопролетной рамой, стойки которой жестко заземлены в фундамент, а стропильные конструкции шарнирно соединены со стойками.

Устойчивость в продольном направлении обеспечивается в системах связей по колоннам и в покрытии, жестким диском покрытия, подкрановыми балками.

**Фундаменты** приняты столбчатые стаканного типа, железобетонные, монолитные. Отметка глубины заложения подошвы фундамента минус 1,650. Обрез фундаментов находится на отметке минус 0,150.

Размеры подошв фундаментов приняты: под основные колонны в пролете— 2,1мх2,1 м, под стойками торцевого фахверка -1,5мх1,5м, под внутренних фахверковые стойки – 1,5 м х 1,5 м.

**Фундаментные балки** приняты по серии I.415-I, выпуск I. Имеют трапециевидное сечение. Отметка верха фундаментной балки минус 0,030. Балки опираются на бетонные фундаментные столбики, уложенные на ступень фундамента. Гидроизоляция фундаментов выполнена в виде обмазки горячим битумом. Между стеновой панелью и фундаментной балкой расположена горизонтальная гидроизоляция стен из цементно-песчаного раствора.

**Колонны основного каркаса** приняты по серии КЭ-01-49 выпуск 1, марок КП1-27, КП1-30. Заделка колонн в стакан на 1050мм

**Фахверковые колонны** приняты по серии 460-75, выпуск 1-1 марок КФ34-1

**Несущие конструкции покрытия** приняты в виде железобетонных сегментных ферм пролетом 24 м по серии ПК-01-110/68, выпуск 1 марки ФСМ24IV-10В

**Балки подкрановые** приняты железобетонные по серии КЭ-01-50, вып.1,2 марки СБКНА6-1С, СБКНА6-1К. Крепление крановых рельсов типа КР-70 предусмотрено по ГОСТ 24741-81. Уровень головки рельса 8,15 м.

**Стеновые панели** приняты навесными легкобетонными по серии I.432.5 марок ПСЛ 30.12.3,0-2Л, ПС 60.18.3,0-2Л.

Швы между стеновыми панелями заполняются цементным раствором марки 50.

**Плиты покрытия** приняты ребристыми по ГОСТ 22701.1-77\*\* марки ПА-IV. Все плиты привариваются в трех точках электродами Э-42А, высота шва 6 мм. В продольные швы между плитами устанавливаются арматурные каркасы МК-1. Затем швы заливаются бетоном класса В15.

**Кровля** принята скатная. Состав кровли: обмазочная пароизоляция, утеплитель из пенобетонных плит толщиной 100 мм, стяжка из цементно-песчаного раствора М 50 толщиной 20 мм, трехслойный рубероидный ковер и слой гравия в мастике.

Водоотвод принят внутренний посредством 6 воронок. Расстояние между воронками 6 – 36 м. По периметру здания размещаются пожарные лестницы с интервалом менее 100 м.

**Перегородки** приняты по серии I.030.9-2, выпуск 1 следующих марок ПГ 60.18-2-Т, ПГ 60-15-2-Т, ПГ 60.30-2-Т-Д1. Крепятся они к железобетонным колоннам.

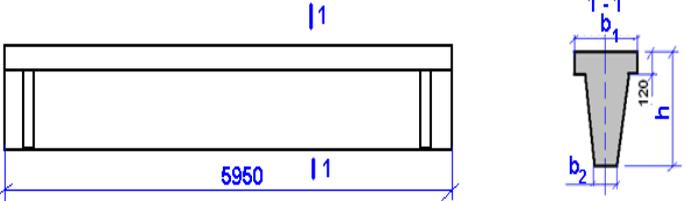
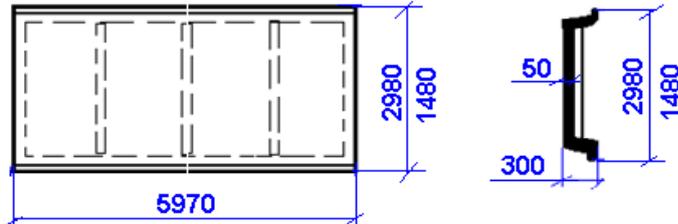
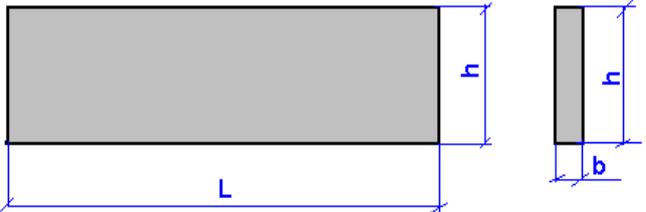
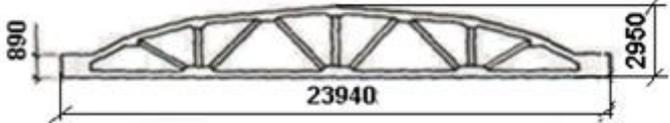
**Полы** приняты одинаковыми для всех помещений. Состав полов: основание – уплотненный грунт, подстилающий слой – бетон класса В15 толщиной 200 мм, прослойка – цементно-песчаный раствор марки М200 толщиной 40 мм, покрытие - бетон мозаичного состава толщиной 25 мм.

**Окна** приняты ленточные. Высота нижнего яруса 5,4 м, а верхнего -1,8 м. Переплеты спаренные деревянные. Остекление – двойное листовое стекло.

Таблица 1.5

Таблица спецификации элементов конструкций

№	Наименование	Серия, марка	Схема и размеры
1	Колонна крайнего ряда	КЭ-01-49, вып.1 КП1-27	
2	ЖБ фахверковая колонна	460-75, вып.1-1 КФ34-1	

3	Подкрановая балка	КЭ-01-50, вып.1,2 БКНА6-1С БКНА6-1К	
4	Плиты покрытий	1.465-3, вып.1-1,3-1 П1ВР3х6	
5	Стеновые панели	1.432-5, вып.1 ПСЛ30-1,2х6 ПСЛ30-1,8х6	
6	Стропильные фермы	ПК-01-110/68, вып.1 ФСМ24IV-10В	

### 1.7.1. Специальные мероприятия

В покрытии зданий с расчетной сейсмичностью 7 баллов устанавливаются по продольным рядам колонн вертикальные связи между опорными участками стропильных ферм и распорки по верху колонн.

Перегородки предусмотрено выполнить легкими из малоразмерных изделий (кирпич и гипсокартон) и крепить к вертикальным конструкциям здания, а при длине более 3 м – к перекрытиям. Конструкция крепления перегородок к несущим элементам здания исключает возможность передачи на них горизонтальных нагрузок, что действуют в плоскости, обеспечивая при этом их стойкость при сейсмической активности.

Перегородки из кирпича необходимо армировать на всю длину не реже чем через 70 см по высоте, а перегородки из гипсовых плит не реже чем

через два ряда арматурными стержнями общим сечением в шве не менее  $0,2 \text{ см}^2$ . Перегородки, мощность которых не отвечает результатам расчета на нагрузку с плоскости, а также при величине нормального сцепления в кладке меньше  $0,6 \text{ кг/см}^2$  ( $60 \text{ кПа}$ ), необходимо усиливать армированием в наружных шарах штукатурки и введением дополнительных вертикальных и горизонтальных элементов усиления, соединенных с несущими конструкциями здания.

В соединениях стен в кладку необходимо укладывать арматурные сетки общей площадью продольной арматуры не менее  $1 \text{ см}^2$ , по длине не менее  $120 \text{ см}$  в каждый бок и через  $70 \text{ см}$  по высоте.

Отделка помещений, предназначенных для постоянного пребывания в них людей, выполнить из легких материалов. Облицовка стен и других частей здания допускается при условии их крепления анкерами.

Боковые грани плит перекрытия и покрытия имеют рифленую поверхность, для связи с антисейсмическим поясом.

При проёме до  $1,5 \text{ м}$  допускается замуровывание перемычек в кладку на глубину  $250 \text{ мм}$ .

Швы между стеновыми панелями заполняются цементным раствором марки 50. Все плиты привариваются в трех точках электродами Э-42А, высота шва  $6 \text{ мм}$ . В продольные швы между плитами вставляют арматурные каркасы МК-1. Затем швы заливаются бетоном класса В 15.

## **2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ**

## 2.1. Расчет и конструирование предварительно напрягаемой сегментной стропильной фермы.

### 2.1.1. Исходные данные:

1. Предварительно напряженная сегментная ферма пролетом  $l=24$ м, шаг ферм 6 м.

2. Бетон тяжелый класса В25

$$R_{bn} = R_{b,ser} = 18.5 \text{ МПа.}$$

$$R_{btн} = R_{bt,ser} = 1.6 \text{ МПа}$$

$$R_b = 14.5 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = 1.05 \text{ МПа}$$

$$E_b = 27 \text{ МПа} \cdot 10^3$$

$$\gamma_{b2} = 0.9$$

$$R_{bp} = 17.5 \text{ МПа}$$

3. Арматура

А) напрягаемая продольная в нижнем поясе из стали класса А-IV

$$R_{sn} = R_{s,ser} = 590 \text{ МПа,}$$

$$R_s = 510 \text{ МПа,}$$

$$E_s = 19 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

Б) ненапрягаемая продольная для сварных каркасов класса А-III

$$R_{sn} = R_{s,ser} = 390 \text{ МПа,}$$

$$R_s = 365 \text{ МПа,}$$

$$R_{sc} = 365 \text{ МПа,}$$

$$E_s = 20 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

В) поперечная из стали класса А-III

$$R_{sn} = R_{s,ser} = 390 \text{ МПа,}$$

$$R_s = 355 \text{ МПа,}$$

$$R_{sw} = 285 \text{ МПа,}$$

$$E_s = 20 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

4. Способ натяжения арматуры - механический с помощью гидродомкратов на упоры стенда.

5. Технология изготовления — стендовая с одновременным бетонированием поясов и решетки.

### 2.1.2 Конструкция фермы

Схема фермы и основные геометрические размеры приняты типовыми по серии ПК-01-129/78, выпуск 4, марки ФСМ24 II-3AIV. Размеры панелей фермы верхнего пояса приняты под плиты покрытия шириной 3м.

Верхний пояс фермы имеет ломаное очертание с прямолинейными участками между узлами. Опорные узлы ее принимают высотой 890мм. Ферма проектируется с учетом опирания ее на железобетонные колонны. Крепление фермы к колонне в период монтажа осуществляют с помощью анкерных болтов, выступающих из колонны.

По окончании монтажа фермы приваривают к стальным листам основных колонн. Крепления к ферме плит покрытия производится приваркой их к закладным элементам верхнего пояса фермы. Общая устойчивость ферм и покрытия в процессе эксплуатации здания обеспечивается жестким диском покрытия, а также связями.

Размеры сечения панелей верхнего пояса  $h \times b = 250 \times 280$  мм; размеры сечения панелей нижнего предварительно напряженного пояса  $h \times b = 250 \times 300$  мм; сечение раскосов и стоек  $b \times h = 180 \times 125$  мм.

Предварительно напряженный нижний пояс фермы армируется стержневой арматурой класса А-IV, верхний пояс и элементы решетки армируются сварными каркасами из стали класса А-III.

Высота фермы в середине пролета принята 3315 мм.

### 2.1.3 Определение нагрузок на ферму

При ширине плит покрытия 3м статический расчет ферм на угловую нагрузку производится как для статически определяемой системы с шарнирным соединением элементов в узлах. При угловой нагрузке верхний пояс фермы рассчитывается на центральное сжатие, нижний пояс – на центральное растяжение.

Расчет фермы выполняется на основное сочетание нагрузок. Геометрическая схемы фермы представлена на Рис.2.1, расчетная схема фермы на вертикальную узловую нагрузку а Рис.2.2.

Геометрическая схемы фермы

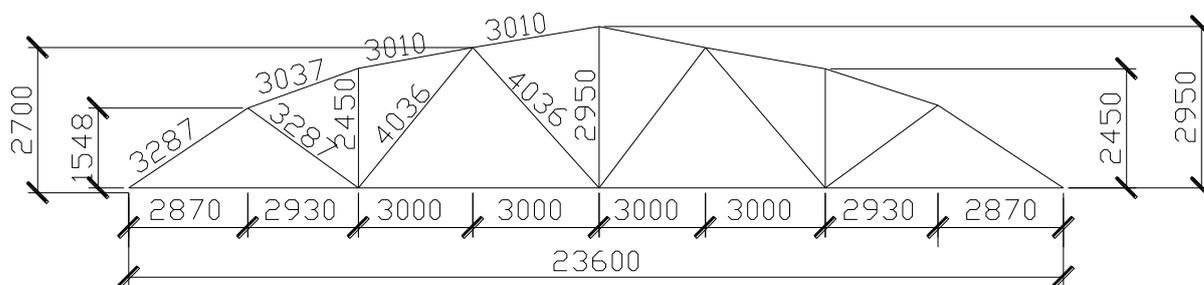


Рис. 2.1. Габаритные размеры фермы

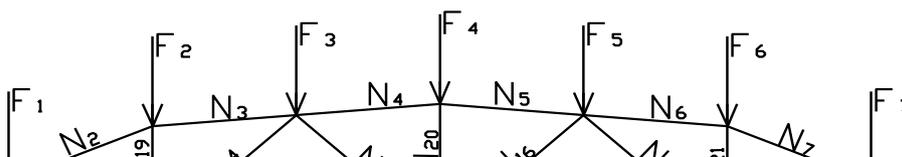


Рис. 2.2 Расчетная схема фермы

Таблица 2.1

## Сбор вертикальных нагрузок на ферму

№	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка	Коэффициенты надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка
1	Кровля, кН/м <sup>2</sup>			
	-водоизоляционный ковер	0,1	1,1	0,11
	-цементная стяжка ( $\gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$ ) $\delta = 15 \text{ мм}$	0,3	1,2	0,36
	-плитный утеплитель ( $\gamma = 5000 \text{ кг/м}^2$ ) $\sigma = 100 \text{ мм}$	0,5	1,3	0,65
	- пароизоляция			
	-железобетонные плиты	0,05	1,2	0,06
	покрытия 3хбм с заливкой швов	1,78	1,1	1,96
2	-вес ферма (кН)	112,0	1,1	123,2
3	-эквивалентная нагрузка на ферму от подвесных грузов, кН/м	8,91	1,1	9,80
4	-вес снега (кН/м <sup>2</sup> )	0,5	1,4	0,7

Величина вертикальных нагрузок приведена табл.2.1.

Расчетная нагрузка на 1м фермы

$$q = (0,11 + 0,36 + 0,65 + 0,06 + 1,96 + 0,7) \cdot 6 + 9,8 + \frac{123,0}{24} = 38,0 \text{ кН/м};$$

Узловая нагрузка на ферму  $F = 38,0 \cdot 3 = 114,0 \text{ кН}$

#### 2.1.4 Определение усилий в элементах фермы.

Усилия в стержнях фермы от единичных сил приведены в узлах верхнего пояса, приведены в табл. 2.2.

Они могут быть подсчитаны методами строительной механики.

Определяем усилия в стержнях фермы, умножая единичные усилия на значения узловых нагрузок в табл. 2.3

Таблица.2.2

Значения усилий в стержнях фермы от единичных сил, (кН)

Обозначение усилий в стержнях	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	
Верхний пояс	$N_1$	-1,862	-1,602	-1,332	-1,062	-0,792	-0,522	-0,261
	$N_2$	-0,935	-1,870	-1,554	-1,239	-0,924	-0,609	-0,305
	$N_3$	-0,896	-1,791	-1,489	-1,188	-0,886	-0,584	-0,292
	$N_4$	-0,493	-0,986	-1,496	-2,006	-1,496	-0,986	-0,493
	$N_5$	-0,493	-0,986	-1,496	-2,006	-1,496	-0,986	-0,493
	$N_6$	-0,292	-0,584	-0,886	-1,188	-1,489	-1,791	-0,896
	$N_7$	-0,305	-0,609	-0,924	-1,239	-1,554	-1,870	-0,935
	$N_8$	-0,261	-0,522	-0,792	-1,062	-1,332	-1,602	-1,862
Нижний пояс	$N_9$	1,643	1,413	1,175	0,937	0,698	0,460	0,230
	$N_{10}$	0,673	1,347	2,044	1,629	1,215	0,801	0,400
	$N_{11}$	0,400	0,801	1,215	1,629	2,044	1,347	0,673
	$N_{12}$	0,230	0,460	0,698	0,937	1,175	1,413	1,643
Раскосы	$N_{13}$	-0,851	0,422	0,351	0,280	0,209	0,138	0,069
	$N_{14}$	0,295	0,590	-0,752	-0,560	-0,447	-0,295	-0,147
	$N_{15}$	-0,245	-0,490	-0,743	-0,498	0,372	0,245	0,122
	$N_{16}$	0,122	0,245	0,372	0,498	-0,743	-0,490	-0,245
	$N_{17}$	-0,147	-0,295	-0,447	0,560	-0,752	0,590	0,295
	$N_{18}$	0,069	0,138	0,209	0,280	0,351	0,422	-0,851
Стойки	$N_{19}$	0,203	-0,594	0,338	0,269	0,201	0,132	0,066
	$N_{20}$	0,082	0,164	0,248	-0,667	0,248	0,164	0,082
	$N_{21}$	0,066	0,132	0,201	0,269	0,338	-0,594	0,203

Таблица 2.3

**Усилия в стержнях фермы в зависимости от узловых нагрузок, (кН)**

Обозначение усилий в стержнях		$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	Знач. сумм. усилий $\sum_{i=1}^8 F_i$
Верхний пояс	$N_1$	-212,3	-182,6	-151,8	-121,1	-90,3	-59,5	-29,8	-847,4
	$N_2$	-106,6	-213,2	-177,1	-141,2	-105,3	-69,4	-34,8	-847,6
	$N_3$	-102,1	-204,2	-169,7	-135,4	-101,0	-66,6	-33,3	-812,3
	$N_4$	-56,2	-112,4	-170,5	-228,7	-170,5	-112,4	-56,2	-907,0
	$N_5$	-56,2	-112,4	-170,5	-228,7	-170,5	-112,4	-56,2	-907,0
	$N_6$	-33,3	-66,6	-101,0	-135,4	-169,7	-204,2	-102,1	-812,3
	$N_7$	-34,8	-69,4	-105,3	-141,2	-177,1	-213,2	-106,6	-847,6
	$N_8$	-29,8	-59,5	-90,3	-121,1	-151,8	-182,6	-212,3	-847,4
Нижний пояс	$N_9$	187,3	161,1	133,9	106,8	79,6	25,4	26,2	747,3
	$N_{10}$	76,7	153,5	233,0	185,7	138,5	91,3	45,6	924,3
	$N_{11}$	45,6	91,3	138,5	185,7	233,0	153,5	76,7	924,3
	$N_{12}$	26,2	25,4	79,6	106,8	133,9	161,1	187,3	747,3
Раскосы	$N_{13}$	-97,0	48,1	40,0	31,9	23,8	15,7	7,9	70,4
	$N_{14}$	33,6	67,3	-85,7	-63,8	-51,0	-33,6	-16,8	-150,0
	$N_{15}$	-27,9	-55,9	-84,7	56,8	42,4	27,9	13,9	-27,5
	$N_{16}$	13,9	27,9	42,4	56,8	-84,7	-55,9	-27,9	-27,5
	$N_{17}$	-16,8	-33,6	-51,0	-63,8	-85,7	67,3	33,6	-150,0
	$N_{18}$	7,9	15,7	23,8	31,9	40,0	48,1	-97,0	70,4
Стойки	$N_{19}$	23,1	-67,7	38,5	30,7	22,9	15,0	7,5	70,0
	$N_{20}$	9,3	18,7	28,3	-76,0	28,3	18,7	9,3	36,6
	$N_{21}$	7,5	15,0	22,9	30,7	38,5	-67,7	23,1	70,0

## 2.2 Расчет элементов фермы

### 2.2.1 Расчет верхнего пояса фермы

При узловой нагрузке верхний пояс фермы рассчитывается на центральное сжатие.

Расчет верхнего сжатого пояса ведем по наибольшему усилию  $N_4 = 907 \text{ кН}$ , в том числе с учетом  $N_l = 0.89 \times 907 = 807,23 \text{ кН}$ . Сечение элемента 250x280мм. Случайный эксцентриситет равен большему из трех значений:

$$e_a = \frac{1}{600} l = \frac{1}{600} * 301 = 0.5 \text{ см} \quad e_a = \frac{1}{30} h = \frac{1}{30} * 25 = 0.83 \text{ см}$$

$$e_a = 1 \text{ см} \quad \text{Принимаем } e_0 = e_a = 1 \text{ см}$$

$$\text{Расчетное условие: } N \leq \eta \varphi \cdot [R_b A + R_{sc} (A + A')].$$

При  $e_0 = 1\text{см} < \frac{1}{8} \cdot 25 = 3,1\text{см}$  согласно табл. 33 расчетная длина элемента составит  $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 301 = 271\text{см}$ ,  $\eta = 1$ , так как  $h = 250\text{мм} > 200\text{мм}$ .

Первоначально принимаем:  $\varphi = 1$ ;  $\mu = 0,01 = 1\%$

$$\text{Определяем } \frac{l_0}{b} = \frac{271}{28,9} = 9,7 \quad \frac{N_l}{N} = \frac{807,23}{907} = 0,89$$

По табл. IV. находим:  $\varphi_b = 0,895$   $\varphi_r = 0,905$ ;

Подставив значение в формулу  $\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_r - \varphi_b) \frac{R_{sc}}{R_b} \mu$ ; получим

$$\varphi = 0,895 + 2(0,905 - 0,895) \frac{365}{14,5 \cdot 0,9} \cdot 0,01 = 0,900 < \varphi_r = 0,905.$$

Площадь сечения продольной сжатой арматуры

$$A_s + A'_s = \frac{N}{\eta \varphi R_{sc}} - A \frac{R_b}{R_{sc}} = \frac{907000 \cdot 0,01}{1 \cdot 0,900 \cdot 365} - 25 \cdot 28 \frac{14,5 \cdot 0,9}{365} = 1,97\text{см}^2$$

То есть, рабочая арматура принимается конструктивно  $4\phi 16A - III$

$$A_s + A'_s = 8,04\text{см}^2$$

исходя из принятого коэффициента армирования  $\mu = 0,01$

Коэффициент армирования сечения

$$\mu = \frac{8,04}{25 \cdot 28} = 1,1 > \mu = 0,01$$

Поперечные стержни сварных каркасов принимаем  $d_{sw} = 6A - III$  с шагом  $S = 250\text{мм}$ , что равно  $h = 250$  и меньше  $20d = 20 \cdot 16 = 320\text{мм}$ .

### 2.2.2 Расчет нижнего пояса фермы

**Расчёт на прочность.** Рассчитываем элемент нижнего пояса на усилие  $N_{10} = 924,3\text{кН}$ . Сечение нижнего пояса  $25 \times 30\text{см}$ . Площадь сечения растянутой напрягаемой арматуры при  $\gamma_{s6} = 1,2$

$$A_{sp} = \frac{N}{\gamma_{sb} R_s} = \frac{924300}{1,2 \cdot 510 \cdot 100} = 15,1\text{см}^2.$$

Принимаем  $4\phi 25A - IV$ ,  $A_{sp} = 19,63\text{см}^2 > 15,1\text{см}^2$ .

### 2.2.3. Расчет нижнего пояса фермы на трещиностойкость

Элемент относится к третьей категории трещиностойкости.

Предварительное напряжение в напрягаемой арматуре.  $\sigma_{sp} = R_{s,ser} - P$ , где

$P = 0,05 \cdot \sigma_{sp}$  – при механическом способе натяжения арматуры.

$$\text{Тогда } \sigma_{sp} = \frac{R_{s,ser}}{1,05} = \frac{590}{1,05} = 561,9\text{МПа}.$$

Площадь приведенного сечения элемента

$$A_{red} = A + \alpha \cdot A_{sp} = 25 \cdot 30 + \frac{19 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} \cdot 19,63 = 888,14\text{см}^2$$

Передаточная прочность бетона

$$R_{bp} = 0.7 \cdot B = 0.7 \cdot 25 = 17.5 \text{ МПа} > 15.5 \text{ МПа}.$$

Потери предварительного напряжения арматуры:  
первые потери: от релаксации напряжений арматуры

$$\sigma_1 = 0.1 \sigma_{sp} - 20 = 0.1 \cdot 561.9 - 20 = 36.19 \text{ МПа}.$$

От температурного перепада при  $\Delta t = 65^\circ\text{C}$

$$\sigma_2 = 1.25 \Delta t = 1.25 \cdot 65 = 81.25 \text{ МПа}.$$

Усилие предварительного обжатия с учётом потерь напряжения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$

$$P_0 = (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2) \cdot A_{sp} = (561.9 - 36.19 - 81.25) \cdot 19.63 = 8725 \text{ МПа см}^2 = 872.5 \text{ кН}.$$

Сжимающее напряжение в бетоне в стадии предварительного обжатия

$$\sigma_{bp} = \frac{P_0}{A_{red}} = \frac{8725}{888.14} = 9.82 \text{ МПа}.$$

$$\text{Коэффициент } \alpha = 0.25 + 0.025 R_{bp} = 0.25 + 0.025 \cdot 17.5 = 0.69 < 0.8.$$

Принимаем:  $\alpha = 0.69$

$$\text{Отношение } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{9.82}{17.5} = 0.56 < 0.69.$$

Потери от быстро натекающей ползучести бетона

$$\sigma_6 = 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \cdot 0.85 = 40 \cdot 0.56 \cdot 0.85 = 19.04 \text{ МПа}.$$

Усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь

$$P_{01} = (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_6) A_{sp} = (561.9 - 36.19 - 81.25 - 19.04) \cdot 19.63 = 8351 \text{ МПа см}^2 = 835.1 \text{ кН}$$

Вторые потери преднапряжения от усадки бетона класса В 25,  $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$ .

От ползучести бетона при  $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0.56 < 0.75$ ;

$$\sigma_9 = 150 \lambda \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0.85 \cdot 0.56 = 71.4 \text{ МПа}.$$

Суммарные потери предварительного напряжения арматуры составляют:

$$\sigma_{tot} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9 = 36.19 + 81.25 + 19.04 + 35 + 71.4 = 242.88 \text{ МПа}$$

$$242.88 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа}.$$

Усилие предварительного обжатия с учетом всех потерь

$$P_{02} = (\sigma_{sp} - \sigma_{tot}) \cdot A_{sp} = (561.9 - 242.88) \cdot 19.63 = 6262 \text{ МПа см}^2 = 626.2 \text{ кН}.$$

Проверка нижнего пояса фермы по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента, производится из условия  $N_{ser} \leq N_{crc}$ , где

$$N_{crc} = R_{bt,ser} (A + 2\alpha A_s) + P_2 = 1.6 \cdot (750 \cdot 30 + 2 \cdot \frac{19 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} \cdot 19.63) \cdot 0.1 + 626.2 = 889.0 \text{ кН}.$$

$$N_{ser} = \frac{N}{\gamma_{t,m}} = \frac{924.3}{1.2} = 770.25 \text{ кН} < N_{crc} = 889.0 \text{ кН}$$

Трещиностойкость обеспечена.

## 2.3 Расчет элементов решётки фермы

### 2.3.1 Рассмотрим на прочность растянутого раскоса

Рассмотрим раскос  $N_{13}$  который подвергается растяжению максимальным усилием  $N_{13} = 70,4 \text{ кН}$ , с учетом коэффициента  $\gamma = 0.89$ ,  $N_{ed} = 0.89 \times 70,4 = 62,66 \text{ кН}$

Сечение раскосов  $18 \times 12,5 \text{ см}$ , арматура класса А-III,  $R_s = 365 \text{ МПа}$ .

Требуемая площадь рабочей арматуры по условию прочности

$$A_s = N / R_s = \frac{70400}{365 \times 100} = 2,51 \text{ см}^2 \quad \text{Принимаем:} \quad 4\phi 10 \text{ А-III},$$

$$A_s = 2,51 \text{ см}^2 > 2,25 \text{ см}^2$$

$$\mu = (A_s / A) \times 100 = (3,14 / 18 \times 12,5) \times 100 = 1,4\% > 1\%$$

### 2.3.2 Расчет на трещиностойкость

Произведем проверку раскоса на трещиностойкость. Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента, сводится к проверке условия:  $N_{ser} \leq N_{crc}$ ;

где  $N_{ser} = \frac{N_{13}}{1.2} = \frac{70,4}{1.2} = 58,67 \text{ кН}$  - нормативное усилие в раскосе,  $N_{crc}$  - растягивающее усилие в раскосе, при котором образуется трещина, нормальная к оси элемента.

$$N_{crc} = R_{bt,ser} \cdot (A + 2\alpha \cdot A_s) = 1.6(18 \cdot 12,5 + 2 \cdot \frac{20 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} \cdot 3,14) \cdot 0.1 = 43,44 \text{ кН}$$

$$N_{ser} = 58,67 \text{ кН} > 43,44 \text{ кН} = N_{crc}$$

Условие трещиностойкости не соблюдается, образуются трещины, необходим расчет по раскрытию трещин.

Проверим раскрытие трещин от постоянной и полной нормативной нагрузки.

Приращение напряжения в растянутой арматуре раскоса от полной нормативной нагрузки.

$$\sigma_s = \frac{N_{ed}}{A_s} = \frac{58,67 \cdot 10}{3,14} = 186,85 \text{ МПа}$$

Приращение напряжений в растянутой арматуре от постоянной нагрузки.

$$\sigma_{sn} = \frac{N_{ed}}{1,2 A_s} = \frac{62,66 \cdot 10}{1,2 \cdot 3,14} = 166,3 \text{ МПа}$$

Ширина раскрытия трещин от продолжительного действия полной нагрузки.

$$a_{crc} = 20(3,5 - 100\mu)\delta \cdot \varphi_e \cdot \eta \cdot \frac{\delta_s}{E_s} \sqrt[3]{d}$$

$$a_{crc} = 20(3,5 - 100 \cdot 0,014)1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{186,85}{20 \cdot 10^4} \sqrt[3]{10} = 0,096 \text{ мм}$$

$$\text{Где } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{3,14}{18 \cdot 12,5} = 0,014;$$

$\delta = 1,2$  - коэффициент для растянутых элементов.

$\eta = 1$  - для стержневой арматуры периодического профиля;

$\varphi_{1=1}$  – при продолжительной действии нагрузок;

Ширина раскрытия трещин от непродолжительной нагрузки (постоянный и длительной)

$$a_{cr c^2} = 20(3.5 - 100 \cdot 0.014)1.2 \cdot 1 \cdot 1 \frac{166.3}{20 \cdot 10^4} \sqrt{10} = 0.09 \text{ мм}$$

Ширина раскрытия трещин от продолжительного действия постоянных нагрузок.

$$a_{cr c^3} = 20(3.5 - 100 \cdot 0.014)1.2 \cdot 1.39 \cdot 1 \cdot \frac{166.3}{20 \cdot 10^4} \sqrt{10} = 0.126 \text{ мм}$$

Где  $\varphi_e = 1,60 - 15\mu = 1,60 - 15 \cdot 0,014 = 1,39$  – при продолжительной действии постоянных и длительных нагрузок.

Непродолжительная ширина трещин в раскос составлена:

$$a_{cr c} = a_{cr c^1} - a_{cr c^2} + a_{cr c^3} = 0.096 - 0.09 + 0.126 = 0.132 \text{ мм} > 0.4 \text{ мм} = [a_{er 1}]$$

Продолжительная ширина трещин в раскосе;

$$a_{cr c} = a_{cr c^3} = 0.126 \text{ м} < 0.3 \text{ мм} = [a_{cr c^2}]$$

То есть ширина раскрытия трещины в раскосе меньше предельно допустимых значений по КМК.

Остальные растянутые раскосы и стойки  $N_{13}, N_{18}$ , а также стойки  $N_{19}, N_{20}, N_{21}$ ,  $4\phi 10 A III$ ,  $A_s = 3,14 \text{ см}^2$ . Несущая способность раскосов и стоек  $N = R_s \cdot A_s = 365 \cdot 3.14 = 114.6 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 114,61 \text{ кН} > 70,4 \text{ кН}$

Рассчитываем наиболее нагруженный сжатый раскос,  $N_{14} = 150$

$$N_e = 0.89 \times 150 = 133,5 \text{ кН}$$

Геометрическая длина раскосов  $l = 404 \text{ см}$ , расчетная

$$l_0 = 0.9 \times l = 0.9 \times 404 = 364 \text{ см},$$

Расчет раскосов ведут как внецентренно-сжатых элементов с учетом случайного эксцентриситета  $e_a = h/30 = 12,5/30 = 0.42 \text{ см}$ ,

$$e_a = l_0/600 = 364/600 = 0,607 \text{ см} \text{ не менее } 1 \text{ см: принят } e_0 = 1 \text{ см}.$$

Отношение  $l_0/h = 364/12,5 = 29,12 > 20$  расчет следует выполнять с учетом влияния прогиба на значение эксцентриситета продольной силы. Принимаем симметричное армирование сечения,  $A_s = A'_s$ ;  $\xi = x/h_0 \approx 1$  и  $\eta = 1$ .

Требуемая площадь сечения арматуры по условию

$$A_s = A'_s = \frac{N \cdot e - \gamma_{b2} R_b S_0}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{133500 \cdot 3,75 - 13.05(100) \cdot 1406}{365(100) \cdot (9,5 - 3.5)} = -6,64 < 0$$

$$\text{где } e = e_0 \eta + (h/2) - a = 1 \cdot 1 + 12,5/2 - 3.5 = 3,75 \text{ см}$$

$$\gamma_{b2} \cdot R_b = 0.9 \cdot 14.5 = 13.05 \text{ МПа}$$

$$S_0 = 0.5 \cdot b \cdot h^2 = 0.5 \cdot 18 \cdot 12,5^2 = 1406 \text{ см}^3$$

$$h_0 = h - a = 12,5 - 3.5 = 9 \text{ см}$$

Принимаем из конструктивных требований

$$4\phi 10 A - III, A_s = 3,14 \text{ см}^2;$$

$$\mu = \frac{3,14}{18 \times 12,5} * 100 = 1,4\% > 1\%$$

Раскосы N<sub>15</sub>, N<sub>16</sub>, работающие на сжатие, армируются конструктивно 4Ø10А-III, так как усилия в них меньше, чем для раскоса N<sub>14</sub>.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

#### 3.1. Технологическая карта на строительные-монтажные работы

##### Характеристика объекта

Здание одноэтажное промышленное трехпролетное с каркасом смешанного типа (колонны и плиты покрытия - железобетонные, подкрановые балки, фермы и связи покрытия – стальные).

Длина здания – 48 м.

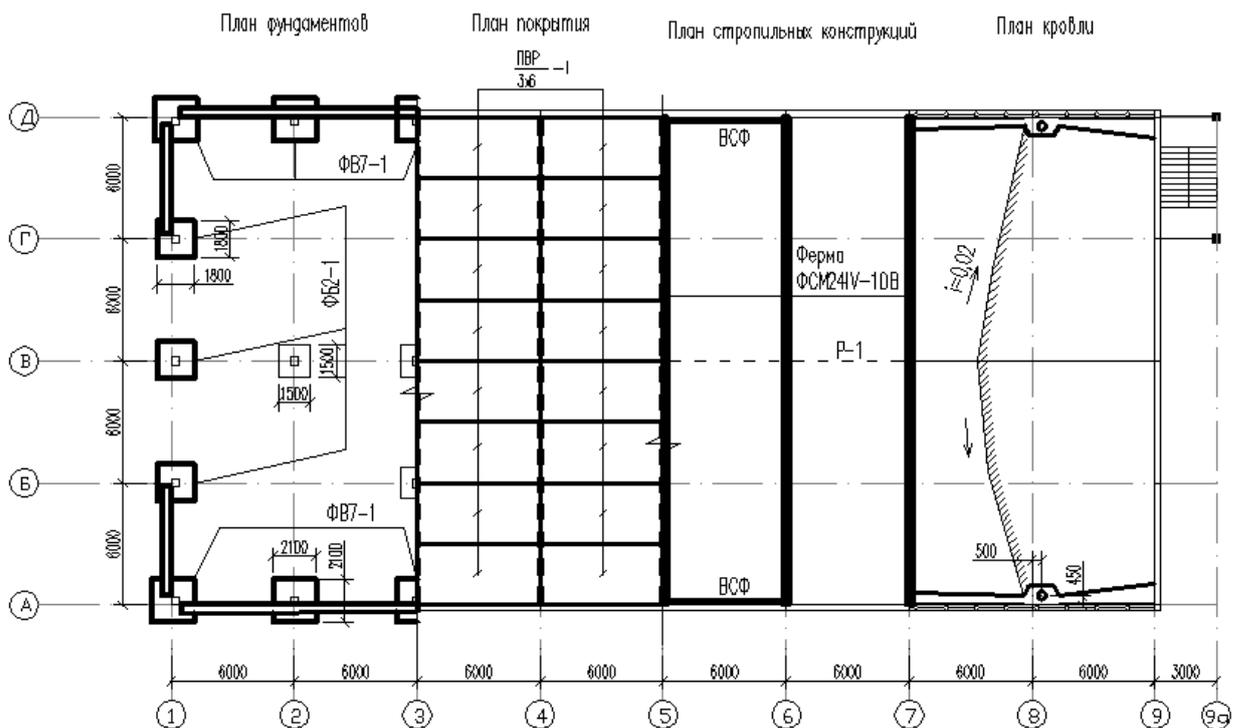
Ширина здания – 24 м.

Ширина крайних пролетов – 24 м.

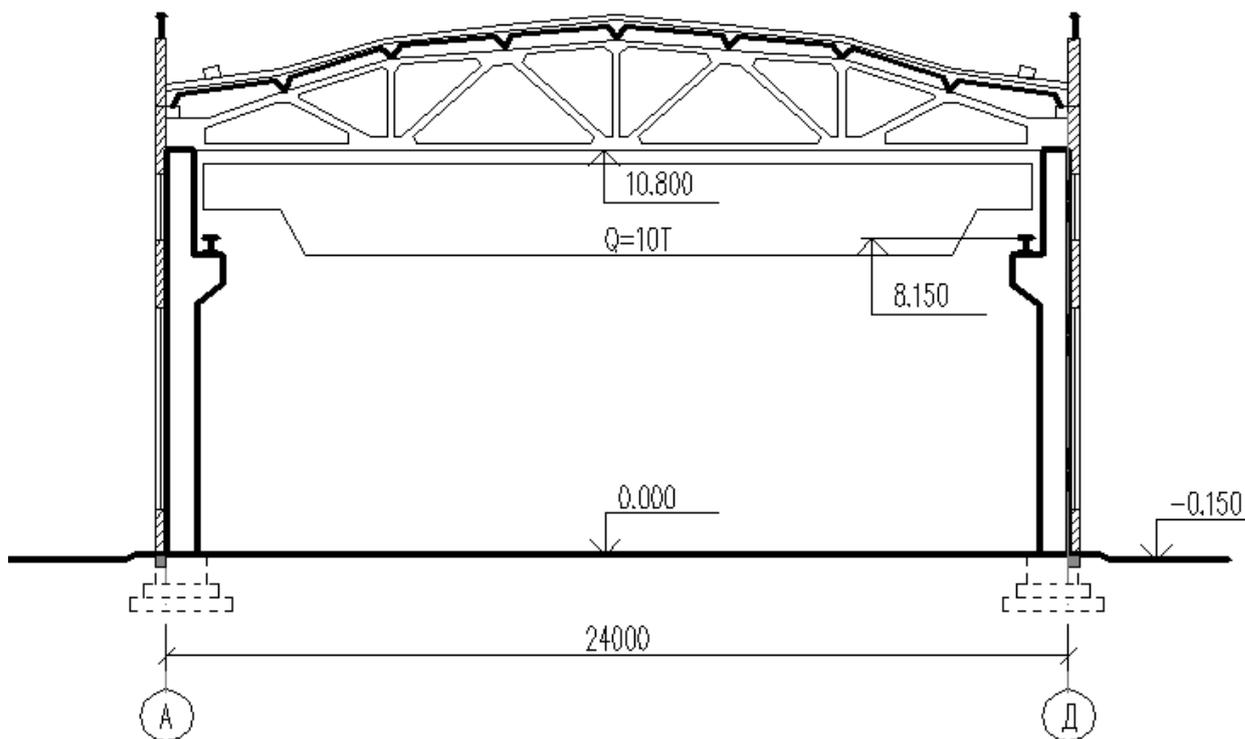
Шаг крайних колонн – 6 м.

Отметка до низа стропильных конструкций – 10,8 м.

На рис. 1 и 2 приведены схема плана и высотная схема расположения конструкций каркаса одноэтажного промышленного здания.



**Рис.3.1. План-схема расположения конструкций каркаса одноэтажного промышленного здания**



**Рис.3.2. Высотная схема элементов**

### 3.1.1. Подсчет объемов дополнительных работ

Ведомость объемов работ составляется в соответствии с ведомостью монтируемых элементов. Объемы работ подсчитываем с учетом перечня основных и транспортных процессов, входящих в технологический процесс монтажа.

Основные процессы включают в себя: монтаж всех элементов, в том числе и работы по постоянному закреплению элементов - замоноличивание и сварка стыковых соединений. Длину сварных швов для одного элемента принимаем следующую:

- колонна-подкрановая балка – 1,8м;
- колонна-ферма – 1,6м;
- колонна-вертикальная связь – 1,2м;
- колонна-стенная панель – 0,8м;
- плита покрытия-ферма – 0,4м

К транспортным процессам относится: разгрузка доставленных на площадку сборных конструкций и материалов.

Таблица 3.1

## Ведомость подсчета объемов работ

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол.
	Транспортные процессы		
1	Разгрузка грузов кранами массой до 12,5 т	шт	185
	Монтаж колонн в стаканы фундаментов		
2	Установка колонн в стаканы фундаментов	шт	18
3	Заделка стыка колонна-фундамент	шт	18
	Монтаж подкрановой Фермы		
4	Установка подкрановой Ферма	шт	16
5	Сварка закладных деталей стыка колонна-подкрановая балка	мсв.шв.	28,8
	Монтаж Фермы		
6	Установка балок	шт	9
7	Сварка закладных деталей колонна-Ферма	мсв.шв.	14,4
	Монтаж связей		
8	Установка металлической связи	шт	
9	Сварка закладных деталей связь-колонна	мсв.шв.	
	Монтаж плит покрытия		
10	Укладка плит	шт	64
11	Сварка закладных деталей плит-Ферма	мсв.шв.	160
12	Заливка швов плит	м	648

	Монтаж стеновых панелей		
13	Установка стеновых панелей	шт	64
14	Сварка закладных деталей стеновых панелей и колонн	мсв.шв.	51,2
15	Герметизация стыков панелей	м	844,8

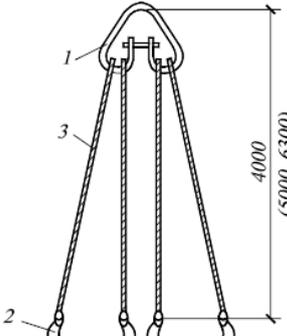
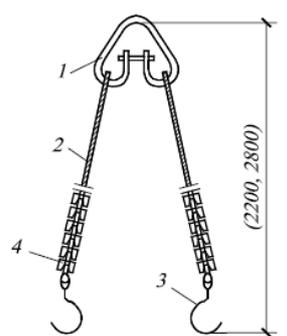
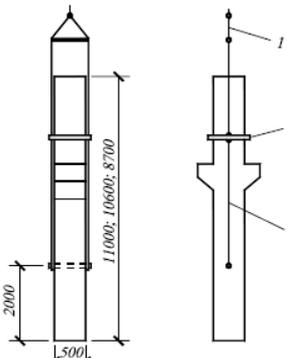
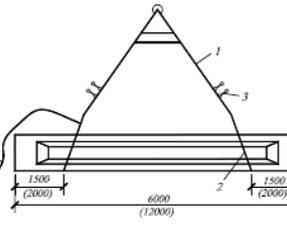
### 3.1.2. Выбор и расчет грузозахватных приспособлений

Для каждого конструктивного элемента здания производим выбор грузозахватных приспособлений и строповочных устройств.

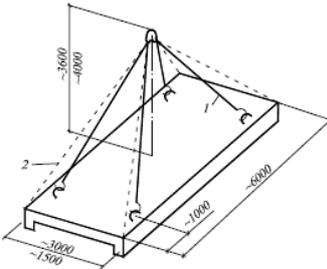
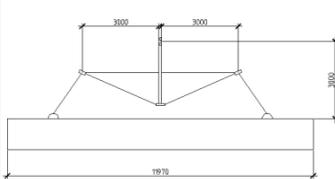
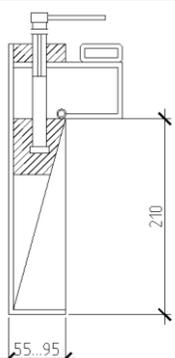
Выбранные монтажные приспособления сводим в таблицу 3.

Таблица 3.2

## Ведомость монтажных приспособлений

№ п/п	Наименование, марка, грузоподъемность	Принципиальная схема приспособления	Вес, кг	Высота над конструкцией, м	Треб кол-во	Примечание, ссылка на литературу
1	Строп четырехветвевой 4СК-10.0/4000 грузоподъемностью 10 т 1-звено Рг2-10; 2-крюк К1-4; 3-строп ВК-4.0/4000		89,9	4	2	Разгрузка конструкций, монтаж плит покрытий
2	Строп двухветвевой 2СК-5.0/4000 в комплекте грузоподъемностью 10 т 1-звено Рг1-5; 2-строп ВК-4.0/3000; 3-крюк К1-4		32,5	2,2	2	Разгрузка конструкций, монтаж подкрановых балок
3	Траверса Тр-12-0.5 грузоподъемностью до 12,5 т 1 - строп 2СТ-16.0/4000; 2-траверса; 3 -строп СКК1-6.2/2000-12000		345	1,7	1	Монтаж прямоугольных консольных колонн сечением (400х600, 500х600) массой до 12,5 т
4	Строп двухветвевой 2СТ-16/5000 в комплекте грузоподъемностью 12 т 1-строп 2СТ-10/4000; 2-пружинный замок Пр2,5; 4-канат для расстропки		265	4,3	2	Монтаж подкрановых балок длиной 12 м, массой до 12 т



№ п/п	Наименование, марка, грузоподъемность	Принципиальная схема приспособления	Вес, кг	Высота над конструкцией, м	Треб кол-во	Примечание, ссылка на литературу
5	Строп четырехветвевой в комплекте грузоподъемностью 5 т 1-строп 4СК-10/4000, 2-подстропок ПК-4/3400, 3-подстропок ПК-4/5000		530	1,6	1	Монтаж плит покрытий длиной 6 м, массой до 4 т
6	Траверса, ПИ Промстальконструкция, 15946Р-10		450	1,8	1	Монтаж стеновых панелей длиной 6 и 12 м, массой до 5 т
7	Клиновый вкладыш, ЦНИИОМТП, №7		10	-	20	Выверка и временное крепление колонн-фахверок при установке их в фундаменты стаканного типа

Продолжение таблица 3.2

### 3.1.3 Расчет параметров монтажных кранов

Монтажный кран выбирается по следующим техническим характеристикам:

- длина стрелы крана;
- вылет стрелы крана;
- требуемая высота подъема крюка;
- величина грузового момента крана на максимальном вылете;
- величина грузового момента крана при максимальном весе;
- величина требуемой грузоподъемности.

Параметры крана должны удовлетворять следующим требованиям:

- кран должен установить самую дальнюю конструкцию в ее проектное положение;- кран при той же длине стрелы должен установить самую дальнюю конструкцию в ее проектное положение независимо от ее веса.

Для стреловых самоходных кранов на гусеничном или пневмоколесном ходу определяют высоту подъема крюка  $H_{кр}$ , длину стрелы  $L_c$  и вылет крюка  $L_{кр}$ .

Искомые технические параметры определяют, используя схему стрелового крана (рис.4).

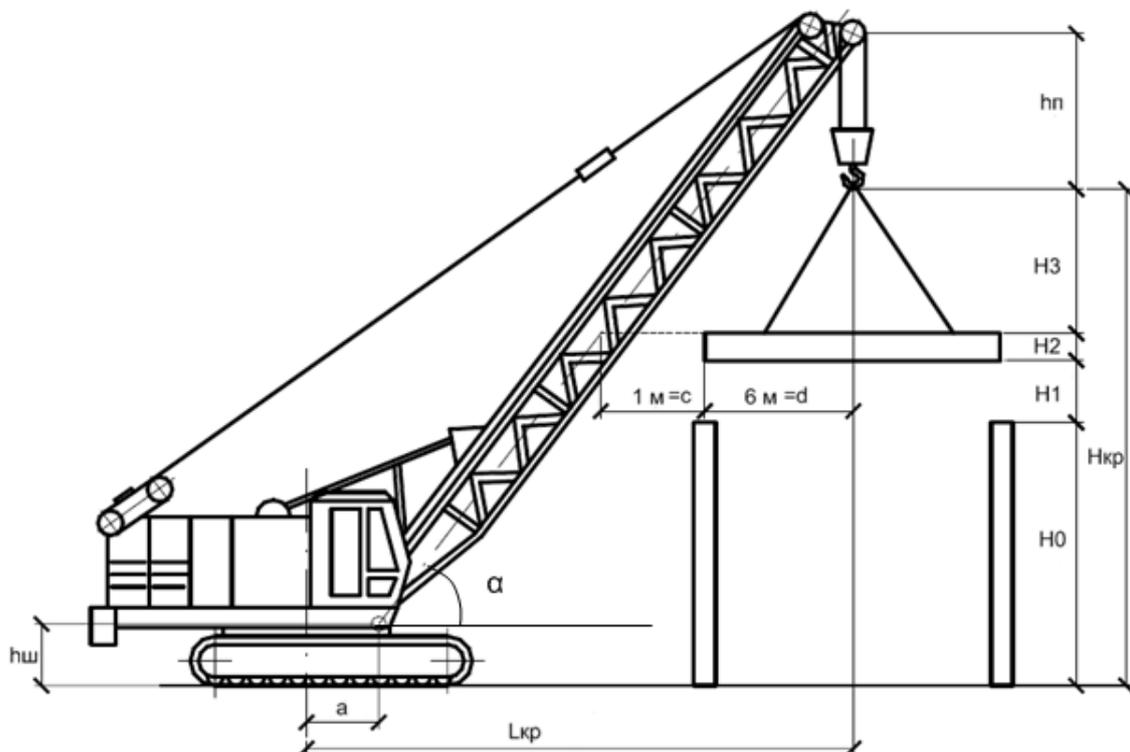


Рис.4 Схема стрелового крана

Определяем оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot (H_3 + h_n)}{l + 2c},$$

где  $H_3$  – высота строповки элемента, м ( $H_3 = 5,2$  м).

$h_n$  – высота полиспаста, обычно принимается от 2 до 5, м ( $h_n = 3$  м);

$l$  – длина борного элемента ( $l = 12$  м);

$c$  – расстояние по горизонтали от оси стрелы до наиболее близко расположенной к стреле точки на элементе в его монтажном положении, не менее 1, м ( $c=1$ м).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot (1,6 + 2)}{6 + 2 \cdot 1} = 0,9 \quad \alpha \approx 44^\circ.$$

Требуемая высота подъема крюка определяется из условий монтажа наиболее высоко расположенного элемента (плита покрытия) и рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{кр}} = H_0 + H_1 + H_2 + H_3,$$

где  $H_0$  - превышение опоры монтируемого элемента на уровне стоянки гусеничного крана, м ( $H_{\text{кр}}=10,8$ м);

$H_1$  - запас по высоте между низом элемента и верхом опоры, не менее 0,5, м ( $H_1=1$ м);

$H_2$  – высота элемента в его монтажном положении, м ( $H_2=0,3$ м);

$H_3$  – высота строповки элемента, м ( $H_3=1,6$ м).

$$H_{\text{кр}} = 13,915 + 1 + 0,3 + 1,6 = 16,815 \text{ м}.$$

Исходя из оптимального угла наклона стрелы крана рассчитываем длину стрелы крана по формуле:

$$L_c = \frac{H_{\text{кр}} + h_{\text{п}} + h_{\text{ш}}}{\sin \alpha},$$

где  $H_{\text{кр}}$  – требуемая высота подъема крюка, м ( $H_{\text{кр}}=16,815$ м);

$h_{\text{п}}$  – высота полиспаста, обычно принимается от 2 до 5, м ( $h_{\text{п}}=2$ м);

$h_{\text{ш}}$  – высота шарнира пяты стрелы от уровня стоянки крана, приближенно принимают 1,5, м ( $h_{\text{ш}}=1,5$ м);

$\alpha$  - оптимальный угол наклона стрелы крана ( $\alpha = 44^\circ$ ).

$$L_c = \frac{16,815 + 2 + 1,5}{\sin 44^\circ} = 29,24 \text{ м}.$$

Далее определяем вылет крюка по формуле:

$$L_{\text{кр}} = L_c \cos \alpha + c,$$

где  $L_c$  - длина стрелы крана, м ( $L_c = 29,24$ м);

$\alpha$  - оптимальный угол наклона стрелы крана ( $\alpha = 44^\circ$ );

$c$  – расстояние по горизонтали от оси стрелы до наиболее близко расположенной к стреле точки на элементе в его монтажном положении, не менее 1, м ( $c=1$ м).

$$L_{кр} = 29,24 \cos 44^\circ + 1 = 21,03\text{м.}$$

Требуемая грузоподъемность крана определяется из условия монтажа наиболее массивного элемента (ферма длиной 24 м) по формуле:

$$Q_{тр} = P_{max} + Q_{стр} + Q_{монт.присп.}$$

где  $P_{max}$  - масса наиболее массивного элемента, т ( $P_{max} = 11,2$ т);

$Q_{стр} + Q_{монт.присп.}$  - масса строповочного устройства и оснастки, т

( $Q_{стр} + Q_{монт.присп.} = 0,513$ т).

$$Q_{тр} = 11,2 + 0,513 = 11,71\text{т.}$$

Грузовой момент при

- 1) максимальном вылете (плита перекрытия);
- 2) весе (ферма)

рассчитываем по формуле:

$$M = L \cdot P,$$

где  $L$  – длина выбранного монтажного элемента, м;

$P$  – вес выбранного монтажного элемента, т.

$$M_1 = 24 \cdot 11,2 = 268,8 \text{ т} \cdot \text{м.}$$

На основании аналитически найденных параметров кранов:

$$H_{кр} = 16,815\text{м,}$$

$$L_{кр} = 21,03\text{м,}$$

$$Q_{тр} = 11,2 + 0,513 = 11,713\text{т,}$$

по таблицам и по графикам грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка, подбираем краны.

### 3.1.4 Техничко-экономическоепараметры выбора крана

Техничко-экономические параметры выбранных кранов заносим в таблицу 4.

#### Техничко-экономические параметры монтажных кранов

Таблица 3.3

Марка крана	КС-5363	СКГ-40
Тип крана	пневмоколесный	гусеничный
Грузоподъемность Q, т	25	40
Высота подъема крюка $H_{кр}$ , м	14-31	14-29
Вылет стрелы $L_{кр}$ , max-min, м	4,5-27,3	4,5-24
Скорость подъема $v_{п}$ , м/мин	0,7-9	0,75-5,6
Скорость передвижения $v_{гор}$ , км/ч	3-20	1
Скорость поворота вокруг своей оси $n$ , об/мин	0,9	0,45
Время работы крана в году $T_{год}$ , ч	3075	3075
Инвентарная расчетная стоимость K, руб	40700	42800
Себестоимость машино-смены $C_{маш-см}$ , руб	47,39	42,87

### 3.1.5 Формирование и расчет калькуляции затрат труда и заработной платы монтажных работ.

Основанием для составления калькуляции трудовых затрат является ведомость объемов работ (табл.2).

При составлении таблицы 8 использовались следующие Единые Нормы и Расценки:

- ЕНиР Сборник Е4 Выпуск 1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения;
- ЕНиР Сборник Е5 Выпуск 1. Монтаж металлических конструкций Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения;
- ЕНиР Сборник Е11. Изоляционные работы;
- ЕНиР Сборник Е22 Выпуск 1. Сварочные работы Выпуск 1. Конструкции зданий и промышленных сооружений;
- ЕНиР Сборник Е25. Такелажные работы.

### Калькуляция затрат труда и заработной платы

Таблица 3.4

№ п/п	ЕИР	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма затрат труда, чел-час	Норма затрат машин, маш-час	Трудоемкость		Состав звена			Расценка на ед.изм, руб-коп	З/п, сумм - теин
							чел-час	маш-час	профессия	разряд	количество		
1	Е25-14, п.1, г.1,2	Разгрузка конструкций самоходным стреловым краном массой:											
		до 2 т	шт	97	0,72	0,36	123,12	61,56	такелажник	3	1	0,48,2	82-42,2
										2	1		
										машинист	5		
		до 3 т	шт	108	0,86	0,43	64,5	32,25	такелажник	3	1	0-57,6	43-20
										2	1		
										машинист	5		
		до 10 т	шт	32	2	1	84	42	такелажник	4	1	1-34	56-28
										3	1		
										2	1		
										машинист	6		
		2	Е4-1-4, А, т.1.2	Установка колонн в стаканы фундаментов массой:									
до 12 т	шт			16	3,3	1,1	297	99	монтажник	5	1	2,34	210-60

									конструкций	4	1		
										3	2		
										2	1		
									машинист	6	1		
		до 8 т	шт	18	4,9	0,49	176,4	17,64	монтажник конструкций	5	1	3,67	66,06
										4	1		
										3	2		
										2	1		
										машинист	6		

Продолжение таблицы 3.4

№ п/п	ЕНиР	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма затрат труда, чел-час	Норма затрат машин, маш-час	Трудоемкость		Состав звена			Расценка на ед.изм, руб-коп	З/п, З/п, сумм - теин
							чел-час	маш-час	профессия	разряд	Кол-во		
3	Е4-1-25, А	Заделка стыка колонна-фундамент при объеме бетонной смеси в стыке:											
		до 0,1 м <sup>3</sup>	шт	18	0,81	-	12,96	-	монтажник конструкций	4	1	0-60,3	14,472
									3	1			

Монтаж подкрановых балок:													
4	E5-I-9	установка	элемент	16	3,15	0,53	283,5	47,7	монтажник конструкций	6	1	2-55	229-50
										4	2		
										3	2		
									машинист	6	1		
		выверка	элемент	16	2,55	-	229,5	-	монтажник конструкций	6	1	2-05,5	148-95
										4	2		
										3	2		
									машинист	6	1		
5	E22-I-6, I5п	Сварка закладных деталей стыка подкрановая балка - колонна	10м св.шв	2,88	8,7	-	140,94	-	электросварщик ручной сварки	6	1	9,22	26,55
6	E4-I-5	Монтаж балок и сварка закладных деталей колонна - балка	шт	14	16,8	1,4	907,2	75,6	монтажник конструкций	6	1	13-69	753-84
										4	2		
										3	1		
										2	1		
									электросварщ	5	1		
									машинист	6	1		

Продолжение таблицы 3.4

№ п/п	ЕИР	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма затрат труда, чел-час	Норма затрат машин, маш-час	Трудоемкость		Состав звена			Расценка на ед.изм, руб-коп	З/п, З/п, сумм - теин
							чел-час	маш-час	профессия	разряд	Кол-во		
7	Е4-1-7	Укладка плит покрытий площадью до:											
		36 м <sup>2</sup>	шт	72	1,9	0,47	627	155,1	монтажник конструкций	4	1	1,34	442-20
										3	2		
										2	1		
машинист	6	1											
8	Е22-1-6, 15п	Сварка закладных деталей плит и ферм	10м св.шв	2,88	8,7	-	114,84	-	электросварщик ручной сварки	6	1	9.22	121-70,4
9	Е4-1-26	Заливка швов плит покрытий:											
		механизированным способом	100м шва	53,76	4	-	215,04	-	монтажник конструкций	4	1	2-98	160-20,5
										3	1		
10	Е11-20, т.1	Устройство оклеечной гидроизоляции (рубероид)											
		механизированным способом	100 м <sup>2</sup>	25,92	6,7	-	173,664	-	гидроизолировщик	4	1	4,76	571,2
										3	1		



№ п/п	ЕИР	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма затрат труда, чел-час	Норма затрат машин, маш-час	Трудоемкость		Состав звена			Расценка на ед.изм, руб-коп	З/п, З/п, сумм - теин
							чел-час	маш-час	профессия	раз-д	Кол-во		
1 1 1	Е4-1-8, т.1,2	Установка панелей стен площадью:											
		до 15м <sup>2</sup>	шт	133	2	0,5	492	123	монтажник конструкций	5	1	1-52	73-92
										4	1		
										3	2		
										2	1		
машинист	6	1											
1 2	Е22-1-6, 15п	Сварка закладных деталей стеновых панелей и колонн	10м св.ш в	10,64	8,7	-	192,096	-	электросварщик ручной сварки	6	1	9-22	203-57,76
1 3	Е4-1-26	Заливка швов панелей стен высотой до 3 м:											
		механизированным способом	100 м шва	16,344	12	-	196,128	-	монтажник конструкций	4	1	8,94	43,65
3	1												
1 4	Е11-41	Устройство теплоизоляции плитами из	1 м <sup>2</sup>	1087,3	0,48	-	521,904	-	термоизолировщик	4	1	0,341	1023
										3	1		

		минеральной ваты								2	1		
--	--	------------------	--	--	--	--	--	--	--	---	---	--	--

Заработная плата монтажников 3966,747

### **3.1.6 Формирование и расчет календарного плана**

Рассматриваем монтаж конструкций каждым из выбранных кранов при организации работ последовательным методом, т.е. в один момент времени выполняется только одна работа.

Разбиваем здание на захваты и составляем организационные схемы монтажа конструкций

Технологические схемы прохода гусиничного крана при монтаже основного железобетонной конструкции представлены на листе № 3

Календарный график производственных работ на СМР рассчитан и запроектирован так же на листе № 3

1. КМК 2.01.01-94 Климатические и физико-геологические данные для проектирования
2. КМК 2.01.07-96 Нагрузки и воздействия
3. КМК 2.01.03-96 Строительство в сейсмических районах
4. КМК 2.09.06-97 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений
5. КМК 2.07.01-94 Планировка и застройка городских и сельских поселений
6. КМК 2.09.04-98 Административные и бытовые здания предприятий
7. СНиП 11-4-79 Естественное и искусственное освещение
8. СИ 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий
9. Щипачева Е.В. Общественные здания из крупных элементов заводского изготовления / Методическое пособие ТашИИТ. 2001 г.
10. Щипачева Е.В. Саркисян Т.А. Проектирование генеральных планов гражданских и промышленных зданий-ТашИИТ, 2005 г.
11. Ильяшев А.С., Томянский Ю.С., Хромец Ю.Н. Пособие по проектировании промышленных зданий - М.: В.111.. 1990 г.
12. Трепененков Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий М.: С.И.» 1980 г.
13. Кудря В.И.Палагашвили В.М. Выбор конструктивных элементов одноэтажных промышленных зданий / Методические указания к курсовому проектированию - ТашИИТ, 1980 г.
14. КМК 2.08.02-96 Общественные здания и сооружения
15. Возведение одноэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем/ ЦНИИОМТП-М стройиздат, 1978 г
16. ЕНиР сборник Е4 монтаж сборных и устройство монтажных ж.б конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружений/ГОСТ стройстройиздат 1987 г.
17. Есенин В.С. Технологические работы в строительстве стройиздат 1990г.
18. Машины для монтажных работ и вертикального транспорта. Москва стройиздат 1987г.
19. Полоков В.И. Полоский М.Д. Машины грузоподъемные для строительства монтажных работ справочное пособие по строительству. СтроймашМосква Гострой 2001г
20. Мосопов Б.С. Курбатов В.Л. технология возведения зданий и сооружений учебник Москва 2004г.
21. А. Ф. Гаевой, С. А. Усик. Курсовое дипломное проектирование. Промышленные и гражданские здания. Москва 1987г