

Министерство науки и высшего образования РФ
Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Строительные материалы и изделия»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

/А.А. Орлов/

« » _____ 2021г.

08.03.06.2021.232.00.00.

« »

Руководитель ВКР

/ А.А. Орлов /

« » _____ 2021 г.

Автор ВКР

Студент группы АС –461

/ Дуань сясюэ/

« » _____ 2021 г.

Нормоконтролёр

/Т.Н. Черных/

« » _____ 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Дуань сясюэ. Установка дополнительного крана для перемещения и установки опалубки на заводе железобетонных изделий "Бетотек". – Челябинск: ЮУрГУ, Стр.мат., 2021, 129 с., 8 ил., 26 табл.

Библиографический список – 29 наименований.

В дипломном проекте, Я ввел Установка дополнительного крана для перемещения и установки опалубки на заводе железобетонных изделий "Бетотек". В процессе производства железобетонных изделий; выбрал подходящее производственное оборудование для производства железобетонных изделий с декоративными покрытиями, а также краны, используемые для перемещения и установки опалубки; кроме того, была проведена тепловая технология оборудования; улучшена автоматизация рискованных термообработка работ, а также проведена организация строительства, разъяснен режим хозяйственной деятельности, оптимизированы ресурсы распределения рабочей силы, определен уровень механизации и автоматизации, проведена экономическая оценка производства продукции.

					<i>03.06.2021.232.00.00.ДП</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Дуань сясюэ				Установка дополнительного крана для перемещения и установки опалубки на заводе железобетонных изделий "Бетотек"	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	Орлов А.А					<i>ДП</i>		
<i>Н.контр.</i>	Черных Т.Н.					<i>ЮУрГУ Кафедра «Строительные материалы и изделий»</i>		
<i>Утв.</i>								

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1 Характеристика района размещения предприятия.....	7
1.2 Генеральный план и транспорт.....	9
2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРЕХСЛОЙНЫМ СТЕНОВЫМ ПАНЕЛЯМ.....	12
2.1 Основная выпускаемая продукция.....	12
2.2 Трехслойные стеновые панели.....	23
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА.	26
3.1. Технологическая схема производства.....	26
3.2. Технологический процесс производства панелей осуществляется	29
4. Производительность предприятия, проблемы низкой производительности, варианты увеличения производительности.....	31
4.1 Выберите кран.....	31
5 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	34
5.1 Описание работы мостового крана.....	34
5.2 Расчеты крана.....	51
5.3 Расчеты вибростола.....	59
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАМЕРЫ ТВО.....	68
6.1 Общие сведения.....	68
6.2 Описание ямной пропарочной камеры.....	69
6.3 Исходные данные для теплотехнического расчета.....	71
6.4 Теплотехнический расчет тепловой установки.....	73
6.5 Расчет количества камер.....	74
6.6 Материальный баланс камеры.....	82
6.7 Тепловой баланс ямной пропарочной камеры.....	83
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ЯМНОЙ ПРОПАРОЧНОЙ КАМЕРЫ.....	86
7.1 Тепловой контроль и автоматика.....	86
8 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	89
8.1 Технологическая схема.....	90
8.2 Описание технологического процесса.....	92
8.3 Режим работы предприятия.....	92
8.4 Циклограмма работ.....	92

8.5	Посты и крановые операции.....	92
8.6	Организация труда рабочих на технологической линии.....	94
8.7	Определение уровня механизации и автоматизации.....	95
9	РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	98
9.1	Расчет стоимости строительно-монтажных работ и установки оборудования.....	98
9.2	Экономическая оценка целесообразности строительства.....	99
9.2.1	Анализ увеличения прибыли предприятия.....	101
9.3	Эффективность капитальных вложений.....	102
10	ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	106
10.1	Общая характеристика участка производства трехслойных стеновых панелей.....	107
10.2	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	108
11	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ПРОЕКТУ.....	126
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	127
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенными типами многоэтажных новостроек на сегодняшний день являются панельные и монолитные дома.

В настоящее время, несмотря на распространение альтернативных решений (монолит), панельная технология остается основной при строительстве домов эконом-класса и социального жилья. Строительство перекрытий знакомо нам с эпохи массового жилищного строительства в 1970-х годах. Панельные дома строятся по принципу строительного набора: сборные части будущего дома доставляются на строительную площадку и "собираются" в дом. Детали (панели) будущего дома изготавливаются на заводе, часто называемом заводом сборных домов.

Такая технология строительства определяет главное отличие сборно-панельного строительства от монолитного: стандартная планировка. Стандартная планировка означает, что помещения в квартире имеют строго определенное количество и размер. Удачный вариант дома из плит обычно копируется тысячами, отсюда так называемые "серии" домов, где серия домов похожа как две капли воды. Эта особенность кубической конструкции является одновременно и преимуществом, и недостатком: с одной стороны, покупатель кабинки точно знает, какую квартиру он покупает, а с другой стороны, такая конструкция не предполагает никакой свободы планирования.

Одна из главных проблем панельного домостроительства – обеспечение теплоизоляции. По причине низкого качества строительства, Часто невозможно обеспечить хорошую изоляцию стыков между панелями.

Современный подход предполагает использование трехслойных панелей, в которых между наружным и внутренним слоями бетона находится теплоизоляционный материал. Трехслойные панели могут быть сборными (монтаж слоев осуществляется непосредственно на стройплощадке) или поставляться в уже собранном виде с завода (полносборные панели).

Типичные пансионаты строятся быстрее, потому что инвесторам не нужно время на разработку и согласование новых проектов. Поэтому квартиры находятся в панельных строениях, а это, как правило, дешевле.

В целом, панельные конструкции преобладают в более свободных районах, и с экономической точки зрения реализация в этих местах

жилищного строительства в одноподъездных домах займет больше времени. При таком способе возведения домов сокращается стоимость самого строительства, чем при традиционном строительстве из кирпича. Упрощается отделка как внутри помещения, так и снаружи здания. Значительно сокращается время строительства.

Невозможно представить себе современное здание без сборных элементов. Внедрение новых технологий и материалов позволило зданию соответствовать современным требованиям к энергоэффективности, комфорту и архитектурной выразительности.

Несущие стены панельных зданий состоят из панелей на высоте этажа. В отличие от крупных блоков, стеновые панели не являются самонесущими: их устойчивость обеспечивается крепежными устройствами при монтаже и - в процессе эксплуатации - специально разработанными стыками и соединениями. Перекрытия выполняются из железобетонных панелей или панелей, подобранных по размерам в соответствии с конструкцией и планировкой блоков ("панели на комнату").

Большинство конструкций в этой строительной технологии выполняют одновременно несколько функций: наружные стены - несущие и теплозащитные, внутренние - несущие и звукоизоляционные и т.д.

Данная технология характеризуется высокой пространственной жесткостью, что обеспечивает сейсмостойкость здания при землетрясениях.

Сегодня стеновые панели представляют собой полностью многослойные конструкции на основе эффективных изоляционных материалов.

Трехслойные стеновые панели могут быть как полностью сборными конструкциями (слои соединяются в процессе заводского производства и

собираются в готовые стеновые элементы на строительной площадке), так и сборно-разборными - каждый слой собирается путем индивидуального монтажа.

Конструктивными особенностями трехэтажных железобетонных плит заводского изготовления являются.

— Экономичность с точки зрения скорости монтажа и стоимости установки здания.

— Строительные работы меньше зависят от погодных условий, при этом соблюдается принцип проникновения влаги в изолированную конструкцию.

— Жесткий изоляционный слой, воспринимающий растягивающие и сдвигающие усилия, перераспределяет нагрузку между бетонными слоями, тем самым значительно увеличивая несущую способность панелей.

Необходимо также отметить особенность современных железобетонных панелей, касающуюся технологии производства. Это современная опалубка (сменная съемная), которая позволяет изготавливать панели необходимых размеров и конфигураций для каждого конкретного проекта. Благодаря этому архитекторы, использующие промышленные панели, могут создать незабываемый и уникальный образ для каждого здания.

Сборные железобетонные панели могут быть несущими, самонесущими или навесными (ненесущими). В жилых зданиях в основном используются несущие стеновые панели, внутренние перекрытия которых опираются на плиты перекрытия. В офисных зданиях обычно используются следующие решения наружных стен: навесные панели и несущий каркас.

При выборе конструкции следует обратить внимание на такие детали, как внешний вид, функциональность, требования к долговечности, уход после установки, простота установки и экономические показатели. Неправильный выбор материала и дизайна может привести к значительным расходам на эксплуатацию и обслуживание фасадов. Кроме того, одним из важнейших критериев при проектировании бетонного фасада является его сохранность.

1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика района размещения предприятия

Завод ООО «Бетотек» холдинга УралМеталлургРемонт является передовым предприятием в сфере производства железобетонных стеновых панелей и изделий, применяемых в панельном и каркасном домостроении.

Основная продукция - наружные стеновые панели с декоративной отделкой, элементы внутренних стен и сборные перекрытия домов по финской технологии. Кроме того, завод производит различные железобетонные изделия для строительства плитных домов. Продукция производится на автоматизированной производственной линии финской компании ELEMATIC, которая была введена в эксплуатацию в 2008 году.

Качество продукции завода обеспечивается следующими показателями:

- новым современным импортным оборудованием;
- высокопрофессиональным персоналом инженерно-технических работников, часть которых прошла стажировку на лучших предприятиях Германии и Финляндии;
- аттестованной лабораторией скомплектованной новым оборудованием;
- внедренной системой менеджмента качества по ГОСТ ИСО 9001 - 2008.
- Основные цели в области качества:
- обеспечение роста сбыта продукции завода ООО «Бетотек» на российском рынке за счет достижения превосходства качества производимой продукции над другими производителями;
- удовлетворение потребностей и ожиданий покупателей квартир.

Основой всех работ по качеству является система менеджмента качества, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001 и реализующая принципы непрерывного совершенствования. Применение этой системы обеспечивает лидерство предприятия на строительном рынке,

повышение эффективности деятельности и благосостояния всех работников завода.

Современные технологии производства изделий и монтажа зданий выдвигают новые возможности панельного домостроения:

- свободное архитектурное решение и многообразие декоративной фасадной отделки, выполненной в заводских условиях;
- строительство домов с неограниченными возможностями планировок;
- гарантия теплоизоляции и водонепроницаемости швов;
- сплошное утепление фасада специальными базальтовыми минераловатными плитами без железобетонных мостиков холода позволяет получить эффект дышащей стены и уменьшить затраты на обогрев до квартир на 30%;
- короткий строительный цикл - Прямая экономия денег и времени при условии сохранения стоимости сборного жилья.
- постоянный контроль качества при производстве панелей - это долговечность конструкций .

ООО «БЕТОТЕК» расположен в промышленной зоне Калининского района г. Челябинска. Челябинск находится в полосе резко-континентального климата. Зона влажности района - сухая.

Климатическая зона строительства - I В.

Преобладающее направление ветров: зимнее - Юго-Западное; летнее - Северо-Западное;

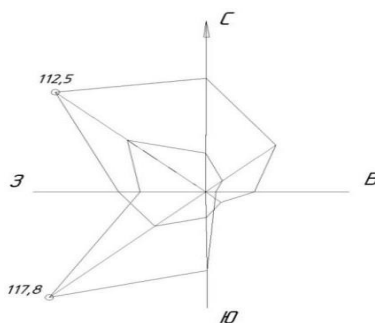


Рисунок 1 – Годовая роза ветров г. Челябинска по многолетним данным
Показатели климатических условий Челябинска взяты из СП 131.13330.2018

«Строительная климатология» [20] и характеризуются следующим образом:

- среднегодовая температура воздуха $+2,8^{\circ}\text{C}$
 - среднемесячная температура воздуха в январе от -14°C до -28°C
 - среднемесячная температура воздуха в июле от $+12^{\circ}\text{C}$ до -21°C
- господствующие ветры теплого периода года: западный и северо-западный 3...4 (м/с), но при грозах усиление ветра до 16...25 (м/с);
- среднегодовое количество осадков – 439 (мм);
 - среднегодовое значение атмосферного давления составляет 737...745 мм

Нормативные нагрузки приняты по СП 20.13330.2016

«Нагрузки и воздействия»:

- снеговая нагрузка – 150 кг/м^2 (III снеговой район);
- ветровая нагрузка – 30 кг/м^2 (II ветровая зона).

1.2 Генеральный план и транспорт

Генплан выполнен в соответствии с розой ветров, СП 18.13330.2011

«Генеральные планы промышленных предприятий» и санитарными требованиями. Склад цемента и заполнителей находятся с подветренной стороны. На нем расположены здания и сооружения, инженерно-технические коммуникации, дороги, тротуары, элементы благоустройства. Ведомость зданий и сооружений представлена на таблице 2. Между ними соблюдено требуемое расстояние, дороги выполнены с уклоном не менее 3%, уровень полов зданий принят выше на 150 мм уровня земли. Транспортная сеть включает разворотные площадки и автостоянку. К зданиям и сооружениям по всей их длине обеспечен подъезд пожарных автомобилей с одной стороны и с двух сторон. Расстояние от края проезжей части, обеспечивающей проезд пожарных машин, до стен зданий высотой до 12 м не более 25 м, при высоте зданий свыше 12 до 28 м - не более 8 м. Трехслойные стеновые панели производятся в производственном цехе №1 в пролете А – Г. Пост ремонта и окончательной отделки стеновых панелей, а также

цех по изготовлению бортов находятся в пролете Г – Д. В пролете Г – Д расположена линия для вывоза готовых изделий на склад [20].

Основные ТЭП:

- площадь территории – 7551, 27 м²;
- площадь застройки – 4122,27 м² ;
- длина дорог - 1674 м;
- процент озеленения - 11% .

Цех по производству трехслойных стеновых панелей представляет собой здание, состоящее из двух производственных корпусов: формовочных цех и бетонно-растворный узел для декоративного бетона.

Архитектурно-планировочные решения производственного корпуса №1:

Габариты - 24x134 м;

Шаг колон - 6 м, пролет - 24 м;

Цех представляет собой одноэтажное здание из одного пролетов. В цехе предусмотрена работа двух мостовых кранов, транспортировка арматуры, готовой продукции, подача бетонной смеси осуществляется с помощью адресной подачи бетона. Для предприятия была разработана единая система инженерных сетей, расположенная в технических полосах, обеспечивающих занятие наименьших участков территории и увязку со зданиями и сооружениями. Обеспечить метод размещения инженерных сетей, прежде всего на земле с грунтом. таких как водопровод и канализация, газо- паропроводы, кабели силовые, связи, тепловые сети и т.д.

В основном цехе установлены два мостовых крана грузоподъемностью 10 тонн. Каркас цеха: колонны железобетонные квадратного сечения, колонны фахверковые железобетонные, подкрановые балки - металлические, связи – металлические, подстропильных конструкций нет, фермы железобетонные безраскосные для малоуклонной кровли. Стены - навесные панели железобетонные трехслойные теплоизоляционные, кровля - рубероидная по сборным железобетонным плитам с утеплителем. С одного торца предусмотрены ворота двухпольные распашные металлические размером 4x4,2 м,

предназначенные для вывоза готовой продукции, эвакуационных выходов, а также проем для вывоза из отделения приготовления декоративного бетона бады со смесью. С другого торца здания предусмотрен вход для рельсовых путей, по которым производится адресная подача бетонной смеси с основного бетоно-растворного узла.

Архитектурно-планировочные решения производственного корпуса №2:

Габариты – 6х12 м.

Цех представляет собой одноэтажное здание. В цехе предусмотрена работа кран-балки грузоподъемностью 5 т, транспортировка исходных компонентов для декоративного бетона. Каркас цеха: колонны железные двутаврового сечения, подкрановые балки металлические, подстропильных конструкций нет. Стены – навесные теплоизоляционные панели. С одного торца предусмотрены распашные ворота металлические 4х4,2 м, предназначенные для въезда машин с исходными компонентами для декоративного бетона .

2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРЕХСЛОЙНЫМ СТЕНОВЫМ ПАНЕЛЯМ

2.1 Основная выпускаемая продукция

Основная выпускаемая продукция - это наружные стеновые панели с декоративной отделкой, элементы внутренних стен и перекрытия для панельного домостроения по финской технологии. Помимо этого завод выпускает широкую номенклатуру железобетонных изделий для комплектного строительства панельных домов. Изделия производятся на автоматизированной линии финской фирмы ELEMATIC, введенной в эксплуатацию в 2008 году.

Номенклатура железобетонных изделий.

1. Наружные стеновые панели

Основные размеры изделия:

- размеры панели выполняются по проекту или индивидуальным рабочим чертежам заказчика.
- максимальные значения длины и ширины ограничиваются размерами поддона: 3300*9500 мм.
- толщина наружного слоя $a=80$ мм.
- толщина теплоизоляционного слоя 100-150 мм (в зависимости от требуемых теплотехнических свойств).
- толщина внутреннего слоя для навесных панелей $c=80$ мм. Для несущих стен минимальная толщина $c=120$ мм в соответствии с требованиями ГОСТ 31310.

Масса 1 м²:

- навесной панели - 0,4 т/м²;

– несущей панели - 0,6 т/м².

Материалы:

Тяжелый бетон: для наружного слоя применяется В25, F100 (F150 для цокольных панелей), для внутреннего В15, В20, В25.

Утеплитель:

Таблица 1 – Характеристика утеплителя

Наименование	Теплопроводность при условии эксплуатации А по СНиП 23-02-2003, Вт/м•К	Плотность, кг/м ³
Минераловатные плиты на основе базальтового волокна	0,042	90
Экструдированный пенополистирол	0,036	32

Таблица 2 – Характеристики наружных стеновых панелей

Назначение панели	Длина, мм	Высота, мм	Ширина, мм	Лицевой слой, мм	Теплоизоляция, мм	Внутренний слой, мм	Максимальная масса панели, т
Несущая панель	до 9500	до 3200	до 480	от 60 до 80	От 50 до 200	от 80 до 200	до 12
Навесная панель	до 9500	до 3200	до 380	от 60 до 80	От 50 до 200	от 80 до 100	до 12

Декоративная поверхность панели выполняется по желанию заказчика.

2. Внутренние стеновые панели

Основные размеры изделия:

- размеры плит выполняются по проекту или индивидуальным рабочим чертежам заказчика.
- максимальные значения длины и ширины ограничиваются размерами поддона: 3300*9500 мм.
- толщина изделий 160 мм.

Материалы: тяжелый бетон В15, В20, В25.

Таблица 3 – Характеристика внутренней стеновой панели

Назначение панели	Длина, мм	Высота, мм	Ширина, мм	Класс бетона	Максимальная масса изделия, т
Внутренняя стеновая панель	до 9500	до 3200	160	В15, В25	до 12

3. Плоские плиты перекрытия

Основные размеры изделия:

- размеры плит и панелей выполняются по проекту или индивидуальным рабочим чертежам заказчика.
- максимальные значения длины и ширины ограничиваются размерами поддона: 3300*9500 мм.
- толщина изделий 160 мм.

Материалы: тяжелый бетон В15, В20, В25.

Таблица 4 – Характеристика плоской плиты перекрытия

Назначение панели	Длина, мм	Высота, мм	Ширина, мм	Класс бетона	Максимальная масса изделия, т
Плоская плита перекрытия	до 9500	до 3200	160	B15, B25	до 12

4. Наружные стеновые панели для промышленных зданий

ПСТ63.12.2,0-ТП-12

ПСТ - тип панели (панель стеновая трехслойная)

63 - длина в дм;

12 - высота в дм;

2,0 - толщина в дм;

T - тяжелый бетон;

П - пенополистирол;

1 - рядовая панель для т.ш.

4 - перемычка при простенках длиной 3 м

Таблица 5 – Сводная таблица наружных стеновых панелей для промышленных зданий

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	a	b	h				
ПСТ60.9.2,0-ТП-1	5980	200	880	1,05	1,90	B22,5	32,50
ПСТ60.12.2,5-		250	1180	1,77	2,60		41,63

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	a	b	h				
ТП-1							
ПСТ60.18.3,0-ТП-1		300	1780	3,19	3,80		58,63
ПСТ30.12.2,0-ТП		200	1180	0,71	1,30		27,96
ПСТ30.18.2,5-ТП		250	1780	1,33	1,90		38,04
ПСТ30.24.2,5-ТП	2980	300	2380	2,12	2,60		45,84
ПСТ6.12.2,0-ТП		200	1180	0,12	0,30		9,52
ПСТ6.18.2,5-ТП		250	1780	0,25	0,40		11,44
ПСТ6.24.3,0-ТП		300	2380	0,28	0,50		12,72

Окончание таблицы 5

5. Колонны различных сечений

Колонны железобетонные сплошного прямоугольного поперечного сечения, изготовленные из тяжелого бетона, предназначены для сборного и сборно-монолитного каркасов межвидового применения.

Колонны изготавливаются по ГОСТ 18979 и сериям: Белорусская Б-1.2020.7; Чебоксарская; «КУБ»; 1.020-1; 1.420; 1.421; 1.423; 1.424; 1.427; 1.823; ИИ-04; 3.013; 3.015; КЭ-01-49.

– высота и размеры поперечного сечения выполняются по рабочим чертежам заказчика.

– длина колонны ограничивается условиями транспортировки и монтажа.

- максимально допустимый вес изделия 8 тонн.
- маркировка колонн по рабочим чертежам заказчика.

На предприятии возможно изготовление колонн по всем вышеперечисленным сериям следующих типов:

В зависимости от расположения в каркасе здания по высоте:

- КН - колонны нижние;
- КС - колонны средние;
- КВ - колонны верхние;
- КБ - колонны бесстыковые (на всю высоту здания)

В зависимости от числа консолей:

- О - одноконсольные;
- Д - двухконсольные.

Для крепления навесных панелей, диафрагм жесткости, лестничных маршей и площадок, и других изделий в колоннах устанавливаются закладные детали, петлевые выпуски либо другие крепежные элементы. Для монтажа и транспортировки в колоннах предусмотрены петли и строповочные отверстия.

6. Перекрытия по серии «КУБ»

Длина, ширина и толщина выполняются по рабочим чертежам заказчика.

7. Сборные элементы диафрагм жесткости

Панели применяются в каркасном домостроении для обеспечения пространственной устойчивости здания.

Возможны 2 варианта изготовления элементов диафрагмы:

- с петлевыми выпусками;
- с закладными деталями.

Изделия изготавливаются по рабочим чертежам заказчика.

Максимальные размеры ограничиваются размерами поддона: 3300*9500 мм.

8. Сборные элементы шахты лифта

Панели применяются для возведения шахты лифта в здании. Соединение осуществляется при помощи закладных деталей.

Изделия изготавливаются по рабочим чертежам заказчика.

Максимальные размеры ограничиваются размерами поддона: 3300*9500 мм.

9. Плиты плоские железобетонные

10. Сваи

Сваи забивные железобетонные цельные и составные, Сплошные квадратные секции с ненапрягаемой стальной арматурой, изготовленные из тяжелого бетона по ГОСТ 19804.

Сваи используются для свайных фундаментов зданий и сооружений и предназначены для использования во всех климатических регионах, включая районы распространения вечной мерзлоты.

Маркировка: С120.30-8.1.у-св

С - сваи квадратного сплошного сечения, сплошного составного типа, с поперечным армированием в основном стволе.

120 - длина сваи в дм.

30 - размеры боковой стороны поперечного сечения в сантиметрах.

8 - серийный номер варианта усиления в соответствии с рабочими чертежами; 1 - каркас острия приставной;

у - ударостойкая; св - сварной стык (для составных свай).

Таблица 6 – Характеристика свай

Вид свай	Сечение	Длина	Рабочие чертежи
Цельные	200	3000 - 6000	Серия 1.011.1-10, вып. 1; серия 3.500.1-1
	250	4500 - 6000	
	300	3000 - 12000	
	350	4000 - 16000	
	400	4000 - 18000	
Составные	300	14000 - 24000	Серия 1.011.1-10, вып. 8
	350	14000- 28000	
	400		

11. Перемычки железобетонные

Перемычки железобетонные для зданий с кирпичными стенами. Серия 1.038.1-1, ГОСТ 984-84. Перемычки предназначены для перекрытия проемов в стенах из кирпича.

Таблица 7 – Характеристика перемычек железобетонных

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	a	b	h				
1ПБ10-1	1030	120	65	0,008	0,02	В15	0,49
2ПБ10-1	140	0,017	0,04	0,38			
2ПБ-16-2	1550	0,026	0,07	0,83			
3ПБ-34-4	3370	220	0,089	0,22	3,13		
3ПБ-13-37	1290	0,034	0,09	1,75			
4ПБ-30-4	2980	290	0,104	0,26	2,26		
5ПБ-18-27	1810	250	220	0,100	0,25		
5ПГ16-40	1550	380	290	0,143	0,36	4,81	

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	a	b	h				
4ПГ30-40	2980	0,301	0,75	23,83			
1ПГ44-8	4410	250	290	0,194	0,49	14,03	
6ПГ44-40	4410	380	440	0,611	1,53	58,38	
2ПГ48-31	4800	250	440	0,391	0,98	69,59	0,49
8ПГ60-40	5960	510	1,167	2,92	149,44		
1ПП12-3	1160	380	65	0,029	0,07	0,71	
4ПП12-4	1160	510	0,038	0,10	0,98		
2ПП14-4	1420	380	140	0,076	0,19	1,43	
5ПП14-5	1420	510	0,101	0,25	2,08		
6ПП30-13	2980	220	0,334	0,84	9,66		
3ПП14-71	1420	380	0,119	0,30	4,96		

Окончание таблицы 7

12.Плиты балконные Серия 1.137.1-9

Плиты предназначены для крупноблочных зданий и зданий со стенами из кирпича

Маркировка: ПБК24.11-4а

ПБК - тип плиты (плиты балконов плоские сплошные консольные);

24 - длина плиты в дм;

11 - ширина плиты в дм;

4 - толщина плиты в дм;

а - данная плита предназначена только для кирпичных стен (на плите отсутствуют парные закладные изделия на крайних участках опорного ребра).

Таблица 8 – Характеристика балконных плит

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	L	B	H				
ПБК24.11-4	2390	240	1140	0,31	775,00	B15	28,08
ПБК24.12-5	340	1240	0,35	875,00	28,97		
ПБК24.13-6	440	1340	0,37	950,00	30,38	B15	28,08
ПБК36.13-6	3590	0,57	1425,00	40,74			

13. Блоки бетонные для стен подвалов

Блоки, изготавливаемые из тяжелого бетона по ГОСТ 13579, предназначены для фундаментов, стен подвалов и технических подпольев зданий.

Маркировка: ФБС 24.3.6-Т

ФБ – вид изделия (фундаментный блок);

С – тип сплошной;

24 - длина в дм;

6 - ширина в дм;

6 - высота в дм;

Т - для изготовления используется тяжелый бетон.

Таблица 9 – Характеристика бетонных блоков

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	L	B	H				
ФБС 24.3.6-Т	2380	300	580	0,406	1,02	B7,5	1,46
ФБС 24.4.6-Т	400	0,543	1,36				
ФБС 24.5.6-Т	500	0,679	1,70	2,36			

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	L	B	H				
ФБС 24.6.6-Т	600	0,815	2,04				

Окончание таблицы 9

14. Плиты ограждений и фундаменты

Серия 3.017-1, выпуск 1 "Ограждения площадок и участков - Железобетонные элементы оград"

Таблица 10 – Характеристика плит ограждений

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м ³	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	b	a	h				
ПО-9	2400	100	2000	0,50	1,25	B15	23,74
Ф-5	500	900	80	0,26	0,65	B6,75	

15. Лестничные марши Выполняются по рабочим чертежам заказчика

16. Лотки Выполняются по рабочим чертежам заказчика

17. Вентиляционные блоки Выполняются по индивидуальным чертежам заказчика

18. Опорные плиты серии 1.225-2 [34]

2.2 Трехслойные стеновые панели

Трехслойные стеновые панели изготавливаются в соответствии с требованиями настоящего технологического регламента, ГОСТ 31310-2005 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Технические условия» и рабочих чертежей. Общий вид изделия приведен ниже.

Панели следует изготавливать в формах, обеспечивающих соблюдение установленных данным технологическим регламентом требований к качеству поверхности и точности изготовления.

Панели классифицируют по следующим основным признакам, определяющим их типы:

- назначению в здании;
- статической схеме работы;
- конструктивному решению;
- типу соединительных связей;
- разрезке стен на элементы.

По назначению в здании панели подразделяют на:

- панели стен надземных этажей;
- панели стен цокольного этажа или технического подполья;
- панели стен чердака или парапетные.

По статической схеме работы панели подразделяют на:

- несущие;
- ненесущие.

Разновидностями несущих панелей являются поэтажно несущие и самонесущие панели.

Конструктивные решения панелей определяются принятыми при проектировании параметрами, отражающими архитектурные, технологические и конструктивные особенности панелей.

По типу соединительных связей между наружным и внутренним слоями панели подразделяют на:

- с гибкими связями из коррозионно-стойкой стали или другого коррозионно-стойкого материала;
- с жесткими железобетонными связями (перемычками или ребрами).

В зависимости от разрезки стен в здании их элементы подразделяют на панели:

- однорядной (поэтажной) разрезки (несущие, поэтажно несущие и самонесущие);
- полосовой горизонтальной разрезки (ненесущие);
- полосовой вертикальной разрезки (ненесущие).

При использовании однорядной разрезки стен панели подразделяют на рядовые и угловые - глухие и с проемами.

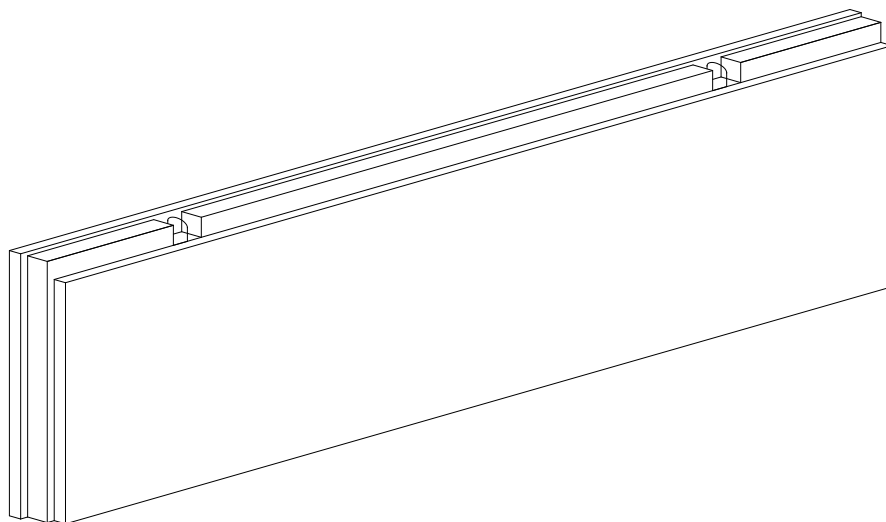


Рисунок 1 – Общий вид трехслойной стеновой панели

При использовании горизонтальной полосовой разрезки стен панели подразделяют на полосовые и межоконные (простеночные) - рядовые и угловые.

При использовании вертикальной полосовой разрезки стен панели подразделяют на полосовые - рядовые и угловые, а также подоконные.

Кроме перечисленных выше показателей, панели всех типов характеризуются:

- видами отделки наружных и внутренних лицевых поверхностей;
- диапазоном габаритных размеров;
- типом вертикальных и горизонтальных стыков со смежными панелями;
- видом крепления к другим конструкциям зданий;
- параметрами основных слоев;
- видом бетона наружного и внутреннего слоев (тяжелый или легкий);
- наличием или отсутствием железобетонных слоев;
- материалом теплоизоляционного слоя;
- типом соединительных связей (гибких из коррозионно-стойкой стали, гибких неметаллических или жестких железобетонных в виде перемычек или ребер);

- конструкцией горизонтальных и вертикальных стыков (с противодождевым гребнем или без него - плоский стык);
- типом стыков по способу обеспечения водо- и воздухоизоляции помещений (закрытый, дренированный или открытый);
- наличием или отсутствием слоя пароизоляции.

Панели однорядной разрезки характеризуются также размерами проемов для окон и балконных дверей.

Условное обозначение панелей

Панели следует обозначать марками в соответствии с ГОСТ 23009. При установлении обозначений необходимо учитывать следующие положения:

- марка панели состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами;
- первая группа содержит обозначение типа панели и габаритных размеров;
- длину и высоту панели указывают в дециметрах (округляя до целого числа), а толщину - в сантиметрах;
- во второй группе указывают, при необходимости, вид бетона и обозначения конструктивных особенностей панели.

Пример условного обозначения (марки) трехслойной наружной стеновой несущей панели однорядной разрезки с гибкими связями длиной 3000 мм, высотой 2800 мм и толщиной 350 мм из тяжелого бетона:ЗНСНг30.28.35

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА.

3.1. Технологическая схема производства.

Агрегатно-поточный способ изготовления трехслойных панелей характеризуется разделением технологического процесса на отдельные процессы или их группы, выполнением нескольких разнонаправленных процессов на универсальных агрегатах, наличием свободного ритма производства в потоке, последовательным перемещением изделия от поста к посту.

Формы и изделия переходят от поста к посту с произвольным интервалом, зависящим от длительности операции на данном рабочем месте. Межоперационная подача изделий на таких линиях осуществляется кранами и вывозными тележками.

Формы – это самое массовое технологическое оборудование, которое обеспечивает получение изделий заданной геометрической формы и установления точных размеров. Стоимость форм составляет около половины стоимости всего технологического оборудования линии.

Описание технологической схемы будет показано на примере изготовления трехслойной наружной стеновой панели с декоративной отделкой наружного слоя бетона наружным слоем вниз. Следует отметить, что каждая операция контролируется контролером отдела технического контроля (контролер ОТК) и приступать к следующей операции разрешается после отметки в карте производства.

Панели изготавливаются в формах из фанеры.

Оборудование для производства размещено в цехе 24x132 м, который оснащен двумя кран-балками грузоподъемностью по 10 т каждая. Арматурные изделия изготавливаются в цехе формовки колонн 18x84 м, оснащенном двумя кран-балками грузоподъемностью 5 т.

Описание технологической схемы будет показано на примере изготовления трехслойной наружной стеновой панели с декоративной отделкой наружного слоя бетона наружным слоем вниз.

Следует отметить, что каждая операция контролируется контролером отдела технического контроля (контролер ОТК) и приступать к следующей операции разрешается после отметки в карте производства.

Линия по производству трехслойных стеновых панелей представляет собой роликовый конвейер с 16 постами и 30 паллетами. Линия включает в себя: автоматическую линию подачи бетонной смеси, два бетоноукладчика, гидравлическую виброплощадку, порталную установку для затирки поверхности бетона, камеру тепловой обработки, кантователь. Приготовление бетонной смеси осуществляется на бетонорастворном узле, на оборудовании немецкой фирмы Schlosser Pfeiffer.

Панели изготавливаются на паллетах 3,5*10 (м) в формах из фанеры. В одной паллете формуется два изделия.

Тепловая обработка изделий осуществляется в трехсекционной 10-ти этажной камере ТО при постоянной температуре $t=50-55$ °С и влажности $\varphi=95\%$. Это обеспечивает высокую скорость производства при высокой долговечности изделий.

Готовая продукция вывозится на склад готовой продукции (с козловым краном грузоподъемностью 25 т) с помощью самоходной тележки.

Отличительная особенность линии - высокоамплитудная низкочастотная виброплощадка, обеспечивающая получение гладкой поверхности, без пор, высокой категории качества А2.

Технологическая схема производства трехслойных стеновых панелей:

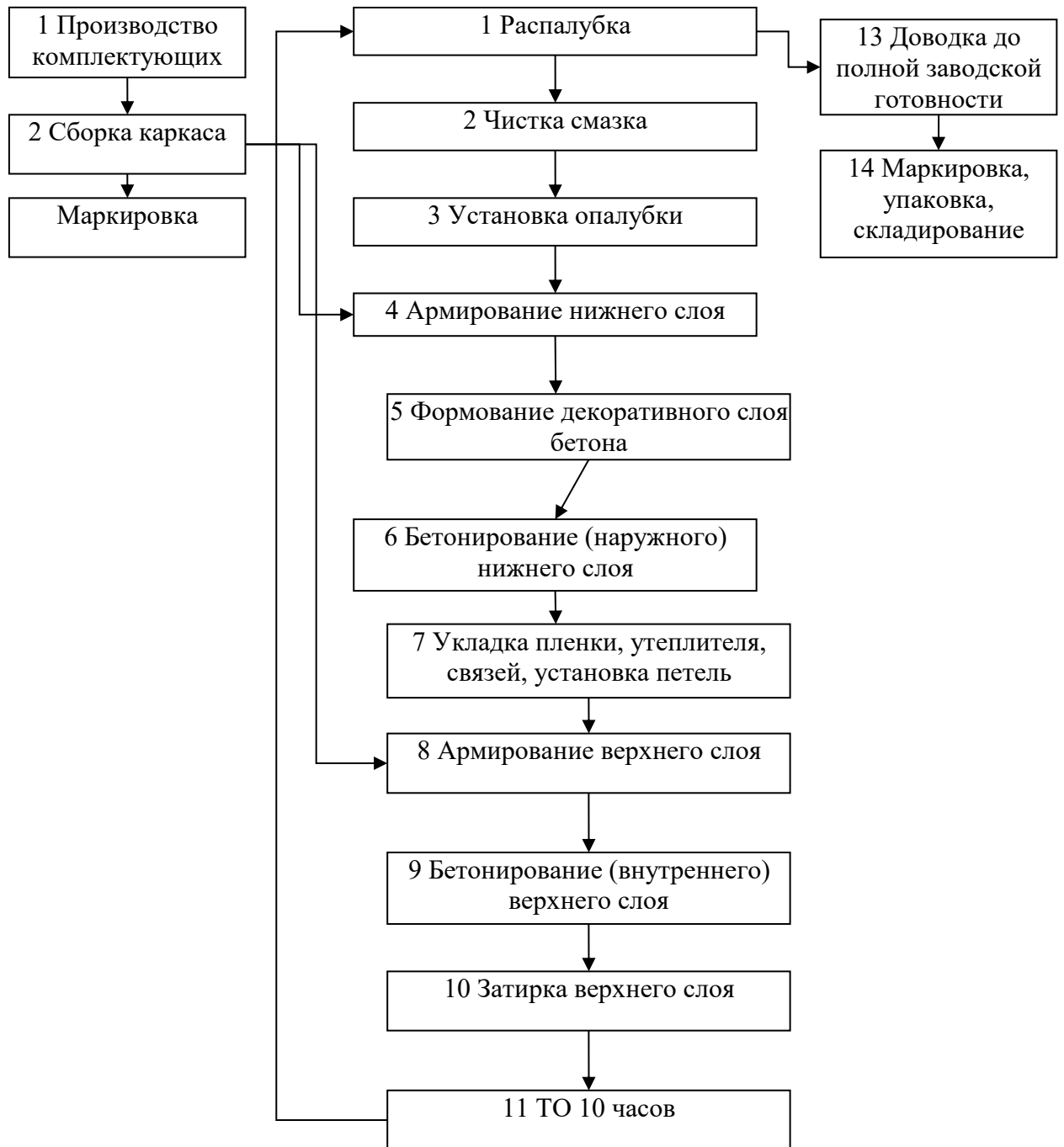


Рисунок 2 – Технологическая схема производства трехслойных стеновых панелей

3.2 Технологический процесс производства панелей осуществляется

После тепловой обработки паллета с изделием вынимается из камеры с помощью подъемного устройства и устанавливается на пост распалубки. После удовлетворительных результатов проверки прочности бетона (распалубочной) лаборатория дает разрешение на распалубку изделий. Борты формы разбираются, чистятся и паллета с изделиями перемещают на пост кантования изделий. Готовые изделия вместе с паллетой поворачиваются на кантователе на 80° и мостовым краном с помощью траверсы извлекаются из формы и устанавливаются на пост доводки и контроля качества, Изделие дорабатывается, маркируется и принимается отделом контроля качества. Полученная продукция загружается на самоходные тележки и доставляется на склад готовой продукции при помощи кран-балки с траверсой. После распалубки форма очищается от остатков бетона. Производится разметка плоттером и устанавливаются борты опалубки. Далее форма смазывается разделительной консистентной смазкой, в состав которой входят: концентрированный раствор ВЛВ-15 («Поронет»), вода и карбонат кальция. После высыхания консистентной смазки на поверхность формы наносится замедлитель твердения бетона. На следующем посту производится установка объемного арматурного каркаса. Затем форма перемещается на пост укладки бетона. В форму укладывается декоративный слой бетонной смеси толщиной 30 мм и происходит уплотнение декоративного слоя. На этом же посту в форму укладывается нижний слой бетона. Бетоноукладчик загружается бадьей адресной подачи бетона и производится укладка бетонной смеси наружного слоя. В процессе выдачи бетоноукладчик уплотняет и деаэрирует бетонную смесь. Уплотнение производится на гидравлической низкочастотной высокоамплитудной виброплощадке. Уплотнение таким способом обеспечивает получение качественной поверхности без образования раковин; при таком способе уплотнения не происходит смещение опалубки. Раскладка утеплителя на следующих двух постах ведется последовательно слева направо по рабочим чертежам. Параллельно устанавливаются гибкие связи между блоками утеплителя

и монтажные петли. Устанавливаются закладные детали, и бетоноукладчиком раскладывается бетонная смесь внутреннего слоя. Уплотнение бетона осуществляется глубинными вибраторами вручную. Организация доставки бетонной смеси должна исключать перерывы в формовании. По окончании формования бадья адресной подачи бетона и бетоноукладчик перемещается на пост мойки, где тщательно промывается от остатков бетона. Отформованные изделия на поддоне перемещаются к посту финишной обработки, где происходит заглаживание поверхности на порталной заглаживающей машине. Далее изделия на поддоне загружаются подъемником в камеру тепловой обработки на 14 часов. И изделие также мостовым краном загружают в ямную камеру.

4.ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРОБЛЕМЫ НИЗКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ВАРИАНТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

В настоящее время ООО «Бетотек», которое производит сборные железобетонные конструкции, сотрудничает с ООО «ЕЛЕМИИК » и оснащено его автоматизированной производственной линией и кассетным устройством. Для транспортировки бетонной смеси к месту формирования изделия адресная подача осуществляется ленточными конвейерами.

Основная прибыль «Бетотек» поступает от продажи товарных бетонных смесей различных марок, поэтому продуктивность очень важна для компании. Для обеспечения заданной производительности и выполнения плана компания проводит установку шаблона на складе, а также транспортировку и погрузку-разгрузку. Для завода ООО «Бетотек» процесс установки и перемещения опалубки является незаменимым и наиболее важным, потому что даже при достижении производственных мощностей транспортировка и установка затруднены, что снизит производительность.

Таким образом, две компании, ООО «ПК БРУ» и ООО «Бетотек», достигли договоренности о добавлении дополнительного двухбалочного мостового крана для установки и перемещения опалубки.

Такая ситуация упрощает организацию процесса производства трехслойных стеновых плит на заводе ООО «Бетотек» и увеличивает производительность производственной линии.

В настоящее время ООО «Бетотек» производит от 4 до 8 трехслойных наружных стеновых панелей в смену. Производительность производственной линии составляет от 25 до 35 м³ в смену (из них только 18 м³ - это трехслойные наружные стеновые панели). При этом ежемесячная производственная мощность производственной линии может достигать 1000 м³ сборного железобетона (в том числе трехслойной наружной стеновой панели может достигать 600 м³).

В настоящее время цель компании - увеличить производственную мощность линии по производству трехслойных стеновых панелей до 3000 м³ в месяц, то

есть в три раза увеличить производительность производственной линии, а доля трехслойных наружных стеновых панелей должна составлять 70% от общей доли готовой продукции.

4.1 Выберите кран

Устройства для транспортировки груза являются необходимым элементом на многих промышленных предприятиях. Они существенно экономят время и силы персонала, а также выполняют широкий спектр работ. Разновидностью грузоподъемных кранов является мостовой кран. Их часто устанавливают на строительных площадках, автосервисах, портовых доках, в цехах и складских помещениях. Мостовые краны быстро и эффективно транспортируют груз внутри помещения.

Мостовой кран не требует большого пространства и способен работать на несколько зон-складах, задействуя одну балку. Выделяют несколько видов устройств: опорные краны, которые передвигаются благодаря рельсам и подвесные, что крепятся к стенам. Кран тоже может быть двухбалочным. К технике можно дополнительно установить мощный магнит либо крюки и механические клещи. Мостовой кран экономичен в обслуживании, так как потраченные средства перекрываются затратами на рабочих и внутреннюю транспортировку груза.

Какая работа была улучшена:

1. Не отнимайте рабочую зону. Мостовой кран устанавливается под потолком, на полу отсутствует дорожка, что позволяет экономить доступное пространство мастерской.
2. Благодаря мостовой конструкции товар транспортируется в любую точку склада.
3. Быстрое выполнение работ - разгрузка / погрузка груза.
4. Повышение производительности.
5. Устойчивость к агрессивным и температурным средам.

6. Простота обслуживания и управления.

7. Простота в эксплуатации и понимание процесса.

Вообще говоря, мостовые краны очень универсальны, так как их можно использовать в различных температурных условиях в помещении и на улице. Технология безопасна, выдерживает огромные нагрузки и очень долговечна.

5 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5.1 Описание работы мостового крана

В курсовой работе добавлен дополнительный двухбалочный мостовой кран для погрузки, разгрузки, монтажа продукции в цехах ремонтных и производственных предприятий и т. Д. В процессе работы проводится анализ существующей конструкции, механизма и предохранительных устройств,

Мостовые краны - это мосты, которые перемещаются по подкрановым путям на ходовых колесах, установленных на концевых балках. Путь укладывается на подкрановую балку, которая опирается на выступ в верхней части колонны цеха. Механизм передвижения крана установлен на мосту крана. Все механизмы управляются из кабины, прикрепленной к мосту крана. Электродвигатель приводится в действие тележкой мастерской. Для питания используется скользящий коллектор, соединенный с металлической конструкцией крана. В современных конструкциях мостовых кранов проводники прокладываются с помощью гибких кабелей. Ходовые колеса приводятся в движение электродвигателем через редуктор и приводной вал.

В данной работе был рассчитан и спроектирован механизм подъема мостового крана, рассчитаны параметры барабана, выбраны канаты, выбраны двигатель и коробка передач, выбрана подвеска крюка и выбран тормоз.

Рассчитать и спроектировать кран грузоподъемный по следующим исходным данным.

Тип крана	мостовой
Грузоподъемность, т	10,0
Пролет, м	16,5
Высота подъема, м	12,5
Колесная база, м	4,0
Скорость подъема, м/с	0,63
Скорость передвижения грузовой тележки, м/с	0,6
Скорость передвижения крана, м/с	2,0
Тип тележки	двухрельсовая опорная
Режим работы, %	25

5.2 Крана Расчеты

Цель и задачи расчета

Общий расчет механизма подъема груза включает с себя:

- выбор полиспаста, крюка с крюковой подвеской, типового электродвигателя, редуктора, муфт и тормоза;
- выбор и расчет каната;
- расчет геометрических параметров каната;
- выбор схемы и способа крепления конца каната на барабане;
- выбор подшипников и их проверочный расчет

5.2.2 Выбор модели ручной цепной тали

Расчет механизма подъема начинается с выбора модели цепной тали, затем грузоподъемности и типа крана

Для проектируемого крана его грузоподъемность $Q = 3$ т

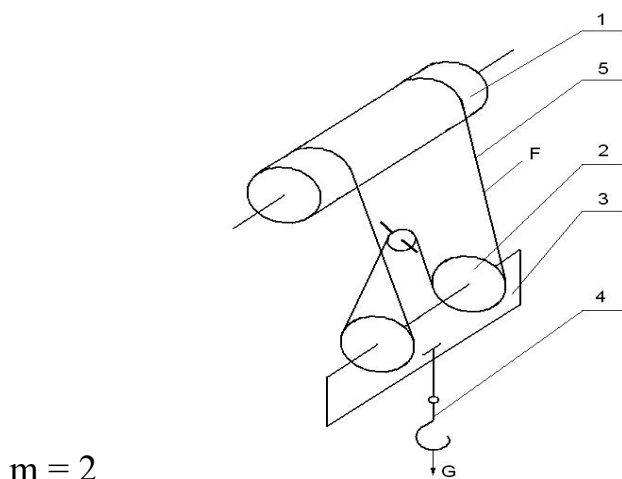


Рисунок 1 – Схема полиспаста крана грузоподъемностью 3т: 1 – барабан, 2 – блок, 3 – траверса, 4 – крюк, 5 – трос

5. 2.3 Определение максимального усилия в канате

Сила, действующая на канат, наматываемый на барабан во время подъема, Н

$$F_{\sigma} = \frac{Q \cdot g}{z \cdot U_n \cdot \eta_o}, \quad (1)$$

где Q – несущая способность, кг;

z – количество цепных талей, для двойных цепных талей $z = 2$;

U_n – частота работы цепной тали, $U_n = 2$;

η_o – общая эффективность цепной тали и обводных блоков

$$\eta_o = \eta_n \cdot \eta_{об}, \quad (2)$$

$$\eta_n = (1 - \eta_{\sigma}^{U_n}) / U_n (1 - \eta_{\sigma}), \quad (3)$$

где η_n – Эффективность цепных талей

где η_{σ} – Согласно таблице 2 КПД агрегата $\eta_{\sigma} = 0,98$

$$\eta_n = (1 - 0,98^2) / 2(1 - 0,98) = 0,99;$$

С учетом реальных событий $\eta_n = 0,96$.

Так как обводные блоки отсутствуют, $\eta_o = \eta_n = 0,96$.

Таким образом

$$F_{\sigma} = \frac{3000 \cdot 10}{2 \cdot 2 \cdot 0,96} = 17361H.$$

5.2.4 Определение разрывного усилия в канате и подбор каната

Расчетное разрывное усилие каната при максимальном усилии составляет

$$F_p \geq F_{\sigma} \cdot k, \quad (4)$$

где k – коэффициент запаса прочности, $k = 5,5$ для среднего режима.

$$F_p \geq 17361 \cdot 5,5 = 95485H.$$

По разрывному усилию выбираем диаметр и тип каната (таблица П1.1)

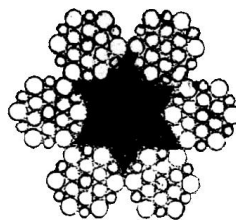


Рисунок 2 – Схема сечения каната двойной свивки типа ЛК – Р конструкции 6x9 (1+6+6/6) + 1 о.с. ГОСТ 2688 – 80

Таблица 5. 2.1 – Основные параметры каната

Диаметр каната, мм	Масса 1000м каната, кг	Маркировочная группа, Мпа	Разрывное усилие каната, Н, не менее
14	728	1568	98950

Фактический коэффициент запаса прочности каната

$$k_{\phi} = F_{\text{табл}} / F_{\phi}, \quad (5)$$

$$k_{\phi} = 98950 / 17361 = 5,7.$$

5.2.5 Определение параметров барабана

Диаметр барабана и блока по средней линии навитого каната равен

$$D_{\phi} = d_k \cdot e, \quad (6)$$

где d_k – диаметр каната, мм, $d_k = 12$ мм;

e – коэффициент, зависящий от типа машины, привода и режима работы, по таблице 4 $e = 25$

$$D_{\phi} = 14 \cdot 25 = 350 \text{ мм.}$$

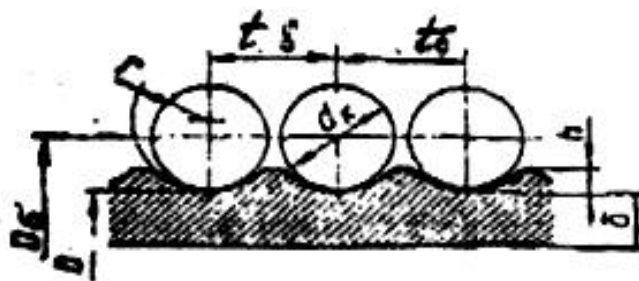


Рисунок 3 – Геометрические параметры барабана

5.2.6 Определение длины барабана

Длина каната, навиваемого на барабан с одного полиспаста

$$L_k = h \cdot U_n + \pi \cdot D_6 (Z_1 + Z_2), \quad (7)$$

где h – высота подъема груза, м;

Z_1 – число запасных витков на барабанах до места крепления каната, $Z_1 = 1,5 \div 2$, принимаем $Z_1 = 2$;

Z_2 – число витков каната, находящихся под прижимным устройством на барабанах, $Z_2 = 3 \div 4$, принимаем $Z_2 = 3$.

$$L_k = 12,5 \cdot 2 + 3,14 \cdot 0,35(2 + 3) = 30,5 \text{ м.}$$

5.2.7 Определение длины барабана

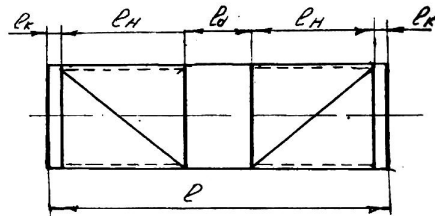


Рисунок 4 – Длина барабана

При расчете рабочей длины барабана следует учесть, что в проектируемом механизме полиспаст сдвоенный. Тогда рабочая длина барабана для каната, свиваемого с одного полиспаста, будет равна

$$l_n = \frac{l_k \cdot t_6}{\pi(d_k + D_6)}, \quad (8)$$

где t_6 – шаг винтовой линии, $t_6 = 16$ мм.

Тогда

$$l_n = \frac{30500 \cdot 16}{3,14(14 + 350)} = 427 \text{ мм.}$$

Полная длина барабана для сдвоенного полиспаста

$$l = 2l_n + B + 2S, \quad (9)$$

где B – расстояние между осями крайних блоков крюковой подвески, по таблицам приложения Г выбираем типовую крюковую подвеску с учетом грузоподъемности, режима работы, диаметра каната и схемы полиспаста;

Таблица 5.2.2 – Основные параметры подвесок

Грузоподъемность, т	Реж им раб оты	Тип	Диаме тр каната	Размеры, мм					Масса, кг
				D	B	B ₁	B ₂	H	
12,5	C	I	17,5	450	400	266	342	888	198

S – ненарезанная часть барабана, необходимая для закрепления его в станке при нарезке канавок,

$$S \approx 4 \cdot t_{\sigma}, \quad (10)$$

$$S = 4 \cdot 16 = 64 \text{ мм},$$

$$l = 2 \cdot 427 + 342 + 2 \cdot 64 = 1324 \text{ мм}.$$

Так как длина барабана меньше трех его диаметров, то выполнение проверочного расчета на изгиб не требуется.

5.2.8 Определение толщины стенки барабана

Толщину стенки барабана определяют из условий сжатия, учитывая, что он нагружен равномерно распределенной нагрузкой вследствие огибания его натянутым канатом силой F_{\max} .

Толщина стенки барабана из расчета на сжатия

$$\delta = \psi \varphi \frac{F_{\sigma}}{t_{\sigma} \cdot [\sigma_{\text{сж}}]}, \quad (11)$$

где ψ – коэффициент, учитывающий влияние изгибающих напряжений, которые возникают при навивке каната, $\psi = 1,07$;

φ – коэффициент, отражающий влияние на нагрузку барабана деформаций стенки и каната

$$\varphi = \left(1 + \frac{E_{\kappa} \cdot A_{\kappa}}{E_{\sigma} \cdot \delta_{\min} \cdot t_{\sigma}} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (12)$$

где E_k – модуль упругости каната, для шестипрядных канатов с органическим сердечником $E_k = 88260 \text{ Н/мм}^2$,

$A_k = 0,4d_k^2$ – площадь сечения всех проволок каната, мм^2 ;

E_b – модуль упругости стенки барабана, для чугуновых барабанов $E_b = 98000 \text{ Н/мм}^2$;

$[\sigma_{сж}]$ – допускаемое напряжение сжатия, Н/мм^2 ;

Для чугуна

$$[\sigma_{сж}] = \sigma_s / n, \quad (13)$$

где σ_s – предел прочности, Н/мм^2 ; для чугуна СЧ28 ГОСТ 1412 – 70,
 $\sigma_s = 640 \text{ Н/мм}^2$;

n – запас прочности, для чугуновых барабанов $n = 4,0 \dots 4,25$,

Тогда

$$[\sigma_{сж}] = 640 / 4 = 160 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\varphi = \left(1 + \frac{88260 \cdot 0,4 \cdot 14^2}{98000 \cdot 12 \cdot 16} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,6,$$

$$\delta = 1,07 \cdot 1,6 \cdot \frac{17361}{16 \cdot 160} = 12 \text{ мм.}$$

Из условия технологии изготавливаемых литых барабанов толщина стенки должна быть не менее, м

$$\delta = 0,02D + (6 \dots 10) \text{ мм}, \quad (14)$$

где D – диаметр барабана по дну канавки, м

$$D = D_b - d_k, \quad (15)$$

$$D = 350 - 14 = 336 \text{ мм},$$

$$\delta = 0,02 \cdot 336 + (6 \dots 10) = (12,72 \dots 16,72) \text{ мм.}$$

Принимаем $\delta = 15 \text{ мм.}$

5.2.9 Определение частоты вращения барабана

Частота вращения барабана

$$n_{\sigma} = \frac{v_z \cdot U_n}{\pi \cdot D_{\sigma}}, \quad (16)$$

где v_z – скорость подъема груза, м/мин,

Таким образом

$$n_{\sigma} = \frac{0,63 \cdot 60 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,35} = 69 \text{ мин}^{-1}.$$

5.2.10 Определение статической мощности двигателя, выбор типового электродвигателя

Максимальная статическая мощность двигателя, которую должен иметь механизм в период установившегося движения при подъеме номинального груза, равна

$$P_{ст} = \frac{Q \cdot g \cdot v_z}{10^3 \cdot \eta_{np}}, \quad (17)$$

где $\eta_{np} = 0,80 \dots 0,9$ – предварительное значение КПД механизма,

$$P_{ст} = \frac{10000 \cdot 10 \cdot 0,63}{10^3 \cdot 0,85} = 74 \text{ кВт}.$$

Так как крановые двигатели являются большегрузными, допускается их перегрузка до 30%, то есть

$$P_{\sigma\sigma} = 74 \cdot 0,7 = 51,8 \text{ кВт}.$$

По режиму работы и мощности двигателя по таблицам приложения А выбираем электродвигатель серии МТФ.

Таблица 5.2.3 – Основные технические данные выбранного электродвигателя

Тип двигателя	Мощность на валу, кВт	n, об/мин	КПД	Момент инерции, кгм ²	Масса
4МТН 225L6	55	960	87	1,02	500

Таблица 5.2.4 – Основные размеры (мм) электродвигателя 4МТН 225L6

Тип двигателя	b ₁	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	d ₁	d ₁₀	l ₁	l ₃	l ₁₀	l ₁₁	l ₁₂	l ₂₀	l ₂₈	l ₃₀
4МТН 225L6	18	356	435	95	70	19	140	105	356	404	92	1070	149	1220

5.2.11 Определение расчетной мощности редуктора и его выбор

Редукторы для механизма подъема выбирают, исходя из расчетной мощности или крутящего момента частоты вращения быстроходного вала, передаточного числа редуктора и режима работы. Для горизонтальных редукторов

$$P_p = k_p \cdot P_{cm}, \quad (18)$$

где k_p – коэффициент, учитывающий условия работы редуктора, для приводов механизмов подъема грузов $k_p = 1$,

$$P_p = 1 \cdot 74 = 74 \text{ кВт.}$$

При выборе редуктора должно соблюдаться условия, касающиеся прочности, долговечности и кинематики редуктора

Первое условие – расчетная мощность редуктора на быстроходном валу не должна превышать номинальную мощность на быстроходном валу редуктора

$$P_p \leq P_s. \quad (19)$$

Второе условие – передаточное число редуктора не должно отличаться от требуемого передаточного числа более чем на $\pm 15\%$

$$\frac{|u_{mp} - u_p|}{u_{mp}} \cdot 100\% \leq 15\%. \quad (20)$$

Требуемое число редуктора равно

$$u_{mp} = \frac{n_{дв}}{n_{б}}, \quad (21)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения двигателя, мин^{-1} ;

$n_{б}$ – частота вращения барабана, мин^{-1} ,

$$u_{mp} = \frac{960}{69} = 13,91.$$

По таблице приложения Б[3] в соответствии с расчетной мощностью, частотой вращения быстроходного вала, режимом работы и передаточным числом выбираем редуктор Ц2 – 400.

Тип редуктора	Режим работы	Передаточное число	Максимальная мощность на быстроходном валу, кВт	Частота вращения быстроходного вала, об/мин
Ц2 - 400	Средний	12,41	81	1500

Таблица 5.2.5 – Основные параметры редуктора Ц2

Проверяем второе условие

$$\frac{|12,41 - 13,91|}{12,41} \cdot 100\% = 12\%, \text{ что меньше допускаемых } 15\%$$

Таблица 5.2.6 – Размеры редуктора

Типоразмер редуктора	Размеры, мм										
	A	A _б	A _т	A ₁	C ₁	H ₀	L ₁	q	L	B	H
Ц2 - 400	400	150	250	287	150	265	640	27	805	380	505
Ц2 - 400	325	415	358	280	205	33	320	250	6		317

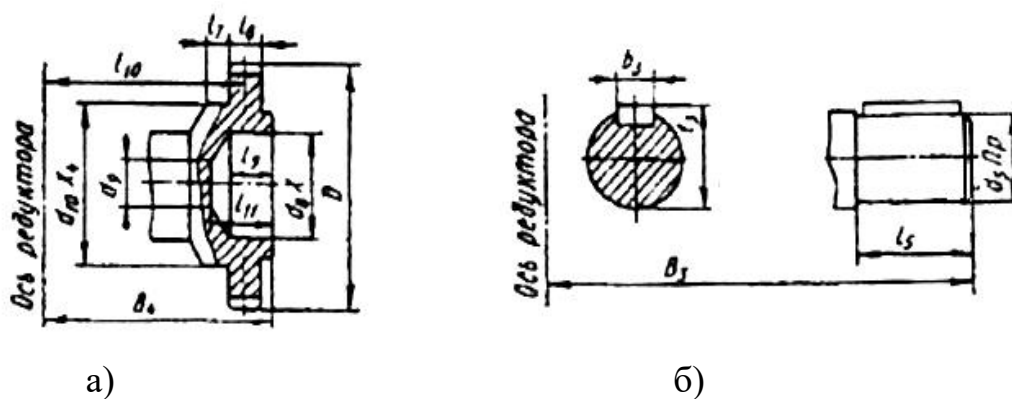


Рисунок 5 – Общий вид концов валов редуктора Ц2, а – тихоходного; б – быстроходного

Типоразмер редуктора	d ₈	d ₉	d ₁₀	D	l ₇	l ₈	l ₉	l ₁₀	l ₁₁	B ₃	d ₅	b ₃	l ₃	l ₅
Ц2 - 400	110	100	140	252	69	30	60	255	65	205	95	28	170	138

Таблица 5.2.7 – Геометрические параметры концов валов редуктора Ц2

5.2.12 Определение статического момента на валу двигателя при подъеме груза

Момент статического сопротивления на валу двигателя в период пуска при подъеме груза, Нм

$$T_c = \frac{F_{\max} \cdot Z \cdot D_{\delta}}{2U_p \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_{np}}, \quad (22)$$

где F_{\max} – усилие в канате, набегающем на барабан, Н;

Z – число полиспастов;

U_p – передаточное число редуктора (привода);

η_{δ} – КПД барабана, на подшипниках качения $\eta_{\delta} = 0,96$;

η_{np} – КПД привода, $\eta_{np} = 0,9$.

$$T_c = \frac{17361 \cdot 2 \cdot 0,35}{2 \cdot 12,41 \cdot 0,96 \cdot 0,9} = 567 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5.2.13 Определение расчетного момента и выбор муфты

Расчетный момент для выбора муфты с тормозным шкивом, Нм

$$T_M = T_M^H \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (23)$$

где T_M^H – номинальный момент муфты, Нм. Принимается равным T_c ;

k_1 – коэффициент, учитывающий степень ответственности механизма, $k_1 = 1,3$;

k_2 – коэффициент, учитывающий режим работы механизма, по таблице 5.1[3] при среднем режиме $k_2 = 1,2$.

$$T_M = 567 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 885 \text{ Нм}.$$

Из таблицы В.3[3] выбирается муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом.

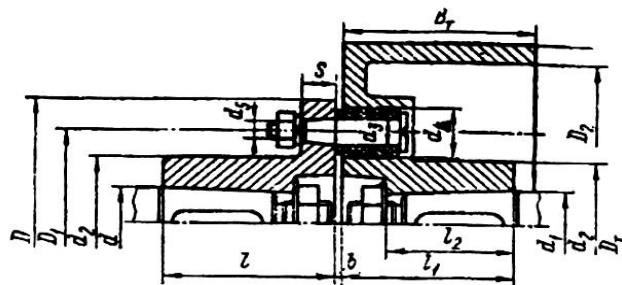


Рисунок 6 – Муфта упругая втулочно-пальцевая и тормозным шкивом

Таблица 5.2.8 – Основные размеры и параметры втулочно-пальцевых муфт с

Номинальный тормозной момент M_K , Нм	d(H7)	d ₁ (H9)	D	D _T	D ₁	D ₂	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	Число пальцев, n
	мм										
1000	60-70	50-70	220	300	170	275	120	18	36	M12	10

тормозными шкивами

Продолжение таблицы 5.2.8

Номинальный вращающий момент M , Нм	l	l ₁	l ₂	S	B _T	b	Допустимое смещение валов		Тормозной момент M , Нм	Момент инерции, кгм ²	Масса, кг, не более
	мм						радиальное	угловое			
1000	110	140	107	22	150	1-6	0,4	1°	420	1,5	43

5.2.14 Определение номинального момента на валу двигателя

Номинальный момент на валу двигателя, Нм

$$T_{ном} = 9550 \frac{P}{n}, \quad (24)$$

где P – мощность электродвигателя, кВт;

n – число оборотов электродвигателя, мин⁻¹.

$$T_{ном} = 9550 \frac{55}{960} = 547 \text{ Нм.}$$

5.2.15 Определение среднего пускового момента

Для двигателя с короткозамкнутым ротором можно принимать

$$T_{cp.n.} = (0,7...0,8)T_{max}, \quad (25)$$

где T_{max} – максимальный момент двигателя, Нм.

$$T_{max} = T_{ном} \cdot \psi_{max}, \quad (26)$$

где ψ_{max} – максимальная кратность пускового момента, $\psi_{max} = 2,0$.

$$T_{max} = 547 \cdot 2 = 1094 \text{ Нм},$$

$$T_{cp.n.} = (0,7...0,8)1094 = 765,8...875,2 \text{ Нм}.$$

Принимаем $T_{cp.n.} = 820$ Нм.

5.2.16 Определение времени пуска двигателя при подъеме груза

Время пуска при подъеме груза, с

$$t_n = \frac{1,2 \cdot I_{max} \cdot n_{дв}}{9,55(T_{cp.n.} - T_c)} + \frac{9,55 \cdot Q \cdot V_{\phi}^2}{n_{дв}(T_{cp.n.} - T_c) \cdot \eta_m}, \quad (27)$$

где I_{max} – суммарный момент инерции ротора двигателя и муфты, кгм².

$$I_{max} = I_p + I_m, \quad (28)$$

где I_p – момент инерции ротора двигателя, кгм²;

I_m – момент инерции муфты, кгм².

$$I_{max} = 1,02 + 1,5 = 2,52 \text{ кгм}^2,$$

$n_{дв}$ – частота вращения вала электродвигателя, мин⁻¹;

V_{ϕ} – фактическая скорость подъема груза, м/с, $V_{\phi} = 0,71$ м/с (см пункт 2.18);

η_m – КПД механизма, $\eta_m = 0,9$;

$T_{cp.n.}$ – средний пусковой момент двигателя, Нм;

T_c – момент статического сопротивления на валу двигателя, Нм.

$$t_n = \frac{1,2 \cdot 2,52 \cdot 960}{9,55(820 - 567)} + \frac{9,55 \cdot 10000 \cdot 0,71^2}{960(820 - 567) \cdot 0,9} = 1,4 \text{ с.}$$

5.2.17 Определение фактической частоты вращения барабана

Фактическая частота вращения барабана, мин^{-1}

$$n_o^\phi = \frac{n_{os}}{U_p}, \quad (29)$$

$$n_o^\phi = \frac{960}{12,41} = 77 \text{ мин}^{-1}.$$

5.2.18 Определение фактической скорости подъема груза

Фактическая скорость подъема груза

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_o \cdot n_o^\phi}{60 \cdot U_n}, \quad (30)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 0,35 \cdot 77}{60 \cdot 2} = 0,71 \text{ м/с.}$$

5.2.19 Определение максимального ускорения при подъеме груза

Максимальное ускорение при подъеме груза, м/с^2

$$a = \frac{V_\phi}{t_n}, \quad (31)$$

$$a = \frac{0,71}{1,4} = 0,5 \text{ м/с.}$$

5.2.20 Определение тормозного момента и выбор тормоза

Момент статического сопротивления на валу электродвигателя при торможении механизма, Нм

$$T_c^T = \frac{F_{\max} \cdot Z \cdot D_o \cdot \eta_o \cdot \eta_{np}}{2U_p}, \quad (32)$$

$$T_c^T = \frac{17361 \cdot 2 \cdot 0,35 \cdot 0,96 \cdot 0,9}{2 \cdot 12,41} = 423 \text{ Нм.}$$

Тормоз выбирается по расчетному тормозному моменту, Нм

$$T_T = T_c^T \cdot k_T, \quad (33)$$

где k_T – коэффициент запаса торможения, по таблице 5.3[3] для среднего режима $k_T = 1,75$.

$$T_T = 423 \cdot 1,75 = 740 \text{ Нм.}$$

При выборе типоразмера тормоза проверяем условие: номинальный тормозной момент должен быть не меньше расчетного

$$T_T^H > T_T. \quad (34)$$

$$800 > 740.$$

Выбираем колодочный тормоз с приводом от электрогидравлических толкателей.

Таблица 5.2.9 – Техническая характеристика и основные размеры тормоза

Тип тормоза	Тормозной момент	Тип толкателя	Масса тормоза	мм					
				Диаметр шкива	L	l	l ₁	B	b ₁
ТКГ - 300	800	ТГМ – 50	80	300	772	275	421	232	120

Продолжение таблицы 5.2.9

Тип тормоза	b ₂	H	h	A	a	a ₁	δ	d	t	t ₁
ТКГ - 300	140	550	240	50 0	150	80	8	22	50	30

Рисунок 7 – Тормоз колодочный ТКГ – 300

5.2.21 Определение времени торможения при опускании груза

Время торможения при опускании груза, с

$$t_T = \frac{1,2 \cdot I_{\max} \cdot n_{ог}}{9,55(T_T - T_c^T)} + \frac{9,55 \cdot Q \cdot V_{\phi}^2 \cdot \eta_m}{n_{ог}(T_T - T_c^T)}, \quad (35)$$

$$t_T = \frac{1,2 \cdot 2,52 \cdot 960}{9,55(740 - 423)} + \frac{9,55 \cdot 10000 \cdot 0,71^2 \cdot 0,9}{960(740 - 423)} = 1,1 \text{ с. Что допустимо.}$$

5.2.22 Определение пути торможения

Путь торможения механизма подъема груза, м

$$S = V_{\phi} / k_s, \quad (36)$$

где k_s – коэффициент, учитывающий режим работы механизма, по таблице 6.3[3] $k_s = 1,7$.

$$S = 0,71 / 1,7 = 0,42 \text{ м.}$$

5.2.23 Определение максимального времени торможения

Время торможения в предположении, что скорости подъема и опускания груза одинаковы, с

$$t_T^{\max} = \frac{S}{0,5V_{\phi}}, \quad (37)$$

$$t_T^{\max} = \frac{0,42}{0,5 \cdot 0,71} = 1,18 > t_T = 1,1 \text{ с.}$$

5.2.24 Определение замедления при торможении

Замедление при торможении, м/с^2

$$a_T = V_{\phi} / t_T \leq [a_T], \quad (38)$$

где $[a_T]$ – допускаемое замедление для кранов, работающих с лесоматериалами и с сыпучими материалами, $[a_T] = (0,6 \dots 0,9) \text{ м/с}^2$.

$$a_T = 0,71 / 1,1 = 0,6 \leq (0,6 \dots 0,9) \text{ с.}$$

5.2.25 Расчет оси барабана

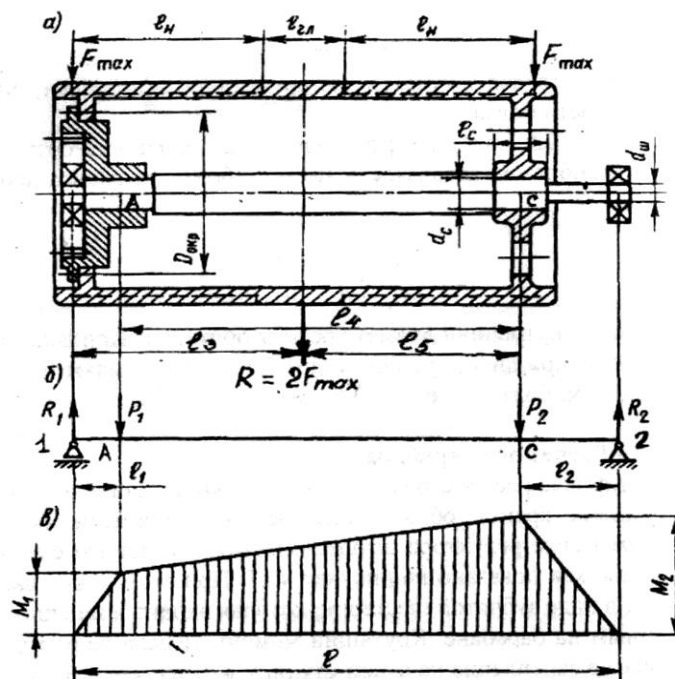


Рисунок 8 – Расчетная схема оси барабана со сдвоенным полиспастом

В нашей конструкции установки барабана механизма подъема кранов общего назначения, соединение оси барабана с тихоходным валом редуктора осуществляется с помощью специальной зубчатой муфты (см. рисунок 2.7).

При этом конец вала редуктора выполняют в виде зубчатой шестерни, которая входит в зацепление с венцом, закрепленным на барабане. Крутящий момент от вала редуктора передается через зубчатое зацепление на венец-ступицу и далее через болты на обечайку барабана.

Ось барабана испытывает напряжение изгиба от действия усилий двух ветвей каната при сдвоенном полиспасте, а также от собственного веса барабана (при расчете, обычно, весом барабана пренебрегают). При сдвоенном полиспасте положение равнодействующей натяжений каната относительно опор оси остается неизменным.

Величина этой равнодействующей, Н

$$R = 2F_{\max}, \quad (39)$$

$$R = 2 \cdot 17361 = 34722 \text{ Н}.$$

Нагрузка, Н на опору 1 оси при положении равнодействующей, указанном на рисунке 5 2.11

$$R_1 = \frac{R \cdot (l_5 + l_2)}{l}, \quad (40)$$

где l – расстояние между опорами оси, мм;

l_5 – расстояние от места приложения равнодействующей R до середины ступицы C , мм;

l_2 – расстояние от центра ступицы барабана C до опоры 2, $l_2 = 200$ мм.

Для определения расстояний используем следующие соотношения

$$l_3 + l_5 = l_6 - 2S = 1324 - 2 \cdot 64 = 1196 \text{ мм};$$

$$l = l_3 + l_5 + l_2 = 1196 + 200 = 1396 \text{ мм};$$

$$l_3 = l_5 = \frac{l_6 - 2S}{2} = \frac{1196}{2} = 598 \text{ мм}.$$

$$R_1 = \frac{34722 \cdot (598 + 200)}{1396} = 19848 \text{ Н}.$$

Нагрузка на опору 2, Н

$$R_2 = R - R_1, \quad (41)$$

$$R_2 = 34722 - 19848 = 14874 \text{ Н}.$$

Нагрузка на ступицу барабана А (1)

$$P_1 = \frac{R \cdot l_5}{l_4}, \quad (42)$$

где l_4 – расстояние между центрами ступиц барабана А и С, мм;

По рисунку 2.11

$$l_4 = l_3 + l_5 - l_1,$$

где l_1 – расстояние от центра ступицы барабана А до опоры 1, $l_1 = 120$ мм.

$$l_4 = 1196 - 120 = 1076 \text{ мм}.$$

$$P_1 = \frac{34722 \cdot 598}{1076} = 19297 \text{ Н}.$$

Нагрузка на ступицу С (2)

$$P_2 = R - P_1, \quad (43)$$

$$P_2 = 34722 - 19297 = 15425 \text{ Н}.$$

Расчет оси барабана сводят к определению диаметра ступицы из условия работы оси на изгиб в симметричном цикле

$$\sigma = M_n / W \leq [\sigma_{-1}] \quad (44)$$

где M_n – изгибающий момент в расчетном сечении, Нм;

W – момент сопротивления расчетного сечения при изгибе, мм^3 ;

$[\sigma_{-1}]$ – допускаемое напряжение изгиба при симметричном цикле изменения напряжений, Н/мм^2 .

Допускаемое напряжение при симметричном цикле, Н/мм^2

$$[\sigma_{-1}] = \frac{\sigma_{-1}}{k_0 [n]}, \quad (45)$$

где k_0 – коэффициент, конструкцию детали, для осей $k_0 = 2,0 \dots 2,8$, принимаем $k_0 = 2,0$;

σ_{-1} – предел выносливости стали, для углеродистых сталей
 $\sigma_{-1} \approx 0,35\sigma_s + (70 \dots 120) \text{Н/мм}^2$,

где σ_s – предел прочности стали, $\sigma_s = 1000 \text{Н/мм}^2$;

$$\sigma_{-1} \approx 0,35 \cdot 1000 + 120 = 470 \text{Н/мм}^2;$$

$[n]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности, для среднего режима $[n] = 1,4$.

$$[\sigma_{-1}] = \frac{470}{2 \cdot 1,4} = 168 \text{Н/мм}^2.$$

Изгибающие моменты: наибольший изгибающий момент под правой ступицей барабана в точке С

$$M_2 = R_2 \cdot l_2, \quad (46)$$

$$M_2 = 14874 \cdot 200 = 2974800 \text{Н} \cdot \text{мм};$$

в точке А

$$M_1 = R_1 \cdot l_1, \quad (47)$$

$$M_1 = 19848 \cdot 120 = 2381760 \text{Н} \cdot \text{мм}.$$

Момент сопротивления сечения оси под ступицей, мм^3

$$W = 0,1d^3, \quad (48)$$

де d – диаметр оси под ступицей барабана С, $d = 45 \text{мм}$ (см. пункт 2.26).

$$W = 0,1 \cdot 65^3 = 27462,5 \text{мм}^3.$$

Диаметр вала под ступицей барабана

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[\sigma_{-1}]}} \quad (49)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2974800}{0,1 \cdot 168}} = 56 \text{ мм.}$$

Гарантированная прочность вала на изгиб.

5.2.26 Подбор подшипников и проверка их на долговечность

Условное обозначение подшипника типа 1000	d	D	B	C	C	e	Y	пластичном	жидком	Масса, кг
				H						
1212	60	110	22	30200	15500	0,19	3,57	5600	6700	0,88

Диаметр наружного кольца D = 110 мм Сферическое двухрядное ГОСТ 5720-75.

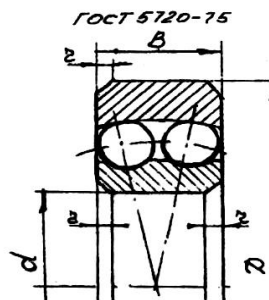


Рисунок 9 – Основные размеры подшипника

Таблица 5.2.10 – основные параметры подшипника

Долговечность подшипника, млн. об

$$L_{10} = \left(\frac{C}{R_9} \right)^\alpha \quad (50)$$

где C – табличное значение динамической грузоподъемности, по таблице И.1[3] $C = 30200$ Н;

$R_{\text{э}}$ – эквивалентная нагрузка, Н

$$R_{\text{э}} = X \cdot R_r \cdot V \cdot K_{\text{б}} \cdot K_T, \quad (51)$$

где X – коэффициент радиальной нагрузки, $X = 1$;

$R_r = R_1$ – радиальная нагрузка, равная опорной реакции, Н;

V – коэффициент вращения, при вращении внутреннего кольца $V = 1$;

$K_{\text{б}}$ – коэффициент безопасности, принимаем из условий работы механизма $K_{\text{б}} = 1,5$;

K_T – температурный коэффициент, $K_T = 1$;

α – показатель степени, для шариковых подшипников $\alpha = 3,0$.

$$R_{\text{э}} = 1 \cdot 19848 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 29772 \text{ Н},$$

$$L_{10} = \left(\frac{30200}{29772} \right)^3 = 1,04 \text{ млн. об.}$$

Расчетная долговечность подшипника, час

$$L_{10h} = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n}, \quad (52)$$

где n – фактическая частота вращения барабана, мин^{-1} .

$$L_{10h} = \frac{1,04 \cdot 10^6}{60 \cdot 77} = 225 \text{ час.}$$

Для крановых механизмов считается приемлемой долговечность $10 \cdot 10^3 \dots 25 \cdot 10^3$ часов, поэтому чтобы не изменять размеры проточки зубчатого венца выходного вала редуктора, следует принять подшипник более тяжелой или широкой серии с большей динамической грузоподъемностью.

5.2.27 Крепление конца каната на барабане

Конец каната на барабане крепят накладкой с трапециидальными канавками

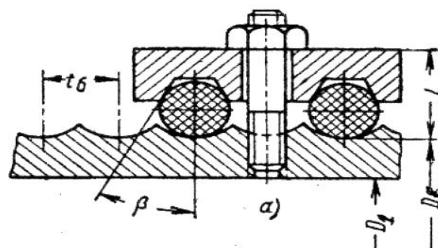


Рисунок 10 – Крепление каната на барабане накладкой с трапецидальной канавкой

Выбираем накладку с двумя болтами.

Напряжение каната в месте крепления на барабане, Н

$$F_{кр} = F_{max} / e^{f\alpha}, \quad (53)$$

где f – коэффициент трения между канатом и барабаном, $f = 0,15$;

α – угол обхвата барабана запасными витками каната ($\alpha = 3\pi \dots 4\pi$), $\alpha = 3,5\pi$;

$e = 2,74$ – основание логарифма.

$$F_{кр} = 17361 / 2,74^{0,15 \cdot 11} = 3290,68 \text{ Н.}$$

Сила, растягивающая один болт, Н

$$F_p = \frac{F_{кр}}{Z(f + f_1)(e^{f\alpha_1} + 1)}, \quad (54)$$

где f_1 – приведенный коэффициент трения между канатом и накладкой с трапецидальным сечением канавки

$$f_1 = f / \sin \beta, \quad (55)$$

где $\beta = 40^\circ$ – угол наклона боковой грани канавки;

$$f_1 = 0,15 / \sin 40^\circ = 0,23;$$

$\alpha_1 = 2\pi$ – угол обхвата барабана канатом при переходе от одной канавки накладки к другой.

$$F_p = \frac{3290,68}{2(0,15 + 0,23)(2,74^{2\pi \cdot 0,15_1} + 1)} = 1207,97 \text{ Н.}$$

Сила, изгибающая один болт, Н

$$F_u = f_1 \cdot F_p, \quad (56)$$

$$F_u = 0,23 \cdot 1207,97 = 277,83 \text{ Н.}$$

Суммарное напряжение в каждом болте, Н/мм²

$$\sigma_c = \frac{4 \cdot 1,3k \cdot F_p}{\pi \cdot d_1^2} + \frac{k \cdot F_u \cdot l}{0,1 \cdot d_1^3} \leq [\sigma_p] \quad (57)$$

где k – коэффициент запаса надежности крепления каната, k = 1,5;

l – расстояние от головки болта до барабана, мм (по дну канавки, см рисунок 2.13).

$$l = d_k + (4 \dots 8) \text{ мм}, \quad (58)$$

$$l = 14 + 6 = 20 \text{ мм};$$

d₁ – внутренний диаметр резьбы болта, мм.

$$d_1 = d_k - 2 \text{ мм}, \quad (59)$$

$$d_1 = 14 - 2 = 12 \text{ мм};$$

[σ_p] – допускаемое напряжение на растяжение материала болта, Н/мм²

$$[\sigma_p] = 0,5 \sigma_T, \quad (60)$$

где [σ_T] – предел текучести материала болта, [σ_T] = 240 Н/мм²;

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot 240 = 120 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\sigma_c = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 1,5 \cdot 1207,97}{3,14 \cdot 12^2} + \frac{1,5 \cdot 277,83 \cdot 20}{0,1 \cdot 12^3} = 69,07 \text{ Н / мм}^2.$$

$$\sigma_c = 69,07 \text{ Н / мм}^2 < [\sigma_p] = 120 \text{ Н / мм}^2$$

Условие прочности выполняется.

5.3 РАСЧЕТ ВИБРОСТОЛА

Для уплотнения бетонной смеси используется вибрационная площадка ВПК-15.

Виброплощадка ВПК-15. - это виброплатформа с вертикальной вибрацией. Специфические данные Виброплощадки ВПК-15.

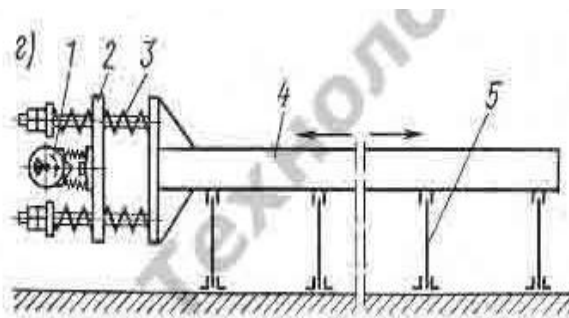
Длина 7.7метра,

1.3 метра в ширину,

Высота 0.08 метра,

Общий вес 4.5тонны,

Номинальная грузоподъемность 15 тонн



1 - вибратор; 2 - виброплита; 3 - пружина; 4 - подвижная рама с упорной плитой рамы; 5 – рессоры

Рисунок 8 – Вибрационная площадка с горизонтальными колебаниями

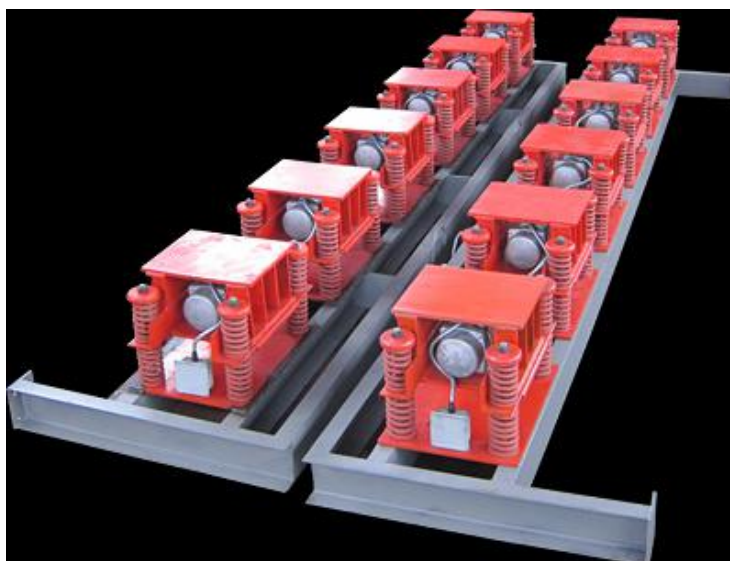


Рисунок 9 – Вибрационная площадка ВПК-15

1. Определение массы колеблющихся частей виброплощадки

$$\begin{aligned}m_{\text{ПОЛ}} &= m_{\text{ПР}} + m_{\text{Ф}} + m_{\text{СОБ}}, \text{ кг}, \\ &= 1568.6 + 1568.6 + 3000 = 6137.2 \text{ кг},\end{aligned}$$

где $m_{\text{ПР}}$ – приведенная масса формуемого изделия, кг,

$$\begin{aligned}m_{\text{ПР}} &= k_1 \cdot m_{\text{Б}}, \text{ кг}, \\ &= 0.25 \cdot 2.98 \cdot 2.785 \cdot 0.315 \cdot 2400 \\ &= 1568.6 \text{ кг},\end{aligned}$$

$m_{\text{Б}}$ – масса бетонной смеси, кг; k_1 – коэффициент присоединения бетонной смеси, $k_1 = 0,25 \dots 0,3$ – для среднеармированных изделий (для расчетов примем за густоармированные изделия бетонные изделия плотностью 2400 кг/м³); $m_{\text{Ф}}$ – масса формы, кг, $m_{\text{Ф}} = m_{\text{ПР}}$; $m_{\text{СОБ}}$ – масса колеблющихся частей виброплощадки, кг,

$$\begin{aligned}m_{\text{СОБ}} &= (0,2 \dots 0,4)Q, \text{ кг}, \\ &= 0.2 \cdot 15000 = 3000 \text{ кг},\end{aligned}$$

Q – грузоподъемность вибростола, кг.

2. Определение суммарного статического момента дебалансов вибраторов

$$\begin{aligned}K &= A \cdot m_{\text{ПОЛ}}, \text{ кг} \cdot \text{м}, \\ &= 0.0004 \cdot 6137.2 = 2.45\end{aligned}$$

где A – амплитуда колебаний, м.

3. Определение усилия необходимого для закрепления на вибростоле формы с бетонной смеси

$$\begin{aligned}P_3 = P - Q_1 &= (m_{\text{Ф}} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot x_a \omega^2 - (m_{\text{Ф}} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot g, \text{ Н}, \\ &= 7843.2 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 500^2 - 7843.2 \cdot 9.81 \\ &= 603082.8\end{aligned}$$

где P – инерционная сила, Н; Q_1 – сила тяжести, Н; x_a – амплитуда виброремещений формы с бетонной смесью, $x_a = 7 \cdot 10^{-3}$ м; ω – частота колебаний, с⁻¹; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

4. Определение мощности привода вибростола

$$\begin{aligned}N &= \frac{k \cdot \omega^3}{4 \cdot 10^3 \eta_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{С}}} \cdot (d + 2d \cdot \mu) \\ N &= \frac{2.45 \cdot 500^3}{4 \cdot 10^3 \cdot 0.94 \cdot 0.9} \cdot (7 + 2 \cdot 7 \cdot 0.003), \text{ кВт}; \\ N &= 1562111.8\end{aligned}$$

где d – диаметр шейки вала под подшипником, м, $d = 7$ см; μ – условный коэффициент трения в подшипниках качения, $\mu = 0,003 \dots 0,005$ – для шариковых подшипников,

$\mu=0,005...0,008$ – для роликовых подшипников; η_T – КПД трансмиссии, $\eta_T=0,94...0,98$; η_C – КПД синхронизатора, $\eta_C=0,9$.

5.4 Механическое оборудование формовочного цеха

1.Конвейерная Для подачи бетонной смеси в приемный бункер стационарного бетононасоса используется ленточный транспортер желобчатого типа ЛК-Ж 500.

Технические характеристики:

- Ширина ленты, мм: 500;
- Диаметр барабанов, мм: 273;
- Мощность привода, кВт: 7,5;
- Частота вращения приводного барабана, об/мин: 60;
- Габаритные размеры, мм:

Длина: 20180;

Ширина: 600;

Высота: 700;

- Максимальный угол наклона, $^{\circ}$: 15.

2.Поддоны

Поддоны предназначены для формирования наружных стеновых панелей и могут быть оснащены сменной бортобнашивкой в соответствии с типом панели. Поддоны транспортируются в рабочем положении несколько поддонов друг над другом.

Используется 30 поддонов.

3.Магнитные борта

Система FaMeFlex. С помощью системы FaMeFlex стальные поверхности можно оснастить для производства плит любой формы и любого размера, и изменение размеров осуществляется весьма эффективно. Система состоит из модулей. Изготовлены из алюминия.

Самый эффективный и гибкий метод оснастки для формовочных поддонов, кассетных форм, наклоняющихся формовочных поддонов и любых форм со стальной поверхностью.

Специально предназначена для производства стеновых плит толщиной до 450 мм; фасадов, стен многослойной конструкции с утеплителем, сплошных стен и т.д.

Магниты Flex можно свободно разместить на любое место.

4. Передаточные балки

Для перемещения изделия и форм с помощью мостового крана используется грузоподъемная траверса ГПО-Т1-3,0/4,0.

Линейные траверсы предназначены для подъема и перемещения грузов различного характера при помощи концевых элементов или грузозахватных приспособлений.

Технические характеристики:

– Грузоподъемность, т: 3,0;

– Габаритные размеры:

Длина, мм: 4000;

Высота, мм: 530;

– Масса, кг: 190.

5. Кантовочная установка

Кантовочная установка предназначена для кантования передвижного поддона с отформованным изделием на 80° для снятия изделия. Подъем изделия производится цеховым краном. Управление функциями по кантованию и

блокировке осуществляется с помощью нажимных кнопок в коробке управления в непосредственной близости от места работы.

Конструкция представляет собой сварную конструкцию из стальных труб и балок. Кантование производится двумя гидравлическим цилиндрами. Установка оснащена двумя блокировочными устройствами гидравлического действия для предотвращения освобождения поддона во время кантования.

Производительность:

– нагрузка (поддон + изделие)	22 т
– размеры поддона под кантование	3.5 x 10 м
– угол кантование, макс	80 ⁰
– время подъема, прим	90 сек
– время опускания, прим	60 сек

Габаритные размеры:

– длина	5, 63 м
– ширина	4,2 м
– высота	1,55 м
– вес	2730 кг

6.Фрикционный привод

Предназначен для перемещения поддонов по рольгангу. Поддон получает силу передвижения от вращающегося фрикционного колеса и пружины.

Сварочная качающаяся рама из стального листа, которая с одного бока прикреплена шарнирами к опорной проушине. В середине качающейся рамы смонтирован редукторный двигатель с фрикционным колесом и тормозом. По другому боку имеется пружина сжатия. Нагрузка может быть регулирована путем изменения высоты фрикционного колеса по отношению к рольгангу.

Технические характеристики:

– перемещаемая масса	22 т
– скорость перемещения	0,2 м/сек

– длина, прим	500 мм
– ширина	603 мм
– высота, прим	450 мм
– вес, прим	75 кг
– номинальная мощность	0,55 кВт

7.Подъемное устройство для вертикальной камеры

Подъемное устройство предназначено для перемещения поддонов в вертикальной камере с основной отметки на разные ярусы (этажи). С помощью фрикционных приводов и толкателя поддоны перемещаются в складское место и со складского места обратно на подъемное устройство.

Подъемное устройство изготовлено из профильной стали и стального листа. Оно состоит из каркаса, подъемной рамы и канатного подъемника.

Каркас передвигается по рельсам в боковом направлении с помощью редукторного двигателя и позиционирование осуществляется с помощью центрирующего механизма.

В подъемной раме предусмотрено два электрических фрикционных привода и электрический ограничитель, который обеспечивает точное позиционирование подъемной рамы в вертикальном направлении. Вертикальное движение подъемной рамы осуществляется с помощью канатного подъемника.

Производительность:

– грузоподъемность (поддон + изделие)	22 т
– размеры поддона	3,5х10 м ²
– скорость подъема /опускания	0,067/0,010 м/сек
– скорость передвижения каркаса	0,033...0,33 м/сек
– длина верт. движения подъемной рамы	8730 мм

Размеры:

– длина	10600 мм
– ширина	5830 мм
– высота	11100 м

- вес 21800 кг
- Электротехнические данные:
- мощность 40 кВт

8. Вывозная тележка

Для перемещения изделий на склад готовой продукции в цехе используется самоходная тележка СМЖ-151. Тележка предназначена для перемещения грузов массой до 20т по внутренним железнодорожным путям предприятий со стандартной шириной колеи или с шириной колеи по ТУ заказчика.

Технические характеристики:

- Грузоподъемность, т: 20;
- Скорость передвижения, м/мин: 30;
- Длина питающего кабеля телеги, м: 100;
- Мощность электродвигателя, кВт: 6,7;
- Габаритные размеры:

Длина, мм: 6700;

Ширина, мм: 2400;

Высота, мм: 900.

9. Для чистки форм в новом цехе помимо обычных скребков используется пневматический шабер КРТ-Ј5.

Техническая характеристика:

- Диаметр поршня, мм: 25;
- Потребление воздуха, м³/мин: 0,25;
- Частота ударов при рабочем давлении, Гц: 40;
- Габаритные размеры:

Длина, мм: 750;

Ширина, мм: 45;

– Масса.....4,3 т.

10. Для равномерного, экономичного нанесения смазки на опалубку используется распылитель GLORIA.

Технические характеристики:

- Максимальный объем, л: 10;
- Максимальное рабочее давление, бар: 6;
- Рабочий температурный диапазон, °C: 0...+50;
- Конус распыления, °: 55;
- Максимальная производительность, л/мин: 2,33.

11. Тельфер электрический

Тельфер электрический предназначен для подъема банки с декоративной смесью. Установлен на посту формования декоративного слоя.

Технические характеристики:

- грузоподъемность 1 т
- высота подъема, м 36 м
- скорость подъема 7,8 м/мин
- мощность двигателя механизма подъема 1,5 кВт
- мощность двигателя механизма передвижения 0,18 кВт

Таблица 27 – Сводная ведомость технологического оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Марка, тип	Кол-во, шт	Габаритные размеры, мм	Мощность ед., кВт	Мощность общая, кВт
1	Кран мостовой	3т	1	4000x16500x12500	55	55

2	Вибрационная площадка	ВПК – 15	1	7700x1300x800	26,4	26,4
3	Ленточный транспортер	ЛК-Ж 500	1	20180x600x700	7,5	7,5
4	Поддоны	-	30	3500x10000	-	-
5	Магнитные борта	FaMeFlex	1	-	-	-
6	Грузоподъемная траверса	ГПО-Т1-3,0/4,0	2	4000x530	-	-
7	Кантовочная	-	1	5630x4200x1550	-	-
8	Фрикционный привод	-	1	500x603x450	0.55	0.55
9	Подъемное устройство для вертикальной камеры	-	1	10600x5830x11100	40	40
10	Самоходная тележка	СМЖ - 151	1	6700x2400x900	6,7	6,7
11	пневматический шабер	КРТ-J5.	1	750x45	40	40
12	Распылитель смазки	Gloria				
13	Тельфер электрический	-	1	-	1.5	1.5

6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЩЕЛЕВОЙ КАМЕРЫ ТВО

6.1 Общие сведения

Эффективность применения бетона в современном строительстве в значительной мере определяется темпами производства железобетонных изделий. Решающим средством ускорения твердения бетона в условия заводской технологии сборного железобетона является тепловая обработка.

Процесс тепловой обработки занимает 70-80% времени всего цикла изготовления изделий. На тепловую обработку расходуется до 70% всей тепловой энергии на производство сборного железобетона. Затраты на тепловую обработку обусловлены не только затратами на пар или другие виды энергии, с ней связано количество форм и расход цемента, Длительность тепловой обработки определяет время оборачиваемости отдельных форм, стоимость которых составляет весьма существенную долю стоимости всех производственных фондов предприятия.

Твердение ускоряется с повышением температуры бетона и окружающей его среды. При этом высокая температура должна сочетаться с достаточной влажностью бетона для нормальной гидратации цемента.

Тепловая обработка сборных бетонных и железобетонных конструкций и изделий производится с применением режимов, обеспечивающих минимальный расход тепловой энергии и ускоренное достижение заданной прочности бетона.

Во избежание значительных влагопотерь при тепловой обработке изделий с открытыми поверхностями обязательным является обеспечение влажности среды не менее 90-96% или защита открытых поверхностей изделий влагонепроницаемыми материалами или пленкообразующими составами [26].

Камера тепловой обработки, действующая на ООО «Бетотек» имеет конструкцию многоярусной щелевой вертикальной камеры. Щелевые камеры непрерывного действия применяют при конвейерном способе производства железобетонных изделий. Их выполняют в виде проходных тоннелей высотой не менее 1,5 м, по которым специальными механизмами перемещаются формы -

вагонетки с изделиями. Небольшая высота камеры исключает колебания температуры в ее поперечном сечении и создает одинаковые условия температуры, влажности и отверждения для каждого продукта. Длина непрерывной камеры определяется эффективностью термообработки. Расположение камеры непрерывного действия зависит от производительности конвейера и продолжительности термообработки. Расположение камеры непрерывного действия зависит от системы конвейеров. Камера может быть выполнена напольной или встраиваемой, а нижняя сторона камеры может быть использована для выполнения различных технологических операций при производстве продукта. Если необходимо уменьшить длину непрерывных камер, их делят по горизонтали и вертикали на ряды.

6.2 Исходные данные для теплотехнического расчета

1. Вид изделия – стеновые трехслойные панели
2. Геометрические размеры изделия, м:
длина – $l = 2,98$ м
ширина – $b = 2,785$ м
высота – $h = 0,315$ м
3. Масса изделия – $G_u = 3060$ кг
4. Объем бетона в изделии – $V_b = 1,28$ м³
5. Объем одного изделия – $V_u = b \cdot l \cdot h = 2,12$ м³
6. Расход арматуры на 1 м³ бетона – $G_{ab} = 106,41$ кг
7. Расход арматуры на 1 изделие – $G_a = 136,2$ кг
8. Водоцементное отношение В/Ц = 0,53
9. Марка цемента – $M_{ц} = 400$
10. Марка бетона – $M_b = 350$
11. Масса бетона в изделии – $G_b = 3072$ кг
12. Плотность бетонной смеси

$$\rho = G_{ц} + G_{в} + G_{п} + G_{и} + G_{д} \quad (15)$$
$$\rho = 260 + 145 + 550 + 1420 + 0,5 = 2375,5 \text{ кг}$$

13. Расход материалов на 1 м³, кг:

цемент – $G_{ц} = 260$ кг

вода – $G_{в} = 145$ кг

песок – $G_{п} = 550$ кг

щебень – $G_{щ} = 1420$ кг

добавка Sika – $G_{д} = 0,5$ кг

14. Вес сухих веществ на 1 м³

$$G_{сб} = G_{ц} + G_{п} + G_{щ} = 260 + 550 + 1420 = 2230 \text{ кг}$$

15. Вес сухих веществ на 1 изделие

$$G_{с1} = G_{сб} V_{б} \quad (16)$$

$$G_{с1} = 2230 \cdot 1,28 = 2854,4$$

16. Количество воды, вступившее в реакцию с вяжущим (принимается по литературным данным)

$$G_{вс} = G_{ц} \alpha_l \quad (17)$$

$$G_{вс} = 260 \cdot 0,17 = 44,2 \text{ кг}$$

где α_l – степень гидратации (степень гидратации портландцемента составляет 0,17).

17. Масса формы – $G_{ф} = 2000$ кг

18. Размеры формы, м:

длина – $l_{ф} = 10$ м

ширина – $b_{ф} = 3,5$ м

высота – $h_{ф} = 0,4$ м

19. Температура загружаемых изделий – $t_o = 20$ °С.

20. Температура окружающей среды – $t_{oc} = 20$ °С.

21. Начальная температура в камере – $t_l = 50$ °С.

22. Температура изотермической выдержки – $t_{из} = 50$ °С.

23. Температура изделий при выгрузке из целевой камеры охлаждения
 $t_{ox} = 50$ °С.

24. Удельная теплоемкость бетона – $c_б = 0,84$ к Дж/кг · град.

25. Коэффициенты:

- теплопроводности бетона – $\lambda_6 = 1,56$ Вт/м · град;
- температуропроводности бетона – $a_6 = 2,84 \cdot 10^{-3}$ м²/час;

26. Прочность бетона после тепловлажностной обработки
 $R_{тво} = 35 \cdot 0,7 = 24,5$ МПа.

6.3 Теплотехнический расчет тепловой установки

1. Число изделий в камере, шт – $N = 30$

2. Размеры щелевой камеры:

Внутренние размеры щелевой камеры, м:

длина – $L = 12,00$ м,

ширина – $B = 12,65$ м,

высота – $H = 10,78$ м.

Габаритные размеры щелевой камеры, м:

$$\text{длина} - L_k = L + d_{ст} + d_{кр} \quad (18)$$

$$\text{ширина} - B_k = B + 2 \cdot d_{ст}, \quad (19)$$

$$\text{высота} - H_k = H + d_n + d_{ст}, \quad (20)$$

где $d_{ст}$ – толщина стены, м,

d_n – толщина пола, м,

$d_{кр}$ – толщина крышки, м.

Конструкция стенок щелевой камеры представляет собой трехслойные сэндвич-панели, состоящие из 2-х наружных слоев стали и внутреннего слоя из пенополистирола. Конструкция крышек каждой ячейки имеет такую же конструкцию.

Толщина металлического слоя $\delta_1 = 0,0025$ м; толщина слоя пенополистирола в стенках щелевой камеры $\delta_2 = 0,235$ м; толщина слоя пенополистирола в крышках щелевой камеры $\delta_3 = 0,096$ м.

λ_1 – коэффициент теплопроводности пенополистирола, 0,042 Вт/(м·град);

λ_2 – коэффициент теплопроводности стали, 56 Вт/(м·град).

Принимаем толщину пола 0,4 м.

Габаритные размеры щелевой камеры составляют:

$$L_k = 12,00 + 0,24 + 0,1 = 12,34 \text{ м}$$

$$B_k = 12,65 + 2 \cdot 0,24 = 13,13 \text{ м}$$

$$H_k = 10,78 + 0,4 + 0,24 = 11,42 \text{ м}$$

Наружная поверхность ограждения щелевой камеры, м²

$$F = 2 (H_k L_k + L_k B_k + B_k H_k) \quad (21)$$

$$F = 2(11,42 \cdot 12,34 + 12,34 \cdot 13,13 + 13,13 \cdot 11,42) = 905,78 \text{ м}^2$$

3. Рабочий объем щелевой камеры, м³

$$V_k = L B H \quad (22)$$

$$V_k = 12,00 \cdot 13,13 \cdot 10,78 = 1698,5 \text{ м}^3$$

4. Суммарный объем бетона изделий, входящих в камеру

$$V_{\text{бк}} = N_l V_{\text{б}}$$

$$V_{\text{бк}} = 30 \cdot 1,28 = 38,4 \text{ м}^3$$

т.к. в одной паллете формируется два изделия, то все значения необходимо увеличить в 2 раза

$$V_{\text{бк}} = 76,8 \text{ м}^3$$

5. Суммарная масса бетона изделий, входящих в камеру

$$G_{\text{бк}} = V_{\text{бк}} \rho_{\text{бс}} \quad (23)$$

$$G_{\text{бк}} = 76,8 \cdot 2375,5 = 182438,4 \text{ кг}$$

6. Объем формы

$$V_{\text{ф1}} = G_{\text{ф}} / \rho_{\text{ф}} \quad (24)$$

$$V_{\text{ф1}} = 2000 / 7700 = 0,3 \text{ м}^3$$

7. Суммарный объем форм изделий, находящихся в камере

$$V_{\text{ф}} = V_{\text{ф1}} N_l \quad (25)$$

$$V_{\text{ф}} = 0,3 \cdot 30 = 9$$

8. Степень заполнения щелевой камеры бетоном изделий

$$q_{\bar{o}} = \frac{V_{\bar{o}k}}{V_k} \quad (26)$$

$$q_{\bar{o}} = \frac{76,8}{1698,5} = 0.045$$

9. Степень заполнения щелевой камеры формами

$$q_k = \frac{V_{\phi}}{V_k} \quad (27)$$

$$q_k = \frac{9}{1698,5} = 0.0053$$

6.4 Материальный баланс щелевой камеры

Поступает в камеру:

$$\text{сухих веществ } G_c = V_{\bar{o}k} G_{c1}, \quad (28)$$

$$G_c = 76,8 \cdot 2854,4 = 219217,92 \text{ кг}$$

$$\text{воды } G_w = V_{\bar{o}k} G_w, \quad (29)$$

$$G_w = 76,8 \cdot 145 = 11136 \text{ кг}$$

$$\text{металла форм } G_m = N_l G_{\phi}, \quad (30)$$

$$G_m = 30 \cdot 2000 = 60000 \text{ кг}$$

$$\text{арматуры и закладных деталей } G_{ap} = G_{a\bar{o}} V_{\bar{o}k}$$

$$G_{ap} = 106,41 \cdot 76,8 = 8172,3 \text{ кг}$$

Выгружается из щелевой камеры:

$$\text{сухого бетона } G_{\bar{o}o} = G_c + G_{w2}, \quad (32)$$

$$G_{\bar{o}o} = 219217,92 + 3394,56 = 222612,48 \text{ кг}$$

$$\text{вода, перешедшая в гидратную влагу } G_{w2} = G_{wс} V_{\bar{o}k}, \quad (33)$$

$$G_{wс} = G_{\alpha 1} \quad \alpha 1 \quad \text{количество химически связанной воды} \quad (34)$$

$\alpha 1$ степень гидратации (в среднем составляет 0,17)

$$G_{вс} = 260 \cdot 0,17 = 44,2 \text{ кг}$$

$$G_{в2} = 44,2 \cdot 76,8 = 3394,56 \text{ кг}$$

остаточная влага изделий

$$G_{восм} = G_w - G_{в2} - G_w \cdot a_2 / 100, \quad (35)$$

a_2 % испарившейся воды за период выдержки (10...15%)

$$G_{восм} = 11136 - 3394,56 - 11136 \cdot 12 / 100 = 6405,12 \text{ кг}$$

$$\text{металла форм } G_M = N_I G_{\phi}, \quad (36)$$

$$G_M = 30 \cdot 2000 = 60000 \text{ кг}$$

$$\text{арматуры и закладных деталей } G_{ар} = G_{аб} V_{бк} \quad (37)$$

$$G_{ар} = 106,41 \cdot 76,8 = 8172,3 \text{ кг}$$

Испарение влаги будет происходить только с открытой поверхности изделия.

6.5 Тепловой баланс щелевой щелевой камеры

Расчет температуры проводится для определения максимально возможной скорости нагрева (или охлаждения) изделия, определения фактических температур изделия.

Расчет проводится с помощью критериальных уравнений нестационарного теплообмена для периодов подъема температуры и изотермической выдержки. Т.к. камера работает непрерывно и температура в камере постоянная, следовательно расчет будет производиться за период изотермической выдержки.

Критерий Био

$$Bi = \frac{\alpha_n \cdot R_i}{\lambda_B}, \quad (38)$$

где n коэффициент теплоотдачи изделия в период нагрева, $27,9 \text{ м}^2/\text{ч}$

R_i характерный размер изделия

λ_B – теплопроводность железобетона, $1,56 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$

$$B_{ix} = \frac{27.9 \cdot 1,49}{1.56} = 26,6$$

$$B_{iy} = \frac{27.9 \cdot 1,39}{1.56} = 24,9$$

$$B_{iz} = \frac{27.9 \cdot 0,12}{1.56} = 2,15$$

Критерий Фурье

$$Fo = \frac{\alpha_B \cdot D_{II}}{R_i^2}, \quad (39)$$

где D_{II} – продолжительность подъема температуры, ч.

α_B – коэффициент температуропроводности

$$\alpha_B = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (40)$$

где λ – теплопроводность железобетона, $1,56 \text{ Вт/(м}\cdot\text{град)}$

c – теплоемкость железобетона, $0,84 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град}$

ρ – плотность железобетона, 2400 кг/м^3

$$F_{ox} = \frac{2.84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{1,49^2} = 0,018$$

$$F_{oy} = \frac{2.84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{1,39^2} = 0,0205$$

$$F_{oz} = \frac{2.84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{0,12^2} = 2,76$$

Безразмерная температура центра изделий:

$$\theta_x = 1$$

$$\theta_y = 1$$

$$\theta_z = 0$$

$$\theta_u = 1 \cdot 1 \cdot 0 = 0$$

Безразмерная температура поверхности изделий:

$$\theta_x = 0,3$$

$$\theta_y = 0,19$$

$$\theta_z = 0$$

$$\theta_n = 0.4 \cdot 0.19 \cdot 0 = 0$$

Температура поверхности к концу стадии

$$t_{(1-2)o} = t_{(1-2)o} - \theta_n \cdot (t_{(1-2)o} - t_1), \quad (41)$$

где $t_{(1-2)o} = t_{oc} + 5/6 (t_{uz} - t_{oc})$ – средняя по времени температура среды за период.

$$t_{(1-2)o} = 20 + \frac{5}{6}(50 - 20) = 45^{\circ}$$

$$t_{(1-2)\Pi} = 45 - 0 \cdot (45 - 50) = 45^{\circ}$$

Температура центра изделия в конце периода

$$t_{(1-2)ц} = t_{(1-2)o} - \alpha \cdot (t_{(1-2)o} - t_1)$$

$$t_{(1-2)ц} = 45 - 0 \cdot (45 - 50) = 45^{\circ}$$

Средняя температура изделия в конце периода

$$t_{(1-2)o} = 45^{\circ}$$

Фактическая средняя температура изделия

$$t_{(1-2)\delta} = t_{(1-2)o} \quad (43)$$

$$t_{(1-2)\delta} = 45^{\circ}$$

$$t_{(1-2)БИ} = t_{(1-2)\delta} = 45^{\circ}$$

Приход тепла.

1) Теплосодержание сухой части бетонной смеси

$$Q_{1-1} = G_c \cdot c_b \cdot t_{(1-2)\delta} \quad (44)$$

$$Q_{1-1} = 8286437,4 \text{ кДж}$$

2) Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси

$$Q_{1-2} = G_w \cdot c_w \cdot t_{(1-2)\delta} \quad (45)$$

$$Q_{1-2} = 2099692,8 \text{ кДж}$$

3) Теплосодержание арматуры и закладных деталей изделий

$$Q_{1-3} = G_{ap} \cdot c_a \cdot t_{(1-2)\delta} \quad (46)$$

$$Q_{1-3} = 176521,68 \text{ кДж}$$

4) Теплосодержание форм

$$Q_{1-4} = G_m \cdot c_m \cdot t_{из} \quad (47)$$

$$Q_{1-4} = 1296000 \text{ кДж}$$

5) Тепло материалов ограждений:

$$Q_{1-5} = V_{iогр} \cdot \rho_{iогр} \cdot c_{iогр} \cdot t_{iогр}, \quad (48)$$

где $V_{iогр}$ - объем i -го слоя материала в ограждении, м³;

$\rho_{iогр}$ - плотность i -го материала, кг/м³;

$c_{iогр}$ - удельная теплоемкость i -го материала, кДж/кг · град;

$t_{iогр}$ - средняя температура i -го слоя материала, °С.

Необходимо найти температуры для каждого слоя стенки и крышки.

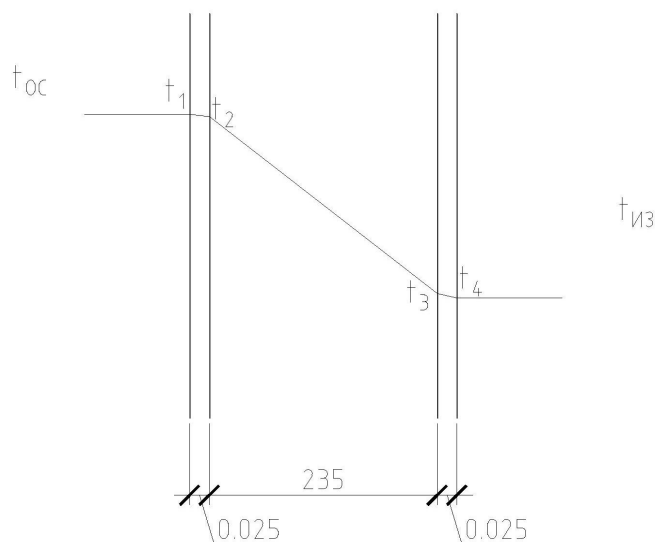


Рисунок 5 – Схема понижения температуры при прохождении через стенку щелевой камеры

Температуры стенки найдем из уравнений:

$$\begin{aligned}
 q &= \alpha_1 (t_{(1-2)_o} - t_1) \\
 q &= \frac{\lambda_1}{\delta_1} (t_1 - t_2) \\
 q &= \frac{\lambda_2}{\delta_2} (t_2 - t_3) \quad , \\
 q &= \frac{\lambda_3}{\delta_3} (t_3 - t_4) \\
 q &= \alpha_2 (t_4 - t_{oc})
 \end{aligned}
 \tag{49}$$

где, t_1, t_2, t_3, t_4 – соответственно температуры внешней стороны стали, между сталью и пенополистиролом, между пенополистиролом и сталью, внешней стороны стали, °С;

t_{oc} – температура окружающей среды, 20°С;

α_1 – коэффициент теплоотдачи от греющей среды к разделяющей стенке, 90 Вт/(м²·град);

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой среде, 10,45Вт/(м²·град);

δ_1, δ_2 – толщины соответственно стали, пенополистирола м;

λ_1 – коэффициент теплопроводности пенополистирола, 0,042 Вт/(м·град);

λ_2 – коэффициент теплопроводности стали, 56 Вт/(м·град).

$$t_{\max} = t_{(1-2)o} = 45$$

$$q = \frac{45 - 20}{\frac{1}{10,45} + \frac{1}{90} + \frac{0,235}{0,042} + 2 \cdot \frac{0,0025}{56}} = 4,38$$

$$t_1 = t_2 = 45 - \frac{4,38}{10,45} = 44,58$$

$$t_3 = t_4 = 44,58 - \frac{4,38 \cdot 0,235}{0,042} = 20,07$$

Найдем тепло на нагрев стенок щелевой камеры.

Найдем объем пенополистирольного слоя в стенках:

$$V_{\text{пен.}} = 2 \cdot 10,78 \cdot 12,34 \cdot 0,235 + 13,13 \cdot 12,34 \cdot 0,235 + 13,13 \cdot 10,78 \cdot 0,235 = 133,86 \text{ м}^3$$

Найдем объем металлического слоя в стенках:

$$V_{\text{ст.}} = 2 \cdot (2 \cdot 10,78 \cdot 12,34 \cdot 0,0025 + 13,13 \cdot 12,34 \cdot 0,0025 + 13,13 \cdot 10,78 \cdot 0,0025) = 2,85 \text{ м}^3$$

Тепло на нагрев внешнего слоя стали:

$$Q_1 = 1,425 \cdot 7800 \cdot 0,48 \cdot 20,07 = 107077,464 \text{ кДж}$$

Тепло на нагрев внутреннего слоя стали:

$$Q_2 = 1,425 \cdot 7800 \cdot 0,48 \cdot 44,58 = 237843,216 \text{ кДж}$$

Тепло на нагрев слоя пенополистирола:

$$Q_3 = 133,86 \cdot 8,8 \cdot 1,65 \cdot (44,58 - 20,07) / 2 = 23819,32 \text{ кДж}$$

Общее тепло на нагрев стенок:

$$Q_{\text{стенок}} = 107077,464 + 237843,216 + 23819,32 = 57770 \text{ кДж}$$

Рассчитаем тепло крышки:

Найдем объем стального слоя:

$$V_{\text{ст.}} = 2 \cdot 0,0025 \cdot 13,13 \cdot 10,78 = 0,71 \text{ м}^3$$

Найдем объем пенополистирола:

$$V_{\text{пен.}} = 0,095 \cdot 13,13 \cdot 10,78 = 13,45 \text{ м}^3$$

Тепло на нагрев внешнего слоя стали:

$$Q_1 = 0,355 \cdot 7800 \cdot 0,48 \cdot 20,07 = 26675,44 \text{ кДж}$$

Тепло на нагрев внутреннего слоя стали:

$$Q_2 = 0,355 \cdot 7800 \cdot 0,48 \cdot 44,58 = 59252,17 \text{ кДж}$$

Тепло на нагрев слоя пенополистирола:

$$Q_3 = 13,45 \cdot 8,8 \cdot 1,65 \cdot (44,58 - 20,07) / 2 = 2393,33 \text{ кДж}$$

Общее тепло на нагрев крышки:

$$Q_{\text{крышки}} = 26675,44 + 59252,17 + 2393,33 = 88320,94 \text{ кДж}$$

Найдем объем керамзитобетонного пола:

$$V_{\text{пола}} = 0,4 \cdot 13,13 \cdot 12,34 = 64,81 \text{ м}^3$$

Общее тепло пола:

$$Q_{\text{пола}} = 64,81 \cdot 1900 \cdot 0,56 \cdot 20 = 1379156,8 \text{ кДж}$$

Общее тепло будет равно:

$$Q_{1-5} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{кр}} + Q_{\text{пола}} = 57770 + 88320,94 + 1379156,8 = 1525247,74 \text{ кДж}$$

б) Тепло вносимое теплоносителем:

$$Q_{1-6} = G_{1 \text{ in}},$$

где $G_{1 \text{ in}}$ количество подаваемого теплоносителя в период изотермической выдержки

i_{in} энтальпия теплоносителя, 2626,29 кДж/кг

$$Q_{1-6} = G_{1 \text{ in}} \cdot 2626,29 \text{ кДж}$$

Сумма приходных статей

$$Q_{1n} = Q_{1-i}$$

$$Q_{1n} = 8286437,4 + 2099692,8 + 176521,68 + 1296000 + 1700063,5 + G_{1 \text{ in}} \cdot 2626,29 = 13558715,38 + G_{1 \text{ in}} \cdot 2626,29 \text{ кДж}$$

Расход тепла

1) На нагрев материалов

$$Q_{2-1} = Q_{1-1} \quad (52)$$

$$Q_{2-1} = 8286437,4 \text{ кДж}$$

2) На нагрев воды в бетонной смеси

$$Q_{2-2} = Q_{1-2}$$

$$Q_{1-2} = 2099692,8 \text{ кДж}$$

3) На нагрев арматуры и закладных деталей

$$Q_{2-3} = Q_{1-3}$$

$$Q_{1-3} = 176521,68 \text{ кДж}$$

4) На нагрев форм

$$Q_{2-4} = Q_{1-4}$$

$$Q_{2-4} = 1296000 \text{ кДж}$$

5) На нагрев материалов ограждений

$$Q_{2-5} = V_{\text{огр}} \cdot \rho_{\text{огр}} \cdot c_{\text{огр}} \cdot t_{2\text{огр}} = Q_{1-5}$$

$$Q_{2-5} = 1525247,74 \text{ кДж}$$

6) Потери тепла в окружающую среду через надземную часть стен

$$Q_{2-6} = 3.6 k F n D u (t_{\text{вз}} - t_{\text{ос}}).$$

где D_n – время подъема температуры, час;

k – коэффициент теплопередачи, Вт/м² · град

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (58)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от греющей среды к разделяющей стенке, 90 Вт/м²град

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой среде:

$$\alpha_2 = 2,6\sqrt{t_{\text{cm}} - t_{\text{ос}}} + 5,7 \frac{E \cdot \left(\left(\frac{t_{\text{cm}} + 273}{100} \right)^4 + \left(\frac{t_{\text{ос}} + 273}{100} \right)^4 \right)}{t_{\text{cm}} - t_{\text{ос}}}, \quad (59)$$

где b_i – толщина слоев ограждения, м,

λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя ограждающей конструкции, Вт/м · град,

2.6 – коэффициент, учитывающий расположение стен,

t_{cm} – температура наружной поверхности стен, °С,

E – степень черноты, принимаем 0,8, для стального листа

$$\alpha_2 = 2.6\sqrt{20,07 - 20} + 5.7 \frac{0.8 \left(\left(\frac{20,07 + 273}{100} \right)^4 + \left(\frac{20 + 273}{100} \right)^4 \right)}{20,07 - 20} = 9607.35$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} = 2 \cdot \frac{0.0025}{56} + \frac{0.32}{0.042} = 7,62$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{10.8} + \frac{1}{9607,35} + 7,62} = 0,129$$

$$Q_{2-6} = 3,6 \cdot 0,129 \cdot 905,78 \cdot 14 \cdot (50 - 20) = 176670,57 \text{ кДж}$$

7) Потери тепла через крышку

$$Q_{2-7} = 3.6 k F_{кр} D_n (t_{н.кр} - t_{oc})$$

где $t_{н.кр}$ – температура внутренней поверхности крышки,

D_n – время подъема температуры, час,

$F_{кр}$ – площадь крышки, м²,

k – коэффициент теплопередачи, Вт/м² · град,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (61)$$

где $\alpha_{2кр}$ – коэффициент теплоотдачи от крышки к окружающей среде, Вт/м²·град,

$$\alpha_{2.кр} = 3.3 \cdot \alpha_{к},$$

b_i – толщина слоев крышки, м,

λ_i – коэффициент теплопроводности слоев, Вт/м · град

3.3 – коэффициент, учитывающий расположение ограждающей конструкции,

t_{cm} – температура наружной поверхности крышки, °С,

t_{oc} – температура окружающей среды, °С,

$$\alpha_{2.кр} = 3,3 \cdot 10,103 = 33,34$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{90} + \frac{1}{33.34} + \frac{2 \cdot 0.0025}{56} + \frac{0.095}{0.042}} = 0.434$$

$$Q_{2-7} = 3,6 \cdot 0,434 \cdot 12,65 \cdot 10,78 \cdot 14 \cdot (50-20) = 89485,12 \text{ кДж}$$

8) Потери тепла на испарение части воды затворения и нагрев водяных паров

$$Q_{2-8} = G_{ви} (r + c_{ви} t_{(1-2)ви}),$$

где r скрытая теплота парообразования, 2382,18 кДж/кг

$c_{ви}$ теплоемкость водяного пара, 8,0752 кДж/кг град

$$Q_{2-8} = 1336,32 \cdot (2382,18 + 8,0752 \cdot 45) = 3668952,084 \text{ кДж}$$

9) Тепло, уносимое конденсатом

$$Q_{2-9} = G_k \cdot c_k \cdot t_{из},$$

где $G_k = G_1 - G_{св} - G_{пр}$, (64)

$G_{пр}$ потери пара через неплотности установки в атмосферу 0.1...0.2 от общего расхода пара за период,

$G_{св}$ масса пара, заполняющего свободный объем щелевой камеры

$$G_{св} = n (V_k - V_{бк} - V_{ф}),$$

где n плотность пара при средней температуре в камере в период подъема температуры, 0,083022 кг/м³

c_k удельная теплоемкость конденсата, 4,19 кДж/кг град.

$$G_{св} = 0,083022 \cdot (1698,5 - 76,8 - 9) = 133,889 \text{ кг}$$

$$G_k = G_1 - 133,889 - 0,1G_1 = 0,9G_1 - 133,889 \text{ кг}$$

$$Q_{2-9} = (0,9G_1 - 133,889) \cdot 4,19 \cdot 50 = 188,55G_1 - 28049,74 \text{ кДж}$$

10) Потери тепла с паром, уходящим через неплотности установки

$$Q_{2-10} = G_{пр} c_n t_{(1-2)из},$$

где c_n удельная теплоемкость пара, 8,0752 кДж/кг град

$$Q_{2-10} = 0,1G_1 \cdot 8,0752 \cdot 50 = 40,376G_1 \text{ кДж}$$

- 11) Расход тепла на нагрев паровоздушной смеси, заполняющей свободный объем щелевой камеры

$$Q_{2-11} = G_{св} c_n t_{из.}$$

$$Q_{2-11} = 133,889 \cdot 8,0752 \cdot 50 = 54059,023 \text{ кДж}$$

Сумма расходных статей

$$Q_{2p} = Q_{2-i.}$$

$$Q_{2p} = 8286437,4 + 2099692,8 + 176521,68 + 1296000 + 1525247,74 + 176670,57 + 89485,12 + 3668952,084 + 188,55G_1 - 28049,74 + 40,376G_1 + 54059,023 = 17345016,68 + 228,926G_1$$

Уравнение теплового баланса для периода выдержки

$$Q_{1n} = Q_{2p}$$

Решая данное уравнение определяется расход теплоносителя, поданного в камеру в период изотермической выдержки G_2 :

$$13558715,38 + G_1 \cdot 2626,29 = 17345016,68 + 228,926G_1$$

$$2397,364G_1 = 3786301,3$$

$$G_1 = 1579,36 \text{ кДж}$$

Среднечасовой расход теплоносителя, кг/ч,

$$G_{2c} = \frac{G_2}{D_u} \quad (68)$$

$$G_{2c} = \frac{1579,36}{14} = 112,8$$

Удельный расход воды на тепловую обработку, кг/м³,

$$G_{yn} = \frac{G_1}{V_{ок}} \quad (69)$$

$$G_{yn} = \frac{1579,36}{76,8} = 20,56 \text{ кг/м}^3$$

Так как наш удельный расход воды $20,56 < 170 \text{ кг/м}^3$, то необходимости в изменении конструктивного решения ограждений тепловой установки или режима тепловой обработки нет [26].

Таблица 15 – Сводный баланс пропарочной щелевой камеры

№ статьи	Обозначение статьи	Наименование	Единица тепла	%
1-1	Q ₁₋₁	Теплосодержание сухой части бетонной смеси, поступившей в зону	8286437,4	68,68
	Q ₁₋₂	Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси	2099692,8	17,4
	Q ₁₋₃	Теплосодержание арматуры и закладных деталей изделий, загруженных в камеру	176521,68	1,46
	Q ₁₋₄	Теплосодержание форм	1296000	10,74
	Q ₁₋₅	Тепло материалов ограждений	152247,74	1,26
	Q ₁₋₆	Тепло, вносимое теплоносителем	53996,52	0,45
	Итого:			12064896,14

Окончание таблицы 15

№ статьи	Обозначение статьи	Наименование	Единица тепла	%
2-2	Q ₂₋₁	На нагрев сухих материалов	8286437,74	47,76
	Q ₂₋₂	На нагрев воды в бетонной смеси	2099692,8	12,1
	Q ₂₋₃	На нагрев арматуры и закладных деталей	176521,68	3,7
	Q ₂₋₄	На нагрев форм	1296000	7,47
	Q ₂₋₅	На нагрев материалов ограждений	1525247,74	8,79
	Q ₂₋₆	Потери тепла в окружающую среду через стены	176670,57	1,02
	Q ₂₋₇	Потери тепла через крышку	89485,12	0,515
	Q ₂₋₈	Потери тепла на испарение части воды затворения и нагрев	3668952,084	21,15

		водяных паров		
	Q ₂₋₉	Тепло, уносимое конденсатом	24134,7	0,14
	Q ₂₋₁₀	Потери тепла с паром, уходящим через неплотности установки	838,205	0,0048
	Q ₂₋₁₁	Расход тепла на нагрев паровоздушной смеси, заполняющей свободный объем щелевой камеры	4059,023	0,023
Итого:			17349769,06	100

Преимуществами тепловой щелевой камеры является непрерывность ее работы, мягкий режим тепловой обработки, возможность регулирования подачи теплоносителя при помощи системы клапанов. Отсутствие внутренних перегородок образывает единое пространство внутри щелевой камеры, способствующее свободной циркуляции паровоздушной смеси. Недостатком является отсутствие дополнительного увлажнения воздуха внутри щелевой камеры. В качестве улучшения можно предложить установку дополнительной системы воздухоувлажнения.

7.АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Реализация планов по увеличению объемов строительства и производительности труда в этой сфере национальной экономики во многом зависит от развития предприятий строительной отрасли. Развитие строительной отрасли исключительно за счет увеличения производственных мощностей потребует значительных капитальных вложений и привлечения большого количества обслуживающего персонала. Благодаря использованию последних научных достижений, применению передовых технологий и совершенствованию оборудования можно добиться роста производства при минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов. В то же время автоматизация производства, которая является одним из технологических трендов, приобретает особое значение. Главной особенностью автоматизации как совершенно нового этапа в производственном процессе является освобождение людей от функций непосредственного контроля и управления. В то же время автоматизация создает условия, при которых могут выполняться самые передовые технологические процессы, обеспечивая оптимальное использование сырья, энергии и оборудования.

7.1 Тепловой контроль и автоматика.

Автоматизация процессов тепловой обработки изделий имеет целью обеспечить заданный тепловлажностный режим твердения бетона для получения продукции с требуемым комплексом свойств. На заводах сборного железобетона используют дистанционный и местный автоматический контроль основных параметров тепловой обработки и автоматическое управление с программным регулированием температурного режима.

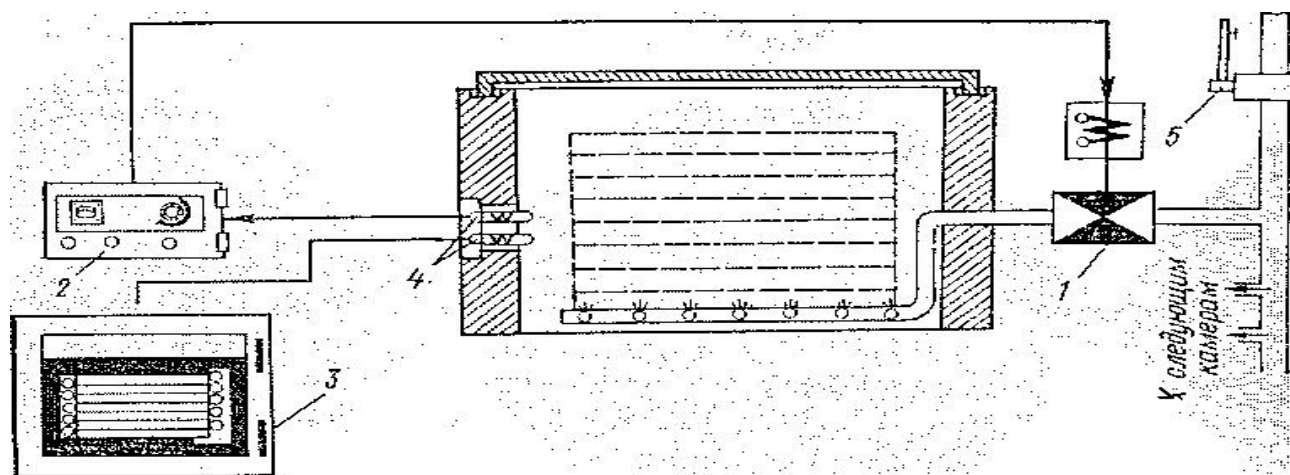
Разработаны и применяются полуавтоматические и автоматические системы управления установками ускоренного твердения бетона. При

полуавтоматическом регулировании паровоздушная среда нагревается до заданной температуры, однако характер изменения нагрева среды не задается и может изменяться в широких пределах. Для осуществления полуавтоматического регулирования установок периодического действия в системе пароснабжения устанавливают диафрагмы и регуляторы температуры. При достижении изотермической выдержки регуляторы автоматически поддерживают требуемую температуру. При этом методе пар в период нагрева подается без учета начальной температуры камер.

Для автоматического регулирования режима тепловой обработки изделий применяются системы, в которых регулируется либо температура теплоносителя (в ямных камерах), либо температура конденсата (в кассетных установках, термоформах).

Автоматическое регулирование в кассетных установках осуществляется с использованием программных регуляторов температуры ПРТЭ-4М (рис.4) или ЭРП-61. Некоторые основные параметры регулятора ПРТЭ-2М: пределы изменения температуры 0-100°C; точность изменения температуры от верхнего предела шкалы $\pm 2,5\%$; чувствительность- не менее 0,5°C; максимальная продолжительность регулирования 24 ч, потребляемая мощность 30 Вт. Регулятор имеет свой задатчик - копир, вырезаемый в соответствии с желаемым графиком температурного режима. Изделия обрабатывают паром при определенном давлении с целью поддержания пара в требуемых пределах. На общей паровой магистрали устанавливают регулирующий клапан прямого действия. Для стабилизации давления пара общий трубопровод обычно закольцовывают. При падении давления в паропроводе срабатывает специальный сигнализатор. Сигнализатор отключает электропитание регулятора, вместе с тем включается датчик (счетчик) времени простоя кассеты. Режим изменения температуры в каждой кассетной установке записывается на диаграмме электронного моста.

Окончание цикла работы кассетной установки оповещается световой сигнализацией.



При автоматизации режима работы кассетных установок важное значение имеет устранение температурных перепадов, которые в различных точках по длине и высоте изделий в период подъема температуры достигают 35°C . С этой целью кассетные установки оснащают эжекторами. Эжектор устанавливают перед коллектором распределения пара по тепловым отсекам. При подаче пара в камеру всасывания эжектора образуется разрежение в результате происходит отсос воздуха и паровоздушной смеси. Отсасываемая смесь поступает в камеру эжектора, где смешивается со свежим паром, понижая его температуру. Полученная паровоздушная смесь подается через коллектор подачи пара в перфорированные трубы, проходящие внутри отсеков. Благодаря усиленной циркуляции температура паровоздушной смеси по плоскости рубашек кассеты выравнивается. Разброс температуры по всей площади кассет, оборудованных эжекторами, не превышает 10°C ; сокращается цикл тепловой обработки и расход пара, повышается равнопрочность в различных точках изделий.

8.ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

8.1Технологическая схема

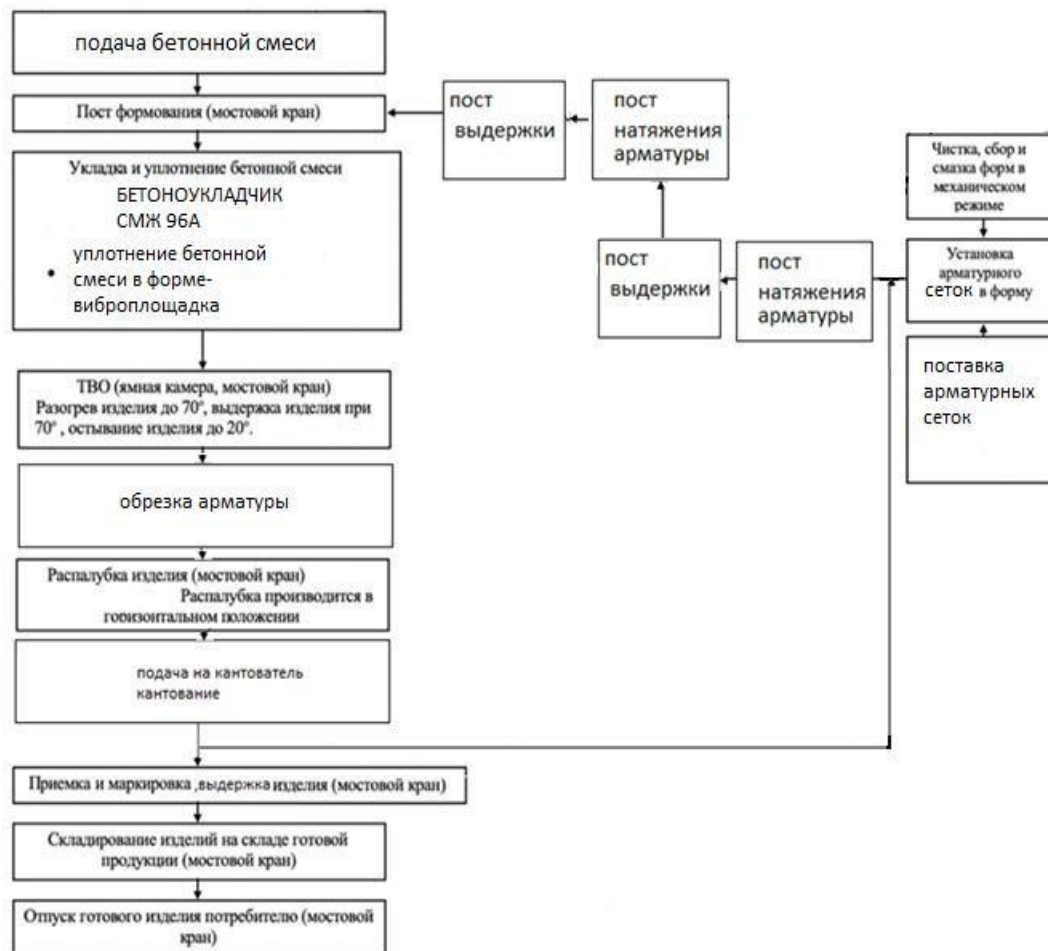


Рисунок 4 – Технологическая схема производства трехслойных стеновых панелей

8.2 Описание технологического процесса

Процесс формования изделий - важнейшая стадия их изготовления на заводах сборного железобетона. Процесс формования изделий состоит из следующих операций: сборки, очистки и смазки форм и бортовой оснастки, установки и фиксации арматурного каркаса в форме, укладки, распределения и уплотнения бетонной смеси в форме, отделки открытой поверхности изделия и извлечения готового изделия из формы после тепловой обработки.

1)Подготовка формы

Производство стеновых панелей размерами 2,98x2,785 начинается с того, что 2 бетонщика 3,4 разряда с помощью щеток, скребков и затирочной машины очищает форму от остатков и наплывов бетона. После чего производят смазку формы, что занимает у них две минуты. Форма смазывается разделительной консистентной смазкой, в состав которой входят: концентрированный раствор ВЛВ-15 («Поронет»), вода и карбонат кальция. После высыхания консистентной смазки на поверхность формы наносится замедлитель твердения бетона. Затем идёт строповка формы и перемещение её на пост армирования. Стropовка и перемещение формы занимает две минуты.

2) Армирование

Готовая форма на посту армирования расстроповывается бетонщиком 3 разряда в течение 30 секунд. Установка и натяжение стержней происходит с помощью домкрата двумя арматурщиками 4 разряда в течение 14 минут. Далее производится установка, заранее изготовленных на установке СМЖ-420, арматурных сеток в течение 6 минут при помощи двух арматурщиков 4 разряда и мостового крана №1.

После армирования форму стропует бетонщик 3 разряда в течение 30 секунд, после чего форма транспортируется мостовым краном №1 в течение 30 секунд на пост формования.

3) Формование

На посту формования происходит укладка бетонной смеси бетоноукладчиком в течение 4-х минут, а затем идет уплотнение бетонной смеси на виброплощадке в течение 9-ти минут.

После формования форму с изделием стропует бетонщик 3 разряда в течение 30 секунд, после чего форма транспортируется мостовым краном №1 в течение 30 секунд на пост ТВО.

4) Тепловлажностная обработка

На посту тепловой обработки форма устанавливается в ямную пропарочную камеру, где и расстроповывается бетонщиком 3 разряда в течение 30 секунд.

Изделие подвергают тепловлажностной обработке

продолжительностью 9 часов, из них на подъем температуры приходится 3 часа, на изотермическое выдерживание при максимальной температуре 40 °с 4 часа и на остывание в тепловом агрегате приходится 2 часа.

После достижения бетоном распалубочной прочности форму стропует бетонщик 3 разряда в течение 30 секунд, и она транспортируется мостовым краном №1 в течение 30 секунд на пост распалубки.

5)Распалубка

На посту распалубки форма расстроповывается в течение 30 секунд бетонщиком 3 разряда.

Распалубка изделия осуществляется бетонщиком 3 разряда и мостовым краном №2 в два этапа.

Сначала бетонщик 3 разряда при помощи гайковерта снимает заглушку с раструба формы в течение 1 минуты, далее стропует форму в течение 30 секунд и кран при помощи траверсы-кантователя переводит форму в вертикальное положение. После чего форма снимается с изделия. Весь процесс занимает 5 минут.

После распалубки изделие стропуется бетонщиком 3 разряда в течение 30 секунд и транспортируется мостовым краном №2 на пост доводки, приемки и маркировки в течение 1 минуты. Свободная форма стропуется бетонщиком 3 разряда в течение 30-ти секунд и перемещается мостовым краном №1 на пост подготовки форм в течение 1 минуты.

6) Пост доводки, приемки и маркировки

Доводка - это чистовая обработка деталей с целью получения точных размеров и малой шероховатости поверхностей. Доводка осуществляется абразивными порошками или пастами, наносимыми соответственно или на обрабатываемые поверхности. Доводку проводит бетонщик 3 разряда в течение 3-х минут. Затем изделие проходит маркировку инженером ОТК 4 разряда в течение двух минут и погружается мостовым краном №2 на самоходную тележку такелажником 3 разряда в течение 3-х минут.

8.3 Режим работы предприятия

Расчет проектной мощности предприятия производится, исходя из производительности ведущего оборудования, режима работы и фонда чистого времени работы оборудования.

Число рабочих суток в году 253, количество рабочих смен в сутки 3, продолжительность рабочей смены 8 часов.

Расчетный фонд рабочего времени составляет 6072 часа.

8.4 Циклограмма работ

Циклограмма дает наглядное представление о согласованности времени выполнения отдельных операций. На циклограмме по оси ординат откладывают время, по оси абсцисс координаты.

По циклограмме видно, что первая машина может начать работу только после того как другая подготовила для нее фронт работ, например, укладку бетонной смеси можно начинать только после того как установлена подготовленная форма.

Циклограмма строится на длительность одного цикла. На циклограмме проекция любой линии на оси t есть продолжительность выполнения операции, на оси S перемещение машины при выполнении операций.

Циклограмма работ кранов, а также оптимизированный график технологических процессов представлены на листе

8.5 Посты и крановые операции

- 1 – пост чистки смазки;
- 2 – пост армирования;
- 3 – пост укладки декоративного слоя;
- 4 – пост формования внешнего слоя;
- 5– пост формования внутреннего слоя;
- 6– пост-ТВО
- 7– пост- распалубка

8– пост отделки, приемки и маркировки;

Движение крана №1:

К₁¹-К₂¹-строповка формы

К₂¹-К₃¹-перемещение форм на пост формования

К₃¹-К₄¹-расстроповка

К₄¹-К₅¹-простой крана

К₅¹-К₆¹-переход крана на пост распалубки

К₆¹-К₇¹-К₈¹-К₉¹-строповка, перемещение,расстроповка форм на пост чистки, смазки форм

К₉¹- К₁₀¹-К₁₁¹простой крана, переход крана на пост изготовления арматурных сеток

К₁₁¹-К₁₂¹-К₁₃¹-К₁₄¹строповка, перемещение и расстроповка арматурных сеток на пост формования

К₁₄¹-К₁₅¹-К₁₆¹- простой и переход крана на пост чистки,смазки форм

К₁₆¹-К₁₇¹-К₁₈¹-К₁₉¹- строповка, перемещение и расстроповка формы на пост армирования

К₁₉¹-К₂₀¹-К₂₁¹- простой крана и переход на пост ТВО

К₂₁¹-К₂₂¹-К₂₃¹-К₂₄¹- строповка, перемещение и расстроповка форм на пост распалубки

К₂₄¹-К₂₅¹-К₂₆¹- простой крана, переход на пост формования

К₂₆¹-К₂₇¹-К₂₈¹-К₂₉¹- строповка,перемещение и расстроповка форм на пост ТВО

К₂₉¹-К₃₀¹-К₃₁¹- простой крана и переход на пост армирования

Движение крана №2:

К₁²-К₂²-К₃²-К₄²- строповка, перемещение, расстроповка изделия на пост доводки, маркировки

К₄²-К₅² - простой крана

К₅²-К₆²-К₇²-К₈²- строповка, перемещение, расстроповка изделия на самоходную тележку

К₈²-К₉²-К₁₀²- простой крана, переход на пост распалубки

К₁₀²-К₁₁²- К₁₂² распалубка.

К₁₂²-К₁₃²- переход крана на пост распалубки

8.6 Организация труда рабочих на технологической линии

После проведенной оптимизации необходимо оценить ее эффективность, рассчитав среднюю интенсивность потребления ресурсов, потери труда из-за неравномерного и неполного использования ресурсов и наибольшую интенсивность текущего потребления ресурсов.

Средняя интенсивность потребления ресурсов:

$$P = \frac{\sum P(i;j) * T(i;j)}{T_c},$$

где P (i; j) – потребление ресурсов на операции, чел.

T (i; j) – длительность операции, мин.

T_c – такт выпуска, мин.

$$P = \frac{4 * 2 + 7 * 5 + 4 + 5 * 10}{20} = 4,85 \text{ чел-мин}$$

Потери труда из-за неравномерного и неполного потребления трудовых ресурсов:

$$\Delta H = H_f - H,$$

где H_ф – фактические затраты труда на стад. процессе чел-мин.

H – трудоемкость операции, мин.

H_ф = P_{max}*T_c, чел-мин.

P_{max} – наибольшая интенсивность текущего потребления ресурсов.

До оптимизации:

$$H_f = 9 * 20 = 180 \text{ чел-мин.}$$

$$\Delta H = 180 - 97 = 83 \text{ чел-мин.}$$

После оптимизации по первому способу:

$$H_f = 5 * 20 = 100 \text{ чел-мин.}$$

$$\Delta H = 100 - 97 = 3 \text{ чел-мин.}$$

После оптимизации по второму способу:

$$H_{\phi} = 3 \cdot 33 = 99 \text{ чел-мин.}$$

$$\Delta H = 99 - 97 = 2 \text{ чел-мин.}$$

8.7 Определение уровня механизации и автоматизации

Уровень механизации – доля в общем технологическом процессе операций, выполняемых при помощи механизмов, определяется по формуле:

$$Y_m = \frac{\sum Z_i \cdot K_i \cdot N_i}{3 \sum N_i},$$

где Z – характеристика вида механизации операции:

- $Z = 0$ - операция не механизирована;
- $Z = 1$ - операция выполняется при помощи машины ручного действия (без привода);
- $Z = 2$ - операция выполняется при помощи мех-ой машины (имеющей привод, но требующий ручной труд);
- $Z = 3$ – операция выполняется при помощи мех-ой машины (имеющий привод, не требующей ручной труда) или автоматом.

K – коэффициент степени механизации операций:

- $K = 1$ – операция полностью механизирована;
- $K = 0,5$ – операция частично механизирована.

N_i – количество операций.

Уровень автоматизации – доля в общем технологическом процессе операций, выполняемых при помощи автоматических и полуавтоматических устройств, агрегатов и линий, определяется по формуле:

$$Y_a = \frac{\sum Z_i \cdot K_i \cdot N_i}{1,5 \sum N_i},$$

где Z – характеристика вида автоматизации операции:

- $Z = 0$ – операция не автоматизирована;

- $Z = 1$ – операция выполняется при помощи полуавтоматических устройств, когда функции рабочего сводятся к включению, выключению агрегата и наблюдению;
- $Z = 1,5$ – операция выполняется автоматически, без участия человека, функция рабочего – наблюдение.

K – коэффициент степени автоматизации операций:

- $K = 1$ – операция полностью автоматизирована;
- $K = 0,5$ – операция частично автоматизирована.

N_i – количество операций

Для расчета уровня механизации и автоматизации используется сводная таблица 4.

Таблица 4 – Сводная таблица уровня механизации и автоматизации.

№	Операция	Механизация				Автоматизация			
		Z_i	k_i	n_i	$Z_i k_i n_i$	Z_i	k_i	n_i	$Z_i k_i n_i$
1	Операции на форм. линии								
1.1	Чистка формы	1	0.5	1	0.5	0	-	1	0
1.2	Смазка формы	1	0.5	1	0.5	0	-	1	0
1.3	Изготовление арм. сеток.	2	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5
1.4	Установка арм. сеток	1	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5
1.5	Укладка бетонной смеси в форму	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
1.6	Уплотнение бетонной смеси	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
1.7	ТВО	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
1.8	Распалубка	2	0.5	1	1	1	1	1	1
1.9	Доводка	1	0.5	1	0.5	0	0	1	0
1.10	Приемка и маркировка изделия	0	-	1	0	0	-	1	0
2	Транспортировка								
2.1	Строповка	0	-	1	0	0	-	1	0
2.2	Расстроповка	0	-	1	0	0	-	1	0
2.3	Съем изделия с формы	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.4	Транспортировка краном	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.5	Установка изделия на самоходную тележку	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.6	Подача б/с к бетоноукладчику	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
2.7	Загрузка бетоноукладчика	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
	Итого			17	28.5			17	9

				ni	Zikini			ni	Zikini
--	--	--	--	----	--------	--	--	----	--------

Расчет уровней механизации и автоматизации:

Уровень механизации:

$$Y_m = \frac{\sum Z_i * K_i * N_i}{3 \sum N_i} = \frac{28.5}{51} = 56\%$$

Уровень автоматизации:

$$Y_a = \frac{\sum Z_i * K_i * N_i}{1.5 \sum N_i} = 35\%$$

Таким образом, уровни механизации и автоматизации удовлетворяют требованиям ОНТП 07-85 ($Y_m > 50\%$; $Y_a > 30\%$).

9. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

9.1 Расчет стоимости строительно-монтажных работ и установки оборудования

На основании списка строительно-монтажных проектов был рассчитан бюджет на добавление дополнительных кранов для перемещения и установки опалубки и монтажный проект.

Таким образом, на установку двухбалочного мостового крана необходимо 875 844,06 руб. (Без НДС).

Основным оборудованием нового бетоносмесительного завода является итальянская бетоносмеситель принудительного действия "Piccini" производительностью 0,4 м³.

Бетономешалка имеет встроенный дозирующий бункер с раздвижной дверцей. Объем загрузочного бункера 0,65 м³. Бетономешалка имеет устройство автоматической подачи воды и химических добавок.

Стоимость бетоносмесительного завода - 4 500 000 рублей без НДС.

Кроме того, для работы бетоносмесителя потребуются подкрановая балка грузоподъемностью 3 тонны.

Стоимость этого крана 870 000 рублей без НДС.

Стоимость установки бетоносмесительного завода - 750 000 руб. Без НДС, стоимость установки подкрановой балки - 430 000 руб. Без НДС.

Следовательно, для выполнения всех строительно-монтажных работ требуется закупка и установка необходимого оборудования 925 844 руб. (Без НДС).

Строительство бетоносмесительного завода займет 2 месяца. В первый месяц потребуются 70% -30% от общего объема вложений во второй, а затем 4 848 090 руб. И 2 077 753 руб. Соответственно.

Увеличение объемов производства означает увеличение количества сотрудников в компании, увеличение количества инженерно-технического персонала, а строительство новой установки по производству бетонного раствора требует дополнительных рабочих мест.

С увеличением выпуска панелей снижаются затраты на рабочую силу, что свидетельствует о более рациональной загрузке производственных мощностей.

Однако при наличии дополнительного крана для его эксплуатации требуется 1 оператор, 1 вспомогательный рабочий и 1 сменный мастер.

Дополнительные работы увеличивают стоимость продукта, но за счет увеличения производительности в 5 раз (по количеству трехслойных стеновых панелей) стоимость продукта снижается (например, доля косвенных затрат на единицу продукта уменьшается).

По данным экономического отдела ООО «Бетотек», основная стоимость (средневзвешенная) трехслойных стеновых панелей на сегодняшний день составляет 7 900 руб. За 1 м³ продукции, а цена без НДС (средневзвешенная) - 9 700 руб. За 1 м³. Прогнозируется, что с увеличением мощности производственной линии стоимость трехслойных стеновых панелей снизится до 7650 рублей за 1 м³ продукции.

9.2 Экономическая оценка целесообразности строительства

9.2.1 Анализ увеличения прибыли предприятия

До установки дополнительных кранов завод мог установить в среднем 6 трехслойных стеновых панелей за смену (18 м³ за смену). Ежемесячная производственная мощность завода составляет 540 м³.

С добавлением кранов завод может установить еще 35 (до 40 при необходимости) трехслойных наружных стеновых панелей за смену. Ежемесячная производственная мощность завода составит 630 м³. Таблица 25 – Изменения, связанные со строительством бетонорастворного узла

Наименование	Ед. Изм.	До строительства	После строительства
--------------	----------	------------------	---------------------

Производительность линии по трехслойным стеновым панелям	м ³	600	3150
Себестоимость изделия	руб./м	7 900	7 650
Цена изделия	руб./м	9 700	9 700

Окончание таблицы 25

Наименование	Ед. Изм.	До строительства	После строительства
Выручка от реализации трехслойных панелей	руб.	5 820 000	30 555 000
Затраты на изготовление и продажу трехслойных стеновых панелей	руб.	4 740 000	24 097 500
Прибыль до налогообложения	руб.	1 080 000	6 457 500
Налог на прибыль (24%)	руб.	259 200	1 549 800
Чистая прибыль	руб.	820 800	4 907 700
Выработка на одного рабочего	м ³	38,57	225

Как видно из таблицы 25, при увеличении производительности в 5,25 раза, чистая прибыль завода увеличивается в 5,98 раза, что обусловлено уменьшением себестоимости. Проведем анализ влияния каждого фактора в отдельности на изменение чистой прибыли предприятия. Исходные данные представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Данные для анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия

Показатель	Условные обозначения	До строительства БРУ	После строительства БРУ	Влияние	
				Абсолютное	Удельный вес, %

Прибыль до налогообложения, руб.	y	1 080 000	6 457 500	5 377 500	100
Прибыль с 1 м ³ изделия, руб.	x ₁	1 800	2 050	150 000	2,79%
Производительность, м ³ железобетона	x ₂	600	3 150	5 227 500	97.21%

Расчет прибыли:

$$\Pi = (\Pi - C) * \text{Пр}, \quad (77)$$

где Π – прибыль;

Π – цена за 1 м³ железобетона (неизменная 9700 рублей за 1 м³ изделия);

C – себестоимость 1 м³ изделия;

Пр – производительность линии.

Таким применяем мультипликативную модель факторных систем:

$$y = x_1 * x_2 \quad (78)$$

Для оценки влияния факторов на изменение прибыли используем метод абсолютных разниц.

$$\Delta y_{x_1} = (x_{11} - x_{10}) \quad (79)$$

$$\Delta y_{x_2} = x_{11} * (x_{21} - x_{20}) \quad (80)$$

$$\Delta y_{x_1} = (x_{11} - x_{10}) = (2050 - 1800) = 250 \text{ руб./м}^3.$$

$$\Pi = 250 \text{ руб./м}^3 * 600 \text{ м}^3 = 150 000 \text{ рублей.}$$

$$\Delta y_{x_2} = x_{11} * (x_{21} - x_{20}) = 2 050 * (3 150 - 600) = 5 227 500 \text{ руб.}$$

Таким образом, прибыль выросла на 5 377 500 рублей за счет влияния себестоимости и объемов производства трехслойных стеновых панелей. Снижение себестоимости на 250 рублей за 1 м³ влечет к увеличению прибыли на 150 000 рублей (2, 79% от общего увеличения), а параллельно с этим, увеличение объемов производства на 2 550 м³ железобетона влечет к увеличению прибыли на 5 227 500 рублей, что составляет 97,21 % от общего увеличения прибыли.

чная производственная мощность составляет 3150 м³.

9.3. Эффективность капитальных вложений

Эффективность инвестиций (относительная стоимость) оценивается по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{Ц - С}{К} \geq \mathcal{E}_н, \quad (81)$$

где Ц – цена продукции;

С – себестоимость;

К – капиталовложения;

\mathcal{E}^* - абсолютная эффективность капиталовложений;

$\mathcal{E}_н$ - нормативная абсолютная эффективность капиталовложений.

Если $\mathcal{E}^* \geq \mathcal{E}_н$, то данные капиталовложения использовать выгодно. Сейчас применять эту формулу нецелесообразно. Если существуют государственные капитальные вложения, то смысл в этой формуле есть.

Показатель сравнительной эффективности – приведенные затраты:

$$С + E_n K \rightarrow \min, \quad (82)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Для инвестора важно когда деньги затратить и когда получить доход, затраты и доходы должны быть сопоставимы в смысле времени.

Важное место занимает дисконтирование - приведение затрат и выгоды к одному сроку, моменту времени. Инвестиции никогда не бывают одномоментными, кроме как при приобретении машин, а инвестиционный цикл всегда растянут:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (83)$$

где T - инвестиционный цикл;

t_0 - момент принятия решения о вложении денег;

t_1 - время проектирования;

t_2 - время строительства;

t_3 - время освоения мощности;

t_4 - время эксплуатации объекта;

t_5 - время на ликвидацию объекта.

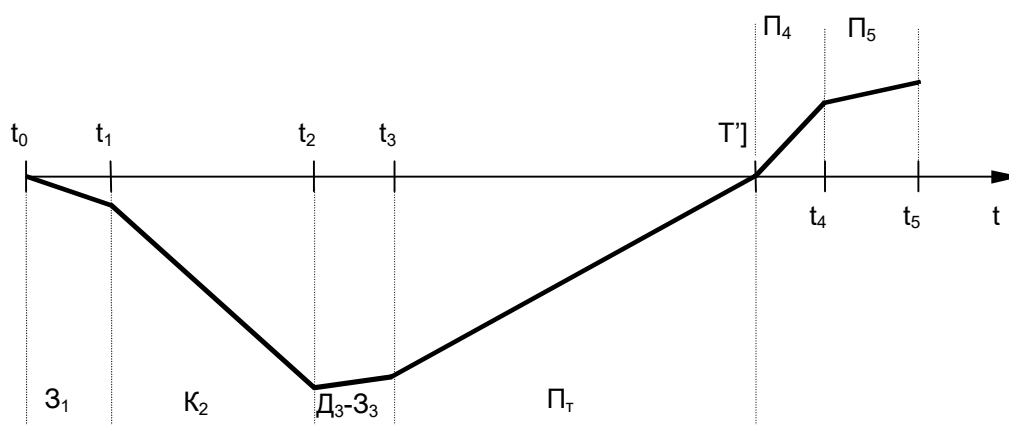


Рисунок 8 – инвестиционный цикл; Z_1 – затраты на проектирование, K_2 – затраты на строительство объекта, D_3-Z_3 – реализация продукции и освоение производства, P_t – прибыль от реализации продукции, P_4 – чистая прибыль, P_5 – срок, в течение которого наблюдается снижение величины прибыли за счет устаревания технологии, выработки сырья и т.д.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – основной показатель для выбора инвестиционного проекта.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - K_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^{t-1}}, \quad (84)$$

где R_t – результат инвестиций на каждом шаге (выручка от продаж);

K_t – капиталовложения;

Z_t – текущие выплаты;

E – норма дисконта;

t – шаг дисконтирования;

T – горизонт дисконтирования.

При расчете ЧДД учитывают все виды выплат, потому доход и чистый; дисконтированный, так как происходит дисконтирование дохода, то есть приведение к одному сроку.

При выбранном горизонте дисконтирования и выбранном дисконте инвестиционный вариант считается выгодным, если ЧДД не меньше 0, иначе вариант считается невыгодным.

При сравнении планировочных, конструктивных, технологических вариантов возведения зданий и сооружений, часто, результат (R) или неизвестен, или неизменен, тогда для выбора варианта можно применять показатель дисконтированных затрат:

$$ДЗ = \sum_{t=1}^T (K_t + З_t) * \frac{1}{(1 + E)^{t-1}} \rightarrow \min. \quad (85)$$

В связи с тем, что большая часть капитальных вложений осуществляется раньше, чем начинаются эксплуатационные затраты, эти затраты «отделяются» и тем самым снижается их значение из-за влияния дисконтирования, т.е. в формулах (ЧДД) и (ДЗ) капитальные вложения и эксплуатационные затраты не приравниваются, а сумма их имеет тот же смысл что и приведенные затраты.

Для более обоснованного выбора инвестиционного проекта, кроме критерия ЧДД (5.3), используется показатели: индекс доходности (ИД) и внутренняя норма доходности (ВНД)

$$ИД = \frac{1}{K_{np}} \sum_{t=1}^T \frac{(R_t - З_t)}{(1 + E)^{t-1}}. \quad (86)$$

При $ИД > 1$ проект выгоден. Кроме того ИД может использоваться как критерий сравнительной эффективности, если $ИД_1 > ИД_2$, первый вариант выгоднее.

Внутренняя норма доходности – это расчетная величина дисконта (E), при которой значение приведенных (дисконтированных) эффектов равно значению дисконтированных капиталовложений. ВНД определяется путем решения относительно E равенства:

$$\sum_{t=1}^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1 + E)^{t-1}} = \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1 + E)^{t-1}}. \quad (87)$$

Эффективность проекта определяется путем сравнения ВНД с заданной инвестором нормой дисконта E_n . Кроме того, из выражения (5.6) можно определить величину дисконта E, если инвестор затрудняется задать эту величину.

Расчет чистого дисконтированного дохода представлен в приложении В. За норму дисконта принимается банковская ставка по вкладам для юридических лиц – 8,9% годовых.

Капиталовложения по строительству бетонорастворного узла для декоративных бетонных смесей окупится за 3,2 месяца с начала строительства.

Индекс доходности ИД за 1 год с начала строительства равен 8,91, что говорит о высокой эффективности капиталовложений [29].

Общая сумма дисконтированных капиталовложений составляет 6 859 тысяч рублей, сумма дисконтированных затрат на производство в течение 10 месяцев – 228 035 тысяч рублей. Дисконтированная выручка – 289 142 тысячи рублей. Чистый дисконтированный доход составляет 61 107 тысяч рублей. рок окупаемости капиталовложений составляет 4 месяца. Расчет чистого дисконтированного дохода представлен в приложении В.

10 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Задача охраны труда состоит в том, чтобы свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфортных условий при максимальной производительности труда. Основу этой системы составляют внедрение новой безопасной и высокопроизводительной техники, прогрессивные методы организации труда, комплексная механизация и автоматизация.

В нашей стране действует система стандартов безопасности труда (ССБТ), в рамках которой систематизируется нормативно-техническая документация по безопасности труда. Система стандартов устанавливает: организационно-методические положения по построению самой системы; требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов; требования безопасности к производственным процессам; требования к средствам защиты работающих.

Мероприятия технического характера направлены на облегчение условий труда, обеспечение безопасных условий труда, устраняющих причины, вызывающие травматизм и профессиональные заболевания.

При проектировании, строительстве и эксплуатации производственных предприятий должны соблюдаться правила и нормы по охране труда. Предприятия, цех, участок, лаборатория не могут быть приняты в эксплуатацию, если на них не обеспечены здоровые и безопасные условия труда, предусмотренные правилами и нормами.

Правила по технике безопасности содержат требования, направленные на защиту работающих от воздействия предметов и средств труда. В них регламентируются условия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию машин, оборудования, инструментов.

В условиях широкого применения технологических процессов и оборудования при производстве железобетонных плит перекрытия, комплексной

механизации и автоматизации производственных процессов обеспечение безопасности труда рабочего представляет собой актуальную проблему.

Рассмотрим проблемы безопасности жизнедеятельности возможные при производстве трехслойных стеновых панелей и методы их решения.

10.1 Общая характеристика участка производства трехслойных стеновых панелей

Параметры здания, в котором расположено производство, должны соответствовать требованиям СНиП 2.09.02-85 — «Производственные здания промышленных предприятий».

Объемно-планировочные решения зданий и помещений должны обеспечивать возможность реконструкции и технического перевооружения производства, изменения технологических процессов и перехода на новые виды продукции.

При проектировании зданий следует объединять, как правило, в одном здании помещения для различных производств, складские, административные и бытовые помещения, а также помещения для инженерного оборудования, принимать объемно-планировочные решения зданий с учетом сокращения площади наружных ограждающих конструкций. Также следует принимать площадь световых проемов в соответствии с нормами проектирования естественного и искусственного освещения, или принимать здания без световых проемов, если это допускается условиями технологии, санитарно-гигиеническими требованиями и экономически целесообразно.

Производственный цех по изготовлению стеновых панелей относится к зданиям категории «Д», степень IIIб. Производственная площадь составляет 3216 м² – удовлетворяет условиям СНиП 2.09.02 – 85.

Для производственных предприятий следует применять преимущественно здания, сооружения и укрупненные блоки инженерного технологического оборудования в комплектно-блочном исполнении заводского изготовления,

разрабатывать объемно-планировочные решения с учетом необходимости снижения динамических воздействий на строительные конструкции, технологические процессы и работающих, вызываемых виброактивным оборудованием или внешними источниками колебаний [19].

Архитектурные решения зданий следует принимать с учетом градостроительных, климатических условий района строительства и характера окружающей застройки. Цветовую отделку интерьеров следует предусматривать в соответствии с ГОСТ 14202 и ГОСТ 12.4.026.

Геометрические параметры зданий - модульные размеры пролетов, шагов колонн и высот этажей должны соответствовать требованиям ГОСТ 23838 (СТ СЭВ 6084), мобильных (инвентарных) зданий – ГОСТ 22853. При разработке проектов реконструкции существующих зданий допускаются отступления от указанных параметров, если они обоснованы в технологической части проекта.

Склады сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, размещаемые в производственных зданиях, а также грузовые платформы (рампы) следует проектировать с учетом требований СНиП 2.11.01.

10.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Завод «ООО Бетотек» относится к числу предприятий, на которых производственная санитария и техника безопасности являются одними из важнейших критериев сохранения здоровья каждого работающего на предприятии. Производственные цехи на заводе в результате выполнения технологических процессов создают выделение пыли, конвекционного тепла, паров и вредных газов. В формовочных цехах используются вибрационные механизмы, которые оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья рабочего, они же являются источником шума, травм.

При работе в цехе по производству стеновых панелей происходит воздействие опасных и вредных факторов на организм человека в соответствии с ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Физические опасные и вредные производственные факторы:

- повышенный уровень шума на рабочем месте
- повышенный уровень вибрации
- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень статического электричества
- повышенная или пониженная подвижность воздуха; повышенная или пониженная влажность воздуха
- недостаточная освещенность рабочей зоны
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования [1].

Микроклимат

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Самочувствие и работоспособность человека зависят от состояния воздуха рабочей зоны и микроклимата, которые определяются сочетанием трех основных параметров: температуры, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения.

Действующими нормативными документами, регламентирующими микроклимат производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005 «Воздух рабочей зоны. Основные санитарно-гигиенические требования», СанПиН 2.2.4.548 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Этими документами установлены оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Допустимые нормы микроклимата на рабочем месте указаны в таблице 17.

Таблица 17 - Допустимые нормы микроклимата в помещении

Период года	Категория работ	Оптимальные нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах			Допустимые нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах		
		T, °C	ω, %	v, м/с	T, °C	ω, %	v, м/с
Холодный	Средней тяжести ПБ	17-19	40-60	0,2	21	75	Не более 0,4

Окончание таблицы 17

Период года	Категория работ	Оптимальные нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах			Допустимые нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах		
		T, °C	ω, %	v, м/с	T, °C	ω, %	v, м/с
Теплый	Средней тяжести ПБ	20-22	40-60	0,3	27	70 (при 25°C)	0,2 – 0,5

Работы относятся ко II Б категории тяжести. Существующие условия микроклимата в производственном помещении удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.01.005 – 88.

При выполнении физических работ обмен веществ усиливается, увеличивается количество вырабатываемого тепла, изменяется процесс терморегуляции. С ростом температуры сосуды расширяются, увеличивается приток крови к органам, повышается температура тела, как следствие, увеличивается теплоотдача, но если она затруднена, то происходит перегрев тела, что угнетающе действует на ИНС и происходит снижение работоспособности. Влажность воздуха оказывает влияние на терморегуляцию. При высоких температурах воздуха затрудняется теплоотдача путем испарения, что приводит к перегреву. При низких температурах приводит к переохлаждению организма, так как наличие водяных паров в холодном воздухе вызывает увеличение теплоотдачи. Предельные значения влажности при температуре воздуха 30°C влажность 85%; при температуре 40°C влажность должна быть 30%. Движение воздуха облегчает теплоотдачу путем конвекции только при температуре до 35°C.

При температуре свыше 35°C теплоотдача идет путем испарения, при температуре свыше 40° С движение воздуха может привести к перегреву [4].

Производственное помещение отапливается.

Основным источником тепловыделения в производственном цехе является камера тепловлажностной обработки изделий, в стенках которой находятся трубы с теплоносителем (водой $t = 50-55^0$ С).

Мероприятия для создания удовлетворительного микроклимата.

Для обеспечения параметров микроклимата в пределах допустимых значений используют вентиляцию. СНиП 2.04.05 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Аэрация осуществляется с помощью световых проемов, расположенных в два ряда по всей длине здания.

В летнее время в нижний ряд окон поступает воздух, нагреваясь, он поднимается вверх и удаляется через верхний ряд. Происходит удаление избытков тепла. В зимнее время окна закрываются, и в помещении сохраняется тепло. Для предотвращения проникновения в помещение холодного воздуха через проемы и двери зимой на входе устанавливают воздушно-тепловые завесы [18].

Автоматическая система управления процессом тепловой обработки позволяет дистанционно поддерживать заданный режим твердения бетона и отключать установку.

Освещение

Освещенность на рабочем месте должна отвечать условиям оптимальной работы зрения при заданных размерах объекта различия.

Правильно устроенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия труда. ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация » указывает следующие опасные и вредные факторы, связанные с неудовлетворительным освещением:

- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;

- пониженная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенная пульсация светового потока.

Воздействие этих факторов вызывает преждевременное утомление, притупляет внимание, снижает производительность труда и качество продукции и может оказаться причиной несчастного случая. Длительное воздействие указанных факторов может привести к ухудшению зрения.

Уровень освещенности на рабочем месте должен соответствовать характеру выполнения зрительной работы. С целью обеспечения равномерности распределения яркости на рабочей поверхности на участке используют при естественном освещении комбинированное освещение (верхнее и боковое), при искусственном освещении — общее и местное освещение. Величина освещенности должна быть постоянна во времени. Наибольшая видимость создается при падении световых лучей на рабочую поверхность под углом 60° к ее нормали. Осветительная установка должна быть безвредной и безопасной в процессе эксплуатации.

Нормирование производственного освещения ведется по СНиП 23-05 «Естественное и искусственное освещение. Норма проектирования». Создание рационального освещения

В цехе имеется искусственное и естественное освещение.

Естественное освещение осуществляется через световые проемы в стенах здания (боковое освещение), также применяют комбинированное освещение. Искусственное освещение необходимо в ночное время, а также в местах со слабой освещенностью. Для общего освещения рабочих помещений применяют лампы накаливания и люминисцентные лампы.

На случай аварии на участке предусмотрено аварийное освещение, при котором наименьшая освещенность рабочих поверхностей составляет 5% от нормируемой освещенности. В ночное время работы с целью охраны территорий предусмотрено охранное освещение, при котором наименьшая освещенность

рабочих поверхностей составляет 5% от нормируемой освещенности. ГОСТ 17677 «Светильники. Общие технические требования» [21].

Вибрация

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое колебание.

На предприятии ООО «Бетотек» используются машины и оборудование, создающие вибрацию, которая может передаваться на рабочие места и оказывать вредное воздействие на человека.

Основными источниками вибрации в цехе по производству стеновых панелей являются виброустановка для уплотнения бетонной смеси в форме, а также бетоноукладчик.

При работе машин и механизмов низкочастотные вибрации и шумы вызываются инерционными силами, силами трения, периодическими рабочими нагрузками. Высокочастотные вибрации и шумы возникают в результате ударов из-за наличия зазоров в соединениях механизмов, ударов в зубчатых и цепных передачах, соударения в подшипниках качения.

При повышенной интенсивности и длительном воздействии вибрации развивается профессиональная вибрационная болезнь, изменяется чувствительность

кожи рук, наблюдается головокружение. Самое негативное явление наблюдается, если частота вибрации совпадает с частотой вибрации тела, в этом случае проявляются очень сильные функциональные изменения в здоровье человека. Опаснее всего общая вибрация, которая передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. Этой вибрации подвержены, в том числе, такелажники и крановщики.

В настоящее время классификацию, гигиенические нормы вибрации, требования к вибрационным характеристикам производственного оборудования определяют ГОСТ 12.1.012 «Вибрация. Общие требования безопасности»,

СН 2.2.4/2.1.8.556 «Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Допустимые уровни вибрации устанавливаются для восьми часового рабочего дня, если эти уровни превышают допустимые, то продолжительность воздействия на человека должна быть сокращена. Нормирование производится по показателям виброскорости и виброускорения и их логарифмическим уровням.

Меры защиты от вибрации: технические, организационные, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические.

На предприятии выполняются следующие условия: к эксплуатации допускаются только исправные машины; рабочие, подвергающиеся действию вибрации, не привлекаются к сверхурочным работам, к работе с вибрирующими машинами допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, имеющие соответствующую квалификацию и сдавшие технический минимум по правилам безопасного выполнения работ; работающие обеспечиваются индивидуальными средствами защиты от вибрации и шума; на предприятии организованы участки по ремонту вибрационных машин.

В качестве индивидуальных средств защиты от вибрации используют специальную обувь на толстой подошве из губчатой резины, наушники, вибровкладыши [6,14].

Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям			
	Виброускорения		Виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с ² *10 ⁻²	дБ
5	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109

125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Шум

Шумом являются различные звуки, мешающие нормальной деятельности человека и вызывающие неприятные ощущения. Звук представляет собой колебательное движение упругой среды, воспринимаемое человеческим органом слуха.

Шум возникает в результате движения кранов и другого производственного оборудования. Механический шум возникает в результате движения элементов с переменным ускорением, соударение деталей, трение.

Шум неблагоприятно воздействует на человека. Продолжительное действие сильного шума на организм вызывает общее утомление, головную боль, повышение кровяного давления, снижение остроты слуха, ослабление внимания, некоторого нарушения координации движения и снижение работоспособности. Под влиянием сильного шума становится трудно разговаривать, появляются болевые ощущения, шум оказывает нагрузку на нервную систему. Также длительное действие сильного шума снижает зрение, изменяет ритм дыхания и сердечной деятельности. Постоянное воздействие шума приводит к бессоннице, раздражительности.

Основой нормирования шума является ограничение звуковой энергии, воздействующей на человека в течение рабочей смены, значениями, безопасными для его здоровья и работоспособности. Нормирование учитывает различие биологической опасности шума в зависимости от спектрального состава и временных характеристик и производится в соответствии с ГОСТ 12.1.003 " Шум.

Общие требования безопасности СН 2.2.4/2.1.8.562 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях общественных зданиях».

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах указаны в таблице 19.

Для борьбы с механическим шумом используют смазочные и прокладочные материалы. Коллективным методом защиты от шума являются звукопоглощающие облицовки, перегородки, кожухи; индивидуальным методом защиты являются вкладыши, наушники (если уровень звука составляет 20-40 дБ). ГОСТ 12.4.011 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [2,15].

Таблица 19 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах (дБ)

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса		
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд I степени
Напряженность легкой степени	80	80	75
Напряженность средней степени	70	70	65
Напряженный труд I степени	60	60	-

Вредные вещества

На данном производстве вредными веществами являются мелкая тонкодисперсная пыль, образующаяся в результате подачи сухого сыпучего материала с высоты в бункер. Также в цехе по производству плит проводятся работы, связанные с применением смазки - «Поронет», а также применение кислотной обработки готовых изделий и окраска поверхности гидрофобизирующим составом. Важно, чтобы концентрация вредных веществ не превышала ПДК. Предельно-допустимые концентрации регламентируются ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Предельно допустимая концентрация цемента в воздухе рабочей зоны составляет не более 6 мг/м³; паров смазки для форм (Поронет) не более 9 мг/м³.

На данном предприятии используется естественная вентиляция. В помещении по приготовлению декоративного бетона кроме естественной

вентиляции предусмотрена система аспирации. Также нормами необходимо обеспечить рабочих респираторами для индивидуальной защиты.

Для смазки форм используют «Поронет». Он относится к IV классу малоопасных продуктов по ГОСТ 12.1.007 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Острые отравления им маловероятны. «Поронет» не оказывает местного раздражающего действия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать установленных ГОСТ 12.1.005 [5].

Требования безопасности при эксплуатации строительных машин и процесса производства

Эксплуатация строительных машин очень опасна. Также в цехе опасна работа с кранами. Она требует повышенного внимания из-за возможности ненадежного его закрепления, выпадения. Она должна осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.033-84 (2001).

С правилами техники безопасности должны быть ознакомлены все инженерно-технические работники завода. Начальник цеха, мастера смен, бригадиры и все рабочие, занятые изготовлением предварительно напряженных конструкций, обязаны сдать экзамен по технике безопасности.

К обслуживанию устройств и работе по заготовке арматуры допускаются лица, не моложе 18 лет, обученные по специальной программе, изучившие устройство оборудования и сдавшие экзамен.

Сигнальные элементы (звонки, сирены, лампы) должны быть защищены от механических повреждений и расположены так, чтобы обеспечивалась надежная слышимость и видимость сигнала в зоне работы обслуживающего персонала.

Всё оборудование должно быть заземлено. Все металлические нетоковедущие части оборудования, которые могут оказаться под напряжением, должны иметь заземляющие устройства. Во избежание поражения электрическим током запрещается касаться незащищенными руками оборванных проводов.

Рабочие места подходы к механизмам и другому оборудованию должны содержаться в чистоте, не допускается загромождение их какими-либо предметами и материалами.

На видных местах должны быть вывешены инструкции, плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи, выдержки из типовых правил внутреннего распорядка.

Нахождение людей под поднятым грузом категорически запрещается. Персонал, обслуживающий оборудование, не должен подвергаться на местах воздействию шума, уровень звукового давления не должен превышать допустимого санитарными нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Требования охраны труда перед началом работы.

До начала работ все рабочие обязаны надеть спецодежду – обувь с термостойкой подошвой, каску защитную, перчатки с нитриловым или латексным покрытием и, в зависимости от выполняемой работы, защитные очки, респиратор, наушники, резиновые сапоги, плащ непромокаемый.

Проверить:

- наличие и исправность ограждений у вращающихся и движущихся частей оборудования:

- наличие смазки в машинах и механизмах;
- исправность заземляющих устройств, изоляции электропроводов, пусковых приспособлений.

Рабочие места подходы к механизмам и другому оборудованию необходимо привести в порядок, убрать, удалить посторонние предметы. Требования охраны труда во время работы.

Все вращающиеся части механизмов должны быть закрыты кожухами и снабжены блокирующими устройствами. При обнаружении неисправностей обслуживаемый механизм должен быть немедленно отключен, о чем сразу должен быть поставлен в известность мастер смены. Ремонт оборудования разрешается производить только после полной остановки и обесточивания механизмов. В местах включения необходимо вывешивать таблички "Не

включать, работают люди". Формовщику запрещается производить ремонт и наладку агрегатов.

После раскладки проволоки установить на рабочую дорожку переходные мостики с интервалом 20-30 метров.

Места изготовления арматурных сеток и каркасов должны быть ограждены щитами или сетками, высотой не менее 1,8 м, на ограждениях должны быть вывешены плакаты: "Осторожно-опасная зона!".

При подачи бетонной смеси в бункер бетоноукладчика формовщик должен находиться на площадке обслуживания. При работе формующей машины запрещается опускаться в приемный бункер, а также находиться впереди машины. Запрещено движение формующей машины без полного внешнего контроля, как рабочей зоны, так и соседствующей.

Перед мойкой машину обязательно отключить от электросети с помощью центрального выключателя. Запрещается находиться рядом с постом мойки во избежание попадания под струю воды высокого давления. Струя воды не должна попадать на электрощиты и кабели.

Строповку изделий следует производить в соответствие со схемой строповки грузов, вывешенной на рабочем месте. Для снятия изделий с рабочей дорожки использовать специальный захват.

При перемещении груза соблюдать расстояние, которое должно быть между выступающими предметами и перемещаемым грузом - не менее 0,5 м. Следить за тем, чтобы в зоне перемещения груза и на его пути не находились люди.

Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправностей у токоведущих или защитных частей электрооборудования - обрыве провода, повреждении изоляции, заземления, при перегреве электродвигателя или загорании изоляции электропроводов необходимо срочно включить рубильник и вызвать электрика.

Не приступать к работе до устранения неисправностей.

Рубильник следует выключать также при внезапном прекращении подачи электрического тока. При возникновении пожара необходимо немедленно

выключить источник тока сообщить о случившемся всем рабочим, администрации, и приступить к тушению огня имеющимися средствами пожаротушения. При невозможности потушить огонь собственными силами вызвать пожарную охрану по телефону-01.

О каждом несчастном случае необходимо немедленно известить непосредственного руководителя.

Требования охраны труда по окончании работы

По окончании работы формовщик обязан:

- отключить оборудование от электросети;
- механизмы и оборудование осмотреть и очистить от бетона, грязи и пыли;
- привести в порядок инструмент, приспособления, средство индивидуальной защиты и удрать в предназначенное для их хранения место;
- доложить мастеру об окончании работы, о недостатках и неисправностях, обнаруженных во время работы;
- принять душ или вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, переодеться [12].

Электробезопасность

Электробезопасность в цехе обеспечивается конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями.

Согласно ГОСТ 12.1.019 ССБЖ - 1.01. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» существуют конструктивные меры защиты: зануление, заземление, защитное отключение, применение малых напряжений, контроль изоляции и другие.

Зануление устраивают на случай повреждения изоляции и возможности замыкания тока на металлических частях электроустановок с изолированным нулем. Естественное зануление - металлические трубопроводы и конструкции

зданий, соединенных с землей. Искусственное - забитые в землю стальные трубы диаметром 50 мм или металлические уголки на глубину 2,5х3,0 м. ГОСТ 12.1.030 ССБТ «Защитное заземление. Зануление».

Все внутрицеховые проводки выполнены изолированными проводами или кабелями. Пусковые устройства защищены кожухами, помещенные в запирающиеся ящики и заземленные.

Защитное отключение осуществляется автоматически при возникновении опасного напряжения на металлических частях оборудования в связи с порчей изоляции.

Согласно классификации помещений по опасности поражения электрическим током цех по производству железобетонных изделий можно отнести к помещениям с повышенной степенью опасности.

В результате воздействия электрического тока на организм человека появляются электрические травмы.

Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения в электроустановках должны устанавливаться в соответствии с предельно допустимыми уровнями воздействия на человека токов и напряжений прикосновения. Необходимые нормы устанавливает ГОСТ 12.1.038 ССБТ «Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

Предельно допустимые уровни напряжений и токов установлены для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки не должны превышать значений, указанных в таблице 20.

Таблица 20 - Предельные значения напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека

Род тока	U, В	I, мА
Переменный, 50 Гц	<2	<0,3
Переменный, 400 Гц	<3	<0,4

Постоянный	<8	<1,0
------------	----	------

Во время эксплуатации установки необходимо соблюдать общие правила электробезопасности:

- не включать в сеть неисправные электротехнические изделия;
- не прикасаться одновременно к электроагрегатам установки и к устройствам с естественным заземлением;
- не эксплуатировать установку при обнаруженных неисправностях;
- отключать установку на время профилактических работ, устранения неисправностей.

К работе с электрооборудованием допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие специальное обучение правилам электробезопасности [7,8].

Пожаробезопасность

Согласно НПБ 105-2003, категория производства по взрывопожарной и пожарной опасности - Д (негорючие вещества и материалы в холодном состоянии). Общие требования к пожарной безопасности соответствуют ГОСТ 12.1.004 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».

Противопожарная защита должна достигаться применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники: огнетушителей, пожарного инвентаря.

Источником пожара может быть поврежденная изоляция, заземление, обрыв провода. Огнегасящими веществами для подобных случаев могут служить порошки и CO₂.

Ограничение распространения пожара за пределы очага должно достигаться применением средств, предотвращающих дальнейшее развитие огня:

- установлением предельно допустимых по технико-экономическим расчетам площадей противопожарных отсеков и секций, а также этажности зданий и сооружений, по не более определенным нормам;

– устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций.

В производственном помещении установлен щит с ведрами и емкостью с песком, а также огнетушителями [3].

Охрана окружающей среды

В настоящее время в стране действует Федеральный закон «Об охране окружающей среды» №122-ФЗ от 22.08.2004.

Загрязнение воздушного и водного бассейнов приводит к повышению концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе и водном бассейне. Загрязнение воздуха вызывает затруднение дыхания и является причиной острых респираторных заболеваний.

Перечень образующихся отходов приведен в таблице 21 и 22.

Таблица 21 - Перечень образующихся отходов

Наименование отходов	Опасные свойства отхода	Класс отхода	Количество, т (м ³)
Отработанные люминесцентные лампы	Токсичность	1	0,0332
Масла моторные отработанные	Пожароопасность	3	0,1888
Обтирочный материал, загрязненный маслами с содержанием более 15%	Токсичность, пожароопасность	3	0,0643
Итого 3 класса			0,2531
Смет с территории	Экотоксичность	4	0,5
Мусор от бытовых помещений организаций несортированный	Экотоксичность	4	17,5
Итого 4 класса			18,0
Текстиль загрязненный	Экотоксичность	5	0,459
Отходы бетона в	Экотоксичность	5	400

кусковой форме			
Отходы упаковки	Экотоксичность	5	1,25
Лом чёрных цветных металлов несортированный	Экотоксичность	5	17,4377
Итого 5 класса			419,15

Таблица 22 - Сбросы вредных веществ в атмосферный воздух стационарными объектами

Наименование вещества	Ед. изм.	Установленный		Фактический сброс вредного вещества
		пдв	всв	
Пыль неорганическая SiO ₂	т.	3,04	0	3,04
Пыль полиэтиленовая	т.	0,005	0	0,005
Пыль абразивная	т.	0,0031	0	0,0031
Оксид углерода	т.	1,7189	0	1,7189

Сбросы вредных веществ в водные объекты

Отработанная вода стекает по уклону пола в канал, а из него в отстойник.

Ввиду незначительного расхода воды и небольшого уклона полов, взвешенные частицы большей частью оседают до отстойника, и их нужно регулярно собирать в специальные контейнеры для отходов.

При сухой уборке с дорожек нагрузка на отстойник снижается, вода успевает отстояться и может сливаться в канализацию.

При выполнении рекомендаций по смазке поддонов дорожек, после съема готовых изделий масла на поддонах практически не остается, и поэтому специальные маслоуловители не требуются.

ООО «Бетотек» как источник загрязнения окружающей среды, располагается по отношению к жилому массиву с подветренной стороны и разделен с ним санитарно-защитной зоной. Класс предприятия III — санитарно-защитная зона 300 м. Защитная зона озеленяется, зелень служит барьером, защищающим от пыли, дыма, газов и т.д.

Таблица 23 – Размеры санитарно-защитных зон

Класс предприятия	Размер ССЗ
I	1000 м
II	500 м
III	300 м
IV	100 м
V	50 м

В настоящее время, одним из направлений защиты окружающей среды от вредных воздействий, является комплекс мероприятий по ограничению вредных выбросов и отходов производства железобетонных изделий и последующей утилизацией отходов. Он заключается в организации улавливания, очистке выбросов в окружающую среду (системы водоснабжения с замкнутым циклом; станции биологической, физико-химической очистки сточных вод; газопылеулавливающие установки; установки, предназначенные для утилизации отходов производства, служащие для получения готовой продукции из этих веществ).

За несоблюдение требований по природоохране предприятие несет дисциплинарную и административную ответственность .

11.Общее завершение проекта

В ходе дипломного проекта выполнены следующие технические задания:

-Анализ существующей технологии предприятия ООО «Бетотек» по производству стеновых панелей.

-Чтобы повысить производительность существующей технологической производственной линии, рекомендуется ввести дополнительные двухбалочные мостовые краны для перемещения и установки шаблона, тем самым снизив скорость движения конвейера.

-Разработать и изготовить техническую схему наружной трехслойной стеновой панели, при этом бетонная смесь подается двумя бетоносмесителями.

-Проанализированы изменения производительности и прибыли компании, определены показатели эффективности капитальных вложений.

За счет добавления дополнительных кранов для перемещения и установки опалубки производительность была значительно увеличена, а затраченное время увеличило производительность производственной линии в 3 раза. Снижение стоимости продукта происходит за счет снижения затрат на рабочую силу, что приводит к увеличению чистой прибыли компании. Срок окупаемости инвестиций в строительство всего 4 месяца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.0.003-80. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 88 с.
2. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности – М.: Изд-во стандартов, 1983 (с изм. №1). – 97 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 (1999). ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2007. – 12 с.
4. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 71 с.
5. ГОСТ 12.1.007-76 (1999). ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2007. – 7 с.
6. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 50 с.
7. ГОСТ 12.1.019-79 (2001). ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защит. – М.: Изд-во стандартов, 2001 (с изм. №1). – 14 с.
8. ГОСТ 12.1.038-82 (1996). ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 7 с.
9. ГОСТ 12.3.033-84 (2001). ССБТ. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 5 с.
10. ГОСТ 12.4.011-89 (СТ СЭВ 1086-88). ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Стандартиформ, 1990. – с.
11. ГОСТ 31310-2005. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. – 2007. – 42 с.
12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М.: Стандартиформ, 1996. – 54 с.

13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Стандартинформ, 1996. – 11 с.
14. СН 2.2.4/2.1.8.556-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях. – М.: Стандартинформ, 1996. – 25 с.
15. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Стандартинформ, 1996. – 8 с.
16. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 44 с.
17. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М: Минстрой России, 2000. – 128 с.
18. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стандартинформ, 1992. – 50 с.
19. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. – М.: ГУП ЦПП, 1987. – 15 с.
20. СНиП II-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий. – М.: ГП ЦПП, 1994. – 90 с.
21. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: ГП ЦПП, 1995. – 47 с.
22. Автоматизация технологических процессов на предприятиях строительной индустрии: учебное пособие для вузов / Г.К. Нечаев, А.П. Пух, В.А. Ружичка; под ред. Г.К. Нечаева. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 280 с.
23. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учебник для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
24. Механическое оборудование предприятий строительной индустрии: методические указания / сост. М.Д. Бутакова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 68 с.

25. Мусихин, В.А. Строительные конструкции: методические указания для студентов специальности 270106 / В.А. Мусихин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 39 с.

26. Нуждин, С.В. Теплотехника и теплотехническое оборудование технологии строительной индустрии: учебное пособие к курсовому проекту / С.В. Нуждин, Т.Н. Черных. – Челябинск: изд-во филиала ЮУрГУ г. Сатка, 2007. – 75 с.

27. Трофимов, Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: учебное пособие/ Б.Я. Трофимов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 68 с.

28. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений / И.А. Шерешевский. – М.: Архитектура – С, 2007. – 168 с.

29. Экономика строительства: учебник / под ред. И.С. Степанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшее образование, 2009. – 620 с.