

## Содержание

Введение	3
1. Характеристика предприятия АО «Варваринское»	4
1.1 Сведения о предприятии	4
1.2 Структура предприятия	5
2 Практическая работа	6
3 Архитектурно-строительная часть	7
3.1 Характеристика разрабатываемого предприятия	7
3.2 Планировочное решение	8
3.3. Конструктивное решение	11
3.3.1 Фундаменты	12
3.3.2 Колонны	12
3.3.3 Подкрановые балки	13
3.3.4 Стропильные фермы и ригель	13
3.3.5 Фонари	13
3.3.6 Перекрытия и покрытия	14
3.3.7 Стены и перегородки	14
3.3.8 Крыша, кровля	15
3.3.9 Полы	16
3.3.10 Окна, двери, ворота	17
3.3.11 Наружная и внутренняя отделка	19
3.3.12 Инженерное оборудование	19
3.3.13 Теплотехнический расчет покрытия	19
4 Расчетно-конструктивная часть	22
4.1 Расчет подкрановой балки	22
4.2 Расчет предварительно напряженной панели покрытия 3×6 м	26
5 Организационно-технологическая часть	37
5.1 Составление ведомости потребных грузозахватных устройств и монтажных приспособлений	37
5.2 Выбор монтажных механизмов по техническим характеристикам	38
5.3 Монтажные работы	39
5.4 Расчет автотранспортных средств	41
5.5 Кровельные работы	43
5.6 Устройство полов	44
5.7 Календарный план	46
6 Формулирование выводов, закономерностей, рекомендаций	58
Заключение	59
Список использованной литературы	60
Приложение - чертежи: фасады, планы, разрезы, подкрановая балка, панель покрытия, технологические карты, календарный план стройгенплан	61

## Введение

Строительство является одной из важнейших отраслей хозяйства Республики Казахстан. В последнее время все больше капитальных средств направляется в производственную сферу, которая является наиболее перспективной в малом, среднем и крупном бизнесе, поэтому ей уделяется сегодня большое внимание. Особая роль отводится при этом предприятиям, связанным со строительной отраслью. Капитальные вложения используемые в этой области всегда будут востребованы и соответственно обещают высокий рыночный спрос, быструю окупаемость и прибыль. Современное строительство требует широкого применения машин, механизмов и различного оборудования. Это позволяет быстро и качественно вести работы, с одновременным снижением трудоемкости и себестоимости возведения объекта. Строительные процессы должны проводиться в срок, с высокой степенью механизации. В свою очередь, машины и механизмы должны постоянно поддерживаться в исправном состоянии. Для этого в строительной инфраструктуре должны быть предусмотрены специальные объекты: гаражи, ремонтные мастерские, заводы, механизированные участки и так далее.

Поэтому выбранная тема дипломного проекта «Проектирование главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов с использованием инноваций при устройстве полов» в городе Лисаковске является очень важной и актуальной.

Преддипломная практика проводится с целью сбора материалов для дипломной работы и является подготовительной стадией для разработки дипломного проекта. Продолжительность преддипломной практики составляет десять недель. Студенты направляются на объекты гражданского, промышленного и сельского строительства, согласно заключенным договорам. Преддипломная практика ставит перед студентами задачу по закреплению теоретических знаний, полученных в процессе обучения в институте при изучении специальных дисциплин и подготовки студента к выполнению дипломного проекта.

Основными задачами преддипломной практики является нижеследующее:

1. Сбор, обработка и обобщение практического материала по теме дипломного проекта: «Проектирование торгового комплекса с торговой площадью 3000м<sup>2</sup>»:

- выбор типовых конструкций по каталогам и сериям;
- разработка архитектурной части.

2. Анализ статистических данных и практического материала по теме дипломного исследования:

- выполнение расчетно-конструктивной части;
- выполнение организационно-технологической части проекта.

3. Формулирование выводов, закономерностей, рекомендаций и предложений по теме дипломного проекта.

## 1 Характеристика предприятия АО «Варваринское»

### 1.1 Сведения о предприятии

АО «Рудный СОКОЛОВСТРОЙ» это предприятие по добыче золота и меди. Варваринское включает в себя карьер и современную перерабатывающую фабрику производительностью 4,2 млн тонн в год.

Доступ на Варваринское месторождение осуществляется по асфальтированной дороге из Кустаная. Железная дорога проходит в Тоболе (65 км от объекта) и Баталы (15 км). Месторождение подключено к местной электроэнергетической системе. В июле 2015 года завершено строительство собственной железнодорожной ветки длиной 13 км для ускорения процесса транспортировки руды перерабатывающую фабрику.

Название предприятия: АО «Варваринское»

Адрес предприятия: Казахстан, Костанайская область, Костанай, проспект Аль Фараби, 74.

Руководитель предприятия: Генеральный директор

Юридический статус: Акционерное общество.

АО «Варваринское» осуществляет свою деятельность на основе законодательства Республики Казахстан.

Целью деятельности АО «Варваринское» является получение чистого дохода посредством осуществления своей производственной и иной деятельности.

АО «Варваринское» является структурой транснационального концерна Polymetal International plc. — ведущей компании по добыче золота и серебра в России и Казахстане.

АО «Варваринское» производит следующие виды деятельности:

- добыча руды;
- получение медного концентрата;
- строительство железнодорожной станции от месторождения до поселка Баталы протяженностью 14 км;
- проведение плановые ремонтные работы по социальным и производственным объектам предприятия;
- разработка проектно-сметной документации;
- формирование рынка жилья;
- выпуск товаров народного потребления и оказание платных услуг;
- разработка и внедрение новых технологий;
- посредническая, торговая и коммерческая деятельность;
- сдача имущества в аренду.





## 2 Практическая работа

Преддипломная практика была пройдена в качестве дублера инженера отдела капитального строительства.

Должностные обязанности инженера отдела капитального строительства заключаются в следующем: проверка и анализ обеспечения архитектурных требований и технических условий, утвержденных проектных решений в строительстве; проверка обеспечения выполнения правил застройки; проверка и анализ проектно-сметной документации на строительство объектов; проверка соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, Техническим условиям и другим нормативным документам по проектированию и строительству объектов; участие в решении технических вопросов в процессе проектирования и строительства объектов; участие в организации анализа поступившей от заказчика проектно-сметной документации; осуществление надзора за строительством проектируемых объектов; участие в оперативном контроле за ходом строительства, обеспечением технической документацией, оборудованием и материалами.

Основными заданиями в рамках преддипломной практики было следующее:

1. Сбор, обработка и обобщение материалов для разработки дипломного проекта на тему «Проектирование главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов с использованием инноваций при устройстве полов», в том числе:

- выбор типовых конструкций по каталогам и сериям;
- разработка архитектурной части дипломного проекта: разработка плана, объемно-планировочного решения, ограждающих конструкций, разработка полов, заполнение проемов, внутренней и наружной отделки;
- выполнение теплотехнического расчета;
- разработка чертежей: фасада здания в осях 1-21; П-А; А-, генплан; разрезы здания 1-1; 2-2, раскладка фундаментов; планы здания на отметке 0.000.

2. Произвести анализ статистических данных и практических материалов по теме дипломного проекта:

2.1 Выполнение конструктивной части: выполнить расчет и чертеж подкрановой балки; выполнить расчет и чертеж предварительно напряженной панели покрытия  $3,0 \times 6,0$  м.

2.2 Выполнение организационно – технологической части дипломного проекта:

выбор грузозахватных и монтажных приспособлений; описание работ по устройству полов и кровли; расчет калькуляции на производство работ; выполнение календарного плана работ; выполнение технологических карт на: полы и кровлю; выполнение стройгенплана.

3. Формулирование выводов, закономерностей, рекомендаций и предложений по теме дипломного проекта.

### 3 Архитектурно-строительная часть

#### 3.1 Характеристика разрабатываемого предприятия

Проектируемое здание главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов согласно задания, строится в городе Лисаковск Костанайской области и находится в I В климатическом районе [1].

Рельеф местности - спокойный, с уклоном на северо-запад. Абсолютная минимальная температура наружного воздуха минус 45 °С, температура наиболее холодных суток минус 36°С, наиболее холодной пятидневки минус 35°С [1]. Район по снеговой нагрузке – II, нормативная снеговая нагрузка  $s_0 = 0,7$  кПа, район по скоростному напору ветра – III, нормативная ветровая нагрузка  $\omega_0 = 0,38$  кПа [2]. В летний период преобладают ветры северо-западного направления [3], а в зимний период юго-западного, таблица 3.1.

На основании инженерно-геологических изысканий установлено: в основании фундаментов залегает песок однородный, средней плотности насыщенный водой. Грунтовые воды на участке на глубине минус 10,0 м не обнаружены. Климатический подрайон характеризуется суровой и длинной зимой, большими объемами снегопереноса, длительной продолжительностью отопительного периода - 214 суток.

Таблица 3.1 - Повторяемость направлений ветра %

Месяц	Повторяемость ветра по сторонам света							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	10	11	3	6	28	27	8	7
Июль	23	15	6	5	8	9	13	21

Влажность воздуха в самом жарком месяце – 45 %, в самом холодном – 79 %. Условия эксплуатации помещений нормальные: температура внутри помещений  $t_e = 16^\circ\text{C}$ ; влажность воздуха  $\varphi_e = 60$  %.

Вблизи строящегося объекта проходят городские магистральные сети холодной воды, тепло- и энергоснабжения. В радиусе 5 км в промышленной зоне находятся: заводы железобетонных изделий и металлоконструкций, кирпичный завод, а также деревообрабатывающий цех.

Поступающие в ремонт автомобильные и пневмоколесные краны размещаются на площадке хранения ремфонда, оборудованной козловым краном, обслуживающим также площадки для хранения отремонтированных машин и наружных работ. С помощью козлового крана с машин снимаются стрелы и транспортируются на специализированный участок их ремонта. Машины без стрел, тяговой цепью подаются в главный корпус на наружную мойку и далее на разборку.

В разборочно - моечном участке производится демонтаж сборочных единиц, мойка и их разборка на детали, а также мойка деталей. Разборка сварочных единиц производится на стендах, верстаках и подставках. Разобранные детали транспортируются в конвейерную моечную машину, а затем сортируются на годные и подлежащие восстановлению. Годные, изготовленные и восстановленные детали накапливаются в комплекточной кладовой и в виде комплектов передаются на рабочие места для сборки и испытания.

Принятые ОТК сварочные единицы транспортируются в малярный участок для грунтовки, окраски и сушки, после чего они поступают на сборку машин или склад. Общая сборка машин производится на поточной линии и специализированных постах, оборудованных тяговыми цепями.

Собранные и отрегулированные машины своим ходом выводятся из главного корпуса на испытание. Принятые ОТК машины подвергаются покраске и сушке, после чего поступают на площадку отремонтированных машин. Режим работы предприятия двухсменный, при общей численности рабочих 360 человек.

Участок возводимого здания главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов расположен на окраине города в промышленной зоне вблизи оживленной автострады, что представляет возможность устройства удобных подъездов и объездов. При разработке генерального плана предусмотрено зонирование территории: производственной, зоны вспомогательного и обслуживающего назначения и зоны отдыха.

Производственная зона включает в себя здание главного корпуса, площадку наружных работ и испытаний. Производственная зона имеет удобную связь со вспомогательной и обслуживающей зонами, имеющих площадки ремфонда и отремонтированных машин, гараж и прочие сооружения.

Зона отдыха включает АБК, связанное с главным корпусом подземным переходом, а также возле АБК площадки для прогулок и отдыха.

Проектируемый объект располагается на местности, с учетом господствующих ветров юго-западного направления и имеет удобную связь с участками подсобного и обслуживающего назначения. При решении вопросов благоустройства производственного корпуса предусмотрены меры по обеспечению достаточного озеленения, чистоты воздуха, а также изоляции источников загрязнения зеленой изгородью. Разрывы между зданиями и сооружениями соответствуют противопожарным и санитарным нормам. Ширина автомобильных дорог принята для двухстороннего движения - 7,0 м. Ширина тротуаров - 2,5 м. Радиусы закругления дорог 12,0 м. Покрытие тротуаров – брусчаткой, автомобильных дорог, площадок и автостоянок заасфальтировано. Озеленение территории принято в виде групповой, рядовой и одиночной посадки деревьев, а также кустарников. Ориентация здания относительно сторон света широтная. Вертикальная планировка решена с

уклоном 0,005, горизонтальная планировка решена привязкой углов здания к строительной сетке.

### 3.2 Планировочное решение

Проектируемое здание главного корпуса завода по ремонту кранов – каркасно - панельного типа прямоугольной формы в плане с общими размерами 72,0 × 120,0 м.

Проектируемый объект представляет собой трёхпролетное здание с шириной каждого пролета 24,0 м и шагом крайних и средних колонн в продольном направлении 6,0 м. Высота от уровня чистого пола до низа несущей конструкции плюс 10,8 м. Уровень головки рельса находится на отметке плюс 8,15 м. В пролете Д ÷ К находятся светоаэрационные фонари. Вдоль оси 11 проходит поперечный деформационный шов равный 1000 мм. В пролете А ÷ Д происходит промывка, разборка и дефектовка кранов, подлежащих ремонту. В данном пролете размещается разборочно – моечный участок, кладовая запасных частей, узлов и агрегатов, участок ДВС (двигателей внутреннего сгорания) и так далее. После разборки и дефектовки краны подлежат ремонту на механическом участке и сборке на соответствующем участке в пролете Д ÷ К. Одновременно в пролете К ÷ П; 13 ÷ 21 производится ремонт стрелового оборудования. После всех ремонтных работ краны поступают на участок окраски в пролете К ÷ П; 7 ÷ 12. Ближе к краям и выходу из здания располагаются наиболее пожароопасные и токсичные участки.

Для нейтрализации этих негативных факторов в здании устраиваются на отметке 4,2 м в осях 1 ÷ 3, А ÷ Д; 19 ÷ 21; Б ÷ Д; 18 ÷ 21; Д ÷ К; 4 ÷ 5; 12 ÷ 13; К ÷ П встраиваемые площадки с вентиляционным и противопожарным оборудованием. Пролет А ÷ Д, в осях 3 ÷ 5 и 6 ÷ 9 оборудованы подвесным крановым оборудованием грузоподъемностью 1,0 и 2,0 т. В пролете А ÷ Д; 9 ÷ 19 имеется мостовой кран грузоподъемностью 15,0 т. Пролет Д ÷ К; 13 ÷ 21 оборудован мостовым краном грузоподъемностью 5,0 т. Экспликацию помещений смотреть в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Категория помещения
1	Кузнечно-термический участок	440,2	В
2	Участок заточки инструмента	36,0	Д
3	Кладовая инструмента	107,2	Д

4	Участок ремонта собственного оборудования и инструмента	279,2	Д
5	Узел управления установкой пожаротушения	12,4	Г
6	Участок приготовления и хранения красок	24,6	Б
7	Участок окраски	720,0	Б
8	Венткамеры	1474,0	Д
9	Электрощитовая	37,2	В
10	Помещение реакгентного хозяйства	38,2	Б
11	Участок ремонта рамных конструкций, стрел и кабин	1080,0	Г

Продолжение таблицы 3.2

Номер помещения	Наименование	Площадь м <sup>2</sup>	Категория помещения
12	КТП	80,5	Б
13	Механический участок	1152,0	В
14	Сварочный участок	1296,0	В
15	Шиноремонтный участок	35,8	Г
16	Обойный участок	35,8	Д
17	Помещение расходных баков топлива и масел	35,2	Б
18	Участок регулировки	288,0	Б
19	Участок ремонта гидрооборудования	144,0	Г
20	Тепловой пункт	74,0	В
21	Гальванический участок	72,6	Б
22	Участок восстановления деталей эпоксидными смолами	72,9	Б
23	Испытательная станция	72,9	Д
24	Участок ремонта двигателей внутреннего сгорания	310,0	В
25	Ремонт топливной аппаратуры	39,4	Б
26	Комплектовочная кладовая	36,0	Д
27	Склад материалов, запчастей и сборочных единиц	440,0	Д
28	Разборочно-моечный участок, участок дефектовки деталей, комплектовочная кладовая	1435,0	Д
29	Участок ремонта электроаппаратуры	35,6	Г
30	Кладовая химикатов	17,2	Б
31	Операторская	17,2	Д
32	Наружная мойка	70,8	Д
33	Уборные	25,6	Д
34	Электролитная	17,2	В
35	Агрегатная	8,2	В
36	Зарядная	8,2	Б
37	Компрессорная станция	74,0	В

Технико – экономические показатели по объемно - планировочному решению

- общая площадь  $P_o = 10350 \text{ м}^2$ ;
- рабочая площадь  $P_p = 10143,1 \text{ м}^2$ ;
- строительный объём  $O_c = 126979 \text{ м}^3$ ;

- планировочный коэффициент  $K_1 = \frac{P_p}{P_o}$  (3.1)

$$K_1 = \frac{10143,1}{10350,0} = 0,98,$$

- объёмный коэффициент  $K_2 = \frac{O_c}{P_o}$  (3.2)

$$K_2 = \frac{126979}{10350} = 12,3,$$

- коэффициент компактности  $K_3 = \frac{P_{стен}}{P_o}$  (3.3)

$$K_3 = \frac{6081,6}{10350} = 0,59.$$

### 3.3 Конструктивное решение

Каркас проектируемого здания главного корпуса завода по ремонту кранов – полный сборный железобетонный рамного типа. Рама трехпролетная с шириной каждого пролета 24,0 м. Рама состоит из фундаментов, колонн, стропильных ферм сегментного очертания. Все рамы каркаса размещены с шагом колонн 6,0 м в продольном направлении. В среднем пролете Д ÷ К по верхнему поясу ферм в осях Е ÷ И; 2 ÷ 10 и 12 ÷ 18 установлены стальные фонари, которые включают фонарные фермы, фонарные панели, торцовые панели фонарей и связи жесткости. Для навески торцевых панелей и восприятия и ветровых усилий по осям 1 и 21 установлены колонны фахверка.

Привязка колонн крайних рядов и продольных стен – нулевая. Устойчивость каркаса обеспечивается жестко заделанными колоннами в фундаментах, в уровне обреза фундамента на отметке минус 0,150 м. Пространственная жесткость в продольном направлении обеспечивается жестким диском покрытия, стальными подкрановыми балками в пролете А ÷ Д, в осях 9 ÷ 19, в пролете Д ÷ К, в осях 1 ÷ 18, в пролете К ÷ П, в осях 13 ÷ 21, стальными межколонными подкрановыми связями во всех пролетах по осям

6 ÷ 7 и 15 ÷ 16. На пространственную жесткость влияют также стальные связи, установленные по фермам по границам температурно-осадочных блоков в осях 1 ÷ 2; 10 ÷ 11; 11 ÷ 12 и 20 ÷ 21. Пространственная жесткость в поперечном направлении обеспечивается жесткой заделкой колонн к жестким дискам покрытия. Таким образом, общая пространственная жесткость проектируемого здания обеспечивается совместной работой колонн, стропильных ферм, жестким диском покрытия, подкрановых балок, стальных связей и надежностью соединения узлов. Пространственную жесткость фонарей обеспечивают горизонтальные связи по верху фонарей, воспринимающие продольные усилия от ветровой нагрузки и вертикальные связи между фонарными фермами, передающие усилия с горизонтальных связей на диск покрытия по стропильным фермам. Связи устанавливаются в средних и крайних шагах температурного блока.

### 3.3.1 Фундаменты

В здании приняты следующие виды фундаментов:

- монолитные железобетонные стаканного типа под колонны сечением 400 × 500 и 400 × 700 по серии 1.412.1-6 выпуск 1, 2, 3 из бетона класса В 20, армированные сетками и каркасами из арматуры марки А-I и А-II; монолитные железобетонные ленточного типа под кирпичные наружные вставки стен и перегородок из бетона класса В15, армированные пространственными каркасами из арматуры марки А-I и А-II; сборные железобетонные стаканного типа с развитой опорной частью серии 1.020 – 1/87. Глубина заложения фундаментов минус 1,95 м, под внутренние стены глубина заложения фундаментов минус 1,05 м. В осадочном шве по оси 11 монолитные фундаменты на две колонны. Фундаментные балки приняты трапецеидального сечения по серии 1.415-1, выпуск 1. Фундаментные балки укладываются на железобетонные монолитные столбики, площадью сечения 0,3 × 0,6 м. По фундаментным балкам укладывают горизонтальную гидроизоляцию из двух слоев рубероида на битумной мастике. Вдоль фундаментных балок производят утепление шлаком и устройство отмостки. После установки фундаментных балок, место зазора между верхом фундамента и цокольной панелью замоноличивают бетоном класса В 15. Все поверхности фундаментов, соприкасающиеся с грунтом, гидроизолируют слоем битумно-эмульсионной пастой «Синзатим».

### 3.3.2 Колонны

В проектируемом здании приняты следующие типы колонн:

- для участков, не оборудованных мостовыми кранами, колонны серии 1.423.1-5/88 прямоугольного сечения для одноэтажных производственных зданий с высотой до низа стропильной конструкции 10,8 м без мостовых

опорных кранов. Основная рабочая арматура класса А-III, стержневая из горячекатанного профиля; для участков, оборудованных мостовыми кранами, колонны серии 1.424.1-5 прямоугольного сечения для одноэтажных производственных зданий с высотой до низа стропильной конструкции 10,8 м с мостовыми опорными кранами. Основная рабочая арматура класса А – III, стержневая из горячекатаного профиля. На оголовках колонн предусмотрены закладные детали с анкерами для крепления стропильных ферм. На колоннах крайних рядов предусмотрены закладные детали для крепления стеновых панелей, а на участках оборудованных мостовыми кранами дополнительные закладные детали для крепления подкрановых балок. Колонны для навески панелей стен и перегородок приняты по серии 1.020-1/87 неразрезные на один этаж с консолями в одну и две стороны сечением 400 × 400 мм. Привязка колонн к разбивочным осям – центральная в продольном и поперечном направлениях. Колонны выполнены из бетона класса В20. Колонны замоноличиваются в стаканы фундаментов бетоном класса В20. Колонны фахверка железобетонные серии 1.427.1-3.

### 3.3.3 Подкрановые балки

Подкрановые балки приняты из стали С-255, неразрезные постоянного сечения серии 1.426-1 стыкуемые на опорах длиной 6,0 м. Подкрановая балка в сечении представляет собой двутавр с развитым верхним поясом. Подкрановые балки опираются на консоли колонн строганой нижней кромкой рядовых опорных ребер. Одно из ребер усилено планкой толщиной 3 мм на две трети высоты. В пределах этой планки расположены соединительные болты.

### 3.3.4 Стропильные фермы и ригеля

В пролетах запроектированы фермы стропильные железобетонные сегментные серии 1.463.1-16, выпуск 3 для покрытий одноэтажных производственных зданий пролетом 24,0 м. Высота фермы 2950 мм. Крепление фермы с колонной шарнирное. По верхнему поясу ферм предусмотрены опорные стойки и закладные детали для крепления плит покрытия. Фермы предварительно напряженные, бетон класса В40. Нижний пояс армируется канатом К-7. Ширина опорной части фермы 250 мм. Крепление фермы к оголовку колонны предусмотрено анкерами и сваркой закладных деталей с последующим антикоррозийным покрытием. Для устройства встраиваемых площадок применяются рядовые ригели пролетом 5660 мм серии 1.020-1/87, имеющие тавровое сечение и сборную конструкцию. Ригели однополочные и двуполочные. Высота ригеля 600 мм. Бетон тяжелый класса В25. Предварительно напрягаемая арматура марки А-IV.

### 3.3.5 Фонари

В проектируемом здании приняты светоаэрационные фонари из стальных конструкций с двумя ярусами переплетов серии 1.464-13/85, выпуск 5. Фонари прямоугольного типа имеют ширину 12,0 м. Несущие конструкции фонарей монтируют по верхнему поясу ферм. Они включают фонарные фермы, фонарные панели, торцевые панели фонарей и связи жесткости. Стальные фонарные панели состоят из стоек, горизонтальных элементов и листовой обшивки, предусмотренной в пределах борта фонаря. Панель имеет длину 12,0 м. Средняя стойка каждой фонарной панели приварена к железобетонным плитам покрытия, уложенным по стропильным фермам и фонарю. Заполнение переплетов фонарей принято листами монолитного поликарбоната Novattro, имеющего защитный УФ-слой. Торцы фонарей делают трехслойными по стальному каркасу: между двумя асбестоцементными обшивками размещают утеплитель из цементного фибролита. Фонари оборудованы электроприводом открытия створок фонарей.

### 3.3.6 Перекрытия и покрытия

В качестве покрытия по стропильным фермам приняты железобетонные, ребристые предварительно напряженные плиты покрытия по серии 1.465.1-10/82 размером 6,0 × 3,0 м. Высота плит 300 мм, толщина 30 мм. Ребристые плиты имеют П-образное сечение с поперечными ребрами. В плитах предусмотрены закладные изделия для крепления плит к стропильным фермам. Плиты перекрытия изготовлены из бетона В20. В продольных ребрах плит установлены предварительно напряженная арматура класса Ат- v . Плиты покрытия крепятся между собой и с наружной стеной анкерами. Зазоры между стеной и плитой и между соседними плитами заполняются цементно-песчаным раствором марки 100. Плиты перекрытия встраиваемых площадок пристенные, рядовые и связевые межколонные из сборного железобетона серии 1.041 с круглыми пустотами толщиной 220 мм и соответственно размерами 1160 × 5650 мм; 1490 × 5650 мм и 1490 × 5650 мм. Опирающие панели перекрытия шарнирные на полки ригелей. Плиты перекрытия изготавливаются из бетона класса В30. В продольном направлении установлена напрягаемая арматура А - IV. Армирование плит перекрытия по стропильным фермам производится сетками из арматуры Вр - I.

### 3.3.7 Стены и перегородки

Стеновое ограждение принято из керамзитобетонных стеновых панелей плотностью 1100 кг/м<sup>3</sup> по серии 1.030.1 - 1, выпуск 1 - 1 толщиной 350 мм. По характеру статической работы панели самонесущие. На них предусмотрены закладные детали для крепления к колоннам. Участки сопряжения стеновых панелей с воротами и проемами выполнены из кирпича глиняного обыкновенного на цементно - песчаном растворе марки 50. Кирпичная кладка

выполняется толщиной 640 мм. Внутренние стены и перегородки на пожароопасных участках из железобетонных панелей. Расположение панелей стен в плане по краям контура принято прислонно к колоннам. По характеру статической работы – панели навесные. В здании имеются также перегородки консольные сетчатые стальные серии 1.431-10, высотой 2,4 м. Внутренние перегородки из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе марки 50. Толщина перегородок 120 мм. В таблице 3.3 представлена спецификация на сборный железобетон.

Таблица 3.3 - Спецификация сборных железобетонных конструкций.

Марка позиции	Обозначение	Наименование	Кол-во, т	Масса един. кг	Примечание
Фундаменты сборные					
Ф-1	1.020-1/87	2Ф15.9-1	45	3200	стаканного типа
Фундаментные балки					
ФБ1	1.415-1 в.1	ФБ 6-3	58	1200	трапециидальные
Колонны					

Продолжение таблицы 3.3

Марка позиции	Обозначение	Наименование	Кол-во, т	Масса един. кг	Примечание
К1	1.020-1/87	КСО 4.42-1.1	3	3600	сплошные
К2	1.020-1/87	КСД 4.42 -1.1	42	3150	сплошные
К3	1.423.1-5/88	1К-108-4.5	23	5900	крайние
К4	1.423.1-5/88	2К 10.8- 4.7	2	8300	средние
К5	1.424.1-5	1К108-1-6	21	7600	крайние
К6	1.424.1-5	10К108-1-10	44	9200	средние
К7	1.427.1-3	КФ108-4,5	3	3900	фахверковая
Ригели					
Р1	1.020-1/87	РО 6.60	44	2350	однополочные
Р2	1.020-1/87	РД 6.60	17	2590	двуполочные
Фермы стропильные					
ФС-1	1.463.1-16	1ФС24-2К7	88	11200	сегментные
Плиты перекрытия и покрытия					
П1	1.041. 1-3	ПК57.12-3Ат IV	24	1680	пристенные
П2	1.041. 1-3	ПК57.15-4Ат V	25	2630	связевые
П3	1.041. 1-3	ПК 57.15-4А IV	116	2550	рядовая
Плиты покрытия					
П5	1.465.1-10/82	ПГ 3 × 6 Ат V	480	2650	ребристая
Стеновые панели					
ПС1	1.030.1 – 1.1-1	ПС 60.12-3.5	478	2770	рядовая

ПС2	1.030.1 – 1.1-1	ПС 60.09-3,5	8	2080	рядовая
ПС3	1.030.1 – 1.1-1	ПС 12.18-3.5	38	830	простеночные
ПС4	1.030.1 – 1.1-1	ПС 06.18-3.5	4	410	простеночная
ПС5	1.030.1 – 1.1-1	ПС 63.18-3.5	4	4370	удлиненная
ПС6	1.030.1 – 1.1-1	ПС 63.12-3.5	40	3910	удлиненная
ПС7	1.030.1 – 1.1-1	ПС 63.09-3.5	4	2180	удлиненная
ПС8	1.030.1 – 1.1-1	ПС 60.18-3.5	20	4200	рядовая
ПС9	1.030.1 – 1.1-1	ПС 12.12-3,5	90	550	простеночная
ПС10	1.030.1 – 1.1-1	ПС 06.12-3,5	30	225	угловая

### 3.3.8 Крыша, кровля

Крыша над проектируемом здании совмещенная, двухскатная с уклоном 5 % и внутренним водостоком, на фанаре уклон 1,5 % и наружный водосток. Основанием для кровли служит замоноличенный настил из ребристых железобетонных плит. В качестве утеплителя используются минераловатные плиты размером «Rockwool Руф Баттс В Оптима» 1,0 × 0,6 м плотностью 125 кг/м<sup>3</sup>. Основной гидроизоляционный ковер – два слоя бикроста. Водосточная воронка и связывающие ее с канализацией внутренние водостоки из патрубков диаметром 150 мм отливаются из чугуна. На крыше водосточные воронки располагаются вблизи ендовы через 25 м.

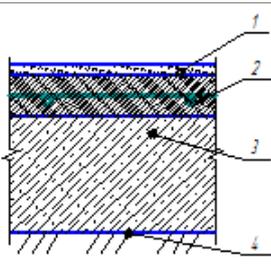
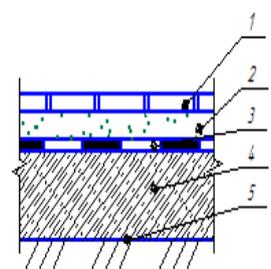
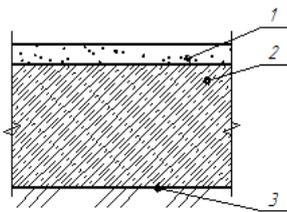
### 3.3.9 Полы

Полы приняты согласно требованиям СНиП РК 3.02-03-2003. Типы покрытий приняты в зависимости от вида и интенсивности механических и тепловых воздействий, а также воздействий жидкости, с учетом специальных требований.

Экспликация полов представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола по	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь,
-----------------	-------------	----------------------------------	--	----------

	прое кту			$m^2$
1, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22,23,24,2 5, 28, 37	1		1. Двухкомпонентное полимерное полиуретановое покрытие Sikefloor с кварцевым песком - 2,5 мм 2.Бетон класса В25 с армированием - 40 мм 3. Подстилающий слой из бетона В 7,5 - 120 мм 4. Уплотненный щебнем грунт	5955,8
5, 10, 19, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36	2		1.Керамическая плитка Saloni на клею Keralastic - 15мм 2.Стяжка из цементного раствора М100 - 20мм 3.Оклеечная гидроизоляция - 5 мм 4.Бетонный подстилающий слой В 7,5 - 100мм 5.Уплотненный щебнем грунт	1866,6
2, 3, 9, 12, 20, 26, 27, 29	3		1. Цементно-песчаное покрытие из раствора марки 200 - 20мм 2.Подстилающий слой из бетона В 7.5 - 100 мм 3.Уплотненный щебнем грунт	846,5

Продолжение таблицы 3.4

Номер помещени я	Тип пола по прое кту	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Пло-ща-дь, $m^2$

8	4		1. Цементно-песчаное покрытие из раствора марки 200 - 20мм 2. Выравнивающий слой из бетона В 8 - 15 мм 3. Железобетонная плита перекрытия - 220 мм	1474,0
---	---	--	--	--------

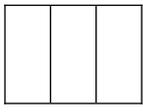
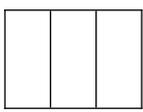
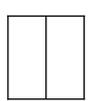
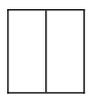
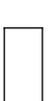
### 3.3.10 Окна, двери, ворота

В здании приняты деревянные оконные блоки со спаренными переплетами согласно ГОСТ- 12506-81. Деревянные окна состоят из оконных блоков-коробок с навешенными на петли створками с внутренним открыванием. Оконные блоки заполняют отдельные проемы и крепятся к заложеным в боковые грани простеночных панелей деревянными пробками. В стыки между стеной и оконными блоками заводятся теплоизолирующие прокладки. С наружной и внутренней стороны стыки накрываются нащельниками. Двери из дерева, приняты согласно ГОСТ 12624-84. Внутренние двери глухие однополые и двуполые. Наружные двери глухие двуполые и однополые. Двери поставляются собранными в блоки, состоящие из полотен, вложенных в коробки и навешенных на петли. Полотна внутренних дверей навешиваются на две петли. В здании имеются двери противопожарные искронедержащие согласно серии 1.036.5-2.95. В здании для проезда предусмотрены металлические распашные ворота по серии 2.435 - 6 с размерами 4,2 × 4,2 м в количестве 3 штук и ролл-ворота Alutech размерами 3,6 × 3,6 м в количестве 3 штук. Внутри здания предусмотрены ролл-ворота Alutech размерами 2,4 × 2,7 м. Спецификация деревянных изделий приведена в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Спецификация деревянных изделий

Марка блока по проекту	Марка блока по ГОСТ	Эскиз блока	Размеры блока А×В, мм	Размеры проема, мм	Расход древесины м <sup>3</sup>	Количество, шт	ГОСТ, серия
Окна							

Продолжение таблицы 3.5

Марка блока по проекту	Марка блока по ГОСТ	Эскиз блока	Размеры блока А×В, мм	Размеры проема, мм	Расход древесины м <sup>3</sup>	Количество, шт	ГОСТ. серия
01	ОДН4,8×1,8		4770×1770	4790×1790	0,045	40	ГОСТ 12506-81
02	ОДН4,8×1,2		4770×1170	4790×1190	0,015	102	
<b>Двери</b>							
Д1	ДНГ2,1 × 1,4		2011×1390	2031×1410	0,032	4	ГОСТ 12624-84
Д2	ДНГ2,1 × 1,0		2020 × 983	2040×1003	0,029	9	
Д3	ДВГ2,1 × 1,0		2020 × 980	2050 × 990	0,029	6	
Д4	ДВГ2,1× 1,4		2041× 1390	2081× 1410	0,030	8	
Д5	ДВГ2,3× 1,8		2211× 1720	2221× 1735	0,047	1	
Д6	ДПИ2,1× 1,0 REO6		2011 × 980	2031 × 990	0,024	9	Серия 1.036.5-2.95
Д7	ДПИ2,1×1,2 REO6		2011× 1120	2021× 1190	0,041	6	

### 3.3.11 Наружная и внутренняя отделка

Наружная отделка стеновых керамзитобетонных панелей предусматривает расшивку швов стеновых панелей – цементно - известковым раствором с последующей окраской энергосберегающей фасадной краской «Барьер».

Кирпичные вставки оштукатуриваются тонкослойным штукатурным слоем. Элементы входа, рамы ворот, откосы проемов окрашиваются силикатной краской. Внутренняя заделка швов панелей стен произведена цементно - известковым раствором. Оштукатуривание кирпичных стен и перегородок высококачественное, раствором марки 50. Стены окрашиваются масляной краской за два раза на высоту 2,0 м, выше — клеевая окраска. Часть помещений облицовывается глазурованной плиткой и отделяется поливинилацетатной покраской. Оконные рамы окрашиваются алкидным лаком. Ворота окрашиваются эмалью ПФ-133 за два раза по грунтовке ГФ – 020.

### 3.3.12 Инженерное оборудование

В проектируемом здании водопровод единый: хозяйственно-питьевой, производственный и противопожарный от наружных сетей площадки. Необходимый напор воды на вводе здания 24,0 м. Для учета расхода воды предусматривается установка водомеров. Наружное пожаротушение предусмотрено установкой пожарных гидрантов. Канализация раздельная: бытовая, производственная и дождевая в сети площадки.

Канализационный трубопровод диаметром 50 – 100 мм выполняется из чугунных канализационных труб по ГОСТ 6942.3-80. Отопление воздушное с приточной вентиляцией и горячее водоснабжение от бойлерного теплового пункта. Расчетная температура 150 – 70 °С.

Вентиляция – приточно-вытяжная с механическим и естественная побуждением. Электроснабжение объекта предусмотрено по воздушному вводу от наружных сетей напряжением 380/220 В. Установленная мощность электроприемников производственного блока составляет 167 кВт. В здании предусмотрена установка громкоговорящей связи, электрочасофикация, телефонизация и пожарная сигнализация. Внутреннее освещение предусмотрено светодиодными светильниками серии «Уличное». С внутренней части ворот предусмотрены тепловые завесы.

### 3.3.13 Теплотехнический расчет покрытия

На рисунке 3.1 показана расчетная схема покрытия.

1. Согласно таблице 5\*, [2] задаемся инерционностью ограждающей конструкции, если  $D^{np} > 7$ , то  $t_n = t_{p50} = -35$  °С (обеспеченностью 0,92).

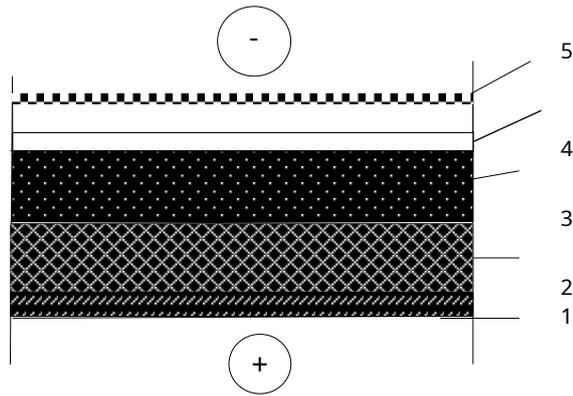


Рисунок 3.1 - Расчетная схема покрытия

2. Определяется требуемое сопротивление теплопередачи  $R_o^{mp}$ ,  $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ , по формуле

$$R_o^{mp} = \frac{(t_в - t_н) \cdot \eta}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} \cdot r, \quad (3.5)$$

где  $\eta = 1$  - коэффициент, учитывающий положение наружной грани ограждения по отношению к наружному воздуху, таблица 3\* [2];

$t_в = 16^\circ C$  - расчетная температура внутреннего воздуха, [2];

$t_н = t_{p50} = -35^\circ C$  - расчетная зимняя температура наружного воздуха [2];

$\Delta t^н = 7,0^\circ C$  - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 2\*[2];

$\alpha_в = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot ^\circ C$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 3\* [2];

$R = 0,8 \div 1,4$  - добавочный коэффициент;

$$R_o^{mp} = 1,1 \cdot 1,1 = 0,921 \text{ } ^\circ C / \text{Вт.}$$

3. Определяется приведенное сопротивление теплопередаче по таблице 1\*[2]. Для этого сечения считается ГСОП

$$\text{ГСОП} = (t_в - t_{н.омон.пер}) \times z, \quad (3.6)$$

где  $z = 214$  дней - продолжительность отопительного периода;

$$\text{ГСОП} = (16 + 10,1) \times 214 = 5585.$$

Согласно таблице 1, [22], этой величине соответствует  $R_0^{mp(прив)} = 2,85$ .

Так как  $R_0^{mp(прив)} > R_0^{mp(ген)}$ , то толщина утеплителя определяется из

уравнения

$$R_0^{mp(прив)} = R_0^{\phi}, \quad (3.7)$$

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum R_{к.с.} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3.8)$$

где  $\sum R_{к.с.}$  - термическое сопротивление ограждающей конструкции;  
 $\alpha_n = 23 \text{ Вт/ м}^2 \text{ }^\circ\text{С}$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемой по таблице 6\* [2];

$$\sum R_{к.с.} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \quad (3.9)$$

$$R_0^{mp(прив)} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3.10)$$

где  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  - толщина материалов кровли (смотреть таблицу 3.5);  
 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$  - коэффициенты тепорпроводности материалов кровли (таблица 3.5);

Таблица 3.5 - Теплотехнические характеристики слоев кровли

Наименование материала, слоя	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\rho$ Кг/см <sup>2</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ Вт/м <sup>2</sup> С	Коэффициент теплоусвоения $\delta$ Вт/м <sup>2</sup> С
Железобетонная панель	0,22	2500	1,92	17,98
Минераловатные плиты	x	125	0,096	0,89
Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,76	9,6
Слой бикроста	0,01	600	0,17	3,53
Слой бикроста с защитным слоем	0,02	1800	0,4	8,67

$$R_0^{mp(прив)} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{x}{0,096} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,02}{0,4} + \frac{1}{23},$$

$$x = 2,536 \times 0,096 = 0,243.$$

Толщина утеплителя в покрытии 0,25 м.

Принимаем утеплитель из минераловатных плит толщиной 0,25 м.

## 4 Расчетно-конструктивная часть

### 4.1 Расчет подкрановой балки

#### 4.1.1 Исходные данные

Требуется рассчитать и законструировать сварную подкрановую балку крайнего ряда пролетом 6,0 м под два крана грузоподъемностью  $Q = 5,0$  т.

Режим работы кранов 5К. Пролет здания 24,0 м. Материал балки сталь С255 по ГОСТ 27772-88.  $R = 230$  МПа (при  $t \leq 20$  мм),  $R_0 = 135$  МПа.

#### 4.1.2 Определение нагрузок

По приложению 1, таблица 3 [4] для крана грузоподъемностью  $Q = 5,0$  т, режима работы 5К, наибольшее вертикальное усилие на колесе  $F_k^H = 101$  кН, вес тележки  $G_T = 22$  кН, тип рельса железнодорожный Р38.

Для кранов режима работы 5К поперечное горизонтальное усилие на колесе при расчете подкрановых балок для гибкого повеса груза

$$T_k^H = \frac{0,05 \cdot (9,8G + G_T)}{n_0}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – номинальная грузоподъемность крана, т;

$G_T = 22$  кН – вес тележки;

$n_0 = 2$  – число колес с одной стороны крана.

$$T_k^H = \frac{0,05 \cdot (9,8 \cdot 5 + 22)}{2} = 1,78 \text{ кН.}$$

Расчетные значения усилий на колесе крана определяем с учетом коэффициента надежности по назначению  $\gamma_n = 0,95$ .

$$F_k = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot \psi \cdot k_1 \cdot F_k^H, \quad (4.2)$$

где  $\gamma_f = 1,1$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$\psi = 0,85$  – коэффициент сочетания, таблица 2 [4];

$k_1 = 1$  – коэффициент динамичности, таблица 15.1 [4];

$F_k^H = 101$  кН – вертикальное нормативное усилие на колесе;

$$F_k = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 101 = 90 \text{ кН.}$$

Горизонтальное усилие

$$T_k = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot \psi \cdot k_2 \cdot T_k^H, \quad (4.3)$$

где  $k_2$  – коэффициент динамичности, таблица 15.1 [4];

$$T_k = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,78 = 1,58 \text{ кН.}$$

#### 4.1.3 Определение расчетных усилий

Максимальный момент возникает в сечении близком к середине пролета. Загружаем линию влияния момента в среднем сечении устанавливая краны невыгоднейшим образом.

Расчетный момент от вертикальной нагрузки

$$M_x = \alpha \cdot \sum F_k \cdot y_i, \quad (4.4)$$

где  $\alpha = 1,03$  – коэффициент, учитывающий влияние собственного веса подкрановых конструкций и временной нагрузки на тормозной площадке для балок пролетом 6,0 м [4];

$y_i = 4,5$  – ордината линий влияния;

$$M_x = 1,03 \cdot 90 \cdot 4,5 = 417 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Расчетный момент от горизонтальной нагрузки

$$M_y = \sum T_k \cdot y_i, \quad (4.5)$$

$$M_y = 1,58 \cdot 4,5 = 7,11 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для определения максимальной поперечной силы, загружаем линию влияния поперечной силы на опоре.

Расчетные значения вертикальной поперечной силы

$$Q_x = \alpha \cdot \sum F_k \cdot y_i, \quad (4.6)$$

$$Q_x = 1,03 \cdot 90 \cdot 1,75 = 162,2 \text{ кН.}$$

Расчетное значение горизонтальной поперечной силы

$$Q_y = \sum T_k \cdot y_i, \quad (4.7)$$

$$Q_y = 1,78 \cdot 1,75 = 3,12 \text{ кН.}$$

#### 4.1.4 Подбор сечения балки

Принимаем подкрановую балку симметрично сечения с тормозной конструкцией в виде листа из рифлёной стали толщиной 6 мм швеллера № 16.

Значение коэффициента  $\beta$

$$\beta = 1 + 2 \cdot \frac{M_y \cdot h_b}{M_x \cdot h_m}, \quad (4.8)$$

где  $h_m \approx h_n$  – ширина сечения тормозной конструкции;

$h_b$  – высота балки, задается в пределах  $(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{10}) \cdot l$ .

Принимаем

$$h_b \approx \frac{1}{6} \cdot l = \frac{6}{6} = 1,0 \text{ м,}$$

$$h_m \approx h_n = 1,0,$$

$$\beta = 1 + 2 \cdot \frac{7,11}{417} \cdot \frac{1,0}{1,0} = 1,03.$$

Требуемый момент сопротивления

$$W_{x_{mp}} = \frac{M_x \cdot \beta}{\gamma \cdot R}, \quad (4.9)$$

$$W_{x_{mp}} = \frac{41700 \cdot 1,03}{23} = 1867 \text{ см}^3.$$

Задаемся

$$k_{cm} = \frac{h_{cm}}{t_{cm}},$$

где  $h_{cm} = 10$  см – толщина стенки, таким образом

$$k_{cm} = \frac{100}{10} = 10.$$

## Оптимальная высота балки

$$h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot k_{cm} \cdot W_{x_{np}}}, \quad (4.10)$$

$$h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot 10 \cdot 1867} = 82 \text{ см.}$$

## Минимальная высота балки

$$h_{min} = \frac{5}{24} \cdot \frac{\gamma R l}{\beta E} \cdot \left[ \frac{l}{f} \right] \cdot \frac{M_n}{M_x}, \quad (4.11)$$

где  $\gamma = 1$  – коэффициент условий работы;

$R$  – расчетное сопротивление, МПа;

$E = 2,06 \cdot 10^4$  кН/см<sup>2</sup> – модуль упругости;

$\left[ \frac{l}{f} \right] = 600$  для кранов среднего режима работы – максимальный, регламентируемый нормами прогиб подкрановых конструкций;  
 $M_n$  – момент от загрузки балки одним краном при  $\psi = 1,0$ .

Значение  $M_n$  определим по линии влияния,  $M_n$  равно сумме ординат линии влияния при нагрузке от одного крана

$$\sum y_i = y_{max} = 3,0,$$

$$M_n = \gamma_n \sum F_n^k \cdot y_i, \quad (4.12)$$

$$M_n = 0,95 \cdot 101 \cdot 3,0 = 228 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$h_{min} = \frac{5}{24} \cdot \frac{1 \cdot 23 \cdot 600 \cdot 600}{1,03 \cdot 2,06 \cdot 10^4} \cdot \frac{28800}{41700} = 56 \text{ см.}$$

Принимаем  $h_b = 80$  см по ширине листового проката в соответствии с принятым ГОСТом.

Задаемся толщиной полок  $t_n = 1,4$  см, тогда

$$h_b = h_{cn} - 2 t_n, \quad (4.13)$$

$$h_{cn} = 80 + 2 \cdot 1,4 = 82,8 \text{ см.}$$

Из условия среза стенки силой  $Q_x$

$$t_{cm} \geq 1,5 \left( \frac{Q_x}{h_{cm} \cdot R_{cp}} \right), \quad (4.14)$$

где  $R_{cp}$  – сопротивление срезу, МПа;

$$t_{cm} \geq \frac{1,5 \cdot 162,2}{82,8 \cdot 13,5} = 0,22 \text{ см.}$$

Принимаем толщину стенки  $t_{cm} = 0,8$  см,

$$k_{cm} = \frac{82,8}{0,8} \approx 100.$$

Размеры поясных листов

$$I_{x_{mp}} = \frac{W_{x_{mp}} \cdot h_b}{2}, \quad (4.15)$$

$$I_{x_{mp}} = \frac{1867 \cdot 82,8}{2} = 77294 \text{ см}^4,$$

$$I_{cm} = \frac{0,8 \cdot 80^3}{12} = 34133 \text{ см}^4.$$

Требуемая площадь сечения

$$A_{n_{mp}} = \left( \frac{I_{x_{mp}} - I_{cm}}{2} \right) \cdot \left( \frac{h_{cm} + t_n}{2} \right)^2, \quad (4.16)$$

$$A_{n_{mp}} = \left( \frac{77294 - 34133}{2} \right) \cdot \left( \frac{80 + 1,4}{2} \right)^2 = 30,9 \text{ см}^2.$$

Принимаем пояс из листа сечения  $14 \times 320$  мм,  $A_n = 44,8 \text{ см}^2$ .

Устойчивость пояса обеспечивается при соблюдении условия

$$\frac{b_{ce}}{t_n} = \frac{(b - t_{cm}) : 2}{t_n} < 0,5 \sqrt[2]{\frac{E}{R}}, \quad (4.17)$$

$$\frac{(32 - 0,8) : 2}{1,4} = 11,1 < 0,5 \sqrt[2]{\frac{2,06 \cdot 10^4}{23}} = 15,1,$$

следовательно устойчивость пояса обеспечена. По полученным данным komponuem сечение балки.

4.2 Расчет предварительно напряженной панели покрытия  $3,0 \times 6,0$  м

Тяжелый бетон класса В20. Коэффициент условий работы  $\gamma_{e_2} = 0,9$ ;

$R_{et} = 11,05 \times 0,9 = 10,35$  МПа;  $R_{et} = 0,9 \times 0,9 = 0,81$  МПа;  $R_{s,ser} = 15$  МПа;  $R_{et,ser} = 1,4$  МПа;  $E_s = 4 \cdot 10^5$  МПа. Таблица 12, 13, 18 [4].

Напрягаемая арматура продольных ребер класса Ат – V;  
 $R_s = 680$  МПа,  $R_{s,ser} = 785$  МПа;  $E_s = 1,9 \cdot 10^5$  МПа.

Рабочая продольная арматура поперечных ребер из стали класса А-III  
 $d \geq 10$  мм;  $R_s = 365$  МПа. Сетка плиты, поперечная и монтажная.

Арматура ребер класса Вр – I:

- при  $d = 3$  мм,  $R_s = 375$  МПа;

- при  $d = 4$  мм,  $R_s = 370$  МПа;  $R_{s,10} = 265$  МПа;

- при  $d = 5$  мм,  $R_s = 360$  МПа;  $R_{s,10} = 260$  МПа;  $E_s = 1,7 \cdot 10^5$  МПа.

Бетон подвергается тепловой обработке.

Обжатие бетона производится при передаточной прочности

$$R_{ep} = 16 \text{ МПа} > 11 \text{ МПа} > 0,5 \times 20 = 10 \text{ МПа}.$$

Подсчет нагрузок на покрытие приведен в таблице 4.1, с учетом коэффициента надёжности по назначению  $\gamma_n = 0,95$ .

Таблица 4.1 - Нагрузки на плиту

Вид нагрузки	Нагрузка при $\gamma_f = 1$ кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Нагрузка при $\gamma_f > 1$ кН/м <sup>2</sup>
Два слоя бикроста $\rho = 600$ кг/м <sup>3</sup> $t = 10$ мм	$6 \cdot 0,01 = 0,06$	1,3	0,078
Нагрузка, с учетом защитного слоя для первого слоя $0,005 \times 18$	0,12	1,3	0,156
Цементная стяжка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> = $18 \text{ кН/м}^3$ $18 \times 0,02 \times 0,95 = 0,342$	0,342	1,3	0,44
Утеплитель из плит минераловатных толщиной 200 мм, $\rho = 0,125$ тн/м <sup>3</sup> = $1,25$ кН/м <sup>3</sup> $1,25 \times 0,2 = 0,25$	0,35	1,3	0,455
Обмазочная гидроизоляция	0,05	1,3	0,065
Итого	$g_{1n} = 0,862$		$g_1 = 1,12$
Панель покрытия с бетоном замоноличенные $0,16 \times 9,81 \times 0,95$	1,49	1,1	1,64
Всего	$g_n = 2,352$		$g = 2,76$
Временная (кратковременная) снеговая ( $c = 1$ ) для II района $0,7 \times 0,95$	$S_n = 0,67$	1,4	0,938
Сосредоточенная F от рабочего с инструментом (учитывается только при расчете собственно плиты и поперечных	0,95	1,2	1,14

ребер) $1 \times 0,95$			
------------------------	--	--	--

#### 4.2.1 Расчет плиты панели

Плита панели армируется одной сварной сеткой, укладываемой посередине ее толщины.

Расчетные пролеты в свету:

- для средних участков

$$l_{01} = 150 - 9 = 141 \text{ см} = 1,41 \text{ м},$$

$$l_{02} = 298 - 2 \cdot (1,5 + 10,5) = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м},$$

$$\frac{l_{01}}{l_{02}} = \frac{141}{274} = 0,515;$$

- для крайних участков

$$l_{01} = 148,5 - 1 - 17,5 - \frac{9}{2} = 125,5 \text{ см} = 1,255 \text{ м},$$

$$l_{02} = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м},$$

$$\frac{l_{01}}{l_{02}} = \frac{125,5}{274} = 0,458.$$

Расчетная постоянная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$ , включая массу плиты толщиной  $h_f^1 = 30 \text{ мм}$ .

$$g = g_1 + h_f^1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \gamma_f \cdot 9,81 \cdot \gamma_{n1}, \quad (4.18)$$

$$g = 1,12 + 0,03 \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 1,89 \text{ кН/м}^2.$$

Расчетные изгибающие моменты определяем по двум комбинациям загрузки, при действии постоянной и временной (снеговой) нагрузки.

Условие равновесия

$$\frac{(g+v) \cdot l_{01}^2}{12} (3l_{02} - l_{01}) = (2M_1 + M_I + M_I^1)l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}^1)l_{01}.$$

Рассмотрим сначала средние участки.

Принимаем следующие соотношения между моментами

$$M_2/M_1 = 0,4; M_1 = M_I = M_I^1; M_2 = M_{II} = M_{II}^1 = 0,4 \cdot M_1,$$

тогда условие равновесия можно записать

$$\frac{(g+v) \cdot l_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) = (4l_{02} + 1,6l_{01}), \quad (4.19)$$

$$M_1 = \frac{(1,89+0,938) \cdot 1,41^2 \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41)}{12(4 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,41)} = 0,24 \text{ кН} \cdot \text{м/м}.$$

Рассмотрим крайние участки. Учитываем, что на торцовом ребре  $M_I = 0$ .  
Условие равновесия можно записать

$$\frac{(g+v) \cdot l_{01}^2}{12} \cdot (2l_{02} - l_{01}) = (3l_{02} - l_{01}) \cdot M_1, \quad (4.20)$$

$$M_1 = \frac{(1,89+0,938) \cdot 1,255^2 (3 \cdot 2,74 - 1,255)}{12 \cdot (3 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,255)} = 0,252 \text{ кН} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}}.$$

При действии постоянной и временной сосредоточенной нагрузки от веса рабочего с инструментом (F).

Условие равновесия

$$\frac{g \cdot l_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) + F \cdot \frac{l_{01}}{2} = (2M_1 + M_I + M_I^1) \cdot l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}^1) \cdot l_{01}. \quad (4.21)$$

Соотношение между моментами тоже, что и при комбинации I.  
Для средних пролетов

$$M_I = \frac{\frac{g \cdot l_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) + F \cdot \frac{l_{01}}{2}}{4l_{02} - 1,6l_{01}}, \quad (4.22)$$

$$M_I = \frac{\frac{1,89 \cdot 1,41^2}{12} \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41) + 1,14 \cdot \frac{1,41}{2}}{4 \cdot 2,74 - 1,6 \cdot 1,41} = 0,221 \text{ кН} \cdot \text{м/м}.$$

Для крайних пролетов

$$M_1 = \frac{\frac{g \cdot l_{01}^2}{12} \cdot (3 \cdot l_{02} - l_{01}) + F \cdot \frac{l_{01}}{2}}{3 \cdot l_{02} + 1,6 \cdot l_{01}}, \quad (4.23)$$

$$M_1 = \frac{\frac{1,89 \cdot 1,255^2}{12} \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41) + 1,14 \cdot \frac{1,255}{2}}{3 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,255} = 0,235 \text{ кН} \cdot \text{м/м},$$

таким образом, расчетной является комбинация I, с определением арматуры по моментам для крайних пролетов.

$$M_1 = M_I = 0,252 \text{ кН} \cdot \text{м/м},$$

$$M_2 = M_{II} = M_I^1 = 0,4 \cdot 0,252 = 0,1 \text{ кН} \cdot \text{м/м}.$$

При подборе сечений арматуры плит опорные моменты, определенные расчетом, следует уменьшить в сечениях крайних пролетов и первых промежуточных опор на 10 %, в сечениях средних пролетов на 20 %. Производим расчет арматуры, направленной вдоль панели покрытия.

Минимальная рабочая высота плиты

$$h_o = \frac{30}{2} - \frac{4}{2} = 13 \text{ мм}.$$

Характеристика сжатой зоны бетона

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot R_e, \quad (4.24)$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767.$$

Граничное значение относительно высоты сжатой зоны  $\zeta_R$

$$\zeta_R = \frac{\omega}{\left[ 1 + \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{sc,u}} \cdot \left( 1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right]}, \quad (4.25)$$

$$\zeta_R = \frac{0,767}{1 + \frac{370}{500} \cdot \left( 1 - \frac{0,767}{1,1} \right)} = 0,627.$$

Вычисляем величину  $\alpha_m$

$$\alpha_m = \frac{0,9 \cdot M_1}{R_e \cdot b \cdot h_o^2}, \quad (4.26)$$

$$\alpha_m = \frac{0,9 \cdot 0,252 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1000 \cdot 13^2} = 0,129,$$

$$A_{s_1} = \frac{M_1}{R_s \cdot \xi \cdot h_0}, \quad (4.27)$$

$$A_{s_1} = \frac{0,9 \cdot 0,252 \cdot 10^6}{370 \cdot 0,93 \cdot 13} = 50,7 \text{ мм}^2.$$

Коэффициент армирования

$$\mu = \frac{A_{s_1}}{b \cdot h_0^2}, \quad (4.28)$$

$$\mu = \frac{50,7}{1000 \cdot 13} = 0,003 < \mu_{min} = 0,0005.$$

Принимаем арматуру диаметром 4 мм Вр-I с шагом 200 мм.  
 $A_{s_1} = 63 \text{ мм}^2 > 50,7 \text{ мм}^2.$

Рассчитываем площадь арматуры, расположенной в поперечном направлении.

Минимальная рабочая высота плиты

$$h_0 = \frac{30}{2} - \frac{3}{2} = 13,5 \text{ мм},$$

$$\alpha_m = \frac{0,9 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1000 \cdot 13,5^2} = 0,047,$$

$$A_{s_2} = \frac{0,9 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{375 \cdot 0,976 \cdot 13,5} = 18,2 \text{ мм}^2,$$

$$\mu = \frac{18,2}{1000 \cdot 13,5} = 0,0010 < \mu_{min} = 0,0005.$$

Принимаем арматуру диаметром 3 мм Вр-I с шагом 200 мм,  
 $A_{s_2} = 35,3 \text{ мм}^2 > 18,2 \text{ мм}^2.$

Окончательно для армирования плиты принимаем сетку

$$С \frac{4 \text{ Вр-I-200}}{3 \text{ Вр-I-200}} 2970 \times 5950.$$

#### 4.2.2 Расчетный пролет, нагрузка и усилия в поперечном ребре

Рассчитываем среднее поперечное ребро. Расчетный пролет принят равным расстоянию в свету между продольными ребрами

$$l_0 = l_{02} = 274 \text{ см}.$$

Расчетные нагрузки на ребро состоят из нагрузки от собственного веса ребра и нагрузки на плиту, собранной с ширины  $l_1 = 1,5$  м.

Масса 1 м поперечного ребра, с учетом  $\gamma_n = 0,95$

$$g_1 = \frac{0,05+0,09}{2} \cdot (0,15 - 0,03) \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 0,216 \text{ кН/м.}$$

Нагрузка от массы плиты и изоляционного ковра

$$g_2 = 1,89 \cdot 1,5 = 2,84 \text{ кН/м.}$$

Расчетная снеговая нагрузка

$$S = 0,938 \cdot 1,5 = 1,407 \text{ кН/м.}$$

Усилие от расчетных постоянной и снеговой нагрузок

$$M = \frac{(0,216+2,84+1,407) \cdot 2,74^2}{8} - \frac{(2,84+1,407) \cdot 1,5^2}{24} = 4,06 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

$$Q = \frac{(0,216+2,84+1,407) \cdot 2,74}{2} - \frac{(2,84+1,407) \cdot 1,5}{4} = 4,53 \text{ кН.}$$

Усилие от постоянной и сосредоточенной (веса рабочего с инструментом) нагрузок

$$M = \frac{(0,216+2,84) \cdot 2,74^2}{8} - \frac{2,84 \cdot 1,5^2}{24} + \frac{1,14 \cdot 2,74}{5} = 3,22 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

$$Q = \frac{(0,216+2,84) \cdot 2,74}{2} - \frac{2,84 \cdot 1,5}{4} + 1,14 = 4,26 \text{ кН,}$$

таким образом, расчетной по M и Q является первая комбинация.

#### 4.2.3 Расчет по прочности нормальных сечений поперечного ребра

Поперечное ребро  $h = 150$  мм работает в сжатой зоне совместно с участком плиты толщиной  $h_f^1 = 30$  мм.

Так как отношение  $h_f^1/h = \frac{3}{15} = 0,2 < 0,1$ , то расчетная ширина полки таврового сечения

$$b_f^1 = \frac{1}{3} \cdot 2740 + 90 = 1002 \text{ мм.}$$

Рабочая высота ребра при арматуре диаметром 12 мм

$$h_0 = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129 \text{ мм.}$$

Граничная высота сжатой зоны  $\xi_R$

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} + \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,628.$$

Проверяем условие

$$M \leq R_b \cdot b_f^1 \cdot h_f^1 \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f^1), \quad (4.29)$$

$$4,06 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \leq 10,35 \cdot 1002 \cdot 30 \cdot (129 - 0,5 \cdot 30) = 36,8 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

условие выполняется, то есть нейтральная ось проходит в полке и расчетное сечение - прямоугольник шириной  $b_f^1 = 1002 \text{ мм}$ .

Расчет продолжаем при  $b = b_f^1$ .

Вычисляем величину  $\alpha_m$

$$\alpha_m = \frac{4,06 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1002 \cdot 129^2} = 0,018.$$

При  $\alpha_m = 0,018$ ,  $\xi = 0,018$ , условие  $\xi = 0,018 \leq \xi_R = 0,628$  выполняется.

При  $\alpha_m = 0,018$ ,  $\xi = 0,991$ .

Площадь сечения продольной арматуры  $A_s$ ,

$$A_s = \frac{4,06 \cdot 10^6}{365 \cdot 0,991 \cdot 129} = 87 \text{ мм}^2.$$

Коэффициент армирования  $\mu$

$$\mu = \frac{87}{70 \cdot 129} = 0,009 \leq \mu_{min} = 0,0005.$$

Принимаем в нижней зоне ребра один стержень диаметром 12 мм, АIII,  $A_s = 113,1 \text{ мм}^2 > 87 \text{ мм}^2$ .

#### 4.2.4 Расчет наклонных сечений поперечного ребра по прочности

Расчетная высота ребра  $h_0 = 129 \text{ мм}$ .

Распределенная нагрузка

$$g_1 = g_1 + g_2 + \frac{S}{2}, \quad (4.30)$$

$$g_1 = 0,213 + 2,84 + 1,41/2 = 3,761 \text{ кН/м},$$

$$g_a = 0,16 \varphi_{bn}(1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b. \quad (4.31)$$

Поскольку  $g_1 = 3,761 \text{ Н/мм}$  и  $g_a = 0,16 \cdot 1,5 \cdot 0,81 \cdot 70 = 13,61 \text{ Н/мм}$ , то длину проекции наиболее опасного наклонного сечения принимаем

$$c = 2,5 \cdot h_0 = 2,5 \cdot 129 = 322,5 \text{ мм}.$$

Проверяем необходимость постановки поперечной арматуры по расчету

$$Q = Q_{max} - g_1 \cdot c \text{ и } Q_s = \varphi_{sn} (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 / c, \quad (4.32)$$

$$Q = 4530 - 3,761 \cdot 322,5 = 3317 \text{ Н} \text{ и } Q_s = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 70 \cdot 129^2 / 322,5 = 4389 \text{ Н},$$

то есть поперечная арматура устанавливается только по конструктивным требованиям. Принимаем поперечные стержни из проволоки класса Вр - I диаметром 4 мм с шагом 75 мм.

#### 4.2.5 Расчет продольных ребер

Расчетный пролет ребра по осям опор

$$l_0 = 5,97 - 2 \cdot 0,05 = 5,87.$$

В таблице 4.2 показаны нагрузки на 1 м плиты.

Таблица 4.2 - Нагрузка на 1м плиты

Вид нагрузки	Нагрузка при $\gamma_f = 1$ кН/м	$\gamma_f > 1$	Нагрузка при $\gamma_f > 1$ кН/м
Постоянная			
-панель покрытия с бетоном замоноличивания	$1,49 \times 3 = 4,47$	1,1	$g_1 = 4,92$
-изоляционный ковер	$0,862 \times 3 = 2,59$	1,3	3,36
Итого	$g_n = 7,06$		$g = 8,28$
Временная (кратковременная)			
-снеговая	$S_n = 0,67 \times 3 = 2,01$	1.4	$S = 2,81$
-полная нагрузка	$g_n = 9,07$		$g = 11,09$

Усилия в продольных ребрах:

- от полной нагрузки при  $\gamma_f > 1$

$$M = \frac{11,09 \cdot 5,87^2}{8} = 47,77 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q = \frac{11,09 \cdot 5,87}{2} = 32,55 \text{ кН};$$

- от полной нагрузки при  $\gamma_f = 1$

$$M = \frac{9,07 \cdot 5,87^2}{8} = 39,1 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q = \frac{9,07 \cdot 5,87}{2} = 26,62 \text{ кН};$$

- от постоянной нагрузки  $g_n$  при  $\gamma_f = 1$

$$M = \frac{7,06 \cdot 5,87^2}{8} = 30,4 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q = \frac{7,06 \cdot 5,87}{2} = 20,7 \text{ кН}.$$

#### 4.2.6 Расчет нормальных сечений продольных ребер по прочности

Поперечное сечение панели приводим к тавровой форме и в расчет вводим ширину плиты поверху, умноженную на коэффициент  $W=0,65$ , учитывающий неравномерное распределение сжимающих напряжений по ширине тонкой полки

$$b_f^1 = (2980 - 2 \cdot 15) \cdot 0,65 = 1918 \text{ мм},$$

$$h_0 = 300 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 273 \text{ мм},$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767.$$

Напряжение при электротермическом способе натяжении

$$p = 30 + \frac{90}{l}, \quad (4.33)$$

$$p = 30 + \frac{90}{6} = 45 \text{ МПа}.$$

Потери предварительного напряжения от деформации анкеров

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s, \quad (4.34)$$

$$\Delta l = 1,25 + 0,15 d, \quad (4.35)$$

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

$$\sigma_3 = \frac{3,35}{6000} \cdot 19 \cdot 10^4 = 106 \text{ МПа}.$$

Потери предварительного напряжения от деформаций стальной формы  $\sigma_5 = 30$  МПа (при отсутствии данных о форме).

Предварительное напряжение в напрягаемой арматуре до обжатия бетона при коэффициенте точности натяжения  $\gamma_{sp} < 1$  и с учетом потерь  $\sigma_3$  и  $\sigma_5$

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp}(1 - \Delta \gamma_{sp}) - \sigma_3 - \sigma_5, \quad (4.36)$$

$$\Delta \sigma_{sp1} = 550 \cdot (1 - 0,1) - 106 - 30 = 359 \text{ МПа},$$

$$\Delta \sigma_{sp} = 1500 \cdot \frac{\sigma_{sp1}}{R_s} - 1200, \quad (4.37)$$

$$\sigma_{sp} = 1500 \cdot \frac{359}{680} - 1200 < 0,$$

принимаем  $\Delta \sigma_{sp} = 0$ .

Предварительное напряжение в арматуре при неизвестном значении полных потерь для расчета напряжения

$$\sigma_{sR} = 0,6 \cdot 680 = 408 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta \sigma_{sp}, \quad (4.38)$$

$$\sigma_{sR} = 680 + 400 - 408 - 0 = 672 \text{ МПа},$$

при коэффициенте  $\gamma_{\sigma_2} = 0,9$  напряжение  $\sigma_{sc,u} = 500$  МПа.

Граничная относительная высота сжатой зоны

$$\zeta_R = \frac{0.767}{1 + \frac{672}{500} \cdot \left(1 - \frac{0.767}{1,1}\right)} = 0,545.$$

Необходимо соблюдение условия

$$M \leq R_b \cdot b_f^1 \cdot h_f^1 \cdot (h_0 - 0,5 h_f^1), \quad (4.39)$$

$$47,77 \cdot 10^6 \leq 10,35 \cdot 1918 \cdot 30 \cdot (273 - 0,5 \cdot 30) = 154,10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

условие выполняется, то есть нейтральная ось находится в полке.

Величина  $\alpha_m$

$$\alpha_m = \frac{47,77 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1918 \cdot 273^2} = 0,032,$$

при  $\alpha_m = 0,032$ ,  $\xi = 0,033$ . Условие  $\xi = 0,033 \leq \xi_R = 0,545$  выполняется.

Вычисляем коэффициент условий работы напрягаемой арматуры

$$\gamma_{s_6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} - 1\right), \quad (4.40)$$

$$\gamma_{s_6} = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{0,033}{0,545} - 1\right) = 1,41,$$

так как  $\gamma_{s_6} = 1,41 \leq \eta = 1,15$ , то принимаем  $\gamma_{s_6} = 1,15$ . При  $\alpha_m = 0,032$ ,  $\xi = 0,983$ .

Требуемая площадь сечения продольной предварительно напряженной арматуры

$$A_{S_1} = \frac{M}{\xi \cdot \gamma_{s_6} \cdot R_s \cdot h_0}, \quad (4.41)$$

$$A_{S_1} = \frac{47,77 \cdot 10^6}{0,983 \cdot 1,15 \cdot 680 \cdot 273} = 228 \text{ мм}^2.$$

Принимаем предварительно напряженную арматуру продольных ребер из 2 стержней диаметром 14 мм,  $A_{S_p} = 308 \text{ мм}^2 > A_{S_{п1}} = 228 \text{ мм}^2$ .

## 5 Организационно-технологическая часть

### 5.1 Составление ведомости потребных грузозахватных устройств и монтажных приспособлений

Выбор стропов, траверс и других грузозахватных устройств и приспособлений произведен для каждого конструктивного элемента здания.

Выбранные грузозахватные и монтажные приспособления заносятся в ведомость – таблица 5.1.

Таблица 5.1 - Ведомость потребных грузозахватных устройств и монтажных приспособлений

Наименование монтируемой конструкции	Масса конструкции, т	Наименование монтажного приспособления с указанием чертежа и авторов	Характеристика приспособлений			Потребное количество шт
			грузоподъемность, т	масса, т	расчетная высота, м	
Фундаментные балки, ригеля, стеновые панели	4,37	Строп двухветвевой, 2СК, ГОСТ 25573-82	5,0	0,046	5,0	1
Колонны	9,2	Траверса унифицированная модель № 92416 РФ	10,0	0,18	1,0	1
Ферма стропильная	11,2	Траверса ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11	25,0	1,75	3,6	1
Плита покрытия 3 × 6 ребристая	2,65	Траверса ПИ Промстальконструкция 2006-78	4,0	0,53	1,6	1
Плиты перекрытия, покрытия (пустотные), фундаменты сборные, МК связей и фонарей	3,2	Строп четырехветвевой – 4СК, чертеж треста Мосгорстрой 1093	5,0	0,044	4,5	1
Подкрановые балки	1,3	Траверса ПК Главстальконструкция, 185	6,0	0,39	2,8	1

## 5.2 Выбор монтажных механизмов по техническим параметрам

К параметрам, определяющим возможность применения крана для монтажа объекта, относятся:

- $l_{стр}^{мп}$  требуемая длина стрелы, м;
- $L_{кр}^{мп}$  требуемый вылет крюка, м;
- $H_{кр}^{мп}$  требуемая высота подъема крюка, м ;
- $Q^{мп}$  требуемая грузоподъемность на заданном вылете крюка, т.

Выбранный кран должен обеспечивать монтаж максимально тяжелого, наиболее удаленного и высокорасположенного элемента, с учетом габаритов и массы средств строповки и монтажного оснащения.

Параметры кранов определяем графическим методом. Суть его заключается в следующем: в масштабе 1:100 вычерчиваем фрагмент здания.

Из центра тяжести монтируемого элемента проводится вертикальная ось ОУ (ось подвески крюка крана). На расстоянии 2,0 м от планировочной отметки поверхности земли проводим горизонтальную ось О - Х (уровень опорного шарнира стрелы крана). Из крайней точки монтируемого элемента наиболее приближенной к стреле крана, радиусом  $R = 1,5$  проводится дуга.

Ось стрелы 1 – 1 проводится по касательной к дуге  $R = 1,5$  с углом наклона к горизонту  $75^\circ$ . Из точки К под углом к горизонту  $30^\circ$  проводится прямая

2 – 2 (от гуська) до пересечения с прямой 1 – 1. Отрезок 1 – 1 равен минимальной длине стрелы;  $m - n$  требуемый вылет крюка.

$l_2, H_{кр}$  следует из схемы;  $L_{кр}$  определяется как горизонтальная проекция стрелы (0 - 1) плюс 1,5 м удаление шарнира стрелы от оси вращения крана.

По выполненным схемам получаем следующие параметры:  $L_k = 11,1$  м - вылет крюка;  $l_{стр} = 17,3$  м - длина стрелы;  $l_2 = 5,4$  м - длина гуська;  $H_{кр} = 15,3$  м - высота подъема крюка;  $Q = 9,5$  т – грузоподъемность.

По полученным параметрам подбираем два варианта кранов и выбираем из них наиболее экономичный.

I вариант

Гусеничный кран ДЭК-401, имеющий следующие параметры:  $l_{стр} = 35$  м - длина стрелы;  $l_2 = 5$  м - длина гуська;  $Q = 0,8 \div 15,5$  т - грузоподъемность;  $Q = 0,73 \div 7,25$  т – грузоподъемность на гуське;  $H_{кр} = 34,0$  м - высота подъема крюка;  $H_{кр} = 38,0$  м – высота подъема крюка на гуське;  $L_{кр} = 6 \div 35,0$  м - вылет крюка;  $L_{кр} = 30$  м вылет крюка на гуське.

II вариант.

Кран на автошасси LIEBHERR LTM 1050, имеющий следующие параметры:  $l_{стр} = 38$  м - длина стрелы телескопической;  $l_2 = 15,0$  м - длина гуська;  $L_{кр} = 3 \div 24$  м - вылет крюка;  $H_{кр} = 27,5$  м - высота подъема крюка;  $Q = 3 \div 17,0$  т (3,7 т) - грузоподъемность;  $Q = \text{до } 3,7$  т – грузоподъемность на гуське.

Расчет ведется по специальной программе.

### 5.3 Монтажные работы

Монтаж сборных конструкций ведется стреловым краном на гусеничном ходу ДЭК - 401. В первую очередь монтируют колонны в пролете А ÷ Д движением крана вдоль оси А от оси 21 и вдоль оси Д от оси 1. Затем кран

переходит в пролет Д ÷ К и монтирует колонны движением вдоль оси К от оси 21. На последнем этапе кран переходит в пролет К ÷ П и монтирует колонны движением вдоль оси П от оси 1. После выдержки бетона в стыках колонн с фундаментами, кран начинает монтировать подкрановые балки последовательно в пролетах А ÷ Д; Д ÷ К и К ÷ П.

Затем кран монтирует комплексно конструкции перекрытия (ригеля и плиты перекрытия пустотные) и покрытия (стропильные фермы и плиты покрытия ребристые, а в пролете Д ÷ К элементы фонаря). Работы начинают вести в пролете К ÷ П от оси 21 движением крана по центру пролета «на себя». Затем кран последовательно переходит в пролет К ÷ Д и Д ÷ А, где аналогично продолжает вести монтаж.

По окончании монтажа каркаса отдельным потоком производится установка стеновых панелей. Монтаж сборных конструкций ведется поэлементно свободным подъемом методом наращивания в горизонтальном и вертикальном направлениях с последующей выверкой установленных конструкций. Монтажные работы ведутся с предварительной раскладкой конструкций у мест монтажа, за исключением стеновых панелей, которые следует монтировать с приобъектного склада.

Доставка конструкций на строительную площадку производится специализированным автотранспортом. Колонны монтируют отдельным потоком после геодезической проверки разбивки осей, выполнения цикла нулевых работ, включая устройство всех фундаментов с приемкой и сдачей фундаментов по актам на скрытые работы. Перед установкой колонны, очищают дно стакана фундамента, а на колонну наносят осевые риски. Захват и монтаж колонн ведется с помощью траверсы. После установки колонн в стаканы фундаментов, необходимо выполнить их выверку при помощи теодолитов по двум осям, обеспечивая их соосность с фундаментами и соответствие вертикальных отметок оголовков. После выверки колонны, снимают захваты и временно закрепляют в стакане фундамента с помощью одиночного кондуктора. Стыки колонн с фундаментами замоноличивают бетоном класса В20. Временные крепления снимают после окончательного закрепления колонн в стаканах фундаментов и достижения бетоном в стыках 70 % проектной прочности.

Подкрановые балки монтируют отдельным потоком. Балки раскладывают у мест монтажа на деревянные подкладки на расстоянии 4,0 м в «елочку». Установку балок в проектное положение производят по осевым рискам на балках и консолях колонн. Балки временно закрепляют на опорах при помощи анкерных болтов. Окончательную выверку балок производят в пределах температурного блока при помощи теодолита и нивелира, после чего производят приварку всех крепежных деталей балок к закладным деталям колонн.

Стропильные фермы устанавливают в проектное положение с совмещением осевых рисок на их торцах с рисками на опорных поверхностях

колонн, после чего их закрепляют анкерами и сваркой с закладными элементами этих конструкций. Перед подъемом стропильной фермы на нее навешивают необходимые приспособления, устанавливают распорки, оттяжки. Устойчивость первых двух стропильных конструкций обеспечивают расчалками, закрепленными за передвижные инвентарные якоря и за колонны замоноличенные в стаканах фундаментов.

Устойчивость последующих ферм обеспечивают с помощью инвентарных распорок, закрепленных к ранее смонтированной ферме. Временные распорки и расчалки снимают по мере монтажа и приварки плит покрытия. После укладки каждой плиты покрытия, ее закладные детали приваривают к закладным деталям верхнего пояса фермы не менее чем в трех точках.

В местах опорных площадок в первую очередь укладывают ригели и связевые плиты. Для монтажа ригелей используют двухветвевые стропы, а плит перекрытия - четырехветвевые стропы. Монтаж ведут ячейками.

Для установки ригелей и первых плит используют приставные лестницы с площадками. Ригели устанавливают в проектное положение, совмещая оси ригелей и колонн, проверяя равенство площадок установки ригелей. Убедившись, что колонны и ригели в смонтированной ячейке находятся в проектном положении, окончательно закрепляют ригель сваркой закладных деталей и замоноличивают стыки (после сдачи по акту на скрытые (сварочные) работы).

Связевые плиты укладывают на полки ригелей после того, как ригели приварят к консолям колонн. Плиты перекрытия рядовые устанавливают после монтажа и приварки к полкам ригелей связевых плит.

Монтаж ограждающих конструкций осуществляют отдельным монтажным потоком, после окончания монтажа несущего каркаса здания. Стеновые панели в каждой ячейке между двумя колоннами монтируют сразу на всю высоту здания. Монтаж начинают с установки цокольных панелей, правильность положения которых контролируют нивелиром.

Положение остальных панелей проверяют отвесом и уровнем. После выверки положения панели, ее закладные детали приваривают к закладным деталям колонн. Монтаж панелей стен ведут с помощью передвижных гидроподмостей. Стыки панелей заделывают упругими синтетическими прокладками и мастиками. Расшивку швов панелей производят раствором с люлек, располагаемых снаружи здания.

Сварка конструкций дуговая, ручная электродами из стальной проволоки диаметром 4 мм с защитным покрытием. Антикоррозийное покрытие осуществляют металлизацией закладных деталей свариваемых соединений. Покрытие наносят путем распыления расплавленного цинка струей воздуха. Перед ее нанесением, поверхность следует очистить металлическим песком пескоструйной установкой ПУ-50. Швы между плитами, а также места сопряжения со стенами заделывают раствором марки 100.

#### 5.4 Расчет автотранспортных средств

Потребное количество автотранспортных средств находим по формуле

$$N = \frac{P}{\Pi_3 \cdot A \cdot T}, \quad (5.1)$$

где  $P$  - объем монтажных работ, т;

$\Pi_3$  - эксплуатационная производительность автотранспортной единицы в смену, т;

$A$  - число смен работы транспорта в сутки;

$T$  - продолжительность монтажных работ, дн.

Эксплуатационная производительность транспортной единицы  $\Pi_3$  (т/см) определяется по формуле

$$\Pi_3 = \frac{Q \cdot C \cdot K_z \cdot K_e}{T_{mp}}, \quad (5.2)$$

где  $Q$  - грузоподъемность транспорта, т;

$C$  - количество часов в смене;

$T_{mp}$  - время полного транспортного цикла, час;

$K_z$  - коэффициент использования транспорта по грузоподъемности;

$K_e = 0,8 \div 0,9$  - коэффициент использования транспорта по времени,

$$T_{mp} = T_n + \frac{2l}{V_{cp}} + T_p, \quad (5.3)$$

где  $T_n, T_p$  - продолжительность погрузки и разгрузки комплекта элементов, час;

$l$  - расстояние от завода – изготовителя до строительной площадки, км;

$V_{cp}$  - средняя скорость движения транспортной единицы, принимаем

$19 \div 21$  км/час.

Расчет для ригелей

$$T_{mp} = 0,5 + \frac{2 \cdot 5}{20} = 1,0 \text{ часа,}$$

$$\Pi_3 = \frac{10 \cdot 8 \cdot 0,78 \cdot 0,8}{1,0} = 50,0 \text{ т/см,}$$

$$N = \frac{147}{50,0 \cdot 1 \cdot 3} = 1 \text{ авт.}$$

Расчет для колонн

$$T_{mp} = 0,93 + \frac{2 \cdot 5}{20} = 1,43 \text{ часа,}$$

$$P_3 = \frac{20,1 \cdot 8 \cdot 0,92 \cdot 0,8}{1,43} = 83,0 \text{ т/см},$$

$$N = \frac{872}{83,0 \cdot 1 \cdot 5} = 2 \text{ авт.}$$

Расчет для стропильных ферм

$$T_{mp} = 0,83 + \frac{2 \cdot 5}{20} = 1,23 \text{ часа.}$$

$$P_3 = \frac{25,0 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot 0,8}{1,23} = 117,0 \text{ т/см},$$

$$N = \frac{986}{117,0 \cdot 1 \cdot 8} = 1 \text{ авт.}$$

Расчет для плит перекрытия покрытия

$$T_{mp} = 0,67 + \frac{2 \cdot 5}{20} = 1,17 \text{ часа,}$$

$$P_3 = \frac{14 \cdot 8 \cdot 0,95 \cdot 0,8}{1,17} = 72,75 \text{ т/см},$$

$$N = \frac{1634}{72,75 \cdot 1 \cdot 8} = 3 \text{ авт.}$$

Расчет для стеновых панелей

$$T_{mp} = 0,84 + \frac{2 \cdot 5}{20} = 1,34 \text{ часа.}$$

$$P_3 = \frac{20,1 \cdot 8 \cdot 0,97 \cdot 0,8}{1,34} = 93,0 \text{ т/см},$$

$$N = \frac{1697,0}{93,0 \cdot 1 \cdot 10} = 2 \text{ авт.}$$

## 5.5 Кровельные работы

Кровельные и изоляционные работы выполняются в соответствии с требованиями СНиП РК 3.02 – 06 - 2002 «Крыши и кровли», СНиП РК 2.04-10-2004 «Изоляционные и отделочные покрытия». В этих нормативных документах содержатся обязательные требования и технические условия на производство и приемку работ. Работы по устройству кровли ведут специализированными звеньями вдоль поверхности. Поверхность кровли делят на захватки, границы которых совпадают с линиями водоразделов.

Работы начинают вести на местах более удаленных от выхода на кровлю, чтобы не допустить перемещений по вновь выполненной кровле. Подъем материалов на поверхность кровли производят подъемниками ТП5. Перемещение материалов по поверхности кровли производят мототележками.

Доставку мастик осуществляют автогудронатором АГ – 150. При устройстве пароизоляции битумную мастику наносят на обеспыленную ровную поверхность. Предварительно, основание кровли очищают от пыли сжатым воздухом, поступающим к месту работ от установки ПКУ-35М. Неровности устраняют цементным раствором марки 100 и пневмоскребком. Мастику наносят ровным слоем без пропусков. При примыкании кровли к вертикальной поверхности на нее наносят мастику на высоту 150 мм. Битумы обезвоженные подают на крышу по трубопроводу и наносят на поверхность с помощью машины СО-21А.

Плитный утеплитель укладывают на мастике с плотным прилеганием к пароизоляционному слою с последующим закрытием пленкой и цементно-песчаной стяжкой. Выравнивающая цементно – песчаная стяжка устраивается из раствора марки 50.

Перед устройством стяжки, устанавливаются с помощью нивелира маячные рейки и натягивают полиэтиленовую пленку. Стяжки устраивают полосами шириной 2,0 м, длиной 6,0 м из цементно – песчаного раствора 1:3. Раствор приготавливают в машине СО – 126А и доставляют к месту кладки под давлением. Полосы заполняют через одну, заглаживая их поверхность виброрейкой с площадным вибратором. После схватывания раствора и снятия реек, пропущенные полосы заполняют таким же раствором. В местах примыкания стяжки к вертикальным поверхностям устраивают переходные наклонные бортики шириной 150 мм под углом 45° при помощи штукатурных полутерок такой же ширины.

Огрунтовку основания устраивают грунтовочным холодным составом. Перед устройством рулонного ковра из бикроста, основание кровли очищают от пыли сжатым воздухом, поступающим к месту работ по рукаву от компрессора. При этом используют щелевидные насадки к рукаву, которые рабочий, двигаясь по направлению ветра держит под углом 30 ÷ 50° к очищаемой поверхности на расстоянии 40 см от основания. Устройство рулонной кровли производится с помощью газовой горелки и катка-раскатчика звеньями в составе двух человек.

До начала производства работ необходимо:

- выполнить отделку гидроизоляционными материалами воронок водостоков, мест примыкания кровли к выступающим конструкциям;
- произвести просушку основания, если этого требуют сложившиеся условия работ. Для просушки используется установка с инфракрасным излучателем;
- сделать разбивку кровли на захватки.

Процесс наклейки протекает в следующей последовательности:

- размотка и примерка пяти рулонов бикроста с производством в необходимых случаях подрезкой;
- скрутка бикроста обратно в рулоны и присоединение концов размером 150 мм к перекрытию с помощью газовой горелки;
- раскатывание рулонов с одновременным разогревом нижнего основания покровного слоя до жидкого состояния, с последующим плотным прижатием материала к основанию с помощью прикатывания катком - раскатчиком.

Разогрев выполняется открытым пламенем газовой горелки с насадкой мощностью, учитывающей зависимость между температурой воздуха и толщиной материала. Для качественного производства работ продольные нахлесты укладываемых рулонов делать по 100 мм, а поперечные – 150 мм. Рулонные материалы приклеивают в продольном направлении. Работы ведут по участкам. При этом работы начинают вести на более удаленных участках, чтобы не допустить перемещения на вновь выполненной кровле.

## 5.6 Устройство полов

До начала работ необходимо произвести доставку материалов на строительную площадку и рабочие места, обеспечивающих непрерывность производственных процессов. Одновременно следует приготовить необходимые механизмы, инструмент и инвентарь.

Полиуретановые полы состоят из трех слоев:

- пропитка – низковязкая однородная жидкость, необходимая для пропитки бетонной поверхности;
- двухкомпонентное полиуретановое покрытие с высокой эластичностью и адгезией;
- верхний антикоррозийный слой.

Устройство полиуретановых наливных полов должно производиться в следующих условиях: температура внутри помещения должна быть от плюс 10 до плюс 25 °С; влажность воздуха до 80 %; отсутствие сквозняков; температура поверхности пола отличается от температуры в помещении не более чем на три градуса Цельсия.

Процесс устройства наливных полиуретановых полов с кварцевым песком состоит из следующих технологических этапов:

- подготовка основания – очистка и обеспыливание поверхности с помощью промышленного пылесоса, удаление масляных пятен и непрочных частиц с помощью шлифовальной машины «Conteg Omega»;
- выравнивание основания специальной смесью с последующей проверкой горизонтальности поверхности при помощи рейки и уровня;
- уборка пыли промышленным пылесосом и покрытие пола грунтовочным слоем полимерной грунтовки «Полимерстоун – 2» с помощью шпателя. Для лучшей адгезии в грунтовку добавляют кварцевый песок;
- приготовление базовой смеси – с этой целью компоненты наливных полов смешивают с водой в соотношении 3:1 и в течение пяти минут перемешивают смесь с доведением ее до однородной консистенции. Для перемешивания используют пневматическую машину ИП – 1024 с мешалкой;
- первый этап заливки пола через 8 – 12 часов после грунтования. Подготовленную смесь выливают вдоль самой дальней от двери стены и начинают разравнивать ее к центру помещения, выполнять доливку смеси можно не позже чем через десять минут и постепенно продвигаясь к выходу тщательно выравнивать смесь регулируемой раклей;
- после полного высыхания первого слоя, через 24 часа, наносят финишный слой.

После лицевой заливки, через пять дней после высыхания и готовности поверхности, производится первое покрытие рола лаком «Numastec». Через один день наносится второй слой лака с декоративными наполнителями.

Полы из керамической плитки выполняются при температуре воздуха на уровне пола не ниже плюс 10 °С. Плитка укладывается на клей «Keralastic». Перед укладкой керамические плитки сортируют и замачивают. После очистки, промывки и проверки горизонтальности основания, приступают к его разметке. Вначале устанавливают маячные плитки и производят укладку плиток вдоль стены, противоположной выходу из помещения, а затем вдоль обеих перпендикулярных к ней стен. Вдоль стены с выходом из помещения плитки укладывают в последнюю очередь. Швы заполняют через 1 ÷ 2 дня. После укладки маячных рядов натягивают шнур параллельно ряду по всей длине захватки и клей шириной 50 ÷ 60 см. Клей разравнивают и заглаживают зубчатым шпателем. При заглаживании придерживаются шнура, натянутого на границе захватки.

Плитку укладывают, слегка надавливая на уложенный сплошным слоем клей, в последующем, усиливают давление, в том числе с помощью резинового молотка. Для равенства швов 3 мм, при укладке используют крестики. В период кладки следует постоянно контролировать уровень кладки. Через два дня после высыхания клея производят затирку швов. Для этого скребком с резиновой накладкой ведут заполнение швов между плитками раствором, с добавлением латекса. Лишний раствор убирается влажной губкой и полируется сухой тряпкой.

Цементно-песчаное покрытие из раствора марки 200 устраивают полосами шириной 2,0 м через одну. Выравнивающий слой устраивают

непосредственно по бетонной подготовке и перекрытию. Цементная смесь готовится и доставляется на объект централизованно автосамосвалом и выгружается в перегрузочный бункер, из которого ее подают порциями под давлением средства транспортировки (установка СО-157А) до места укладки. Смесь уплотняется виброрейкой СО-163, которую передвигают по маячным рейкам. Сразу после уплотнения проверяют ровность покрытия при помощи правила опираемого на маячные рейки и заглаживают стальной гладилкой. К обработке цементных покрытий приступают по достижении цементным камнем прочности, при которой исключается возможность выкрашивания заполнителя. Обработка заключается в обдирке и шлифовании.

### 5.7 Календарный план

Календарный план строительства объекта в виде линейного графика предназначен для определения последовательности и сроков выполнения общестроительных, специальных и монтажных работ, производимых при возведении объекта. Эти сроки устанавливают в результате увязки сроков выполнения отдельных видов работ, учета состава и количества основных ресурсов, в первую очередь рабочих бригад и ведущих механизмов. По календарному плану рассчитывают во времени потребность в трудовых и материально – технических ресурсах, а также сроки поставки всех видов оборудования.

На основе календарного плана ведут контроль за ходом работ и контролируют работу исполнителей.

Календарный план составляется на основе калькуляции трудовых затрат и затрат машинного времени,

Работы, выполняемые с применением больших и дорогостоящих машин и механизмов предпочтительно выполнять в две смены, ручные – в одну.

Состав звеньев рабочих и нормы времени приняты по «Единым нормам и расценкам» на строительные и ремонтно – строительные работы»

Калькуляция трудовых затрат рассчитана в форме таблицы 5.3.

Таблица 5.3 - Калькуляция трудовых затрат

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество	Сменность работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на един	на весь объем	на един	на весь объем				
Е 2 – 1 -5 п. 3б	Срезка растительного слоя бульдозером, 1000 м <sup>2</sup>	17,6	Бульдозер Case 1650K	1	1,4	24,64	1,4	24,64	Машинист 6 р. – 1	1	2	2
Е 2 - 1 - 11 табл. 3 п 4а	Разработка грунта одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой емкостью ковша 0,5 м <sup>3</sup> в транспортные средства, грунт I категории, 100 м <sup>3</sup>	5,04	Экскаватор CAT 320 DL	1	3,5	17,64	3,5	17,64	То же	1	2	1
Е2 - 1 - 11 табл. 3 п. 4ж	То же, навывлет, 100 м <sup>3</sup>	31,52	То же	1	2,8	88,26	2,8	88,26	- «» -	1	2	6
Е2 - 1 - 47 табл. 3 е	Ручная доработка грунта, м <sup>3</sup>	44,4	-	-	-	-	1,3	57,72	Землекоп 2 р. - 1	4	1	2

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество	Сменность работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на един	на весь объем	на един	на весь объем				
Е 4 - 1 - 37 табл.2 п 1	Установка металлической опалубки фундаментов, $m^2$	935,0	-	-	-	-	0,39	364,65	Слесарь-строитель 4 р. – 1 3 р. – 1	8	1	6
Е 4 - 1 - 44 табл.2 а	Установка сеток и каркасов вручную, сетка	616	-	-	-	-	0,17	104,72	Арматурщик 3 р. – 1 2 р. – 2	6	1	2
Е 4 - 1 – 49А п 1	Укладка бетонной смеси в конструкции объемом $3 m^3$ , $m^3$	418,0	Кран ДЭК-401	1	0,21	87,78	0,42	175,76	Бетонщик 4 р. – 1 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	3	2	5
Е 4 - 1 - 37 табл.2 п 2	Разборка металлической опалубки, $m^2$	935,0	-	-	-	-	0,21	196,35	Слесарь-строитель 3 р. – 1 2 р. – 1	8	1	3



п 2 а		94,5	4505	2	-	-	0,79	74,66	1 р. – 1	4	1	2
-------	--	------	------	---	---	---	------	-------	----------	---	---	---

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество людей	Сманолотт работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на един	на весь объем	на един	на весь объем				
Е 4 - 1 - 6 табл.3 п 1 а, б	Монтаж фундаментных балок массой до 1,5 т, элемент	58	Кран ДЭК-401	1	0,22	12,76	1,1	63,8	Монтажник 5 р. – 1 4 р. – 1 3 р. – 2 2 р. – 1 Машинист 6 р.–1	6	2	1
Е4– 1 – 4А Табл. 2 п.4 а, б	Монтаж колонн в стаканы фундаментов массой до 4 т при помощи кондукторов, колонна	48	То же	1	0,34	16,32	3,4	163,2	То же	6	2	8
Е4– 1 – 4А табл 2	То же, массой до 10,0 т	90	- «» -	1	0,57	51,3	5,7	513,0				

п.7 а, б													
Е4 – 1 – 25 табл 1 п. 1	Заделка стыков колонн с фундаментом, стык	138	-	-	-	-		0,81	111,78	Монтажник 4 р. – 1 3 р. – 1	4	1	3

Продолжение таблицы 5.3

Обоснован ие	Наименование работ	Объе м рабо т, коли - чест во	Принятые машины и механизмы		Машино- емкость маш - час		Трудоем- кость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество людей	Смещение работ	Продолжительность работ
			марка	коли - чест во	на един	на весь объе м	на еди н	на весь объем				
Е 4 - 1 - 6 табл.3 п 1 а, б	Монтаж фундаментных балок массой до 1,5 т, элемент	58	Кран ДЭК- 401	1	0,22	12,76	1,1	63,8	Монтажник 5 р. – 1 4 р. – 1 3 р. – 2 2 р. – 1 Машинист 6 р.–1	6	2	1
Е5 – 1 – 9 п. 1,2 в,г	Монтаж подкрановых балок, элемент т	70 88,41	Кран КС- 65711	2	0,42 0,1	29,4 8,84	2,1 0,48	147,0 42,44	Монтажник 6 р. – 1 4 р. – 1 3 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	8	2	2

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество работ	Сменность работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на один	на весь объем	на один	на весь объем				
Е4– 1 – 6В табл 4 п. 4 а, б	Монтаж стропильных ферм пролетом 24,0 м, элемент	88	Кран ДЭК-401	1	1,9	167,2	9,5	836,0	Монтажник 6 р. – 1 5 р. – 1 4 р. – 1 3 р. – 1 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	6	2	10
Е 22 – 1 п. 1д	Электросварка закладных деталей с колоннами, 10 м шва	7,04	ТС-500	1	-	-	2,4	16,90	Сварщик 5 р. -1	1	2	1
Е5 – 1 – 6 таблица 2	Установка ферм фонарей, элемент	18	Кран ДЭК-	1	0,5	9,0	1,5	27,0	Монтажник 5 р. – 1	5	2	2

п. 1-4 е	т	27	401		0,73	19,71	2,2	59,4	4 р. – 1 3 р. – 1 2 р. – 1 Машинист			
----------	---	----	-----	--	------	-------	-----	------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество машин	Сменность работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на один	на весь объем	на один	на весь объем				
Е5 – 1 – 1 б п. 1 а, б	Установка фонарных переплетов, т	12,0	Кран ДЭК-401	1	6,1	73,2	24,5	294,0	Монтажник 5 р. – 1 4 р. – 1 3 р. – 2 Машинист 6 р. – 1	5	2	5
Е4 – 1 – 7 п. 11 а, б	Монтаж плит покрытия площадью до 20 м <sup>2</sup> , элемент	480	То же	1	0,3	144,0	1,2	576	Монтажник 4 р. – 1 3 р. – 2 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	5	2	9
Е 22 – 1	Электросварка закладных	19,2	ТС-	1	-	-	2,4	46,08	Сварщик	1	2	3

п. 1д	деталей,	10 м шва	500						5 р. -1			
-------	----------	----------	-----	--	--	--	--	--	---------	--	--	--

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество часов	Сменность работ	Продолжительность работ
			марка	количество	на один	на весь объем	на один	на весь объем				
Е 4 – 1 – 6 таблица 2 п. 3 а, б	Монтаж ригелей массой до 3 т, элемент	61	Кран ДЭК-401	1	0,38	23,18	1,9	115,9	Монтажник 5 р. – 1 4 р. – 2 3 р. – 2 Машинист 6 р. – 1	6	2	1
Е 22 – 1 п. 1д	Электросварка ригелей, 10 м шва	3,9	ТС-500	1	-	-	2,4	9,36	Сварщик 5 р. -1	1	2	1
Е4–1 - 25 табл. 2 п. 5	Заделка стыков ригелей с колоннами, узел	122	-	-	-	-	0,97	118,34	Монтажник 4 р. – 1 3 р. – 1	4	1	4
Е4 – 1 – 7	Укладка плит перекрытия		Кран						Монтажник			

п. 3 а, б	площадью до 10 м <sup>2</sup> , элемент	164	ДЭК-401	1	0,18	29,52	0,72	118,08	4 р. – 1 3 р. – 2 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	5	2	2
-----------	--	-----	---------	---	------	-------	------	--------	--	---	---	---

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машиноёмкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество людей	Сменность работ	Продолжительность работ дни
			марка	количество	на один	на весь объем	на один	на весь объем				
Е4 – 1 – 8 т.2п.9 а, б т.2п.1 а, б	Монтаж панелей стен площадью до 10 м <sup>2</sup> , панель	554	Кран ДЭК-401	2	0,75	415,5	3,0	1662,0	Монтажник 5 р. - 1 4 р. – 1 3 р. – 1 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	10	2	16
Е4 – 1 – 8 п.10 а, б	Монтаж панелей стен площадью до 5 м <sup>2</sup> , панель	162	То же	2	0,5	81	2,0	324	То же	10	2	2
Е 22 – 1 п. 5 д	Электросварка стеновых панелей, 10 м шва	12,48	ТС-500	1	-	-	3,7	46,18	Сварщик 5 р. - 1	2	2	2
Е4–1 - 22	Антикоррозийное покрытие								Монтажник			

п. 2	вручную,	10 стыков	83,2	-	-	-	-	1,1	91,52	4 р. – 1 2 р. – 1	4	1	3
------	----------	-----------	------	---	---	---	---	-----	-------	----------------------	---	---	---

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество людей	Сменность работ	Продолжительность работ дни
			марка	количество	на один	на весь объем	на один	на весь объем				
Е4 – 1 - 26 п. 3	Заливка швов плит перекрытия и покрытия, 100 м шва	86,4	-	-	-	-	4,0	345,6	Монтажник 4 р. – 1 3 р. – 1	6	1	7
Е4 – 1 - 26 п. 3	Заливка швов панелей стен, 100 м шва	21,12	-	-	-	-	18,5	390,72	То же	6	1	8
Е4 – 1 - 27 п. 5 п. 6	Герметизация швов вертикальных, 10 м шва	26,0	-	-	-	-	1,3	33,8	- «» -	4	1	2
	То же горизонтальных, 10 м шва	29,4	-	-	-	-	1,1	32,34				
Е3- 3А табл.3,	Кирпичная кладка стен из кирпича под штукатурку											

п. 3 б	толщиной в $2\frac{1}{2}$ кирпича (при устройстве сопряжений и вставок в каркасе), $m^3$	65,8	-	-	-	-	2,5	164,5	Каменщик 3р. – 2	8	1	3
--------	--	------	---	---	---	---	-----	-------	---------------------	---	---	---

Продолжение таблицы 5.3

Обоснование	Наименование работ	Объем работ, количество	Принятые машины и механизмы		Машино-емкость маш - час		Трудоемкость чел - час		Состав звена согласно ЕНиР	Принятое количество людей	Сменность работ	Продолжительность работ дни
			марка	количество	на един	на весь объем	на един	на весь объем				
ЕЗ- 12 п. 2	Устройство кирпичных перегородок в 1/2 кирпича, $m^2$	622,1	-	-	-	-	0,66	410,6	Каменщик 4р. – 1 2 р. – 1	8	1	6
Е 6 - 13 табл. 1 п. 7 а, б	Установка оконных блоков площадью более $4 m^2$ со спаренными переплетами, $100 m^2$	9,33	Кран КС- 65711	1	5,7	53,18	11,4	106,36	Плотник 4 р. – 1 2 р. – 1 Машинист 6 р. – 1	3	1	4
Е 6 - 13 табл. 1	Установка дверных блоков площадью до $3 m^2$ ,								Плотник 4 р. – 1			

п. 5б	100 м <sup>2</sup>	0,74	-	-	-	-	13,41	9,92	2 р. – 1	2	1	1
Е 6 - 13 табл. 4	Навеска дверных полотен, м <sup>2</sup> полотна	74,0	-	-	-	-	0,65	48,1	То же	4	1	2

## 6 Формулирование выводов, закономерностей, рекомендаций и предложений

При выполнении дипломного проекта на тему «Проектирование главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов с использованием инноваций при устройстве полов» были использованы новые проектные решения, материалы, конструкции, машины и механизмы, использование которых позволит эффективно и качественно вести строительно-монтажные работы.

Применены инновационные материалы

- битумно-эмульсионной пасты «Синзатим»; заполнение фонарей поликарбонатными панелями; энергосберегающей краской «Барьер»; Двухкомпонентное полимерное полиуретановое покрытие «Sikefloor» бетонного пола; керамической плитки «Saloni» с покрытием «Hydrotect».

Проектирование объекта выполнялось в соответствии с нормативными требованиями: строительных, пожарных, санитарных, экологических, санитарно –гигиенических норм и норм охраны труда.

В дипломном проекте на тему «Проектирование главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов с использованием инноваций при устройстве полов» использованы сборные железобетонные конструкции: фундаментные балки, колонны, фермы, плиты покрытия, а также металлические конструкции, применяемые в соответствии с действующими нормами.

В соответствии с применяемыми конструкциями и объемно-планировочным решением здания были изучены грузозахватные устройства и монтажные приспособления: стропы, траверсы, кондуктора, распорки. Для монтажа конструкций изучены различные типы и марки действующих кранов: пневмоколесные, гусеничные, автомобильные и на автошасси. Для выполнения дипломного проекта проекта выбран Гусеничный кран ДЭК-401.

Для производства работ при строительстве объекта изучена форма организации труда – бригадный подряд, когда один рабочий имеет ряд смежных специальностей (арматурщик, слесарь-строитель, бетонщик и так далее). Данная форма организации труда ведет к экономии затрат труда и сокращению сроков строительства объекта.

## Заключение

В период преддипломной практики были изучены нижеследующие вопросы:

- структура и сфера деятельности предприятия АО «Варваринское»;
- специфика различных видов строительных и проектных работ;
- нормативные документы, правила и положения СНиПов и ГОСТов, необходимых при разработке дипломного проекта.

Углублены и закреплены знания, полученные в течение обучения в Рудненском индустриальном институте, получены навыки практической работы, приобретен опыт общения в рабочем коллективе и с заказчиками.

За время преддипломной практики собран материал для выполнения дипломного проекта по теме «Проектирование главного корпуса завода по ремонту кранов с годовой программой 400 кранов с использованием инноваций при устройстве полов»

Разработана архитектурная часть дипломного проекта:

- выполнен первый раздел, в том числе план, объемно-планировочное решение, подобраны ограждающие конструкции здания, полы, заполнение проемов; внутренняя и наружная отделка, описано инженерное оборудование; выполнение теплотехнический расчет покрытия;

- выполнен чертеж фасадов здания в осях 1-21; П-А; А-П; генплан здания;

- выполнен чертеж плана здания на отметке 0.000, раскладка фундаментов по осям (2-16), узлы конструктивных элементов здания;

- выполнен чертеж разрезы здания: 1-1; 2-2, план кровли; схема раскладки элементов фонаря в осях Ж-И, 2-10.

Разработана расчетно-конструктивная часть, в том числе:

- выполнен расчет подкрановой балки;
- выполнен чертеж подкрановой балки: подкрановая балка ПБМ-6,08;
- выполнен расчет предварительно напряженной панели покрытия

3,0 × 6,0 м;

- выполнен чертеж панели покрытия 3,0 × 6,0 м.

3. Разработана организационно-технологическая часть дипломного проекта, в том числе:

- произведен выбор грузозахватных устройств и монтажных приспособлений;

- произведено описание работ по устройству полов и кровли;

- выполнен расчет калькуляции на производство работ;

- начерчен календарный план работ;

- начерчены технологической карты: на устройство полов, на устройство кровли;

- начерчен стройгенплан.

## Список литературы

1. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия Москва. Стройиздат. 1987
2. СНиП 2.01.07-85 Приложение 5 Карты районирования территории СССР по климатическим характеристикам. Москва. Стройиздат. 1987
3. СНиП РК 2.04-01-2001 Строительная климатология. Астана. 2002
4. СНиП РК 2.04.03-2002. Строительная теплотехника. Астана. 2002
5. Хальзин С.К., Абишев А.К. Технология строительных процессов. Учебник для студентов строительных специальностей высших учебных заведений.- Алматы: «Баспагор», 1995