

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский Государственный Университет  
(научно-исследовательский университет)»  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Строительные материалы и изделия»*

*Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе*

*08.03.01.2021.239.00.00.ПЗ*

*Замена нержавеющей связи в наружных стеновых панелях на  
гибкие пластиковые связи*

*Руководитель ВКР*

*к.т.н., доцент*

---

*/А.А. Орлов /*

*«      » 2021 г.*

---

*Нормоконтролёр работы*

*к.т.н., доцент*

---

*/ Т.Н. Черных /*

*«      » 2021 г.*

---

*Автор*

*ВКР*

*студент группы АС – 461*

---

*/сюй чжицянь /*

*«      » 2021 г.*

---

*Челябинск  
2021*

## АННОТАЦИЯ

сюй чжицянь трехслойных наружных  
стеновых панелей – Челябинск  
ЮУрГУ,  
АС-461, 32 с.,  
2 таблица Библиографический  
список – 7 наименований

Задачей данного дипломного проекта являлось проектирование завода по производству железобетона ЗЖБИ ООО "Бетотек" г. Челябинск, в котором были запроектированы три слоя наружных стеновых панелей

					<b>08.03.01.2021.239.00.00.ПЗ</b>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>		<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		сюй чжицянь			Замена нержавеющей связей в наружных стеновых панелях на гибкие пластиковые связи	<i>Литер</i>		
<i>Проверил</i>		А.А Орлов				<i>ВКР</i>	2	86
<i>Нормоконтр.</i>		Черных Т.Н.				ЮУрГУ (НИУ) Кафедра Строительные материалы и изделия»		
<i>Зав.каф</i>		А.А Орлов						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
2 ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК.....	10
3 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ.....	15
3.1 Характеристика района размещения предприятия.....	15
4 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	21
4.1 Выпускаемая продукция завода.....	21
4.2 Номенклатура изделия проектируемой линии.....	23
5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
5.1 Описание технологического процесса.....	26
5.2 Описание работы виброплощадка СМЖ-187А.....	27
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАМЕРЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ.....	35
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	51
7.1 Разработка функциональной схемы.....	51
8 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	58
8.1 Технологическая схема.....	58
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	68
9.1 Общая характеристика участка производства трехслойных стеновых панелей.....	69
9.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	70
9.3 Микроклимат.....	71
9.4 Освещение.....	73
9.5 Вибрация.....	75
9.6 Шум.....	77
9.7 Вредные вещества.....	78
9.8 Электробезопасность.....	81
9.9 Пожаробезопасность.....	83
9.10 Охрана окружающей среды.....	83

9.11Сбросы вредных веществ в водные объекты.....	85
10 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
11 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА.....	87

## 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. Панельное домостроение хорошо нам знакомо с эпохи массовой застройки 70 годов прошлого века. Панельный дом строится по принципу конструктора: на стройплощадку подводятся уже готовые детали будущего дома, из которых «составляют» жилой дом. Детали будущего дома (панели) делают на заводах, называющихся, чаще всего домостроительными комбинатами.

Такая технология строительства обуславливает главное отличие панельного домостроения от монолитного: стандартную планировку. Стандартная планировка предполагает строго определенное количество и площадь помещений в квартире. Один удачный вариант панельного дома, как правило копируется тысячами, отсюда так называемые «серии» домов, дома одной серии как две капли воды похожи на друг друга. Эта особенность панельного домостроения может быть как достоинством, так и недостатком: с одной стороны, покупатель в панельном доме твердо знает, какую квартиру он приобретает, с другой стороны, такое строительство предполагает отсутствие свободной планировки.

Одна из главных проблем панельного домостроительства – обеспечение теплоизоляции. По причине низкого качества строительства, зачастую не удается обеспечить хорошую теплоизоляцию межпанельных швов.

Однако технологии современного панельного домостроения шагнули далеко вперед, по сравнению с панельным домостроением конца 70 годов. Домостроительные комбинаты зачастую сами осуществляют строительство домов, разрабатывая новые

собственные серии и совершенствуя технологии

В последний год строительства панельных домов часто встречаются очень удачные технические и технические решения, позволяющие им успешно конкурировать с «МОНОЛИТОМ».

Современный подход предполагает использование трехслойных панелей с изоляцией между внешним и внутренним слоями бетона. Трехслойные панели поставляются заводскими (сборка слоев непосредственно на строительной площадке) или предварительно собранными на заводе (сборные панели).

Типовые панельные дома строятся быстрее, потому что инвесторам не нужно время на разработку и согласование новых проектов. По этой причине квартиры в панельном доме обычно дешевле.

В большинстве случаев на пустырях преобладают сборные дома, а продажа монолитных квартир занимает гораздо больше времени с экономической точки зрения.

Такой способ строительства дома снижает стоимость самого здания по сравнению с традиционным кирпичным домом. Будет проще завершить внутри и снаружи здания. Время строительства значительно сокращается.

Сборные дома стали неотъемлемой частью современной архитектуры. Новые технологии и новые материалы используются, чтобы помочь зданиям соответствовать современным требованиям к теплосбережению, комфорту и архитектурной выразительности.

Несущие стены панельных домов состоят из панелей от пола до потолка. В отличие от больших блоков, стеновые панели не являются самостабилизирующимися. Во время сборки их устойчивость гарантируется монтажным оборудованием во время работы, специальной конструкцией соединений и анкеров. Перекрытие состоит

из Железобетонный пол или панель размером с конструктивно-планировочную ячейку («панель на комнату»)

При такой технологии строительства зданий большинство конструкций выполняет сразу несколько функций. Внешняя стенка для защиты от напряжений и теплозащиты, внутренняя защита от напряжений и звукоизоляция и т.

Эта технология отличается высокой пространственной жесткостью, что обеспечивает сейсмостойкость конструкции при землетрясении.

Современные стеновые панели - это всего лишь многослойные конструкции, построенные на эффективной теплоизоляции.

Трехслойная стеновая панель представляет собой предварительно собранную конструкцию (слои объединяются в процессе заводского изготовления, а панель собирается на строительной площадке как готовый стеновой элемент) или сборный монтаж. Устанавливайте каждый слой отдельно.

Особенности сборной трехслойной железобетонной панели заключаются в следующем.

- Экономичность с точки зрения скорости возведения здания и затрат на монтаж;
- Снижает зависимость строительных работ от погодных условий при соблюдении принципа непроникания влаги в изоляционную конструкцию.
- Жесткая изоляция, поглощающая силы растяжения и сдвига, перераспределяет нагрузку между слоями бетона, что приводит к значительному увеличению несущей способности панели.

Также важно отметить еще одну особенность новейших железобетонных панелей, связанную с технологией производства. Это новейшая опалубка (мобильная сменная), позволяющая изготавливать панели необходимого размера и конфигурации под

конкретный проект. Это позволяет архитекторам использовать промышленные панели для создания ярких и неповторимых образов каждого здания.

Сборные железобетонные панели могут быть несущими, самонесущими и навесными (ненесущими). В большинстве домов используются несущие стеновые панели, а на внутренние слои укладываются плиты перекрытия. В офисных зданиях обычно используются решения для наружных стен в виде навесных панелей и несущих рам.

При выборе конструкции следует обращать внимание на такие детали, как внешний вид, функции, требования

-Система менеджмента качества внедрена согласно ГОСТ ISO 9001-2008.

Основными целями области качества являются: 1) Обеспечить рост продаж завода БЕТОТЕК на российском рынке за счет достижения качественного преимущества выпускаемой продукции перед другими производителями.

2) Удовлетворять потребности и ожидания покупателей квартир.

В основе всей качественной работы лежит система менеджмента качества, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001 и реализующая принципы постоянного улучшения. Использование данной системы обеспечивает корпоративное лидерство на строительном рынке и повышает эффективность деятельности и благосостояние всех сотрудников завода.

Современные технологии производства изделий и монтажа зданий открывают новые возможности для строительства панельных домов.

-Бесплатные заводские архитектурные решения и разнообразная декоративная отделка фасадов.

-Строительство дома с неограниченными возможностями планировки;

-Гарантия теплоизоляции и водонепроницаемости швов.



-Сплошная изоляция фасада специальной базальтовой плитой из минеральной ваты без железобетонных мостиков холода может обеспечить «дышащий» эффект стены и снизить затраты на отопление квартиры на 30%.

-Короткий цикл строительства -Сэкономьте деньги и время напрямую при сохранении стоимости сборных домов.

-Постоянный контроль качества при изготовлении панелей - прочность конструкции

## 2 ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

Одним из ключевых аспектов развития технологий КПД является повышение энергоэффективности и энергосбережения. В последние десятилетия большинство европейских стран, а также стран СНГ значительно увеличили нормативы по тепловому сопротивлению ограждающих конструкций. Очевидно, что данная тенденция сохранится и в будущем.

Стандартным решением по повышению теплового сопротивления стен является увеличение толщины утеплителя, используемого в трехслойных стеновых панелях (рис. 1). Однако существует другой способ увеличения теплового сопротивления трехслойных стеновых панелей — использование композитных гибких связей

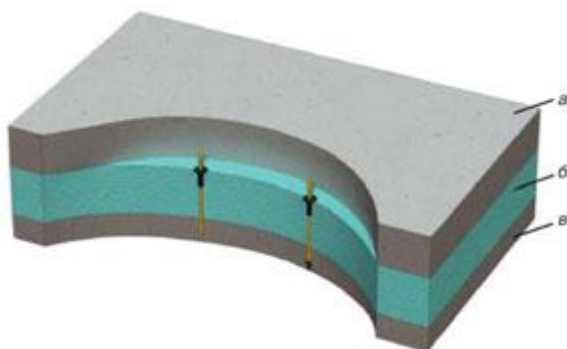


Рис.унок 1.1 Трехслойная теплоэффективная панель:

- а) несущий слой панели (бетон),
- б) теплоизоляция,
- в) облицовочный слой панели (бетон)

На заводах крупнопанельного домостроения, как в России, так и за рубежом, распространены следующие варианты сцепления слоев трехслойных стеновых панелей:

- железобетонные шпонки, представляющие собой сквозное железобетонное включение обычно размером от 200 x 200 до 400 x 400 см, — таких шпонок может быть установлено до 10 штук для панели площадью 10 м<sup>2</sup>;

гибкие связи из нержавеющей стали, представляющие собой металлические стержни с различного вида загибами на концах для обеспечения сцепления с бетоном, — таких связей может быть установлено от 4 до 10 шт./м<sup>2</sup> панели, в зависимости от толщины слоев бетона, действующих нагрузок и прочности сцепления анкерного узла с бетоном;

- гибкие связи из композитных материалов, представляющие собой стержни с образованным на их поверхности волнообразным профилем либо без него и анкерующими узлами на концах связей, обеспечивающими надежное закрепление гибкой связи в бетоне.

Очевидно, что композитные связи, способные обеспечить надежность конструкции в течение всего срока эксплуатации панели (не менее 100 лет), выигрывают по теплоэффективности у металлических и железобетонных вариантов связи слоев.

Расчетные величины коэффициентов теплопроводности для композитных связей составляют не выше 0,55 Вт/м · °С против 1,69 Вт/м · °С у железобетонных шпонок, 50 Вт/м · °С у гибких связей из обычной стали и 20 Вт/м · °С — из нержавеющей стали, что предполагает при применении композитных связей исключение влияния на тепловое сопротивление панели так называемых «мостиков холода».

В результате повышается теплотехническая однородность трехслойной стеновой конструкции и как следствие возрастает тепловое сопротивление трехслойной стены (на 20–40%). Важно отметить, что такое повышение теплового сопротивления потребитель получает практически бесплатно, т. к. стоимость композитных гибких связей сопоставима со стоимостью качественных металлических гибких связей.

Помимо теплоэффективности у гибких связей из композитных материалов есть и другие преимущества, которые выгодно отличают их от других решений. Например, любые изделия из металла обычно требуют

операций нарезки, изгибов, сварки или привязки к арматурной сетке, а в связи с этим повышаются трудозатраты и увеличивается время, затрачиваемое на

производство конечного продукта. К тому же из сталей, подверженных коррозии, изготовление связей недопустимо, так как они могут привести к обрушению значительных частей конструкций. Гибкие связи из композитных материалов не подвержены коррозии, а поскольку они представляют собой готовое изделие, то могут быть установлены в проектное положение без дополнительной обработки.

### Исследования

В 1998 году специалисты разработали стекловолоконный гибкий адгезив SPA® 7,5 мм (рис. 2). На сегодняшний день проведено большое количество исследований, связанных с гибким связующим веществом SPA®, и физико-механические и теплотехнические свойства панелей могут быть определены достаточно точно.



Рисунок 1.2. Гибкие стеклопластиковые связи СПА® 7,5 мм

Исследования проводились более чем в 20 научно-исследовательских организациях, испытательных центрах и лабораториях. В результате данных работ были достоверно определены следующие параметры:

- механические характеристики стеклопластика, из которого изготовлены связи (прочность при растяжении, сжатии, поперечном изгибе, сдвиге вдоль армирующих волокон и срезе поперек волокон, модуль упругости и модуль ползучести);

стойкость данных гибких связей к воздействию агрессивных сред (кислот и щелочей) с определением коэффициентов надежности (коэффициентов условий работы) на срок эксплуатации до 100 лет;

коэффициенты условий работы при воздействии на связи неблагоприятных факторов (воздействие влаги и температуры при тепловлажностной обработке

бетона, в котором связи установлены, влияние попеременного замораживания-оттаивания, долговременная прочность при воздействии постоянной нагрузки и т. п.);

- прочности сцепления гибких связей с бетонами различных марок и строительными растворами.

Испытания показали, что долговременное воздействие щелочи на композитные гибкие связи снижает их физико-механические характеристики. Очевидно, что щелочь также влияет на сцепление гибких связей с бетоном, поскольку действует на поверхности контакта связей и бетона. Поэтому при расчете надежности трехслойных панелей следует учитывать два критических состояния в узлах сцепления гибких связей с бетоном: разрушение гибкой связи из-за потери прочности ввиду щелочного воздействия и потерю несущей способности из-за вырыва гибкой связи из бетона, в том числе (в некоторых случаях) и снижения сцепления гибкой связи с бетоном.

При проведении испытаний композитных гибких связей различных производителей выяснилось, что прочность закрепления изделий в бетоне после щелочного воздействия зависит не только от сырья, из которого они изготовлены, но, в большей степени, и от совершенства технологии производства и конструкции связей. Исследования показали, что гибкие связи с механической системой фиксации (с загибами, анкерными расширениями или стержни с периодическим профилем, образованным фрезерованием) под воздействием щелочи практически не теряют прочности сцепления с бетоном.

Падение прочности сцепления с бетоном для связей СПА® 7,5 мм с анкерными уширениями составило 9%.

И, напротив, гибкие связи с фиксированием в бетоне за счет адгезии (с навитым жгутом или с песчаным покрытием) значительно теряют прочность

сцепления с бетоном после щелочного воздействия — в некоторых случаях фиксировалось падение прочности сцепления на 90% от исходного уровня.

## Нормативная база

На сегодняшний день документом, регламентирующим производство трехслойных панелей на территории России, является ГОСТ 31310-2005. Согласно Изменению №1 от 2009 г., данный ГОСТ не регламентирует применение композитных гибких связей. Поэтому согласно Постановлению Правительства РФ № 1636 от 27 декабря 1997 г. «О правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве» использование композитных гибких связей в трехслойных стеновых панелях возможно после получения Технического свидетельства. ООО «Бийский завод стеклопластиков» получило такой документ еще в 1999 г. и постоянно проходит процедуру его продления. На данный момент на предприятии действует ТС №3535-12 «Панели стеновые железобетонные трехслойные с гибкими связями из стеклопластиковой арматуры».

Кроме того, с 1 января 2014 года действует ГОСТ 31938-2012 "Арматура композитная полимерная стержневая для усиления бетонных конструкций". Некоторые производители ссылаются на этот ГОСТ как на документ, который якобы разрешает применение композитных арматурных стержней в качестве композитных гибких связей. Однако в данном ГОСТе следует обратить внимание на §1 в разделе "Область применения". "Настоящий стандарт не распространяется на композитные полимерные прутки гладкого профиля и композитные полимерные гибкие связи".

Активно развивается технология теплоэффективных плит с использованием композитных гибких соединений. Для многих компаний гибкий бондинг SPA® 7,5 мм является единственно правильным выбором.

эффективным и выгодным решением для повышения норм по сопротивлению теплопередаче трехслойной панели. Вместо переоборудования производства на большую толщину панелей с увеличением толщины материала-утеплителя оказалось достаточным исключить теплопроводные включения, заменив их на гибкие связи СПА® 7,5 мм

### 3 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Характеристика района размещения предприятия

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;

Таблица 1 – Значения повторяемости и скорости ветра в городе Челябинск

Месяц	Повторяемость, % / Скорость ветра, м/с							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	7/4,4	3/4,2	2/2,8	7/2,4	20/3,1	38/3,1	10/3,5	13/4,5
Июль	20/4,5	12/4,4	7/3,7	5/2,3	7/2,9	12/3,2	12/3,9	25/4,5

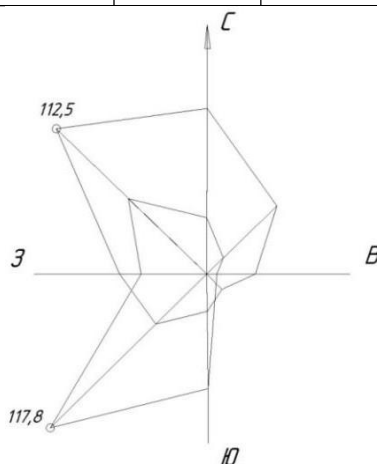


Рисунок 1 – Годовая роза ветров г. Челябинска по многолетним данным Показатели климатических условий Челябинска взяты из СП 131.13330.2018

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

- среднегодовая температура воздуха +2,8°C
- среднемесячная температура воздуха в январе от -14°C до -28°C
- среднемесячная температура воздуха в июле от +12°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);

– господствующие ветры зимнего периода года: южный и юго-западный 3...4 (м/с), а при метелях около 16...28 (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» [21]:

– снеговая нагрузка – 150 кг/м<sup>2</sup> ( III снеговой район);

– ветровая нагрузка – 30 кг/м<sup>2</sup> ( II ветровая зона).

– 3.2 Генеральный план и транспорт

– Генплан выполнен в соответствии с розой ветров, СП 18.13330.2011

– «Генеральные планы промышленных предприятий» [22] 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.

– Таблица 2 – Ведомость зданий и сооружений

Наименование	Кол.	Площадь, м <sup>2</sup>
Формовочный цех №1 (ФЦ1)	1	3168
Формовочный цех №2 (ФЦ2)	1	1512
Формовочный цех №3(проектируемый) (ФЦ3)	1	
Арматурный цех (АРЦ)	1	1512
Склад готовой продукции ФЦ№1(СГП1)	1	2375
Склад готовой продукции ФЦ№2 (СГП2)	1	2160
Склад готовой продукции ФЦ№3 (СГП3)	1	

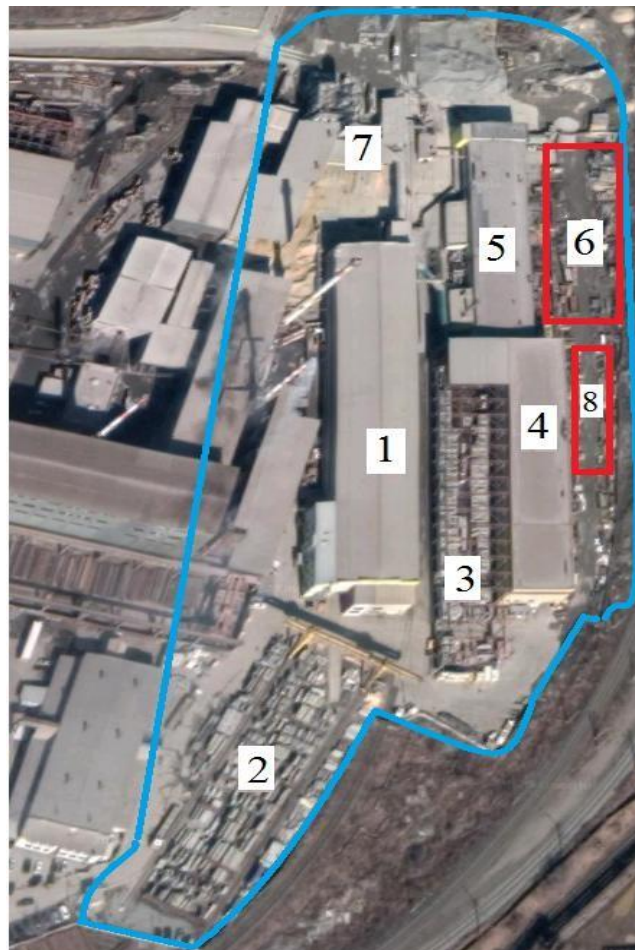


Рисунок 2 – Общий вид предприятия ООО –БЕТОТЕК|| с прилегающими Территориями

- 1- Формовочный цех №1;
- 2-Склад готовой продукции формовочного цеха №1;
- 3- Склад готовой продукции формовочного цеха №2;
- 4- Формовочный цех №2;
- 5-Арматурный цех;
- 6-Формовочный цех №3;
- 7-ООО –БРУ;
- 8-Склад готовой продукции формовочного цеха №3;
- 9- ООО –БРУ

Основные ТЭП:

Длина дорог - 1674 м;

Процент озеленения - 11% .

Архитектурно-планировочные решения формовочного цеха №1:

Габариты - 24x132 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 спроектирована единая система инженерных сетей, размещаемых в технических полосах, обеспечивающих занятие наименьших участков территории и увязку со зданиями и сооружениями. Предусмотрены преимущественно наземный и надземный способы размещения инженерных сетей, 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 металлические, 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 4х4,2 м, предназначенные для вывоза готовой продукции, эвакуационных выход. С другого торца здания предусмотрен вход для рельсовых путей, по которым производится адресная подача бетонной смеси с основного бетоно-растворного узла.

Архитектурно-планировочные решения формовочного цеха №2:

Габариты – 18х84 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. Продукция этого цеха поступает на закрытый склад готовой продукции №2, оснащенный мостовым краном.

Технологическое оборудование для изготовления арматуры размещено в отдельном цехе размерами 18×84м. АРЦ снабжает арматурными сетками, каркасами, гнутыми элементами и прочими изделиями и заготовками три существующих формовочных цеха. Арматура доставляется автотранспортом – погрузчиком с прицепом.



## 4 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 4.1 Выпускаемая продукция завода

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 ГОСТ31310 [1].

Масса 1 м<sup>2</sup>:

навесной панели - 0,4 т/м<sup>2</sup>;

несущей панели - 0,6 т/м<sup>2</sup>.

Материалы:

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

Утеплитель:

Таблица 3 – Утеплители для наружных стеновых панелей

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

Таблица 4 – Основные 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

Наружные стеновые панели для промышленных зданий

Таблица 5 – Основные характеристики наружных стеновых панелей для промышленных зданий

Марка	Габаритные размеры, мм			Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса изделия, т	Класс бетона	Масса металла, кг
	a	b	h				
ПСТ60.9.2,0-ТП-1	55980	220	8880	1,05	1,90	В22,5	32,50
ПСТ60.12.2,5-ТП-1		0	1118	1,77	2,60		41,63
ПСТ60.18.3,0-ТП-1		0	1178	3,19	3,80		58,63
ПСТ30.12.2,0-ТП	25980	220	1118	0,71	1,30		27,96
ПСТ30.18.2,5-ТП		0	1178	1,33	1,90		38,04
ПСТ30.24.2,5-ТП		0	2238	2,12	2,60		45,84
ПСТ6.12.2,0-ТП		220	1118	0,12	0,30		9,52
ПСТ6.18.2,5-ТП		0	1178	0,25	0,40		11,44
ПСТ6.24.3,0-ТП		0	2238	0,28	0,50		12,72

## 4.2 Номенклатура изделия проектируемой линии

Проектируемая технологическая линия предназначена для трехслойных стеновых панелей с декоративной отделкой.

Трехслойные стеновые панели изготавливаются в соответствии с требованиями настоящего технологического регламента, [1] 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:

- 2 назначению в здании;
- 3 статической схеме работы;
- 4 конструктивному решению;
- 5 типу соединительных связей;
- 6 разрезке стен на элементы.

По назначению в здании панели подразделяют на:

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

По статической схеме работы панели подразделяют на

- 10 несущие;
- 11 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, в том числе указанные в 6.4.8.

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

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

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

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

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

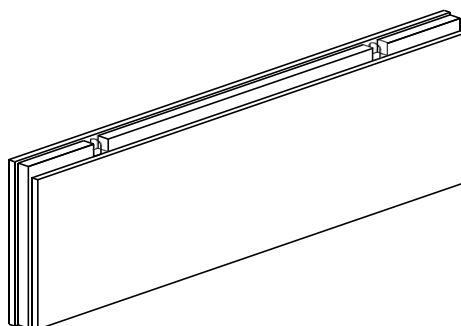


Рисунок 3 – Общий вид трехслойной стеновой панели

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

Влагоемкие и невлагостойкие теплоизоляционные материалы и изделия в необходимых случаях, определяемых конструкцией трехслойных панелей, технологией их формования и тепловой обработки, должны быть защищены от увлажнения в процессе изготовления панелей. Способы защиты должны быть указаны в рабочей документации на панели

К влагоемким относятся теплоизоляционные материалы и изделия, отпускная влажность которых при отсутствии мер защиты от увлажнения в процессе изготовления может превысить допускаемую по 7.8.15

К невлагостойким относятся теплоизоляционные материалы и изделия, технические характеристики которых (например размеры, прочность, деформативность, теплопроводность и др.) при отсутствии мер защиты их от увлажнения в процессе изготовления панели могут необратимо ухудшиться

При выборе изделий и материалов для теплоизоляционного слоя следует учитывать информацию об их биостойкости и долговечности. При применении изделий и материалов, срок сохранения теплозащитных свойств которых в эксплуатационных условиях меньше расчетного срока службы панели в целом, следует предусматривать конструктивную возможность осуществления мероприятий по ремонту с целью восстановления теплозащитных свойств панели. Прочность материалов и изделий теплоизоляционного слоя при 10%-ном обжати

Допускается применять теплоизоляционные плиты сжимаемостью при указанном давлении от 6% до 15% (полужесткие плиты по ГОСТ 16381) в сочетании с теплоизоляционными изделиями, сжимаемость которых не превышает 4%

## 5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1 Описание технологического процесса

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 18x72 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

Агрегатно-поточный способ производства наиболее подходящий при больших объемах изготовления изделий, так как тепловая обработка и

технологическое оборудование панелей позволяет добиваться высокого качества выпускаемых изделий. При агрегатно-поточном способе производства весь технологический процесс разбивается на определённое количество разнонаправленных и последовательно сменяющихся операций. Каждая операция выполняется на заданном посту и имеет заданную продолжительность и заданные интервалы между операциями (например, для затвердевания бетона в зависимости от его состава требуется разное количество времени). Перемещение панелей с поста на следующий пост осуществляется с помощью подъемно-транспортного оборудования

мостовых кранов. Твердение отформованных изделий производится в специально оборудованных камерах, которые могут быть непрерывного или периодического действия, что в разы ускоряет затвердевание бетона в отличие от нормального твердения

В данном дипломном проекте выбираем агрегатно-поточный способ производства, так как он позволяет повысить производительность труда и качество выпускаемых изделий за счет оснащения постов специализированным оборудованием. К тому же агрегатно-поточные линии больше отвечают требованиям гибкого производства – они сравнительно легко перенастраиваются при смене номенклатуры выпускаемых изделий, по сравнению с конвейерными линиями

## 5.2 Описание работы виброплощадка СМЖ-187А

При Производство железобетонных преднапряжённых дорожных плит я выбрал метод виброуплотнения. Виброплощадка СМЖ-187А предназначена для уплотнения бетонной смеси при формировании железобетонных изделий массой (вместе с формой) до 10 тн и размерами до 6500х3000х450 мм в процессе работы конвейерных и агрегатно-поточных линий.

Принцип их работы и конструкция основных компонентов, таких как виброблоки, карданные валы и соленоиды, схожи. В основе конструктивного решения этих виброплатформ лежит единая конструкция виброблоков. Виброплатформа СМЖ-187А состоит из опорной рамы, восьми виброблоков с электромагнитами, драйверов, карданных валов, электрооборудования и звукового кожуха. Вибрационные блоки соединены между собой универсальными валами и синхронизаторами с двумя приводными двигателями. В вибрационных блоках используется двухосевой несбалансированный вибратор. В подшипниках установлены блоки подшипников с двумя параллельными валами. Противовесы на валах могут быть соединены болтами с другими сменными противовесами. Каждая опорная рама (сварная конструкция) имеет четыре вибрационных блока.

Карданный вал имеет трубчатую форму с гибкой муфтой. Привод состоит из двигателя и синхронизатора. Звукоизолирующий корпус изготовлен из складных панелей. Вращение вала вибратора передается от двигателя через синхронизатор и карданный вал. Синхронизаторы и поперечные валы обеспечивают синхронное вращение всех валов вибратора. Электрооборудование состоит из двигателя, селенового выпрямителя, подающего постоянный ток на соленоид, шкафа управления и электропроводки.

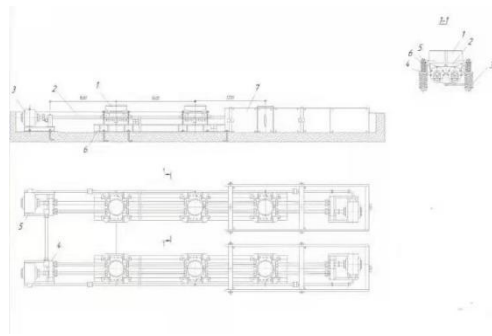
Шкаф управления оснащен органами управления. Электрооборудование обеспечивает нулевую защиту двигателя, защиту от обрыва фазы, перегрузки и короткого замыкания, а также автоматическое отключение виброплощадки в случае неисправности или потери питания хотя бы в одной фазе

любого двигателя. Принцип работы виброплощадки заключается в следующем. При нажатии кнопки открывается электромагнит пускателя, и поддон фиксируется на вибрирующей платформе. Затем автоматически с задержкой включается привод вибратора и происходит уплотнение бетонной смеси. После завершения процесса формования виброплита закрывается.

Виброплощадка СМЖ-187А - это виброплатформа с вертикальной вибрацией

Наибольшее распространение получили виброплощадки с гармоническими вертикально направленными колебаниями блочной конструкции, работающие в далеко зарезонансном режиме (рис. 1)

Рисунок 1 Конструктивная схема блочной виброплощадки с гармоническими вертикально направленными колебаниями



Виброплощадка состоит из виброблоков 1, снабжённых двухвальными центробежными вибровозбудителями, которые через витые цилиндрические пружины 2 опираются на раму 4. Момент от электродвигателей 5 посредством цилиндрических зубчатых синхронизаторов 6 и 8 передаётся на валы вибровозбудителей виброблоков 1 через карданные валы 7. Жёсткая кинематическая связь между рядами виброблоков осуществляется синхронизаторами 8, которые снабжены зубчатыми коническими приставками 9, связанными между собой карданным валом. Крепление формы осуществляется с помощью притяжного электромагнита 3

### 5.1 Расчет виброплощадка СМЖ-187А

Определение массы колеблющихся частей

виброплощадки  $m_{\text{пол}}$   $m_{\text{пр}}$   $m_{\text{ф}}$   $m_{\text{СОБ}}$ , кг,

$$m_{\text{пол}}=960+960+4000=5920\text{кг}$$

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

$$m_{\text{пр}} = k_1 m_{\text{БКГ}},$$

$$m_{\text{пр}}=0,4*6*2*0,14*2400=1613\text{кг}$$

$m_{\text{б}}$  – масса бетонной смеси, кг;  $k_1$  – коэффициент присоединения бетонной смеси,  $k_1=0,3\dots 0,4$  – для густоармированных изделий, (для расчетов примем за густоармированные изделия бетонные изделия плотностью  $2400 \text{ кг/м}^3$ );  $m_{\text{ф}}$  – масса формы, кг, (для расчетов примем  $m_{\text{ф}}=m_{\text{пр}}$ );  $m_{\text{СОБ}}$  – масса колеблющихся частей виброплощадки, кг,

– для виброплощадок с направленными колебаниями

$$m_{\text{СОБ}} = 0,2\dots 0,4 Q, \text{ кг}, m_{\text{СОБ}}=0,4*10000=4000, \text{ кг}$$

$Q$  – грузоподъемность виброплощадки, кг.

## Определение суммарного статического момента дебалансов вибраторов

$k \cdot A \cdot m_{\text{ПОЛ}}$ , кг·м

$$k=0,0004 \cdot 7226=2,89 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

где  $A$  – амплитуда колебаний, м

Определение усилия необходимого для закрепления на виброплощадке формы с бетонной смеси

$$P_3 = P - Q_1 = (m_{\Phi} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot x_a \omega^2 - (m_{\Phi} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot g, \text{ Н},$$

$$P_3 = 1613 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 290^2 - 1613 \cdot 9,81 = 119829,77 \text{ Н}$$

где  $P$  – инерционная сила, Н;  $Q_1$  – сила тяжести, Н;  $x_a$  – амплитуда вибро смещений формы с бетонной смесью,  $x_a = 7 \cdot 10^{-3}$  м;  $\omega$  – частота колебаний,  $\text{с}^{-1}$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

## Определение мощности привода виброплощадки

– для виброплощадок с направленными колебаниями

$$N = \frac{k \cdot \omega^3}{4 \cdot 10^3 \cdot \eta_T \cdot \eta_C} \cdot (d + 2d \cdot \mu), \text{ кВт},$$

$$N = \frac{2,89 \cdot 290^3}{4 \cdot 10^3 \cdot 0,94 \cdot 0,9} \cdot (7 + 2 \cdot 7 \cdot 0,005) = 147258,67 \text{ кВт}$$

где  $d$  – диаметр шейки вала под подшипником, м,  $d = 7$  см;  $\mu$  – условный коэффициент трения в подшипниках качения,  $\mu = 0,003 \dots 0,005$  – для шариковых подшипников,  $\mu = 0,005 \dots 0,008$  – для роликовых подшипников;  $\eta_T$  – КПД трансмиссии,  $\eta_T = 0,95$ ;  $\eta_C$  – КПД синхронизатора,  $\eta_C = 0,9$

Таблица 6-Основные параметры виброплощадок снаправленными

Грузоподъемность, т	Число виброблоков, шт.	Колебания рабочего органа	Грузоподъемность одного блока, кг	Способ крепления формы	Суммарный, статический момент, кг · м · 10 <sup>-2</sup>	Частота колебаний, с <sup>-1</sup>	Амплитуда колебаний, мм
10	8	Вертикально направленные	2000	Электромагнитный	37	290	0,2...0,5
Усилие, развиваемое одним электромотором, кН	Суммарная мощность электродвигателей, кВт	Масса вибрируемых частей конструкции, кг	длина, мм	ширина, мм	высота, мм	Общая масса, кг	
60	92	3100	8500	2 986	6 64	6 500	

Определение и подбор технологического оборудования  
Транспортное оборудование

1) Формы-вагонетки перемещаются по конвейерной линии посредством привода конвейера СМЖ – 790 – 01, имеющего следующие технические характеристики:

Скорость перемещения	1,15 м/с;
Установленная мощность	5,7 кВт;
Тяговое усилие	36 кН;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	15,62×4,21×1,11;
Масса	2,7 т.

2) Подъемник СМЖ – 789 служит для подъема и опускания на требуемый ярус передаточной тележки с формой, применяется на конвейерных линиях с подземными щелевыми камерами тепловой обработки и обладает следующими техническими характеристиками:

Грузоподъемность	25 т;
Скорость подъема	3 м/мин;
Скорость опускания	3,5 м/мин;
Установленная мощность	20,55 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	7,98×5,58×1,6;
Масса	.21 т.

3) Автоматическая грузоподъемная траверса СМЖ – 630 предназначена для работы с мостовым краном, выполнена в виде балки с подвесками, подвешиваемой к крюку крана и имеет следующие технические характеристики:

Грузоподъемность	6 т;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	8,0×3,0×1,6;
Масса	2 т.

4) Самоходная тележка СМЖ – 151А предназначена для вывоза готовых изделий на склад готовой продукции и обладает следующими техническими параметрами:

Скорость передвижения	40 м/мин;
Грузоподъемность	20 т;
Установленная мощность	6,7 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	7,49×2,5×1,44;
Масса	3 т.

Оборудование для распалубки изделий и подготовки форм

1) На посту распалубки форма-вагонетка закрепляется с помощью фиксатора СМЖ – 788 со следующими техническими характеристиками:

Установленная мощность	5 кВт;
Усилие толкания	28 кН;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	1,14×0,4×0,6;



## Масса

0,18 т.

2) Для открывания и закрывания бортов формы устройство СМЖ–793

Усилие открывания – закрывания продольных бортов	49,5 кН;
Усилие открывания – закрывания поперечных бортов	26,2 кН;
Число механизмов для продольных бортов	4 шт.;
Число механизмов для поперечных бортов	2 шт.;
Наибольшее время открывания – закрывания бортов	90 с;
Установленная мощность	5 кВт;
Габаритные размеры механизмов для продольного борта	1,71×0,65×1,23м;
Габаритные размеры механизмов для поперечного борта	1,28×2,11×0,61м;

Масса 3,5 т.

3) Кантователь СМЖ – 3333А предназначен для поворота форм с изделиями, представляет собой платформу с устройствами для закрепления форм или изделий, которая с помощью гидроцилиндров поворачивается около неподвижных шарнирных осей. СМЖ – 3333А имеет следующие технические характеристики:

Продолжительность цикла	120 с;
Грузоподъемность	13 т;
Установленная мощность	7,5 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	5,55×4,56×5,28;
Масса	6,5 т.

4) Для очистки формы от остатков бетона применяется машина СМЖ–112. Технические характеристики:

Число щеток	2 шт.;
Частота вращения	350 мин <sup>-1</sup> ;
Установленная мощность	2,2 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	9,3×5,4×1,55;
Масса	1,2 т.

5) Для смазки форм применяется установка СМЖ – 114:

Число форсунок	7 шт.;
Вместимость расходного бака	100 л;
Давление в сифоне	0,5 МПа;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	9,3×5,4×1,32;
Масса	0,93 т.

Краткий перечень основного оборудования, используемого при производстве триплексов, приведен в таблице 2.

Таблица 7 Сводная ведомость технологического оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Марка, тип	Кол-во, шт	Габаритные размеры, мм	Мощ ность ед., кВт	Мощн ость общая, кВт
1	конвейер	СМЖ – 790 – 01	1	15,62×4,21×1,11;	5.7	5.7
2	эскалатор	SMZH - 789	1	7,98×5,58×1,6;	20.55	20.55
3	Автоматическая подъемная балка	СМЖ – 630	1	8,0×3,0×1,6		
4	самоходная тележка	СМЖ – 151А	1	7,49×2,5×1,44	6.7	6.7
5	Форма для тележки	СМЖ – 788	1	1,14×0,4×0,6;		
6	Машины для удаления бетона	СМЖ – 112	1	9,3×5,4×1,55	2.2	2.2
7	Смазка устройства пре сс-формы	СМЖ – 114	1	9,3×5,4×1,32		

## 6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАМЕРЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

При конвейерной схеме производства тепловую обработку железобетонных конструкций (наружных стеновых панелей) преимущественно в установках непрерывного действия. К ним относятся туннельные, щелевые и вертикальные камеры.

Туннельная камера непрерывного действия представляет собой горизонтальный туннель, в котором по рельсовому пути движутся вагонетки с изделиями. Длина камеры зависит от производительности конвейера, числа ветвей и продолжительности цикла тепловой обработки. Загружают и выгружают изделия передаточными тележками, которые передвигают вагонетку с изделием к камере, находящейся ниже уровня земли за пределами цеха. Вагонетки передвигают от одного поста к другому с помощью толкате-лей; при поступлении изделия в соответствующую ветвь камеры поезд передвигается на один пост и с противоположного конца камеры выходит вагонетка на передаточную тележку. Основной недостаток туннельных камер – большие потери теплоты через торцы. Для предохранения от выбивания горячей паровоздушной среды в цех и подсоса холодного воздуха в камере устанавливают воздушные завесы. Удельный расход пара в туннельных камерах непрерывного действия около 200 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

Щелевые камеры можно рассматривать как разновидность туннельных. Их высота в 4 – 6 раз меньше ширины. Эффективность применения этих камер обусловлена меньшими потерями теплоты через торцы.

В отдельных случаях применяют туннельные и щелевые камеры периодического действия. При использовании таких камер появляется необходимость расхода теплоносителя на нагрев ограждающих конструкций в каждом цикле тепловой обработки – расход теплоносителя на 1 м<sup>3</sup> бетона изделия больше чем в непрерывных установках.

В вертикальных камерах изделия в формах-вагонетках специальными подъемниками перемещают сначала вверх, через различные зоны тепловой обработки, затем опускают вниз и выгружают из камеры. В вертикальных камерах используют естественное расслоение пара и воздуха по высоте. В верхней части, где устойчиво удерживается пар, поддерживается температура около 100°C. Нижняя часть камеры заполняется паровоздушной смесью, температура которой при опускании изделий снижается до 30 – 35°C. Вертикальные камеры, по сравнению с многоветвевыми туннельными, имеют в 5 – 6 раз меньший объем, занимают значительно меньшую площадь и имеют низкий расход пара. В тоже время, в отличие от многоветвевых выносных туннельных, они имеют значительную высоту и занимают площадь в цехе.

Для тепловой обработки наружных стеновых панелей принимаем выносные многоветвевые щелевые камеры непрерывного действия.

Теплоносителем служит пар. Камеры разделены на три зоны: подъема температуры, изотермического прогрева, охлаждения изделий. Зоны отделены друг от друга тепловыми воздушными завесами. Тепловое оборудование камер обеспечивает подъем температуры в зоне изотермической выдержки до 85 °С, а также регулирование температуры и влажности по зонам в заданных пределах. Теплоснабжение камеры осуществляется при помощи перфорированных труб. Острый пар подается в начале зоны подогрева и в конце изотермической зоны.

Режим тепловой обработки: подъем температуры – 3 ч, изотермическая выдержка при температуре 85 °С – 7 ч, охлаждение – 2 ч.

## Расчет ямной пропарочной камеры

1 Исходные данные

1 Вид изделия.

2 Геометрические размеры изделия, м:

длина  $l=3.99$

ширина –  $b=2.9$

высота –  $h=0.3$

3.Масса изделия  $G_{и,}=3275\text{кг.}$

4.Объем бетона в изделии  $V_{б,}=1.28\text{м}^3.$

5.Объем одного изделия  $V_{и}=3.47\text{ м}^3.$

6.Расход арматуры на  $1\text{ м}^3$  бетона  $G_{аб}=106.41\text{кг.}$

7.Расход арматуры на 1 изделие  $G_{а}=136.2\text{кг.}$

8.Водоцементное отношение  $B/C=0.456$

9.Марка цемента  $M_{ц}=400$

10.Марка бетона  $M_{б}=350$

11.Масса бетона в изделии  $G_{б,}=3072\text{кг.}$

12.Объемная масса бетонной смеси  
 $= G_{ц} + G_{в} + G_{п} + G_{щ}=2457.72$

13.Расход материалов на  $1\text{ м}^3$ , кг:

цемент  $G_{ц}=282$

вода  $G_{в}=128.6$

песок  $G_{п,}=860.62$

щебень  $G_{щ.}=1186.5$

14.Вес сухих веществ на  $1\text{ м}^3$   $G_{сб,}=2457.72\text{кг.}$

15.Вес сухих веществ на 1 изделие  
 $G_{с1} = G_{сб} V_{б,} = 2457.72 * 1.82 = 3145.8\text{кг.}$

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

$$G_{вс} = G_{ц} = 282 * 0.17 = 47.94$$

где  $a_1$  — степень гидратации. 0.17

17. Масса формы  $G_{\text{ф}}=2000$  кг.

Для расчета массы формы ориентировочно можно пользоваться значениями удельной металлоемкости, характеризующей отношение массы формы к единице объема, изготавливаемого в ней изделия или изделий, по табл.8

Таблица 8 Расчет веса формы, используя значения удельного расхода металла

Изделия	Удельная металлоемкость, т/м <sup>3</sup>
Плиты:	
перекрытий жилых и общественных зданий	1.1...1.8
покрытий производственных зданий	2.7...3.4

18. Размеры формы, м:

длина  $l_{\text{ф}}=4.6$

ширина  $b_{\phi}=3.5$

высота  $h_{\phi}=0.2$

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

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

21. Начальная температура в камере  $t_1=16$  С.

22. Температура изотермической выдержки  $t_{из}=85$  С.

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

24. Удельная теплоемкость бетона  $c_b=0.84$  Дж/кг град.

25. Коэффициенты :

3.3. теплопроводности бетона  $\delta=0.47$  Вт/м град;

3.4. температуропроводности бетона  $a_b=2.84 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/час.

26. Прочность бетона после тепловлажностной обработки  $R_{тво}=24.5$  МПа  
(%)

#### Теплотехнический расчет тепловой установки

- Число изделий, уложенных в камере, шт -  $N_1=30$

Количество изделий расположенных в камере определяется по эскизу из соображения максимальной загрузки камеры. При этом необходимо учитывать следующие расстояния:

от стен до форм - 50...100 мм;

от дна камеры до нижней формы - 100...150 мм;

между верхним изделием и крышкой камеры - 50...100 мм;

по вертикали между отдельными изделиями за счет прокладок или кронштейнов - 30 мм.

Количество изделий, находящихся одновременно в одной камере:

$$n_i = n_{y \text{ т.о}}, \quad (6.2)$$

где  $n_y$  – часовая производительность камеры, 3 изд/ч.

$$n_i = 3 \cdot 12 = 36 \text{ шт.}$$

Требуемое количество камер:

$$N_k = \frac{N}{n_i} = \frac{34,1}{36} = 0,95. \quad (6.5)$$

Длина камеры:

$$L = n_i \cdot l_{\phi}, \text{ м; } (6.4)$$

где  $l_{\phi}$  - длина формы:

$$l_{\phi} = l_n + 2 \cdot l_{\phi}, \text{ м } (6.5)$$

где  $l_{\phi}$  – толщина стенки формы, 0.3 м;

$l_n$  – длина панели, 3.995 м (4 м).

$$l_{\phi} = 4 + 2 \cdot 0,3 = 4,6 \text{ м.}$$

$$L = 36 \cdot 4,6 = 165,6 \text{ м.}$$

Так как длина камеры не должна превышать 120 м, то принимаем 4 камеры длиной 41,4 м.

Ширина камеры:

$$B = b_{\phi} + 2 \cdot b_3, \text{ м; } (6.6)$$

где  $b_{\phi}$  – ширина формы:

$$b_{\phi} = b_n + 2 \cdot b_{\phi}, \text{ м; } (6.7)$$

где  $b_{\phi}$  – толщина стенки формы, 0.3 м;

$b_n$  – ширина панели, 2.9 м.

$$b_{\phi} = 2,9 + 2 \cdot 0,3 = 3,5 \text{ м;}$$

$b_3$  – расстояние между формой и стенкой, учитывая паровые регистры, 0,3 м.

$$B = 3,5 + 2 \cdot 0,3 = 4,1 \text{ м.}$$

Высота камеры:



$$H = h_1 + h_{\phi} + h_{\text{кол}} + h_p, \text{ м}; \quad (6.8)$$

где  $h_1$  – расстояние от потолка камеры до верха изделия, 0,3 м;

$h_{\phi}$  – высота формы с изделием: \

$$h_{\phi} = h_{\text{и}} + h_{\phi},$$

$h_{\text{и}}$  – высота изделия, 0.3 м;

$h_{\phi}$  – высота дна формы, 0.2 м.

$$h_{\phi} = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ м};$$

$h_{\text{кол}}$  – высота колес, 0,12 м;

$h_p$  – высота рельса, 0,12 м

$$H = 0,3 + 0,5 + 0,12 + 0,12 = 1,04 \text{ м}.$$

- Р а з м е р ы к а м е р ы :

Внутренние размеры камеры, м:

длина –  $L=41.4$

ширина –  $B=4.1$

высота –  $H=1.04$

Габаритные размеры камеры, м:

длина –  $L_k = L + 2 \cdot d_{\text{ст}}, = 41.4 + 2 \cdot 0.3 = 42$

ширина –  $B_k = B + 2 \cdot d_{\text{ст}}, = 4.1 + 2 \cdot 0.3 = 4.7$

высота –  $H_k = H + d_{\text{п}} + d_{\text{кр}}, = 1.04 + 0.2 + 0.3 = 1.54$

где  $d_{\text{ст}}$  – толщина стены, 0.3м,

$d_{\text{п}}$  – толщина пола, 0.2м,

$d_{\text{кр}}$  – толщина крышки, 0.3м

Наружная поверхность ограждения камеры,  $\text{м}^2$

$$F = 2 (H_k L_k + L_k B_k + B_k H_k) = 2 \cdot (1.54 \cdot 42 + 42 \cdot 4.7 + 4.7 \cdot 1.54) = 539$$

- Рабочий объем камеры, м<sup>3</sup>

$$V_k = LBH = 303.996$$

- Суммарный объем бетона изделий, входящих в камеру

$$V_{бк} = N_1 V_{б.} = 30 * 1.28 = 38.4$$

- Суммарная масса бетона изделий, входящих в камеру

$$G_{бк} = V_{бк} R_{бс.} = 38.4 * 2357.7 = 91219.2$$

- Объем формы

$$V_{ф1} = G_{ф} / \rho_{ф} = 2000 / 7700 = 0.3$$

- Суммарный объем форм изделий, находящихся в камере

$$V_{ф} = V_{ф1} N_1 = 0.3 * 30 = 9$$

- Степень заполнения камеры бетоном изделий

$$Q_{б} = \frac{V_{бк}}{V_k} = \frac{38.4}{303.996} = 0.126$$

- Степень заполнения камеры формами

$$Q_{к} = \frac{V_{ф}}{V_k} = \frac{9}{303.996} = 0.029$$

#### Расчет количества камер

- Продолжительность загрузки изделий в камеру

$$T_3 = N_1 T_{форм}$$

где  $T_{форм}$  – цикл формовочного поста, ч

- Время выгрузки изделий, ч,

$$T_в = 0.5 T_3 = 15$$

- Общая длительность полного цикла камеры, ч,

$$D = \frac{T_3 + T_в + D}{K_d} = \frac{30 + 15 + 12}{0.91} = 62.63$$

где  $D$  - длительность процесса тепловлажностной обработки,

$K_d$  - коэффициент, учитывающий затраты времени на открывание и закрывание крышки, чистку камеры и т.д. (0.91...0.94).

#### 4.Суточная обрачиваемость камеры

для двухсменной работы

$$m_c = \frac{24}{D_{ц}} \cdot K_{п} = \frac{24}{6263} * 0.67 = 0.25,$$

где  $K_{п}$  – поправочный коэффициент оборачиваемости при переходе от трехсменной работы к двухсменной (табл.9).

Таблица 9 Таблица пересмотренных коэффициентов оборачиваемости

Технология производства	Продолжительность операций до ТО, ч	Значения поправочных коэффициентов снижения оборачиваемости форм при продолжительности ТО, ч			
		7	8	9	10
Агрегатная	1	0.67	0.75	0.83	0.92
Конвейерная	2	0.75	0.83	0.92	1.00
Стендовая	3	0.83	0.92	0.92	0.95
Кассетно-стендовая	5	1.00	0.83	0.87	0.78

5.Количество циклов работы камеры в году

$$m_{г} = \frac{I_{г} \cdot K_{исп}}{D_{ц}} = \frac{0.9 * 3952}{0.9} = 56.8$$

где  $K_{исп}$  коэффициент использования тепловой установки,  $K_{исп}=0.9$ ,  $T_{г}$  – число рабочих часов в году.

6.Годовая производительность одной камеры по объему

$$П_{к} = m_{г} V_{бк.} = 56.8 * 38.4 = 2181.12$$

7.Требуемое количество камер, шт

$$N_{кам} = 1.1 \frac{П}{П_{к}} = 1.1 * \frac{28454}{2181.12} = 14.35$$

где  $П$  – годовой объем выпуска изделий,  $28454 м^3$ .

Полученное значение  $N_{кам}$  округляется до ближайшего большего и добавляется 1 резервная камера на каждые десять камер.

Материальный баланс камеры

- поступает в камеру:

$$- \text{сухих веществ } G_c = V_{бк.} G_{с1} , 38.4 * 3145.8 = 120798.72$$

- воды  $G_w = V_{бк} G_{в}, 38.4*128.6=4938.24$

-металла форм  $G_m = N_1 G_{ф}, 30*2000=6000$

-арматуры и закладных деталей  $G_{ар} = G_{аб} V_{бк}, 106.41*38.4=4086.1$

♦ выгружается из камеры:

- сухого бетона  $G_{б0} = G_c + G_{вг}, 120798.72$

- вода, перешедшая в гидратную влагу  $G_{вг} = G_{вс} V_{бк}, =47.94*38.4=1840.8$

$G_{вс} = G_{ц} a_1=0.17*282=47.94$  - количество химически связанной воды

$a_1 0.17$ - степень гидратации (принимается по литературным данным),

- остаточная влага изделий

$G_{вост} = G_w - G_{вг} - G_w(a_2 + a_3)/100 = 4938.24 - 1840.8 - 4938.24(10 + 15)/100 = 1862.88$   
испарившаяся вода  $G$

$$G = \frac{G_w \cdot a_2}{100} = \frac{4938.24 \cdot 10}{100} = 493.824$$

где  $a_2$  - % испарившейся воды за период изотермической выдержки.  
испаряется вода

$$G_{вн0} = \frac{G_w \cdot a_3}{100} = \frac{4938.24 \cdot 15}{100} = 740.736$$

где  $a_3$  % испарившейся влаги за период охлаждения.

-металла форм  $G_m = N_1 G_{ф} = 30*2000=6000$

- арматуры и закладных деталей  $G_{ар} = G_{аб}$

-  $V_{бк} = 106.41*38.4=4086.1$

Испарение влаги будет происходить только с открытой поверхности изделия.

Тепловой баланс ямной пропарочной камеры  $t_0=20^{\circ}C$

Тепловой баланс рассчитывается по периодам работы тепловой обработки. Единицей расчета служит кДж/период.

Тепловой баланс ямной пропарочной камеры

1. Приход тепла:

1.1 Теплосодержание сухой части бетонной смеси, поступившей в зону

$Q_{1-1} = G_c c_{б} t_0 = 2029418.496 = 120798.72*0.84*20$

где  $c_b$  — теплоемкость бетона при  $t_0$ , кДж/кг град.

1.2 Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси

$$Q_{1-2} = G_w c_w t_0 = 413824.512 = 4938.24 * 4.19 * 20$$

где  $c_w$  — теплоемкость воды при  $t_0$ , кДж/кг град.

1.3 Теплосодержание арматуры и закладных деталей изделий загруженных в камеру

$$Q_{1-3} = G_{ap} c_a t_0 = 39226.56 = 4086.1 * 0.48 * 20$$

где  $c_a$  — теплоемкость арматуры, кДж/кг град.

1.4 Теплосодержание форм

$$Q_{1-4} = G_M c_f t_0 = 276000 = 6000 * 2.3 * 20$$

где  $c_f$  — теплоемкость материала формы, кДж/кг град.

1.5 Тепло экзотермии вяжущего

$$Q_{1-5} = q_{ц1} G_{ц} V_{и} N_{п} = 1192.5 * 282 * 1.28 * 30 = 12913344$$

где  $N_{п}$  — количество изделий в камере, 30

$V_{и}$  — объем бетона в изделии, м<sup>3</sup>,

$q_{ц1}$  — тепло, выделившееся при гидратации 1 кг цемента, кДж/кг

$$q_{ц1} = \frac{M_{ц} \theta_1 a_0 \sqrt{V/Ц}}{162 + 0.96 \theta_1}$$

$$= \frac{400 * 17212.4 * 4.28 \sqrt{0.456}}{162 + 0.96 * 17212.4} = 1192.5$$

где  $t_{(1-2)}$  — количество градусо-часов процесса,  $860.62 * 20 = 1742.4$  град ч,  $a_0$  — коэффициент:

$a_0 = 0.32 + 0.002 t_{(1-2)}$  при  $t_{(1-2)} \leq 290$  град ч,

$a_0 = 0.84 + 0.0002 t_{(1-2)}$  при  $t_{(1-2)} > 290$  град ч.

1.6 Тепло материалов ограждений

$$Q_{1-6} = \sum V_{iогр} c_{iогр} t_{iогр}$$

где  $V_{iогр}$  — объем i-го слоя материала в ограждении, м<sup>3</sup>;

$\rho_{iогр}$  плотность  $i$ -го материала, кг/м<sup>3</sup>;

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

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

#### 1.7. Тепло вносимое теплоносителем

$$Q_{1-7} = G_1 i_{п}$$

где  $G_1$  количество подаваемого теплоносителя в период подогрева,  $i_{п}$  энтальпия теплоносителя.

#### 1.8. Сумма приходных статей

$$Q_{1п} = Q_{1-i}$$

### 2. Расход тепла:

#### 2.1. На нагрев сухих материалов

$$Q_{2-1} = G_c c_b t_{(1-2)б.} = 4566192$$

#### 2.2. На нагрев воды в бетонной смеси

$$Q_{2-2} = G_w c_w t_{(1-2)б.} = 4938.24 * 4.19 * 45 = 931105.1$$

#### 2.3. На нагрев арматуры и закладных деталей

$$Q_{2-3} = G_{ар} c_a t_{(1-2)б.} = 4086.1 * 0.48 * 45 = 82743.5$$

#### 2.4. На нагрев форм-вагонеток

$$Q_{2-4} = G_m c_m t_{из.} = 6000 * 2.3 * 85 = 1172999$$

#### 2.5. На нагрев материалов

$$\text{ограждений } Q_{2-5} = V_{iогр} \rho_{iогр}$$

$$c_{iогр} t_{2iогр}, = 12913344$$

где  $t_{2iогр}$  – средняя температура  $i$ -го слоя материала ограждения.

2.6. Потери тепла в окружающую среду через надземную часть стен

$$Q_{2-6} = 3.6 \quad k \quad F_H \quad D_{\Pi} \quad (t_{(1-2)o} - t_{oc}) = 3.6 * 1.334 * 539 * 12 * (45 - 20) = 776548.08$$

где  $D_{\Pi}$  время подъема температуры, час;

$k$  коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup> град

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{0 + \frac{0.3}{0.47} + \frac{1}{9}} = 1.334$$

$\alpha_1$  коэффициент теплоотдачи от греющей среды к разделяющей стенке

-для чистого пара 9 000... 12 000 Вт/м<sup>2</sup> град

-для паровоздушной смеси - коэффициент теплоотдачи

пара умножается на поправочный коэффициент, принимаемый по табл.10.

Таблица 10 Таблица поправочных коэффициентов

Процент примесей воздуха	Массовая скорость паровоздушной смеси, кг/м <sup>3</sup> ·сек.			
	0	0,3	2	6,5
1	0,42	0,70	0,88	0,96
2	0,30	0,62	0,83	0,94
3	0,20	0,55	0,78	0,91
4	0,18	0,50	0,74	0,88
8	0,12	0,38	0,63	0,80
12	0,10	0,32	0,56	0,74

$\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой среде, Вт/м<sup>2</sup>·град:

$$\alpha_2 = 2.6 \sqrt{t_{\text{ст}} - t_{\text{в}} + 5.7} \cdot \frac{\left( \frac{t_{\text{ст}} + 273}{100} \right)^{0.75} - \left( \frac{t_{\text{в}} + 273}{100} \right)^{0.75}}{t_{\text{ст}} - t_{\text{в}}}$$

где  $b_i$  – толщина слоев ограждения, м,

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, Вт/м град,

2.6 – коэффициент, учитывающий расположение стен

$t_{\text{ст}}$  – температура наружной поверхности стен, С,

$\epsilon$  – степень черноты: 0.8

0.8...0.9 – для керамических материалов,

0.8 – для стального листа,

0.1...0.2 для стального листа покрытого алюминиевой краской

2.7. Потери тепла подземной частью стен камеры

$$Q_{2-7} = (0.1...0.3) Q_{2-6} = 0.2 * 776548.08 = 153309.6$$

2.8. Потери тепла через крышку

$$Q_{2-8} = 3.6 k F_{\text{кр}} D_{\text{п}} (t_{\text{п.кр.}} - t_{\text{ос}}) = 3.6 * 1.334 * 539 * 3 * (45 - 20) = 194137$$

где  $t_{\text{п.кр.}}$  – температура внутренней поверхности крышки,  $D_{\text{п}}$  – время подъема температуры, час,

$F_{\text{кр}}$  – площадь крышки, м<sup>2</sup>,

$k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup> град,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$\alpha_{2.кр}$  – коэффициент теплоотдачи от крышки к окружающей среде, Вт/м<sup>2</sup> град



$$\alpha_{2,кр} = 3.3 \cdot \alpha_k = 3.3 \cdot 9.81 = 32.3$$

$b_i$  – толщина слоев крышки, м,

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности слоев, Вт/м · град,

3.3 – коэффициент, учитывающий расположение ограждающей конструкции,

$t_{ст}$  – температура наружной поверхности крышки, °С,

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

$\alpha_k$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup> · град, принимается по

табл.11. Таблица температурных коэффициентов теплопередачи

Температура наружной поверхности, °С	Коэффициент теплоотдачи Вт/ м <sup>2</sup> ·град
10	9,81
25	10,45
40	10,69
60	11,63

## 2.9. Тепло, уносимое конденсатом

$$Q_{2-10} = G_k c_k t_{(1-2)0},$$

где  $G_k = G_1 - G_{св} - G_{пр} =$

$G_{пр}$  – потери пара через неплотности установки в атмосферу

0.1.....0.2 от общего расхода пара за период,

$G_{св}$  – масса пара, заполняющего свободный объем

камеры  $G_{св} = \rho (V_k - V_{бк} - V_{ф}) = 0.083022 \cdot (303996 - 38.4 - 9) = 21.3$

$\rho$  – плотность пара при средней температуре в камере в период подъема температуры,

$c_k$  – удельная теплоемкость конденсата, кДж/кг град.

## 2.10. Потери тепла с паром, уходящим через неплотности установки

$$Q_{2-11} = G_{пр} c_{п} t_{(1-2)0} = 0.1 \cdot 8.0752 \cdot 45 = 36.3384$$

где  $c_{п}$  - удельная теплоемкость пара, кДж/кг град.

2.11. Расход тепла на нагрев паровоздушной смеси, заполняющей свободный объем камеры

$$Q_{2-12} = G_{св} c_{п}' t_{из} = 21.3 * 8.0752 * 85 = 14620.1$$

где  $c_{п}'$  - теплоемкость паровоздушной смеси при температуре изотермической выдержки

Среднечасовой расход теплоносителя

$$G_{1с} = \frac{G_1}{n_{п}} = \frac{130 * 218}{12} = 10.85$$

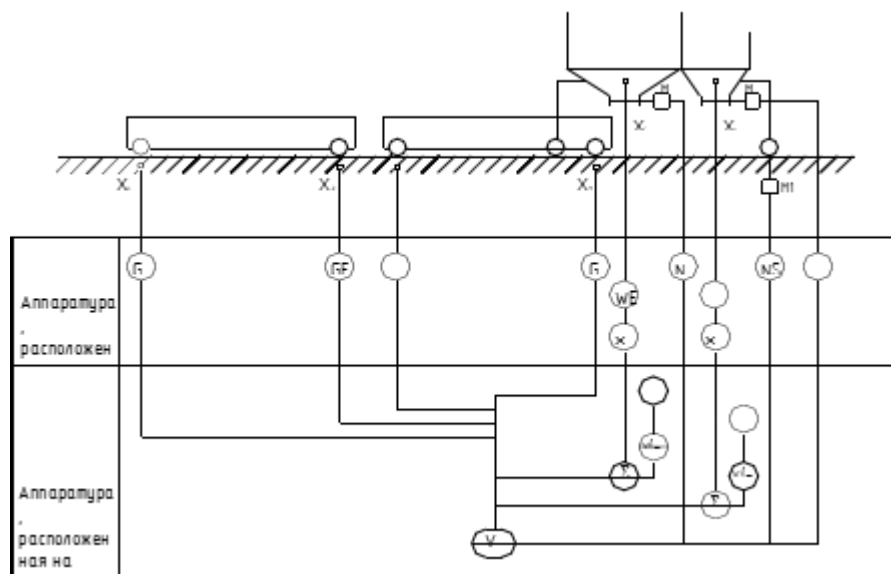
Удельный расход пара на тепловую обработку, кг/м<sup>3</sup>,

$$G_{уп} = \frac{G_1 + G_2}{V_{к}} = \frac{130.218 + 130.218}{38.4} = 6.78$$

Так как наш удельный расход пара  $6.78 < 170$  кг/м<sup>3</sup>, то необходимости в изменении конструктивного решения ограждений тепловой установки или режима тепловой обработки нет

## 7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

### 7.1 Разработка функциональной схемы



Работа бетоноукладчика (БУ) осуществляется следующим образом. Исходное положение контролируется датчиком положения GE с выходным сигналом  $X_1$  (начальная точка поста №5). При поступлении команды на начало цикла в бетоноукладчик начинает загружаться бетонная смесь. При помощи схемы сравнения (WE, K, KW, (-1)) контролируется масса бетонной смеси. При поступлении на аппаратуру управления двигателем (NS) сигнала о достижении массы бетонной смеси 3,31 т бетоноукладчик начинает двигаться (двигатель  $M_1$ ) вдоль поста №5 над формой и открывается задвижка бункера бетонной смеси (двигатель  $M_2$ ) (укладка первого слоя бетонной смеси). При срабатывании датчика положения GE с выходным сигналом  $X_2$  подается сигнал на NS двигателя  $M_2$  и задвижка бункера бетонной смеси закрывается. При достижении положения контролируемого

датчиком с выходным сигналом  $X_3$  бетоноукладчик останавливается (начальная точка поста №6). В этой точке бетоноукладчик загружается раствором. При достижении массы 0,32 т схема сравнения подает сигналы на аппаратуру управления двигателями  $M_1$  и  $M_3$ . Эти сигналы служат началом движения БУ-ка над формой (пост №6) и открытия задвижки бункера бетонной смеси (укладывается растворная смесь). Крайнее положение БУ-ка контролируется датчиком положения GE с выходным сигналом  $X_4$ , который служит сигналом к остановке

БУ-ка и возвращению его в исходное положение. При этом при срабатывании датчика с выходным сигналом  $X_2$  на аппаратуру управления двигателем задвижки бункера бетонной смеси ( $M_2$ ) подается сигнал и она открывается (укладка второго слоя бетонной смеси). При замыкании датчика с выходным сигналом  $X_1$  двигатель БУ-ка  $M_1$  останавливается, а задвижка бункера бетонной смеси закрывается (двигатель  $M_2$ ). Цикл затем повторяется

## 7.2 Проектирование логического управляющего устройства

### 7.21 Движение бетоноукладчика до поста №6 и укладка первого слоя бетонной смеси.

-движение БУ-ка до начала поста №6 (двигатель  $M_1$ ):  $f_1 = X_{01} X_5 \quad X_1 Z$

где  $X_{01}$  – сигнал на начало цикла;

$X_5$  – сигнал о достижении необходимой

массы бетонной смеси;

$X_1$  – сигнал исходного положения;  $Z$  – сигнал состояния памяти.

-остановка бетоноукладчика:

$$f_1 = X_3,$$

где  $X_3$  – сигнал начала поста №6.

открытие задвижки бункера бетонной смеси (двигатель  $M_2$ ):

$$f_2 = X_5 X_1$$

закрытие задвижки бункера бетонной смеси (двигатель  $M_2$ )

$$f_2 = X_2,$$

где  $X_2$  – сигнал конца поста №5.

Движение бетоноукладчика вдоль поста №6 и укладка растворной смеси

движение БУ-ка до конца поста №6 (двигатель  $M_1$ )

$$f_3 = X_6 X_3$$

где  $X_6$  - сигнал о достижении необходимой массырастворной смеси

остановка бетоноукладчика;

$$f_3 = X_4$$

где  $X_4$  – сигнал крайнего положения БУ-ка (конецпоста №6)

открытие задвижки бункера растворной смеси (двигатель  $M_3$ ):

$$f_4 = X_6 X_3.$$

заткрытие задвижки бункера растворной смеси (двигатель  $M_3$ ):

$$f_4 = X_4.$$

Возвращение БУ-ка в исходное положение и укладка второго слоя

бетонной смеси

движение БУ-ка (двигатель  $M_1$ ):

$$f_5 = X_4.$$

остановка бетоноукладчика:

$$f_5 = X_1$$

открытие задвижки бункера бетонной смеси (двигатель M<sub>2</sub>):

$$f_6 = X_2.$$

открытие задвижки бункера бетонной смеси (двигатель M<sub>2</sub>):

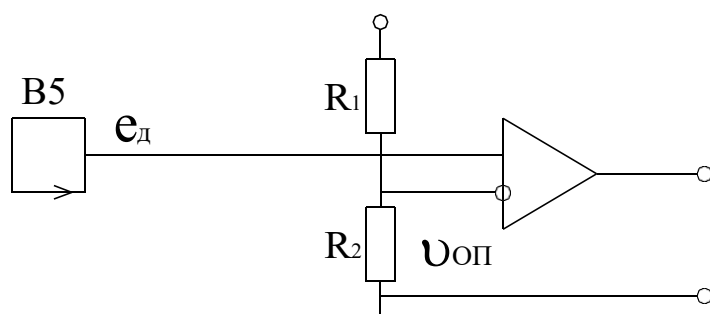
$$f_6 = X_1.$$

Функция управления памятью:

$$f_z = X_4;$$

$$f_z = X_0.$$

Расчет схем сравнения



Расчет схемы сравнения массы бетонной смеси:

1 Принимаем  $U_{\text{п}} = 5 \text{ В}$ .

2 Максимальный сигнал на выходе датчика массы B5:

$$e_{\text{д}}^{\text{max}} = S_{\text{д}} \cdot M_{\text{max}}$$

где  $S_{\text{д}}$  – чувствительность датчика массы, 1 В/т;

$M_{\text{max}}$  – масса бетонной смеси, загружаемая в бункер, 3,31 кг

$$e_{\text{д}}^{\text{max}} = 1 \cdot 3,31 = 3,31 \text{ В}.$$

$$\text{Принимаем } U_{\text{оп}} = e_{\text{д}}^{\text{max}} = 3,31 \text{ В}.$$

д

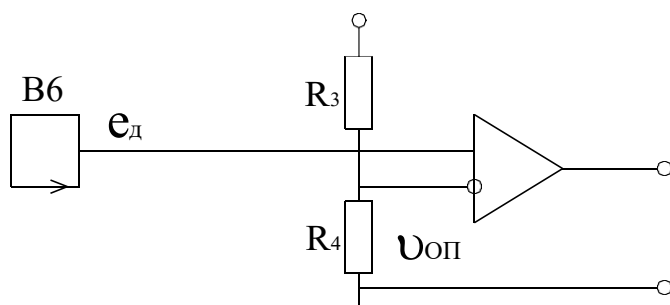
Принимаем сопротивление резистора  $R_1 = 10 \text{ кОм}$ .

Сопротивление резистора  $R_2$  определяем из соотношения

$$\frac{v_{\text{ОП}}}{R_2} = \frac{v_{\text{П}}}{R_1 + R_2}$$

$$R_2 = \frac{v_{\text{ОП}} \cdot R_1}{v_{\text{П}} - v_{\text{ОП}}} = \frac{3,31 \cdot 10}{5 - 3,31} = 19,59 \text{ кОм}$$

Принимаем  $R_2 = 20 \text{ кОм}$ .



Расчет схемы сравнения массы растворной смеси:

Принимаем  $v_{\text{П}} = 5 \text{ В}$

Максимальный сигнал на выходе датчика массы:

$$e_{\text{Д}}^{\text{Мах}} = S_{\text{Д}} \cdot M_{\text{Мах}}$$

где  $S_{\text{Д}}$  – чувствительность датчика массы,  $1 \text{ В/т}$ ;

$M_{\text{Мах}}$  – масса растворной смеси, загружаемая в бункер,  $0,32 \text{ кг}$

$$e_{\text{Д}}^{\text{Мах}} = 1 \cdot 0,32 = 0,32 \text{ В}$$

Принимаем  $v_{\text{ОП}} = e_{\text{Д}}^{\text{Мах}} = 0,32 \text{ В}$ .

Принимаем сопротивление резистора  $R_3 = 6,8 \text{ кОм}$

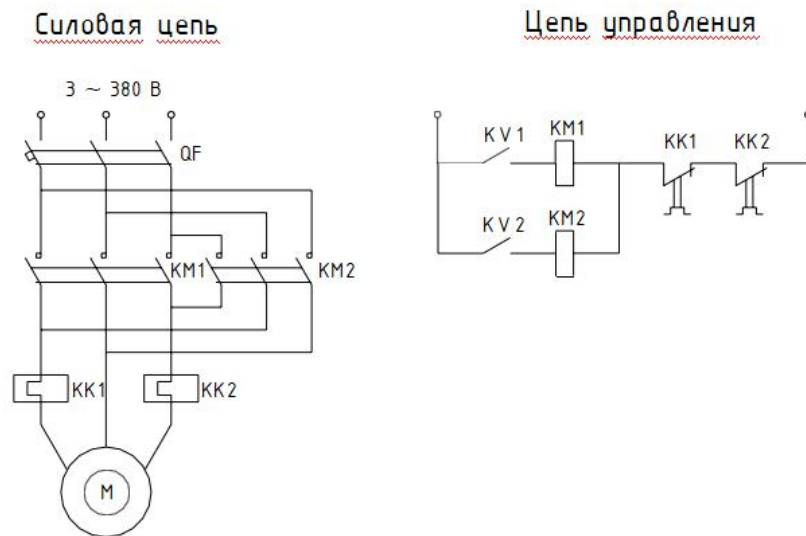
Сопротивление резистора  $R_4$  определяем из соотношения

$$\frac{v_{\text{оп}}}{R_4} = \frac{v_{\text{п}}}{R_3 + R_4}$$

$$R = \frac{v_{\text{оп}} \cdot R_3}{v_{\text{п}} - v_{\text{оп}}} = \frac{0,32 \cdot 6,8}{5 - 0,32} = 0,465 \text{ кОм}$$

Принимаем  $R_4 = 0,470 \text{ кОм}$

Расчет исполнительного устройства



Выбираем двигатель серии 4А из условия  
 $P_{\text{н}} = P_{\text{нагр}}$ ,

где  $P_{\text{нагр}}$  – мощность привода перемещения бетоноукладчика, 11 кВт.

Принимаем асинхронный электродвигатель трехфазного тока 4А132С2У3 с

параметрами:

номинальная мощность  $P_{\text{н}} = 11,5 \text{ кВт}$ ;

синхронная частота вращения  $n_{\text{н}} = 2880 \text{ мин}^{-1}$

КПД  $\eta = 88\%$

коэффициент мощности  $\cos\phi = 0,9$

кратность пускового тока  $I_{\text{п}}/I_{\text{н}} = 7,5$ .

Номинальный ток двигателя:



$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \eta \cdot \cos \varphi_H} = \frac{11500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,88 \cdot 0,9} = 22,06 \text{ A}$$

Пусковой ток:

$$I_{\Pi} = 7,5 I_H = 7,5 \cdot 22,06 = 165,45 \text{ A.}$$

Выбираем магнитный пускатель ПМЕ-200, для которого ток главных контактов

$$25 \text{ A} > I_H = 22,06 \text{ A.}$$

Ток в цепи управления

$$I_y = P_{\text{кат}} / U$$

где  $P_{\text{кат}}$  – мощность катушки магнитного пускателя, 30 ВА

$$I_y = 30 / 220 = 0,136 \text{ A.}$$

Ток блок-контактов  $I_{\text{бл.к}} = 6 \text{ A} > I_y = 0,136 \text{ A}$

Выбираем тепловое реле ТРН-25 на номинальный ток нагревательных элементов  $I_{\text{н.э}} = 25 \text{ A}$  ближайший к  $I_H = 22,06 \text{ A}$

Выбираем автоматический выключатель QF А-3700 на ток

$$I_{\text{эл.м}} 1,25 I_{\Pi} = 1,25 \cdot 165,45 = 206,81 \text{ A,}$$

так как автоматический выключатель имеет электромагнитный расцепитель

## 8 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

### 8.1 Технологическая схема

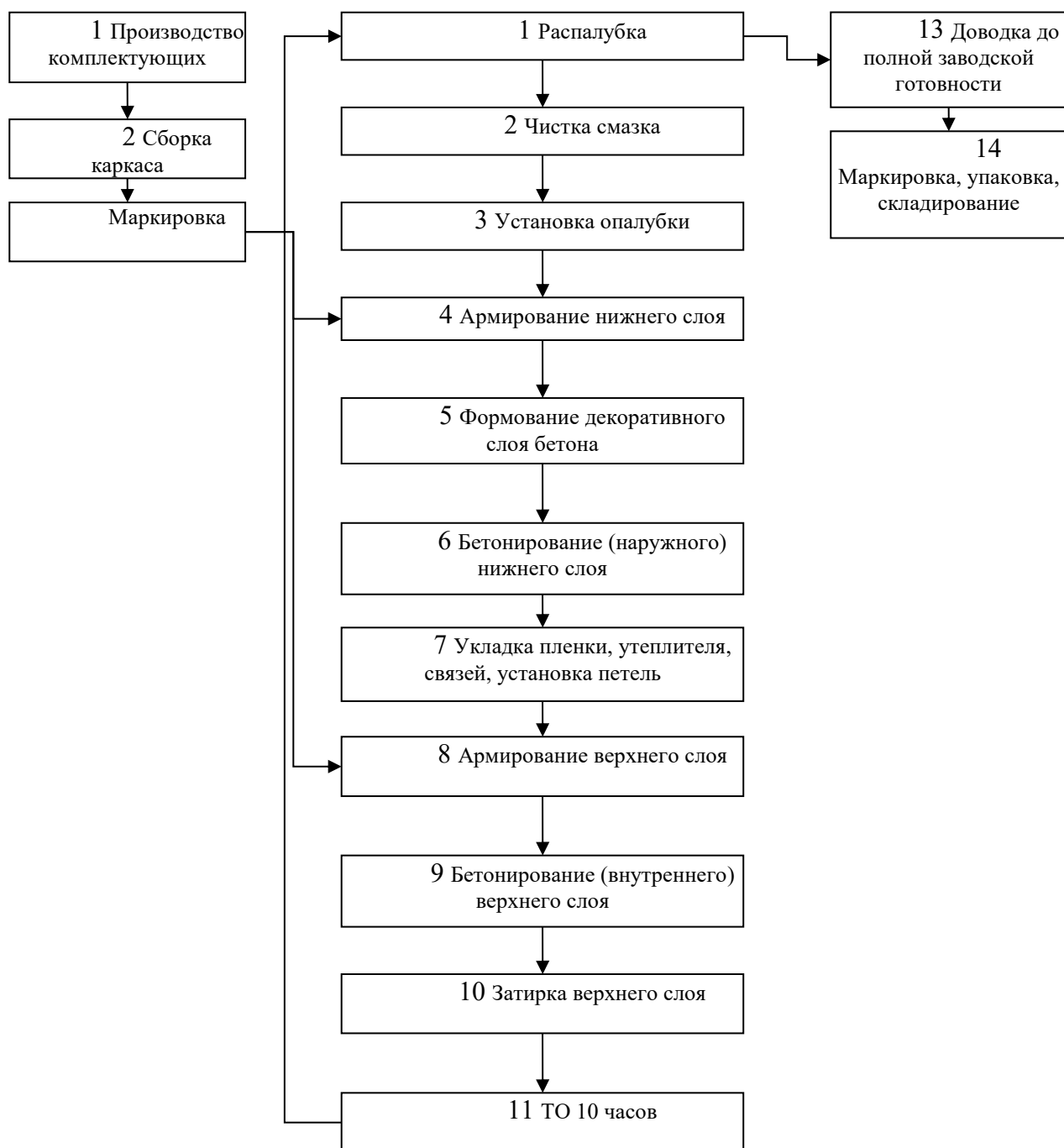


Рисунок 4 – Технологическая схема производства трехслойных стеновых

панелей

#### 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.

#### 2 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. Стрповка и перемещение формы занимает две минуты.

#### 3 Армирование

Два арматурщика 3 разряда устанавливают в форму пространственный каркас, сетки и закладные детали в течение 6 минут. Затем идёт строповка формы и перемещение её на резервный пост. Стрповка и перемещение формы занимает две минуты.

#### 4 Декоративный слой

Доставка декоративного слоя производится из отделения приготовления декоративного бетона. На данном посту имеется электроталь для подъема мульды с декоративной бетонной смесью. Бадья стропуется и 2 бетонщика 5 разряда в

течение 5 минут производят укладку декоративного слоя. После форма стропуется и перемещается на пост вибрирования.

#### 4) Внешний (нижний) слой

Вначале цикла происходит вибрирование декоративного слоя. В это же время автоматически происходит доставка бетонной смеси с основного БСУ с помощью адресной подачи бетона. Укладку внешнего слоя осуществляют 2 формовщика 5 разряда в течение 3 минут.

- Установка утеплителя, сеток

Укладка утеплителя и установка сеток производится одновременно в течение 11 минут. Укладку производят 2 арматурщика.

- Внутренний (верхний) слой

При подаче формы на пост включается автоматическая подача бетонной смеси. После подготовки бетоноукладчика производится укладка верхнего слоя. 2 бетонщика в течении 3 минут выполняют данную работу.

- Уплотнение верхнего слоя

Уплотнение верхнего слоя производят 2 ремонтника в течение 4 минут вручную глубинными вибраторами. Далее производится строповка и перемещение формы на пост тепловлажностной обработки. Процесс строповки и перемещения занимает две минуты.

- Тепловая обработка

На посту тепловлажностной обработки форма с изделием проходит цикл обработки, после чего производится выемка формы из камеры, под контролем двух такелажников 4 разряда. Далее форма перемещается на пост распалубки. Процесс перемещения занимает две минуты.

- Распалубка

Распалубку осуществляют 2 распалубщика в течение 20 минут.

- Кантование

На данном посту изделие стропуется, переводится кантователем в вертикальное положение и перемещается краном на пост доводки. Строповку осуществляет 1 стропольщик, который не входит в состав основной рабочей бригады.

11) Отделка изделия

На посту отделки при помощи аппаратной мойки водой под давлением удаляют наружный слой цементного камня, оголяя при это декоративную крошку-камень.

2.2 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 часов в сутки 23.

Расчетный фонд рабочего времени составляет 5819 часа.

2.3 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

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 – ТВО;
- 7– пост распалубки;
- 8– пост отделки, приемки и маркировки;
- 9– Тележка

Кран №1:

- К1<sup>1</sup>-К2<sup>1</sup> – строповка арматурных каркасов;
- К2<sup>1</sup>-К3<sup>1</sup> – установка арматурных каркасов
- К3<sup>1</sup>-К4<sup>1</sup> – расстроповка арматурных каркасов
- К4<sup>1</sup>-К5<sup>1</sup> – строповка формы;
- К5<sup>1</sup>-К6<sup>1</sup>– перемещение формы на пост укладки декоративного слоя;
- К6<sup>1</sup>-К7<sup>1</sup>–расстроповка формы;
- К7<sup>1</sup>-К8<sup>1</sup>– строповка бадьи с декоративной бетонной смесью;
- К8<sup>1</sup>-К9<sup>1</sup>– укладка декоративного слоя;
- К9<sup>1</sup>-К10<sup>1</sup>– расстроповка бадьи
- К10<sup>1</sup>-К11<sup>1</sup>–строповка формы;
- К11<sup>1</sup>-К12<sup>1</sup>– перемещение формы на пост формования внешнего слоя;

К12<sup>1</sup>-К13<sup>1</sup>–расстроповка  
К13<sup>1</sup>К14<sup>1</sup> –простой крана  
К14<sup>1</sup> -К15<sup>1</sup>–строповка  
К15<sup>1</sup> -К16<sup>1</sup>–перемещение формы на пост формования внутреннего слоя  
К16<sup>1</sup>-К17<sup>1</sup>–расстроповка  
К17<sup>1</sup>-К18<sup>1</sup>–простой  
К18<sup>1</sup>-К19<sup>1</sup>–строповка  
К19<sup>1</sup>-К20<sup>1</sup>–установка арматурных каркасов  
К20<sup>1</sup>-К21<sup>1</sup>–расстроповка  
К21<sup>1</sup>-К22<sup>1</sup>–простой  
К22<sup>1</sup>-К23<sup>1</sup>–перемещение крана на пост распалубки  
  
К23<sup>1</sup>-К24<sup>1</sup>–строповка  
К24<sup>1</sup>-К25<sup>1</sup>–перещение форм на пост чистки смазки  
К25<sup>1</sup>-К26<sup>1</sup>–расстроповка

Кран №2:

К1<sup>2</sup>-К2<sup>2</sup> – строповка форм  
К2<sup>2</sup>-К3<sup>2</sup> – перемещение форм на пост распалубки  
К3<sup>2</sup>-К4<sup>2</sup> – расстроповка форм  
К4<sup>2</sup>-К5<sup>2</sup> – простой крана;  
К5<sup>2</sup>-К6<sup>2</sup> – строповка изделий  
К6<sup>2</sup>-К7<sup>2</sup> –перемещение изделий на пост отделки  
  
К7<sup>2</sup>-К8<sup>2</sup> – расстроповка изделий;  
К8<sup>2</sup>-К9<sup>2</sup>– простой крана;  
К9<sup>2</sup>-К10<sup>2</sup> – строповка готовых изделий  
К10<sup>2</sup>-К11<sup>2</sup>–перемещение готовых изделий на самоходную тележку

K11<sup>2</sup>-K12<sup>2</sup>– расстроповка

K12<sup>2</sup>-K13<sup>2</sup>–простой

K13<sup>2</sup>-K14<sup>2</sup>–перемещение на пост ТВО

K14<sup>2</sup>-K15<sup>2</sup>–строповка

K15<sup>2</sup>-K16<sup>2</sup>–перемещение формы с изделия с пост ТВО на пост чистки и смазка

K16<sup>2</sup>-K17<sup>2</sup>–расстроповка

K17<sup>2</sup>-K18<sup>2</sup>–холостой обратный ход

## 2.2 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:

$$\frac{\sum P_{(i,j)}t_{(i,j)}}{13} = \frac{4 + 8 + 4 + 18 + 8 + 10 + 10 + 6 + 4 + 3 + 3 + 10 + 6 + 4}{13} = \frac{98}{13} = 7,52 \frac{\text{чел}}{\text{мин}};$$

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

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

Tс – такт выпуска, мин.

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

$$H = H\phi - H$$

где Hφ – фактические затраты труда на стад. Процессе чел-мин.

H – трудоемкость операции, мин.

$$H\phi = P_{\max} * T_c, \text{ чел-мин.}$$

P<sub>max</sub> – наибольшая интенсивность текущего потребления ресурсов.

После оптимизации:

$$H\phi = 4 * 49 = 196 \text{ чел-мин.}$$

$$H = 196 - 77 = 119 \text{ чел-мин.}$$



## Определение уровня механизации и автоматизации

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

$$Y_M = \frac{Z_i \cdot k_i \cdot n_i}{3 \sum n_i};$$

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 ручного 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:

$$a = \frac{Z \cdot k \cdot n}{1.5 \sum n};$$

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 12.

Таблица 12 – Сводная таблица уровня механизации и автоматизации.

Операции, переходы	Механизация				Автоматизация			
	$Z_i$	$K_i$	$N_i$	$Z_i K_i N_i$	$Z_i$	$K_i$	$N_i$	$Z_i K_i N_i$
Строповка	1	1	12	12	1	0,5	12	6
транспортировка краном	3	1	8	24	1	1	8	8
расстроповка	1	1	12	12	1	0,5	12	6
Чистка формы	1	0,5	1	0,5	0	0,5	1	0
Смазка формы	1	0,5	1	0,5	0	0,5	1	0
Установка арматурных каркасов в форму	2	1	2	4	1	0,5	2	1
укладка декоративной бетонной смеси	2	0,5	1	1	1	0,5	1	0,5
уплотнение бетонной смеси на виброплощадке	3	1	1	3	1	1	1	1
укладка утеплителя	0	0,5	1	0	0	0,5	1	0
уплотнение глубинным вибратором	2	1	1	2	1	0,5	1	0,5
ТВО	3	1	1	3	1,5	1	1	1,5
отделка изделия	1	0,5	1	0,5	0	0,5	1	0
итого			44	68,5			44	26,5

Расчет уровней механизации и автоматизации:

Уровень механизации

$$Y_m = \frac{z_i \cdot k_i \cdot n_i}{3 \sum n} = \frac{68.5}{132} = 52\%;$$

Уровень автоматизации

$$Y_a = \frac{z_i \cdot k_i \cdot n_i}{1.5 \sum n} = \frac{26.5}{66} = 40\%;$$

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

## 9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цель охраны труда и техники безопасности - свести к минимуму возможность травм или заболеваний сотрудников, обеспечивая при этом комфортные условия труда и максимальную производительность. Система основана на внедрении новых безопасных и высокопроизводительных технологий, передовых профсоюзов и комплексной механизации и автоматизации. В государстве создана система стандартов охраны труда для систематизации нормативных и технических документов по охране труда. Стандартная система содержит положения об организации и методе создания самой системы. Требования и нормативы к видам опасных и вредных факторов на производстве. Требования безопасности в производственном процессе; требования к оборудованию для защиты рабочих. Технические мероприятия направлены на улучшение условий труда, обеспечение безопасных условий труда и устранение причин травм и профессиональных заболеваний. Проектирование, строительство и эксплуатация производственных объектов должны соответствовать правилам и нормам охраны труда. Компаниям, мастерским, мастерским, отделам и лабораториям не разрешается открывать бизнес без правил и положений, обеспечивающих безопасные условия труда. Правила техники безопасности включают требования, разработанные для защиты рабочих от товаров и методов работы. В них прописаны условия, обеспечивающие безопасную работу машин, оборудования и инструментов. Актуальной задачей является обеспечение безопасности рабочих за счет широкого применения технологии и оборудования для изготовления железобетонных плит перекрытия, а также полной механизации и автоматизации производственного процесса. рабочего представляет собой актуальную проблему. Рассмотрим проблемы безопасности жизнедеятельности возможные при производстве трехслойных стеновых панелей и методы их решения

## 9.1 Общая характеристика участка производства трехслойных стеновых панелей

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

Решения по пространственному планированию зданий и площадок должны обеспечивать возможность реструктуризации производства и технического перевооружения, изменения технических процессов и перехода на новые виды продукции.

При проектировании здания, как правило, необходимо объединить одну строительную площадку, склад, хозяйственно-бытовой объект и объект инженерного оборудования разных отраслей, чтобы определить пространственную планировку здания с учетом сокращений. В области внешнего ограждения ... Кроме того, необходимо получить площади световых проемов в соответствии со стандартами проектирования естественного и искусственного освещения или построить здания без световых проемов, если это позволяют технические, гигиенические и гигиенические требования и это экономически целесообразно.

Производственные цеха по изготовлению стеновых панелей относятся к зданиям категории «Д», степени IIIб. Производственная площадь соответствует требованиям 3216м<sup>2</sup>-СНиП 2.09.02-85.

Для промышленных предприятий в основном блоки расширения строительного, конструкционного и инженерного оборудования представляют собой законченные блоки для разработки пространственно-планировочных решений, учитывающих необходимость снижения динамического воздействия на строительные конструкции, технические процессы. Должны использоваться в сборных конструкциях и рабочих, вызванных: вибрационное оборудование или внешние источники вибрации

Архитектурные решения здания должны учитывать градостроительство, климатические условия района строительства и характер окружающей среды.

развитие. Цветовая отделка салона должна быть обеспечена по ГОСТ 14202 и ГОСТ 12.4.026.

Геометрические параметры здания - пролеты, ступени колонн, размеры высотного модуля по ГОСТ 23838 (СТ).

СЭВ 6084), Передвижное (инвентарное) здание-ГОСТ 22853. При разработке проекта реконструкции существующего здания допускаются отклонения от заданных параметров, если это обосновано технической частью проекта.

Сырье, полуфабрикаты, склады готовой продукции и погрузочные площадки (наклонные дороги) в производственных зданиях следует проектировать с учетом требований СНиП 2.11.01.

## 9.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Завод «ОООЗСК» - одно из предприятий, где меры промышленной гигиены и техники безопасности являются одним из важнейших критериев сохранения здоровья всех, кто работает на предприятии. В результате технологического процесса в производственных цехах заводов образуются пыль, конвективное тепло, пар и вредные газы. В формовочных заводах используются механизмы вибрации, которые отрицательно сказываются на здоровье рабочих и могут вызывать шум и травмы.

При работе в цехе по изготовлению стеновых панелей по ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные факторы производства» наблюдается воздействие на организм человека опасных и вредных факторов. Классификация »:

-Вредные факторы: микроклимат, освещение, вибрация, шум, токсичные вещества

Опасные факторы: электрический ток, опасность пожара, движущийся автомобиль.

### 9.3 Микроклимат

Индикаторы микроклимата должны поддерживать тепловой баланс между окружающей средой и человеком и гарантировать, что организм поддерживает оптимальные или приемлемые тепловые условия.

Здоровье и работоспособность человека зависят от состояния воздуха и микроклимата рабочей зоны. Они определяются комбинацией трех ключевых параметров: температуры, относительной влажности, скорости полета и интенсивности теплового излучения.

Действующим нормативным документом, регулирующим микроклимат производственной среды, является ГОСТ 12..1.005 «Воздух рабочей зоны». Основные гигиенические и гигиенические требования », СанПиН 2.2.4.548« Гигиенические требования микроклимата промышленных предприятий. «В этих документах установлены оптимальные и приемлемые значения температуры, относительной влажности и скорости ветра.

В таблице ниже приведены нормативы допуска микроклимата на рабочем месте.

Таблица 13 - Допустимые нормы микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Оптимальные нормы на постоянных и непостоянных рабочих	Допустимые нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах
08.03.01.2021.239.00.00.ПЗ			лист 71

		местах					
		T, °C	ω, %	v, м/с	T, °C	ω, %	v, м/с
Холодный	Средней тяжести ИБ	17-19	40-60	0,2	21	75	Не более 0,4
Теплый	Средней тяжести ИБ	20-22	40-60	0,3	27	70 (при 25°C)	0,2 – 0,5

Работа относится к категории сложности МИБ. Существующие микроклиматические условия в производственной зоне соответствуют требованиям ГОСТ 12.01.005-88.

При выполнении физической работы увеличивается обмен веществ, увеличивается количество выделяемого тепла, изменяется процесс терморегуляции. Когда температура повышается, кровеносные сосуды расширяются, кровоток к органам увеличивается, температура тела повышается, и, как следствие, увеличивается теплоотдача, но если это сложно, тело перегревается и ВНС

Производительность будет снижена. Влажность воздуха влияет на терморегуляцию. Высокие температуры препятствуют передаче тепла из-за испарения, что приводит к перегреву. При низких температурах присутствие водяного пара в холодном воздухе увеличивает теплоотдачу, что приводит к переохлаждению организма. Предел влажности при температуре 30 ° С и влажности 85%; при температуре 40 ° С влажность должна быть 30%. Движение воздуха способствует передаче тепла за счет конвекции только при температуре до 35 ° С. При определенной температуре

При температуре выше 35 ° С испарение вызывает теплопередачу. При температуре выше 40 ° С движение воздуха может вызвать перегрев.

Производственная зона отапливается.

Основным источником тепла в производственном цехе является камера для термовлажностной обработки изделия, на стенке которой находится патрубок с теплоносителем (температура воды  $t = 50-550$  С).

Меры по созданию приятного микроклимата.



Вентиляция используется для поддержания параметров микроклимата в допустимых пределах. СНиП 2.04.05 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Аэрация осуществляется с помощью мансардных окон, расположенных в два ряда по всей длине здания.

Летом воздух поступает в окна в нижнем ряду и прогревается, поднимаюсь и убираюсь с верхнего ряда. Снимается лишнее тепло. Зимой закрывайте окна, чтобы в комнате было тепло. На входе устанавливается воздушно-тепловая завеса, чтобы холодный воздух зимой не попадал через проемы и двери.

Система автоматического управления процессом термообработки позволяет дистанционно поддерживать определенный режим твердения бетона и выключать агрегат.

#### 9.4 Освещение

Освещение на рабочем месте должно соответствовать требованиям к оптимальным визуальным характеристикам для объектов с определенными различиями в размерах.

Правильно расположенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия для работы. ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные факторы производства. Классификация указывает следующие опасные и вредные факторы, связанные с недостаточным освещением.

-Отсутствие или недостаток естественного света;

-Недостаточное освещение в рабочей зоне.

-Повышенная яркость света;

-Уменьшенная контрастность;

-Прямой и отражающий блеск;

-Повышенная пульсация светового потока.

Воздействие этих факторов может привести к преждевременной усталости, снижению внимания, снижению производительности и качества продукции, а

также к вероятности несчастных случаев. Продолжительное воздействие этих факторов может привести к ухудшению зрения.

Уровень освещения на рабочем месте должен соответствовать характеру зрительной работы. Для обеспечения равномерного распределения яркости на рабочей поверхности на участке используется комбинированное освещение (верхнее и боковое) для естественного освещения, а для искусственного освещения - общее освещение и местное освещение. Количество освещения должно быть постоянным с течением времени. Максимальная видимость достигается, когда луч света попадает на рабочую поверхность под углом  $60^\circ$  от нормального угла. Осветительное оборудование должно быть безвредным и безопасным при эксплуатации.

Распределение промышленного освещения будет осуществляться в соответствии со СНиП23-05 «Естественное и искусственное освещение». Критерий дизайна ". Создание рационального освещения

В мастерской искусственное освещение и естественное освещение.

Естественный свет поступает из светового люка на стене здания (боковое освещение), также применяется комбинированное освещение. Искусственное освещение необходимо в ночное время и в местах с недостаточным освещением. Лампы накаливания и люминесцентные лампы (например, IR L PRI) используются для общего освещения в рабочем помещении.

В случае аварии на месте будет установлено аварийное освещение, а минимальное освещение рабочей поверхности составит 5% от нормального освещения. Работать ночью по охране территории

Минимальное освещение рабочей поверхности составляет стандартизованное освещение ГОСТ 17677 «Обеспечивается охранное освещение, которое составляет 5% светильников. Общие технические требования».

## 9.5 Вибрация

Вибрация - это механическое колебательное движение, самым простым из которых является гармоническая вибрация.

ООО «ЗСК» использует машины и устройства, которые генерируют вибрации, которые могут передаваться на рабочее место и оказывать негативное воздействие на людей.

Основными источниками вибрации в цехе стеновых панелей являются вибраторы и бетонные покрытия для сжатия бетона в опалубке.

Силы инерции, силы трения и периодические рабочие нагрузки создают низкочастотные колебания и шум во время работы машин и механизмов. Высокочастотные вибрации и шум возникают в результате ударов из зазоров в шарнирах механизма, ударов о шестерни и цепные передачи, а также столкновений роликовых подшипников.

Повышенная интенсивность и длительное воздействие вибрации вызывают профессиональную вибрационную болезнь и изменяют чувствительность

Вы можете увидеть кожу и головокружение на руках. Наиболее негативное явление наблюдается, когда частота колебаний соответствует частоте колебаний тела. В этом случае проявляются очень сильные функциональные изменения в здоровье человека. Наиболее опасны распространенные вибрации, которые передаются телу сидящего или стоящего человека через опорную поверхность. Этим вибрациям также подвержены такелажники и крановщики.

Классификация вибрационных характеристик производственных предприятий, санитарные нормы и требования к вибрации в настоящее время регламентированы ГОСТ 12.1.012 «Вибрация». Общие требования безопасности », СН 2.2.4 /2.1.8.556« Промышленная вибрация. Вибрации в помещениях жилых и общественных зданий. "

Допустимый уровень вибрации указан на 8 часов работы. Если эти уровни превышают допустимые пределы, следует сократить время воздействия на человека. Распределение основано на скоростях и ускорениях индикаторов и их логарифмических уровнях.

Антивибрационные мероприятия: технические, организационные, гигиенические, гигиенические, лечебные, профилактические.

Компания соответствует следующим условиям: Вы можете эксплуатировать только те машины, которые готовы к работе. Сотрудники, которые подвергаются вибрации, не работают сверхурочно, в возрасте 18 лет и старше, прошли медицинский осмотр, имеют соответствующую квалификацию и соответствуют минимальным техническим требованиям в соответствии с правилами безопасной работы, работают с вибрацией. Машинистам обеспечены индивидуальные средства защиты от вибрации и шума. В компании организован цех по ремонту вибрационной техники.

Для индивидуальной защиты от вибрации используйте специальную обувь с толстой подошвой из пеноматериала, наушники и антивибрационные прокладки.

В таблице 14 приведены максимально допустимые значения для местной промышленной вибрации.

Таблица 14 - Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям			
	виброускорения		Виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с <sup>2</sup> *10 <sup>-2</sup>	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

## 9.6 Шум

Шум - это разнообразные звуки, которые мешают нормальной деятельности человека и вызывают дискомфорт. Звук - это колебательное движение упругой среды, воспринимаемое человеческим органом слуха.

Шум вызывается движением производственного оборудования, например кранов. Механический шум - это результат движения элементов с разным ускорением, столкновений деталей и трения.

Шум негативно влияет на людей. Долгосрочное воздействие чрезмерного шума на организм приводит к общему недомоганию, головным болям, повышению артериального давления, потере слуха, снижению внимания, нарушению координации движений и снижению работоспособности. Воздействие громкого шума затрудняет разговор, возникают болезненные ощущения, а шум оказывает давление на нервную систему. Продолжительное воздействие громкого шума также снижает зрение и изменяет ритм дыхания и сердечную деятельность. Постоянное воздействие шума может привести к бессоннице и гиперчувствительности.

В основе распределения шума лежит ограничение звуковой энергии, воздействующей на человека во время работы, до значений, безвредных для его здоровья и работоспособности. Распределение учитывает разницу в биологической опасности шума в зависимости от спектрального состава и

временных свойств, ГОСТ 12.1.003 «Шум. Общие требования безопасности, СН2.2.42.1.8.562» Рабочий и бытовой шум. Сайт общественного строительства ».

В таблице 15 приведены допустимые уровни звукового давления в октавной полосе [28].

Смазочные материалы и демпфирующие материалы используются для борьбы с механическим шумом. К коллективным мерам защиты от шума относятся поглощающая облицовка, перегородки и облицовка. К средствам индивидуальной защиты относятся наушники, наушники (для уровней звука 20-40 дБ) и гарнитуры (для уровней звука выше 120 дБ). ГОСТ 12.4.011 «Средства защиты рабочих. Общие требования и классификация».

### 9.7 Вредные вещества

В этом производстве токсичным веществом является мелкая пыль, которая образуется в результате подачи сухого сыпучего материала с большой высоты в бункер. На заводе по производству пластин используется смазка «Полонет», готовый продукт обрабатывается кислотой, поверхность гидрофобного состава окрашивается. Концентрация вредных веществ не превышает ПДК. ПДК регламентируется ГОСТ 12.1.005 «Общие гигиенические и гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». ПДК в воздухе рабочей зоны составляет 6 мг / м<sup>3</sup> и менее. Пары смазки для пресс-формы (Pogonet) составляют 9 мг / м<sup>3</sup> или меньше.

Это растение использует естественную вентиляцию. Помещение для подготовки декоративного бетона, помимо естественной вентиляции, оснащено системой вытяжки. Вам также необходимо предоставить работнику респираторную систему для защиты человека.

«Полонет» применяется для смазывания форм. Относится к IV классу малоопасной продукции, соответствующей ГОСТ 12.1.007 ССБТ «Вещества опасные». Классификация и общие требования безопасности ». Острое

отравление для них маловероятно. Полонет не оказывает местного возбуждающего действия.

Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать установленного ГОСТ 12..1.005.

Требования безопасности при эксплуатации и производственном процессе строительной техники

Работа строительной техники крайне опасна. Также опасно работать с краном на рабочем месте. Следует соблюдать осторожность, так как фиксация ненадежна и возможна потеря. Это необходимо делать согласно требованиям ГОСТ 12.3.033-84 (2001).

Все инженеры и техники завода должны быть знакомы с правилами техники безопасности. Начальники цехов, сменные мастера, мастера и все рабочие, участвующие в производстве предварительно напряженных конструкций, должны проходить проверки безопасности.

Лица старше 18 лет, прошедшие обучение по специальной программе, изучившие оборудование оборудования и прошедшие тест, могут заниматься обслуживанием оборудования и приобретением аксессуаров.

Элементы сигнализации (звонки, сирены, Категорически запрещено нахождение людей под тяжелым грузом. Персонал, обслуживающий оборудование, не должен подвергаться воздействию шума в некоторых местах, а уровни звукового давления не должны превышать приемлемые гигиенические стандарты СН245-71.

Требования по охране труда перед началом работы.

Перед началом работы все рабочие должны носить защитную одежду: обувь с термостойкой подошвой, защитные каски, перчатки с нитриловым или латексным покрытием, а также защитные очки, органы дыхания, в зависимости от выполняемой работы. Дужки, резиновые сапоги, непромокаемые плащи.

проверять:

-Доступность и ремонтпригодность ограждений для вращения оборудования и движущихся частей:

-Наличие механических и механических смазок;

-Заземлитель, изоляция проводов, ремонтпригодность пускового устройства. Рабочее место, подход к механизмам и другое оборудование необходимо организовать, убрать и обезвредить. Требования по охране труда при работе. Все вращающиеся части механизма должны быть закрыты и оборудованы запорным устройством. При обнаружении неисправности сервисный механизм следует немедленно отключить.

Вам необходимо известить сменного мастера. Ремонт оборудования разрешается только после полного отключения механизма и отключения питания. На месте включения нужно повесить табличку с надписью «Люди работают, не включая питание». Ремонт и регулировка агрегата формовщиком запрещены. После прокладки проводов на рабочем пути установить переходные мосты с интервалом 20-30 метров.

Место изготовления арматурной сетки и каркаса должно быть ограждено щитом или сеткой высотой не менее 1,8 м, а на заборе должен быть прикреплен плакат: «Опасная зона!»

При заливке бетона в бункер для дорожного покрытия формовщик должен находиться в зоне обслуживания. Во время работы формовочной машины запрещается спускаться в приемный бункер или останавливаться перед машиной. Запрещается перемещать формовочную машину без полного внешнего контроля как рабочей зоны, так и прилегающей зоны.

Перед очисткой всегда используйте центральный выключатель для отключения. Требования по охране труда и технике безопасности после завершения. После завершения работы первый должен:

- Отключите устройство от источника питания.
- Проверьте механизм и оборудование на предмет удаления бетона, грязи и пыли.
- Организируйте инструменты, оборудование и средства индивидуальной защиты и сбегите на место хранения.
- Сообщите прорабу о том, что работа завершена, о любых дефектах или неисправностях, обнаруженных во время работы.



- Примите душ или вымойте лицо и руки теплой водой с мылом и смените одежду

## 9.8 Электробезопасность

Электробезопасность цеха обеспечивается конструкцией электросистемы, техническими и защитными мероприятиями, организационными и техническими средствами.

Согласно ГОСТ 12.1.019 ССБЦ-1.01. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» Существуют конструктивные меры защиты, такие как заземление, заземление, защитное отключение, использование низкого напряжения, контроль изоляции.

Регулировка нуля происходит при повреждении изоляции и есть возможность отсечь ток в металлических частях электрооборудования в изолированной нулевой точке. Природные грунтовые металлические трубопроводы и строительные конструкции, соединенные с землей. Искусственно-ГОСТ 12.1.030 ССБТ «Защитное заземление. Нулевая точка» стальная труба диаметром 50 мм и глубиной 2,5 х 3,0 м на грунте или металлической стенке.

Вся внутренняя проводка выполняется изолированными проводами или кабелями. Стартер защищен и заземлен крышкой внутри запираемого ящика.

Защитное отключение выполняется автоматически, если изоляция металлических частей оборудования повреждена и возникает опасное напряжение.

По классификации производственного оборудования по риску поражения электрическим током цеха по производству железобетонных изделий отнесены к производственному оборудованию повышенной опасности.

Воздействие электрического тока на тело человека вызывает электрические повреждения.

Критерии допустимого тока и контактного напряжения для электрических систем должны определяться в соответствии с максимально допустимыми

пределами воздействия контактного тока и напряжения на человека. Требуемый стандарт указан в ГОСТ 12.1.038ССБТ «Максимально допустимые напряжение и ток прикосновения».

Максимально допустимые значения напряжения и тока указаны для пути тока от руки к руке и от руки к ноге.

Контактное напряжение и ток, протекающие через тело человека при нормальной работе электрического оборудования, не должны превышать значений, указанных в Таблице 15.

Таблица 15 - 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.

## 9.9 Пожаробезопасность

Согласно НПБ 105-2003, категория продукции с взрывопожароопасностью - Д (негорючие и холодные материалы). Общие требования по противопожарной защите соответствуют ГОСТ 12.1.004 ССБТ «Пожарная безопасность». Общие требования «Противопожарная защита должна обеспечиваться с использованием средств пожаротушения и подходящего оборудования для пожаротушения (огнетушители, средства пожаротушения).

Поврежденная изоляция, заземление или разделение могут вызвать пожар. Порошок и CO<sub>2</sub> действуют как огнетушители в таких случаях.

Чтобы ограничить распространение огня за пределы очага, необходимо принять меры для предотвращения дальнейшего возгорания.

-Технические и экономические расчеты пожарных отсеков и площади имущества, а также определение предельно допустимых значений по определенным критериям в зависимости от этажности зданий и сооружений.

-Устройства для аварийного отключения и переключения между оборудованием и коммуникациями.

Производственная площадка оборудована вывеской с ведром, емкостью с песком и огнетушителем..

## 9.10 Охрана окружающей среды

В настоящее время в штате действует Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 122-ФЗ от 22 августа 2004 года.

Загрязнение воздуха и воды приводит к повышению уровня загрязняющих веществ в воздухе и воде. Грязный

Повышенное количество воздуха вызывает одышку и вызывает острое респираторное заболевание.

Список образующихся отходов представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 16 - Перечень образующихся отходов

Наименование отходов	Опасные свойства отхода	Класс отхода	Количество, т (м <sup>3</sup> )
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 кусковой форме	Экотоксичность	5	400
Отходы упаковки	Экотоксичность	5	1,25
Лом чёрных цветных металлов несортированный	Экотоксичность	5	17,4377
Итого 5 класса			419,15

Таблица 17 - Сбросы вредных веществ в атмосферный воздух стационарными объектами

Наименование вещества	Ед. изм.	Установленный		Фактический сброс вредного вещества
		ПДВ	ВСВ	
Пыль неорганическая SiO <sub>2</sub>	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

## 9.11 Сбросы вредных веществ в водные объекты

Сточные воды стекают по откосу почвы в канализацию, а оттуда - в канализацию.

Из-за низкого расхода воды и слегка наклонного пола большинство взвешенных твердых частиц оседает в отстойнике, и их необходимо регулярно собирать в специальный контейнер для отходов.

Химчистка на грузовике снижает загрязнение отстойника, позволяет воде осесть и слить ее в канализацию.

Если вы будете следовать рекомендациям по смазке грузовых поддонов, вам не понадобится специальный маслоотделитель, потому что поддоны практически не содержат масла после удаления готового продукта.

ООО «ЗСК», являющееся источником загрязнения, расположено с подветренной стороны жилой зоны и разделено на санитарно-защитные зоны. Зона гигиенической защиты предприятия III класса 300м. Зелень высаживают в защитной зоне, которая служит преградой для защиты от пыли, дыма и газа.

В настоящее время одним из направлений защиты окружающей среды от вредного воздействия является комплекс мер по ограничению вредных выбросов и отходов при производстве железобетонных изделий и последующей утилизации отходов. Он заключается в организации сбора и очистки выбросов в окружающую среду (для закрытых систем водоснабжения, биологических и химико-химических очистных сооружений, систем газоудаления, утилизации промышленных отходов). Эти вещества используются для изготовления готового продукта из устройства.

Компании несут ответственность за дисциплинарные меры и управление в случае нарушения экологических норм.

## 10 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эти материалы обладают оптимальными характеристиками, остаются совершенно неизменными на протяжении всего срока службы и обеспечивают высококачественные соединения в конструкции тройных стен, являясь хорошей альтернативой обычным стальным анкерам и армирующим материалам, используемым для соединения несущих стен здания с внутренней отделкой и изоляцией, с низкой теплопроводностью и высокой коррозионной стойкостью, не встречающейся в скобах из нержавеющей стали, повышая тепловую эффективность стены здания на 35%, снижая затраты на строительство и решая проблему "мостиков холода".

## 12 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 71 с
2. 2 ГОСТ 12.1.007-76 (1999). ССБТ. Вредные вещества. Классификация и а) общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2007. – 7 с.
3. ГОСТ 31310-2005. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. – 2007. – 42 с.
4. 4 ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 50 с
5. ГОСТ 12.3.033-84 (2001). ССБТ. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 5 с.
6. 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.
7. 7СН 2.2.4/2.1.8.556-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях. – М.: Стандартиформ, 1996. – 25 с
8. 8СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Стандартиформ, 1996. – 8 с.
9. 9Механическое оборудование предприятий строительной индустрии: методические указания / сост. М.Д. Бутакова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 68 с.
10. 10СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: ГП ЦПП, 1995. – 47 с
11. СНиП II-89-80\*. Генеральные планы промышленных предприятий. – М.:

12. 12ГОСТ 12.0.003-80. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 88 с.