

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

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Мавзу: Проект производства работ строительства осмотра в г.
Хива

Битирувчи: Бердалиев А.Г.
Илмий рахбар: Махаматалиев И.М.

ТОШКЕНТ-2018 й.

АО «Ўзбекистон темир йуллари»

Ташкентский институт инженеров Железнодорожного
транспорта

Строительный факультет

Кафедра «Строительство зданий и промышленных
сооружений»

«Допустить к защите»

Р.А. зав. кафедрой

«19» 06 2018 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ РАБОТЕ

на тему: Проект производства работ строи-
тельства технического осмотра в Ташкенте.

Выпускник

Бирд Бердашев А. Г.

Руководитель

М.М. Махаммадиев У. М.

Консультанты:

С.С. Хаджаев С. С.

М.М. Махаммадиев У. М.

А.Х. Абдураимов А. Х.

Ташкент 2018 г.

Введение.....	3
1. Архитектурно-строительный раздел.....	5
1.1. Климатические и геофизические характеристики района строительства.....	5
1.2. Санитарно-гигиенические требования к промышленному зданию.....	7
1.3. Противопожарные требования.....	7
1.4 Генеральный план	8
1.5. Объемно-планировочное решение производственного здания.....	8
1.6 Обоснование привязок к разбивочным осям	9
1.7 Конструктивное решение депо технического осмотра	9
2. Расчетно-конструктивный раздел.....	13
2.1. Расчет и конструирование предварительно напряженной двускатной решетчатой балки для покрытия главного корпуса здания.....	13
2.1.1. Исходные данные.....	13
2.1.2. Определение нагрузок и усилий на балку покрытия.....	15
2.1.3. Расчет сжатого элемента верхнего пояса балки.....	15
2.1.4. Расчет растянутого элемента нижнего пояса.....	19
2.1.5. Расчет сжатой стойки.....	20
2.1.6. Расчет растянутой стойки.....	21
2.1.7. Расчет прочности балки по наклонному сечению на действие поперечной силы.....	21
2.2. Расчет двускатной балки на трещиностойкость по II группе предельных состояний.....	22
2.2.1 Определение геометрических характеристик сечения нижнего пояса балки и потерь предварительного напряжения арматуры.....	22
2.2.2. Расчет по образованию нормальных трещин в нижнем поясе балки	23
2.2.3. Расчет на образование нормальных трещин в растянутой стойке балки.....	25
3. Технология и организация строительства.....	26
3.1 Технологическая карта на строительно-монтажные работы.....	26
3.1.1 Подсчет объемов дополнительных работ.....	27
3.1.2 Выбор и расчет грузозахватных приспособлений.....	28
3.1.3 Расчет параметров монтажных кранов.....	30
3.1.4 Техничко-экономические параметры выбора крана.....	33
3.1.5 Формирование и расчет калькуляции затрат труда и заработной платы монтажных работ.....	33
3.1.6 Формирование и расчет календарного плана.....	39
3.2 Разработка календарного плана производства работ одноэтажного промышленного здания.....	40
3.2.1 Определение номенклатуры и объемов работ.....	41
3.2.2 Определение трудоемкости работ и затрат машинного времени.....	43
3.2.3 Определение материально-технических ресурсов.....	44
3.3 Расчет и проектирование стройгенплана.....	46

3.3.1. Расчет складских помещений и площадок.....	47
3.3.2. Расчет временных сооружений.....	49
3.3.3. Расчет потребности строительства в воде.....	50
3.3.4. Обеспечение строительства электроэнергией.....	52
3.3.5. Методика проектирования строительного генерального плана.....	55
4. Охрана окружающей среды и экологического объекта.....	58
4.1. Загрязнение вод в процессе строительного производства.....	58
4.2. Охрана почв и рекультивация земель.....	59
4.3. Шумы и меры защиты от них.....	60
5. Библиографический список.....	61

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
Строительный факультет
Кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой «СЗиПС»

« 04 » 01 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ

студента (ки) Бердашев Алтынбек Гауфрат угли

Тема выпускной работы Проект производства работ
строительства технического осмотров
г. Хива

Утверждена приказом ректора института № 726-7 от « 25 » 12
20 17 года

2. Исходные данные по заданной теме _____

3. Содержание пояснительной записки (75 - 90 страниц формата А4
рукописного текста или 40 – 50 страниц печатного текста):

а) Архитектурно - строительный раздел _____

б) Расчетно - конструктивный раздел _____

в) Раздел «Технология и организация строительства» _____

г) Раздел «Охрана окружающей среды и экологичность объекта»

Безопасная организация труда при введении

д) Библиографический список прав. здания

БМК 2.01.07-96, БМК 2.03.01-96

4. Список чертежей (5 листов ватмана формата А1)

а) Архитектурно-строительные чертежи

1. - План на отп. 0,00, план фундаментов, стропил, покрытия, кровли, разрез 1-1 генеральный план, основные ТЭП.

б) Конструктивные чертежи

2.1 - Балка 2БДР18-2АП, сплюснутые размеры, армирование, узлы, закладные детали, сечения

в) Чертежи по технологии и организации 3.1 - план монтажа прав. здания, строительства: Технол. схемы, календ. график, нормоклад на звено монтажников, указания по тех. безопасности.

4.1 - календ. план прод. работ, график уменьшения численности, ТЭП.

5. Консультанты по разделам выпускной работ 1: 5.1 - Общеполицейский строг. план, схема складир., ТЭП.

№	Наименование раздела	Сроки выполнения		Подпись	Ф.И.О. консультантов
		начало	окончания		
1	Архитектурно-строительный	20.01.18	1.04.18		Раджаев С.С.
2	Расчетно-конструктивный	1.04.18	15.05.18		Махаммадиев У.
3	«Технология и организация строительства»	15.05.18	15.06.18		Махаммадиев У.
4	«Охрана окружающей среды и экологичность объекта»	16.06.18	20.06.18		Абдураимов С.С.

6. Дата выдачи задания

20.01.2018

7. Срок сдачи законченной работы

22.06.2018

Руководитель

Задание было принято для выполнения

20.01.2018.

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

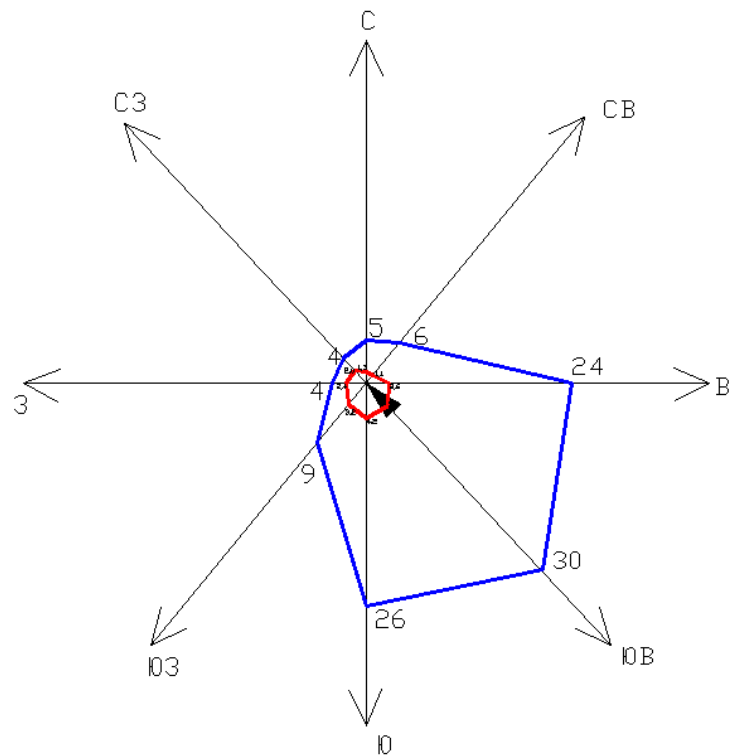
Наименование характеристики	Значение, размерность	Источник
1. Место строительства	Хива	[по заданию]
2. Климатический район	I B	[1]
3. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца	+34.7°C	[1]
4. Средняя температура наиболее холодного периода	-8°C	[1]
5. Грунты основания	Супесь	[по заданию]
6. Нормативная глубина промерзания грунта	Менее 80см	[1]
7. Уровень и степень агрессивности грунтовых вод	Не агрессивные менее 3м	[по заданию]
8. Нормативное значение веса снегового покрова	I(0,5кН/м ²)	[2]
9. Нормативное значение ветрового давления	III(0,48кН/м ²)	[2]
10. Сейсмичность района строительства	8	[3]
11. Сейсмичность площадки строительства	8	

Данные для построения розы ветров представлены в табл. 1.2

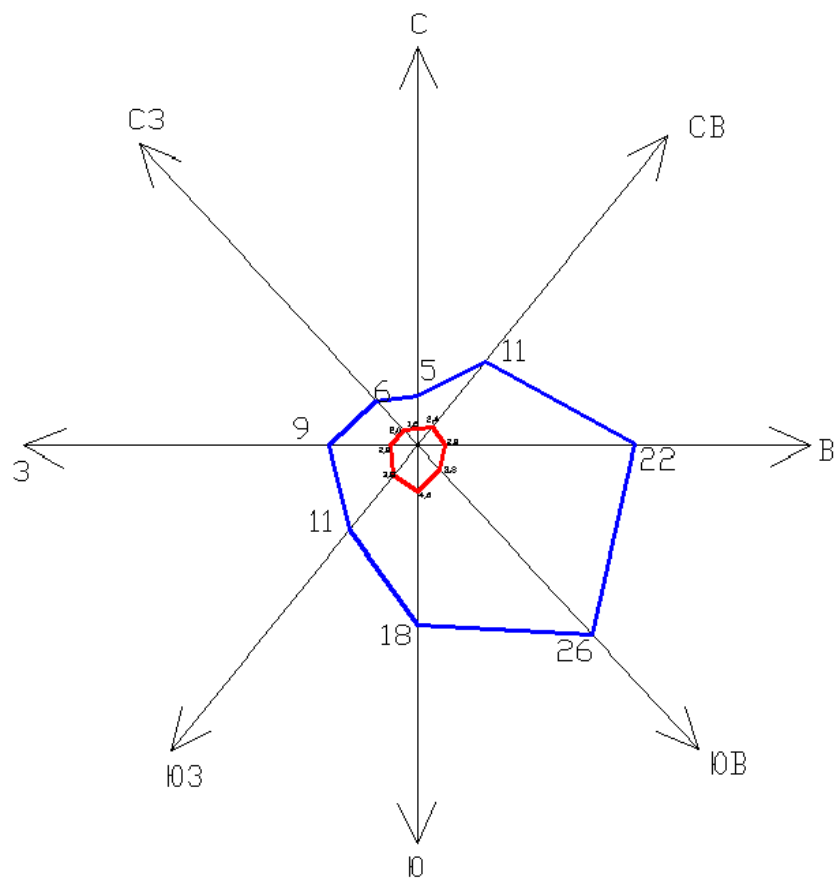
Таблица 1.2

Месяц	январь								июль							
Направление по румбам	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	5	6	24	30	26	9	4	4	5	11	22	26	18	11	9	6
Скорость, м/с	1,3	1,1	2,6	3,7	4,2	3,2	2,4	2,0	1,6	2,4	2,8	3,3	4,6	3,8	2,8	2,0

Розы ветров представлены на рис. 1.1.



а) роза ветров за январь месяц



б) роза ветров за июль месяц

Рис. 1.1. Летняя и зимняя розы ветров

1.2 Санитарно-гигиенические требования к промышленному зданию

Проектное решение здания вагонного депо должно удовлетворять требованиям обеспечения нормальных условий для работающих в нем людей. Санитарно-гигиенические требования представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Наименование требования	Значение, размерность	Источник
1. Санитарный класс здания	II	[8]
2. Ширина защитной полосы	500 м	[8]
3. Категория производственных процессов по тяжести работ	Средней тяжести	[8]
4. Разряд зрительной работы	IV	[7]
5. Допустимая ориентация по сторонам света	Продольные оси следует ориентировать в пределах $45^0 - 110^0$ к меридиану	[5]

1.3 Противопожарные требования

Большую роль при проектировании промышленных зданий играют требования противопожарных норм. Для проектируемого здания вагоноремонтного депо противопожарные требования представлены в табл. 1.1.3

Таблица 1.4

Противопожарные требования

Наименование требования	Значение, размерность	Источник
1. Класс ответственности здания	II	[4]

2. Категории помещений по опасности а) механо-сборочный участок б) участок ремонта стрел и кабин в) участок ремонта двигателей г) участок дефектовки деталей д) участок ремонта аппаратуры е) участок окраски		[4]
3. Категория здания по взрывопожарной опасности		[4]
4. Требуемая степень огнестойкости	ШБ	[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]

8

Продолжение табл 1.4

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 Технологический процесс производства

Вагоноремонтное депо предназначено для полного и текущего ремонта пассажирских вагонов. Здание состоит из вагоносборочного и малярного

цехов, колесно-тележечного отделения, также в здании предусмотрены мастерские, лаборатория, компрессорная и кладовая инструментов.

Один пролет основных цехов в 18 м оборудован опорным мостовым краном грузоподъемностью 10 т, второй пролет в 18 м. не имеет кранового оборудования. С двух сторон в здание депо предусмотрены вводы железнодорожной колеи.

1.5 Объёмно-планировочное решение производственного здания

Здание депо принято одноэтажным, двух пролётным. Размеры здания в плане: в осях - 36х72м; общие габаритные – 36,6х72,6 м.

Шаг колонн крайних и средних рядов принят 6 м.

Высота до низа стропильных конструкций составляет – 9,6 м. Пролет шириной 18 м оборудован опорным мостовым краном грузоподъемностью 10 т. Высота до головки кранового рельса составляет 6,95 м.

Деформационные швы, так как здание отапливаемое и длина здания меньше 72м, то нет необходимости устраивать деформационный шов.

Основной участок – вагоноборочный цех размещен в среднем пролете. Он связан с малярным цехом, колесно-тележечным отделением, мастерскими, кладовыми инструментов, компрессорной. В колесно-тележечное отделение предусмотрен въезд вагонов с двух сторон.

Расположенные во втором пролете шириной 18 м мастерские предназначены для обслуживания вагоноборочного и малярного цехов.

Всего из здания депо предусмотрено 8 выходов на улицу. По периметру здания с интервалом менее 100 м размещены пожарные лестницы: одна маршевая ЛП-1 и одна вертикальная ЛП-2.

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

Фасад здания депо определен ленточной разрезкой на стеновые панели и двухярусным ленточным остеклением. Высота первого яруса составляет 4,2 м, а второго 1,8 м.

Принята следующая наружная отделка здания. Наружные поверхности стеновых панелей затираются цементным раствором с расшивкой швов и

9

выкладываются плиткой ядовито красным цветом. Оконные переплеты окрашиваются масляной краской светло-голубого 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 – 2657,0 м²
- Общая площадь – 2592,0 м²
- Строительный объём – 29548,0 м³
- $K_1=1$

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 грузоподъёмностью 10 тонн, шаг колонн 6 метров и общая высота составляет менее 14,4 метров.

Привязка колонн основного каркаса торцевых стен к поперечным разбивочным осям принята «500». Колонны средних рядов имеют осевую привязку

1.7 Конструктивное решение депо технического осмотра

Здание депо выполнено в полном железобетонном каркасе. Здание одноэтажное, двух пролётное. Все пролёты - по 18м. Шаг колонн крайних и средних рядов принят 6 м.

Устойчивость здания в поперечном направлении обеспечивается двух пролётной рамой, стойки которой жестко защемлены в фундамент, а стропильные конструкции шарнирно соединены со стойками.

Устойчивость в продольном направлении обеспечивается системами 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 крайнего ряда в пролете 18 м - 2,1 м х 2,4 м, под колонны среднего ряда –

2,4 м х 2,7 м , под стойки торцового фахверка – 1,8 м х 1,8 м, под внутренние фахверковые стойки – 1,5 м х 1,5 м.

Фундаментные балки приняты по серии I.415-I, выпуск I. Имеют трапецевидное 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 КП1-56, КП1-89. Заделка колонн в стакан на 1050 мм.

Фахверковые колонны приняты по серии I.427.1-3, выпуск 1/87 марок 8КФ133-4, 8КФ139-5, 6КФ 105-3.

Металлические приколонные фахверковые стойки приняты по серии 1.030.1, выпуск 03 марок СФ16 и СФ12.

Связи по колоннам приняты по серии 1.424.1-5, выпуск 1/87 марок СВ-136, СВ-147, СВ-197, СВ-200.

Несущие конструкции покрытия приняты в виде железобетонных двух скатной решетчатой с пролетом 18 м по серии ПК-1,462-1, выпуск 1 марки 2БДР-18-4В.

Связи по стропильным конструкциям приняты по серии 1.463-13с, выпуск 3 марок ВС-127, ВС-128, ВС-140, ВС-129, ВС-131, ГС-145, ГС-149, С-123.

В покрытии зданий с расчетной сейсмичностью 8 баллов устанавливаются по продольным рядам колонн вертикальные связи между опорными участками стропильных ферм и распорки по верху колонн.

Балки подкрановые приняты стальные по серии КЭ-01-50, вып.1,2 марки БКНА6-1С БКНА6-1К. 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 ПСЛ30-1,2х6, ПСЛ30-1,8х6.

Швы между стеновыми панелями заполняются цементным раствором марки 50.

Плиты покрытия приняты ребристыми по ГОСТ 22701.1-77** марки ПВР-2 3х6. 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.

11

Водоотвод принят внутренний посредством 12 воронок. Расстояние между воронками 24 – 42 м. По периметру здания размещаются пожарные лестницы с интервалом менее 100 м. Имеются лестницы по торцам фонарей.

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.

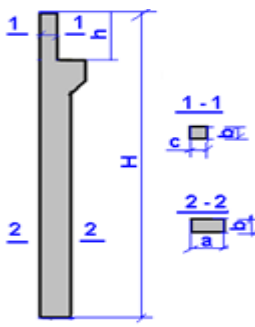
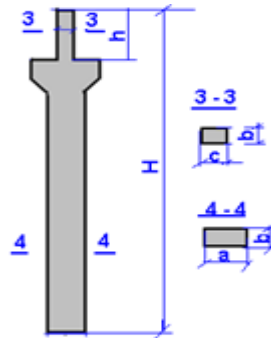
Полы приняты одинаковыми для всех помещений. Состав полов: основание – уплотненный грунт, подстилающий слой – бетон класса В15 толщиной 200 мм, прослойка – цементно-песчаный раствор марки М200 толщиной 40 мм, покрытие - бетон мозаичного состава толщиной 25 мм.

Окна приняты ленточные. Высота нижнего яруса 4,2 м, а верхнего - 1,8 м. Переплеты спаренные деревянные. Остекление – двойное листовое стекло.

Ворота приняты металлические распашные шириной 4,8 м и высотой 5,4 м марки Вр 4,9х5,4 по шифру 259-75.

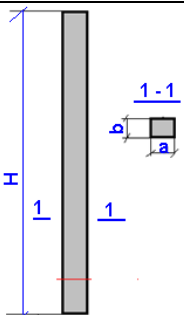
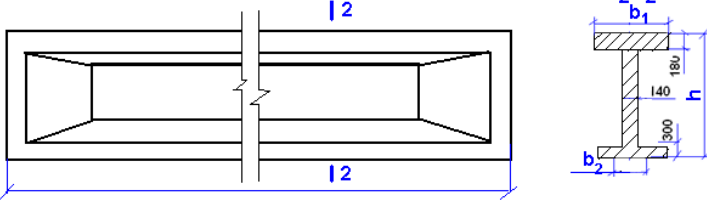
Подпольные каналы приняты по серии 3.0006.1-2.87.

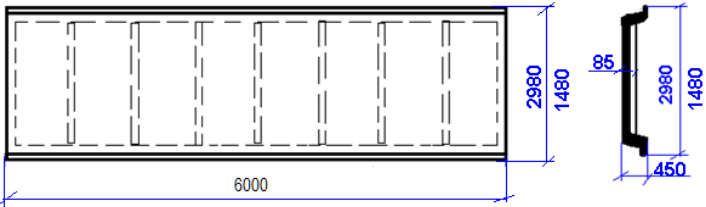
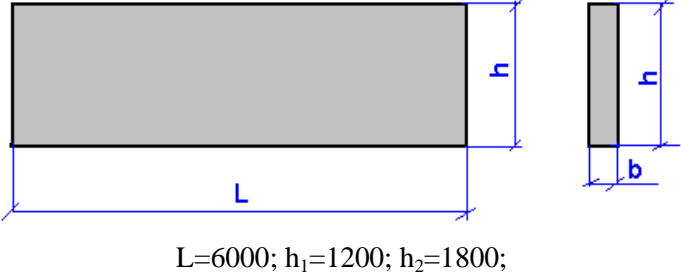
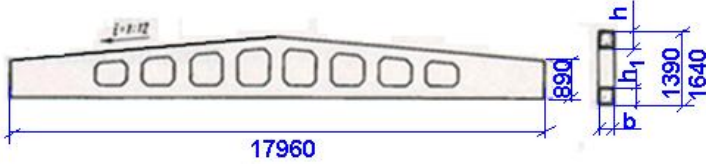
Таблица спецификации элементов конструкций

№	Наименование	Серия, марка	Схема и размеры
1	Колонна крайнего ряда	КЭ-01-49, вып.1 КП01-49	$H = 10600$ $h = 3800$ $a = 800$ $b = 400$ $c = 380$ 
2	Колонна среднего ряда	КЭ-01-49, вып.1 КП1-89	$H = 10600$ $h = 3800$ $a = 800$ $b = 400$ $c = 380$ 

12

Продолжение табл. 1.6

3	ЖБ фахверковая колонна	460-75, вып.1-1 КФ29-1	$H = 10900$ $a = 400$ $b = 400$ 
4	Подкрановая балка	КЭ-01-50, вып.1,2 БКНА6-1С БКНА6-1К	 <p>$L = 6000 ; h = 800 ; b_1 = 350 ; b_2 = 160$</p>

5	Плиты покрытий	1.465-3, вып.1-1,3-1 П1ВР3х6	
6	Стеновые панели	1.432-5, вып.1 ПСЛ30-1,2х6 ПСЛ30-1,8х6	 <p>$L=6000; h_1=1200; h_2=1800;$</p>
7	Стропильные фермы	ПК-1,462-1 вып.1 2БДР-18-4В	

2. Расчетно-конструктивный раздел

2.1. Расчет и конструирование предварительно напряженной двускатной решетчатой балки для покрытия главного корпуса здания

2.1.1. Исходные данные:

1. Балка двускатная решетчатая, пролетом – 18м; шаг балок – 6м.

2. Бетон тяжелый класса *B25*.

$$R_{bn}=R_{b,ser}=18.5\text{МПа};$$

$$R_{btm}=R_{bt,ser}=1,6\text{МПа};$$

$$R_b=14.5\text{ МПа};$$

$$R_{bt}=1,05\text{МПа};$$

$$E_b=27\cdot 10^3\text{МПа},$$

$$\gamma_{b2}=0,9.$$

3. Арматура:

а) напрягаемая продольная в нижнем поясе из стали класса *A –IV*.

$$R_{sn}=R_{s,ser}=590\text{МПа};$$

$$R_s=510\text{МПа};$$

$$E_s=19\cdot 10^4\text{МПа}.$$

б) ненапрягаемая в виде сварных каркасов: продольная класса *A–II*

$$R_{sn}=R_{s,ser}=295\text{МПа};$$

$$R_s=280\text{МПа}$$

$$R_{sc}=280\text{МПа};$$

$$E_s=21\cdot 10^4\text{МПа},$$

поперечная класса *A–I*

$$R_{sn}=R_{s,ser}=235\text{МПа};$$

$$R_s=225\text{МПа}$$

$$R_{sc}=225\text{МПа};$$

$$R_{sw}=175\text{ МПа};$$

$$E_s=21\cdot 10^4\text{МПа}$$

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

5. Снеговой район – *I* ($S_o=0,5\text{кН/м}^2$).

6. Технология изготовления – стендовая.
7. Пролет – бесфонарный.
8. Опираие балок – на железобетонные колонны
9. Крепление балок на опорах производится с помощью анкерных болтов
10. Конструкция балки с размерами дана на рис. 2.1.

Расчетная схема балки с нумерацией узлов и правилами знаков усилий приведены на рис. 2.2.

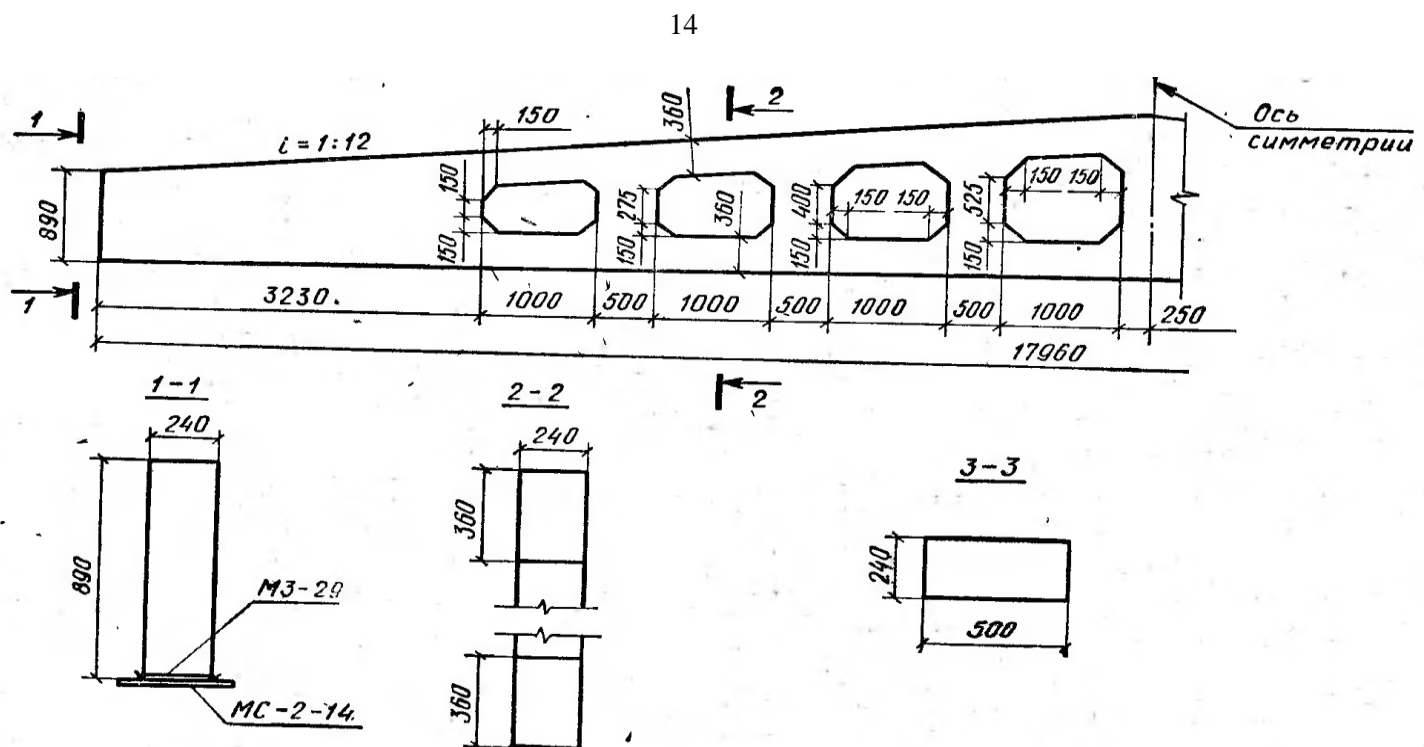


Рис. 2.1. Конструкция балки покрытия

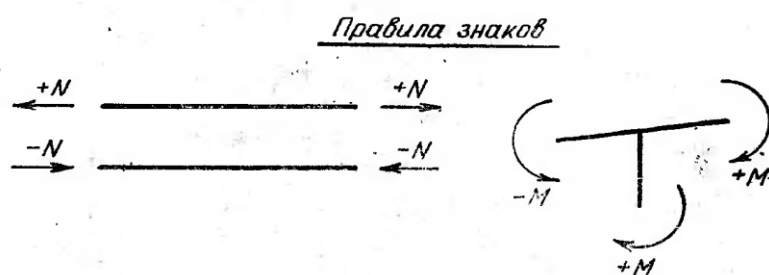
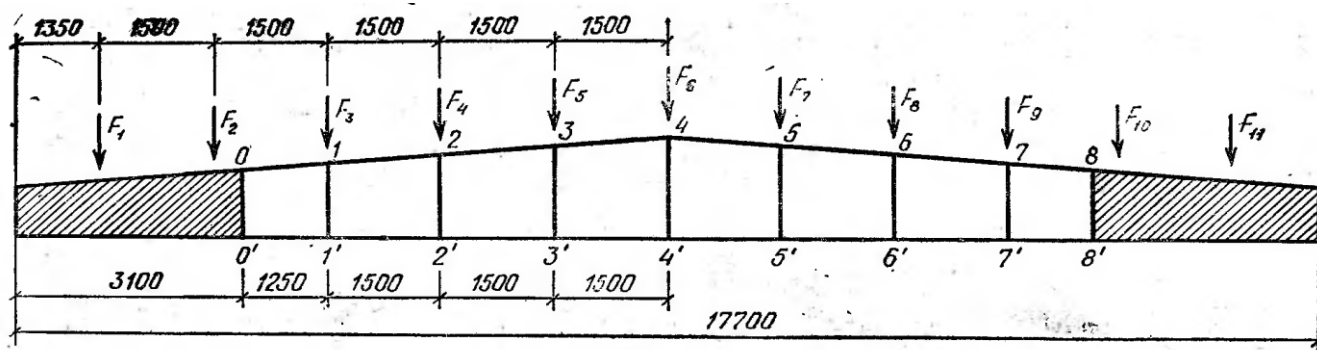


Рис. 2.2. Расчетная схема балки покрытия

2.1.2. Определение нагрузок и усилий на балку покрытия

Определение нагрузок на балку покрытия приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Нагрузки на балку покрытия

№	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная
---	--------------	----------------------	------------------------	-----------

			по нагрузке	нагрузка
	Вес :			
1	кровли, кН/м ²	0.55	1.2	0.66
2	Утеплитель, кН/м ²	0,48	1,3	0,624
3	Плиты покрытия с заливкой швов	1,78	1,1	1,96
4	балки, кН	104,0	1,1	114,4
5	снега, кН/м ²	0,50	1,4	0,70

Нагрузка на балку:

- расчетная погонная

$$q = (0.66 + 0.624 + 1.96 + 0.7) \cdot 6 + \frac{114.4}{18} = 30.02 \frac{\text{кН}}{\text{м}},$$

- расчетная узловая

$$F = 30.02 \cdot 1.5 = 45.03 \text{ кН}.$$

Усилия в элементах балки определяется как для статически неопределимой стержневой системы. Нормативные силы в стержнях и изгибающие моменты в узлах от единичных нагрузок приведены в табл. 2.2. и табл. 2.3.

2.1.3. Расчет сжатого элемента верхнего

пояса балки

Рассчитываем наиболее напряженный элемент 2-3 (рис.2.2). Сечение элемента $b \times h = 24 \times 36$ см. Расчетная схема – внецентренно сжатый элемент. Расчетные продольная сила и изгибающий момент в элементе равны

$$N = N_{2-3} = 21.415 \cdot 45.03 = 964.32 \text{ кН}; \quad N_{ол} = 0.86 \cdot 964.32 = 829.32 \text{ кН},$$

$$M = M_{2-3} = 0.588 \cdot 45.03 = 26.48 \text{ кНм}.$$

$$\text{Рабочая высота сечения } h_0 = h - a = 36 - 4 = 32 \text{ см}.$$

Эксцентриситет продольного усилия относительно центра тяжести сечения $\ell_0 = \frac{M}{N} = \frac{26,46}{964,32} = 0,027\text{ м} = 2,7\text{ см}$.

При $e_{0=3\text{ см}} < \frac{h}{8} = \frac{36}{8} = 4,5\text{ см}$, расчетная длина элемента верхнего пояса балки $\ell_0 = 0,9\ell = 0,9 \cdot 1,5 = 1,35\text{ м}$.

Радиус инерции поперечного сечения $i = 0,29h = 0,29 \cdot 36 = 10,44\text{ см}$

Гибкость $\lambda = \frac{\ell_0}{i} = \frac{135}{10,44} = 12,93 \leq 14$, поэтому влияние прогиба элемента на его прочность учитывать не будем, то есть принимаем $\eta = 1$.

Таблица 2.2

Стержни	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	$\sum F_1 \dots F_6 + 0.5 F_6$	$\sum F_1 \dots F_{11}$

Нормативные силы от единичных нагрузок

Верхний пояс	0-1	-1,152	-2,433	-3,136	-2,839	-2,483	-2,123	-1,763	-1,403	-1,044	-0,684	-0,324	-13,104	-19,384
	1-2	-0,939	-1,983	-2,994	-3,361	-2,976	-2,547	-2,116	-1,684	-1,252	-0,820	-0,389	-13,526	-21,061
	2-3	-0,741	-1,563	-2,385	-3,168	-3,387	-2,936	-2,445	-1,946	-1,447	-0,948	-0,449	-12,712	-21,415
	3-4	-0,570	-1,204	-1,837	-2,469	-3,070	-3,233	-2,779	-2,217	-1,649	-1,080	-0,512	-10,766	-20,620
	4-5	-0,512	-1,080	-1,649	-2,217	-2,779	-3,233	-3,070	-2,469	-1,837	-1,204	-0,570	-9,853	-20,620
	5-6	-0,449	-0,948	-1,447	-1,946	-2,445	-2,936	-3,387	-3,168	-2,385	-1,563	-0,741	-8,703	-21,415
	6-7	-0,389	-0,820	-1,252	-1,684	-2,116	-2,547	-2,976	-3,361	-2,994	-1,983	-0,939	-7,534	-21,061
	7-8	-0,324	-0,684	-1,044	-1,403	-1,763	-2,123	-2,483	-2,839	-3,136	-2,433	-1,152	-6,279	-19,384
Нижний пояс	0'-1'	+1,156	+2,440	+3,104	+2,811	+2,459	+2,103	+1,746	+1,390	+1,033	+0,677	+0,321	+13,021	+19,240
	1'-2'	+0,943	+1,990	+3,005	+3,333	+2,952	+2,527	+2,099	+1,671	+1,242	+0,814	+0,385	+13,486	+20,961
	2'-3'	+0,744	+1,570	+2,395	+3,182	+3,362	+2,915	+2,426	+1,933	+1,437	+0,942	+0,446	+12,710	+21,354
	3'-4'	+0,573	+1,211	+1,848	+2,483	+3,088	+3,212	+2,762	+2,204	+1,639	+1,074	+0,509	+10,809	+20,603
	4'-5'	+0,509	+1,074	+1,639	+2,204	+2,762	+3,212	+3,088	+2,483	+1,848	+1,211	+0,573	+9,794	+20,603
	5'-6'	+0,446	+0,942	+1,437	+1,933	+2,428	+2,915	+3,362	+3,182	+2,395	+1,570	+0,744	+8,643	+21,354
	6'-7'	+0,385	+0,814	+1,242	+1,671	+2,099	+2,527	+2,952	+3,333	+3,005	+1,990	+0,943	+7,474	+20,961
	7'-8'	+0,321	+0,677	+1,033	+1,390	+1,746	+2,103	+2,459	+2,811	+3,104	+2,440	+1,156	+6,218	+19,240

Стойки	1-1'	+0,007	+0,015	-0,487	-0,029	-0,021	-0,019	-0,016	-0,012	-0,009	-0,006	-0,003	-0,524	-0,580
	2-2'	+0,008	+0,017	+0,019	-0,485	-0,024	-0,015	-0,015	-0,012	-0,009	-0,006	-0,003	-0,472	-0,525
	3-3'	+0,008	+0,017	+0,027	+0,028	-0,473	-0,016	-0,004	-0,005	-0,004	-0,003	-0,001	-0,401	-0,426
	4-4'	+0,042	+0,089	+0,135	+0,183	+0,221	-0,232	+0,221	+0,183	+0,135	+0,089	+0,042	+0,554	+1,108
	5-5'	-0,001	-0,003	-0,004	-0,005	-0,004	-0,016	-0,473	+0,028	+0,027	+0,017	+0,008	-0,025	-0,426
	6-6'	-0,003	-0,006	-0,009	-0,012	-0,015	-0,015	-0,024	-0,485	-0,019	+0,017	+0,008	-0,052	-0,525
	7-7'	-0,003	-0,006	-0,009	-0,012	-0,016	-0,019	-0,021	-0,029	-0,487	+0,015	+0,007	-0,055	-0,580

Таблица 2.3

Узлы	Стержни	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}	F_{11}	$\sum F_1 \dots F_{1+0.5} F_6$	$\sum F_1 \dots F_{11}$
------	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	----------	--------------------------------	-------------------------

Изгибающий момент в узлах от единичных нагрузках

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0-1	-0,095	-0,200	+0,076	+0,085	+0,076	+0,065	+0,054	+0,043	+0,032	+0,021	+0,010	-0,026	+0,167
1	1-0	-0,016	-0,033	+0,235	+0,179	+0,156	+0,133	+0,110	+0,086	+0,065	+0,043	+0,020	+0,587	+0,980
	1-1'	+0,098	+0,207	+0,050	-0,234	-0,219	-0,188	-0,157	-0,125	-0,092	-0,061	-0,028	-0,191	-0,748
	1-2	-0,082	-0,174	-0,285	+0,055	+0,063	+0,055	+0,047	+0,037	+0,027	+0,081	+0,008	-0,396	-0,232
2	2-1	-0,035	-0,073	-0,098	+0,241	+0,185	+0,158	+0,131	+0,104	+0,077	+0,051	+0,024	+0,299	+0,765
	2-2'	+0,104	+0,218	+0,319	+0,082	-0,210	-0,196	-0,167	-0,133	-0,098	-0,065	-0,031	+0,415	-0,177
	2-3	-0,069	-0,145	-0,221	-0,323	+0,025	+0,038	+0,036	+0,029	+0,021	+0,014	+0,007	-0,714	-0,588
3	3-2	-0,035	-0,075	-0,113	-0,134	+0,208	+0,149	+0,122	+0,097	+0,072	+0,047	+0,022	-0,075	+0,360
	3-3'	+0,100	+0,210	+0,319	+0,411	+0,165	-0,169	-0,186	-0,152	-0,113	-0,074	-0,035	+1,120	+0,475
	3-4	-0,065	-0,135	-0,206	-0,277	-0,373	+0,020	+0,064	+0,055	+0,041	+0,027	+0,013	-1,045	-0,835
4	4-3	-0,031	-0,066	-0,101	-0,134	-0,151	+0,154	+0,059	+0,045	+0,033	+0,022	+0,010	-0,406	-0,160
	4-4'	+0,041	+0,088	+0,134	+0,179	+0,210	0,00	-0,210	-0,179	-0,134	-0,088	-0,041	+0,652	0,00
	4-5	-0,010	-0,022	-0,033	-0,045	-0,059	-0,154	+0,151	+0,134	+0,101	+0,066	+0,031	-0,246	+0,160
5	5-4	-0,013	-0,027	-0,041	-0,055	-0,064	-0,020	+0,373	+0,277	+0,206	+0,135	+0,065	-0,210	+0,835
	5-5'	+0,035	+0,074	+0,131	+0,152	+0,186	+0,169	-0,165	-0,411	-0,319	-0,210	-0,100	+0,644	-0,475
	5-6	-0,022	-0,047	-0,072	-0,097	-0,122	-0,149	-0,208	+0,134	+0,113	+0,075	+0,035	-0,434	-0,360
6	6-5	-0,007	-0,014	-0,021	-0,029	-0,036	-0,038	-0,025	+0,323	+0,221	+0,145	+0,069	-0,126	+0,588
	6-6'	+0,031	+0,065	+0,098	+0,133	+0,167	+0,196	+0,210	-0,082	-0,319	-0,218	-0,104	+0,592	+0,177

	6-7	-0,024	-0,051	-0,077	-0,104	-0,131	-0,158	-0,185	-0,241	+0,098	+0,073	+0,035	-0,466	-0,765
7	7-6	-0,008	-0,018	-0,027	-0,037	-0,047	-0,055	-0,063	-0,055	+0,285	+0,174	+0,082	-0,163	+0,232
	7-7'	+0,028	+0,061	+0,092	+0,125	+0,157	+0,188	+0,219	+0,234	-0,050	-0,207	-0,098	+0,537	+0,748
	7-8	-0,020	-0,043	-0,065	-0,088	-0,110	-0,133	-0,156	-0,179	-0,235	+0,033	+0,016	-0,392	-0,980
8	8-7	-0,010	-0,021	-0,032	-0,043	-0,054	-0,065	-0,076	-0,085	-0,076	+0,200	+0,095	-0,192	-0,167

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Продолжение таблицы 2.3

0'	0'-1'	-0,092	-0,194	+0,075	+0,094	+0,083	+0,071	+0,059	+0,047	+0,035	+0,023	+0,011	+0,001	+0,212
1'	1'-0'	-0,013	-0,028	+0,232	+0,186	+0,160	+0,137	+0,113	+0,090	+0,067	+0,044	+0,021	+0,605	+1,009
	1'-1	+0,094	+0,200	+0,041	+0,239	-0,228	-0,196	-0,162	-0,130	-0,096	-0,063	-0,030	-0,229	-0,808
	1'-2	-0,081	-0,172	-0,273	+0,053	+0,068	+0,059	+0,049	+0,040	+0,029	+0,019	+0,009	-0,376	-0,201
2'	2'-1'	-0,033	-0,071	-0,088	+0,238	+0,192	+0,161	+0,134	+0,107	+0,079	+0,052	+0,025	+0,318	+0,796
	2'-2	+0,101	+0,214	+0,309	+0,094	-0,233	-0,204	-0,172	-0,138	-0,102	-0,067	-0,032	+0,385	-0,229
	2'-3'	-0,068	-0,144	+0,221	-0,312	+0,021	+0,043	+0,038	+0,031	+0,023	+0,015	+0,007	-0,703	-0,567
3'	3'-2'	-0,035	-0,074	-0,112	-0,124	+0,202	+0,155	+0,123	+0,098	+0,072	+0,047	+0,022	-0,066	+0,374
	3'-3	+0,097	+0,205	+0,312	+0,396	+0,153	-0,174	-0,200	-0,162	-0,120	-0,078	-0,037	+1,077	-0,392
	3'-4	-0,062	-0,131	-0,200	-0,272	-0,355	+0,019	+0,077	+0,064	+0,048	+0,031	+0,015	-1,011	+0,766
4'	4'-3'	-0,029	-0,060	-0,092	-0,123	-0,132	+0,155	+0,078	+0,056	+0,042	+0,028	-0,012	-0,359	-0,065
	4'-4	+0,041	+0,088	+0,134	+0,179	+0,210	0,000	-0,210	-0,179	-0,134	-0,088	-0,041	+0,652	0,000
	4'-5'	-0,012	-0,028	-0,042	-0,056	-0,078	-0,155	+0,132	+0,123	+0,092	+0,060	+0,029	-0,293	+0,065
5'	5'-4'	-0,015	-0,031	-0,048	-0,064	-0,077	-0,019	+0,355	+0,272	+0,200	+0,131	+0,062	-0,244	+0,766
	5'-5	+0,037	+0,078	+0,120	+0,162	+0,200	+0,174	-0,153	-0,396	-0,312	-0,205	-0,097	+0,683	-0,392

	5'-6'	-0,022	-0,047	-0,072	-0,098	-0,123	-0,155	-0,202	+0,124	+0,112	+0,074	+0,035	-0,439	-0,374
6'	6'-5'	-0,007	-0,015	-0,023	-0,031	-0,038	-0,043	-0,021	+0,312	+0,221	+0,144	+0,068	-0,135	+0,567
	6'-6	+0,032	+0,067	+0,102	+0,138	+0,172	+0,204	+0,213	-0,074	-0,309	-0,215	-0,101	+0,612	+0,229
	6'-7'	-0,025	-0,052	-0,079	-0,107	-0,134	-0,161	-0,192	-0,238	+0,088	+0,071	+0,033	-0,477	-0,796
7'	7'-6'	-0,009	-0,019	-0,029	-0,040	-0,049	-0,059	-0,068	-0,053	+0,273	+0,172	+0,081	-0,175	+0,201
	7'-7	+0,030	+0,063	+0,096	+0,130	+0,162	+0,196	+0,228	+0,239	-0,041	-0,200	-0,094	+0,579	+0,808
	7'-8'	-0,021	-0,044	-0,067	-0,090	-0,113	-0,137	-0,160	-0,186	-0,232	+0,028	+0,013	-0,403	-1,009
8'	8'-7'	-0,011	-0,023	-0,035	-0,047	-0,059	-0,071	-0,083	-0,094	-0,075	+0,194	+0,092	-0,210	-0,212

При симметричном армировании высота сжатой зоны сечения равна

$$x = \frac{N}{R_b \cdot b} = \frac{964,32 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 24 \cdot 10^2} = 30,8 \text{ см},$$

относительная высота сжатой зоны сечения элемента

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{30,8}{32} = 0,96 \geq \xi_R = 0,57 \quad \text{т.е. имеет место случай сжатия с малым}$$

эксцентриситетом, здесь граничное значение относительной высоты сжатой зоны сечения равно

$$\xi_R = \frac{\varpi}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC,U}} \left(1 - \frac{\varpi}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,57$$

$$\text{где } \varpi = 0,85 - 0,008 R_b \cdot \gamma_{b2} = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,69$$

Расстояние от точки приложения продольной силы до центра тяжести растянутой арматуры

$$\ell = \ell_0 \eta + \frac{h}{2} - a = 2,7 \cdot 1 + \frac{36}{2} - 4 = 16,7 \text{ см},$$

$$\bar{n} = \frac{N}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0} = \frac{964,32 \cdot 10^3}{14,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 32 \cdot 10^2} = 0,96 \geq \xi_R = 0,57$$

находим

$$\delta' = \frac{a}{h_0} = \frac{4}{32} = 0,125$$

$$\alpha = \frac{\bar{n} \left(\frac{e}{h_0} - 1 + \frac{\bar{n}}{2} \right)}{1 - \delta'} = \frac{0,96 \left(\frac{16,7}{32} - 1 + \frac{0,96}{2} \right)}{1 - 0,125} = -0,002 < 0;$$

$$\xi = \frac{\bar{n}(1 - \xi_R) + 2\alpha\xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha} = \frac{0,96(1 - 0,57)}{1 - 0,57} = 0,96 > \xi_R = 0,57;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{N}{R_s} \cdot \frac{\frac{e}{h_0} - \frac{\xi}{\bar{n}} \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{1 - \delta'} = \frac{964,32 \cdot 10^3}{280 \cdot 10^2} \cdot \frac{\frac{16,7}{32} - \frac{0,96}{0,96} \left(1 - \frac{0,96}{2}\right)}{1 - 0,125} = < 0$$

Принимаем: 2Ø16 A-II, $A_s = A_s^1 = 4,02 \text{ см}^2$,

2.1.4. Расчет растянутого элемента

нижнего пояса

Рассчитываем наиболее напряженный элемент 2'-3' (рис.2). Сечение элемента $b \times h = 24 \times 36$ см. Расчетная схема - внецентренно растянутый элемент. Расчетные усилия в элементе составят:

$$N = 21,354 \cdot 45,03 = 961,6 \text{ кН};$$

$$M = M_{2'-3'} = 0,567 \cdot 45,03 = 25,53 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a = 36 - 6 = 30 \text{ см.}$$

Эксцентриситет продольного усилия относительно центра тяжести сечения $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{25,53}{961,6} = 0,027 \text{ м} = 2,7 \text{ см}$; продольная сила N приложена между равнодействующими усилиями в арматуре S и S'. Расчет выполняется из условия:

20

$$Ne \leq R_s A'_s (h_0 - a'), \text{ при этом } Ne = kM + N \left(\frac{h}{2} - a_1 \right),$$

где $K=0,7$ -коэффициент, учитывающий перераспределение изгибающих моментов вследствие пластических деформаций бетона и образования трещин; $a_1 = a = a' = 6$ см.

$$Ne = 0,7 \cdot 25,53 + 961,6 \left(\frac{0,36}{2} - 0,06 \right) = 133,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

получаем:

$$A_{sp} = A'_{sp} = \frac{Ne}{R_s (h_0 - a')} = \frac{133,3 \cdot 10^5}{510(30 - 6) \cdot 10^2} = 10,89 \text{ см}^2$$

Принимаем: $3\varnothing 22 \text{ A-IV}, A_{sp} = 11,4 \text{ см}^2$

Всего в нижнем поясе балки $6\varnothing 22 \text{ A-IV}, A_s + A'_s = 22,81 \text{ см}^2$

2.1.5. Расчет сжатой стойки

Рассчитываем наиболее напряженную стойку 1-1' (рис.2). Сечение стойки $b \times h = 24 \times 50$ см. Расчетная схема - внецентренно сжатый элемент. Расчетные усилия в стойке будут равны:

$$N_{1-1'} = 0,58 \cdot 45,03 = 26,12 \text{ кН};$$

$$M = M_{1-1'} = 0,808 \cdot 45,03 = 36,38 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a = 50 - 5 = 45 \text{ см.}$$

Эксцентриситет продольного усилия относительно центра тяжести сечения

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{36,38}{26,12} = 1,39 \text{ м} = 139 \text{ см}.$$

Случайный эксцентриситет:

$$e_a = \frac{\ell}{600} = \frac{126}{600} = 0,21 \text{ см}, \quad e_a = \frac{h}{30} = \frac{50}{30} = 1,67 \text{ см}, \quad e_a = 1 \text{ см}, \text{ так как } 1,67 \text{ см} < 139,3 \text{ см},$$

то случайный эксцентриситет в расчете не учитывается.

Длина стойки равна $\ell = 0,89 + \frac{4,48}{12} = 1,26 \text{ м}$, расчетная длина стойки

$$\ell_0 = 0,8\ell = 0,8 \cdot 1,26 = 1,01 \text{ м}.$$

Радиус инерции поперечного сечения $i = 0,29 \text{ м} = 0,29 \cdot 50 = 14,5 \text{ см}$.

Гибкость $\lambda = \frac{\ell_0}{i} = \frac{101}{14,5} = 6,96 < 14$, поэтому влияние прогиба элемента на его прочность не учитывается, т.е. $\eta = 1$.

При симметричном армировании высота сжатой зоны сечения равна

$$x = \frac{N}{R_s \cdot b} = \frac{26,12 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 24 \cdot 10^2} = 0,83 \text{ см}, \quad \xi = \frac{x}{h_0} = \frac{0,83}{45} = 0,018 < \xi_R = 0,57,$$

т.е. имеет место случай сжатия с большим эксцентриситетом.

Расстояние от точки приложения продольной силы до центра тяжести растянутой арматуры равно

$$e = e_0 \eta + \frac{h}{2} - a = 139,3 \cdot 1 + \frac{50}{2} - 5 = 159,3 \text{ см};$$

площадь сечения арматуры

21

$$A_s = A'_s = \frac{N \left(e - h_0 + \frac{N}{2R_s b} \right)}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{26,12 \cdot 10^3 \left(159,3 - 45 + \frac{26,1 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 2 \cdot 14,5 \cdot 24 \cdot 10^2} \right)}{280(45 - 5) \cdot 10^2} = 2,66 \text{ см}^2$$

Принимаем по конструктивным требованиям: $2\varnothing 16 \text{ А-II}$, $A_s = 4,02 \text{ см}^2$.

2.1.6. Расчет растянутой стойки

Рассчитываем стойку 4-4' . Сечение стойки $b \times h = 24 \times 50$ см. Расчетное растягивающее усилие в стойке равно: $N = 1,108 \cdot 45,03 = 49,89 \text{ кН}$, $M = 0$.

Расчетная схема-центрально растянутый элемент.

Расчетное условие: $N \leq R_s A_{s_{tot}}$

Площадь сечения всей продольной арматуры

$$A_{s_{tot}} = \frac{N}{R_s} = \frac{49,89 \cdot 10^3}{280 \cdot 10^2} = 1,78 \text{ см}^2$$

По конструктивным требованиям принимаем:

$$4\varnothing 16 \text{ A-II}, A_{s_{tot}} = 8,04 \text{ см}^2$$

2.1.7. Расчет прочности балки по наклонному сечению на действие поперечной силы

Поперечная сила $Q_A = Q_B = \pm 0,5 q \ell_0 = \pm 0,5 \cdot 30,02 \cdot 17,7 = 265,7 \text{ кН}$.

Приопорная часть балки армирована двумя вертикальными плоскими каркасами, объединенными в пространственный каркас. Принимаем поперечные стержни: $\varnothing 8 \text{ A-I}$, $A_{sw} = 1,01 \text{ см}^2$ с шагом $S = 200$ мм. Сжатая грань балки наклонена к продольной оси под углом β , а растянутая - параллельна ей.

Назначаем величину C_b из условия:

$C_s = h_0 \cdot \frac{\varphi_{s2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)}{\varphi_{s3}(1 + \varphi_n) - \varphi_{s2}(1 + \varphi_f + \varphi_u)} \cdot \gamma \beta$, где $h_0 = 89 + \frac{15}{2} = 90,25 \text{ см}$ (у начала наклонного сечения в растянутой зоне);

$$\varphi_{s2} = 2; \quad \varphi_f = 0 \text{ (сечение прямоугольное)}; \quad \varphi_n = 0,5; \quad \varphi_{s3} = 0,6; \quad \gamma \beta = \frac{1}{12} = 0,083.$$

Получаем:

$$C_s = 90,25 \cdot \frac{2(1 + 0,5)}{0,6(1 + 0,5) - 2(1 + 0,5) \cdot 0,083} = 416,5 \text{ см}.$$

Принимаем: $C_s = 323 - 15 = 308 \text{ см}$.

Величина поперечной силы Q_b , воспринимаемой бетоном сжатой зоны

$$Q_s = \varphi_{s2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{st} b \frac{(h_0 + C_s \operatorname{tg} \beta)^2}{C_s} = 2(1 + 0,5) \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 24 \frac{(90,25 + 308 \cdot 0,083)^2}{308} =$$

$$= 3292 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 329,2 \text{ кН} > \varphi_{s3} (1 + \varphi_n) R_{sv} \cdot b (h_0 + C_s \cdot \operatorname{tg} \beta) =$$

$$= 0,6(1 + 0,5) \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 24(90,25 + 308 \cdot 0,083) = 2627 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 262,7 \text{ кН}$$

и $Q_s = 329,2 \text{ кН} > Q = 262,7 \text{ кН}$,

22

следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется, она принимается конструктивно ($2\varnothing 8 \text{ А-I}$ с шагом $S=200 \text{ мм}$).

2.2. Расчет двускатной балки на трещиностойкость по II группе предельных состояний

2.2.1 Определение геометрических характеристик сечения нижнего пояса балки и потерь предварительного напряжения арматуры

Коэффициент приведения: $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{19 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,04$.

Приведенная площадь сечения нижнего пояса балки:

$$A_{red} = b \cdot h + \alpha \cdot A_{sp} = 24 \cdot 36 + 7,04 \cdot 22,81 = 1024,6 \text{ см}^2.$$

Предварительное напряжение арматуры:

$$\sigma_{sp} = R_{s,ser} - P; \quad P = 0,05 \sigma_{sp} \text{ (механический способ натяжения),}$$

$$\sigma_{sp} = R_{s,ser} - 0,05 \sigma_{sp}; \quad \sigma_{sp} + 0,05 \sigma_{sp} = R_{s,ser}; \quad 1,05 \sigma_{sp} = R_{s,ser};$$

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

Потери предварительного напряжения.

Первые потери:

- от релаксации напряжений арматуры:

$$\sigma_1 = 0,1 \sigma_{sp} - 20 = 0,1 \cdot 561,9 - 20 = 36,19 \text{ МПа (для стержневой арматуры);}$$

- от температурного перепада

$$\sigma_2 = 1,25 \Delta t = 1,25 \cdot 65 = 81,25 \text{ МПа (для бетонов класса B15 ÷ B40);}$$

$$\Delta t = 65^{\circ}C;$$

-от деформации анкеров при расстоянии между анкерными приспособлениями $\ell = 18 + 2 = 20\text{ м}$

$\sigma_3 = \frac{\Delta \ell}{\ell} E_s$, где $\Delta \ell = 2\text{ мм}$ - обжатие опрессованных шайб, смятие высаженных головок; $E_s = 19 \cdot 10^4$ МПа - начальный модуль упругости напрягаемой арматуры

$$\sigma_3 = \frac{0,2}{2000} \cdot 19 \cdot 10^4 = 19 \text{ МПа}.$$

Сумма потерь $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 36,19 + 8,25 + 19 = 136,44 \text{ МПа}$, а оставшееся после их проявления предварительное напряжение

$$\sigma_{sp} - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = 561,9 - 136,44 = 425,46 \text{ МПа}.$$

Усилие натяжения арматуры при таком предварительном напряжении, а следовательно, и усилие обжатия бетона

$$P_o = (\sigma_{sp} - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)) A_{sp} = 425,46 \cdot 22,81 = 9704,7 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 970,47 \text{ кН},$$

тогда напряжение обжатия бетона

$$\sigma_{вп} = \frac{P_o}{A_{ред}} = \frac{11593,3}{1024,6} = 9,47 \text{ МПа},$$

передаточная прочность бетона

$$R_{ep} = 0,7 B \geq 15,5 \text{ МПа (для A-VI, K-7, K-19);}$$

$$R_{ep} = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ МПа} > 15,5 \text{ МПа}.$$

$$\frac{\sigma_{вп}}{R_{ep}} = \frac{9,47}{17,5} = 0,54 < \alpha = 0,8;$$

23

$$\alpha = 0,25 + 0,025 R_{ep} \leq 0,8; \quad \alpha = 0,25 + 0,025 \cdot 17,5 = 0,69 > 0,8;$$

принимаем: $\alpha = 0,69$;

- потери от быстронатекающей ползучести бетона, подвергнутого тепловой обработке

$$\text{при } \frac{\sigma_{ep}}{R_{ep}} = 0,54 < \alpha = 0,0.69;$$

$$\sigma_6 = 40 \cdot \frac{\sigma_{ep}}{R_{ep}} \cdot 0,85 = 40 \cdot 0,54 \cdot 0,85 = 18.36 \text{ МПа}.$$

Итого первые потери, происходящие до окончания обжатия

$$\sigma_{\ell oc1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 = 36.19 + 81.25 + 19 + 18.36 = 154.8 \text{ МПа}.$$

Предварительное напряжение с учетом первых потерь

$$\sigma_{sp} - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6) = 561.9 - 154.8 = 407.1 \text{ МПа}.$$

Усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь:

$$P_{0I} = [\sigma_{sp} - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6)] \cdot A_{sp} = 407.1 \cdot 22.81 = 9286 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 928.6 \text{ кН}.$$

Напряжение обжатия бетона

$$\sigma_{ep1} = \frac{P_{0I}}{A_{red}} = \frac{9286}{1024.6} = 9.06 \text{ МПа}.$$

Вторые потери:

- от усадки бетона $\sigma_8 = 40 \text{ МПа}$ (для бетона класса В 35 и ниже);

- от ползучести бетона

$$\sigma_9 = 150 \cdot 0,85 \cdot \frac{\sigma_{ep1}}{R_{ep}} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,54 = 68.85 \text{ МПа}, \quad \text{при } \frac{\sigma_{ep1}}{R_{ep}} = 0,54 < 0,69;$$

Итого вторые потери, происходящие после обжатия бетона

$$\sigma_{\ell oc2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 68.85 = 103.85 \text{ МПа}$$

Полные потери напряжения:

$$\sigma_{\ell oc} = \sigma_{\ell oc1} + \sigma_{\ell oc2} = 154.8 + 103.85 = 258.65 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа};$$

установившееся предварительное напряжение после проявления всех потерь

$$\sigma_{sp} - \sigma_{\ell oc} = 561.9 - 258.65 = 303.25 \text{ МПа}$$

усилие обжатия при коэффициенте точности натяжения арматуры $\gamma_{sp} = 1$

$$P_{02} = [\sigma_{sp} - \sigma_{\ell oc}] \cdot A_{sp} \cdot \gamma_{sp} = 303.25 \cdot 22.81 \cdot 1 = 6917.13 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 691.7 \text{ кН}.$$

Так как преднапряженная арматура по сечению распределена равномерно, то эксцентриситет приложения усилия предварительного обжатия относительно центра тяжести приведенного сечения $e_{op} = 0$.

2.2.2. Расчет по образованию нормальных трещин в нижнем поясе балки

Нормативные нагрузки, действующие на балку:

$$q^{ser} = (2,81 + 0,5) \cdot 6 + \frac{104}{18} = 25,64 \text{ кН / м},$$

$$F^{ser} = 25,64 \cdot 1,5 = 38,46 \text{ кН}; (\text{узловая нагрузка}),$$

$$q_{\partial л}^{ser} = 2,81 \cdot 6 + \frac{104}{18} = 22,64 \text{ кН / м};$$

$$F_{\partial л}^{ser} = 22,64 \cdot 1,5 = 33,96 \text{ кН}$$

24

Комбинация усилий для стержня 5'-6':

$$M^{ser} = -0,567 \cdot 38,46 = -21,81 \text{ кНм};$$

$$M_{\partial л}^{ser} = -0,567 \cdot 33,96 = -19,26 \text{ кНм};$$

$$N^{ser} = 21,354 \cdot 38,46 = 821,3 \text{ кН};$$

$$N_{\partial л}^{ser} = 21,354 \cdot 33,96 = 725,18 \text{ кН};$$

$$e_0 = \frac{M^{ser}}{N^{ser}} = \frac{2181}{821,3} = 2,65 \text{ см};$$

$$e_{0 \partial л} = \frac{M_{\partial л}^{ser}}{N_{\partial л}^{ser}} = \frac{1926}{725,18} = 2,65 \text{ см}.$$

Определяем геометрические характеристики сечения (рис. 2.3.)

- момент инерции приведенного сечения

$$I_{red} = \frac{bh^3}{12} + 2 \cdot \alpha \cdot A_{sp} \cdot a^2 = \frac{24 \cdot 36^3}{12} + 2 \cdot 7,04 \cdot 11,4 \cdot 12^2 = 116426 \text{ см}^4;$$

$$\text{где } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{19 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,04.$$

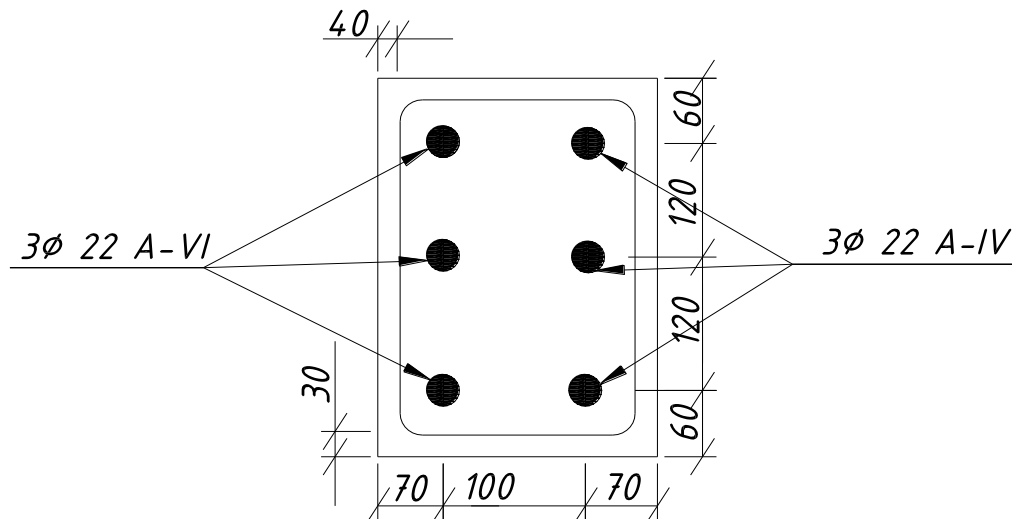


Рис. 2.3 Сечение нижнего пояса балки.

Упругий момент сопротивления приведенного сечения

$$W_e = \frac{I_{red}}{0,5h} = \frac{116426}{0,5 \cdot 36} = 6468 \text{ см}^3, \quad h=36 \text{ см}-\text{размер сечения нижнего пояса.}$$

Упруго-пластический момент сопротивления приведенного сечения при $\gamma = 1,75$: $W_{pe} = \gamma \cdot W_e = 1,75 \cdot 6468 = 11319 \text{ см}^3$.

25

Проверяем условие для внецентренно растянутого нижнего пояса:

$N \leq P_{02}$; $821.3 \text{ кН} < 691.7 \text{ кН}$, то расстояние от центра тяжести приведенного сечения до ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны, трещиностойкость которой проверяется, определяется по формуле:

$$r = \varphi \frac{W_e}{A_{red}} = 0,69 \frac{6468}{1024.6} = 4.36 \text{ см}, \quad \text{здесь } \varphi = 0,69.$$

Изгибающий момент, который может быть воспринят сечением перед образованием трещин, равен:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \cdot 0,1 + P_{02} (e_{0p} + r) = 1,6 \cdot 11319 \cdot 0,1 + 691,7(0 + 4,36) = 6171 \text{ кН} \cdot \text{см} = 61,71 \text{ кНм}.$$

Изгибающие моменты от внешней нагрузки составят:

- от полной нагрузки

$$M_{ser} = N_{ser} (e_0 + r) = 821,3 \cdot (2,65 + 4,36) = 5757 \text{ кН} \cdot \text{см} = 57,57 \text{ кНм};$$

- от длительной нагрузки

$$M_{ser}^{\partial l} = N_{ser}^{\partial l} (e_0^{\partial l} + r) = 725,18 \cdot (2,65 + 4,36) = 5083,5 \text{ кН} \cdot \text{см} = 50,83 \text{ кНм};$$

так как $M_{ser} = 57,57 \text{ кНм} < 61,71 \text{ кНм}$; $M_{ser}^{\partial l} = 50,83 \text{ кНм} < 61,71 \text{ кНм}$; то нормальные трещины не образуются и условие трещиностойкости $M_{ser} \leq M_{ccr}$ выполняется.

2.2.3. Расчет на образование нормальных трещин

в растянутой стойке балки

$$\text{Коэффициент приведения: } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{19 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,04.$$

Проверка растянутой стойки балки на образование нормальных трещин производится из условия: $N_{ser} \leq N_{crc}$;

где N_{ser} – растягивающее усилие в стойке от внешней нормативной нагрузки;

N_{crc} – усилие, воспринимаемое сечением, нормальным к продольной оси элемента, при образовании трещин;

$$N_{crc} = R_{bt,ser} (A_b + 2 \alpha \cdot A_s) + P, \quad \text{где } P \text{ – внешняя растягивающая сила,}$$

$$P = -\sigma_s \cdot A_s - \sigma'_s \cdot A'_s = -35 \cdot 4,02 - 35 \cdot 4,02 = -2814 \text{ кН},$$

здесь σ_s, σ'_s – напряжения в ненапрягаемой арматуре численно равные значениям потерь от усадки бетона ($\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$),

A_s, A'_s – площадь сечения растянутой арматуры стойки балки ($4,02 \text{ см}^2$),

$A_b = 24 \cdot 50 = 1200 \text{ см}^2$ – площадь бетонного сечения стойки.

$$N_{crc} = 1,6(24 \cdot 50 + 2 \cdot 7,04 \cdot 8,04) 0,1 - 32,16 = 238,25 \text{ кН},$$

$N_{ser} = 1,108 \cdot 38,46 = 42,61 \text{ кН} < N_{crc} = 238,25 \text{ кН}$, следовательно, нормальные трещины в стойке не образуются.

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 – 72 м.

Ширина здания – 36 м.

Ширина пролетов – 18 м.

Шаг крайних колонн – 6 м.

Шаг средних колонн – 6 м.

Отметка до низа стропильных конструкций – 9,6 м.

На рис. 3.1 и 3.2 приведены схема плана и высотная схема расположения конструкций каркаса одноэтажного промышленного здания.

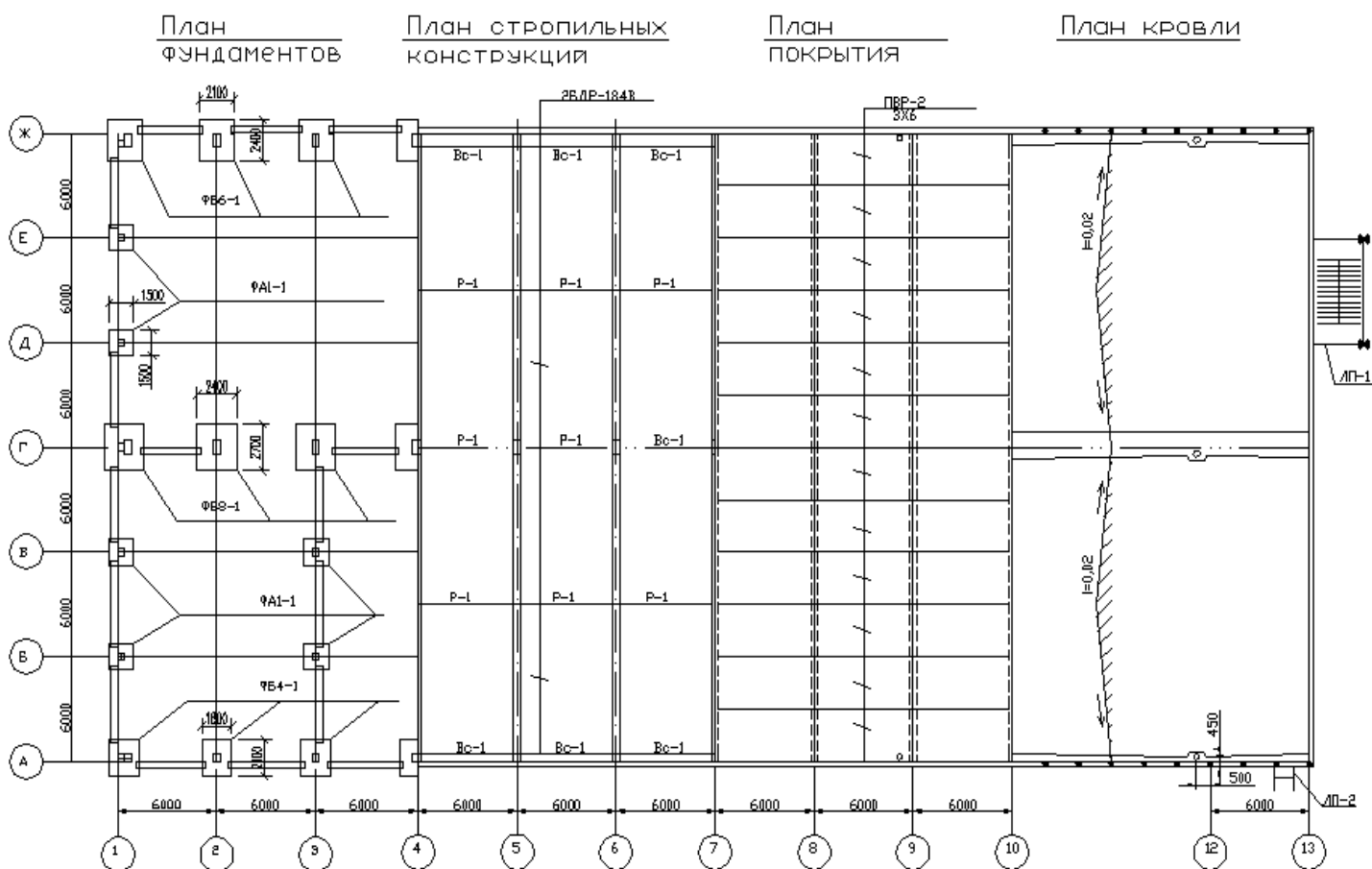
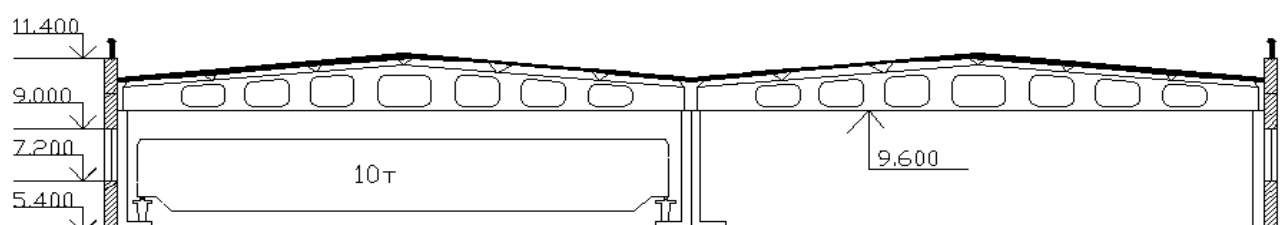


Рис.3.1. План-схема расположения конструкций каркаса одноэтажного промышленного здания



**Рис.3.2. Высотная схема расположения конструкций каркаса
одноэтажного промышленного здания**

3.1.1. Подсчет объемов дополнительных работ

Ведомость объёмов работ составляется в соответствии с ведомостью монтируемых элементов. Объёмы 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 наплощадку сборных конструкций и материалов. Подсчеты объемов работ сводим в таблицу 3.1

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	329
Монтаж колонн в стаканы фундаментов			
2	Установка колонн в стаканы фундаментов	шт	39
3	Заделка стыка колонна-фундамент	шт	39
Монтаж подкрановой балки			
4	Установка подкрановой балки	шт	24
5	Сварка закладных деталей стыка колонна-подкрановая балка	мсв.шв.	43,2
Монтажбалки			
6	Установка балки	шт	26
7	Сварка закладных деталей колонна-балки	мсв.шв.	41,6

Монтаж связей			
8	Установка металлической связи	шт	12
9	Сварка закладных деталей связь-колонна	мсв.шв.	14,4
Монтаж плит покрытия			
10	Укладка плит	шт	144
11	Сварка закладных деталей плит-ферма	мсв.шв.	57,6
12	Заливка швов плит	м	756
Монтаж стеновых панелей			
13	Установка стеновых панелей	шт	96
14	Сварка закладных деталей стеновых панелей и колонн	мсв.шв.	76,8
15	Герметизация стыков панелей	м	1267

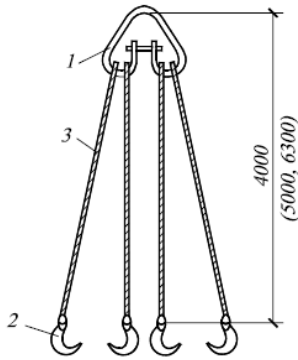
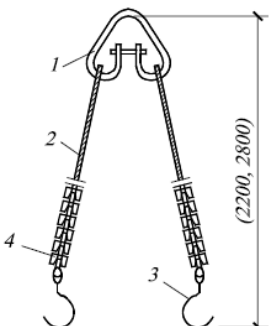
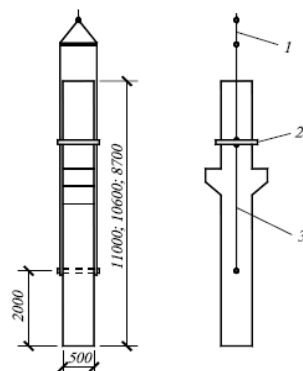
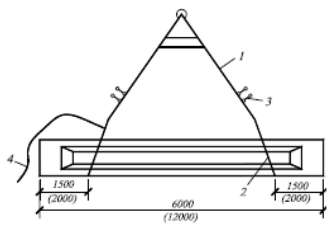
3.1.2. Выбор и расчет грузозахватных приспособлений

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

Выбранные монтажные приспособления сводим в таблицу 3. 2

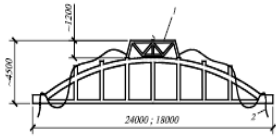
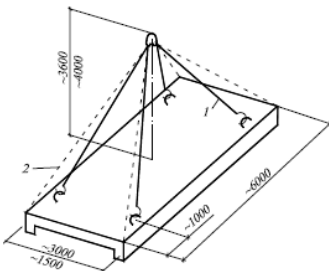
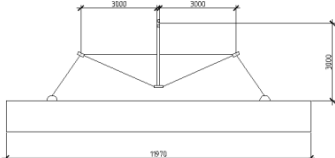
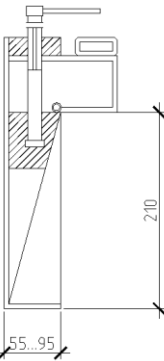
Таблица 3.2

Ведомость монтажныхосновных приспособлений

№ п/п	Наименование, марка, грузоподъемность	Принципиальная схема приспособления	Вес, кг	Высота над конструк- цией, 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 расстроповки		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 конструк цией, м	Треб кол- во	Примечание, ссылка на литературу
----------	--	--	---------	--------------------------------------	--------------------	--

Продолжение таблица 3.2

5	Траверса ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11		990 хк	3,5	2	Монтаж балок длиной 18 , массой до 16 т
6	Строп четырехветвевой в комплекте грузоподъемностью 5 т 1-строп 4СК-10/4000, 2-подстропок ПК- 4/3400, 3- подстропок ПК-4/5000		144	5,2	2	Монтаж плит покрытий длиной 12 м, массой до 5 т
7	Траверса, ПИ Промстальконструкция, 15946Р-10		450	1,8	1	Монтаж стеновых панелей длиной 6 и 12 м, массой до 5 т
8	Клиновый вкладыш, ЦНИИОМТП, №7		10	-	20	Выверка и временное крепление колонн- фахверок при установке их в фундаменты стаканного типа

3.1.3. Расчет параметров монтажных кранов

Монтажный кран выбирается по следующим техническим характеристикам:

31

- 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.3.3).

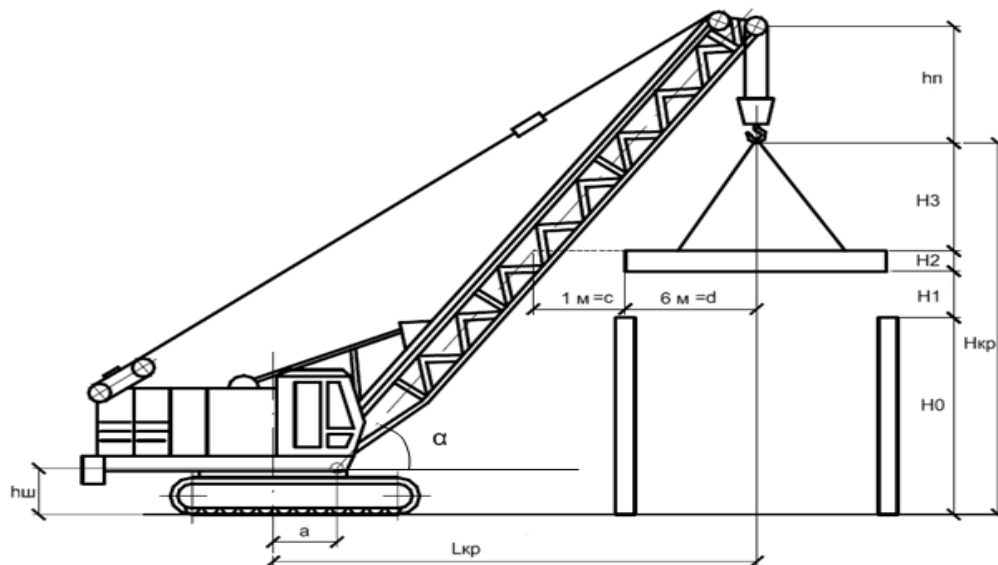


Рис.3.3. Схема стрелового крана

Определяем оптимальный угол наклона стрелы кран к горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot (H_3 + h_{\Pi})}{l + 2c}, \quad (3)$$

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

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

l – длина борного элемента ($l=6$ 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).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot (5,2 + 2)}{12 + 2 \cdot 1} = 1,02857. \quad \alpha \approx 46^\circ.$$

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

32

$$H_{кр} = H_0 + H_1 + H_2 + H_3, \quad (4)$$

где H_0 - превышение опоры монтируемого элемента на уровне стоянки башенного крана, м ($H_{кр}=11,4$ 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 ($H_3=5,2$ м).

$$H_{кр} = 11,4 + 1 + 0,3 + 5,2 = 17,9 \text{ м}.$$

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

$$L_c = \frac{H_{кр} + h_{п} + h_{ш}}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

где $H_{кр}$ - требуемая высота подъема крюка, м ($H_{кр}=17,9$ м);

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

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

α - оптимальный угол наклона стрелы крана ($\alpha = 46^\circ$).

$$L_c = \frac{17,9 + 2 + 1,5}{\sin 46^\circ} = 29,75 \text{ м}.$$

Далее определяем вылет крюка по формуле:

$$L_{кр} = L_c \cos \alpha + c, \quad (6)$$

где L_c - длина стрелы крана, м ($L_c = 29,75$ м);

α - оптимальный угол наклона стрелы крана ($\alpha = 46^\circ$);

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).

$$L_{кр} = 29,75 \cos 46^\circ + 1 = 21,67\text{м.}$$

Требуемая грузоподъемность крана определяется из условия монтажа наиболее массивного элемента (балка длиной 18 м) по формуле:

$$Q_{тр} = P_{max} + Q_{стр} + Q_{монт.присп.}, \quad (7)$$

где P_{max} - масса наиболее массивного элемента, т ($P_{max} = 10,4\text{т}$);

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

$$Q_{тр} = 10,4 + 0,513 = 10,913\text{т.}$$

Грузовой момент при

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

рассчитываем по формуле:

33

$$M = L \cdot P, \quad (8)$$

где L – длина выбранного монтажного элемента, м;

P – вес выбранного монтажного элемента, т.

$$M_1 = 18 \cdot 2,7 = 48,6\text{т} \cdot \text{м.}$$

На основании аналитически найденных параметров кранов:

$$H_{кр} = 17,9\text{м}, L_{кр} = 21,67\text{м},$$

$$Q_{тр} = 10,4 + 0,513 = 10,913\text{т},$$

по таблицам и по графикам грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка, подбираем краны, [7, т.10, с.194-195].

3.1.4. Техничко-экономическоепараметры выбора крана

Техничко-экономические параметры выбранных кранов заносим в таблицу 3.3

Таблица 3.3

Технико-экономические параметры монтажных кранов

Марка крана	КС-5363	СКГ-30/10
Тип крана	пневмоколесный	гусеничный
Грузоподъемность Q , т	25	30
Высота подъема крюка $H_{кр}$, м	14-31	33
Вылет стрелы $L_{кр}$, max-min, м	4,5-27,3	5-23
Скорость подъема $v_{п}$, м/мин	0,7-9	6-9
Скорость передвижения $v_{гор}$, км/ч	3-20	1
Скорость поворота вокруг своей оси n , об/мин	0,9	0,7
Время работы крана в году $T_{год}$, ч	3075	3075
Инвентарная расчетная стоимость K , руб	40,7	46,1
Себестоимость машино-смены $C_{маш-см}$, руб	47,39	41,72

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.

Таблица 3.4

Калькуляция затрат труда и заработной платы

№ п/п	Ссылка на параграф 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, руб-коп
							чел- час	маш- час	профессия	разряд	количество		
1	Е25-14, п.1, т.1,2	Разгрузка конструкций самоходным стреловым краном массой:											
		до 2 т	шт	72	0,72	0,36	51,84	25,92	такелажник	3	1	0,81	58,32
										2	1		
									машинист	5	1		
		до 3 т	шт	144	0,86	0,43	123,84	61,92	такелажник	3	1	0,967	139,248
										2	1		
									машинист	5	1		
		до 5 т	шт	26	1,22	0,61	31,72	15,86	такелажник	3	1	1,464	38,064
										2	1		
									машинист	5	1		
		до 7 т	шт	15	1,64	0,82	24,6	12,3	такелажник	3	1	1,969	29,535
										2	1		
									машинист	5	1		

		до 10 т	шт	39	2	1	78	39	такелажник	3	1		
										2	1	2,4	93,6
									машинист	5	1		

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, руб-коп
							чел-час	маш-час	профессия	разряд	Кол-во		
1	Е25-14, п.1, т.1,2	до 12 т	шт	76	3,3	1,1	85,8	28,6	такелажник	4	1	3,51	91,26
										3	1		
										2	1		
									машинист	6	1		
2	Е4-1-4, А, т.1.2	Установка колонн в стаканы фундаментов массой:											
		до 10 т	шт	39	5,7	0,57	222,3	22,23	монтажник конструкций	5	1	4,864	189,696
										4	1		
										3	1		
										2	1		
									машинист	6	1		
		до 8 т	шт	15	4,9	0,49	73,5	7,35	монтажник конструкций	5	1	4,189	62,835
										4	1		
										3	2		

										2	1		
										машинист	6	1	
п	п	п	п	Наименование	Ед. изм.	Объем	Норма	Норма	Трудоемкость	Состав звена		Расценка	З/п,
				работ		работ	затрат	затрат				на	руб-

							чел-час	маш- час	профессия	разряд	Кол- во		
3	Е4-1-25, А, т.1	Заделка стыка колонна-фундамент при объеме бетонной смеси в стыке:											
		до 0,1 м³	Шт	15	0,81	-	12,45	-	монтажник конструкций	4	1	0-60,3	9,045
										3	1		
		свыше 0,1 м⁴	шт	39	1,2	-	46,8	-	монтажник конструкций	4	1	0-89,4	34,866
										3	1		
4	Е5-1-9	Монтаж подкрановых балок:											
		Установка	Эл-т	24	3,15	0,53	75,6	12,72	монтажник конструкций	6	1	3,21	77,04
										4	2		
										3	2		
									машинист	6	1		
		выверка	Эл-т	24	2,55	-	61,2	-	монтажник конструкций	6	1	2-05,5	49,32
										4	2		
										3	2		
									машинист	6	1		
		5	Е22-1-6, 15п	Сварка закладных деталей стыка подкр. бал.-кол.	10м св.шв	4,32	8,7	-	37,584	-	электросварщик ручной сварки	6	1

№ п/п	ЕНиР	Е4-1-5	Наименование работ	Ед. изм.	шт	Объем работ	Норма затрат труда, чел-час	Норма затрат машин, маш-час	Трудоемкость, чел-час	маш-час	Профессия	Разряд	Кол-во	Расценка на ед.изм, руб-коп	3/п, руб-коп
6			Монтаж балок и сварка закладных деталей колонны	шт	12	0,64	0,21	7,68	2,52	18,72	монтажник конструкций	4	1	0,763	89,778
7			Монтаж	шт	12	0,64	0,21	7,68	2,52	18,72	монтажник	5	6	1	6,144

36

Продолжение таблицы 3.4

37

Продолжение таблицы 3.4

		металлических вертикальных связей							конструкций	4	1		
										3	1		
									машинист	6	1		
9	Е4-1-7	Укладка плит покрытий площадью до:											
		18 м²	шт	144	1,2	0,3	172,8	43,2	монтажник конструкций	4	1	1,167	168,048
										3	2		
										2	1		
									машинист	6	1		
10	Е11-20, 15п	Сварка закладных деталей плит	10м св.шв	5,76	8,7	-	50,112	-	электросварщик ручной сварки	6	1	9-22	53,107
11	Е4-1-26	Заливка швов плит покрытий:											
		механизированн ым способом	100м шва	7,56	4	-	30,24	-	монтажник конструкций	4	1	2-98	22,5288
										3	1		
12	Е11-20, т.1	Устройство оклеечной гидроизоляции (рубероид)											
		механизированн ым способом	100 м²	25,92	6,7	-	173,66 4	-	гидроизолиров щик	4	1	4-76	123,379
										3	1		
										2	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			Расценк а на ед.изм, руб-коп	З/п, руб- коп
							чел- час	маш- час	профессия	Раз-д	Кол-во		
13	Е4-1-8, т.1,2	Установка панелей стен площадью:											
		до 15м ²	шт	96	4	1	384	96	монтажник конструкций	5	1	4,1	393,6
										4	1		
										3	2		
										2	1		
									машинист	6	1		
14	Е22-1-6, 15п	Сварка закладных деталей стеновых панелей и колонн	10м св.шв	7,68	8,7	-	66,81 6	-	электросварщик ручной сварки	6	1	9-22	70,809
15	Е4-1-26	Заливка швов панелей стен высотой до 3 м:											
		механизирован	100м	12,67	12	-	152,0	-	монтажник	4	1	8-94	113,287

		ным способом	шва				6		конструкций	3	1		
16	E11-41	Устройство теплоизоляции плитами из минеральной ваты	1 м ²	777,6	0,48	-	373,25	-	термоизолировщик	4	1	0-34,1	265,16
										3	1		
										2	1		

Заработная плата монтажников 191731,99

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 на листе № 3

Список литературы

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 строй стройиздат 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